Universidade Estadual de Campinas

Instituto de Física Gleb Wataghin

Relatório Final

Disciplina F809

Percepção visual estroboscópica de Gotejamento

Autor: Wálan Cesar Grizolli

Orientador: Marcelo Knobel

Coordenador da Disciplina: Jose Joaquim Lunazzi

Introdução

Uma dificuldade no ensino e divulgação de Física é que alguns de seus conceitos desafiam o senso comum. Esse fato não decorre da falta de conhecimento do público, pois mesmo a comunidade acadêmica enfrenta dificuldade em aceitar modelos “extravagantes” se comparados às teorias estabelecidas em cada época. A história da ciência é repleta de exemplos desse fato: Galileu Galilei e o modelo heliocêntrico; Albert Einstein com o modelo relativístico e sua explicação para o efeito fotoelétrico; Sigmund Freud e o modelo psicanalítico; entre outros. Isso se torna mais crítico com a física moderna (física desenvolvida desde a metade do século XVIII) pois sua área atuação é em geral o muito pequeno e/ou o muito rápido, onde ocorrem fenômenos que não fazem parte do cotidiano.

E o que não faz parte do cotidiano, ou em outras palavras, do senso comum, tanto do público leigo quanto de um acadêmico, sofre resistência de aceitação. Uma vez que os experimentos observam e confirmam a existência de tal fenômeno, conclui-se daí que nossos preconceitos e o senso comum nos leva a entender o mundo de forma errada. Nossa percepção da natureza é influenciada pelos nossos preconceitos. O objetivo desse experimento é mostrar como nossa percepção nos leva a conclusões erradas. Utilizando a nossa percepção do tempo, do movimento e de relação causal, com todos seus preconceitos, “enganaremos” o público quanto ao acontecimento de um fenômeno utilizando o efeito estroboscópico. Explicando e mostrando o que realmente acontece, pretendemos que as pessoas percebam que nossos “instrumentos” de percepção, ou seja, os nossos sentidos, nos enganam.

Descrição do experimento

Utilizaremos um gotejador com algum liquido branco (leite, tinta) ou fluorescente (a ser definido), e um gerador de luz estroboscópica com freqüência e duração ajustável.

Ajustando a freqüência do gerador de luz ao do gotejador, com um pulso de luz rápido (≅0,01s) sobre a gota teremos uma “fotografia” dela (onde o filme que registra a cena seria nossos olhos), ou seja, iremos vê-la por um curto espaço de tempo. Com uma freqüência de gotas adequada (≅10-100Hz[1]) faremos “fotos” de várias gotas à mesma altura rápido o suficiente para que nosso olho não perceba os *flashes* de luz, dando a impressão de que há uma única gota parada no ar.

Alterando um pouco a freqüência dos pulsos, teremos a impressão de que uma gota cai em “câmera lenta”, ou mesmo que ela está “voltando no tempo”, já que sua forma indica a direção do movimento (ver vídeo referência [2]).

No caso da gota “voltando no tempo”, ignorando a forma da gota pode-se argumentar que ela esteja se movimentando de baixo para cima. Nesse caso pode-se discutir a relação causal: o fato de vermos uma gota em baixo e depois em cima nos leva a concluir que ela está subindo.

Montagem

Dada a simplicidade do fenômeno envolvido, desde a fase do projeto já se dominava a teoria envolvida. Desta forma os trabalhos realizados tiveram como objetivo projetar o aparato de forma que ter uma montagem feita com objetos usuais, como o gotejador e o leite (conforme descrito no projeto). Orientado pelo coordenador do curso, decidiu-se por usar um liquido fluorescente chamado *rhodamina 6G*, que foi fornecido pelo orientador. O liquido é mostrado na Figura 1, dentro do reservatório.

Antes da execução do projeto o coordenador apresentou uma montagem que utilizava um ventilador com velocidade controlada e que tinha o liquido impulsionado por uma bomba d’água, possibilitando ao aluno verificar o fenômeno e ter contato com algumas dificuldades da demonstração.

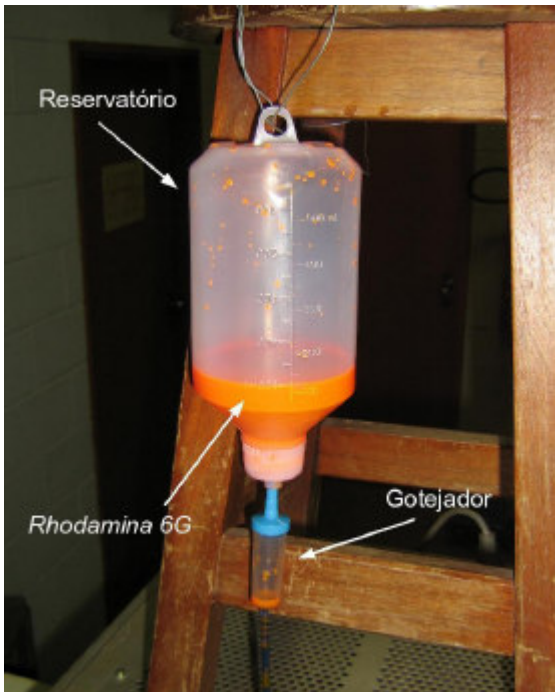

Figura 1: Reservatório com a Rhodamina 6G.

Uma vez escolhido o liquido, deveríamos escolher uma fonte de luz com boa intensidade e com tempo de resposta rápido. Isso exclui qualquer tipo de lâmpada incandescente, pois devido ao seu grande tempo de resposta, á uma grande freqüência (100Hz) ela praticamente não apaga, ficando incessantemente acessa. Dessa forma optou-se por LED's [4] de alta intensidade, que são de baixo custo, tem pequeno tempo de resposta (para as exigências do experimento) e podem ser montados em conjuntos de vários LED's

Sendo que esses LED's, além de causar a fluorescência no liquido, irão iluminar o ambiente, foi necessário estudar qual cor causaria maior emissão por fluorescência e oferecesse um bom contraste com o ambiente. Após alguns testes com LED'violeta, azul e branco, observou-se que o mais adequado são os LED's violetas. De posse do material, o próximo passo foi fazer os testes iniciais com uma montagem um tanto improvisado para tentar observar o fenômeno. A montagem pode ser vista na Figura 2.

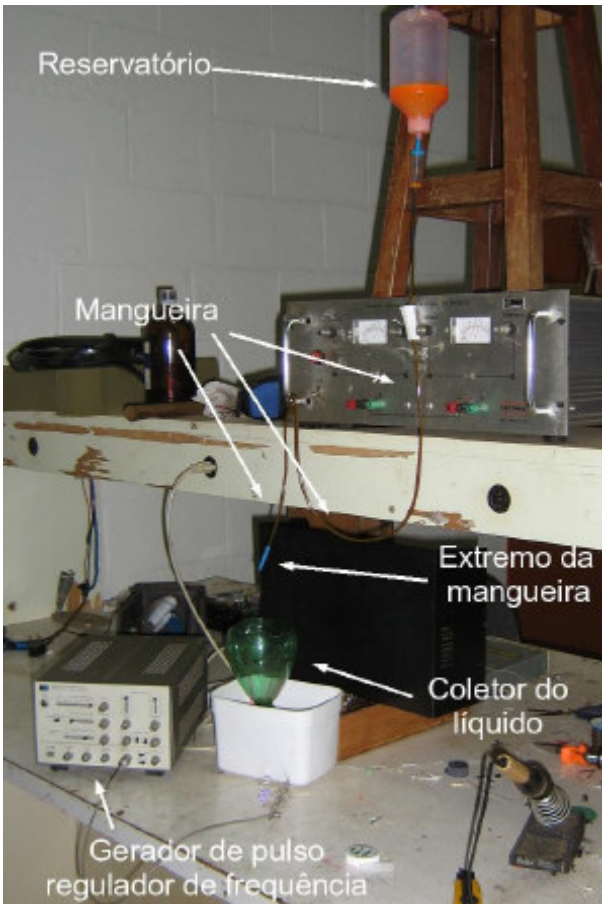

Figura 2: Montagem experimental.

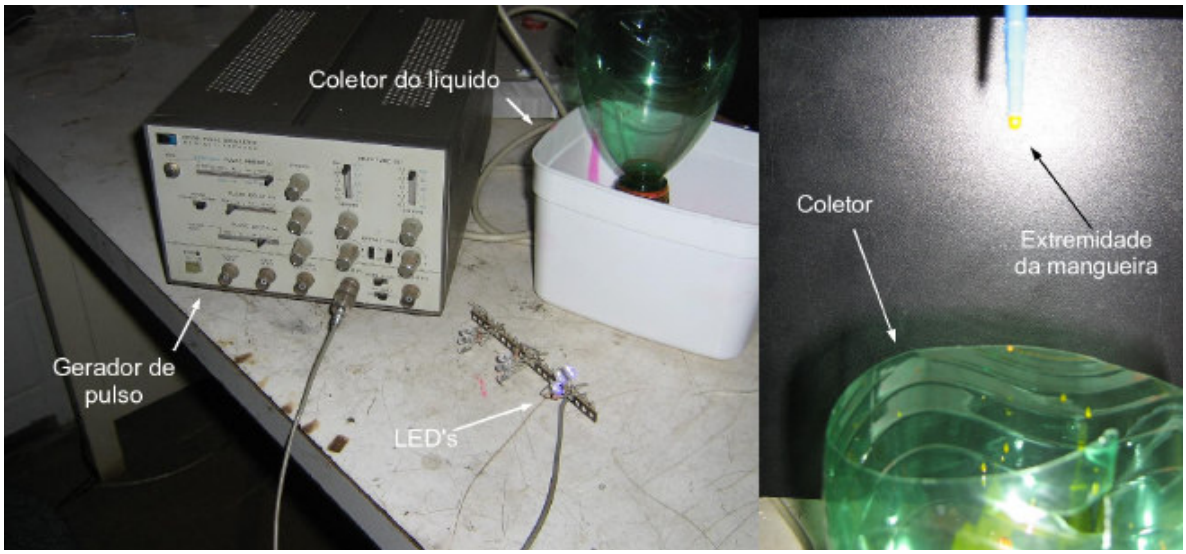

Figura 3: Detalhes da montagem.

Apesar de um tanto improvisado, esta montagem permitiu observar o bom funcionamento do experimento. Nos vídeos que acompanham o relatório mostra-se o experimento sem a incidência da luz estroboscópica (vídeo 1) e com a luz estroboscópica (vídeo 2). A qualidade do vídeo 2 é prejudicada pela necessidade de pouca luz ambiente, sendo que o resultado obtido é de qualidade muito superior ao observado no vídeo.

Depois de verificado o fenômeno com essa montagem, estudou-se outra fonte de luz (um gerador de luz estroboscópica do laboratório de ensino o Instituto de Física) e leite no lugar da rhodamina. Devido à cor alaranjada da lâmpada do gerador, não se obteve um bom contraste das gotas em relação ao ambiente. Além disso, com esta cor não há fluorescência da rhodamina. Os resultados com o leite foram muito bons e é uma alternativa a rhodamina.

Montagem do gerador de luz

Alterando o período dos pulsos de luz e o tempo que o LED fica acesso durante cada pulso com o gerador de pulsos (Figura 3), determinou-se o valor dessas grandezas em que o efeito ficava mais evidente. Os valores obtidos foram de 30,3 milissegundos para o período e 0,7 milissegundos para o tempo em que o LED permanece acesso.

Decidiu-se utilizar como *timer* algum circuito que utiliza o circuito integrado LM555 [5], muito comum em circuitos eletrônicos que trabalham com temporização desta ordem de tempo e que não exigem grande precisão.

Realizaram-se testes com a montagem *astável*, obtendo-se um melhor desempenho com os valores aproximados de R_a e R_b de 600K e 5K respectivamente e a capacitância de 100nF. Isso fornece valores para o período (t_2 no anexo 1) de 42,2ms (milissegundos) e o tempo em que o LED permanece acesso de 0,34ms. Para permitir que se realize um pequeno ajuste durante as demonstrações, utilizou-se resistores associados à potenciômetros (Figura 4 e Figura 5).

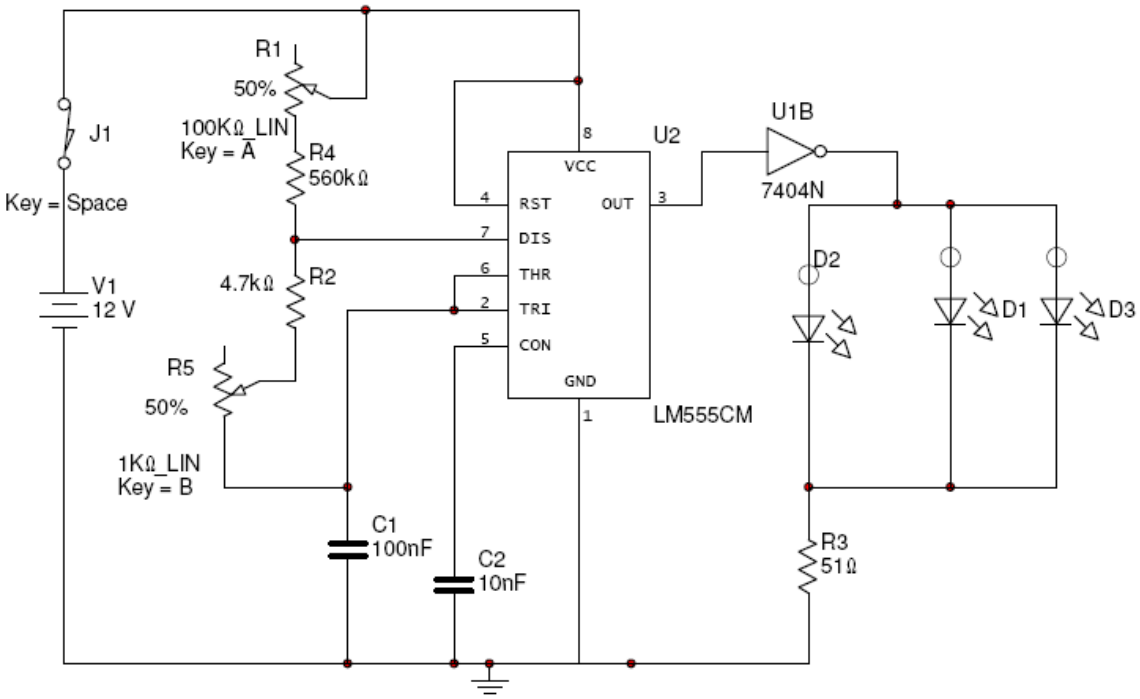

Figura 4: Esquema elétrico do circuito utilizando o LM555.

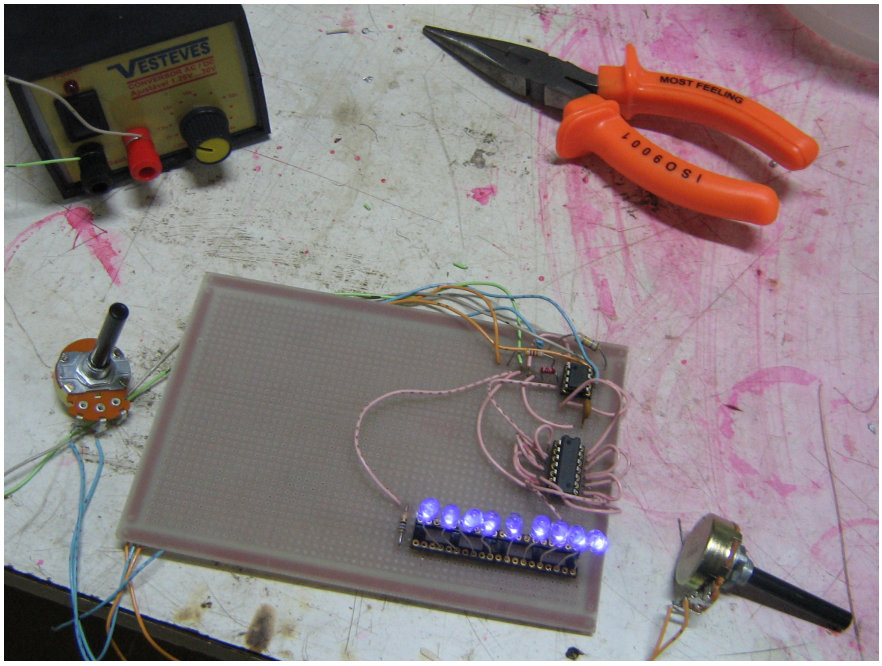

Figura 5: Circuito montado conforme esquema elétrico da Figura 4.

Resultados finais

Ao final dos trabalhos obtemos uma montagem que mostra claramente o efeito, porém o desempenho do experimento como demonstração para o público em geral será avaliada durante a apresentação no dia 22/11/2006.

Referencias

Montagens que deram origem ao atual projeto (de 1 a 3):

[1] http://www.eccentricgenius.com/wp/2006/08/10/stopping-time-visually

[2] http://cre.ations.net/creation/44

[3] http://web.mit.edu/Edgerton/www/WaterPiddler.html

[4] Verbete sobre LED na Wikipédia: http://pt.wikipedia.org/wiki/LED - O led (light emitter diode - diodo emissor de luz), como o próprio nome já diz, é um diodo junção P-N) que quando energizado emite luz visível. A luz é monocromática e é produzida pelas interações energéticas do elétron. O processo de emissão de luz pela aplicação de uma fonte elétrica de energia é chamado *eletroluminescência*. Em qualquer junção P-N polarizada diretamente, dentro da estrutura, próximo à junção, ocorrem recombinações de lacunas e elétrons. Essa recombinação exige que a energia possuída por esse elétron, que até então era livre, seja liberada, o que ocorre na forma de calor ou fótons de luz.

[5] http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/8979/NSC/LM555.html