



**TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE
OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR**

**CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRONICA E ELETRICIDADE
Apostila 5**



CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA E ELETRICIDADE** (Apostila 5)

2

Sumário

INTRODUÇÃO.....	3
53 - distinguir Oscilação Forçada de Oscilação Livre; (Apostila 5).....	7
Oscilações.....	7
Oscilações forçadas.....	9
54 - descrever um experimento destinado a produzir uma oscilação forçada; (Apostila 5).....	9
55 - citar exemplos de Oscilação Forçada.....	10
56 - definir e empregar conceitos usados na descrição de oscilação forçada: Excitador, Oscilador, Amplitude, Freqüência de excitação, Freqüência natural de oscilação e Amortecimento.....	11
57 - definir o conceito de Ressonância.....	14
58 - formular a condição para a ocorrência de Ressonância quando existe Oscilação Forçada.	16
59 - definir os conceitos Comprimento de Onda, Freqüência, Velocidade de Propagação e Amplitude de uma onda.....	17
Comprimento de onda	17
Freqüência.....	17
Velocidade de Propagação.....	18
Amplitude.....	18
Comprimento de uma Onda de Rádio.....	19
Comparando Freqüência de Rádio, Potência e Comprimento de Onda.....	19
60 - citar experimentos com os quais pode-se determinar as grandezas acima mencionadas..	20
Velocidade de Propagação.....	20
Freqüência.....	20
61 - usar a equação $C = l f$ para calcular uma das grandezas, quando as outras duas são dadas.....	21
62 - distinguir Ondas Transversais de Ondas Longitudinais e dar exemplos.....	22
Ondas Transversais.....	22
Ondas Longitudinais.....	22
63 - definir o conceito de Interferência (Superposição de ondas de mesmo Comprimento de Onda) e citar exemplos.....	23
64 - estabelecer as condições para a existência de Interferência Construtiva e Interferência Destrutiva.....	24
65 - descrever a geração de uma Onda Estacionária a partir de uma Onda Incidente e de uma Onda Refletida.....	25
66 - definir os conceitos de Polarização Linear, Polarização Circular e Polarização Elíptica.	26
A Polarização em Antenas.....	27
Polarização vertical.....	27
Polarização horizontal.....	27
Polarização circular.....	27
67 - descrever a ocorrência de Reflexo e Refração quando uma onda ao se propagar encontra um outro meio de características diferente do primeiro meio	28



CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE
OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR

CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA E ELETRICIDADE

(Apostila 5)

3

Reflexão de ondas.....	28
Refração de ondas.....	28
68 - descrever o Efeito Doppler.....	30
69 - calcular a frequência de recepção quando o Efeito Doppler ocorre para:	30
a. receptor móvel e emissor parado;	30
b. receptor parado e emissor móvel.	30



CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRONICA E ELETRICIDADE** (Apostila 5)

4

INTRODUÇÃO

O Clube de Radioamadores de Rio do Sul, compilou a presente apostila com o objetivo único de oferecer material didático de apoio aos aficionados à prática do radioamadorismo, sem fins lucrativos ou com qualquer conotação comercial.

O conteúdo visa exclusivamente a utilização para aprimoramento pessoal do interessado não sendo permitida a reprodução para comercialização.

Para executar o Serviço de Radioamador se faz necessário que o interessado seja titular de Certificado de Operador de Estação de Radioamador - COER.

8.3. PROVA DE CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRONICA E ELETRICIDADE

O candidato deve ser capaz de:

- 1 - descrever um modelo simples para o tomo e as moléculas; *(Apostila 1)*
- 2 - descrever a propriedade Carga Elétrica associada às partículas do átomo; *(Apostila 1)*
- 3 - descrever o processo de Ionização e Recombinação; *(Apostila 1)*
- 4 - explicar como o conceito de Carga pode ser usado para descrever o estado elétrico de um corpo; *(Apostila 1)*
- 5 - definir Corrente Elétrica e sua unidade o Ampère; *(Apostila 1)*
- 6 - definir o conceito de Diferença de Potencial associado à energia de uma carga mencionar sua unidade; *(Apostila 1)*
- 7 - definir o conceito de Resistência Elétrica; *(Apostila 1)*
- 8 - estabelecer a diferença entre Condutores e Isolantes;
- 9 - associar a boa condutividade dos metais com a sua estrutura molecular; *(Apostila 1)*
- 10 - associar os conceitos de diferença de Potencial (V), Corrente (I) e Resistência (R) e suas unidades; *(Apostila 1)*
- 11 - usar a equação $V = R I$ para calcular uma das grandezas, quando as outras duas são dadas; *(Apostila 1)*
- 12 - usar a equação $V = R I$ em um circuito de uma única malha; *(Apostila 1)*
- 13 - usar a Lei de Joule para relacionar a potência dissipada em um resistor com a Diferença de Potencial aplicada e com a corrente fluindo pelo mesmo; *(Apostila 1)*
- 14 - determinar o valor da Resistência de um resistor mediante a associação de suas cores de código com as cores de uma tabela de código fornecida; *(Apostila 1)*
- 15 - calcular o valor da Resistência Equivalente quando vários resistores são associados em série e em paralelo; *(Apostila 1)*
- 16 - definir formalmente a relação entre Resistência, Resistividade, Comprimento e Área de Seção Reta de um resistor; *(Apostila 1)*
- 17 - associar o valor de uma corrente elétrica com a necessidade de um diâmetro mínimo para o condutor elétrico que a transporta; *(Apostila 1)*
- 18 - descrever o papel de um Fusível em um circuito elétrico; *(Apostila 2)*
- 19 - descrever um procedimento simples de medida de resistência com o uso de Ohmímetro; *(Apostila 2)*
- 20 - descrever com palavras ou figuras o uso de um Amperímetro para a determinação da corrente elétrica em um circuito simples; *(Apostila 2)*
- 21 - descrever com palavras ou figuras o uso do Voltímetro na determinação da diferença de potencial entre pontos de um circuito simples; *(Apostila 2)*



CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA E ELETRICIDADE** **(Apostila 5)**

5

- 22 - descrever um Capacitor; *(Apostila 2)*
- 23 - descrever o processo de Carga e Descarga de um Capacitor; *(Apostila 2)*
- 24 - descrever experimentos simples no qual se pode observar a ação de uma força magnética; *(Apostila 2)*
- 25 - descrever experimentos simples no qual se pode observar a visualização do conceito de linha de campo magnético; *(Apostila 2)*
- 26 - descrever as linhas do Campo Magnético de um ímã da Terra, e de um Solenóide; *(Apostila 2)*
- 27 - descrever o funcionamento de um eletroímã simples e de seu uso em um relé; *(Apostila 2)*
- 28 - descrever o fenômeno da Indução Magnética em um solenóide; *(Apostila 2)*
- 29 - descrever a ação de uma bobina em um circuito de corrente contínua; *(Apostila 2)*
- 30 - definir o conceito de Auto-indução; *(Apostila 2)*
- 31 - descrever o funcionamento de um Transformador; *(Apostila 3)*
- 32 - estabelecer a diferença entre corrente contínua e corrente alternada; *(Apostila 3)*
- 33 - definir os conceitos de Corrente Efetiva e Tensão Efetiva e relaciona-los com Corrente de Pico e Tensão de Pico; *(Apostila 3)*
- 34 - desenhar o circuito de uma Fonte de corrente contínua, usando diagrama de blocos, no qual conste os seguintes elementos: transformador, ponte de retificação de diodos, capacitor de filtragem e regulador de tensão e descrever o papel de cada um destes elementos; *(Apostila 3)*
- 35 - descrever o funcionamento de uma válvula diodo; *(Apostila 3)*
- 36 - descrever o funcionamento de uma válvula tríodo; *(Apostila 3)*
- 37 - descrever microscopicamente a corrente gerada em um semicondutor sujeito a uma tensão; *(Apostila 3)*
- 38 - descrever o funcionamento de um diodo semicondutor em um circuito; *(Apostila 3)*
- 39 - descrever o funcionamento de um transistor no papel de uma Resistência de controle da corrente; *(Apostila 4)*
- 40 - descrever o funcionamento de um transistor em um circuito simples de amplificação de sinal; *(Apostila 4)*
- 41 - definir o conceito de modulação de uma onda; *(Apostila 4)*
- 42 - descrever a Modulação por Amplitude (AM) e a Modulação por Frequência (FM) de uma onda;
- 43 - estabelecer a diferença conceitual entre modulação de Dupla Faixa Lateral (DSB) e de Faixa Lateral Simples (SSB); *(Apostila 4)*
- 44 - estabelecer a diferença entre linha de transmissão balanceada e linha de transmissão desbalanceada; *(Apostila 4)*
- 45 - descrever o funcionamento de uma antena; *(Apostila 4)*
- 46 - descrever o funcionamento e principais características de uma antena dipolo e de uma antena vertical de 1/4 de onda; *(Apostila 4)*
- 47 - calcular as dimensões de uma antena dipolo de fio para uma frequência determinada quando se conhece o fator de velocidade para o fio; *(Apostila 4)*
- 48 - identificar o tipo de polarização para vários tipos de antenas mais usadas; *(Apostila 4)*
- 49 - definir o conceito de Relação de Onda Estacionária em uma linha de transmissão; *(Apostila 4)*
- 50 - descrever as camadas da Ionosfera responsáveis pela reflexão dos sinais de rádio; *(Apostila 4)*
- 51 - descrever o processo de reflexão dos sinais de rádio na ionosfera, estabelecendo as principais características dos modos de propagação e suas relações com a hora do dia; *(Apostila 4)*



CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA E ELETRICIDADE** (Apostila 5)

6

- 52 - descrever o uso de satélites artificiais em telecomunicações; *(Apostila 4)*
- 53 - distinguir Oscilação Forçada de Oscilação Livre; *(Apostila 5)*
- 54 - descrever um experimento destinado a produzir uma oscilação forçada; *(Apostila 5)*
- 55 - citar exemplos de Oscilação Forçada; *(Apostila 5)*
- 56 - definir e empregar conceitos usados na descrição de oscilação forçada: Excitador, Oscilador, Amplitude, Frequência de excitação, Frequência natural de oscilação e Amortecimento; *(Apostila 5)*
- 57 - definir o conceito de Ressonância; *(Apostila 5)*
- 58 - formular a condição para a ocorrência de Ressonância quando existe Oscilação Forçada; *(Apostila 5)*
- 59 - definir os conceitos Comprimento de Onda, Frequência, Velocidade de Propagação e Amplitude de uma onda; *(Apostila 5)*
- 60 - citar experimentos com os quais pode-se determinar as grandezas acima mencionadas; *(Apostila 5)*
- 61 - usar a equação $C = \lambda f$ para calcular uma das grandezas, quando as outras duas são dadas; *(Apostila 5)*
- 62 - distinguir Ondas Transversais de Ondas Longitudinais e dar exemplos; *(Apostila 5)*
- 63 - definir o conceito de Interferência (Superposição de ondas de mesmo Comprimento de Onda) e citar exemplos; *(Apostila 5)*
- 64 - estabelecer as condições para a existência de Interferência Construtiva e Interferência Destrutiva; *(Apostila 5)*
- 65 - descrever a geração de uma Onda Estacionária a partir de uma Onda Incidente e de uma Onda Refletida; *(Apostila 5)*
- 66 - definir os conceitos de Polarização Linear, Polarização Circular e Polarização Elíptica; *(Apostila 5)*
- 67 - descrever a ocorrência de Reflexo e Refração quando uma onda ao se propagar encontra um outro meio de características diferente do primeiro meio; *(Apostila 5)*
- 68 - descrever o Efeito Doppler; *(Apostila 5)*
- 69 - calcular a frequência de recepção quando o Efeito Doppler ocorre para:
 - a. receptor móvel e emissor parado;
 - b. receptor parado e emissor móvel.

8.4. PROVA DE RECEPÇÃO AUDITIVA E TRANSMISSÃO DE SINAIS EM CÓDIGO MORSE

Textos, em linguagem clara, com 125 caracteres (letras, sinais e algarismos), para candidatos à classe “B”.

8.5. PROVA DE CONHECIMENTOS TÉCNICOS DE ELETRÔNICA E ELETRICIDADE

O candidato, além do citado no item 8.3, deve ser capaz de:

- 1 - associar a boa estrutura dos metais com a sua estrutura molecular;
- 2 - definir formalmente a relação entre resistência, resistividade, comprimento de onda e área de seção reta de um resistor;



CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA E ELETRICIDADE** **(Apostila 5)**

7

- 3 - descrever microscopicamente a corrente gerada em um semicondutor sujeito a uma tensão;
- 4 - descrever o funcionamento de um transistor em um circuito simples de amplificação de sinal;
- 5 - usar a Lei de Joule para relacionar a potência dissipada em um resistor com diferença de potencial aplicada e com a corrente fluindo pelo mesmo.

Bons estudos
CRARSUL



CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA E ELETRICIDADE** (Apostila 5)

8

53 - distinguir Oscilação Forçada de Oscilação Livre; (Apostila 5)

Oscilações

Movimento harmônico simples (m.h.s.).

Para compreender e explicar os fenômenos naturais, em particular, os denominados fenômenos físicos, a Física lança mão de 'modelos', 'esquemas' e 'teorizações' não raras vezes artificiosas. A estrutura de um bom modelo, em geral, contém conceitos matemáticos. Veremos, a seguir, um modelo que se ajusta bem a uma vasta categoria de fenômenos físicos que reproduzem idênticamente, suas características peculiares, a intervalos de tempos sucessivos e de extensões iguais --- são os fenômenos periódicos.

Dentre todos os fenômenos periódicos, vamos nos fixar naqueles para os quais aplicam-se os conceitos de movimento, espaço, velocidade, força, energia etc. --- são os movimentos periódicos; para os quais reconhecemos também os conceitos de período (T) e frequência (f).

Se um movimento, além de periódico, apresentar sentido de movimento regularmente invertido, ele se enquadra no modelo geral das Oscilações e será denominado movimento oscilatório ou vibratório. O mais simples deles -- e portanto básico -- é estudado mediante uma função periódica harmônica (em seno ou cosseno) e, a partir dele pode-se estudar todos os demais movimentos oscilatórios. Esse movimento fundamental é o movimento harmônico simples (m.h.s.).

Oscilações livres

Um corpo executa um movimento oscilatório harmônico, quando está vinculado a uma posição de equilíbrio por intermédio de uma força cujo módulo cresce proporcionalmente com o afastamento do corpo dessa posição de repouso.

Desta maneira, um pêndulo que oscila com pequena amplitude executa um movimento harmônico.

Pode-se obter o movimento harmônico, projetando-se um movimento circular uniforme sobre um dos diâmetros do círculo.

Num movimento circular a posição do ponto material **P** é dada pelo ângulo **j**.

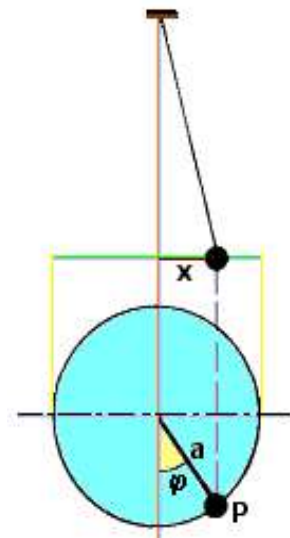
Como velocidade angular **w** definimos, por analogia com a velocidade usual (linear): $\omega = d\varphi/dt$

Sendo $\omega = \text{const.}$ (movimento circular uniforme) então **j** cresce proporcionalmente ao tempo **t**: $\varphi = \omega.t$

Se o ponto **P** percorrer a circunferência **f** vezes por segundo, num intervalo de tempo igual a **t** segundos ele descreverá a trajetória circular **f.t** vezes. Em cada volta completa, o ângulo φ cresce de 2π . Assim temos:

$$\varphi = 2\pi.f.t = \omega.t$$
$$\omega = 2\pi f$$

sendo **f** número de oscilações por segundo ou **freqüência**, e ω , velocidade angular = número de oscilações em 2π segundos (chamada também "pulsação").





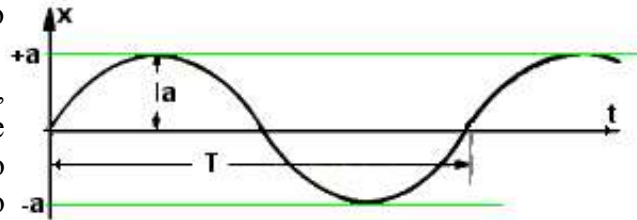
CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRONICA E ELETRICIDADE** (Apostila 5)

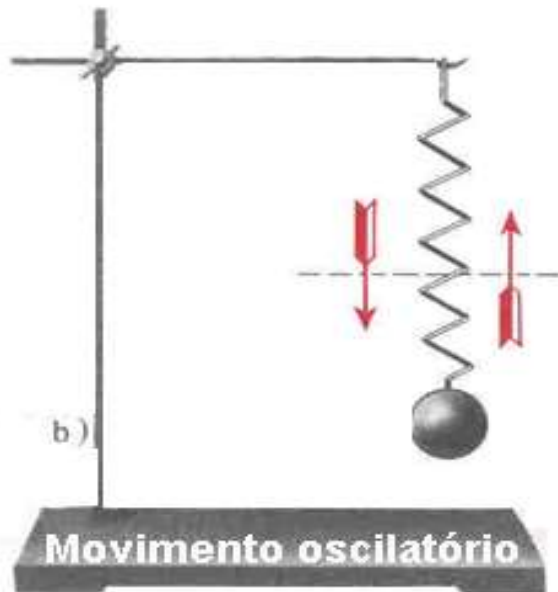
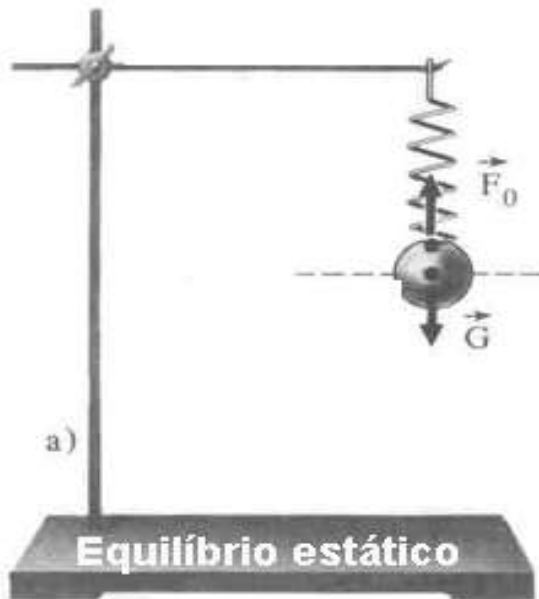
9

O diagrama posição-tempo no caso do movimento harmônico tem o aspecto da figura ao lado.

É uma curva senoidal, que se repete, portanto, periodicamente. O ponto material move-se sobre um segmento de reta ora num sentido, ora no oposto, a partir da posição de repouso, sendo o seu maior afastamento dessa posição de equilíbrio denominado amplitude do movimento = a .



Se deslocarmos a esfera para baixo, afastando-a da sua posição de equilíbrio, e depois a largarmos, veremos que ela fica animada de um movimento para cima e para baixo, em que a esfera se desloca sucessivamente para um lado e para o outro da sua posição de equilíbrio, um movimento oscilatório. Com o passar do tempo, as oscilações vão diminuindo, isto é, amortecem, até a esfera parar por completo, isto devido à atuação de forças resistentes.

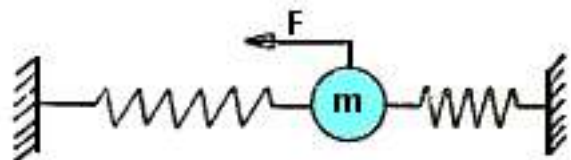


Oscilações forçadas

Um sistema vibratório livre executa, logo que é posto a oscilar, seu chamado movimento oscilatório próprio. Este, como vimos, tem uma determinada frequência circular, a frequência própria ω_0 , que é determinada somente pelas propriedades do sistema.

Se agora, porém, um tal sistema vibrante for submetido a oscilações, devidas à ação de uma força periódica externa $F = F_0 \text{ sen } \omega t$, será então sede das denominadas “oscilações forçadas”.

As oscilações resultantes tem a frequência da força externa e não as naturais do corpo. Uma seqüência de impulsos pode provocar uma oscilação de grande amplitude.





CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRONICA E ELETRICIDADE** (Apostila 5)

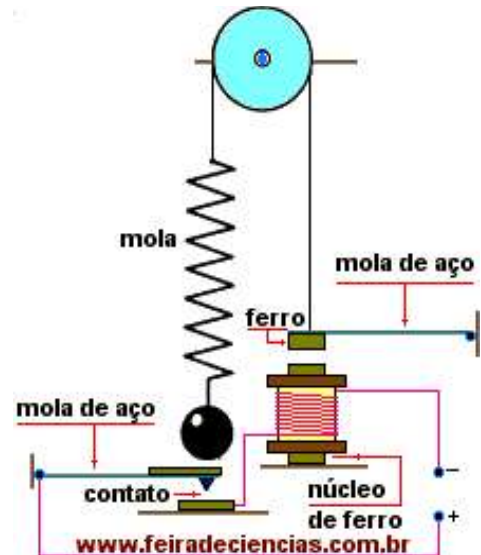
10

54 - descrever um experimento destinado a produzir uma oscilação forçada; (Apostila 5)

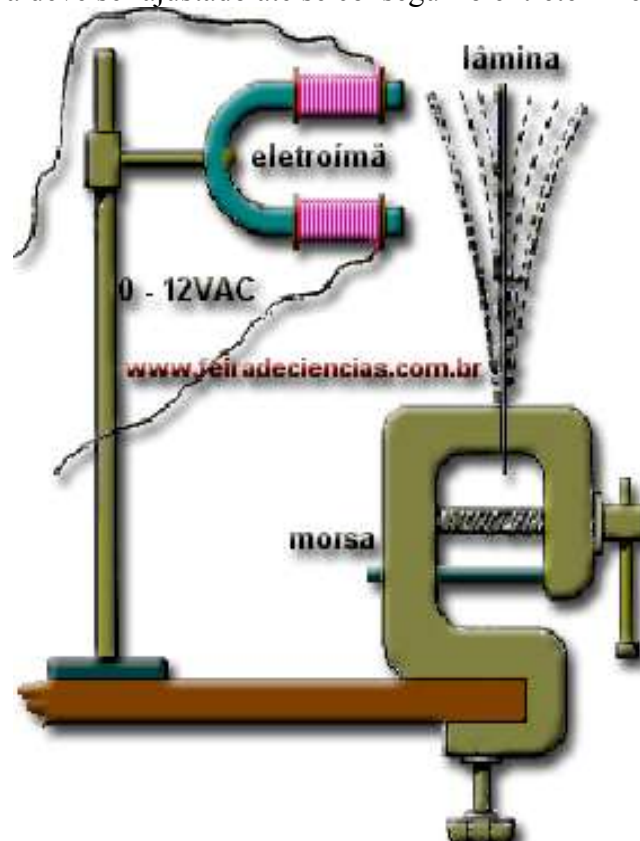
A proposta é ajustar esse equipamento, de modo que a esfera de chumbo (chumbada de pesca) fique oscilando ininterruptamente, demonstrando o efeito de uma oscilação forçada.

A esfera deve bater suavemente sobre a mola de aço e fechar o contato no momento de sua inversão de movimento; nesse instante o eletroímã é acionado, a armadura de ferro é atraída e dá um puxão na linha, restituindo a energia dissipada naquela oscilação.

Se o puxão é um tanto fraco a esfera não baterá novamente na mola de aço; se for muito forte, a amplitude pode passar do valor correto e o sistema entrará em ressonância. A substituição do sistema mecânico de ligação (mola/contato) por um sistema óptico permite melhor desempenho.



Na figura abaixo o eletroímã deverá ligar atraindo a lâmina e em seguida desligar liberando-a. O comprimento da lâmina deve ser ajustado até se conseguir o entretenimento das oscilações.





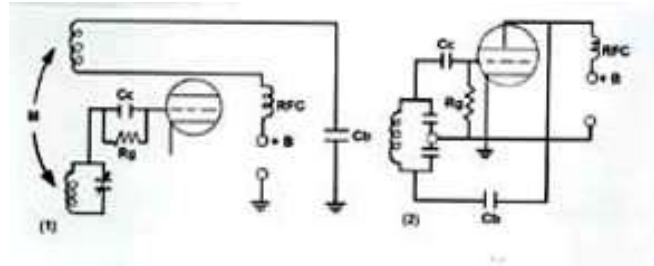
TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE
OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR
**CONHECIMENTOS BÁSICOS DE
ELETRONICA E ELETRICIDADE**
(Apostila 5)

55 - citar exemplos de Oscilação Forçada

No início da década de 1910, vários engenheiros como Reginald Fessenden, H.J.Proud, desenvolveram o primeiro circuito oscilador usando a então incipiente válvula termiônica, o triodo.

Desta forma aplicando-se uma realimentação positiva, com um triodo atuando como um

gerador de energia, obtinha-se um sinal na frequência de ressonância do seu circuito sintonizado, permitindo a emissão de ondas contínuas e, por conseguinte a comunicação em um único canal. Este tipo de circuito foi longamente aperfeiçoado por outros pesquisadores como E.H. Armstrong e E. Colpitts e R.V.L. Hartley.



Uso de um oscilador de tensão controlada para produzir um sinal de FM.

O capacitor, de forma repetitiva, carrega e descarrega sob o controle do regulador de corrente.

A quantidade de corrente fornecida por

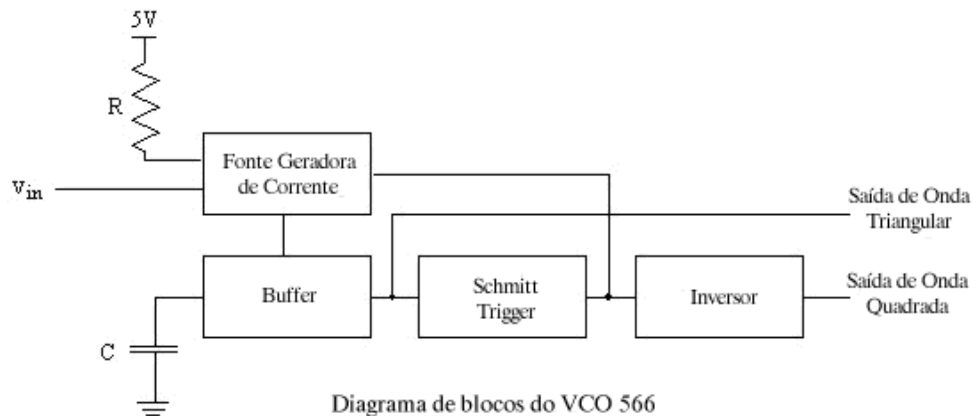
este módulo é determinada por v_{IN} e pelo resistor R. Visto que a quantidade de corrente determina a taxa de carga do capacitor, o resistor efetivamente controla o período da saída. A capacitância C também controla a taxa de carga.

A tensão do capacitor é a entrada ao Schmitt trigger o qual altera o modo do regulador de corrente quando se alcança uma certa corrente crítica (threshold). A tensão do capacitor então se dirige na direção oposta, gerando uma onda triangular.

A saída do Schmitt trigger fornece a saída de onda quadrada. Esses sinais podem, em seguida, ser filtrados a baixa passagem para produzir um sinal de FM senoidal.

A maior limitação do oscilador de tensão controlada é que ele pode apenas funcionar para pequeno alcance de frequências. Por exemplo, o CI 566 VCO funciona apenas com frequências de até 1MHz.

Uma pessoa oscilando em um balanço empurrado periodicamente por outra pessoa é um pêndulo forçado. O balanço, com a pessoa indo e vindo, tem sua frequência natural ω_0 . A pessoa, causando as oscilações forçadas, excita o balanço com uma frequência ω . Quando o balanço é estimulado com uma frequência muito próxima da sua frequência própria, isso lhe convém perfeitamente e ele tira daí a energia necessária para oscilar sem descanso.





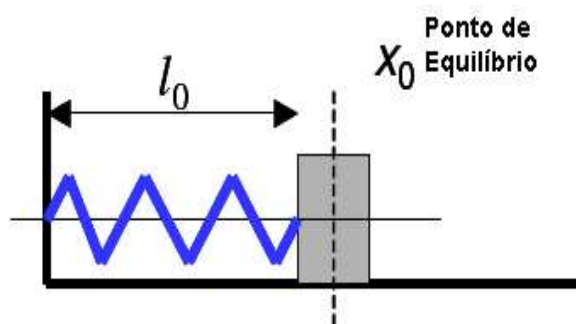
CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA E ELETRICIDADE** (Apostila 5)

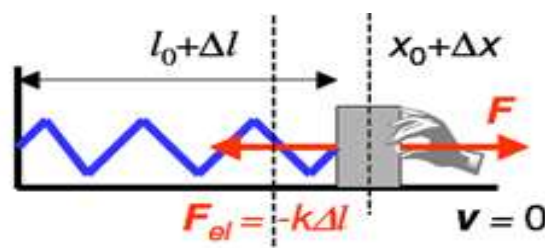
12

56 - definir e empregar conceitos usados na descrição de oscilação forçada: Excitador, Oscilador, Amplitude, Frequência de excitação, Frequência natural de oscilação e Amortecimento

Consideremos, para começar, um sistema simples composto por um bloco de massa m que desliza sem atrito numa superfície horizontal e que está ligado a uma parede através de uma mola com a constante elástica k (ver a figura). Quando a mola não está estendida nem comprimida, esta tem um comprimento l_0 e o bloco fica em posição x_0 sem se mover.



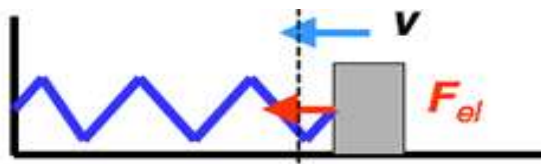
Vamos agora pegar no bloco com a mão e deslocá-lo para a posição $x = x_0 + \Delta x$ de modo que a mola fica estendida com um comprimento $l_0 + \Delta l$ (obviamente, $\Delta l = \Delta x$). Quem fizer esta experiência, verifica que é preciso fazer um esforço para estender a mola porque ela tem tendência de voltar ao comprimento natural.



Verifica-se, também, que este esforço é tanto maior quanto mais estendermos a mola. Em termos físicos, este fato experimental descreve-se com uma força, criada pela mola estendida e chamada *força elástica*, que atua no sentido contrário ao vetor Δl e que é proporcional ao valor absoluto do desvio do comprimento natural $F = -k\Delta l_{el}$

(quando esticamos a mola, a força elástica tenta comprimi-la, mas se a comprimirmos, a força elástica vai tentar a expandi-la). Esta lei é também conhecida como a *lei de elasticidade de Hooke* pelo nome de um físico inglês Robert Hooke que a descobriu em 1660.

Quando largamos o bloco, este entra em movimento no sentido ao x_0 , ganhando velocidade (ver a figura). O valor absoluto da força elástica diminui à medida que o comprimento da mola aproxima-se ao seu comprimento natural, l_0 .



Ao passar o ponto x_0 , o sentido da força elástica inverte-se.

Agora, a força elástica em vez de acelerar o bloco, como no início, contraria ao movimento fazendo com que o bloco desacelere e para num certo ponto à esquerda do x_0 . Mas a força elástica continua a atuar obrigando o bloco voltar.

O movimento terá um caráter repetitivo (periódico) e na ausência do atrito, como no nosso exemplo, vai continuar durante um tempo infinito. Este tipo de movimento chama-se movimento *oscilatório* e o ponto x_0 , em que a força elástica é igual a zero, chama-se *ponto de equilíbrio*.

Podemos já introduzir os parâmetros que caracterizam o movimento oscilatório.



CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRONICA E ELETRICIDADE** (Apostila 5)

13

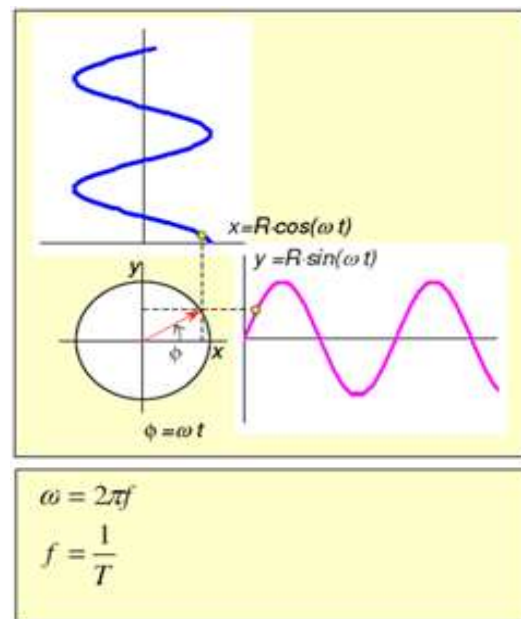
O desvio máximo do bloco da posição de equilíbrio – este é igual como à direita tanto à esquerda – chama-se *amplitude* de oscilação, A . O intervalo do tempo mínimo, em que o sistema volta ao estado inicial, chama-se *período*, T . É indiferente em que instante do tempo começar contar o período, mas é importante que o sistema tem que dar uma volta completa, regressar à mesma posição e mover-se no mesmo sentido.

O inverso do período chama-se frequência, $f = \frac{1}{T}$

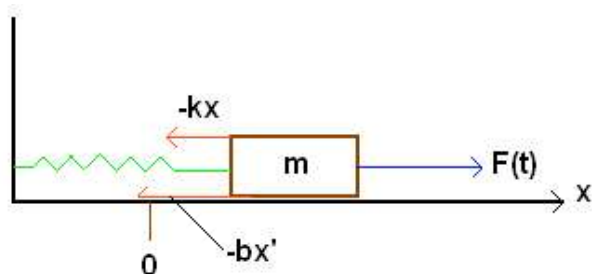
A frequência é igual ao número de oscilações (voltas completas) que o sistema efetua por 1 segundo. A unidade de frequência é um Hertz sendo $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$ (Heinrich Hertz é um físico alemão do século XIX que descobriu as ondas eletromagnéticas).

Frequência linear e frequência angular

Das duas frequências, a **frequência linear** tem um significado físico mais transparente – é o número de oscilações (voltas completas) que o sistema faz por 1 segundo. A frequência angular é 2π vezes isso. A razão porque surge o fator 2π é muito simples: porque este é o período das funções trigonométricas seno e cosseno. Porque é *angular*, então? Isto tem a ver com o fato que o movimento oscilatório pode ser visto como projeção do movimento circular no plano xy para um dos eixos (ver a figura). O termo *angular* vêm desta representação, o que faz todo o sentido para um movimento circular mas introduz alguma confusão no caso de movimento oscilatório dos sistemas lineares tais como o exemplo da mola acima.



Na figura ao lado vemos um corpo de massa m que se move sobre um plano, sujeito a três forças: uma força de *atrito* $-bx'$, (amortecimento) opondo-se ao movimento (se $b > 0$); uma força de *restauração* $-kx$ e uma força *aplicada* $F(t)$. Depois de um período breve, o movimento amortecido (movimento *transitório*) desaparece e só permanece um movimento com amplitude constante (movimento *estacionário*).



Ou seja, o oscilador forçado move-se finalmente não com sua frequência natural (ω_0), mas sim com a frequência ω da força externa que atua sobre ele, também chamada de **Frequência de Excitação**. Devido ao amortecimento, a oscilação estacionária (forçada) tem uma defasagem em relação à força aplicada.



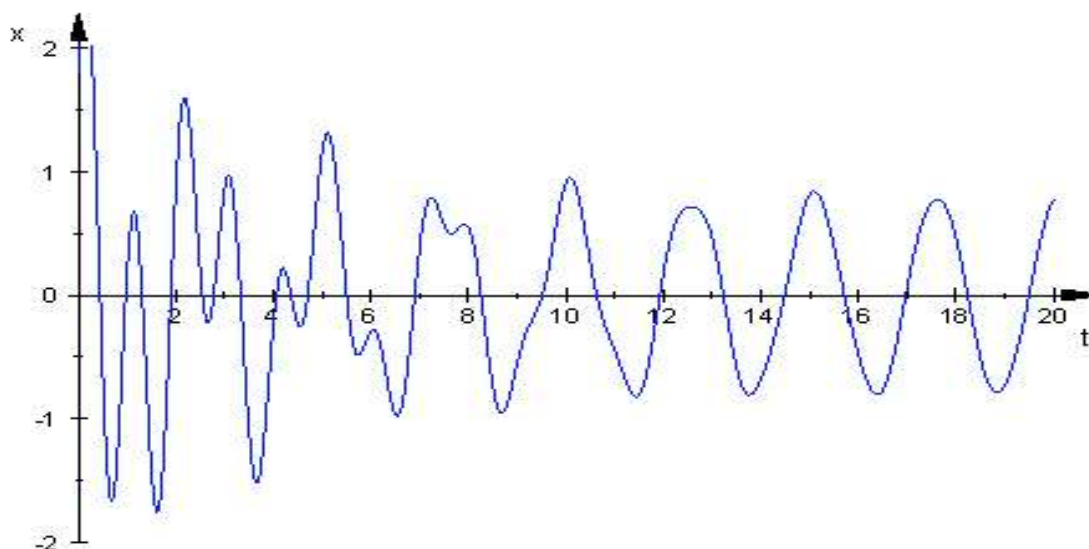
CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE
OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR

CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA E ELETRICIDADE

(Apostila 5)

14



A figura acima mostra um exemplo onde a fase transitória faz-se notar até quase 15 segundos. Depois de 15 s temos o regime permanente (estacionário). No geral temos uma oscilação livre e amortecida que dura, mais ou menos, 20 segundos.

O movimento estacionário é independente das condições iniciais, ele depende somente dos parâmetros do sistema e, obviamente, da força aplicada. O movimento transitório, porém, depende das condições iniciais.

57 - definir o conceito de Ressonância

Ressonância mecânica ou simplesmente ressonância é o fenômeno físico em que se registra a transferência de energia de um sistema oscilante para outro, quando a frequência do primeiro coincide com uma das frequências próprias do segundo.

Este fenômeno tem aplicações importantes em todas as áreas da ciência, sempre que há a possibilidade de troca de energia entre sistemas oscilantes.

A aplicação mais palpável é na área das telecomunicações, em que as ondas eletromagnéticas atuam como intermediárias na transmissão das informações do transmissor até o(s) receptor(es), constituindo-se o que se chama sinal.

Qualquer objeto material tem uma ou mais frequências nas quais "gosta" de vibrar: são as frequências naturais de vibração do objeto.

Quando o objeto é "excitado" por algum agente externo em uma de suas frequências naturais dá-se a ressonância: o objeto vibra nessa frequência com amplitude máxima, só limitada pelos inevitáveis amortecimentos.

Uma criança em um balanço nunca ouviu falar em ressonância mas sabe como usá-la. Num instantinho ela descobre qual é o momento certo de dobrar o corpo para aumentar a amplitude do movimento.

O corpo de um instrumento musical, um violão, por exemplo, é uma caixa de ressonância. As vibrações da corda entram em ressonância com a estrutura da caixa de madeira que "amplifica" o som e acrescenta vários harmônicos, dando o timbre característico do instrumento.



CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA E ELETRICIDADE** **(Apostila 5)**

15

Sem o corpo, o som da corda seria fraco e insosso. Em uma guitarra a ressonância é substituída, parcialmente, por efeitos eletrônicos.

Cada onda de rádio e TV que viaja pelo espaço tem uma frequência característica de vibração. E a onda de cada emissora tem uma frequência própria, diferente da frequência das demais emissoras. Os rádios antigos tinham um botão - o dial - para "sintonizar" as emissoras.

Hoje, com tudo virando digital, os botões não são de girar - são de apertar.

Sintonizar uma emissora significa fazer seu receptor de rádio ou TV entrar em ressonância com a onda da emissora.

Girando, ou apertando, o botão você modifica, de algum modo, a frequência natural de vibração do circuito eletrônico de seu receptor. Essa vibração não é mecânica, como nas molas, mas uma rápida variação nas correntes elétricas que percorrem o circuito.

Na ressonância, o receptor "capta" energia da onda de rádio ou TV com eficiência máxima e o sinal da emissora é reproduzido pelo receptor. As ondas das outras emissoras, com frequências diferentes, não estão em ressonância com o receptor e passam batidas, sem interagir com ele.

Às vezes, a ressonância pode ter consequências desagradáveis.

Dizem que algumas pessoas sentem enjôo ao viajar de carro por causa da ressonância entre as vibrações de baixa frequência do carro e seus órgãos digestivos, estômago e intestinos. Se isso for verdade, o remédio para essas pessoas é encher a barriga de água ou comida. Isso fará mudar a frequência natural desses órgãos internos e quebrará a ressonância.

Conta a lenda que um regimento de Napoleão entrou marchando em uma ponte e a frequência do compasso da marcha, por azar, coincidiu com a frequência natural de vibração da ponte. Deu-se a ressonância, a ponte passou a oscilar com grande amplitude e desabou.

A partir desse desastre os soldados passaram a quebrar o passo sempre que atravessam alguma ponte.

Esse caso pode ser só lenda, mas, uma ponte nos Estados Unidos desabou quando entrou em ressonância com o vento.

A ponte sobre o Estreito de Tacoma, logo após ser liberada ao tráfego, começou a balançar sempre que o vento soprava um pouco mais forte.

No dia 7 de Novembro de 1940 aconteceu a ressonância. Inicialmente, a ponte começou a vibrar em modos longitudinais, isto é, ao longo de seu comprimento. Até aí, tudo bem. Mas, logo apareceram os chamados "modos torsionais", nos quais a ponte balançava para os lados, se torcendo toda.

Na ressonância, a amplitude desses modos torsionais aumentou de tal forma que a ponte desabou.

Um estádio de futebol deve ser construído levando em conta a "vibração" das torcidas.

Se todo mundo começar a pular e bater os pés pode surgir uma ressonância com as estruturas das arquibancadas e acontecer uma tragédia.

Quando você for ao estádio lembre disso. Se notar que a estrutura está balançando anormalmente mande a turma toda parar de vibrar imediatamente.

A galera, sabendo que você é um entendido em matéria de ressonância, logo atenderá seu aviso. Se não, dê o fora de mansinho.



CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

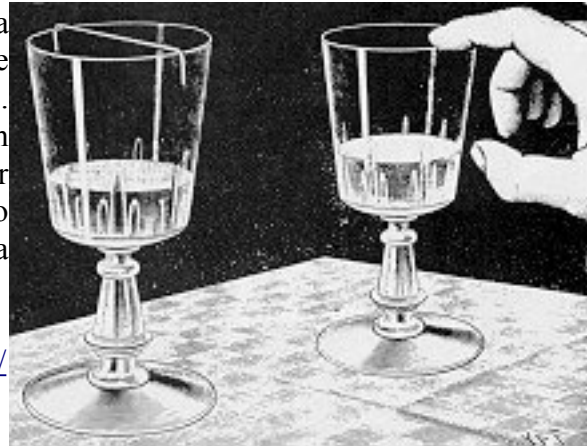
TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA E ELETRICIDADE** (Apostila 5)

16

Ponha duas taças idênticas com um pouco de água perto uma da outra. Entorte um pedaço de arame e coloque-o sobre a borda de uma das taças. Umedeça a ponta de seu dedo e esfregue-o com suavidade pela borda da outra taça. Se tudo der certo, você ouvirá um som grave e melodioso enquanto o arame começa a vibrar em ressonância com o som que você gerou.

(SEARA DA CIÊNCIA)

<http://www.seara.ufc.br/tintim/fisica/ressonancia/ressonancia6.htm>

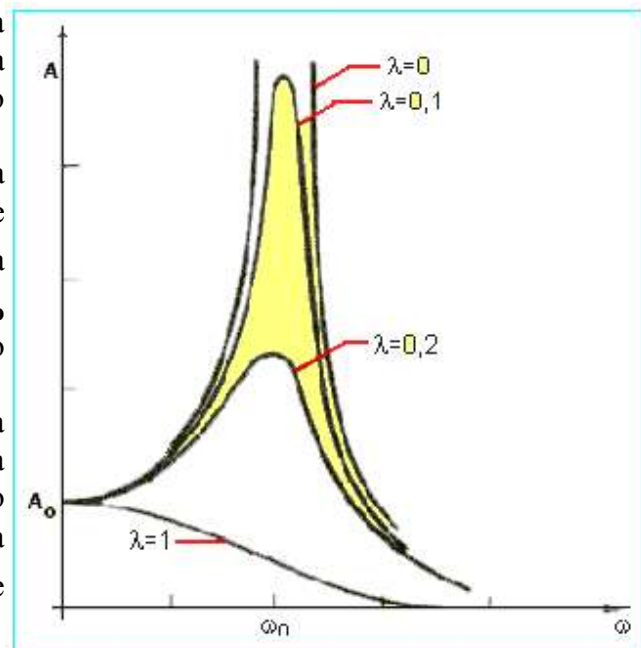


58 - formular a condição para a ocorrência de Ressonância quando existe Oscilação Forçada

Quando um corpo é submetido a uma força oscilatória externa, as oscilações resultantes tem a força da frequência externa e não a natural do corpo.

Vamos supor que esta força tem uma forma senoidal, sendo do tipo $F(t) = F_0 \cos(\omega t)$ já que qualquer função pode ser escrita como uma soma de funções senoidais (análise de Fourier). F_0 representa a amplitude da força e ω a sua pulsação (frequência angular).

Quando ocorre esta situação, o oscilador acaba sempre por oscilar com a frequência imposta pela força exterior, já que o atrito atenua a oscilação com a frequência própria ω_0 . Contudo, o sistema responde a esta imposição de maneira diferente para cada frequência ω_0 .



A curva A em função de ω representada acima depende de um fator λ (lambda) que se designa por **coeficiente de amortecimento**.

Para $\omega = 0$ a amplitude é A_0 , que representa a amplitude da oscilação na ausência da força exterior. O gráfico tem o seu máximo para $\omega \cong \omega_0$. Nesta zona de frequências a amplitude das oscilações é especialmente grande e a este fenômeno dá-se o nome de **ressonância**. No caso especial de o atrito ser nulo, $\lambda = 0$, para $\omega \cong \omega_0$ as oscilações têm amplitudes infinitas!

Vibrações dos edifícios

Com base neste estudo, podem construir-se edifícios anti-sísmicos limitando assim estragos que possam acontecer. Quando ocorre um sismo, uma construção é sujeita a uma força exterior, com uma determinada frequência (na realidade é uma sobreposição de várias frequências). Se o edifício



CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA E ELETRICIDADE** (Apostila 5)

17

tiver a sua frequência própria (também são várias) próxima das frequências impostas pelo sismo, as amplitudes tornam-se grandes e podem destruir edifícios. Existem duas formas para evitar a destruição sísmica: aumentar as forças resistivas de forma a diminuir as amplitudes das oscilações na zona de ressonância; evitar que a frequência própria das oscilações da construção seja próxima da das oscilações provocadas pelos sismos.

Existe uma fórmula empírica que fornece uma estimativa do período de oscilação própria de um edifício com H metros de altura e L metros de largura da base, considerando-a quadrada.

$$T_0 = \frac{0,09H}{\sqrt{L}} \text{ segundos}$$

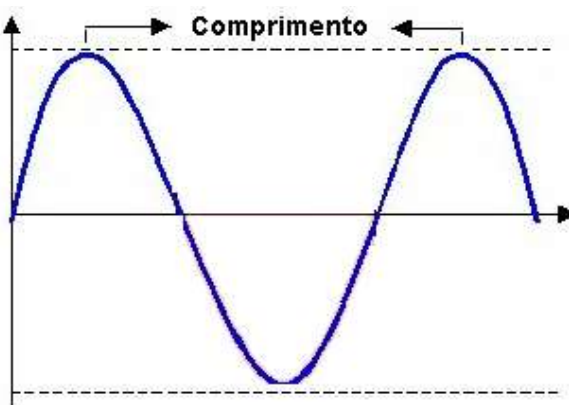
A título de curiosidade, podemos calcular facilmente o período de oscilação própria da Torre Eiffel. Sendo $H = 312\text{m}$ e $L = 125\text{m}$, então $T_0 \cong 2,5 \text{ s}$.

59 - definir os conceitos Comprimento de Onda, Frequência, Velocidade de Propagação e Amplitude de uma onda

Comprimento de onda

Como sabemos uma onda é uma sucessão de altos e baixos, sendo que a distância entre dois altos consecutivos chamamos de comprimento de onda. Uma onda típica de TV tem comprimento da ordem de 1 metro enquanto a da luz visível tem comprimento menor que um milionésimo do metro.

O comprimento de onda λ tem uma relação inversa com a frequência f , a velocidade de repetição de qualquer fenômeno periódico.



Frequência

É a quantidade de ciclos por segundo de uma onda em propagação. É medida em Hz (Hertz).

Considere o evento "dar a volta em torno de si mesmo". Suponha que leve 0,5 segundos para que esse evento ocorra. Esse tempo é o seu período (T).

Com isso, podemos deduzir que em 1 segundo o evento ocorrerá duas vezes, ou seja, será possível "dar duas voltas em torno de si mesmo". Nesse caso, sua frequência é de 2 vezes por segundo, ou 2 Hz ($2 \times 0,5 \text{ s} = 1 \text{ s}$).

Imagine agora que seja possível realizarmos esse mesmo evento em 0,25 segundos. Conseqüentemente, em um segundo ele ocorrerá 4 vezes, fazendo com que a frequência passe a ser de 4Hz ($4 \times 0,25 \text{ s} = 1 \text{ s}$).

Perceba que o tempo considerado para frequência é sempre o mesmo, ou seja, 1 segundo. O que varia é o período do evento, que no primeiro caso foi de 0,5 s e no segundo de 0,25 s.

Assim sendo, para sabermos quantas vezes o evento ocorre em 1 segundo precisamos saber quantas vezes ele "cabe" dentro desse segundo.



CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA E ELETRICIDADE** (Apostila 5)

18

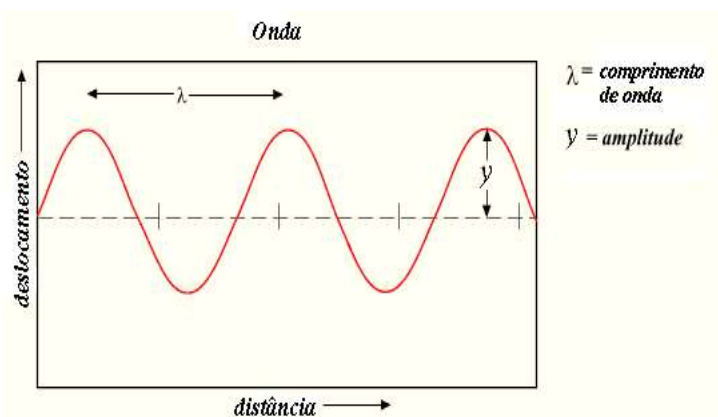
Velocidade de Propagação

O comprimento de onda é igual à velocidade da onda dividida pela frequência da onda. Quando se lida com radiação eletromagnética no vácuo, essa velocidade é igual à velocidade da luz 'c', para sinais (ondas) no ar, essa velocidade é a velocidade a que a onda viaja.

Amplitude

Amplitude é uma medida escalar não negativa da magnitude de oscilação de uma onda. No diagrama ao lado:

A distância Y , é a amplitude da onda, também conhecida como "pico de amplitude" para distinguir de outro conceito de amplitude, usado especialmente em engenharia elétrica: root mean square amplitude (ou amplitude rms), definida como a raiz quadrada da média temporal da distância vertical entre o gráfico e o eixo horizontal.



O uso de "pico de amplitude" não é ambíguo para ondas simétricas e periódicas como senóides, onda quadrada e onda triangular. Para ondas sem simetria, como por exemplo pulsos periódicos em uma direção, o termo "pico de amplitude" torna-se ambíguo pois o valor obtido é diferente dependendo se o máximo valor positivo é medido em relação à média, se o máximo valor negativo é medido em relação à média ou se o máximo sinal positivo é medido em relação ao máximo sinal negativo e dividido por dois. Para ondas complexas, especialmente sinais sem repetição tais como ruído, a amplitude rms é usada frequentemente porque não tem essa ambiguidade e também porque tem um sentido físico. Por exemplo, a potência transmitida por uma onda acústica ou eletromagnética ou por um sinal elétrico é proporcional à raiz quadrada da amplitude rms (e em geral, não tem essa relação com a raiz do pico de amplitude).

Rádio, é a nomenclatura para definir uma forma de energia eletromagnética, que viaja ao redor do espaço em uma velocidade de 3 milhões de metros por segundo, o que equivale dizer, 300.000 Km por hora. Se você jogar uma pedra em uma poça d'água, verá que ao redor da periferia do ponto de contato, surgirão ondas iguais, perfeitas e síncronas, que caracterizam o impulso físico resultante do atrito da pedra com a superfície da água. As ondas de rádio viajam ao redor do espaço pelo mesmo princípio. Quando um equipamento chamado "transmissor" produz oscilações capazes de gerar ondas eletromagnéticas capazes de se "desprender" dele, por meio de uma antena, chamamos este circuito de transmissor de rádio.

A energia eletromagnética pode ser utilizada para transmitir vozes, música, e todos os outros tipos de comunicações que estas ondas puderem suportar, como televisão, telefones celulares, radares e outros equipamentos eletro-eletrônicos que comportem em seus sistemas, ondas de rádio para funcionar.



CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA E ELETRICIDADE** **(Apostila 5)**

19

Comprimento de uma Onda de Rádio.

Todas as ondas de rádio viajam a velocidade da luz, mas estas mesmas manifestações, possuem qualidades específicas de acordo com sua origem e sua frequência de oscilação (repetição de geração por tempo definido). Isto é muito importante porque esta qualidade de comprimento ondulatorio, define as qualidades e aplicações destas ondas para fins específicos nas telecomunicações. De acordo com o tamanho deste campo magnético gerado por uma onda, é que poderemos determinar o quanto e como, uma onda de rádio poderá se propagar no espaço. Seja por linha reta, seja por área de cobertura, seja por reflexão celeste. Uma onda de rádio é comumente identificada por um outro valor determinado, conhecido como ciclo ou frequência.

Frequência, é o número de ciclos (ou ondas) emitido pelo gerador de ondas eletromagnéticas (transmissor) num tempo padronizado em 1 segundo. Por convenção internacional, Hertz é a medida de ciclos por segundo, ou frequência de oscilação por segundo. 1000 ciclos por segundo equivalem a um Kiloherz (Khz), e 1 milhão de ciclos por segundo equivalem a 1 Megahertz (Mhz). Logo, um Megahertz equivale a 1000 Kiloherz. Por exemplo, a frequência de 9,85 Mhz equivalem nestas medidas, a uma frequência de 9.850 Khz. Estes múltiplos parecem ser complicados, mas estamos no dia-a-dia mais acostumados a usar suas abreviações. No FM mesmo, encontramos emissoras que emitem de 88,1 a 107,9 MHz, o que quer dizer da mesma forma, de 88.100 a 107.900 Khz. Na cidade de São Paulo, por exemplo, a Rádio Kiss FM transmite nos 102,1 Mhz, o que significa que esta frequência equivale aos 102.100 Khz, assim por diante.

Comparando Frequência de Rádio, Potência e Comprimento de Onda

Comprimento e frequência, são parâmetros iguais para medir a mesma coisa: ondas eletromagnéticas, ou onda de rádio como melhor nos convir. Quanto maior a frequência, menor o comprimento. Este princípio pode ser melhor entendido quando visto pelo seguinte ponto de vista: a partir do momento em que todas as ondas de rádio viajam à mesma velocidade e são produzidas em intervalos separados em um segundo, podemos produzir ondas de rádio em infinitas frequências (mais ou menos oscilações), e portanto, ondas de rádio com mais ou menos energia agregada às suas oscilações. Imaginando-se que fosse possível produzir uma única onda de rádio (oscilação) e fosse possível soltá-la individualmente no espaço, quando esta onda de rádio estiver a 300.00 km de distância, o seu final ainda estaria junto da antena, e só após o desprendimento da primeira onda é que a Segunda oscilação de rádio começaria a se desprender e viajar livremente no espaço. É sobre este fator de desprendimento, mais ou menos intenso que escutamos referências rotuladas de Potência Irradiada. Neste caso, Potência é o valor em Watts que justifica a intensidade pela qual uma onda de rádio consegue se desprender da antena e oscilar no espaço. Quanto mais energia o oscilador local puder gerar, mais intenso é o campo magnético desprendido, e com isso, as ondas de rádio geradas pela antena são mais efetivamente transmitidas. Em Ondas Médias, por exemplo, transmissores pequenos usam regimes (padrões) de potência irradiada em múltiplos de 250 Watts. Logo, encontramos emissoras que operam com transmissores de 250, 500, 1000, 5000 Watts e assim por diante. Válido lembrar que o regime de transmissão diretamente afetado por fatores de propagação, e por isso, a potência irradiada durante o dia é diferente no período noturno. À noite, quando a propagação de rádio está propícia às grandes distâncias, estes mesmos transmissores tendem a operar com potência reduzida, de metade ou um quarto de potência, de acordo com o tipo de transmissor instalado, antenas ou os quesitos da própria licença de operação da emissora, que



CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRONICA E ELETRICIDADE** (Apostila 5)

20

pode sair do ar durante a madrugada.

Quando falamos em comprimento de onda, estamos querendo justificar às ondas de rádio, uma qualidade elétrica que as caracteriza por suas propriedades de propagação. Logo, frequências de rádio mais altas (menores valores em metros de onda), se propagam mais eficientemente no espaço para atingir grandes distâncias, enquanto frequências de rádio mais baixas são usadas para cobertura regional. É muito importante dizer que estes fatores elétricos não são os únicos que determinam sua utilização, em vista de que potência irradiada e cobertura de área são tão importantes, como quaisquer outros fatores de transmissão.

É por isso, que encontramos emissoras de rádio transmitindo nas Ondas Curtas em faixas de 19, 16 e 13 metros, onde estas transmissões são voltadas à transmissões intercontinentais de média potência e nas transmissões regionais, as emissoras nacionais que atendem boa parte do território transmitem nos 49 e 62 metros, onde frequências mais baixas são mais eficientes por causa dos fatores diversos de propagação versus potência irradiada.

60 - citar experimentos com os quais pode-se determinar as grandezas acima mencionadas

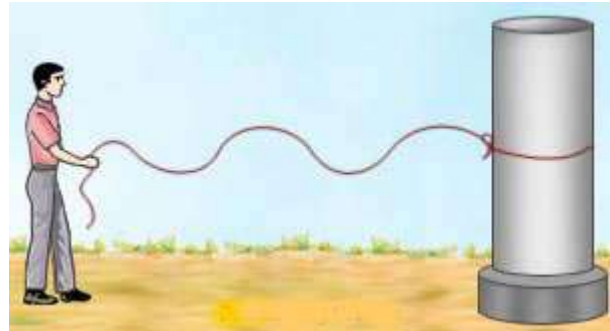
Velocidade de Propagação

Efetuando-se um movimento brusco na extremidade de uma corda mantida reta, ela é percorrida por um pulso. A velocidade de propagação do pulso pode ser determinada.

$$v = \Delta s / \Delta t$$

Δs = distância

Δt = tempo



Frequência

TUBOS VIBRANTES

Instrumentos sonoros de sopro podem ser constituídos de tubos abertos nas duas extremidades, como é o caso de uma flauta, ou fechados em uma extremidade, como é o caso dos tubos de um órgão. O comprimento de onda das ondas sonoras que são produzidas por esses dois tipos de tubos é bastante diferente.

No caso de tubos abertos nas duas extremidades, a frequência fundamental corresponde a um comprimento de onda que é o dobro do comprimento L do tubo, ou seja, $\lambda_1 = 2L$

Os harmônicos sucessivos têm comprimentos de onda na mesma razão que os de uma corda vibrante, ou seja, $\lambda_n = 2L/n$ tomando n os valores sucessivos 1, 2, 3, ...

As frequências correspondentes são dadas por $f_n = v/\lambda_n$, ou seja, $f_n = nv/2L$

onde v é a velocidade de propagação do ar contido no tubo.

Podemos admitir, em primeira aproximação, que $v = 340$ m/s, que corresponde à velocidade no ar seco a 15° C e pressão normal. Se diminuirmos a pressão, a velocidade de propagação diminui, de modo que, por exemplo, uma flauta produz frequências menores (sons mais graves) no topo de uma montanha do que ao nível do mar.



CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA E ELETRICIDADE** (Apostila 5)

21

No caso de tubos fechados em uma extremidade, a frequência fundamental corresponde a um comprimento de onda que é quatro vezes o comprimento L do tubo, ou seja, $\lambda_1 = 4L$

Os harmônicos sucessivos têm comprimentos de onda decrescentes na mesma razão que os de uma corda vibrante, ou seja, $\lambda_n = 4L/n$ tomando n os valores sucessivos 1, 2, 3, ...

As frequências correspondentes são dadas por $f_n = v/\lambda_n$, ou seja, $f_n = nv/4L$

onde v é a velocidade de propagação do ar contido no tubo.

Neste caso, também, podemos admitir, em primeira aproximação, que $v = 340$ m/s, que corresponde à velocidade no ar seco a 15° C e pressão normal. Se diminuirmos a pressão, a velocidade de propagação diminui, de modo que, por exemplo, um órgão produz frequências menores (sons mais graves) no topo de uma montanha do que ao nível do mar.

61 - usar a equação $C = l f$ para calcular uma das grandezas, quando as outras duas são dadas

Deseja-se construir um órgão que emita as seguintes frequências (Hz):

dó3 $f=261,000$

ré3 $f=293,625$

mi3 $f=326,250$

fá3 $f=348,000$

sol3 $f=391,500$

lá3 $f=435,000$

si3 $f=489,375$

Calcular o comprimento de cada tubo de ar, fechado em uma extremidade, considerando a velocidade de propagação igual a 340m/s.

Para o harmônico fundamental vale a relação $L=v/4f$ de modo que, introduzindo os valores das sete notas musicais acima fornecidos (Base do Diapason Normal), obtemos os comprimentos dos sete tubos:

dó3 $L=0,32567$ m

ré3 $L=0,28948$ m

mi3 $L=0,26054$ m

fá3 $L=0,24425$ m

sol3 $L=0,21711$ m

lá3 $L=0,19540$ m

si3 $L=0,17369$ m

Fica evidente que:

a) um tubo de maior comprimento emite um som fundamental de menor frequência (mais grave)

b) a relação entre os comprimentos dos tubos é o inverso da relação entre as frequências das notas musicais. Por exemplo, o comprimento do tubo da nota ré é igual a $8/9$ do comprimento do tubo da nota dó, isto é, no caso deste exemplo, $0,28948=0,32567 \times (8/9)$. Existe uma diferença após a quinta casa decimal em virtude da aproximação feita no cálculo das frequências.

c) se desejarmos emitir sons de frequências n vezes maiores daquelas constantes dos valores acima,



CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRONICA E ELETRICIDADE** (Apostila 5)

22

devemos dividir por n o tamanho dos tubos.

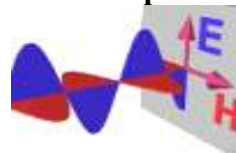
d) se desejarmos emitir sons de frequências n vezes menores daquelas constantes dos valores acima, devemos multiplicar por n o tamanho dos tubos.

e) na fabricação de um órgão comercial os valores obtidos não são reais pois, no caso, fórmulas mais elaboradas são utilizadas, além de valores empíricos que levam em conta fatores como o material do tubo, sua rugosidade interna, sua rigidez, seu diâmetro e outros fatores construtivos do órgão.

62 - distinguir Ondas Transversais de Ondas Longitudinais e dar exemplos

Basicamente existem dois tipos de ondas, as **ondas transversais** e as **longitudinais**.

Vamos ver as diferenças que existem entre elas.



Ondas Transversais

Esta onda tem a forma que vemos na figura ao lado. Será que você consegue imaginar uma situação onde ela ocorra ?



Uma onda no mar ou uma corda balançando possuem esta aparência. A característica principal deste tipo de onda é a seguinte:

"A onda está propagando-se da esquerda para a direita, na horizontal, mas qualquer ponto da corda move-se para cima e para baixo, na vertical (repare no movimento de subida e descida da pontinha da corda). Como a direção de propagação da onda é perpendicular, ou seja, forma um ângulo de 90° com a direção de oscilação de qualquer ponto sobre a corda, dizemos que ela é transversal"

Vamos analisar um exemplo para que possamos entender melhor as ondas transversais.

Imagine uma praia com ondas. É fácil perceber que uma onda possui certa velocidade, e que ela inicia seu movimento no oceano vindo quebrar na praia. É claro portanto que elas podem mover-se de um lugar para o outro. Se você estiver dentro da água, e uma onda passar por você antes dela "estourar", que movimento seu corpo irá realizar ? Pense bem antes de responder.

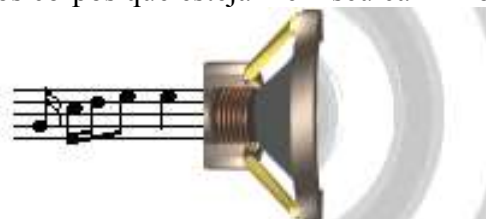
Isso mesmo, seu corpo irá subir e depois descer. Se a onda ainda não estourou você não conseguirá acompanhá-la, a direção do seu movimento é diferente da direção do movimento dela. Ela vai para frente enquanto você sobe e desce. Ondas que fazem isso são conhecidas como **ondas transversais**.

Ondas Longitudinais

Este tipo de onda move-se na mesma direção de oscilação dos corpos que estejam em seu caminho.

Ondas longitudinais são aquelas em que a vibração ocorre na mesma direção do movimento. Um exemplo são as ondas sonoras.

Marolas na superfície de um lago são na realidade uma combinação de ondas transversais e longitudinais, então os pontos na superfície realizam percursos elípticos.





63 - definir o conceito de Interferência (Superposição de ondas de mesmo Comprimento de Onda) e citar exemplos

Como exemplo, considere duas ondas propagando-se conforme indicam as figuras:

Supondo que atinjam o ponto P no mesmo instante, elas causarão nesse ponto uma perturbação que é igual à soma das perturbações que cada onda causaria se o tivesse atingido individualmente, ou seja, a onda resultante é igual à soma algébrica das ondas que cada uma produziria individualmente no ponto P, no instante considerado.

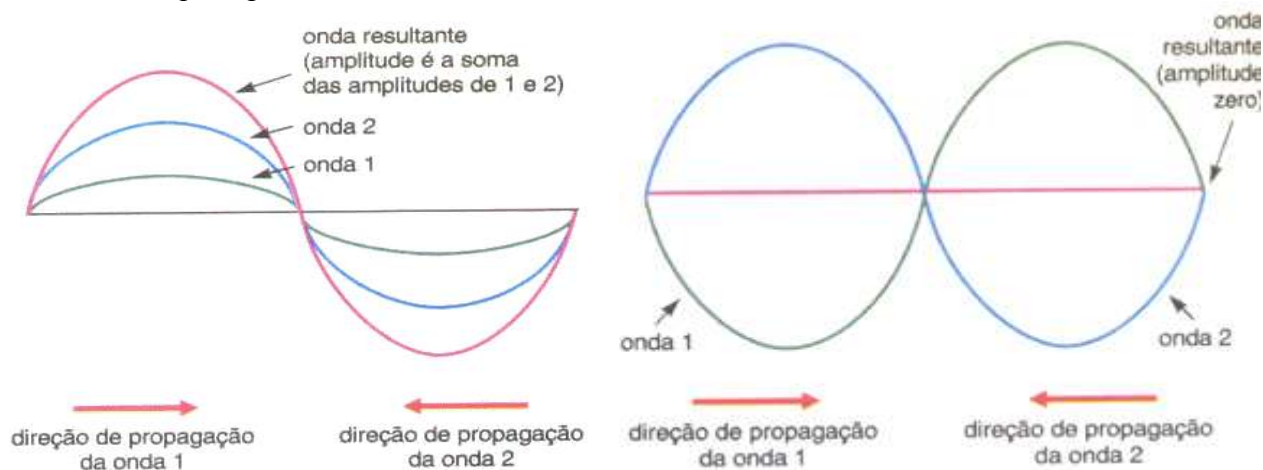


Após a superposição, as ondas continuam a se propagar com as mesmas características que tinham antes.

Os efeitos são subtraídos (soma algébrica), podendo-se anular no caso de duas propagações com deslocamento invertido.

Em resumo:

- Quando ocorre o encontro de duas cristas, ambas levantam o meio naquele ponto; por isso ele sobe muito mais.
- Quando dois vales se encontram eles tendem a baixar o meio naquele ponto.
- Quando ocorre o encontro entre um vale e uma crista, um deles quer puxar o ponto para baixo e o outro quer puxá-lo para cima. Se a amplitude das duas ondas for a mesma, não ocorrerá deslocamento, pois eles se cancelam (amplitude zero) e o meio não sobe e nem desce naquele ponto.





CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA E ELETRICIDADE** (Apostila 5)

24

64 - estabelecer as condições para a existência de Interferência Construtiva e Interferência Destrutiva

Quando jogamos uma pedra num lago tranquilo, observamos o surgimento de uma onda circular que se propaga no lago. Porém se jogarmos simultaneamente duas pedras separadas a uma distância considerável uma da outra, resultará na formação de duas frentes de ondas que se interferirão ao se encontrarem. Caso a produção destas perturbações adquiram um caráter periódico, ocorrerá a formação de uma figura de interferência, onde nos pontos onde existe a superposição entre duas cristas ou duas depressões existe a interferência construtiva. Já nos pontos onde se encontram uma crista e uma depressão, ocorre interferência destrutiva.

Um exemplo de interferência de ondas num sistema bidimensional poderá ser demonstrado a partir da excitação simultânea de dois auto-falantes ligados a um mesmo gerador de sinais.

Um espectador que andar pelo recinto no qual foram colocados estes dois auto-falantes notará

pelo ouvido, pontos onde o som torna-se mais forte (interferência construtiva) e mais fraco (interferência destrutiva). Na realidade, a interferência destrutiva não acontece pois as paredes e os outros objetos do recinto refletirão uma parte do som neles projetado, preenchendo ou então diminuindo os efeitos de interferência destrutiva.

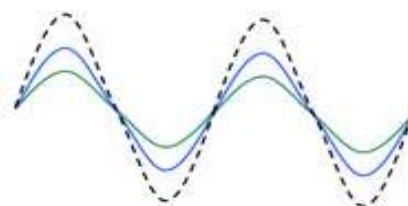
Para que ocorra interferência destrutiva entre dois movimentos ondulatórios que chegam simultaneamente num dado ponto, ou seja, para que se extingam mutuamente, é necessário que:

- cheguem segundo a mesma direção,
- as vibrações ocorram lugar num mesmo plano,
- as vibrações tenham a mesma amplitude e
- tenham uma diferença de fase de meio-período ou de um múltiplo ímpar de semi-períodos.

Se as condições acima não são obedecidas, a amplitude do movimento resultante, soma geométrica das duas componentes, não poderá ser constantemente nula e não ocorrerá interferência destrutiva total.

Para que isso ocorra os raios que se interferem devem ser provenientes de uma mesma fonte luminosa assim, as alterações experimentadas por um dos raios serão idênticas às experimentadas pelo outro. Raios de luz provenientes de focos distintos nunca determinarão total interferência destrutiva uma vez que o plano de vibração muda de modo contínuo e, como se verificam bilhões de vibrações por segundo, será impossível que ocorra coincidência constante entre os planos de vibração e seus valores de amplitude.

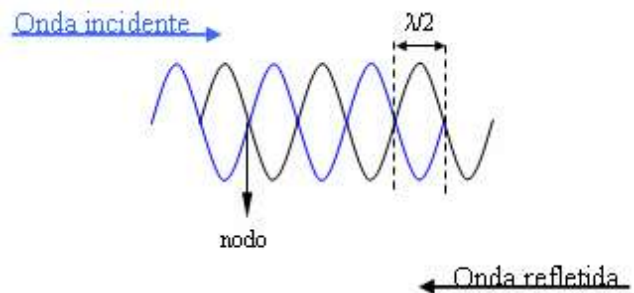
Um exemplo é a passagem de dois pulsos deslocando-se em sentidos contrários, mas numa mesma direção de propagação. Um deles é representado pela cor azul e o outro pela cor verde. Quando as duas ondas atingem o mesmo ponto temos a “soma” ou o reforço das duas amplitudes, representada pelos pontilhados. Nesse caso temos **interferência construtiva** como mostrado na figura ao lado.





65 - descrever a geração de uma Onda Estacionária a partir de uma Onda Incidente e de uma Onda Refletida

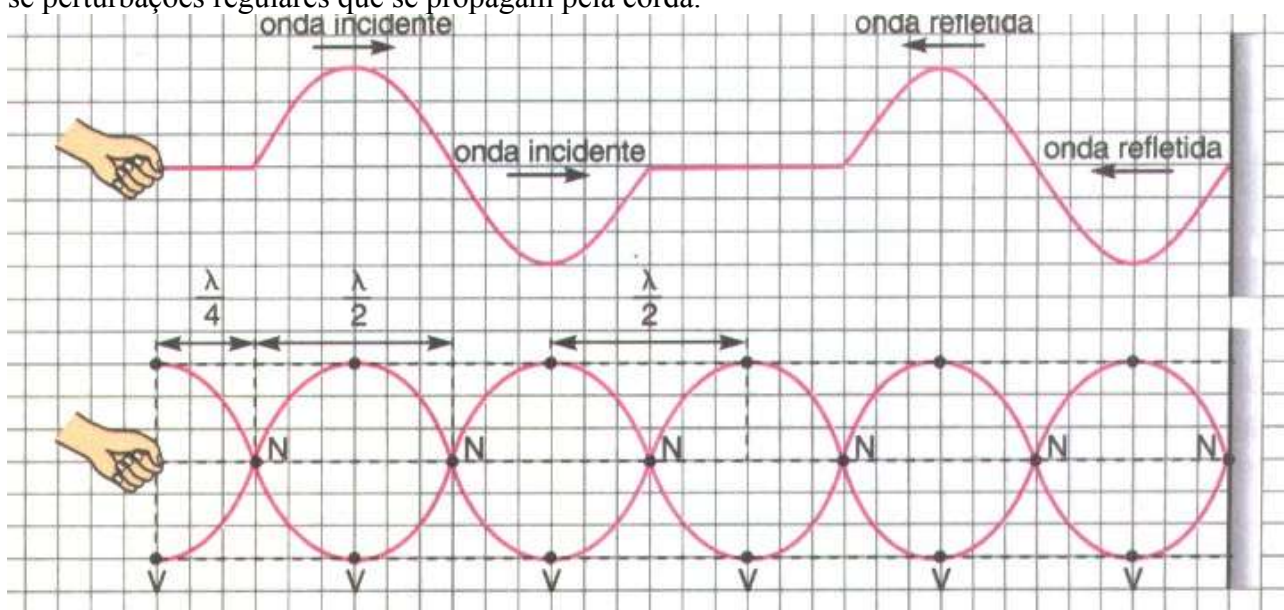
Vejamos outro resultado da interferência: Quando prendemos as duas extremidades da corda em dois pontos fixos e provocamos pulsos contínuos vibrando rapidamente, as ondas incidentes e refletidas em cada extremidade se superpõem formando uma “onda estacionária” como mostrado na figura ao lado. Recebe este nome, pois alguns pontos dessa onda permanecem em repouso, estes, são chamados de *nodos*.



Os demais pontos oscilarão em torno da sua posição de equilíbrio com uma amplitude que varia de zero nos nodos até uma amplitude máxima na região central, entre dois nodos vizinhos. As regiões que oscilam com amplitude máxima são chamadas de *ventres*.

Pode-se obter uma onda estacionária através de uma corda fixa numa das extremidades.

Com uma fonte faz-se a outra extremidade vibrar com movimentos verticais periódicos, produzindo-se perturbações regulares que se propagam pela corda.



Em que: N = nós ou nodos e V= ventres.

Ao atingirem a extremidade fixa, elas se refletem, retornando com sentido de deslocamento contrário ao anterior.

Dessa forma, as perturbações se superpõem às outras que estão chegando à parede, originando o fenômeno das *ondas estacionárias*.

Uma onda estacionária se caracteriza pela amplitude variável de ponto para ponto, isto é, há pontos da corda que não se movimentam (amplitude nula), chamados nós (ou nodos), e pontos que vibram com amplitude máxima, chamados *ventres*.

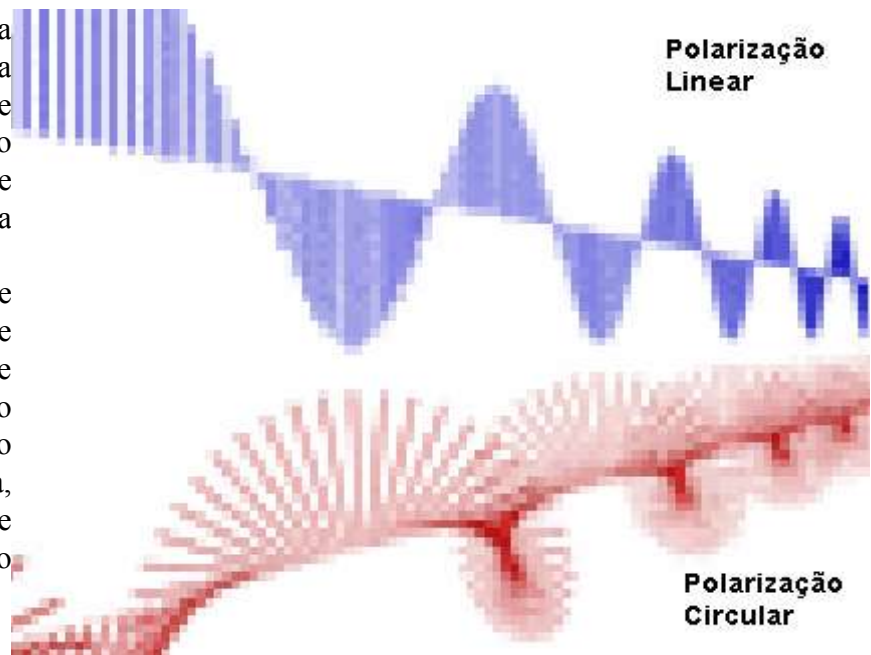
É evidente que, entre nós, os pontos da corda vibram com a mesma frequência, mas com amplitudes diferentes.



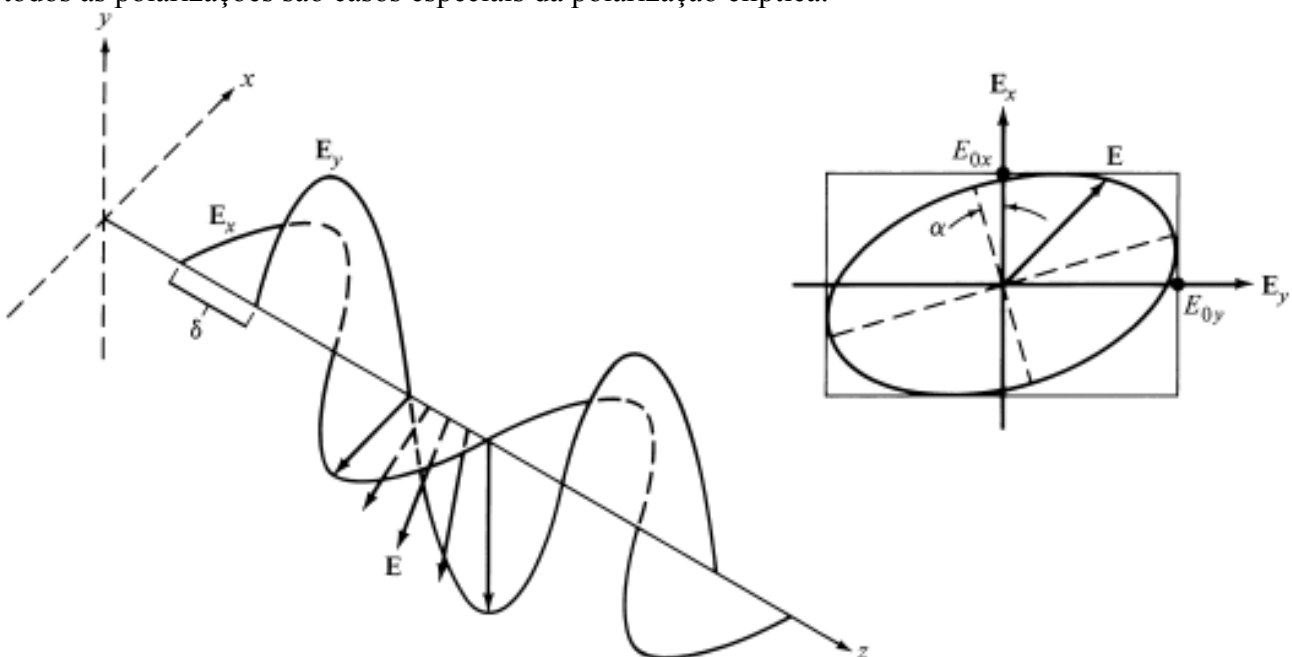
66 - definir os conceitos de Polarização Linear, Polarização Circular e Polarização Elíptica

A polarização da onda eletromagnética é a curva traçada pela ponta da flecha que representa o vetor instantâneo do campo elétrico. O campo deve ser observado ao longo da direção de propagação.

Existem três tipos de polarização, linear, circular e elíptica. Se o vetor que descreve o campo elétrico num ponto do espaço como função do tempo está sempre sobre uma linha, que é normal à direção de propagação, o campo é dito polarizado linearmente.



Se o vetor do campo elétrico tiver sempre a mesma amplitude e, se observado ao longo do eixo de propagação, descrever uma trajetória circular, o campo é dito polarizado circularmente. E por último, se o vetor de campo elétrico variar a sua amplitude e, se observado ao longo do eixo de propagação, descrever uma trajetória elíptica, o campo é dito polarizado elípticamente. Na verdade, todos as polarizações são casos especiais da polarização elíptica.





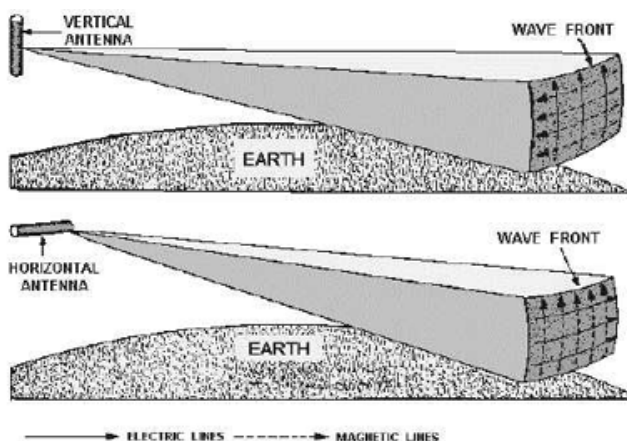
TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE
OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR
**CONHECIMENTOS BÁSICOS DE
ELETRONICA E ELETRICIDADE**
(Apostila 5)

27

A Polarização em Antenas

A antena tem dois campos, o campo elétrico e o campo magnético, estes estão em fase no tempo mas desfasados de 90° no espaço (são perpendiculares). A polarização da antena é dada pelo campo elétrico, como podemos observar na figura ao lado.

A polarização é importante, pois em certas transmissões a antena receptora tem de ter a mesma polarização da antena emissora, caso contrário a transmissão pode tornar-se impossível.



Polarização vertical

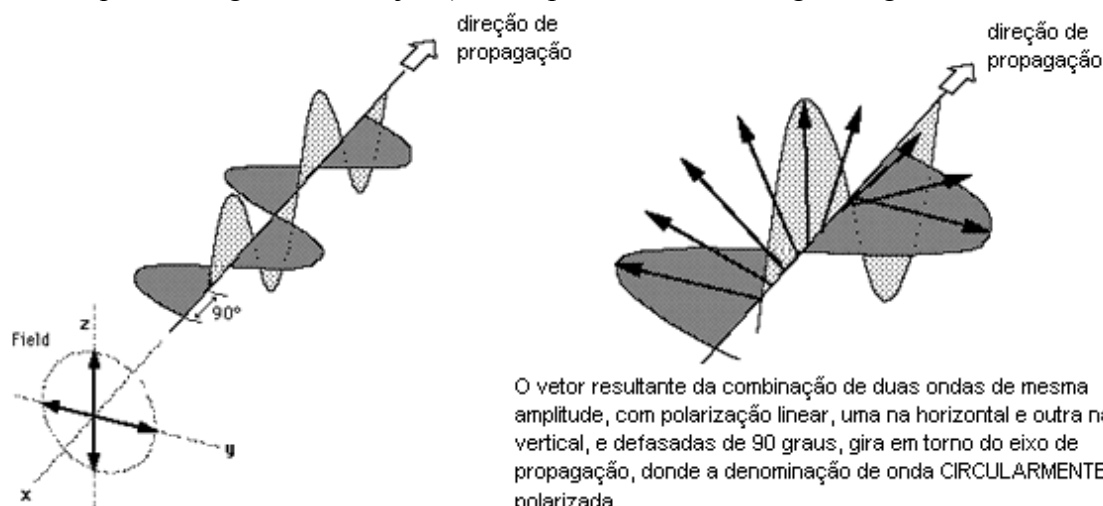
A polarização vertical permite a propagação omnidirecional, muito utilizada para comunicações em movimento, por exemplo a emissão da rádio. Também em zonas urbanas, que normalmente tem um alto nível de radiações eletromagnéticas em VHF e UHF (televisão) e que normalmente tem polarizações horizontais, pelo que esta polarização vertical está menos sujeita a ruídos. Normalmente, com esta polarização, a frequência de trabalho está abaixo dos 100 MHz.

Polarização horizontal

A polarização horizontal permite a propagação direcional ou bidirecional. Com isto podemos reduzir interferências de outras direções. A polarização horizontal é menos sujeita a perdas em zonas urbanas ou mesmo florestas (obstáculos verticais). As antenas com esta polarização não são afetadas pela distancia entre o emissor e o receptor, por outro lado o alinhamento com o emissor é crucial. Normalmente a frequência de trabalho é superior a 100 Mhz.

Polarização circular

A combinação de duas ondas linearmente polarizadas, uma vertical e outra horizontal, de mesma amplitude e eletricamente defasadas de 90 graus, resulta em uma onda circularmente polarizada, (da mesma forma que uma figura de Lissajous) como pode ser visto na figura seguinte:



O vetor resultante da combinação de duas ondas de mesma amplitude, com polarização linear, uma na horizontal e outra na vertical, e defasadas de 90 graus, gira em torno do eixo de propagação, donde a denominação de onda CIRCULARMENTE polarizada.



CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA E ELETRICIDADE** (Apostila 5)

28

67 - descrever a ocorrência de Reflexo e Refração quando uma onda ao se propagar encontra um outro meio de características diferente do primeiro meio

A onda refratada sempre está em concordância de fase com relação à onda incidente. Já com relação à onda refletida, podemos afirmar que se o meio no qual ela penetrou for mais denso do que o meio do qual ela veio, as ondas refletida e refratada estão em oposição de fase. Já na hipótese inversa, ou seja, quando o meio no qual ela penetrou se apresenta menos denso do que o meio do qual ela veio, as duas ondas estarão com a mesma fase.

Reflexão de ondas

Quando uma onda que se propaga num dado meio encontra uma superfície que separa esse meio de outro, essa onda pode, parcial ou totalmente, retornar para o meio em que estava se propagando.

A reflexão de ondas é o fenômeno que ocorre quando uma onda atinge um obstáculo e muda a direção de propagação, podendo inclusive retornar ao ponto original.

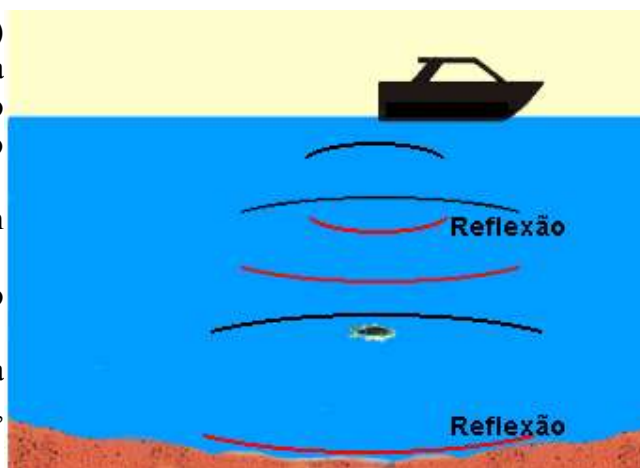
Seus principais parâmetros como o comprimento de onda, velocidade e frequência não são alterados pela reflexão.

O sonar (do inglês sound navigation and ranging) é um aparato capaz de emitir ondas ultra-sons a objetos, para captar os seus ecos, permitindo assim, verificar a posição deles, medindo o tempo entre a emissão do som e a recepção do seu eco.

Foi construído pelo físico francês Paul Langevin em 1917, para localizar submarinos alemães.

Apesar de já estar pronto, não foi usado antes do final da Primeira Guerra Mundial.

O sonar é muito utilizado para orientar a navegação, obter o perfil da placa marítima, revelar a presença de cardumes, etc.



Na água, consegue-se uma precisão muito maior do que no ar, uma vez que a velocidade de propagação do som na água é muito maior, podendo chegar a até 1498m/s, enquanto que no ar a velocidade é inferior.

Refração de ondas

Considere uma onda que atravessa uma superfície de separação entre dois meios quaisquer (água e óleo, ar e vidro, corda fina e corda grossa, etc), sua direção inicial é desviada. Este desvio no ângulo de incidência, que depende exclusivamente das características do meio, é denominado REFRAÇÃO.

A refração é a explicação de inúmeros efeitos interessantes, como o arco-íris, a cor do céu no pôr-do-Sol, o uso de lentes nos óculos e instrumentos astronômicos, etc.

A lei básica que regulamenta a refração é a chamada "LEI DE SNELL-DECARTES", onde relaciona os ângulos de incidência "i" e penetração "r" com os índices de refração relativo entre os meios em questão (por índice de refração relativo, podemos entender como a divisão entre as velocidades dos dois meios).

Qualquer que seja o tipo de onda envolvida na refração, sua frequência não se altera. O mesmo não ocorre com a velocidade e o comprimento de onda.



CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA E ELETRICIDADE (Apostila 5)

29

Os raios provenientes de um corpo celeste (planeta ou estrela), sofrem um desvio ao passar pela atmosfera terrestre.

Deste modo, existe nos objetos celestes um desvio na verdadeira posição dos corpos celestes (salvo exceção com a luz incidindo perpendicularmente às camadas).

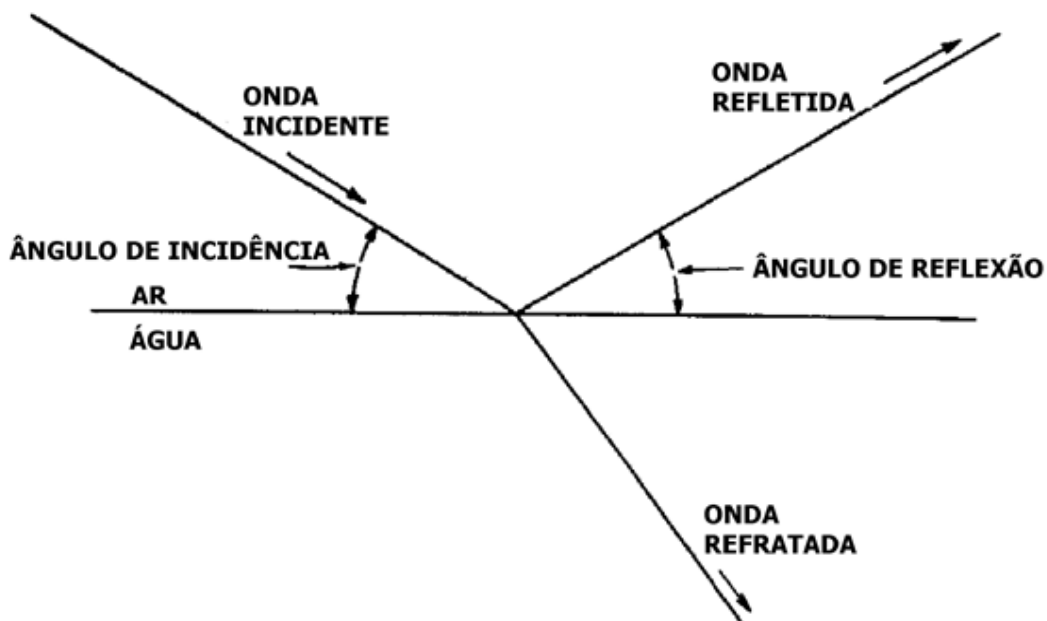
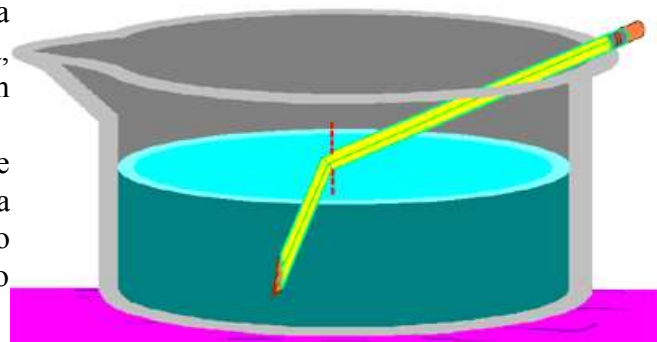
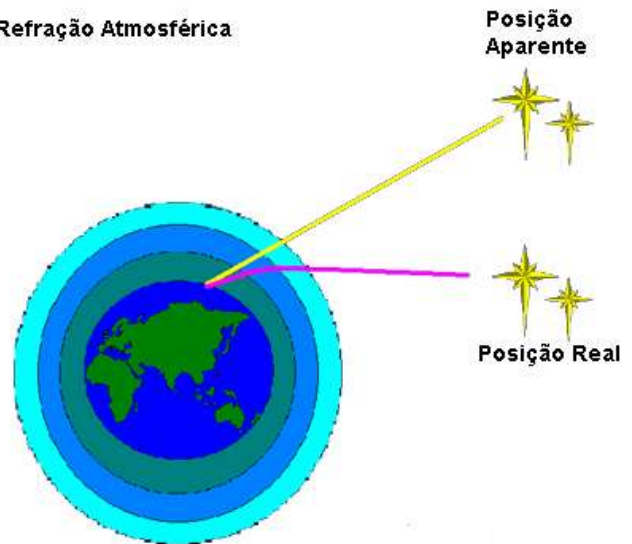
Isto acontece porque a atmosfera não é um meio homogêneo por apresentar grandes diferenças em sua densidade, tornando-se menos densa à medida que a altitude cresce.

Conseqüentemente, quanto maior a altitude, menor será o valor do índice de refração do ar. Deste modo, um raio de luz proveniente do espaço segue uma trajetória curvilínea.

Se incidirmos um objeto (um lápis ou uma caneta por exemplo) dentro de um copo cheio de água, temos a impressão de que ele se quebrou, porém ao retirá-lo a parte imersa ele volta ao normal.

Isto acontece pois a luz passou do ar para a água e sofreu refração, indo do ar (meio no qual a velocidade das ondas é maior) para a água (no qual a velocidade é menor, existindo com isto o desvio observado).

Refração Atmosférica





CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA E ELETRICIDADE** (Apostila 5)

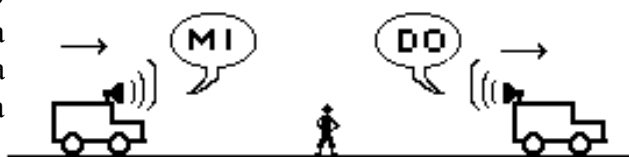
30

68 - descrever o Efeito Doppler

Esse efeito, explicado pelo austríaco Christian Doppler em 1843, tem aplicações importantes. Foi por meio dele que aprendemos que o Universo vem se expandindo desde que surgiu no big bang. Mais domesticamente, os meteorologistas usam o efeito Doppler para acompanhar os movimentos atmosféricos e fazer previsões de clima e os policiais do trânsito para multar os apressados.

Para dar uma idéia do que é esse efeito descreveremos uma experiência semelhante à que foi realizada originalmente pelo próprio Doppler.

Suponha que um carro está parado a uns 200 metros de você e o motorista toca a buzina continuamente. Digamos que o som da buzina tem uma tonalidade única, correspondente à nota **RE**, com frequência $f = 288$ ciclos por segundo.



Esta é uma simplificação, é claro, pois as buzinas normais são mais agudas e quase nunca são de uma nota só. Nesse nosso caso, portanto, você ouve um som constante (e irritante) com a tonalidade de RE.

Mas, que acontece se o carro não estiver parado e se aproximar de você com uma velocidade v de uns 120 km/h? Você ouvirá a buzina com uma tonalidade mais aguda, correspondente à nota MI, que tem uma frequência f' de 320 ciclos por segundo.

Se o carro estiver **se afastando** de você com a mesma velocidade, você ouvirá um som mais grave, correspondente à nota DO, que tem frequência f' igual a 256 ciclos/segundo.

Um resultado semelhante seria obtido se a fonte do som estivesse parada e você estivesse se aproximando ou se afastando dela com boa velocidade.

69 - calcular a frequência de recepção quando o Efeito Doppler ocorre para:

a. receptor móvel e emissor parado;

Mas, digamos que o observador se aproxima da fonte de som com uma velocidade v_0 . Nesse caso, além dos f ciclos que ele recebia por segundo quando estava parado, receberá mais alguns ciclos extra devido ao seu movimento de aproximação. Com sua velocidade ele se aproxima de v_0 metros da fonte, em cada segundo. Nesses v_0 metros estão contidos v_0/L ciclos. Logo, a frequência que ele recebe (isto é, o número de ciclos por segundo que atingem seu ouvido) será f MAIS v_0/L .

b. receptor parado e emissor móvel.

A fonte sonora F emite um som com frequência f que se propaga com velocidade v . Essa velocidade do som no ar é de 330 metros por segundo. Se o som tiver a tonalidade de um **RE MÉDIO** (sem trocadilho), a frequência será $f = 288$ ciclos por segundo. Essa será também a frequência ouvida por um observador que esteja parado em relação à fonte sonora. Esse observador receberá, em cada segundo, 288 ciclos de onda, cada um de comprimento L . Portanto, a onda se desloca de uma distância $f \times L$, em cada segundo. Ora, esse deslocamento da onda, em cada segundo, é, por definição, a **velocidade** da onda. Isto é: $v = f \times L$



CLUBE DE RADIOAMADORES DE RIO DO SUL - CRARSUL

TREINAMENTO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE OPERADOR DE ESTAÇÃO DE RADIOAMADOR **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA E ELETRICIDADE** **(Apostila 5)**

31

O efeito Doppler permite a medição da velocidade de objetos através da reflexão de ondas emitidas pelo próprio equipamento de medição, que podem ser radares, baseados em radiofrequência, ou lasers, que utilizam frequências luminosas.

Muito utilizado para medir a velocidade de automóveis, aviões, bolas de tênis e qualquer outro objeto que cause reflexão, como, na Mecânica dos fluidos e na Hidráulica, em partículas sólidas dentro de um fluido em escoamento.

- Em astronomia, permite a medição da velocidade relativa das estrelas e outros objetos celestes luminosos em relação à Terra. Essas medições permitiram aos astrónomos concluir que o universo está em expansão, pois quanto maior a distância desses objetos, maior o desvio para o vermelho observado.
- Na medicina, um ecocardiograma utiliza este efeito para medir a direção e velocidade do fluxo sanguíneo ou do tecido cardíaco.
- O efeito Doppler é de extrema importância quando se está comunicando a partir de objetos em rápido movimento, como no caso dos satélites.