

A GAIOLA DE FARADAY

Prof. Luiz Ferraz Netto
leobarretos@uol.com.br

Introdução

Uma Gaiola de Faraday é uma blindagem elétrica, ou seja, uma superfície condutora que envolve uma dada região do espaço e que pode, em certas situações, impedir a entrada de perturbações produzidas por campos elétricos e ou eletromagnéticos externos. O experimento a seguir, muito simples, evidencia uma dessas propriedades da gaiola de Faraday.

Material

- Um rádio receptor portátil (AM - amplitude modulada e FM - frequência modulada)
- Uma folha de 'papel' de alumínio (desses que utilizamos para envolver os alimentos)
- Uma folha de jornal

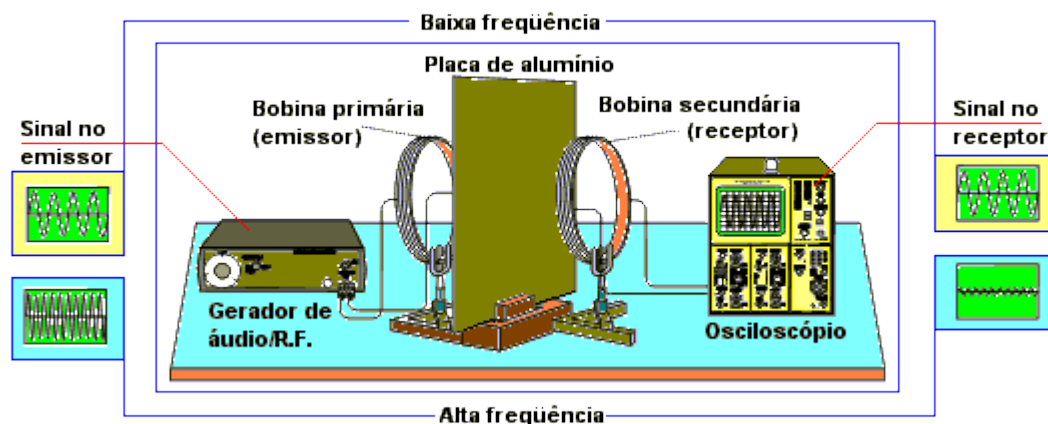
Procedimento

- Com o receptor de rádio, sintonize em OM (ondas médias) uma emissora local que seja bastante potente.
- Envolve o receptor com a folha de jornal e observe (auditivamente) o que acontece. Observou que o rádio continua 'falando' normalmente?
- Retire a folha de jornal que envolve o rádio e use agora a folha de papel alumínio, envolvendo-o totalmente. Que aconteceu? A estação emissora saiu 'do ar'? Você deve ter constatado que 'embrulhado' com a folha de alumínio o rádio deixa de 'falar'.

O papel de alumínio que envolve o receptor de rádio constitui uma gaiola de Faraday, a qual impede que sejam captados os campos eletromagnéticos (ondas) que transportam o sinal que faria o rádio 'falar'.

Por que acontece isso?

Para o bom entendimento, nada melhor que outro experimento, mais apurado, para poder visualizar o comportamento da onda ao atingir a folha de alumínio (ou a tela que constitui a gaiola). Esse novo experimento requer: um gerador de áudio, um gerador de R.F., duas bobinas chatas de grande diâmetro, um osciloscópio e uma fina placa de alumínio. Eis uma sugestão para a montagem:



Este experimento permite uma demonstração contundente sobre a questão pois mostra a penetração da onda eletromagnética num condutor (chapa de alumínio, no caso). Para efeito de comparação utilizaremos de ondas de baixa e de alta frequência, cuja produção ficará a cargo dos geradores de áudio (áudio-frequência) e de R.F. (rádio-frequência). Esses geradores produzirão uma corrente alternada senoidal na bobina primária (disposta paralelamente à placa de alumínio), criando assim um campo magnético que oscila senoidalmente.

Esse campo, ao penetrar na placa de alumínio, produz um fluxo magnético variável no decorrer do tempo [$f = a \cdot \text{sen}(w \cdot t)$], dando origem a uma f.e.m. induzida [$E = - \text{df}/\text{dt} = a \cdot w \cdot \text{cos}(w \cdot t)$]. Em frequências altas, a f.e.m. induzida na placa de alumínio será maior, dando origem a um campo magnético maior, anulando quase que completamente o campo magnético gerado pela bobina primária. Esse efeito de cancelamento é menor em baixas frequências (coloque o gerador de áudio em 10 Hz), como pode ser verificado com um osciloscópio ligado à bobina secundária. Ensaios poderão ser feitos usando do gerador de áudio e o de R.F. conectado à bobina primária e analisando o comportamento da placa através do osciloscópio conectado à bobina secundária. Em altas frequências o cancelamento é intenso e, por isso, a amplitude das ondas observadas na tela do osciloscópio são pequenas.

Esse é o efeito das placas e telas metálica frente à incidência de ondas eletromagnéticas; elas geram seus próprios campos que minimizam ou mesmo anulam o campo através delas, funcionando assim como verdadeiras blindagens às ondas eletromagnéticas.

Eis uma simulação do processo de anulamento do campo elétrico interno, conseguido através de uma gaiola metálica (cercado de alumínio) imersa num campo elétrico indutor homogêneo:

Uma sugestão, que dispensa o uso dos geradores de áudio e R.F. acima solicitados, é usar o equipamento proposto no trabalho Transmissor/Receptor Didático (clique) e colocando uma folha de alumínio entre as bobinas transmissora e receptora. Gire a manivela em baixa frequência e a lâmpada néon, no receptor, acende (pisca); gire em alta frequência e ela não acenderá!

Esse tema da blindagem, determinada pela folha de alumínio (no caso do rádio), foi posto para os alunos de uma sala de aula; algumas 'respostas de alunos' foram transcritas abaixo:

Primeira: A onda eletromagnética que transporta as informações para o rádio, sintonizado em sua frequência, incide inicialmente na folha de alumínio a qual absorve a componente elétrica da onda (parte de sua faixa de frequência), impedindo que chegue integralmente no rádio.

Segunda: O alumínio é condutor. As ondas de rádio são campos elétricos e magnéticos em propagação. Uma maneira de produzir um campo eletromagnético é através da aceleração de uma partícula dotada de carga elétrica; a onda produzida apresenta os componentes elétrico e magnético variáveis no decorrer do tempo. Quando uma antena de um rádio receptor intercepta essa onda eletromagnética nela é induzida uma corrente elétrica; posteriormente essa corrente é 'amplifica' de modo a poder excitar o alto falante. Quando se envolve o rádio mediante uma superfície condutora (a folha de papel alumínio, no experimento em questão) essa atua como um 'mar de elétrons' (terra) não oferecendo caminho privilegiado à corrente elétrica induzida, a qual se dissipa. A antena não recebe a onda e deixa de funcionar.

Terceira: Ao envolver o rádio receptor com papel alumínio este acaba pertencendo ao interior de uma superfície metálica fechada (gaiola de Faraday), ou seja, torna-se o interior de um condutor elétrico fechado e oco. Como sabemos, o campo elétrico no interior de um condutor eletrizado e em equilíbrio de cargas é nulo. As ondas de rádio, por sua vez, são ondas eletromagnéticas constituídas por campos elétricos e magnéticos variáveis com o tempo. O que ocorre é que um campo elétrico variável gera um campo magnético também variável e vice-versa; assim, um vai produzindo o outro e faz com que a onda se propague pelo espaço. Em nosso experimento a onda chega à superfície metálica (cobertura de alumínio) em cujo interior o campo elétrico deve ser nula; como a onda perde, nessa cobertura, seu componente elétrico não há quem variar para produzir o componente magnético logo, a partir daí a onda deixa de existir e não há nada para atingir a antena do rádio.

Em cada resposta comparece alguma informação nova; isso pode facilitar o entendimento dos alunos nos vários níveis de aprendizado sobre certos fenômenos relativos à eletrostática e à eletrodinâmica.

Alguns outros procedimentos e experimentos sugeridos são:

- a) sintonizar o rádio numa estação de FM e comparar os resultados;
- b) em lugar do papel alumínio usar uma gaiola para transporte de pássaros (há vários tipos dessas gaiolas a serem testados);
- c) com a gaiola para pássaros, testar o rádio em seu interior tanto em AM como em FM;
- d) sugerir aos alunos a atenção para com o rádio de carro ao passar pelos túneis em rodovias;
- e) Por que nos automóveis a antena deve ser externa?

Outros comentários pertinentes

A gaiola de Faraday, basicamente uma gaiola feita de um material condutor, apenas impede a entrada de campos eletrostáticos bem como os campos eletromagnéticos cujos comprimentos de onda sejam superiores ao tamanho da malha. Assim que o comprimento de onda se aproxima do tamanho da malha a gaiola deixa de ser eficaz, como você pode constatar olhando para dentro duma simples gaiola de pássaro: a radiação luminosa, de comprimento muito inferior ao tamanho da malha, passa perfeitamente, de modo que você poderá observar o pássaro e todo o interior da gaiola.

Uma pergunta geralmente feita é a seguinte: "Já que querem impedir os presos de usarem da telefonia celular, por que não envolvem os presídios com uma simples malha metálica?"

Os telefones móveis usam radiação da ordem dos 1 800 MHz, e se você construir uma gaiola de malha apertada ela realmente irá barrar essa radiação. Mas, faça você mesmo as contas, para calcular o comprimento de onda das ondas eletromagnéticas da telefonia celular, para saber de antemão qual deverá ser as dimensões dessa malha. Você chegará à conclusão que a malha deverá ficar parecida com aquelas redes metálicas que se usam na porta dos fornos de microondas, nada prático para envolver toda uma prisão!

Desenvolvendo a teoria um pouco mais perceberá que os metais (principalmente os bem polidos) refletem a luz de uma forma coerente porque a estrutura atômica condutora da superfície metálica funciona como uma gaiola de Faraday de malha muito apertada, de dimensões atômicas.

Se você usar radiação X, de comprimento de onda da ordem de grandeza da distância inter-atômica, ou mesmo inferior a ela, a radiação vai passar através da superfície, entrando no metal, e sendo depois absorvido por átomos interiores se o metal for grosso, ou simplesmente passando se ele for fino. Se o comprimento de onda for 'parecido' com a distância inter-atômica a radiação sofrerá vários efeitos de difração dependendo da estrutura da rede cristalina do metal, tal como numa rede de difração óptica, e é isso que permite o uso dos raios-X como um valioso auxiliar de análise da estrutura atômica.