

Trena eletrônica auto-calibrável baseada em módulo ultra-som de baixo custo

Projeto Dirigido da Disciplina PCS2498 – Laboratório de Processadores II:

Anna Catarina Tavella

Marcelo Jorge Parente Burdelis

Thomas Takats Tenyi

Curso de Engenharia Elétrica, ênfase Computação

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Cugnasca

PCS Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais
EPUSP Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Av. Prof. Luciano Gualberto, travessa 3, nº 15
Edifício de Engenharia Elétrica
Cidade Universitária - São Paulo - SP
CEP 05508-970
Fone: (11) 3091-5366 Fax: (11) 3091-5294

1. Introdução

Devido aos grandes avanços da eletrônica, atualmente podem-se encontrar microprocessadores e microcontroladores com grande capacidade de processamento a preços atrativos, estimulando o desenvolvimento de novos produtos, como por exemplo, equipamentos eletrônicos de medição, em substituição aos dispositivos de medição convencionais. Dentre estes equipamentos podem-se citar as trenas eletrônicas, que deixaram de ser um equipamento de uso específico apenas para profissionais da construção civil graças ao seu baixo custo.

A possibilidade de realizar medições utilizando uma trena eletrônica traz diversas vantagens em relação a trenas convencionais, como por exemplo, a facilidade de medição, especialmente em locais de difícil acesso ou que requer outros recursos, como escadas. A precisão também é algo a se considerar: medidas são feitas eletronicamente não dependendo da visão e habilidade do usuário.

A presença de um microcontrolador no equipamento possibilita a incorporação de recursos complementares baseados em medições realizadas, como o cálculo de perímetros, áreas e volumes, úteis na estimativa

de materiais em uma construção (quantidade de tinta, reboque, rodapé, etc).

Este projeto teve como objetivo a criação de um protótipo de uma trena eletrônica auto-calibrável. Ele foi realizado como uma das atividades previstas na disciplina de graduação PCS2498 – Laboratório de Processadores II (PCS2498, 2006), denominada Projeto Dirigido, com objetivo de proporcionar aos alunos a oportunidade de desenvolver um projeto completo baseado em um microcontrolador.

2. Princípio de funcionamento

A trena foi concebida para utilizar os recursos básicos do microcontrolador 80C51 (MACKENZIE, 1999) presentes em uma Placa Experimental para aplicações didáticas (CUGNASCA; HIRAKAWA, 2007), e um módulo de ultra-som de baixo custo (cerca de R\$50,00), que consiste em um emissor e um receptor de ultra-som, já integrados a uma pequena placa de circuito impresso (Figura 1), que realiza a conversão da medida da distância em um pulso de largura proporcional à distância entre o módulo e um obstáculo (TATO, 2007).

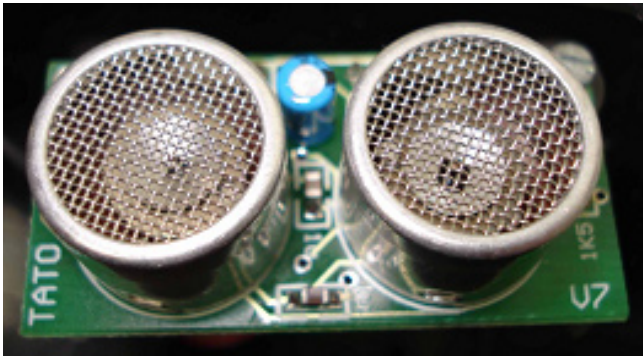


Figura 1. Módulo de ultra-som

A medição da largura de um pulso foi efetuada através o uso de um dos temporizadores do microcontrolador, e a partir dele a distância pôde ser determinada. Contudo, existem basicamente duas fontes de erro que influenciam nas medições:

- Variação de temperatura

Ela influencia diretamente na velocidade do som no ar. Desta forma se fez necessário adicionar à trena um sensor de temperatura, o LM35 (NATIONAL SEMICONDUCTOR, 2000), conectado a um conversor A/D disponível na Placa Experimental, para que a auto-calibração pudesse ser realizada. Utilizou-se a fórmula clássica para correção da velocidade do som a uma dada temperatura:

$$\text{onde: } V_{som} = V_0 \sqrt{\frac{T}{273}}$$

V_{som} = velocidade do som no ar à temperatura T °C;

V_0 = velocidade do som no ar à temperatura 0 °C;

T = temperatura ambiente no instante da medição.

- Imprecisão do módulo de ultra-som

A imprecisão proveniente do módulo de ultra-som é a maior fonte de erro encontrada no projeto, devido a chaveamentos de frequências que ele efetua automaticamente após certa distância. Através do levantamento das medidas realizadas pelo módulo e sua comparação com os valores esperados, apresentado em forma de gráfico na Figura 2, foi possível estabelecer um algoritmo de correção baseado em aproximações lineares.

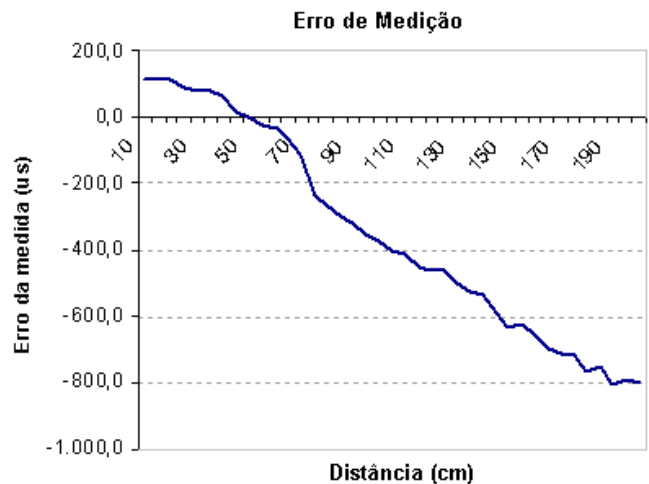


Figura 2. Erro na largura do pulso fornecido pelo módulo de ultra-som em função da distância.

Observando-se o gráfico do erro de medida, concluiu-se que uma boa aproximação é a dada por três retas de correção:

0 a 600 mm : $y = 1,0473x - 25,771$

600 a 750 mm: $y = 1,3739x - 232,15$

750 a 2000 mm: $y = 1,084x - 13,07$

Aplicando-se as correções foi obtida uma trena capaz de realizar medidas de 0 a 2000 mm com um erro médio de 3 mm a 25°C.

3. Outros Recursos

Devido à capacidade ociosa de processamento do 80C51, foram incorporados outros recursos ao equipamento, como identificação e armazenamento de conjunto de medidas, cálculo de áreas e volumes, relógio, termômetro, memória para armazenamento de medidas, sons diversos de sinalização para facilitar o uso e conversor de unidades. Complementando o equipamento, utilizou-se a interface de comunicação serial disponível para a comunicação com um microcomputador, destinada ao armazenamento, para uso futuro, de medições realizadas.

4. Considerações Finais

O projeto desenvolvido se baseou em componentes comuns e de baixo custo. Apesar de a especificação do módulo de ultra-som apresentar como faixa de utilização de 200 mm a 1.500 mm, conseguiu-se com a linearização realizada efetuar medidas entre 0 e 2.000 mm. Contudo, para distâncias maiores,

como por exemplo, 15.000 mm, encontrada em muitas trenas comercialmente disponíveis, há a necessidade de substituição do módulo de ultra-som por outro mais apropriado.

Referências Bibliográficas

CUGNASCA, C.E.; HIRAKAWA, A.R. **Familiarização com a Placa Experimental de Microcontrolador 8051**. Apostila. Escola Politécnica da USP, 2007. 12p.

MACKENZIE, S. **The 8051 Microcontroller**. Prentice Hall, 3rd edition, 1999. ISBN: 0-13-780008-8.

NATIONAL SEMICONDUCTOR. **LM35 - Precision Centigrade Temperature Sensors**. Datasheet. 2000.

PCS2498. **Site da disciplina PCS2498**. Disponível em: <<http://www.pcs.usp.br/~pcs2498/>> Acesso em 05 jul. 2007.

TATO. **Módulo Sonar**. Disponível em: <<http://www.tato.ind.br/images/Sonar.pdf>>. Acesso em 05 jul. 2007.
