

F809: INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO

Relatório Final

Projeto:

***LÂMPADA ESPECTROSCÓPICA
EXCITADA POR RÁDIO
FREQUÊNCIA***

Resumo:

Este projeto consiste na excitação, por radio frequência, de lâmpadas espectroscópicas, de diferentes tipos e pressões de gases. As linhas de emissão dos gases podem ser observadas através de um espectroscópio e assim, demonstrar a existência de níveis atômicos discretos.

Aluno: Edmilson Bessler - RA: 992786
Orientador: Yoshikazo Ernesto Nagai
Coordenador: José Joaquim Lunazzi

INTRODUÇÃO

É evidente, no ensino atual, a necessidade de instrumentação apropriada para a comprovação experimental de conceitos e princípios relevantes discutidos em livros textos típicos adotados no país. Principalmente quando o assunto em questão é a física moderna, mais especificamente a transição da Física Clássica Newtoniana para a Física Quântica, que só é tratada em sala de aula de forma expositiva, sem verificação experimental em laboratório. Tais experimentos são tratados na maioria dos livros didáticos como se fossem experimentos simples desprovidos de interesse pedagógico, além da descrição verbal dos resultados.

A aplicação de uma instrumentação adequada para o ensino traria um grande benefício para o aprendizado do aluno e certamente facilitaria e melhoraria o desempenho didático do professor de Física, tanto do ensino médio como no superior. Um dos experimentos, que compõe a disciplina de física moderna, que desperta muito a curiosidades dos estudantes é aquele que mostra as linhas espectrais coloridas de emissão de átomos e a sua interpretação com base nos princípios da Mecânica Quântica. O instrumento que permite a observação visual do espectro atômico, é chamado tradicionalmente de Espectroscópio.

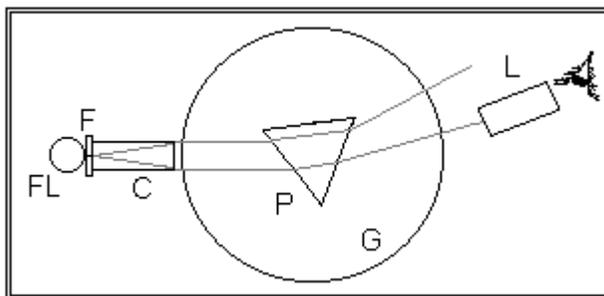


Figura 1 – Esquema de um Espectroscópio

O espectroscópio consiste numa fonte de luz (FL), do elemento que se deseja observar o seu espectro óptico de emissão. Geralmente se trata de uma lâmpada espectroscópica do elemento. Para garantir a passagem de uma pequena quantidade de luz, na forma geométrica de uma linha fina, vertical e com décimos de milímetro de largura, utilizado, na frente da lâmpada, uma fenda ajustável (F). Esta fenda iluminada é objeto para um colimador (C), depois do qual

os raios saem paralelos e incidem sobre a face de um prisma ótico (P). Para uma faixa de ângulos de incidência dos raios paralelos, os raios emergem do prisma em diferentes ângulos. Um ângulo para cada comprimento de onda, ou cor, que compõe o feixe original.

Pode-se observar visualmente varias linhas coloridas por meio de uma luneta (L) que forma a imagem na retina do observador. O desvio angular de cada linha pode ser medido pelo goniômetro (G), em torno do qual pode-se girar a luneta de observação. O colimador aponta para o centro do goniômetro onde é colocado o prisma ótico.

O que o projeto vem propor é a confecção de lâmpadas de diferentes gases e pressões em um tubo de vidro selado sem eletrodo, como mostra a figura 2 para serem analisadas no espectroscópio. E o acionamento destas será feito através da ionização dos gases por Rádio Freqüência produzido por um circuito gerador.

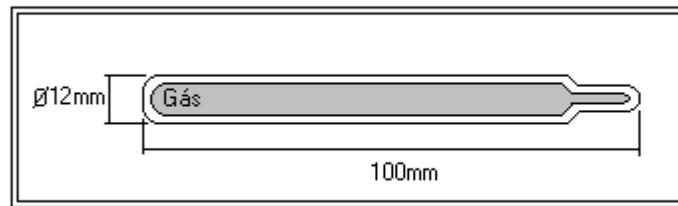


Figura 2 – Lâmpada espectroscópica

GERADOR DE RÁDIO FREQUÊNCIA (RF)

Oscilador é um circuito capaz de gerar uma tensão alternada em sua saída, mesmo que não haja um sinal de entrada. Essencialmente consiste em um amplificador que usa parte do sinal de saída para realimentar a entrada do amplificador.

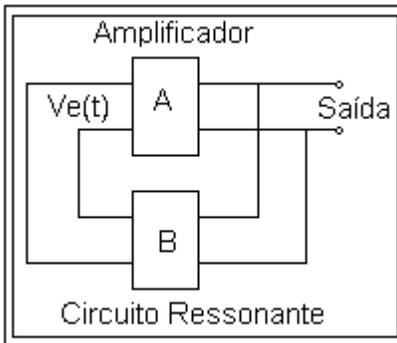


Figura 3 – Oscilador

Para que ocorra um sinal na saída o ganho do amplificador A multiplicado pelo ganho do circuito ressonante B deve resultar em 1, $AB = 1$. Se $AB < 1$ o sinal na saída, V_s , desaparecerá e se $AB > 1$, V_s irá crescer e eventualmente produzir ondas distorcidas.

Ao ligar o oscilador uma pequena tensão de partida é aplicada na entrada do amplificador até que $AB > 1$. Após atingir um certo nível de saída, AB diminui até 1, onde permanecerá constante.

A tensão de partida vem do movimento aleatório de alguns elétrons livres existentes em qualquer resistor, movimento este que de tão aleatória chega a frequências acima de 1000 GHz. Estes ruídos são amplificados por A e realimentados através de B. A malha ressonante de realimentação deve escolher apenas uma frequência de oscilação, deve permitir também a amplitude e a fase de alimentação correta. Uma maneira de $AB > 1$ diminuir para 1 é permitir que o sinal aumente até a saturação quando o ganho de A diminui automaticamente.

Os osciladores que trabalham com frequências próximas a faixa de centenas de Kilohertz até centenas de Megahertz capazes de irradiar estas frequências, são chamados de geradores de RF. O circuito gerador do nosso de RF foi fundamentado através da teoria de osciladores colpitts, muito usado na faixa de 1MHz até 500MHz. Os osciladores colpitts se baseiam na realimentação de um sinal, através de um amplificador, e com amplitude e a fase certa para manter as oscilações um circuito tanque LC

O esquema elétrico do circuito utilizado em nosso experimento está mostrado na figura 4.

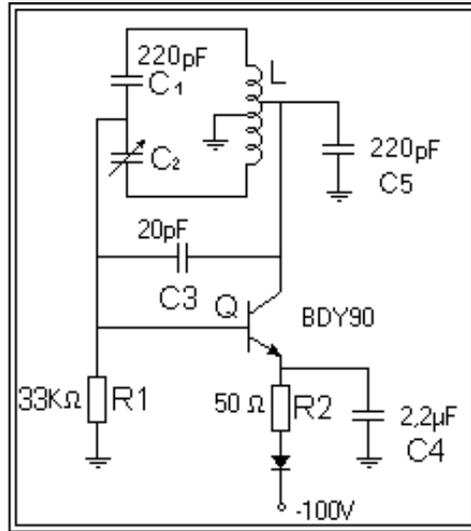


Figura 4 – Esquema elétrico do Gerador de RF

O ganho de tensão A é o ganho do transistor. E o ganho B é determinado pelo circuito LC .

A frequência de ressonância deste circuito, determinada por C_1 , C_2 e L (circuito tanque), é descrita pela equação:

$$f_r = 1 / 2\pi(LC)^{1/2} \quad [1]$$

onde:

$$C = C_1 C_2 / C_1 + C_2$$

$$L = \text{Bobina de 20 espiras de 12 mm de diâmetro } (\approx 0,8\mu\text{H})$$

A alimentação do circuito LC é feita pelo transistor, que é polarizado pela tensão em R1. O fator que garante a realimentação é que a fase entre a base e o coletor do transistor está defasada de 180°. A alimentação do circuito de -100V garante a amplificação do sinal injetado à base de Q. A corrente entre coletor emissor é limitada por R2. O capacitor C2 garante o grampeamento negativo ajustando o valor AB em 1. C4 possui uma capacitância para que X_c seja pequena e ocorra amplificação A compatível com o ganho B ajustável por C2.

RESULTADOS EXPERIMENTAIS

O circuito original não continha o capacitor C5. Este foi inserido no circuito após exaustivos testes sem sucesso. Descobrimos que para que C2 pudesse atuar numa faixa mais significativa, ou seja, para que sua capacitância pudesse variar em uma determinada faixa que pudesse produzir satisfatórias oscilações, um capacitor deveria ser inserido entre o coletor do transistor Q e o terra. Desta forma conseguimos atingir uma oscilação eficiente. O oscilador funciona na faixa de 10MHz.

Para executar testes de eficiência no circuito oscilador foram utilizadas algumas lâmpadas industrializadas:

- Tubo luminoso de neônio (destes utilizados em painéis luminosos)
- Lâmpada fluorescente comercial de 9W

A bobina L foi confeccionada de forma que as lâmpadas industrializadas que possuímos pudessem ser alojadas no interior da bobina.

A ressonância do circuito é obtida para apenas uma única frequência de oscilação. Mas como trabalhamos com frequências muito altas (RF), qualquer pequena variação de capacitância ou indutância interfere no funcionamento do circuito. Até mesmo a reatância do osciloscópio e de seu cabo são capazes de tirar o circuito de ressonância ao tentar media a frequência de oscilação. Isso dificultou a seleção da frequência de ressonância. Outro agravante é que as lâmpadas necessitam de um pulso de alta tensão para desencadear a ionização do gás, o que inviabiliza a tentativa e erro. Para solucionar o problema da seleção da frequência de ressonância uma lâmpada incandescente de 12V / 5W com uma bobina de 3 espiras de 12mm de diâmetro ligada aos seus terminais, como mostra a figura 5, foi inserida na lâmpada de gás sob o mesmo eixo da bobina do circuito tanque. Desta forma, as linhas de indução, produzidas pela bobina L do circuito tanque, que cortam as espiras da bobina da lâmpada incandescente, produzem uma tensão, fazendo com que a lâmpada incandescente ascenda. Princípio de um transformador. Então o Capacitor C2 é ajustado de forma a lâmpada

incandescente produzir o maior brilho. Quanto isso é conseguido obtemos a frequência de ressonância.

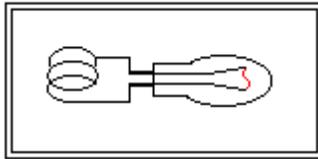


Figura 5 – Lâmpada incandescente ligada a uma bobina

No momento em que o circuito está em ressonância o transistor Q e o resistor R2 dissipam uma elevada potencia em forma de calor. Este fator exigiu, além do superdimensionamento dos componentes, que fossem instalados dissipadores de calor com uma grande área de dissipação.

O disparo de alta tensão que desencadeia a ionização do gás é feito por uma cerâmica piezo elétrica.

Os testes realizados com lâmpadas comerciais apresentaram um resultado muito bom. Sem a utilização dos eletrodos para aplicação de tensão, as lâmpadas permanecem acesas devido à emissão da radio frequência sobre o gás no interior do bulbo. Vale lembrar que as lâmpadas de Neônio necessitam de altíssimas tensões em seus eletrodos para seu funcionamento, algo da ordem de alguns KiloVolts, dependente do comprimento do tubo.

Foram confeccionadas algumas lâmpadas sem o eletrodo para que fossem acesas pelo gerador de RF. Dentre estas:

- Neônio
- Argônio
- Argônio + Mercúrio

A precariedade no sistema de vácuo a qual estas foram preenchidas não permitiram que elas acendessem, provavelmente distantes da pressão adequada de 1 a 5 mmHg, pois seria necessário os eletrodos para determinação destas pressões. Então o processo deve ser melhorado, como mostrado na figura 6.

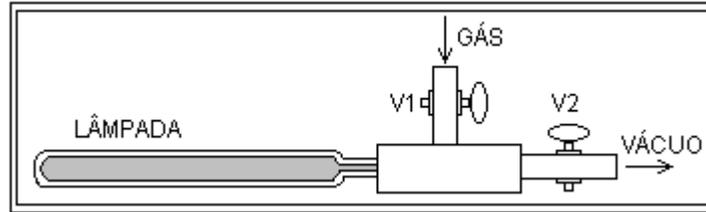


Figura 6 – sistema de vácuo pra preenchimento das lâmpadas

Neste processo a válvula V1 permanece fechada enquanto um sistema de vácuo retira o ar de dentro do tubo de vidro. Quando isso é feito a válvula V2 é fechada e o gás que se deseja utilizar é inserido abrindo a válvula V1. Completado o enchimento as duas válvulas são fechadas e o tubo é levado para a vidraria para ser lacrado.

Utilizando este processo podemos garantir o correto preenchimento da lâmpada. E assim, utilizadas no gerador de RF e produzirão a luminescência desejada.

Este processo não foi aplicado, porém duas lâmpadas, uma de neônio e outra de argônio + mercúrio, utilizando eletrodos para obtenção da pressão ideal foi confeccionada para nossos fins, obtendo o resultado esperado (luminescência).

Estes resultados possibilitam que estes gases sejam estudados em espectroscópio onde suas linhas espectrais podem ser observadas.

CONCLUSÕES

Esperamos com este projeto facilitar os experimentos que envolvem a observação e os estudos das linhas espectrais de diferentes gases e assim, demonstrar a existência de níveis atômicos discretos e também que o interesse da pesquisa nesta área esteja sendo incentivado com esta contribuição que procuramos desenvolver.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Yoshikazo Ernesto Nagai pelos conhecimentos que compartilhou comigo durante a execução deste projeto, por todo apoio na execução e principalmente pela paciência que demonstrou para comigo.

BIBLIOGRAFIA

[1] R. Eisenberg and R. Resnik, *Quantum Physics* (Wiley, New York, 1985), pag: 148-154; 499-505.

[2] Malvino, A. P., *Eletrônica* (São Paulo, McGraw-Hill, 1987 – v.2, 2ed.) pág: 729-748.

[3] Francis A. Jenkins, Harvey E. White, *Fudamentals of Optics* (New York; St. Louis: McGraw-Hill, c 1976)