

## **Projeto F609- Relatório Final (2)**

# **Transmissor e Receptor de ondas eletromagnéticas.**

Por Fernando Buglia –Ra: 027293 – email:fernandobuglia@yahoo.com.Br



Projeto orientado pelo Professor David Mendes Soarez, do IFGW  
Email: [soares@ifi.unicamp.br](mailto:soares@ifi.unicamp.br)

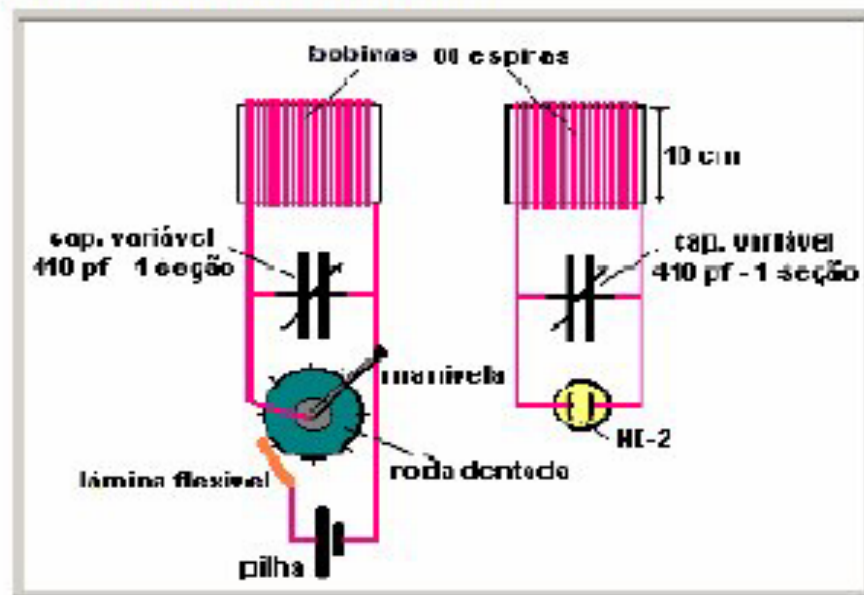
# Projeto Inicial

**Descrição:** UM TRANSMISSOR/RECEPTOR DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS. Ambos serão sintonizáveis, ou seja, cada um deles conterá um circuito oscilante L-C. Para uma dada 'abertura' do capacitor variável, no transmissor, há uma estreita faixa de frequência irradiada, a qual, só será recebida no receptor com o devido ajuste do seu próprio capacitor variável. Para a percepção do recebimento do sinal será usado uma pequena lâmpada néon, tipo NE-2.

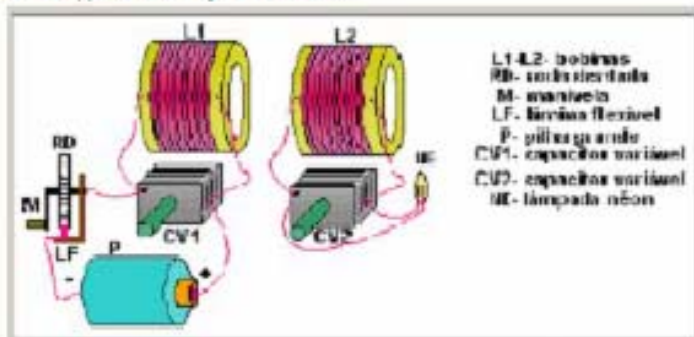
## Lista de materiais:

- 1 pilha grande e porta pilhas
- 1 roda dentada e lâmina flexível
- Bobina - ver texto
- 2 capacitores variáveis de 410 pf
- 1 lâmpada néon NE-2
- 2 bases de madeira, tubos de papelão,
- Fio de cobre esmaltado #22, fio comum, solda etc.

## Esquema - circuito elétrico:



### Montagem do experimento:



## ***AS MUDANÇAS QUE JULGAMOS NECESSÁRIAS.***

- A substituição do capacitor variável do receptor por um capacitor de valor fixo. Motivo financeiro.
- Para ao invés da manivela, para a realização do liga/desliga, utilizei um sistema de “raspagem” em uma mola.
- Substituição da lâmpada por um osciloscópio, por dois motivos: Primeiro foi que a lâmpada não acendia de maneira satisfatória. Até conseguimos bons picos de tensão, mas devido a oscilação, necessitávamos de mais potência. O segundo motivo foi que o osciloscópio, didaticamente, é muito mais interessante que lâmpada, pois podemos mostrar a chegada do sinal e sua frequência de oscilação.
- Utilização de um resistor no transmissor, para evitar correntes elétricas muito altas, que através do efeito Joule, poderia esquentar e danificar o circuito.
- Uso de antena e fio terra para aumentar o alcance.

**Importância didática:** Apesar desse experimento já ter sido realizado, conforme o site [www.feiradeciencias.com.br/sala15/15\\_31.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala15/15_31.asp), acredito que sua realização e demonstração para uma classe de ensino médio é de grande valia para o aprendizado desses níveis de escolaridade, visto que, mesmo sendo um assunto ainda pouco comentado, envolve grande interesse por grande parte desses estudantes. Mais ainda, nesse momento esses alunos, principalmente alunos pré-vestibulando, já deveriam ter tido várias abordagens sobre eletromagnetismo. Logo, esse experimento servirá para uma consolidação desses novos conhecimentos, cujo entendimento nem sempre é direto e de fácil visualização.

Referencia e comentários:

Marconi foi um pioneiro do rádio, considerado seu inventor oficial, e um empresário de sucesso. Tinha apenas 23 anos de idade quando patenteou um sistema de telegrafia sem fios (alvo do meu experimento) que lhe assegurou o monopólio das radiocomunicações e, mais tarde, o Prêmio Nobel de Física (1909).

Meu projeto, acredito que foi bem sucedido e conseguimos atingir a finalidade, que era transmitir uma onda eletromagnética. Porém houve bastante mudanças devido a vários empecilhos que tivemos durante sua elaboração. O receptor não contará com um capacitor variável, visto que como já foi dito, ficaria muito caro. Outro problema, que ocorreu na fase final foi que percebemos que o receptor não produziria potencia para acender de uma forma razoável uma lâmpada, coisa que poderia prejudicar a apresentação. Por esse motivo eu e o Professor David decidimos usar um osciloscópio nos terminais do receptor para a demonstração da captação da onda. Por fim, achamos que ficara até mais interessante, pois como o experimento tem fins de ensino, o osciloscópio dará mais detalhes e permitirá uma melhor visualização das características da onda captada.

Observando o projeto é fácil entender o funcionamento do experimento. Interessante notar que a produção das ondas não se dará quando o circuito estiver fechado e sim quando estiver aberto, justamente quando o conjunto

capacitor / indutor oscilar. Deve-se notar também que a frequência da onda é dada por  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{lc}}$ . Note que

esse é a chamada frequência de ressonância, que é justamente a frequência que necessita ser atingida no receptor para a captação do sinal.

Para a melhor transmissão dos sinais, o estudo de Marconi foi fundamental, pois o uso de antena e terra possibilita a transmissão a distancias mais longas.

Reforçando novamente o que já foi dito, acredito que essa experiência seria muito interessante para alunos de ensino médio, visto que sua explicação é acessível ao nível deles e pode despertar grande interesse.

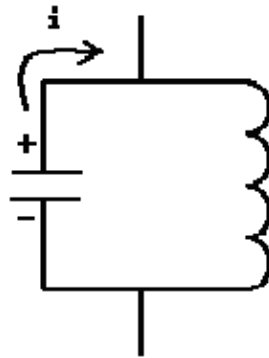
# CIRCUITO LC

Vamos analisar um circuito LC, como ilustrado na fig. abaixo. Suponhamos que inicialmente o capacitor encontra-se carregado com um potencial  $V$ . No momento que o indutor é ligado, uma corrente surge no circuito, através da qual a energia acumulada no capacitor,  $\frac{1}{2}CV^2$ , passa a se transferir para o indutor.

O processo atinge um ponto máximo quando toda a energia do capacitor tiver sido transferida para o indutor. A partir desse momento, a energia acumulada no indutor passa a se transferir para o capacitor, através do surgimento de uma corrente contrária à corrente inicial. Resulta daí que a corrente é nula quando a carga no capacitor for máxima, e a corrente será máxima quando a carga no capacitor for nula.

Este circuito apresenta um comportamento, em termos de variação de energia, análogo ao apresentado pelo conjunto massa-mola, na ausência de qualquer tipo de atrito. Neste caso, energia potencial acumulada na mola é transformada em energia cinética da massa, e vice-versa.

Um resistor no circuito da fig. abaixo exerce o mesmo papel que o atrito no sistema massa-mola. Através do efeito Joule, parte da energia transferida do capacitor para o indutor (e vice-versa) será consumida no resistor.



O circuito RLC oscila com a frequência dada pela eq. abaixo. Quando  $R$  aproxima-se de zero, o circuito RLC apresenta um comportamento similar ao de um circuito LC. No limite,  $R=0$ , a frequência será

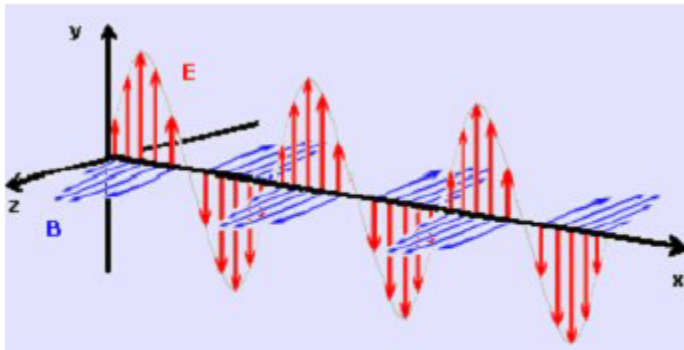
$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}} = \omega_0$$

Esta frequência é conhecida como frequência natural. Isto é, a frequência natural de um circuito RLC, é a frequência do circuito LC correspondente.



## Descrição da teoria, do experimento e Pesquisa:

O projeto é sobre um transmissor/receptor de ondas eletromagnéticas. Logo é interessante a teoria sobre elas. Onda eletromagnética é uma **combinação de um campo elétrico e um campo magnético**, esses campos se propagam numa **mesma direção porém em planos ortogonais**. É de conhecimento nosso que uma variação no campo magnético induz um campo elétrico e vice-versa, portanto **numa onda eletromagnética o campo elétrico é gerado pelo campo magnético que por sua vez é gerado pelo campo elétrico**, ambos se nutrendo num arranjo perfeito, veja a figura:



Representação de uma onda eletromagnética

A onda eletromagnética transporta energia, notar isso é fácil pois posso citar como **exemplo de onda eletromagnética a radiação solar** e se você ficar muito tempo exposto perceberá claramente sua energia.

Toda onda eletromagnética se propaga, no vácuo, com a **velocidade da luz**, ou seja, cerca de 300.000 km/s e na superfície terrestre com uma velocidade muito próxima à esta, as comunicações com satélites, ondas de celular e a luz se dão através de ondas eletromagnéticas. (informações tirados do site: [www.fisicomaluco.com](http://www.fisicomaluco.com))

Meu experimento é de fácil entendimento, pois o indutor juntamente com o capacitor criará uma onda eletromagnética que, através da antena conseguirá chegar até o outro circuito (capitado através da outra antena) criando uma corrente elétrica, acendendo a lâmpada de néon. Uma amostra mais detalhada de como o indutor, o capacitor e o “liga e desliga” do circuito (que será feito manualmente através de um interruptor) criam essa onda eletromagnética, pode ser vista no conhecido livro “Fundamentos de Física” de Halliday, Resnick e Walker, Quarto volume, capítulo 38 (ondas eletromagnéticas). Sobre a pesquisa mais inerente ao experimento, consultar o site da feira de ciências, cujo endereço já foi fornecido no exposto do projeto.

# Resultados e conclusão:

*Confesso, minhas expectativas foram abaixo dos resultados finais, pois inicialmente esperávamos apenas acender uma lâmpada no receptor. Acabamos por fim mostrar as características do sinal através de um osciloscópio, acendemos o led e de quebra interferimos no radio galena que estava próximo.*

*O trabalho foi bastante intenso desde o início e com os inúmeros problemas e dificuldades que foram surgindo, mais oportunidades foram aparecendo e cada vez mais conhecimentos foram sendo agregados. Desde a procura e a compra de matérias, até a montagem e finalização do projeto. Todas as etapas foram repletas de desafios.*

*Ficou evidente, por exemplo, ao longo de varias tentativas de ajuste da frequência de ressonância que o uso de antena e fio terra é simplesmente indispensável para um alcance razoável do sinal e de sua captação.*

*Outra coisa interessante foi que da forma que foi proposto inicialmente o experimento, não foi possível o acendimento da lâmpada, pois até tínhamos pontos de tensão razoáveis no receptor, mas devido a oscilação LC ser muito rápida, não tínhamos potencia suficiente. A solução foi improvisar e montar um retificador de corrente. Ou seja: Mais trabalho, mais aprendizagem e mais “mão na massa”.*

*Gostei bastante da experiência e acredito que foi uma das matérias que mais me acrescentou em termos de prática de laboratório aliada a pesquisa e trabalho.*

*Queria deixar meus agradecimentos ao Professor David, meu orientador. Ele foi uma verdadeira “Rosa dos Ventos” nesta disciplina.*

*Meu Orientador, o Professor David Mendes Soares fez o seguinte comentário: O Objetivo do experimento foi atingido, que era enviar e captar o sinal. Quanto mais maneiras de mostrarmos a captação, melhor! Mas o osciloscópio já seria suficiente.*