

Um Sistema de Aquisição de Dados de Baixo Custo para o Laboratório Didático

(A low cost data acquisition system for the didactic laboratory)

R. V. Ribas, A. F. de Souza e N. Santos

Instituto de Física, Universidade de São Paulo Caixa Postal 66318, CEP 05389-970, São Paulo, SP

Recebido 3 de novembro, 1997

A data acquisition system, based on a 8 bits ADC with 8 analogic inputs multiplexed, interfaced to the printer port of a PC computer is described. The system is intended to be used in undergraduate laboratory physics courses.

Neste trabalho, descrevemos o projeto de um sistema de aquisição de dados utilizando um conversor analógico-digital (CAD) de 8 bits com 8 entradas analógicas multiplexadas, que se acopla a uma porta de impressão de microcomputadores PC. O sistema foi desenvolvido para uso em laboratório didático do curso de graduação em física.

I. Introdução

O Laboratório de Estrutura da Matéria do IFUSP vem utilizando, desde a introdução dos micro computadores na USP (Apples), um sistema de tomada de dados computadorizado para dois dos experimentos realizados na disciplina, um a cada semestre. Inicialmente o sistema era constituído por uma interface comercial, desenvolvida para o Apple II (AM13 Anamed) e há alguns anos adaptada para o barramento de 8 bits do PC-XT e compatíveis. Esta interface tem como elementos principais um conversor analógico digital de 12 bits/20 μ s, um multiplexador de 16 canais e um amplificador analógico que permite a utilização de 8 faixas de medição (de $\pm 0.1V$ a $\pm 5V$). Tanto a seleção do canal de medição como da faixa de tensão são controladas por software.

Este sistema deixou de ser produzido comercialmente há alguns anos, o que dificulta a reposição de módulos ou a ampliação do número de bancadas. Além disso, não dispomos da documentação necessária para a manutenção das placas. Estes fatos, aliados ao custo inicial relativamente alto desta placa, dado o super dimensionamento de suas características para as nossas necessidades, motivou o desenvolvimento de uma interface mais simples, de baixo custo e fácil manutenção, sem placas de circuito impresso sofisticadas, de modo que possa ser confeccionadas no próprio laboratório e

em baixa escala. Embora com características muito mais modestas que o sistema anterior, o novo sistema responde completamente às necessidades dos experimentos.

II. Características

A automatização na tomada de dados foi feita em experimentos onde se levanta a curva característica de um componente eletrônico, como a da fotocélula no caso da medida da constante de Plank pela observação do efeito fotoelétrico [1], e a do triodo de Frank-Hertz, no experimento em que se observa a quantização dos níveis de energia atômico, pelo espalhamento inelástico de elétrons por átomos de mercúrio [2]. Em ambos os experimentos, é muito difícil garantir a estabilidade do sistema por um longo período, como seria necessário na realização de medidas manuais. No caso da experiência de Frank-Hertz, por exemplo, a estabilidade térmica no interior da válvula dificilmente é mantida durante um intervalo de tempo de cerca de 15-20 minutos, a duração média da tomada de dados manual para uma curva. Com a automação, os mesmos dados são tomados em menos de um minuto, sendo isso fundamental para obtenção de bons resultados. Tipicamente estes dois experimentos implicam na medida de correntes na faixa de 10^{-9} a 10^{-12} A e de tensões ~ 1 a 50 V. Os picoamperímetros utilizados em nosso laboratório

possuem uma saída para leitura remota, (-1 a +1V) fazendo que o delicado problema de medida de correntes muito pequenas não seja transferido para o projeto da interface. Medidas de tensão com precisão relativa de 1-2% são mais que suficiente para estes experimentos. Para se obter este resultado, conversores analógico digitais de 8 bits são plenamente adequados. O conversor analógico digital ADC0808, de 8 bits e tempo de conversão de $100\mu\text{s}$ produzido pela Texas Instruments, que incorpora também um multiplexador de 8 canais e toda a lógica de controle, custa cerca de R\$ 8,00 no mercado nacional e se adapta perfeitamente às características necessárias para o presente problema. Um outro ponto

importante se relaciona à placa de circuito impresso. Placas de circuito impresso utilizadas no barramento do computador, são de face dupla e com contatos dourados, de tamanho e espaçamento de precisão. Estas placas dificilmente podem ser feitas no próprio laboratório e sua produção em baixa escala por firmas especializadas tem custo relativamente alto. Por este motivo, optamos por desenvolver uma interface que se acopla à porta de impressora do micro. Com isso, evita-se o problema de confecção das placas com o barramento de contatos, além de tornar muito mais ágil a substituição de uma placa defeituosa, durante uma sessão de medidas.

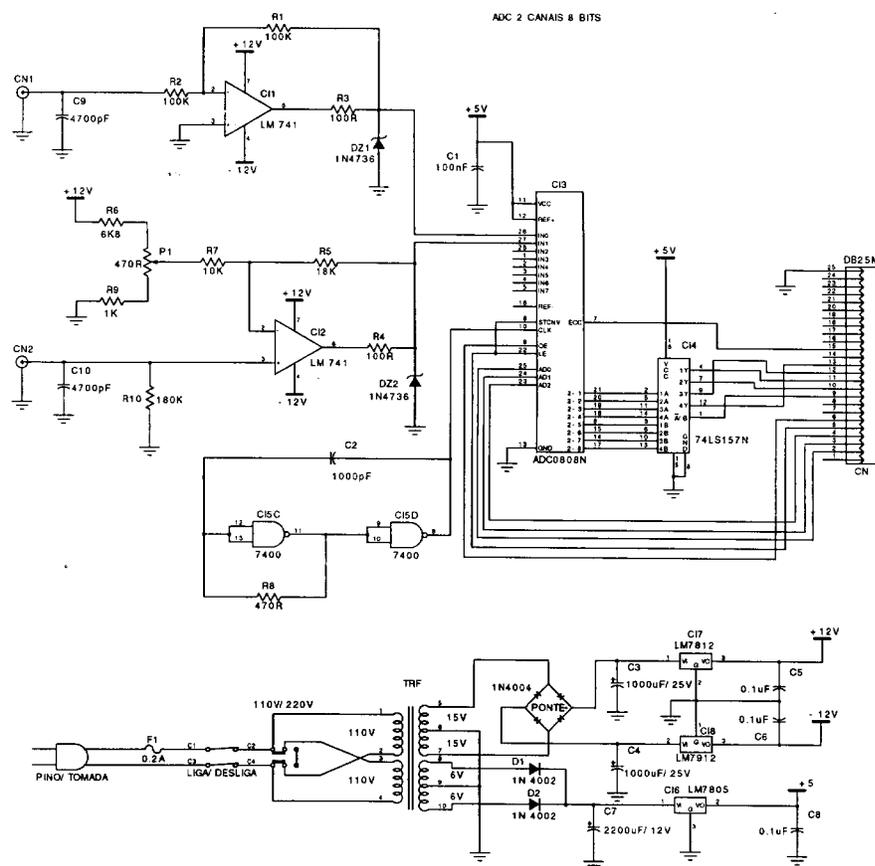


Figura 1. Circuito esquemático do sistema de aquisição de dados.

III. Descrição do circuito

O sistema de aquisição de dados desenvolvido, consiste basicamente do ADC0808, um deslocador de bits e amplificadores operacionais para se definir as faixas de medição das duas entradas analógicas utilizadas no instrumento, além de um oscilador e da fonte de ali-

mentação. O diagrama esquemático do sistema é visto na Figura 1. Através do multiplexador analógico, uma chave comutadora eletrônica, até 8 sinais elétricos diferentes podem ser medidos pelo ADC. A faixa de conversão do CAD faz corresponder tensões de 0 a 5V nas entradas do multiplexador aos números 0 a 255 corre-

sendo aos 8 bits D0, D1,...D7 na saída do CAD. CI1 e CI2 são amplificadores operacionais (741) que permitem alterar a faixa de medição. Num dos canais, a faixa convertida corresponde a tensões de 0 a -5V, adequada para as medidas de tensão de ambos os experimentos (no caso das medidas de FH, um divisor externo de 10:1, localizado na caixa de conexões da válvula deve ser utilizado). Para a medição de corrente, fez-se um deslocamento de zero, de modo a ter-se -1, 0, +1 V correspondendo aos números 0, 128, 255 na conversão. A interface é feita através da porta paralela existente no micro e normalmente utilizada para a impressora. Esta porta, so dispõe de 5 bits que podem ser lidos pelo micro (e 8 que podem ser enviados do micro para fora), de modo que os 8 bits correspondentes ao resultado da conversão devem ser lidos em duas partes. Para isso é empregado o CI4, LS157. Quando um sinal lógico 0 (0 V) é colocado em seu pino 1, os bits D0 a D3 da entrada são transferidos aos 4 pinos de saída (12,9,7,4) do LS157. Quando no pino 1 aparece o sinal lógico 1 (+5V), os bits D4 a D7 são então transferidos. O programa de aquisição e controle da experiência agrupa as duas partes. A conversão se inicia ao se enviar um sinal lógico 1 ao pino 6 do CAD (início de Conversão). O canal deve ser previamente selecionado, através dos pinos 25,24 e 23. O pino 7 (fim de Conversão) terá o valor lógico 1 quando a conversão tiver terminada. O tempo de conversão é basicamente determinado pela frequência da base de tempo, fornecida pelo oscilador formado por CI5. O circuito inclui uma pequena fonte de tensão, fornecendo 5V para a parte lógica e $\pm 12V$ para os amplificadores operacionais.

IV. Resultados

Os testes iniciais mostraram que o sistema se comporta com as características previstas. Como (propositalmente) não foram usados resistores de precisão no circuito de realimentação dos amplificadores operacionais, nem no divisor resistivo para produzir a escala simétrica, a utilização do instrumento depende de uma calibração a cada medição. O programa de aquisição de dados utilizado prevê esta calibração inicial, sem

a qual outras operações de medição não são possíveis. Na tomada de dados, a tensão aplicada na válvula é produzida por um pequeno gerador de rampa capaz de variar a tensão de 0 ao valor máximo em cerca de 30 segundos. Ao se iniciar a rampa, o programa de aquisição é acionado. Os pares de valores (tensão, corrente) lidos são armazenados inicialmente em memória RAM e exibidos graficamente na tela, em tempo real. Posteriormente, os dados são arquivados em disco. O programa de aquisição, monitoração em tempo real e análise é bastante simples e foi escrito em BASIC. Na Figura 2 vê-se a curva obtida para a válvula de Frank-Hertz, evidenciando se a precisão da medida. Entre outras coisas, pode-se observar que o espaçamento entre os picos cresce ligeiramente com a tensão (número de ordem do máximo), e depende da temperatura, fenômeno associado à excitação de diferentes membros do tripleto com energia de excitação $\sim 5eV$, conforme previsto teoricamente na ref. [3].

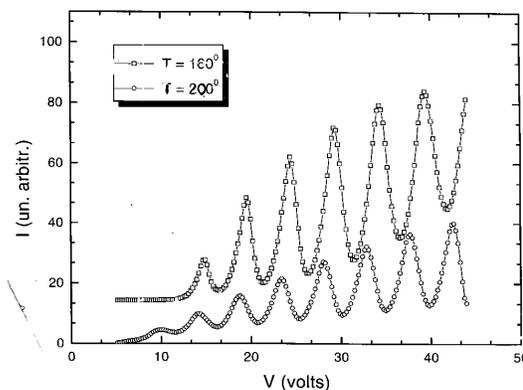


Figure 2. Curvas de tensão versus corrente para a experiência de Frank-Hertz, em duas temperaturas.

Referências

1. Apostila de Efeito Fotoelétrico, Lab. de Estrutura da Matéria, IFUSP (1995).
2. Apostila de Frank-Hertz-Laboratório de Estrutura da Matéria- IFUSP - (1995).
3. G.F. Hanne, Am. J. Phys. **56**, 696 (1988).