

MARCADOR DE TEMPO PSSC

Jalves Sampaio Figueira

Lic. em Física, M.Sc em Ensino de Física, Ensino Médio, UTFPR – Pato Branco.

jalves@pb.cefetpr.br

Resumo - Este trabalho descreve a construção do equipamento marcador de tempo PSSC e a aplicação do mesmo na análise de movimentos acelerados. A utilização e o desempenho desse equipamento foram testados por alunos do curso de tecnologia em Automação Industrial da UTFPR.

Palavras-Chave - Marcador de tempo PSSC, mecânica, queda livre, atividades experimentais, equipamentos de laboratório.

Abstract - This study describes the construction of the equipment PSSC – type timer and its application in the analysis of accelerated movements. The students of the technology course in Industrial Automation of the UTFPR tested the use and performance of that equipment.

Keywords - PSSC tape timer, mechanics, free fall, experimental activities, laboratory equipments.

MARCADOR DE TEMPO PSSC

1. INTRODUÇÃO

Nas atividades de laboratório, instrumentos para medidas de intervalos de tempo são uma necessidade desde o ensino dos primeiros conceitos da mecânica. De posse de valores numéricos, os alunos adquirem diferentes habilidades, tais como: na construção de gráficos, manipulação de algarismos significativos e na análise dos diferentes conceitos envolvidos no fenômeno a ser estudado.

Por outro lado, na descrição de muitos fenômenos físicos, como por exemplo o movimento em queda livre, é necessário a realização de medidas, que muitas vezes ocorrem em intervalos de tempo muito pequenos para que possam ser avaliados com um simples cronômetro manual. Por isso há necessidade de equipamentos para medidas e registros de pequenos intervalos de tempo.

Equipamentos para medidas e registro de pequenos intervalos de tempo são relatados na literatura já a partir da década de 60 (PSSC, 1966). Dentre os existentes no mercado está o marcador de tempo elaborado pelo PSSC (Physical Science Study Committee), o qual apresentava inúmeras sugestões de atividades experimentais e registrava os intervalos de tempo em uma fita de papel.

Recentemente, no exame nacional de cursos, provão 2000, na questão de número 35, encontrou-se uma das possíveis atividades experimentais usando o marcador de tempo PSSC.

“Numa prática experimental com objetivo de estudar um movimento retilíneo, utiliza-se um trilho de ar, dispositivo que torna o atrito desprezível. Um carro desliza sobre o trilho, puxado por um fio que passa por uma roldana muito leve, preso a uma carga que cai verticalmente. Para registrar as posições e os tempos, prende-se ao carro uma fita de papel que passa por um marcador de tempo, dispositivo que faz marcas na fita a intervalos de tempo regulares. A figura que segue representa um pedaço de fita obtido

num ensaio experimental com esse equipamento, junto a uma régua graduada em centímetros, com divisões em milímetros”.

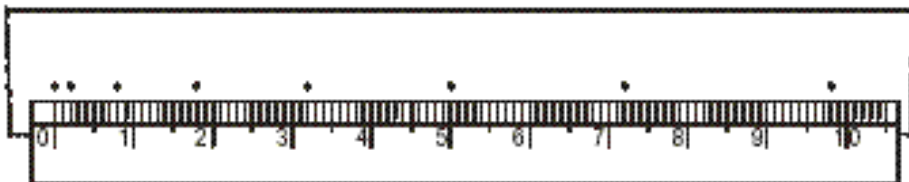


Fig.1- Ilustração dos dados obtidos.

Sabendo que o marcador de tempo estava regulado para efetuar 10 marcações por segundo, a aceleração média do carro em cm/s^2 , era de,”.

- (A) 980 (B) 640 (C) 200 (D) 80 (E) 40

O marcador de tempo PSSC era originalmente construído com uma campainha. Uma fita de papel deslizava entre uma lâmina e um disco de carbono e, assim, as vibrações da lâmina de aço marcam, por meio de um pino, as posições em função do tempo ao longo do deslocamento de um determinado objeto preso à fita de papel. Alimentado com tensão contínua (pilhas) o equipamento necessitava de um ajuste para a frequência da campainha.

Esse mesmo equipamento, descrito no PSSC, ainda é utilizado no instituto de física da UFRGS em determinadas atividades com alunos da rede secundaristas (AXT, 1999). Também encontramos um ótimo material de laboratório, elaborado por Fiolhais et al. (1994) que usa esse equipamento já numa versão moderna, sendo a frequência das marcas ajustada por um circuito eletrônico com cristal de quartzo.

Este trabalho procura descrever as vantagens e dificuldades encontradas pelo autor, na construção e uso do marcador de tempo nas atividades de laboratório. O equipamento foi utilizado na análise das características do movimento uniformemente variado e aplicado em uma turma do curso de

tecnologia na UTFPR, Unidade Sudoeste na cidade de Pato Branco.

2. CONSTRUINDO UM MARCADOR DE TEMPO PSSC

O marcador de tempo proposto é ligado à rede elétrica (110 ou 220 volts), e na sua construção foram utilizados os seguintes materiais: campainha elétrica (110 ou 220 Volts), clipes, suporte de madeira (12 cm x 5,0 cm x 2,4 cm), fios, carbono, lâmina de aço (6,5 cm x 1,5 cm x 0,90 cm) e acrílico (4,5 cm x 5,0 cm). Também foi utilizada uma chave liga-desliga tipo *push-button*, normalmente aberta (NA), e diodo retificador (1N4001 ou equivalente).

As medidas apresentadas aqui são sugestões e não representam condição necessária para o bom funcionamento do equipamento.

A figura (2) apresenta o marcador de tempo com suas principais partes. A bobina (a) foi aproveitada de uma campainha modelo Fame. Clipes de papel (b), foram utilizados para a construção do guia por onde desliza a fita de papel (10 mm de largura). Um pino (c), aproveitado de um rebite, foi usado para fixar o disco de carbono (f) no acrílico (d). Na lâmina de metal (e) é feito uma saliência com um pequeno prego, e assim, temos nosso “pino” que deixa marcas no papel. Um diodo retificador (g) deve ser ligado em série com a bobina e a chave liga-desliga *push-button*, conforme as seguintes observações.

Algumas observações que devem ser seguidas, e surgiram no decorrer da construção do marcador de tempo PSSC. A frequência de vibração da lâmina não tem o mesmo valor que a frequência da rede elétrica. A Fig. 3a ilustra a corrente que circula na bobina quando ligada à rede elétrica. Isto é, o núcleo da bobina é imantado duas vezes em cada ciclo da rede. Com isso, nossa campainha vibra com uma frequência de 120 Hz. O que corresponde a um intervalo de tempo ($1/f$) muito pequeno para medidas de deslocamento de um objeto.

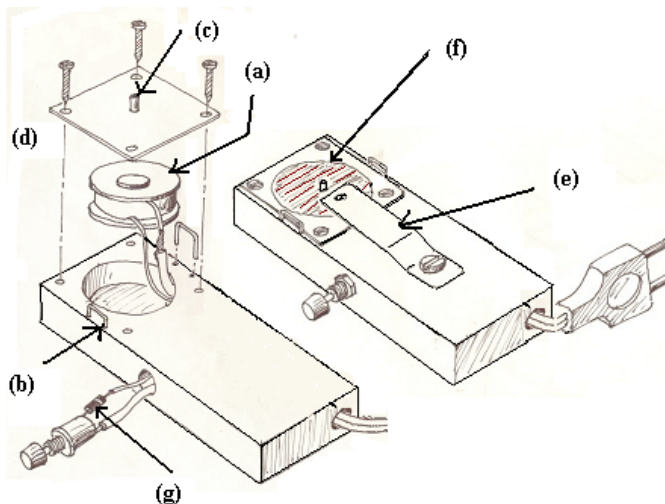


Fig. 2 - Principais partes de um marcador de tempo PSSC.

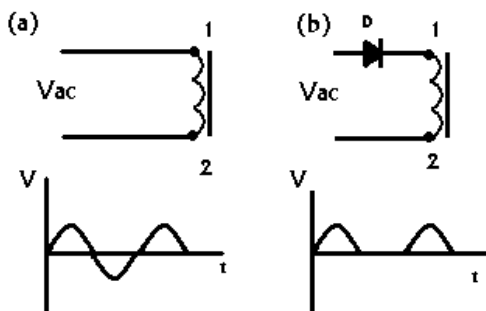


Fig. 3 - Variação de sinal nos pontos 1 e 2 da bobina, (a) sem diodo retificador e (b) com diodo retificador.

Uma solução encontrada é ligar um diodo retificador (1N4001 ou equivalente) em série com a bobina (Fig. 3b). Assim, temos a

bobina sendo imantada somente nos ciclos positivos da rede, logo o intervalo entre as marcas é de $1/60$ s.

Na próxima seção é descrita a aplicação e análise do marcador de tempo PSSC nas atividades de laboratório.

3. APLICAÇÃO

Para testar nosso equipamento, foi elaborada uma atividade experimental com alunos do segundo semestre do curso de Automação Industrial da UTFPR, cidade Pato Branco, na disciplina de física. A turma foi dividida em quatro grupos (grupos A, B, C e D), com um número máximo de quatro alunos por grupo, e teve duração de duas aulas de 45 min.

O objetivo da prática foi analisar as principais características do movimento uniformemente acelerado, a partir de um corpo em queda livre. Para registrar as posições e os tempos, uma tira de papel é presa ao corpo e passa pelo marcador de tempo. Os grupos deveriam determinar as velocidades e acelerações ao longo do deslocamento do corpo. Também foi sugerido aos alunos, a construção e análise do gráfico da velocidade em função do tempo.

Para essas atividades foram utilizados uma fita de papel de 50 cm de comprimento (10 mm de largura), pesos de 50 g, fita crepe e régua graduada em centímetros com divisões em milímetros e, nosso equipamento marcador de tempo PSSC.

Após uma explanação de poucos minutos sobre o equipamento e os principais conceitos do movimento uniformemente acelerado, os alunos receberam um material com descrição do experimento, e foi reservado um intervalo de tempo para que lessem a atividade a ser executada.

O equipamento foi fixado, com ajuda de um tripé, de uma determinada altura. Cada grupo de alunos, usando a fita crepe, fixou o peso à tira de papel. Em seguida, após passar essa entre a lâmina e o carbono no marcador de tempo, a fita de papel é solta, e, assim, os grupos dispõem dos dados para análise.

As marcas registradas na fita de papel (Fig. 4) representam os deslocamentos do objeto com intervalo de tempo, $\Delta t = n/f$ sendo n o número de intervalos entre os tiques. Considerando o intervalo entre duas marcas consecutivas, $n = 2$, tem-se um intervalo de tempo, $\Delta t = 2/60$.

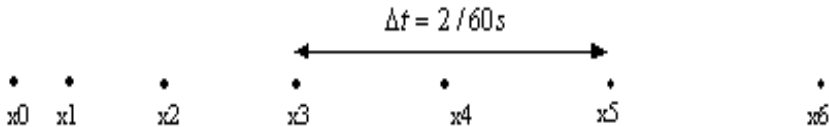


Fig. 4- Registros dos deslocamentos em função do tempo.

Na tabela 1, estão representados os valores obtidos por um grupo (grupo C) de alunos.

Tabela 1 – Valores obtidos por um grupo de alunos (grupo C).

Intervalo	ΔX (m)	V (m/s)	ΔV (m/s)	g (m/s ²)
1	0,00750	0,225	-----	-----
2	0,0185	0,555	0,330	9,90
3	0,0275	0,825	0,270	8,10
4	0,0380	1,14	0,315	9,45
5	0,0470	1,41	0,270	8,10
6	0,0590	1,77	0,360	10,8
7	0,0670	2,01	0,240	7,20
8	0,0820	2,45	0,450	13,5
9	0,0850	2,55	0,100	2,70

Os deslocamentos (Δx) medidos correspondem as distâncias entre dois tiques consecutivos no papel, e V corresponde a velocidade média nesse mesmo intervalo de tempo.

A Fig. 4 ilustra a qualidade dos dados obtidos pelos diferentes grupos de alunos (grupos A, B, C, D). As retas obtidas foram ajustadas por mínimos quadrados com ajuda da planilha Excel, e representam a velocidade em função do tempo de um objeto em queda livre.

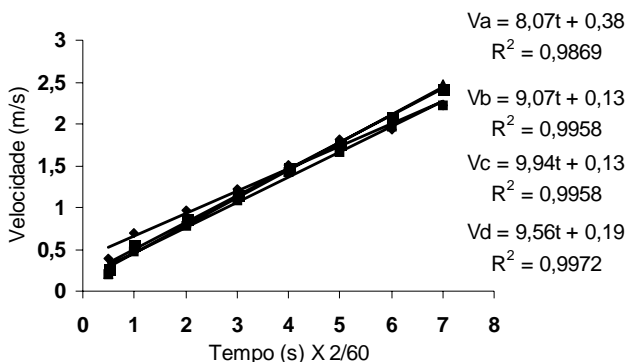


Fig. 4 – Velocidade pelo tempo obtido pelos grupos A, B, C e D

No experimento as turmas usaram valores de um único e primeiro lançamento. Sendo todo o preparo do material; fita de papel, pesos, posicionamento e lançamento no equipamento PSSC, executados unicamente pelos alunos.

O experimento permitiu identificar as principais dificuldades encontradas pelos alunos durante a realização das tarefas; dificuldades no trabalho com algarismos significativos, precisão de medidas e, também, na construção de gráficos.

A partir dos valores obtidos pelos diferentes grupos, procurou-se também discutir com a turma as possíveis causas da não uniformidades em algumas medidas (última linha da tabela 1). Por exemplo, quais os possíveis erros do equipamento ou no experimento proposto? Qual a segurança que temos em afirmar que o intervalo de tempo entre os tiques permanece constante no tempo? Essas e outras questões foram trabalhadas pelos diferentes grupos.

Os resultados positivos da atividade foram constatados na motivação e questionamentos dos alunos no decorrer da realização do experimento.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O marcador de tempo PSSC foi elaborado por professores e pesquisadores ligado ao MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) há mais de cinquenta anos. Neste tempo, presenciamos muitas inovações no ensino de física. Principalmente no campo das novas tecnologias. Porém, entendemos que, as experiências bem sucedidas no campo do ensino não devem ser abandonadas. O marcador de tempo é vendido pelas empresas *Pasco* e *Philip Harris* com os nomes de *Tape Timer* e *Ticker Tape-Timer*.

O equipamento marcador de tempo PSSC é de construção simples e muito útil nas medidas e análise de movimentos acelerados. Com isso, facilitando a aprendizagem dos conceitos básicos de mecânica. Conceitos de aceleração, Algarismos significativos, construção e análise de gráficos são facilmente transmitidos com o uso do marcador de tempo PSSC. Sua importância no ensino de física está refletida na questão do provão, referenciado na introdução desde trabalho. Porém, é um equipamento desconhecido por parte dos professores de física, e pouco utilizado nas universidades e escolas de ensino médio.

5. REFERÊNCIAS

PSSC (Physical Science Study Committee). **Física**. v.3. Brasília: Universidade de Brasília, 1966.

AXT, Rolando. **Física para secundaristas: fenômenos mecânicos e térmicos**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2. ed. 1999.

FIOLHAIS, C. et al. **Física 10^o ano. Manual de atividades**. Lisboa: Didáctica Editora, 1994. 232 p.