

MEDIÇÃO DE GRANDEZAS NO ENSINO DA FÍSICA EXPERIMENTAL UTILIZANDO CIRCUITOS ELETRÔNICOS

Davi VIEIRA (1); Edmilson MOREIRA (2); Maria Estela OLIVEIRA (3); Nathaniely DE PAULA (4); Nayara LOBO (5); Prof. Dr. Jose Wally MENDONÇA MENEZES (6); Prof. Dr. Wilton Bezerra de Fraga (7); Prof. Ms. Glendo de Freitas Guimarães (8)

- (1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica
CEP: 60040-531 - Fortaleza - CE, e-mail: dvieira0801@hotmail.com
- (2) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica
CEP: 60040-531 - Fortaleza - CE, e-mail: edmilson.mlf@gmail.com
- (3) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica
CEP: 60040-531 - Fortaleza - CE, e-mail: maristela1010@gmail.com
- (4) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica
CEP: 60040-531 - Fortaleza - CE, e-mail: natyengenharia@hotmail.com
- (5) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica
CEP: 60040-531 - Fortaleza - CE, e-mail: nayarapereiralobo@hotmail.com
- (6) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica
CEP: 60040-531 - Fortaleza - CE, e-mail: wally@ifce.edu.br
- (7) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Campus Sobral - Sobral - CE,
e-mail: wilton@fisica.ufc.br
- (8) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Campus Sobral - Sobral - CE,
e-mail: glendo@fisica.ufc.br

RESUMO

Percebe-se ao longo dos anos que, mesmo com a melhoria do ensino em todas as suas esferas, os alunos ainda possuem uma grande dificuldade em aprender determinadas matérias, principalmente àquelas associadas com as ciências exatas e ainda mais dificilmente quando os mesmos não conseguem ver uma conexão desta disciplina com a prática. Dessa observação, resolvemos propor o desenvolvimento de um equipamento que pudesse auxiliar ao ensino da física nas escolas uma vez que, ela muitas vezes não os tem. Observou-se também que o principal motivo do não emprego de tais ferramentas é seu alto custo e em alguns casos a complexidade de operá-los. Em primeiro momento houve a delimitação dos tópicos da Física a serem abordados, bem como suas possíveis soluções. Neste enfoque, se aplicaram conhecimentos de eletrônica nas medições com a finalidade de adicionar precisão e facilidade de uso dos equipamentos. Como resultados do estudo, vimos à boa aceitação por parte dos docentes de algumas escolas, uma vez que ficou comprovada a facilitação do aprendizado com estes equipamentos. Outro desdobramento foi a multiplicação de experimentos possíveis a partir dos conceitos de eletrônica estudados. A próxima fase deste estudo é a construção de protótipos a fim de aperfeiçoar conceitos e o desenvolvimento de novas soluções.

Palavras-chave: eletrônica, sensores, queda-livre, cinemática.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Delimitação De Tema

Devido ao estudo da física nas escolas de ensino médio ser predominantemente teórico, decidiu-se estimular o conhecimento dos fenômenos físicos a partir de experimentações. Equipamento laboratorial de medição dos fenômenos físicos mostrou-se inacessível para maioria das escolas na maior parte dos casos devido ao alto valor dos mesmos. Nesse entendimento, decidiu-se construir alguns equipamentos de forma mais barata e acessível.

1.2. Definição Do Problema

A Cinemática é ensinada em predominantemente com base em equações e gráficos matemáticos. Aspectos particulares da cinemática são admitidos e assimilados, na maioria dos casos, sem comprovação experimental. Dentre os fenômenos essenciais ao estudo da física destacamos a massa, o tempo e a força de gravidade. Ambos medidos com matérias de fácil acesso para qualquer escola, para isso o equipamento deve permitir sua medição de forma controlada e de fácil reprodução.

1.3. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é a construção de um equipamento para ensaio de queda livre. Tal equipamento deve ser capaz de medir o tempo de queda de corpos de prova. Os objetivos específicos deste trabalho são o desenvolvimento de ferramentas eletrônicas que facilitem as medições de tempo, assim como a disseminação dessas ferramentas. Também como objetivos específicos o levantamento de custo e tempo de produção deste equipamento para difusão entre as escolas.

1.4. Justificativa

Observa-se que determinados conteúdos do currículo de física no ensino médio não são assimilados ou compreendidos facilmente pela maioria dos alunos. Tais conteúdos como a interação de forças, relações de velocidades angulares e lineares, e o correto emprego das equações da cinemática são o pilar da mecânica clássica. Por esse motivo, sua completa compreensão é essencial.

Apesar de existirem conjuntos de ensaio à venda, o custo para aquisição assim como sua operação não é acessível à maioria das escolas de nosso país. Desta forma a construção e disseminação de tais ferramentas aparecem como facilitador pedagógico agindo também como atrativo ao estudo da física.

1.5. Metodologia

Em primeiro momento, houve a escolha de quais fenômenos seriam estudados e como se poderia reproduzi-los em sala seguido de pesquisa na *Internet* de soluções comerciais para os problemas escolhidos tomando assim uma base de atuação frente ao fenômeno.

No segundo momento ocorreu a idealização dos circuitos eletrônicos envolvidos focando seus componentes principais sua inter-relação com demais partes do equipamento e escolha do melhor ambiente de testes. A escolha do tipo de sensor, do contador e de como essa informação seria transmitida para o operador formaram a base para escolha de quais componentes eletrônicos seriam empregados no equipamento. Foi importante nesta fase do projeto um Software simulador de circuitos eletrônicos. Tal ferramenta além de representar virtualmente os componentes possibilitou a modularização dos circuitos, podendo assim ser confeccionados, testados e montados independentemente e com segurança.

Deu-se início à construção do primeiro protótipo para a regulação dos sensores e aferições. É importante observar que nesta fase do projeto, alguns conceitos foram revistos a fim de facilitar a montagem de novos equipamentos bem como a redução e teste de diferentes materiais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Até meados do séc. XVII o mundo não tinha o conhecimento sobre a força gravitacional. No ano de 1687, o cientista Sir Isaac Newton publicou uma das obras mais influentes da história da ciência: *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Princípios matemáticos da filosofia natural), que abordava a “Lei da gravitação universal”, além das famosas “Leis de Newton”, na mecânica clássica.

2.1. Gravitação Universal

A gravidade é uma força de atração que os corpos exercem uns sobre os outros. Dessa forma, temos um valor da gravidade para cada corpo, planeta ou astro sendo a intensidade da gravidade dependente da massa de cada corpo. Através dos estudos da energia mecânica de um corpo ou utilizando os conceitos da gravitação universal, podemos obter o valor da gravidade em um determinado ponto do nosso planeta.

Com o conceito de energia, podemos provar que dois corpos, independentemente do peso, são atraídos ao centro da terra e chegam à superfície ao mesmo tempo. Vamos pegar um exemplo em que um corpo de massa **M** é abandonado de uma altura **h**, influenciado pela aceleração da gravidade **g**, e chega ao solo.

$$M \cdot g \cdot h = (M \cdot v^2)/2 \quad [\text{Eq. 01}]$$

É importante perceber que a massa do corpo não interfere na relação, nesse caso a velocidade final será a mesma para qualquer corpo em queda na mesma região do planeta. Sabendo a sua massa, altura e essa velocidade final, pode-se calcular o módulo da intensidade da força de gravidade.

Ao empregarem-se os conceitos de gravitação universal, obtém um cálculo mais preciso do valor da aceleração da gravidade no nosso planeta.

$$g = G \cdot M / R^2 \quad [\text{Eq. 02}]$$

Onde, **g** é a gravidade na superfície da terra, **G** é a constante de gravitação universal, **M** é massa da terra e **R** o seu raio. Sabemos que a massa da terra vale $5,9742 \times 10^{24}$ kg e seu raio 6378136,245m. A constante de gravitação universal vale $6,67428 \times 10^{-11}$ m³/kg.s². Desenvolvendo temos o valor aproximado a aceleração da gravidade próxima a superfície da Terra, **g** = 9,801591435m/s².

2.2. Queda Livre

O movimento em estudo trata-se de um caso particular de Movimento Uniformemente Variado (M.U.V.). Esse tipo de movimento tem algumas particularidades. É acelerado pela gravidade e o módulo de sua velocidade inicial é nulo, por isso o termo “queda livre”, pois o corpo em estudo é abandonado de certa altura, e não arremessado. No estudo do movimento de queda livre utiliza-se como parâmetro a equação de Torricelli e a Função Horária Do Espaço no M.U.V. Em um movimento de queda livre podemos realizar um estudo capaz de obter várias informações, como a velocidade final do corpo, seu tempo de queda, o espaço percorrido, além de possibilitar o cálculo da aceleração da gravidade.

3. PRINCIPIOS DA ELETRÔNICA

3.1. Teoria Dos Contadores Digitais

Existem quatro tipos de contadores digitais básicos, os octetos (contagem de 0 a 7), os hexadecimais (de 0 a 9 + A à F, totalizando 16 caracteres) e os de década (de 0 a 9, mais comum) e os contadores especiais com seqüências e limites definidos pelo seu desenvolvedor.

Em nossas aplicações como desejamos medir o tempo, temos contadores decimais para milésimo, décimo e centésimo de segundos e um contador de 0 a 59 para segundos. Devido à precisão necessária para nossos equipamentos ser na ordem de milésimos de segundo, não passando o tempo total de mais de 9 segundos decidimos desenvolver um circuito contador de 0,001 segundos até 9,999 segundos, além de termos um contador específico para a faixa de tempo a medir, nosso contador pode ser montado em conjunto com os demais circuitos

A Figura 1 mostra o circuito integrado CD4026, núcleo no contador de década e que dispõe também de saídas decodificadas para displays de sete segmentos.

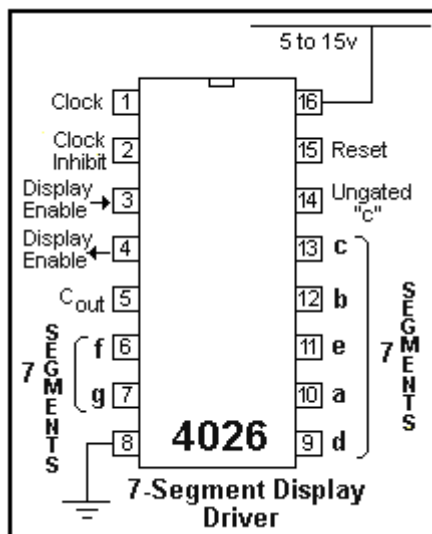


Figura 1 - Pinagem do CD4026B

3.2. Display de Sete Segmentos

O *Display* de sete segmentos é um elemento ótico-eletrônico para interface com o usuário. Ele possui sete elementos que podem ser ligados ou desligados independentemente para representar caracteres, no nosso dispositivo, exibirá a contagem do tempo. Cada segmento do *display* é um diodo emissor de luz – LED, cada segmento é representado por uma letra, de A à G, eventualmente apresentam outro segmento para representar o ponto decimal, ou vírgula. A Figura 2 mostra um display similar ao empregado no contador.

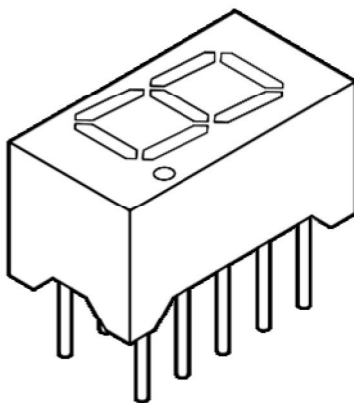


Figura 2 - Display 7 Segmentos Com Ponto decimal

3.3. Oscilador

Qualquer movimento periódico com período constante pode ser usado como unidade de tempo. A escolha do fenômeno repetitivo é uma questão de conveniência. Num laboratório didático, freqüentemente se necessita medir intervalos de tempo com duração da ordem do milissegundo ou menos. Neste caso, é conveniente usar os pulsos de um oscilador eletrônico estável.

Circuitos osciladores podem ser facilmente montados a partir de um CI555, que é um integrado largamente utilizado em vários tipos de aplicações. A frequência da saída de pulso é determinada pelas resistências R1 e R2 e pelo condensador C.

© DOCTRONICS, 2008

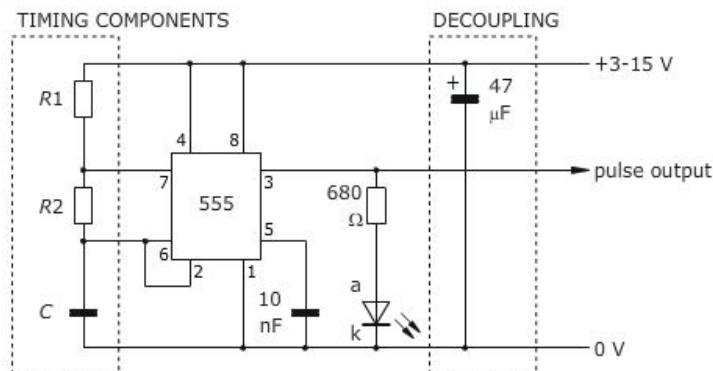


Figura 3 – Módulo do Oscilador

3.4. Sensor Ótico

Sensores são as interfaces de entrada mais comum na eletrônica, existem em diversos tipos, cada qual com uma aplicação específica. Para nosso equipamento, decidimos empregar sensores óticos. Estes sensores reagem à variação da intensidade de luz e traduzem esta variação em sinal elétrico.

O sensor escolhido funciona como uma chave de tensão, na presença de luz no receptor comporta-se como uma chave fechada conduzindo corrente, na ausência de luz o efeito é inverso. Optamos por sensores sensíveis à luz na faixa do infravermelho por sofrerem menor interferência da iluminação ambiente.

Conjunto do sensor é dividido em duas partes, o emissor de infravermelho, no nosso caso um LED emissor de infravermelho, e o receptor é um foto transistor também sensível ao infravermelho.

A base do foto transistor é sensível a luz, na sua presença o transistor conduz corrente elétrica, entretanto quando não há presença de luminosidade, o transistor apresenta-se em corte, ou seja, não conduz eletricidade. Um esquema simplificado do sensor é apresentado na Figura 4.

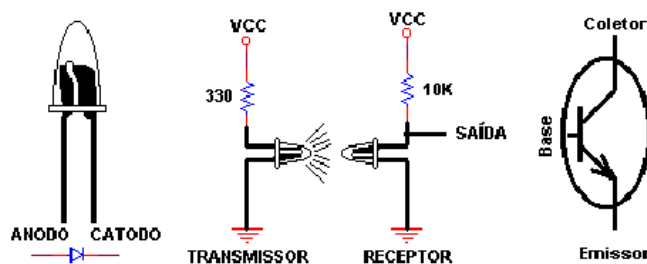


Figura 4 – Emissor à esquerda e Receptor à direita.

4. Tópicos de Engenharia

4.1. Software de Simulação de Circuitos

É uma poderosa ferramenta usada para testar, e prever o comportamento de circuitos contendo circuitos integrados, resistores, transistores, e outros componentes elétricos e eletrônicos. Dentre suas principais vantagens destacam-se; economia na compra de componentes eletrônicos, pois é preciso testar diversos componentes para se chegar a um projeto funcional; Retira a necessidade de possuir vários instrumentos de medida. Em um software de simulação de circuitos encontramos diversos instrumentos virtuais, como o

voltímetro, amperímetro, sondas analógicas e digitais, geradores de sinais, osciloscópio e muitos outros de caráter mais avançado.

Optamos por utilizar o Proteus que é uma suíte que agrega o ambiente de simulação de circuitos eletrônicos ISIS e o programa para desenho de circuito impresso Ares. Este é um programa destinado ao desenho de placas de circuito impresso - *PCB's*. Dentre suas vantagens operacionais destacamos a ferramenta que dispõe os componentes sobre a placa de maneira automática, a ferramenta que faz as ligações entre os componentes de forma automática principalmente quando a quantidade de componentes é mais elevada.

4.2. Modularização de componentes

A divisão dum sistema em módulos tem várias vantagens. Para o fabricante, por um lado, a modularização tem a vantagem de reduzir a complexidade do problema, dividindo-o em subproblemas mais simples, que podem inclusivamente ser resolvidos por equipes independentes.

Optamos por dividir os circuitos em, controlador, placa de displays, temporizador, sensores.

A placa controladora é o núcleo do projeto, nela encontram-se os circuitos integrados CD4026 e para ela convergem os sinais dos sensores e do temporizador. Ela é responsável por ativar a placa dos Displays de Sete segmentos.

A placa dos displays é a interface de saída com o usuário, apresenta a forma de um cronometro com os displays lado a lado.

O temporizador foi montado como na Figura 3, dois capacitores e dois resistores acoplados ao NE555 que juntos produzem um sinal digital com frequência de 1, 0 kHz.

Os sensores foram dispostos no corpo do equipamento próximos o local de queda, sua função é de iniciar ou interromper a contagem após a passagem do corpo de prova sendo ligados diretamente à placa controladora.

4.3. Confeção das Placas de Circuito Impresso

Para confecção das placas utilizamos a técnica conhecida como transferência térmica. Tal processo tem início na impressão das trilhas do circuito através do software ARES. A impressão deve ser feita em uma impressora Laser com qualidade de impressão alta, assim a camada de *toner* é mais densa. Em seguida posiciona-se a impressão sobre a placa fenólica, o *toner* deve estar em contato com o cobre. O aquecimento pode ser feito com um ferro de passar roupa comum. Após alguns segundos de aquecimento, o conjunto, papel-placa deve ser colocado dentro de um recipiente com água fria para que o choque-térmico fixe o *toner* na placa.

No segundo momento, retira-se o papel deixando o *toner* impresso na placa, esta deve ser colocada em uma solução de percloroeto de ferro. Neste processo, o cobre que não foi protegido pelo *toner* é corroído pelo percloroeto formando assim as trilhas do circuito.

5. CONCEITOS DO EQUIPAMENTO

Buscou-se desenvolver os equipamentos focando na facilitação da usabilidade, pata tanto se deram preferência para estruturas que solucionassem um problema específico por vez. Outro critério importante na padronização das ferramentas foi a portabilidade facilitada. Optou-se por construir conjuntos compactos, leves podendo assim ser transportados para a sala de aula evitando que os alunos se dirigissem para um laboratório ao praticarem os ensaios. Dentre os conceitos abordados o mais complexo foi o de reaproveitamento. Deram-se preferências para materiais recicláveis na escolha dos materiais, sejam recortes de madeira, molas ou polias retiradas de sucata.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir com o estudo que apesar de sua pouca aplicação, equipamentos para ensino das ciências nas escolas são muito conceituados. Constatou-se que a aplicação destas ferramentas melhora a dinâmica do aprendizado.

É notório que os conceitos aplicados nesses equipamentos requerem aperfeiçoamento, pois mesmo com a orientação de professores Mestres e Doutores, o desenvolvimento, a pesquisa e os testes foram realizados por alunos do primeiro semestre do curso de Engenharia de Telecomunicações. Tal aperfeiçoamento terá início

na construção de equipamentos protótipos. Ao final do processo ocorrerá a doação dos produtos testados para escolas públicas juntamente com manuais e tabelas para ensaio assim como a busca de convênios para construção de vários conjuntos para novas doações.

1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HESSEL, R. et al . **Contadores eletrônicos no laboratório didático: parte I. Montagem e aplicações.** **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 30, n. 1, 2008 . Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172008000100012&lng=en&nrm=iso>.
Acesso em: 23 July 2010.

YOUNG, H.D. & FREEDMAN, R.A. **Sears e Zemansky Física I: Mecânica.** 12. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2009. vols. 1

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos da física.** 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. v. 1.

Newton C. Braga **Contador óptico de 4 dígitos (INS016).** Disponível em:
<<http://newtoncbraga.com.br/index.php/instrumentacao/78-artigos-diversos/821-contador-optico-de-4-digito-ins016.html>>
Acesso em: 23 July 2010.