

AUTOMAÇÃO DE EXPERIMENTO PARA O ENSINO DE FÍSICA

Cleiton Gili – cgilinet@gmail.com
Luiz Carlos Gili – calogili@hotmail.com
Paulo Roberto Brandt – prbrandt.furb@gmail.com
Sérgio Vidal Garcia Oliveira – dr.svgog@gmail.com
Adriano Péres – aperes.furb@gmail.com

Universidade Regional de Blumenau - FURB
Rua São Paulo, 3250 – Itoupava Seca
89030-080 – Blumenau – SC

Resumo: Este trabalho apresenta o desenvolvimento de equipamento para auxiliar as atividades práticas no ensino de Física para cursos de Engenharia na Universidade Regional de Blumenau. O sistema é baseado na medição do tempo em que um corpo físico percorre um determinado percurso. Um sistema eletrônico de detecção de objetos baseado em emissão e recepção de luz infravermelha é empregado para medir o tempo em que o objeto leva para percorrer seu percurso. Os tempos lidos são processados e um programa apresenta na tela de um microcomputador os valores de velocidade e aceleração correspondentes. Apresenta-se o princípio teórico da experiência, os componentes constituintes do sistema e algumas percepções extraídas da aplicação do sistema nas aulas práticas de Física.

Palavras-chave: *Ensino de Física para Engenharia, Automação de Experimento, Queda Livre, Tempo, Velocidade, Aceleração.*

1 INTRODUÇÃO

Neste trabalho é apresentada a construção de um equipamento para auxiliar as atividades práticas no ensino de Física para cursos de Engenharia na Universidade Regional de Blumenau. O sistema se baseia na medição de velocidade e aceleração de corpos, conforme tradicionais livros da área (RESNICK e HALLIDAY, 1984) e (TIPLER 2006). Disciplinas de Física são componentes curriculares básicos para qualquer modalidade de cursos de Engenharia no Brasil.

Para tentar um maior estímulo e provocar a interação do estudante com a experiência fez-se uso de um microcomputador para apresentação dos dados em forma gráfica. Desta forma, o computador troca informações, isto é, envia e recebe dados de uma placa externa denominada placa de interface.

A placa de interface é formada por um microcontrolador do tipo DsPIC30F3010 com a função de fazer o processamento dos dados; um circuito de comunicação serial sobre o protocolo RS232 e os circuitos de adequação de sinais para conexão com os sensores.

O sistema de detecção de movimento é formado por seis detectores de objeto, cada qual formado por um par emissor – receptor. Os emissores de infravermelho são denominados por Ex e os receptores denominados por Rx, sendo x o número sequencial dos detectores.

Os blocos básicos de constituição do equipamento desenvolvido podem ser vistos no diagrama apresentado na Figura 1, onde percebe-se nitidamente três blocos que desempenham

as principais funções: à direita o sistema de detecção, à esquerda o microcomputador e ao centro a placa de interface que faz a comunicação entre os demais blocos.

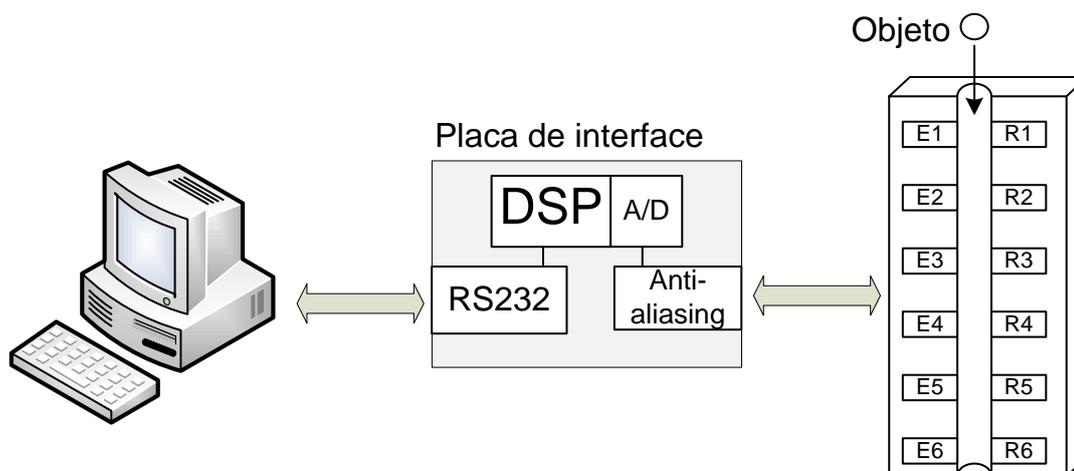


Figura 1 – Equipamento para medição de velocidade e aceleração de objetos

1.1 Funcionamento

Pela Figura 1 pode ser notada a disposição dos sensores de forma vertical, contudo uma distribuição em forma de rampa, com ou sem curvas também pode ser implementada.

Ao iniciar uma experiência o sistema fica em espera até um objeto passar pelo primeiro detector. Imediatamente após a passagem do objeto pelo primeiro detector, um contador é iniciado e o tempo entre a passagem do objeto por todos os sensores é medido. Ao chegar no último sensor o microcontrolador envia estes dados para o computador e com as distâncias entre cada detector previamente definidas, o computador realiza o cálculo da velocidade média e a aceleração.

Com este equipamento por exemplo pode-se comprovar a aceleração da gravidade, bastando para isso posicionar os detectores na posição vertical e forçar um objeto a passar pelo caminho de medição.

Esse tipo de experimento é muito empregado no ensino de Física para cursos de Engenharia, entretanto a maioria dos sistemas empregados não possuem automação e são propensos a grandes erros, causando desconforto aos professores e desestímulo aos estudantes. Com o sistema automatizado e uma boa regulação entre os emissores e detectores de infravermelho, consegue-se boa precisão e rapidez no processo, além das ferramentas gráficas introduzidas no software armazenado no microcomputador.

1.2 SENSORES DE DETECÇÃO

O sistema de detecção de objeto é formado pelo arranjo de componentes que trabalham com radiação infravermelha, neste caso, um diodo emissor (Ex) e um transistor receptor (Rx). Na Figura 2 são mostrados o suporte físico dos sensores e o esquema elétrico. O suporte em formato de ferradura facilita a fixação em calhas e tubos, de acordo com a experiência a ser utilizada.

O sistema de detecção funciona com a emissão e recepção de radiação infravermelha, e está sujeito a distúrbios externos como por exemplo a incidência de luzes do ambiente ou até mesmo a luz do sol. Tais fontes externas de radiação são caracterizadas como distúrbios e podem interferir no processo de detecção dos sensores. Para a filtragem desses distúrbios utilizou-se uma técnica de subtração de amplitude do sinal recebido pelo led emissor.

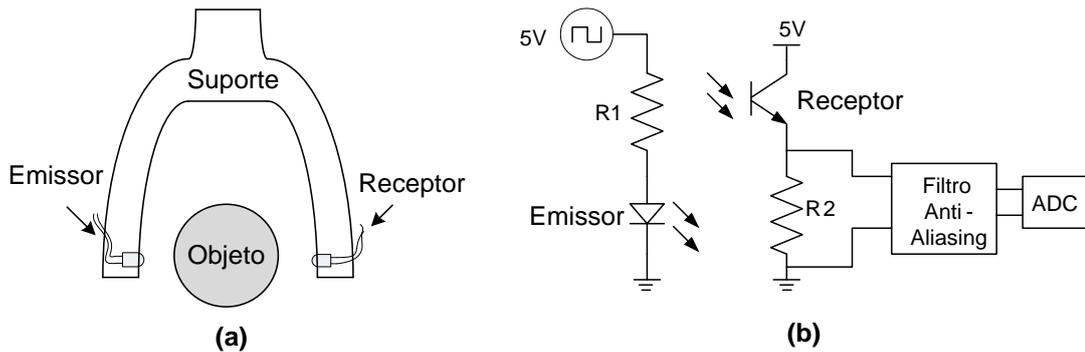


Figura 2 – Sistema de detecção dos objetos experimentados: (a) Disposição dos sensores no suporte; (b) Esquema elétrico dos circuitos emissor e receptor.

Na Figura 3 apresentam-se as formas de ondas lidas pelo sistema de detecção de objetos. Na Figura 3(a) é mostrada a tensão aproximada lida pelo microcontrolador com o equipamento em três situações diferentes, sol e lâmpadas, lâmpadas e local escuro ou com pouca incidência de raios infravermelhos. Já na Figura 3(b) é mostrada a tensão lida para as mesmas situações, entretando, no diodo emissor é acrescentada uma forma de onda quadrada com frequência de 40kHz, conforme apresentado na Figura 3(c). Isto gera uma onda de ganho aproximado de 200mV, somado a tensão já proveniente de outras fontes.

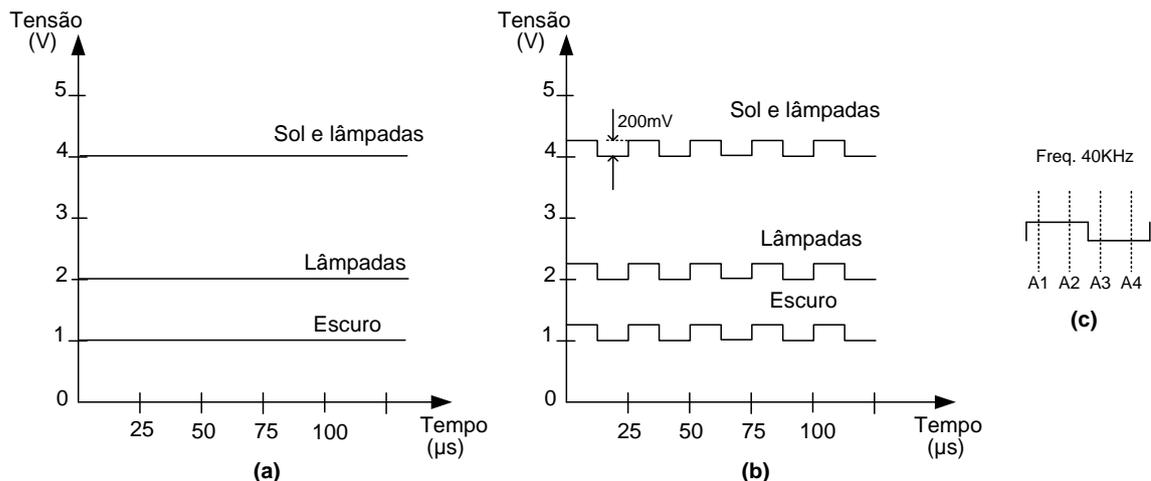


Figura 3 – Formas de ondas lidas pelo sistema de detecção de objetos: (a) leitura com e sem a incidência de distúrbios; (b) leitura com onda quadrada associada e (c) forma de onda quadrada para evitar os distúrbios.

A cada período da frequência da forma de onda quadrada aplicada ao emissor são feitas quatro leituras de tensão no receptor, como mostra a Figura 3(c). A partir destas tensões o microcontrolador executa o cálculo da expressão (1.1).

$$\text{delta} = (A1 + A2) - (A3 + A4) \quad (1.1)$$

De acordo com o valor obtido o algoritmo desenvolvido toma as seguintes decisões:

- $(\text{delta} \geq 0V)$ e $(\text{delta} < 50mV)$ = objeto detectado;
- $(\text{delta} < 0V)$ ou $(\text{delta} > 500mV)$ = repetir teste;
- Outro valor = objeto não detectado.

2 PLACA DE INTERFACE

A placa de interface, gerenciada pelo DsPIC30F3010, executa todo o processamento de rotinas de comunicação e detecção de objetos efetuadas pelos sensores infravermelhos (GILI, 2009).

O *firmware* (programa do microcontrolador) foi escrito em linguagem *assembly* para otimizar os tempos de detecção e contém três rotinas principais: rotina “main”, interrupção de recebimento de dados do computador e rotina de detecção de objetos. Um fluxograma simplificado deste programa é apresentado na Figura 4.

O programa principal fica em espera por uma sinalização da rotina de recebimento de dados. Ao receber um dado pelo computador o microcontrolador entra na rotina de medições. Para cada par de sensores em que um objeto for detectado o tempo correspondente é medido. Ao final, onde o objeto passou pelos seis detectores, os dados são enviados para o computador.

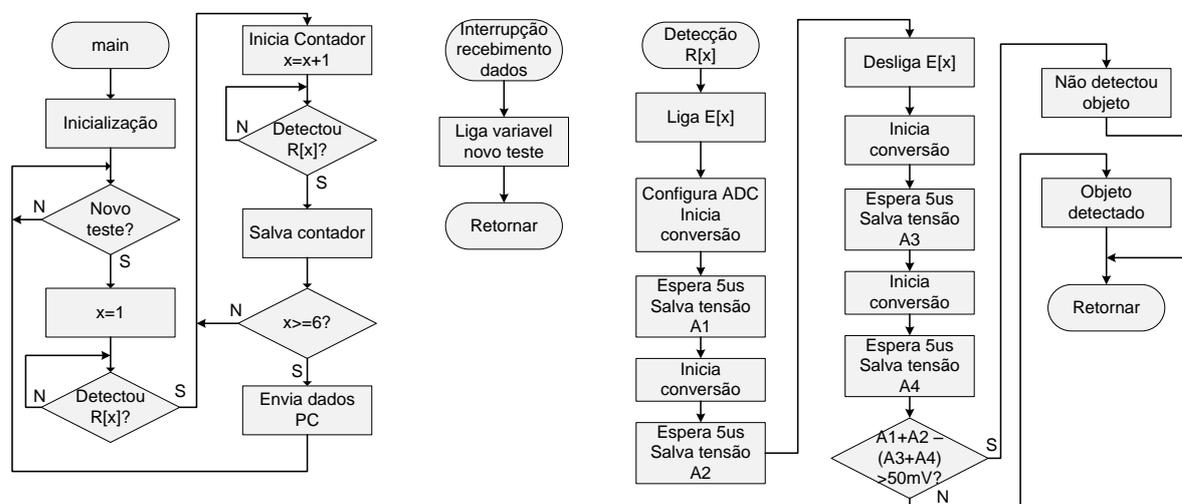


Figura 4 – Fluxograma simplificado do programa desenvolvido para o DsPIC (*firmware*).

3 SOFTWARE

O programa (*software*) para o computador foi escrito em linguagem C#. A imagem apresentada na Figura 5 mostra a janela principal do programa, mostrando uma interface muito simples e intuitiva.

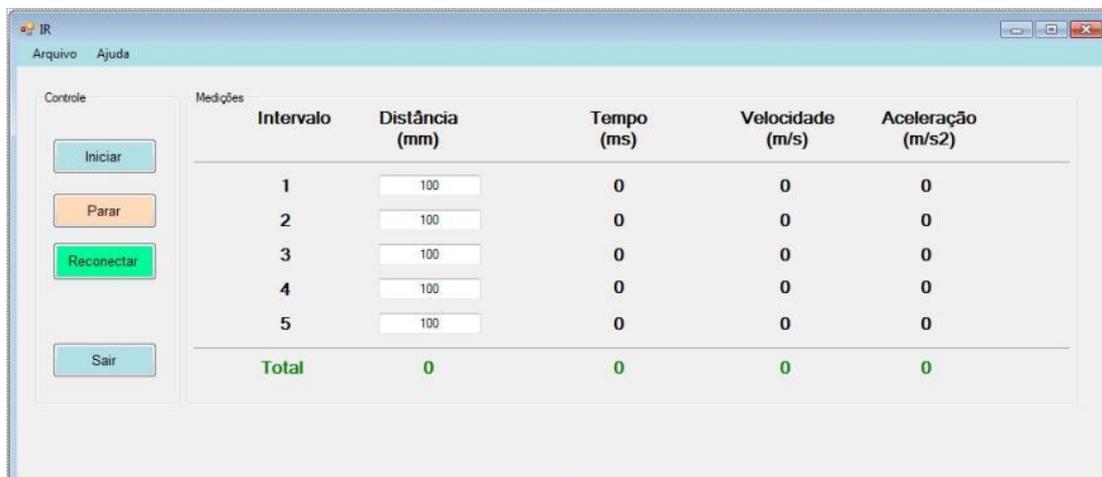


Figura 5 – Janela principal do programa desenvolvido no microcomputador (*software*).

O procedimento inicial para realização das medições compreende a definição das distâncias entre os detectores pelo usuário. A partir disto basta apertar no botão “iniciar” que as medições serão habilitadas junto ao sistema de detecção de movimento. Para a execução da experiência bastará o estudante posicionar o objeto e largá-lo para que se procedam as leituras e os cálculos dos valores procurados automaticamente, após a detecção do objeto pelos sensores.

O microcomputador receberá da placa de interface os tempos detectados pelos sensores. Ao receber os tempos serão calculados os valores de velocidade e aceleração, sendo apresentados na tela os seguintes valores: tempo, velocidade e aceleração.

4 PROTÓTIPO

Um protótipo foi desenvolvido para testar o funcionamento da estrutura, conforme apresentado na Figura 6. A placa de interface foi montada em uma caixa para se evitar riscos de choque, como mostra a Figura 6(a). Na Figura 6(b) é mostrado em detalhe um dos detectores infravermelho em formato de ferradura. Na Figura 3(c) mostra-se o sistema completo, constituído pelo microcomputador, tubo de acrílico com sensores e a interface.

O protótipo desenvolvido está em utilização no Laboratório de Física da Universidade Regional de Blumenau e serve a experimentos com corpos em queda livre. Tais experimentos são executados principalmente em disciplinas oferecidas aos cursos de Engenharia. A precisão obtida é bastante satisfatória para experimentos de graduação, aproximando-se bastante dos valores teóricos.

O processo de automação e a utilização de microcomputadores estimula o estudante de engenharia a acompanhar o experimento e desperta o interesse em entender o sistema empregado. Além disso, o procedimento acompanha as tendências de uso de tecnologia em todos os setores.

O sistema desenvolvido é bastante simples, baseado em técnicas conhecidas e se caracterizou como de baixíssimo custo. O retorno foi imediato e fortemente caracterizado pelo estímulo que causou aos estudantes.

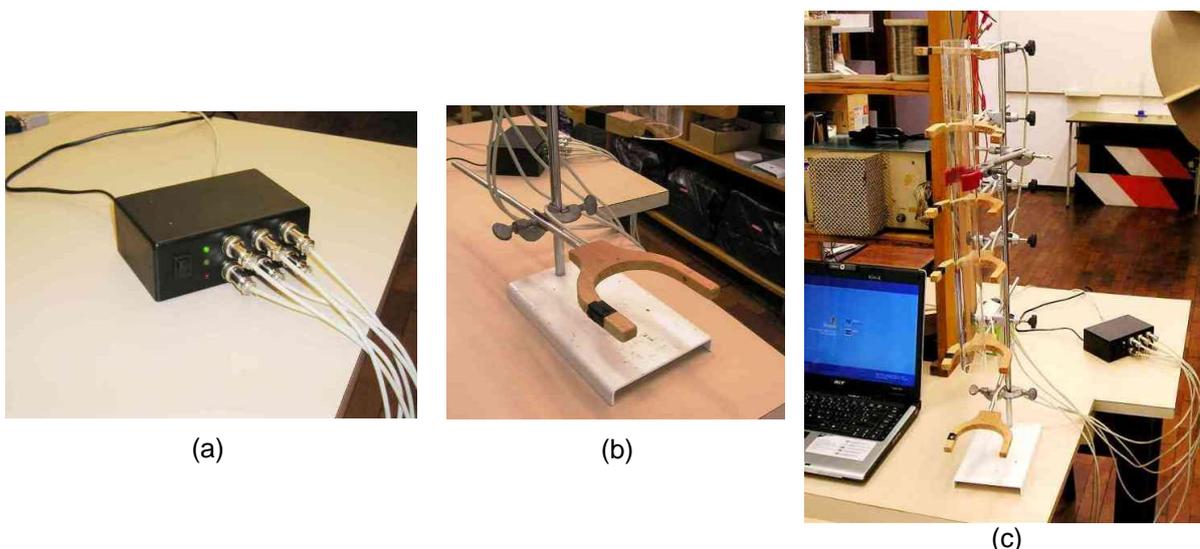


Figura 6 – Protótipo desenvolvido: (a) caixa com a placa de interface; (b) detalhes do detector de objeto; (c) tubo para experimentação de queda livre de objetos;

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os maiores problemas enfrentados no desenvolvimento do sistema foram causados pela incidência de luz solar ou de lâmpadas nos circuitos de detecção. Em virtude destes problemas iniciais, teve-se um grande avanço no estudo sobre a influência de luzes do ambiente sobre os sensores infravermelhos. Para a solução do problema foi aplicada uma técnica para anular qualquer incidência externa de luz, ao se aplicar uma forma de onda quadrada sobre os sinais dos emissores. Os receptores passaram, então, a lerem somente a forma de onda quadrada, descartando os possíveis distúrbios.

O sistema desenvolvido pode, em princípio, ser utilizado em vários equipamentos para poder automatizar e aumentar a precisão dos procedimentos de vários experimentos de Física, como em um plano inclinado.

As principais vantagens da automação do experimento de queda livre no ensino de Física para cursos de Engenharia foram: maior interesse dos alunos pelo experimento, curiosidade em relação ao seu funcionamento, maior precisão dos dados coletados, rapidez no levantamento de dados e possibilidade de armazenamento de dados em microcomputador. Além disso, o protótipo mostrou-se como sendo de baixo custo, de fácil operação, de fácil portabilidade e robusto.

6 REFERÊNCIAS / CITAÇÕES

GILI, Cleiton. **Desenvolvimento de plataforma para estudo experimental do conversor CC-CC abaixador em condução contínua com comandos digitais**. 2009. 72 f, il. Trabalho de Conclusão de Curso - (Graduação em Engenharia Elétrica), Universidade Regional de Blumenau, Disponível em: http://www.bc.furb.br/docs/MO/2009/339590_1_1.pdf

RESNICK, Robert; HALLIDAY, David. **Física**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1983-1984. 4v, il. Tradução de: Physics.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006. 3v, il.

AUTOMATION OF EXPERIMENT FOR TEACHING PHYSICS

Abstract: *This paper presents the development of equipment to assist with practical activities in the teaching of Physics for engineering courses at the Regional University of Blumenau. The system is based on the measurement of time in which a physical body goes through a specific route. An electronic system for detection of objects based on sending and receiving infrared light is used to measure the time that the object takes to go your way. Read times are processed and a program displays on the screen of a microcomputer speed values and corresponding acceleration. The paper presents the theoretical principle of experience, the components of the system and some insights drawn from the application of the system in practical classes in physics.*

Key-words: *teaching physics to engineering, automation of an experiment, free fall, time, speed, acceleration.*