

Projete Você Mesmo Experimentos Assistidos por Computador: Construindo Sensores e Analisando Dados

Marisa Almeida Cavalcante e Cristiane R. C. Tavoraro

GOPEF - Grupo de Pesquisa em Ensino de Física da PUC-SP e Escola do Futuro da USP/SP

(e-mail: marisac@exatas.pucsp.br - http://mesonpi.cat.cbpf.br/vera098/marisa)

Recebido em 03 de Outubro de 1999. Aceito em 20 de Julho de 2000

Este trabalho pretende mostrar alternativas de baixo custo, para a utilização de computadores na coleta de dados em tempo real, mostrando como construir sensores e utilizando para a aquisição de dados os conversores ADC (analogic-digital converters) da Impac disponíveis no mercado. Diferentes características destes conversores tornam possível transformar o computador em um osciloscópio de armazenagem digital em tempo real. Após o processo de aquisição, os dados podem ser diretamente transferidos para o Excel ou qualquer outro software gráfico. Como um exemplo do funcionamento do sistema, determinamos a aceleração da gravidade.

This work intends to show new low-cost options for using computers in real-time data collection. We show how building sensors and using the market available ADC (analogical-digital convertors) of Impac, for data acquisition. Different characteristics of these instruments allows us to transform the computer in an oscilloscope of digital storage in real time. After the acquisition process, the data can be transferred directly for Excel or any graphical software, allowing data analysis. As an example of how the system works, we determine the gravity acceleration.

I Introdução

Nos últimos anos, o desenvolvimento tecnológico tem facilitado, de várias maneiras, o nosso cotidiano. Nossos alunos estão freqüentemente interagindo com um mundo repleto de recursos inexistentes na época em que seus pais tinham a sua idade. Nossas escolas não podem ignorar esta realidade; elas precisam ensinar o estudante a conviver com a tecnologia e prepará-lo para o novo milênio. Este desafio, que atualmente é objeto de preocupação e/ou discussão em todas as áreas do ensino em quase todo o mundo, precisa ser enfrentado mais dia menos dia. O computador pode desempenhar um papel importante nessa tarefa, pois quando empregado criteriosamente, se transforma numa ferramenta auxiliar de valor inestimável para o aprendizado e numa fonte de estímulo à criatividade inesgotável.[1, 2, 3, 4] Pode ser usado, por exemplo, para a coleta e análise de dados em tempo real, para a simulação de fenômenos físicos ou para uma instrução assistida. Este trabalho pretende mostrar novas alternativas de baixo custo, para a utilização de computadores na coleta de dados em tempo real. Quando utilizamos interfaces disponíveis no mercado para a aquisição de dados, geralmente essas já vêm

acompanhadas com o software de aquisição e análise de dados. Neste caso, o sistema como um todo é imutável, cabendo ao experimentador utilizar e explorar os recursos previamente oferecidos. Parece-nos que, para permitir o uso adequado destes sistemas pelo professor brasileiro, ainda muito distante destas evoluções tecnológicas, se faz necessário uma ênfase maior no princípio básico de funcionamento do processo de aquisição de dados por computador. Este é um dos processos na chamada Educação Tecnológica. O sistema que será apresentado é altamente flexível e fornece condições básicas necessárias para desenvolver este processo educacional.

II Descrição Geral do Equipamento

Na Fig. 1 apresentamos um conjunto de sensores e conversores ADC 42 e 100 (com uma e duas entradas respectivamente) para a aquisição de dados.

Os instrumentos ADC são conectados diretamente na porta paralela do microcomputador e não necessitam de alimentação.



Figura 1. Distribuição do conjunto de sensores e conversores ADC 42 e 100.

III Um exemplo: Sensor de Posição

Considere o circuito mostrado na Fig. 2. Para uma dada posição do cursor, por exemplo 50% do total, obtemos uma voltagem DC constante na tela do osciloscópio no valor de 4,5 V.¹ Variando a posição do cursor de tal forma a obter uma extensão entre o ponto de terra e o ponto onde retiramos o sinal através da ponta de prova do osciloscópio igual à 90% do valor total, obteremos na tela uma voltagem DC de 8,1 V.

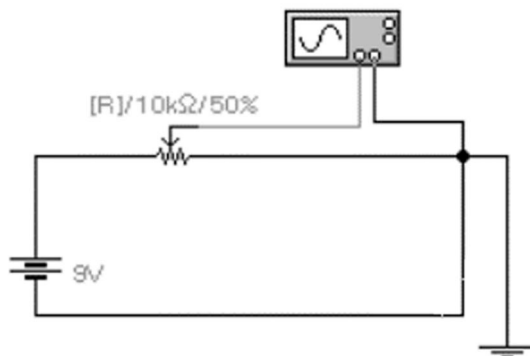


Figura 2. Circuito com bateria de 9 V, osciloscópio e potenciômetro com a ponta de prova a 50% do valor total da voltagem.

Podemos verificar pelo exemplo acima que, variando-se a posição do cursor, podemos obter diferentes valores de diferença de potencial entre o cursor e um ponto fixo do potenciômetro. Este modo de funcionamento é chamado divisor de tensão. Se altermos a

posição do cursor durante um determinado tempo podemos reproduzir na tela do nosso osciloscópio a variação da tensão com o tempo ($V \times t$). Para obter esta função utilizaremos o instrumento virtual ADC acoplado à porta paralela do microcomputador, que funcionará como um osciloscópio. De modo a entender com clareza o procedimento que será adotado, primeiramente conectamos os pontos fixos do potenciômetro em uma fonte DC, por exemplo uma bateria de 9,0 V. Em seguida com a ponta de prova ligada ao ADC efetuamos a conexão desta ponta ao cursor e a um ponto fixo do potenciômetro como mostrado na Fig. 3.

Vamos em seguida efetuar alguns testes para verificar o bom funcionamento do sistema, bem como permitir o entendimento adequado do processo de coleta de dados.

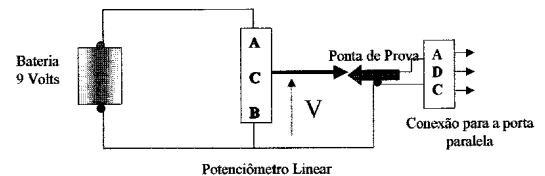


Figura 3. Diagrama esquemático do sistema.

III.1 Testes Iniciais e Princípio de Operação

O software que acompanha os instrumentos da linha *Pico Technology* [5] apresenta várias opções de operação. Dentre elas, aquela que nos permitirá transformar o PC em um instrumento virtual de medidas físicas é a opção *piscospe*. Fixando esta opção e conectando a ponta de prova ao ADC, podemos iniciar o processo de armazenamento de dados. Para isto, selecionamos o canal que será utilizado: A ou B, como em um osciloscópio. O “trigger” na condição “single” permitirá o registro dos dados e a sua respectiva transferência. Giramos lentamente o potenciômetro desde zero até o máximo de tensão e obtemos o gráfico mostrado na Fig. 4 em que o tempo total para atingir a tensão máxima é de aproximadamente 40 s.

Se girarmos o cursor com maior rapidez, podemos observar que o tempo total para atingir a tensão máxima é da ordem de 3 s.

III.2 Determinação da velocidade

Para determinarmos a velocidade de rotação, vamos considerar que o potenciômetro é linear. Assim sendo, teremos que para cada giro, o valor de tensão

¹Esta simulação foi realizada usando o software Electronic Workbench 4.0.

máxima deve ser dividido pelo número total de voltas. No nosso caso foram realizadas 10 voltas e o voltímetro virtual, disponível no software e como pode ser observado na Fig. 4, indicou 9,45 V. Assim, a queda de tensão em cada giro, foi de $9,45/10$, ou seja 945 mV. Concluindo, a frequência média será de 10 rotações/40 s no caso apresentado na Fig. 4 e 10 rotações/3 s no outro caso. Envolvendo o botão do potenciômetro com um barbante e conhecendo-se o seu diâmetro, podemos obter a distância linear percorrida. No nosso exemplo, para um diâmetro $D = 32,10$ mm, a distância linear percorrida no giro será $l = \pi D \simeq 1$ m.

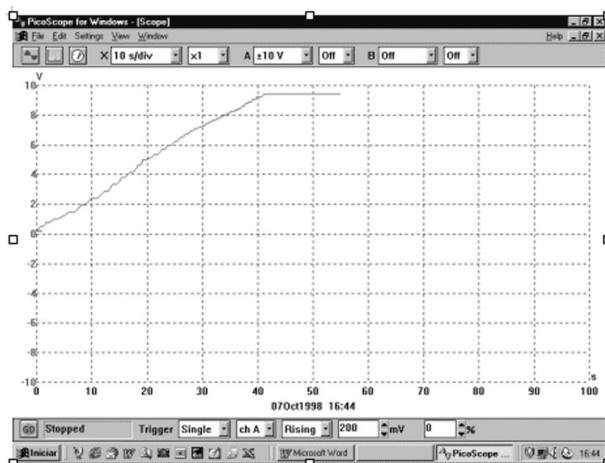


Figura 4. Comportamento da tensão em função do tempo mostrado na tela do computador.

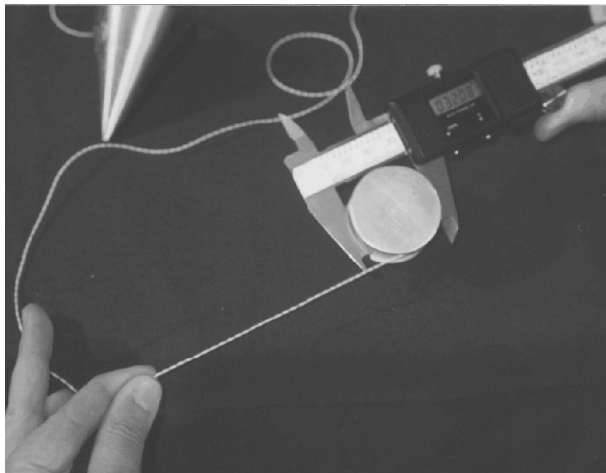


Figura 5. Ilustração de como obter o deslocamento linear a partir do diâmetro do potenciômetro.

Assim para os resultados da Fig. 4, a velocidade linear média será a distância linear percorrida (1 m) dividido pelo tempo gasto em dez voltas (40 s) resultando 0,025 m/s. Na outra experiência, obteremos fazendo o cálculo análogo, uma velocidade média de $1/3 = 0,33$ m/s.

Observe então que é possível convertermos o valor de tensão indicada pelo ADC em distância linear. Para isto basta conhecer o diâmetro do botão e a queda de

tensão para cada volta realizada. A Fig. 5 mostra como é feita esta medida.

IV Um Exemplo: Determinação da Aceleração da Gravidade

Como vimos, é possível converter a queda de tensão fornecida pelo potenciômetro na distância linear d e com isto podemos obter uma informação direta de $d(t)$, desde que para isto façamos as conversões indicadas anteriormente.

Para verificar se o sensor efetivamente pode ser utilizado para obter equações horárias de alguns objetos, vamos mostrar como determinar a aceleração da gravidade.

Se alterarmos a posição do cursor durante um determinado tempo podemos ter reproduzido na tela do nosso osciloscópio a função que representará a variação da tensão com o tempo ($V \times t$). Para obter esta função, utilizamos o instrumento virtual ADC acoplado à porta paralela do microcomputador.

Deste modo podemos obter um *sensor de posição*, uma vez que, girando-se o botão da Fig. 6, podemos obter a velocidade de rotação do cursor. À medida que o objeto se movimenta, o sinal é enviado para o ADC 42. Após o lançamento do corpo obtém-se na tela o resultado representado na Fig. 7.

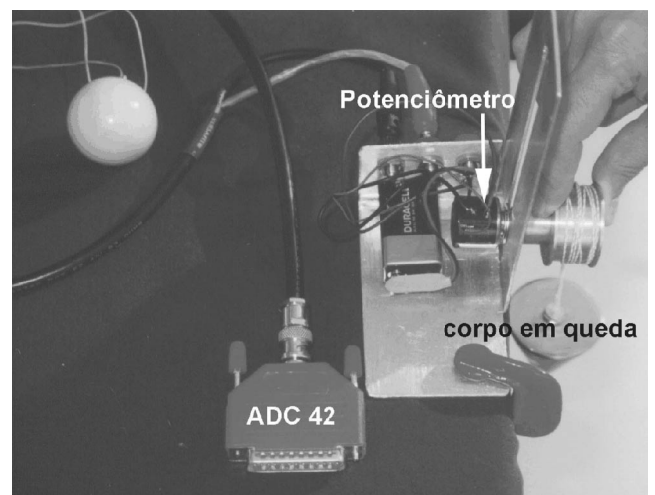


Figura 6. Ilustração do aparato experimental para a determinação da aceleração da gravidade.

Estes dados podem ser transferidos para o Excel, ou outro software gráfico, para obter a equação mais provável da curva $V \times t$ (Volts \times segundos). A partir dos dados do gráfico de $V \times t$ fazemos a conversão lembrando que cada valor de tensão deve ser multiplicado pela distância linear percorrida e dividido pela queda de tensão obtida em cada volta do potenciômetro. O valor correspondente ao eixo dos tempos também deve

ser alterado de milissegundos para segundos. Na Fig. 7, mostramos o gráfico obtido quando os dados de tensão convertidos foram transferidos para o software gráfico GA da Vernier Software. O resultado obtido é o gráfico *deslocamento* \times *tempo* e a equação da parábola mais provável nos fornece a aceleração do sistema. Da Fig. 7, obtemos $g = 2 \times 482,19 = 964,4 \text{ cm/s}^2$.

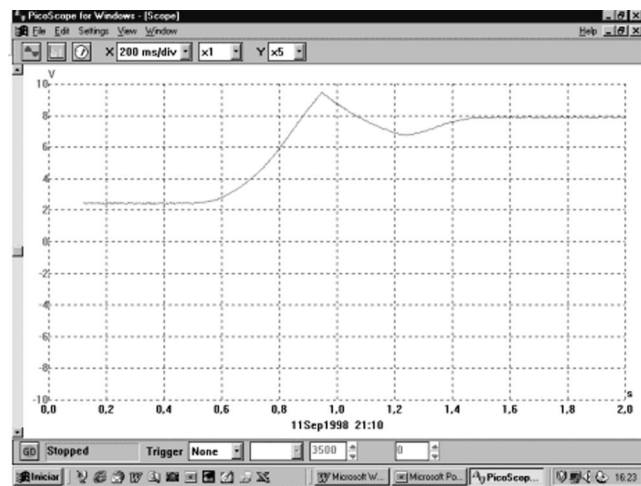


Figura 7. Visualização na tela da variação de V versus t após o lançamento do corpo.

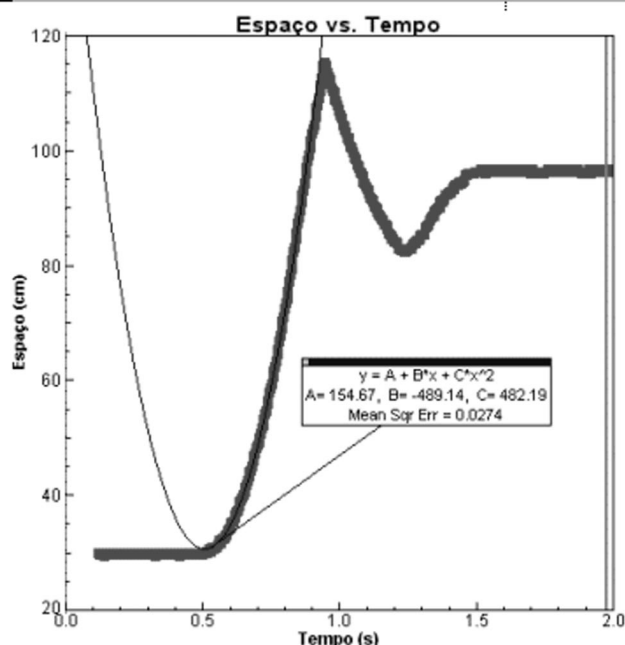


Figura 8. Deslocamento (cm) versus tempo (s) ajustado para determinar a aceleração da gravidade.

Para se obter este resultado é preciso utilizar corpos de grande massa e com uma forma geométrica tal que garanta um menor atrito com o ar. Corpos mais pesados não sofrerão muita influência do atrito imposto pelo próprio potenciômetro, o que já limita a utilização do sensor. Mas acreditamos que o mais importante deste trabalho é mostrar que processos de aquisição de dados

podem ser efetuados com apenas alguns componentes eletrônicos e muita criatividade. Na verdade o nosso objetivo é mostrar aos nossos alunos e professores o princípio que rege um sistema de aquisição de dados.

V Conclusão

Mostramos neste trabalho como utilizar o computador para coleta de dados em tempo real e conversores ADC para a aquisição de dados. Neste sistema, o usuário não necessita ter nenhum conhecimento de programação para efetuar a análise de dados. Na verdade esta análise só se viabiliza através de um entendimento de todo o processo de medida, desde a sua aquisição, através da construção de sensores, até a interpretação e tratamento de dados.

Observe que o resultado obtido para a aceleração de queda do corpo utilizado em nosso experimento corresponde a um valor muito próximo da aceleração da gravidade. A diferença observada se dá por conta da existência de atrito na movimentação do cursor do potenciômetro. Esta diferença se acentua quando utilizamos corpos de menores massas, o que já era de se esperar – este fato deve ser bastante explorado pelo professor em sala de aula. O nosso grupo de pesquisa em Ensino tem desenvolvido, paralelamente às atividades de pesquisas, um trabalho de conscientização e aprimoramento de professores através de Oficinas realizadas em diferentes estados. Percebe-se claramente uma grande dificuldade e resistência do corpo docente a este novo desafio. No entanto existe o ideal de Paulo Freire que nos impulsiona e que traduz muito deste trabalho que estamos desenvolvendo:

Na minha vida de educador e portanto, como político tenho insistido fortemente na questão da utopia, na questão da esperança, na questão da ética. Este é um tempo em que, mais do que falar, é preciso falar a palavra certa. Falar a palavra que atua, que transforma, é já começar a transformar. É preciso ter a coragem do risco.

Agradecimentos ao CNPq por uma bolsa de Iniciação Científica dentro do PIBIC e à Laborciência Tecnologia Educacional.

Referências

- [1] CAVALCANTE M. A e TAVOLARO C. R. C., Estudo do lançamento horizontal utilizando técnicas computacionais para a aquisição de dados, *Caderno Catarinense de Ensino de Física* 14 (3), 246 (1997)

- [2] CAVALCANTE M. A, TAVOLARO C. R.C, SILVA E, e CAETANO S. C. A., Proposta de um Laboratório Didático em microescala assistido por computador para o estudo de Mecânica, *Resumos do VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Florianópolis. SC, p. 320 (1998).
- [3] TRINDADE, J A.A e FIOLEAIS C., A realidade virtual no ensino e na aprendizagem da Física e da Química em <http://www.fis.uc.pt/Read/RV/Ensino/artigo/htm>.
- [4] FAGUNDES, D., SARTORI, J., CATUNDA T., e NUNES L. A., Usando a porta paralela do micro PC, *Rev. Bras. Ens. Fis.* **17** (2), 196 (1995).
- [5] Catálogo de Produtos Impac, p.4; www.impactec.com