

versão preliminar

leituras de
física

GRAF

ELETROMAGNETISMO

para ler, fazer e pensar

30 a 40

- | | |
|--|--------------------------------|
| 30. Diferentes formas de comunicação | 36. Radiações Eletromagnéticas |
| 31. Alô,...,pronto. Desculpe , engano! | 37. Salvando e gravando |
| 32. Radio ouvintes | 38. Tamanhos são documentos |
| 33. Plugados na Televisão | 39. Partículas e interações |
| 34. Luz, câmara,..., AÇÃO! | 40. Exercícios |
| 35. Transmissão aérea de informações | |

Leituras de Física é uma publicação do

**GRAF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física
Instituto de Física da USP**

EQUIPE DE ELABORAÇÃO DAS LEITURAS DE FÍSICA

Anna Cecília Copelli
Carlos Toscano
Dorival Rodrigues Teixeira
Isilda Sampaio Silva
Jairo Alves Pereira
João Martins
Luís Carlos de Menezes (coordenador)
Luís Paulo de Carvalho Piassi
Suely Baldin Pelaes
Wilton da Silva Dias
Yassuko Hosoume (coordenadora)

ILUSTRAÇÕES:

Fernando Chuí de Menezes
Mário Kano

**GRAF - Instituto de Física da USP
rua do Matão, travessa R, 187
Edifício Principal, Ala 2, sala 305
05508-900 São Paulo - SP
fone: (011) 818-7011 fax:(011) 818-7057**

financiamento e apoio:

Convênio USP/MEC-FNDE

Sub-programa de educação para as Ciências (CAPES-MEC)

FAPESP / MEC - Programa Pró-Ciência

Secretaria da Educação do Estado de São Paulo - CENP

A reprodução deste material é permitida, desde que observadas as seguintes condições:

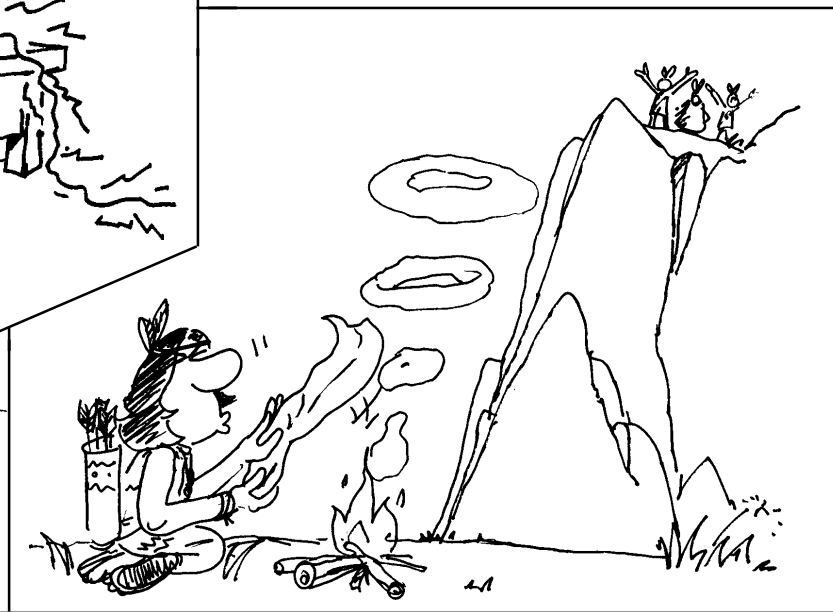
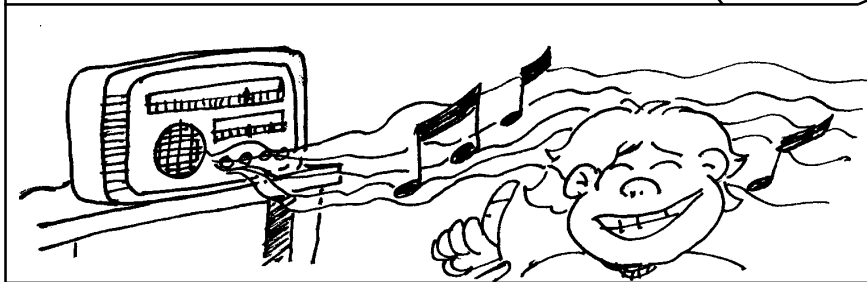
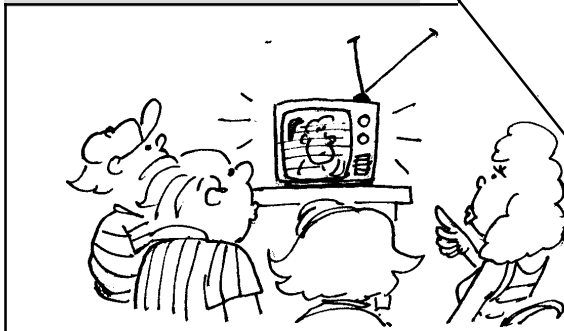
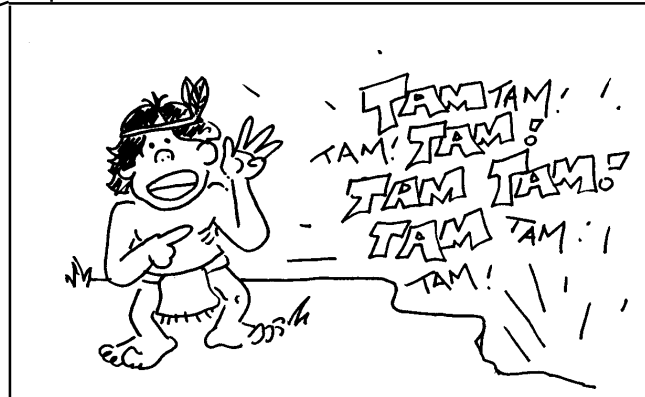
- 1. Esta página deve estar presente em todas as cópias impressas ou eletrônicas.**
- 2. Nenhuma alteração, exclusão ou acréscimo de qualquer espécie podem ser efetuados no material.**
- 3. As cópias impressas ou eletrônicas não podem ser utilizadas com fins comerciais de qualquer espécie.**

junho de 1998

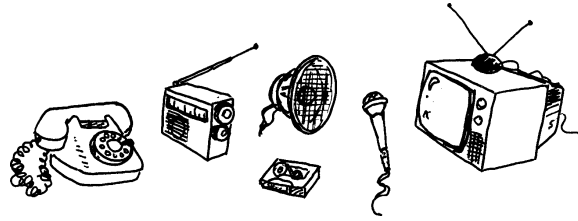
30

Diferentes formas de comunicação

Vamos descobrir os mistérios que envolvem as diferentes modos de comunicação. Ordene as cenas de acordo com a linha do tempo.



No início deste curso, foi feita uma classificação dos aparelhos e componentes que integram o que se pode chamar de "mundo da eletricidade". Isso permitiu a formação de vários grupos, que se constituíram em temas de estudo. Um deles foi o chamado **elementos de comunicação e informação**. A partir deste momento, faremos um estudo detalhado de alguns desses elementos.

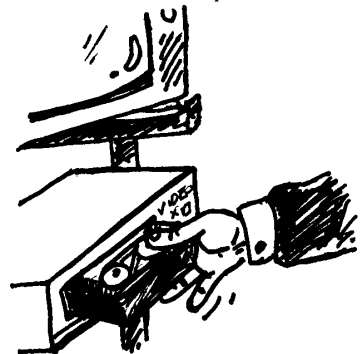


Rádio, TV, telefone, gravador, toca-discos, video,..., são exemplos de aparelhos que utilizamos para estabelecer a comunicação. O

telefone, por exemplo, permite a comunicação entre duas pessoas, já com o rádio e a TV, a comunicação se dá entre muitas pessoas.



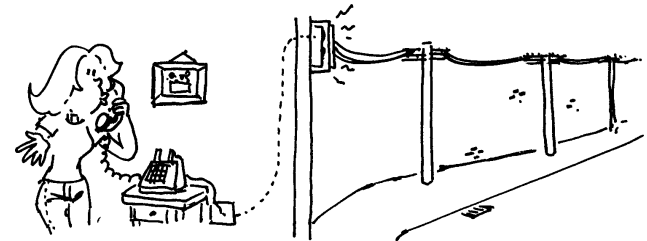
Com o telefone, as pessoas se comunicam diretamente



enquanto que com rádio e TV a comunicação pode ser feita "ao vivo" ou através de mensagem gravada. Este último tipo também inclui o video, as fitas cassetes e também os cd's.

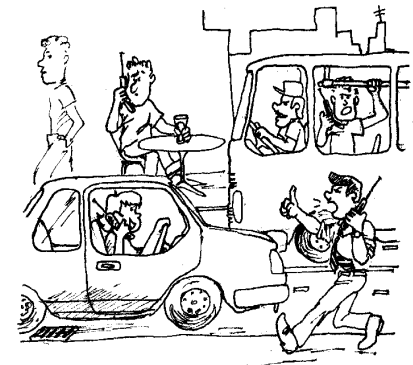
Um aspecto interessante dos diferentes modos de comunicação é que algumas vezes se faz uso de fios, enquanto outras envolvem o espaço.

Nos telefones comuns, por exemplo, a comunicação entre os aparelhos é feita através de fios que formam grandes circuitos elétricos independentes da rede de distribuição.



Tais circuitos elétricos também utilizam o poste como apoio mas não estão ligados aos circuitos residenciais e, por esse motivo, quando ocorre interrupção no fornecimento de energia, os telefones continuam funcionando.

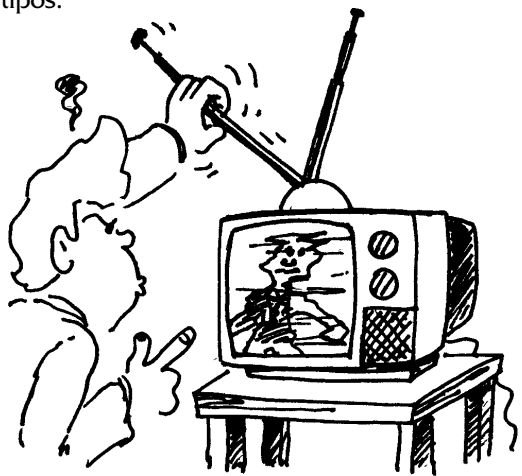
Os telefones celulares, por sua vez, têm sua própria fonte de energia elétrica: uma bateria, que fica junto ao aparelho. Além disso, tanto o som emitido como o recebido utiliza uma antena, através do qual é feita a comunicação. A partir da antena do aparelho telefônico, a mensagem é enviada a outras antenas que recebem e enviam a mensagem até que esta seja captada pela antena do outro aparelho.



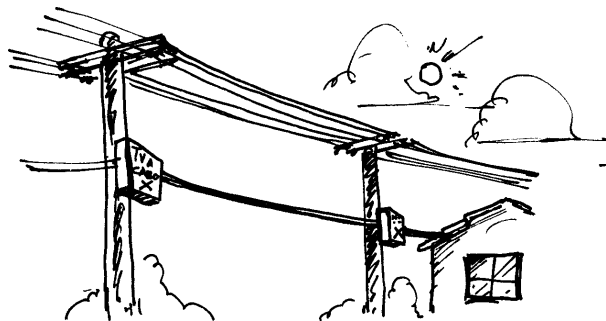
Os aparelhos de rádio portáteis também podem ter a possibilidade de usar fonte de energia próprias: as pilhas. Tais fontes, fornecem energia para a funcionamento dos componentes internos dos aparelhos. Outras vezes a fonte de energia é a usina e aí o aparelho está conectado à tomada. Independente do tipo de fonte utilizada. é através da antena que as mensagens são recebidas.



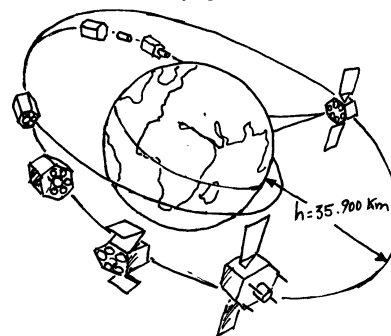
De forma semelhante ao rádio, a televisão também necessita de uma fonte de energia, que em geral é a usina quando o aparelho é ligado à tomada, para fazer funcionar seus componentes internos. Mas as mensagens, incluindo -se o som e as imagens, são recebidas através de uma antena conectada ao aparelho. Tal antena, hoje em dia, pode ser interna, externa, coletiva, parabólica, dentre outros tipos.



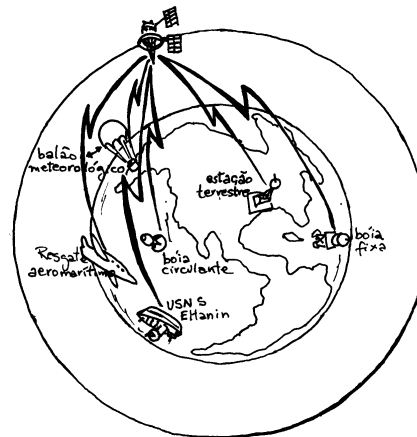
Mais recentemente, as chamadas tv's a cabo, rebecem as mensagens através de fios e não mais por meio de antenas. Eles são especialmente colocados para esse fim e fixados aos postes de rua.



Nas comunicações internacionais, seja por telefone ou TV, além das antenas locais se faz uso dos satélites artificiais, colocados em órbita através de foguetes, ficando a aproximadamente 40.000 km da Terra.



Eles recebem as mensagens e retransmitem para a Terra aos locais onde encontram-se as antenas das estações. A energia de um satélite é obtida com as baterias solares que cobrem as suas paredes externas. Quando ele encontra-se na parte na sombra da Terra ele é alimentado pelas baterias.



exercitando...

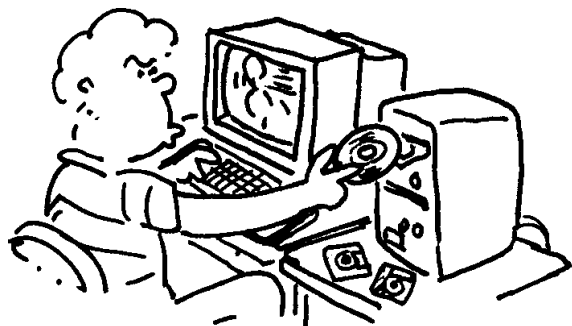
1. Que elementos ou dispositivos ou aparelhos fazem parte dos sistemas de comunicação que mais usamos nos dias de hoje? A figura ao lado é uma dica para você se inspirar na resposta.



2. Retome a figura que abre esta leitura (página 117) e procure numerá-las de acordo com o aparecimento de cada forma de comunicação ao longo da história da humanidade.

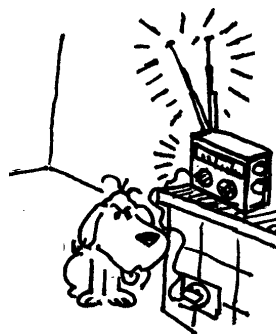
3. Na comunicação através de sons hoje em dia, alguns dispositivos são comuns. Quais são eles?

4. Os micros computadores utilizam mensagens gravadas em diversos meios. Quais são eles?



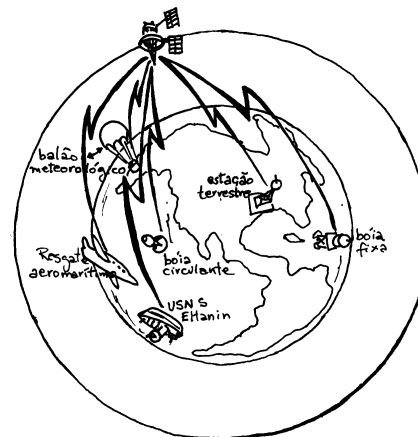
5. Através do processo de magnetização, podemos gravar sons e imagens. Que dispositivos utilizam esta forma de guardar informações?

6. Na comunicação que utiliza rádio, as informações chegam ao aparelho pela tomada ou pela antena?



7. No caso da televisão, o som e a imagem chegam até o aparelho pela tomada, pela antena ou por ambas?

8. A presença de matéria entre a estação transmissora de informações e os aparelhos receptores é necessária para a ocorrência da comunicação de sons e/ou imagens?



— 31 —

Alô, ..., pronto.
Desculpe, engano!

Nessa aula você vai aprender como o som é transformado em eletricidade e depois recuperado como som

Alô ... pronto; desculpe engano.

Quem não disse uma destas frases ao telefone! Mas quem sabe o que ocorre com a voz que vai e a voz que vem?



Atividade: Operação desmonte

Arrume um alto-falante usado, que possa ser desmontado mas antes, observe-o e responda as questões a seguir:

a. que materiais fazem parte de sua fabricação?

b. o que torna o alto falante tão pesado?

c. qual o elo de ligação entre o cone de papelão e a base?

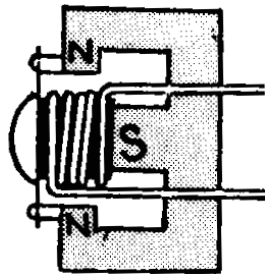


d. agora sim! abra o interior do alto-falante e verifique os demais componentes

O microfone é um dispositivo utilizado para converter o som - energia mecânica - em energia elétrica. Os modelos mais comuns possuem um diafragma que vibra de acordo com as pressões exercidas pelas ondas sonoras.

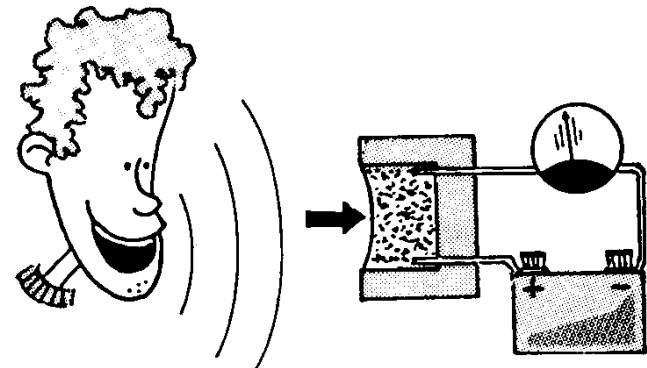


No microfone de indução, as variações de pressão do ar movimentam uma

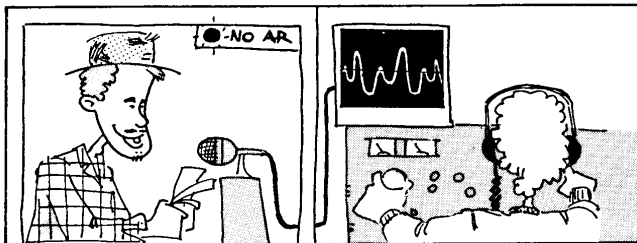


bobina que está sob ação de um campo magnético produzido por um ímã permanente. Nesse caso, com o movimento, surge na bobina uma corrente elétrica induzida devida à força magnética, que atua sobre os elétrons livres do condutor.

Nos microfones mais antigos - os que utilizam carvão - as variações de pressão do ar atingem o pó de carvão, comprimindo-o e descomprimindo-o. Este pó de carvão faz parte de um circuito elétrico que inclui uma fonte de energia elétrica. A compressão aproxima os grãos de carvão, diminuindo a resistência elétrica do circuito. Desta forma, a corrente elétrica varia de intensidade com o mesmo ritmo das alterações da pressão do ar.



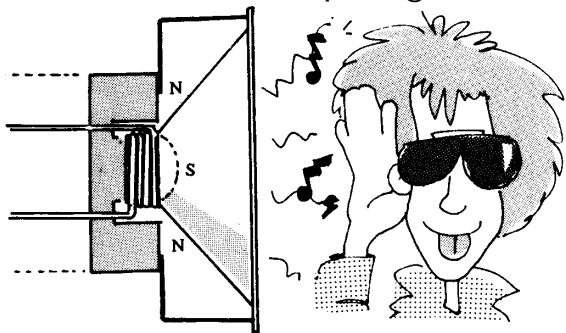
A corrente elétrica obtida no microfone, que representa o som transformado, é do tipo alternada e de baixa frequência. Assim, o som transformado em corrente elétrica pode ser representado conforme a figura a seguir.



No alto-falante ocorre a transformação inversa àquela do microfone: a corrente elétrica é transformada em vibrações mecânicas do ar, reconstituindo o som inicial.

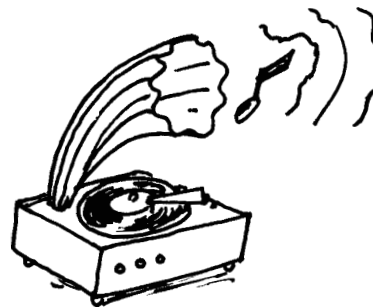
Para tanto, é necessário o uso de uma bobina, um cone (em geral de papelão) e um ímã permanente ou um eletroímã.

Quando a corrente elétrica, que representa o som transformado, se estabelece na bobina do alto-falante, pelo fato de ela estar sob a ação de um campo magnético criado por um ímã (ou por um eletroímã), a bobina com corrente elétrica fica sob a ação de forças e entra em movimento. A intensidade das forças magnéticas depende da intensidade da corrente elétrica que atinge a bobina.

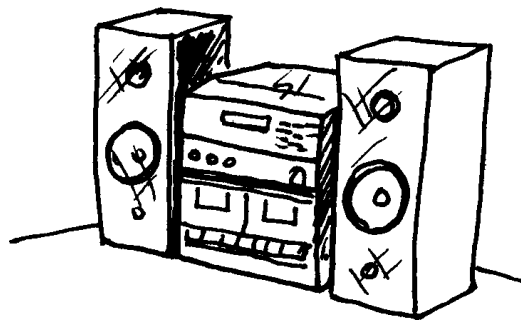


Como a bobina e o cone estão unidos quando ela entra em movimento, as vibrações mecânicas do cone se transferem para o ar, reconstituindo o som que atingiu o microfone.

Os primeiros alto-falantes surgiram entre 1924 e 1925, como equipamento capaz de amplificar o som produzido pelos fonógrafos elétricos primitivos.



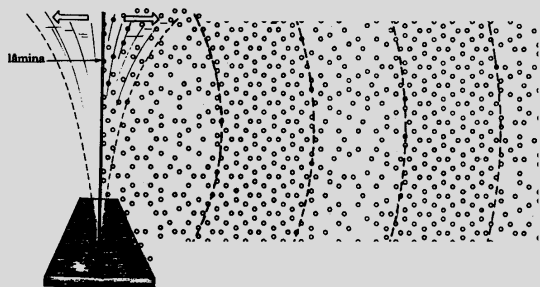
Para melhorar a reprodução e reduzir os efeitos de interferência, o alto-falante passou a ser montado em caixa acústica.



As caixas acústicas de alta qualidade possuem sempre mais de um alto-falante, para cobrir melhor toda faixa de frequência audíveis. As unidades pequenas (tweeters), com diafragma de apenas 3 a 5 cm, são responsáveis pela faixa de frequência dos sons agudos. Além do tweeter (uma ou mais unidades), a caixa deve possuir um alto-falante de baixa frequência (woofer) de 25 cm (10 polegadas) de diâmetro, cobrindo a faixa de frequência que vai de aproximadamente 300 a 500 hertz, e uma unidade de frequência intermediária, de mais ou menos 15 cm (6 polegadas) de diâmetro, apresenta entre 500 hz e 4 k Hz.

Que tal um pouco de som?

As ondas sonoras são variações da pressão do ar, e sua propagação depende assim de um meio material. À medida que a onda se propaga, o ar é primeiro comprimido e depois rarefeito, pois é a mudança de pressão no ar que produz o som.



As ondas sonoras capazes de ser apreciados pelo ouvido humano têm frequências variáveis entre cerca de 20 hertz e 20 000 hertz.

A voz feminina produz um som cuja frequência varia de entre 200 Hz a 250Hz, enquanto a masculina apresenta uma variação de 100 a 125 Hz.

Para transmitir a voz humana ou uma música é preciso converter as ondas sonoras em sinais elétricos, e depois reconvertê-los em sonoras a fim de que possam ser ouvidas. O primeiro papel é desempenhado pelo microfone e segundo pelo alto-falante.

No ar à temperatura ambiente, o som se propaga com uma velocidade aproximada de 340m/s. Já a luz viaja a quase 300.000 km/s. É por esta razão que o trovão é ouvido depois da visão do relâmpago.

matéria	temperatura (C)	velocidade (m/s)
água	15	1450
ferro	20	5130
granito	20	6000

Além da frequência, as ondas sonoras também são caracterizadas pelo seu tamanho ou comprimento de onda.

Esse comprimento pode ser calculado por uma expressão que o relaciona com sua frequência e velocidade de propagação:

$$\text{velocidade} = \text{frequência} \times \text{comprimento de onda}$$

Para se ter uma idéia do tamanho das ondas sonoras audíveis pelos seres humanos, basta dividirmos o valor da velocidade de sua propagação pela sua frequência. Assim, para 20Hz, o comprimento da onda sonora será de 17 metros. Já para ondas sonoras de 20.000 Hz, o comprimento da onda será de 1,7 cm.

As ondas sonoras são ondas mecânicas que precisam de um meio material para se propagarem, provocando vibração deste meio no mesmo sentido de sua propagação. Por esta razão, elas são denominadas de **ondas longitudinais**. O vácuo não transmite o som, pois ele precisa de um meio material para se propagar.

exercitando...

1. De que modo o microfone de indução faz a transformação do som em corrente elétrica?
2. Qual o princípio de funcionamento do microfone que usa carvão?
3. Qual o tipo de transformação de energia que ocorre no alto-falante?
4. O som se propaga no vácuo? justifique.
5. Calcule o comprimento de onda de uma onda sonora cuja frequência é 250Hz e se propaga no ar com uma velocidade de 340 m/s.
6. Calcule o comprimento de onda do som do exercício anterior, admitindo que sua propagação agora se dá na água com uma velocidade de 1400 m/s.
7. As ondas sonoras tem frequência de 20 a 20.000 Hz. Que valores de comprimento de onda delimitam estas frequências?

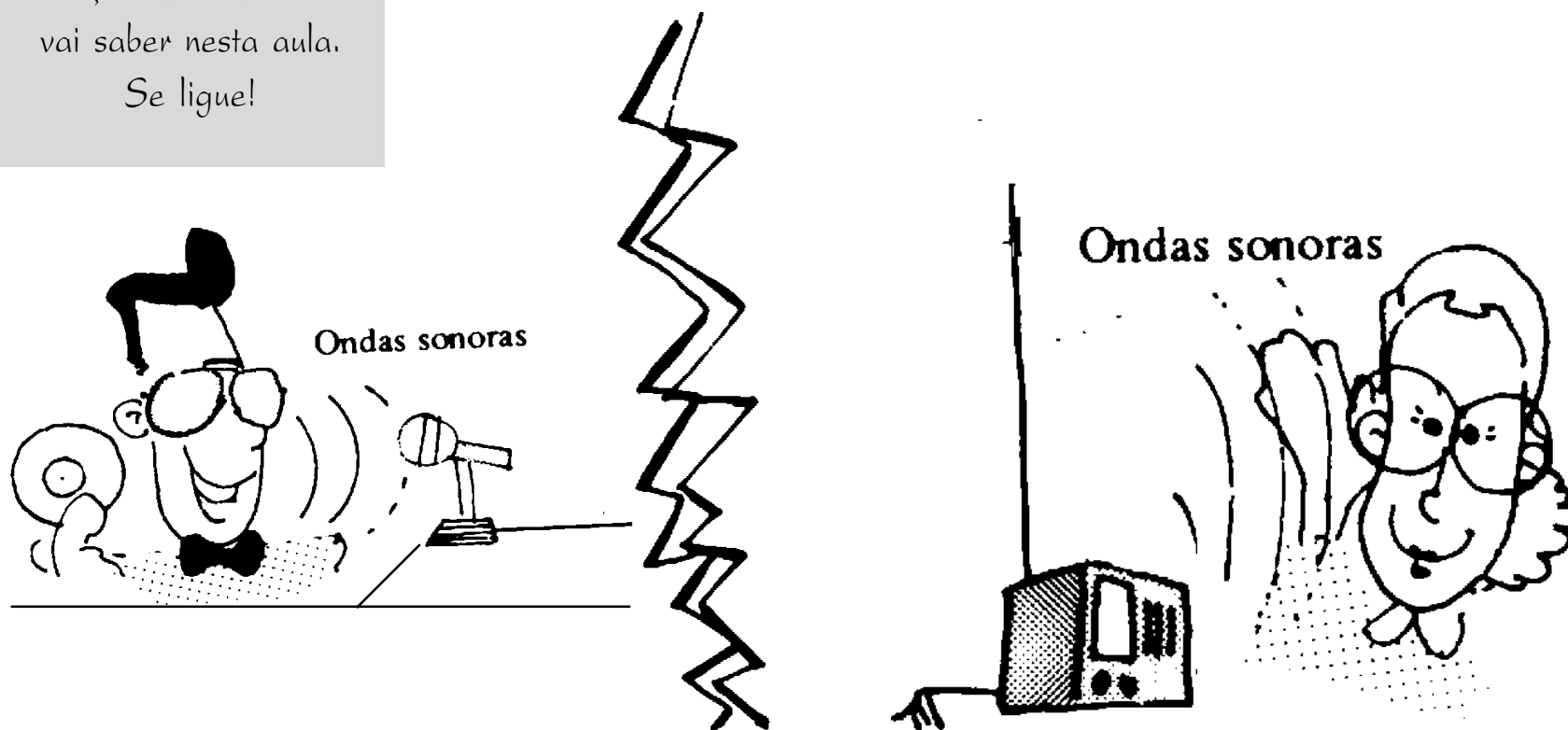
32

Rádio

ouvintes

O que acontece quando sintonizamos uma estação de rádio você vai saber nesta aula. Se ligue!

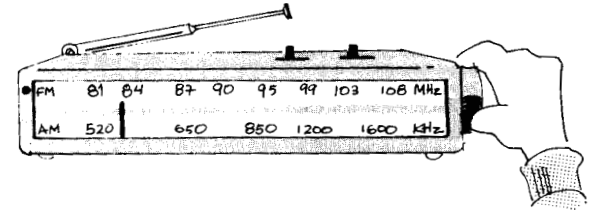
O mecanismo que envolve a transmissão de uma informação de algo que ocorre distante ou próximo de nós parece algo extraordinário ou mágico. É mesmo! E a Física pode ajudar-nos a compreender um pouco mais esse mecanismo.



OBSERVAÇÃO DO RÁDIO PORTÁTIL

O estudo de como um rádio consegue captar os sinais transmitidos pelas estações começará com esta atividade, onde identificaremos algumas de suas partes essenciais e as funções que desempenham. Assim, é fundamental ter à mão um 'radinho'. Siga o roteiro de investigação abaixo e faça suas anotações no caderno.

1. Que informações encontram-se no visor das estações?
2. Quais são os comandos com os quais usamos o aparelho?
3. Que fonte de energia ele utiliza?
4. Por onde são recebidas os sinais emitidos pelas estações?



5. Embrulhe um rádio portátil ligado em papel alumínio. O que ocorre?
6. Aproxime o rádio ligado a um liquidificador ligado. O que ocorre?

Qualquer aparelho de rádio apresenta um botão para sintonia da estação, outro para volume, visor para identificação da estação, alto-falante e antena (mesmo o "radinho de pilha" tem uma antena que se localiza na parte interna do aparelho), além de uma ligação com a fonte de energia elétrica (pilha e/ ou tomada).

A função desta fonte de energia é fazer funcionar o circuito elétrico interno do aparelho. As mensagens são recebidas através da antena que pode ser interna ou externa. Posteriormente, o som, ainda transformado em corrente elétrica, é enviado até o circuito do alto-falante.

O papel alumínio, age como um espelho em relação à luz e, por isso, o rádio deixa de receber as informações quando embrulhado.

Mesmo desligado, a antena está recebendo as informações transmitidas pelas estações, entretanto, elas não são transformadas e recuperadas como som, pois os circuitos elétricos encontram-se desligados.

O sistema pelo qual transmitimos o som do rádio envolve várias etapas. No microfone da estação até o alto-falante do aparelho receptor, o som passa por várias fases e sofre diversas transformações:

- produção de som pela voz humana, música, etc;
- as ondas sonoras, que são variações da pressão do ar que atingem o microfone;
- no microfone o som é convertido em corrente elétrica alternada de baixa frequência;
- esta corrente elétrica de baixa frequência é "misturada" com uma corrente de alta frequência, produzida na estação. que serve para identificá-las no visor do aparelho. Além disso, esta corrente elétrica de alta frequência serve como se fosse o veículo através do qual o som será transportado através do espaço até os aparelhos de rádio;

- essa "nova" corrente elétrica se estabelece na antena da estação transmissora e através do espaço a informação se propaga em todas as direções;

- a antena do aparelho de rádio colocada nesse espaço captará essa informação;

- se o aparelho estiver sintonizado na frequência da corrente produzida pela estação, o som poderá ser ouvido pelo alto-falante.

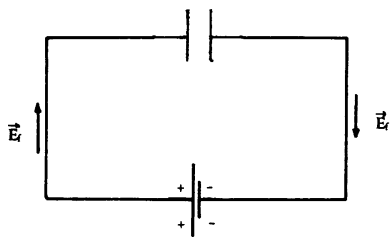
Tanto para enviar o som até os aparelhos como para sintonizar a estação é necessário um circuito chamado de **circuito oscilante**, constituído de uma bobina e de um capacitor.



A bobina é um fio condutor enrolado em forma de espiral e o capacitor é constituído de duas placas condutoras, separadas por um material isolante e representado no circuito pelo símbolo (). Os dois traços verticais representam as placas separadas pelo isolante.

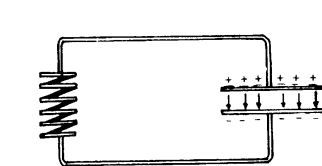
A CORRENTE ALTERNADA NO CIRCUITO OSCILANTE

Para carregar as placas do capacitor basta ligá-lo aos terminais de uma bateria. Isso provocará um movimento de cargas tal que as placas ficarão eletrizadas positivamente e negativamente. Nessa situação dizemos que o capacitor **e s t a r á** completamente carregado. Nessa situação dizemos que o capacitor estará completamente carregado.

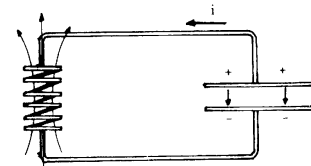


Ligando-se o capacitor carregado a uma bobina (fig. a), surge uma corrente elétrica variável no circuito. Esta corrente, cria um campo magnético ao redor do fio que é também variável (fig.b).

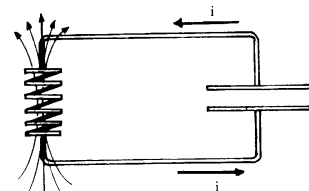
De acordo com a lei de Faraday, a variação deste campo fará induzir no circuito, e sobretudo na bobina, um campo elétrico. Este campo, agirá de forma a tonar mais lento o processo de descarga do capacitor, conforme prevê a lei de Lenz (fig.c). Posteriormente, ele servirá para recarregar as placas do capacitor (fig.d).



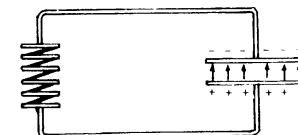
a) Capacitor carregado ligado em paralelo à bobina.



b) Capacitor sendo descarregado, surge uma corrente no circuito; campo magnético na bobina.

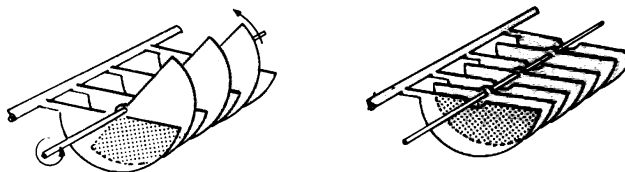


c) Capacitor descarregado; campo magnético na bobina.



d) A corrente no circuito cessa, o capacitor é recarregado e a partir daí o processo se repete.

Desse processo de carga e descarga do capacitor resulta uma corrente elétrica do tipo alternada. A frequência desta corrente dependerá da "capacidade" do capacitor de acumular cargas e também da "capacidade" de indução da bobina. Alterando-se tais "capacidades", podemos obter correntes alternadas de qualquer frequência.



É justamente isso que fazemos quando mexemos no botão de sintonia do aparelho para localizar uma estação de rádio. Para ajustar a frequência do circuito oscilante do rádio com a da estação que desejamos sintonizar, alteramos a área de eletrização do capacitor, ao girarmos o respectivo botão.

Tais "capacidades" dependem fundamentalmente de suas dimensões geométricas.

A área de eletrização utilizada corresponde à parte comum nas duas placas, indicada com a cor cinza escura nas duas posições da figura.

exercitando...

1. Em que unidades estão medidas e qual é a grandeza que nos permite identificar uma estação de rádio?
2. Essa grandeza se refere a que?
3. Qual o comportamento apresentado pelas chamadas ondas de rádio, quando envolvemos um rádio portátil em:
 - a. papel comum
 - b. plástico
 - c. papel celofone
 - d. papel alumínio
4. Para que servem as pilhas ou a energia elétrica que chega através dos fios?
5. Do que é composto o circuito oscilante e como estão ligados?
6. Qual a função do circuito oscilante na recepção de uma estação de rádio?
7. Quando mexemos no botão de sintonia, que alteração elétricas estão ocorrendo no circuito oscilante? Explique.
8. Que outros sinais podem ser captados por um rádio? Dê exemplos.
9. Indique as transformações pelas quais passa o som desde sua origem, na estação, até este ser chegar junto a um ouvinte.
10. É possível fazer um rádio funcionar sem fonte de energia elétrica (pilha, bateria ou mesmo usina)?

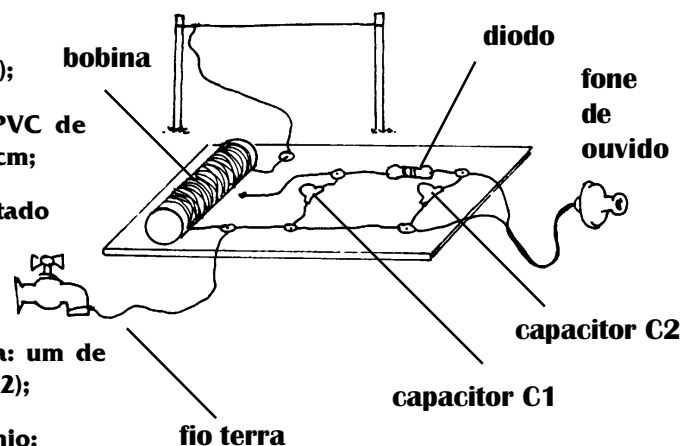
Não chute qualquer resposta. Faça na prática e comprove!

Rádio *SEM* pilha (sem bateria, sem tomada, ...)

É possível fazer um rádio sem aumentar o consumo na conta de luz ou pilha! Siga as instruções e monte o seu!

Lista de material

- . base de madeira (25x25cm);
- . canudo de papelão ou PVC de 15cm de comprimento de 3cm;
- . 45m de fio de cobre esmaltado número 28 ou 30;
- . fone de ouvido simples;
- . 2 capacitores de cerâmica: um de 250pF (C1) e um de 100pF (C2);
- . diodo de silício ou germânio;
- . 15 percevejos;
- . fita adesiva e lixa fina



DICAS PARA MONTAGEM

antena: use aproximadamente 20 m de fio e coloque a 5m de altura do chão;

bobina: enrole 100 voltas do fio de cobre no canudo de modo que elas fiquem bem juntas; fixe as extremidades com fita adesiva; lixe as pontas e 1cm de largura ao longo da bobina;

capacitores: C1 é ligado em paralelo à bobina; C2 é ligado no diodo e no fio terra.

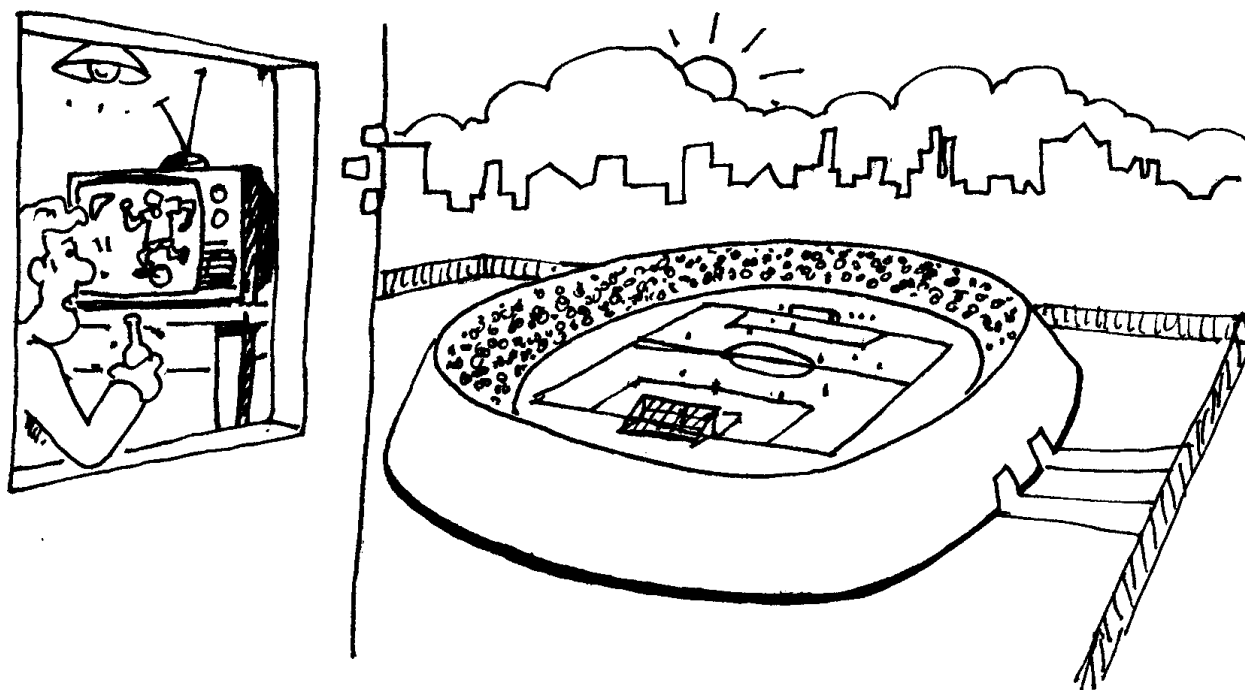
diodo é ligado entre os capacitores e o fone nos terminais do C2.

—33—

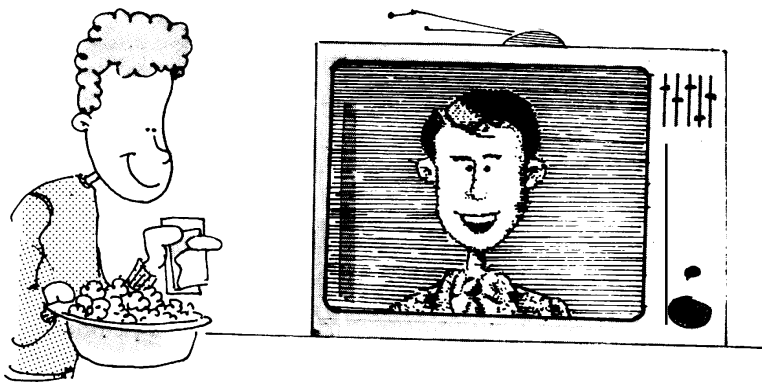
Plugados na Televisão

O mecanismo pelo qual um aparelho de TV reconstitui a imagem recebida, será desvendado nestas páginas! Tome atento.

Como a informação sobre a imagem é captada pelos aparelhos de TV? De que maneira o aparelho de TV reproduz na tela cenas que se passam a distância?



Roteiro de observação e atividades junto ao aparelho de TV



1. A televisão necessita de uma fonte de energia que geralmente é a usina. Qual é sua função?
2. Os sinais emitidos pelas estações são recebidos por onde?
3. Ligue um aparelho elétrico: liquidificador, furadeira, perto de um aparelho de TV ligada. O que ocorre?
4. Os números que identificam as estações de rádio são muito diferentes das estações de TV. Procure saber junto a um técnico, informações a esse respeito.

Ao ligarmos um aparelho de TV, trazemos para dentro de nossas casas imagens e sons referentes a acontecimentos que estão ocorrendo ou que já ocorreram em determinados locais. Esses aparelhos, tal como os rádios, funcionam como um terminal de comunicações, estabelecendo uma "ponte" com o local onde a informação é gerada e transmitida. O processo de transformação do som em corrente elétrica na comunicação televisionada é o mesmo já discutido no rádio. Portanto, vamos nos deter em como a imagem em branco e preto é gerada e produzida.

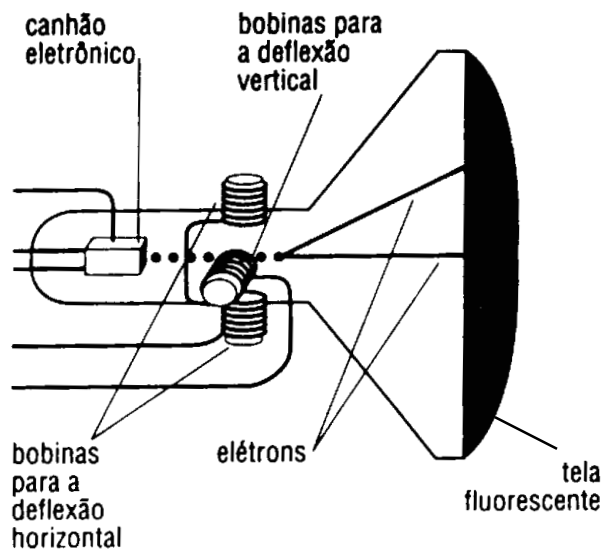
Na estação geradora de imagem, a cena a ser transmitida é focalizada pela câmara de TV. Esta faz a "leitura" da cena linha por linha, como fazemos a leitura de um livro da esquerda para a direita e de cima para baixo. Nesse processo as variações de luminosidade de cada pequena região da cena captada são transformadas em corrente elétrica. Assim, na comunicação que envolve a imagem, a câmara de TV é o dispositivo responsável pela sua captação e sua transformação em corrente elétrica.



O tubo de imagem

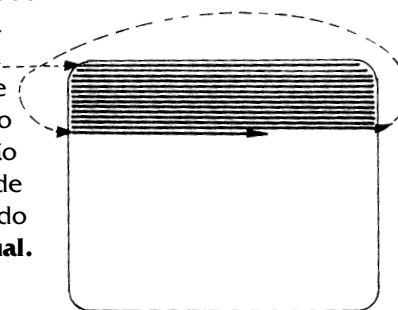
Ao sintonizarmos uma estação de TV, o aparelho receptor seleciona a corrente elétrica, que representam as imagens. Esta corrente variável é aplicada ao filamento do tubo de imagem e produz um feixe eletrônico cuja intensidade varia no mesmo ritmo.

O tubo de imagem é o elemento essencial nos aparelhos de TV. Sua função é inversa daquela realizada pela câmara de TV, ou seja, a de transformar a corrente elétrica variável gerada por ela em imagem.



O tubo da imagem possui um filamento que, estando superaquecido, libera elétrons por efeito chamado **termoiônico**. A parte interna da tela é recoberta por um material que emite luz ao receber o impacto dos elétrons do feixe. Este fenômeno é denominado **fotoluminescência**. O fósforo possui esta propriedade, por isso é o material utilizado no revestimento da tela da TV.

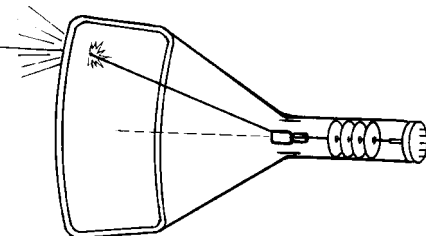
O feixe eletrônico faz a varredura da tela de TV de modo semelhante à leitura de um livro. Tal varredura é feita com certa rapidez para que nossos olhos não percebam o desaparecimento de uma linha e o surgimento de outra, e além disso, nos dê a sensação de movimento da imagem. Para tanto, é levado em conta a condição que tem a retina dos nossos olhos em reter a imagem de um ponto luminoso durante 1/20s após a mesma ter sido recebida: é o que se denominada **persistência visual**.



O material que recobre internamente a tela de TV possui a propriedade de continuar emitindo luz durante um período de tempo após receber o impacto do feixe eletrônico. Esse fenômeno é denominado fosforescência.

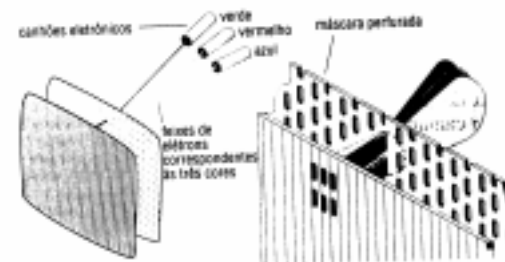
Assim, o sistema de varredura da tela de TV pelo feixe eletrônico leva em conta a persistência visual e a fosforescência do material.

No Brasil, a tela de TV é composta por 252 linhas por quadro, e o feixe eletrônico tem que fazer a varredura dessas linhas completando 30 quadros por segundo. Essa frequência na sucessão de quadros está ligada com a persistência visual, pois quando um quadro é substituído pelo seguinte, ainda persiste na retina a imagem do quadro anterior.



Televisão Colorida

Na televisão colorida, a tela do tubo de imagem é recoberta com milhares de pontos fosforescentes em grupos de três. Cada um desses três pontos produz uma das três cores primárias, vermelho, verde ou azul, quando sobre ele incide o feixe de elétrons, um para cada cor primária. Em um tubo de imagens coloridas, há três canhões de elétrons, um para cada cor primária. Os feixes desses canhões passam através de pequenos orifícios em uma placa reguladora de modo que cada canhão excitará apenas os pontos fosforescentes de cor apropriada. Contudo dois dos canhões, ou todos os três, podem agir no mesmo instante. A intensidade do feixe e, portanto, o brilho da cor, são controlados pelas cores que a câmara vê. Deste modo, pode ser produzida qualquer variação de colorido. Estes três feixes varrem a tela do tubo de imagens, cobrindo o tubo completamente trinta vezes por segundo e produzindo uma radiante imagem colorida.



A eletricidade e o magnetismo dando aquela força para a imagem

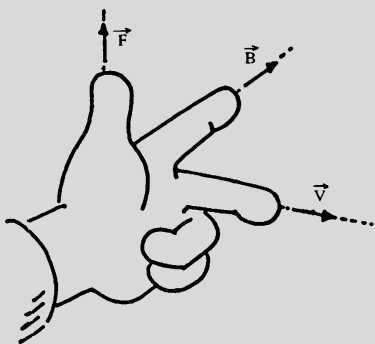
O feixe eletrônico é constituído de elétrons em alta velocidade. Em colisão com o material fosforescente da tela, surge um ponto luminoso, que corresponde à transformação de energia cinética em luminosa.

Para obter-se este efeito, os elétrons provenientes do filamento precisam ser acelerados para atingirem altas velocidades. Além disso, para que possam fazer a varredura de todos os pontos da tela, eles precisam ser desviados.

Para que os elétrons do feixe sejam acelerados, um campo elétrico, produzido por placas eletricamente carregadas, é produzido na região próxima ao filamento. Através da ação deste campo sobre os elétrons, que são partículas eletricamente carregadas, eles ficam sob a ação da força elétrica, cujo valor é calculado pela equação: $\mathbf{F}_e = q_e \times \mathbf{E}$.

Já o desvio do feixe eletrônico é obtido com a ação de uma força de natureza magnética. Para tanto, através de dois pares de bobinas, colocados nas direções vertical e horizontal, são criados dois campos magnéticos na região onde vão passar os elétrons que formam o feixe. Tais campos magnéticos são originados por correntes elétricas. Devido à interação que existe entre os campos magnéticos e os elétrons em movimento, uma força de natureza magnética altera a direção de movimento e, portanto, o local onde se dará sua colisão com a tela. Esta força magnética, tem um valor que pode ser calculado pela expressão: $\mathbf{F}_m = q_e \cdot \mathbf{B} \cdot \mathbf{v}$, considerando que o ângulo entre a velocidade dos elétrons e os campos magnéticos é 90° .

A direção e o sentido desta força pode ser obtida fazendo uso da "regra da mão esquerda", conforme indica a figura:



exercitando...

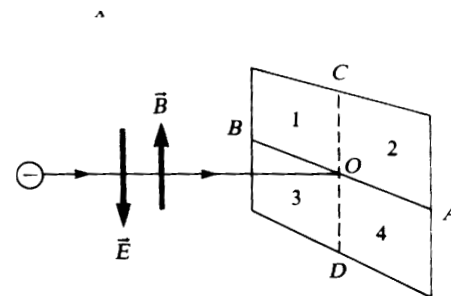
1. Através de que processo é obtida a luminosidade na tela do aparelho de TV?
2. O que é persistência visual? Que papel ele desempenha quando assistimos TV?
3. De onde são retirados os elétrons que formam o feixe eletrônico? Que nome recebe o processo envolvido e como ele ocorre?
4. Como se obtém a varredura da tela pelo feixe eletrônico? Explique o processo.

teste seu vestibular

1. Um feixe de elétrons incide, horizontalmente, no centro de um anteparo, conforme a figura.

a. estabelecendo-se, na região, um campo magnético vertical e para cima, o feixe de elétrons desviará. Que posição ele atinge o anteparo?

b. se além do campo magnético, for aplicado um campo elétrico, vertical e para baixo, qual a posição que o feixe atingira no anteparo?



34

Luz, câmara, ...,

AÇÃO!

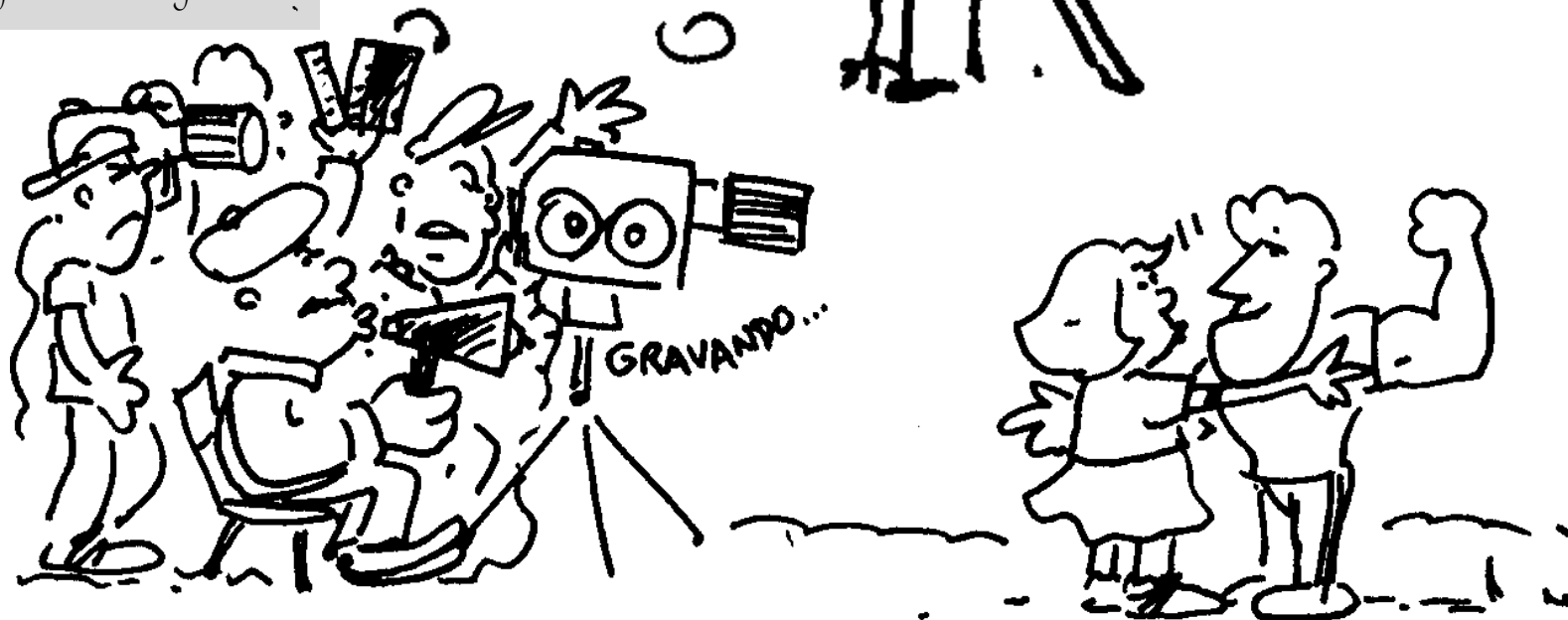
Como a câmara de TV capta a imagem da cena e a transforma em eletricidade? É só você acompanhar as páginas a seguir!



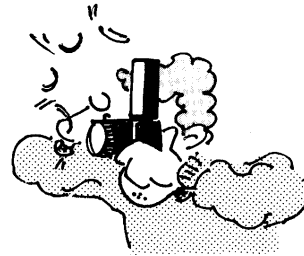
filme: **O meu carregador**

cena 12 - tomada externa

versão 15 - bloco 4



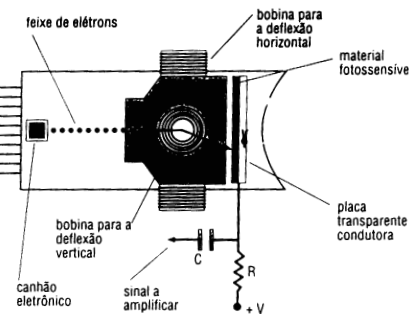
Semelhanças e diferenças na captação da imagem: aponte umas e outras observando uma câmara fotográfica e a câmara de TV



A câmara de TV

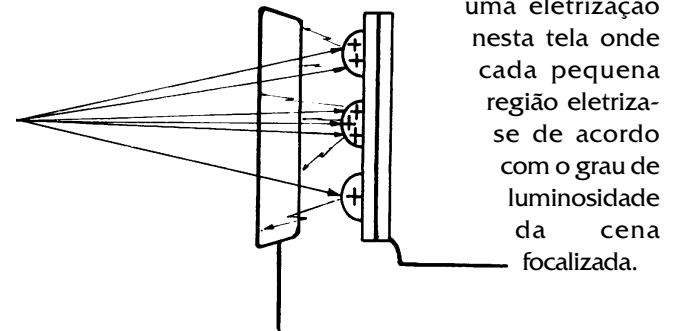
O aparelho de TV que temos em nossas casas, recebe sinais de som e imagem que são transmitidos pela estação. Para transmiti-los, é necessário transformar sons e imagens em corrente elétrica. O som é transformado em corrente elétrica pelo microfone e as imagens são transformadas em corrente elétrica com o uso da câmara de TV. Vejamos como isso acontece.

A cena focalizada é uma região que difunde a luz produzida ou pelo Sol ou pelas lâmpadas quando se trata de um estúdio.

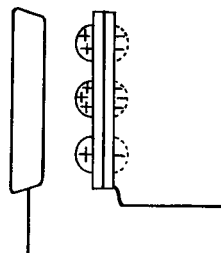


A transformação da cena em imagem eletrostática

Sua focalização é feita pela objetiva e, através de um arranjo de lentes, a imagem desta cena é projetada sobre uma tela de mica recoberta de material sensível à luz. Este material, ao ser atingido pela luz, produz uma separação de cargas com os elétrons desligando-se dos seus átomos. Como resultado deste processo, tem-se a formação de



Na face frontal da tela acumulam-se cargas positivas e na outra face as cargas negativas. Quanto maior a luminosidade, maior a eletrização produzida no material fotossensível.



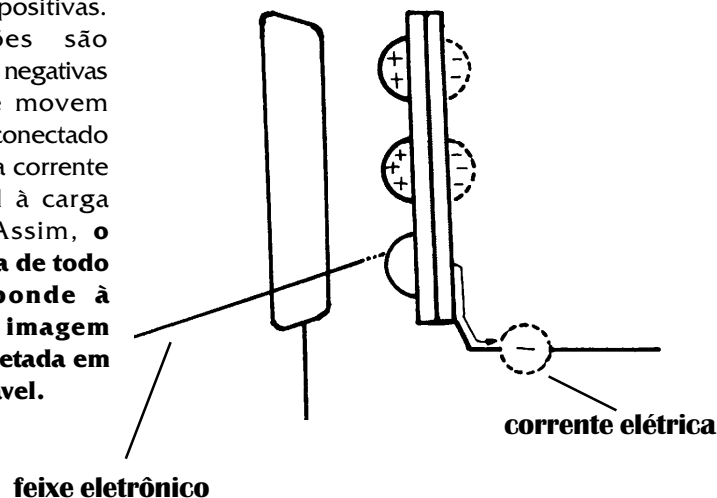
O césio é um material que se comporta dessa forma e por isso é usado no recobrimento da tela de mica. Esta tela recoberta de grânulos de césio, formando fileiras justapostas horizontalmente, recebe o nome de **mosaico**.

Quando o mosaico recebe a imagem da cena focalizada pela objetiva da câmara, este fica sujeito a ter regiões com diferentes luminosidades que corresponde às partes da cena com maior ou menor incidência de luz. As regiões mais claras da imagem se apresentam eletrizadas com maior quantidade de cargas positivas que as regiões mais escuras. A diferença de luminosidade entre o claro e o escuro corresponde à "**imagem eletrostática**", constituída de cargas positivas, da cena que se pretende transmitir.

A "leitura elétrica" da imagem eletrostática da cena

O processo de transformação da cena em corrente elétrica é completado com a varredura da imagem eletrostática da cena, que é realizada por um feixe eletrônico semelhante ao existente no tubo de tv. A varredura do feixe corresponde à leitura da cena, linha por linha e o seu direcionamento é controlado pela interação do campo magnético produzido por corrente elétrica em bobinas.

Tal processo de "leitura" corresponde ao descarregamento das regiões eletrizadas onde se encontram as cargas positivas. Assim, tais regiões são neutralizadas e as cargas negativas da face posterior de movem através de um circuito conectado à placa, formando uma corrente elétrica proporcional à carga positiva existente. Assim, **o resultado da varredura de todo o mosaico corresponde à transformação da imagem eletrostática nele projetada em corrente elétrica variável.**



O feixe eletrônico é constituído de elétrons retirados de um filamento super aquecido, por um processo semelhante ao do tubo da TV: **efeito termoiônico**.

Através da ação de um campo elétrico, eles são acelerados. Este dispositivo emissor e acelerador de elétrons é conhecido como canhão eletrônico.

No Brasil, a tela da câmara de TV tem 525 linhas e a sua varredura é feita 60 vezes por segundo. Já em países onde a corrente elétrica da rede tem 50 Hz de freqüência, a tela é dividida em 625 linhas.

É a quantidade de linhas que determina a definição da imagem.

Numa tela de câmara de TV ou mesmo de aparelho de TV de alta definição, há mais de 1000 linhas. Conseqüentemente, a imagem obtida é muito mais nítida.

Como é que a luz consegue eletrizar ?

Como você já estudou, a luz, entre outras coisas é também energia!

Assim sendo, quando a luz incide sobre os materiais, há transferência de energia para os seus átomos. Alguns materiais como o césio, o berílio, o germânio, perdem alguns de seus elétrons quando se incide luz sobre eles.

Quando isso ocorre, os físicos afirmam que os átomos ficaram eletrizados, pois o número de prótons ficou maior que o número de elétrons.

Estes elétrons que se afastaram dos seus átomos absorveram uma quantidade de energia além daquela que eles já possuíam quando ligados aos seus átomos.

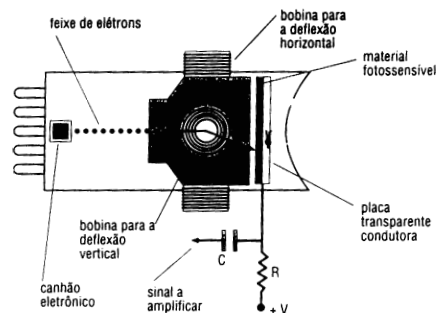
Quem forneceu esta quantidade de energia extra foi a luz que incidiu sobre eles. Este fenômeno, que é denominado de **efeito fotoelétrico**, tem hoje em dia várias aplicações, dentre as quais as pilhas solares que alimentam os satélites e naves espaciais, que fornecem energia elétrica para os seus aparelhos.*

*ver mais detalhes na leitura 38.

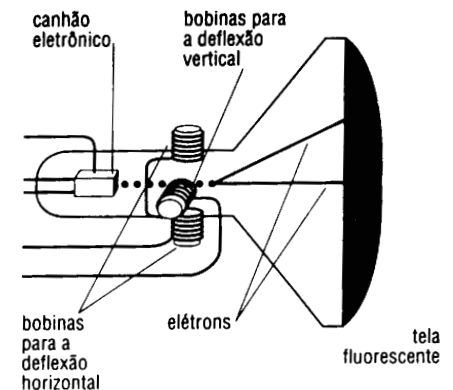
exercitando ...

1. Qual a principal transformação de energia que é feita pela câmara de TV, considerando o início e o final do processo?
2. Que efeito a luz exerce sobre a placa de mica recoberta com césio?
3. O que se entende por "feixe eletrônico" e qual a sua função neste processo de comunicação?
4. O que é **efeito termoiônico**?
5. Compare o funcionamento de uma câmara de televisão e de um tubo de um aparelho de TV. O que de mais importante se pode concluir? As figuras abaixo, são auxiliares para uma boa resposta.

a. câmara de TV



b. tubo de um televisor



—35—

Transmissão aérea de informações

Agora você vai saber
como é feita a
transmissão das
programações pelas
estações de rádio e TV.

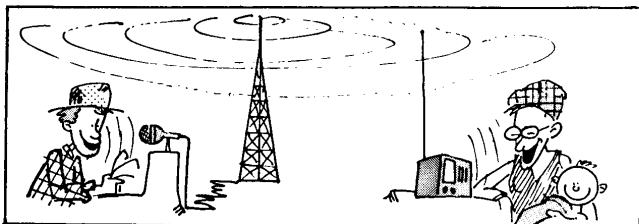
Qual é a sua onda?



Quando descrevemos as principais etapas do processo de comunicação pelo rádio e pela televisão, a antena foi

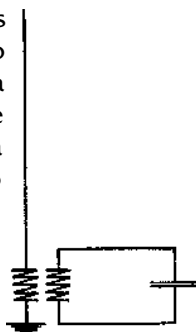
identificada como o elemento através do qual a propagação da informação se dá a partir da estação emissora e também como captador da informação nos aparelhos receptores (

de rádio e de TV) que temos em nossas residências.



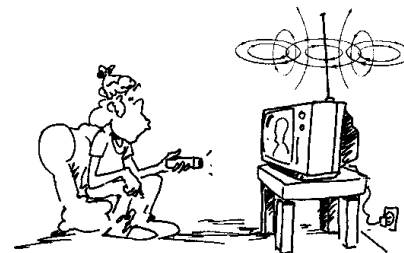
Como são enviadas as informações

Na estação transmissora, a antena é conectada a um circuito de modo que os seus elétrons livres são acelerados na frequência da corrente que serve de identificação da própria estação. Uma versão simplificada de parte deste circuito permite-nos compreender como se dá esse processo.



O circuito da direita é do tipo oscilante, semelhante ao analisado na leitura sobre o rádio. Sua função é originar uma corrente de alta frequência. É através da frequência desta corrente, que são identificadas as estações de rádio e também os canais de TV. Já o circuito situado a esquerda, contém uma bobina ligada a um fio reto com extremidade livre e a outra extremidade ligada à Terra. Este corresponde ao circuito elétrico da antena sendo denominado de circuito oscilante aberto. A proximidade entre as duas bobinas dos dois circuitos permite que a corrente alternada de alta frequência existente no circuito oscilante induza uma corrente também alternada no circuito reto com extremidade livre.

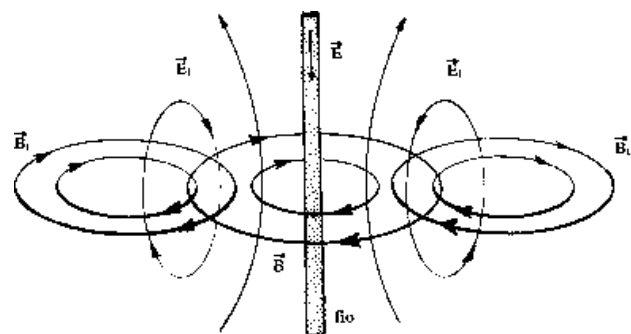
Desse modo, esta corrente produzirá no espaço ao redor do fio, um campo magnético, conforme ilustra a figura.



Uma vez que a corrente elétrica induzida no circuito reto é variável, o campo magnético criado por ela acompanha estas variações, resultando num campo magnético também variável.

De acordo com o que prevê a lei de Faraday, numa região do espaço em que há variação do campo magnético ocorre a indução de um campo elétrico. Como o campo magnético varia, o campo elétrico gerado também é variável.

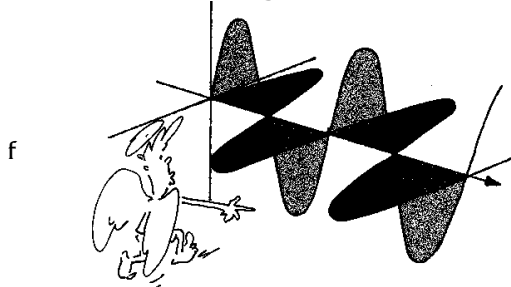
Numa coisa parecida com uma reação em cadeia, ocorre uma sucessão de campos magnéticos gerando campos elétricos a partir do fio, conforme ilustra a figura.



Pelo fato destes campos estarem indivisivelmente ligados entre si, eles recebem o nome de **campo eletromagnético**, o campo total formado por eles. Este campo, propaga-se para o espaço em todas as direções, a partir do circuito da antena, com uma velocidade de 300.000 km/seg.

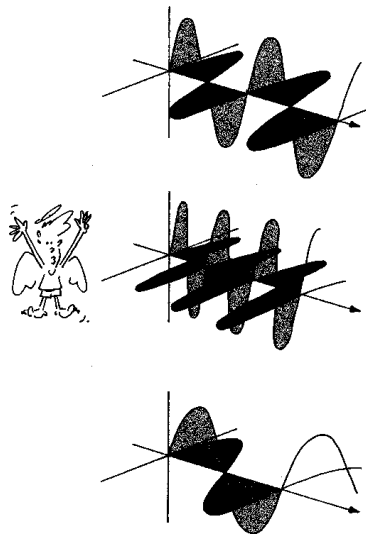
Se a corrente elétrica no fio da antena varia periodicamente, isto é, da mesma forma, as variações do campo magnético se repetirão periodicamente, o mesmo acontecendo com o campo elétrico gerado.

Podemos dizer que os campos magnéticos e elétricos que são gerados a partir da antena e se propagam pelo espaço apresentam uma variação uniforme correspondente a uma onda, só que eletromagnética.



A cada estação, de rádio ou TV, corresponde um certo valor da frequência da onda eletromagnética que carrega consigo as informações que são transmitidas.

Como todas as ondas, elas se propagam com uma certa velocidade e com a energia que transportam, são capazes de gerarem, no fio da antena atingido por elas, uma corrente elétrica, que varia na mesma frequência da onda.



A RECEPÇÃO DAS INFORMAÇÕES

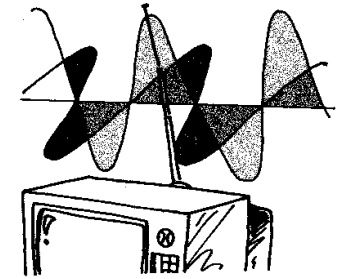
Aparelhos como rádio, TV, dentre outros, quando colocados na região do espaço onde encontra-se o campo eletromagnético produzido por uma estação, são capazes de receber e processar as informações enviadas. Para tanto, eles dispõem de antenas que podem ser internas(no caso de rádios portáteis) ou externas.

Este é o primeiro passo para que a informação seja recebida, mas não é o único. O aparelho precisa estar ligado e sintonizado. Vejamos o que isso significa.

Os aparelhos receptores de rádio e TV têm associados ao circuito da antena também um circuito oscilante. Para que este circuito esteja apto a receber todas as estações, o capacitor deste circuito apresenta a característica que poder variar a sua capacidade de acúmulo de cargas quando de sua eletrização.

Quando mexemos no botão de sintonia com o aparelho ligado, estamos mexendo na posição das placas de um capacitor variável e, assim, alteramos a sua capacidade de acumular cargas, para menos (figura a) ou para mais (figura b).

É esta alteração que torna possível a sintonia das diversas estações. Isto pode ser explicado pelo fato da frequência da onda eletromagnética portadora da informação, ter ou não "permitida" a sua entrada no circuito oscilante do aparelho. Esta condição só ocorre quando o carregamento das placas do capacitor for tal que a corrente elétrica variável criada neste circuito, tiver a mesma frequência da onda eletromagnética portadora da informação. Somente nesta condição, o sinal enviado pela estação uma vez chegando até a antena do aparelho, tem a sua informação processada pelo mesmo, tornando-a acessível.



capacitor variável: a parte hachurada indica o local das placas que pode acumular cargas

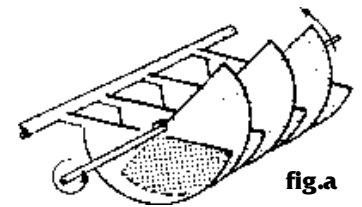


fig.a

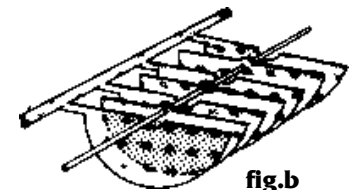


fig.b

COMO SE PREPARA A INFORMAÇÃO PARA ENVIÁ-LA ATÉ AS ANTENAS ONDE ESTÃO OS APARELHOS RECEPTORES E COMO SE RECUPERAM AS INFORMAÇÕES

Primeira etapa: codificação da informação

A primeira transformação por que passam som e imagem na etapa de codificação é a sua transformação em corrente elétrica. Isto é realizado respectivamente pelo microfone e pela câmara de TV conforme já discutimos nas leituras 32 e 34. Tais correntes elétricas têm baixa frequência e por isso, não são apropriadas para serem aplicadas em antenas transmissoras.

Assim sendo, a transmissão das informações referentes a som e imagem requerem um "veículo" que as transporte a longas e médias distâncias. Este "veículo" são as ondas eletromagnéticas de alta frequência chamadas de **ondas portadoras**. É justamente através do valor da frequência da onda portadora que sintonizamos a estação desejada e recebemos as informações transportadas por ela.

A etapa que permite o envio das informações através da antena - chamada de modulação - consiste na produção de alterações na amplitude ou na frequência da onda portadora de reproduzi-las de forma idêntica a das correntes elétricas que representam o som ou a imagem. Para visualizar o processo de modulação, podemos representar, por exemplo as ondas sonora e de alta frequência antes (fig. a) e depois (fig. b).

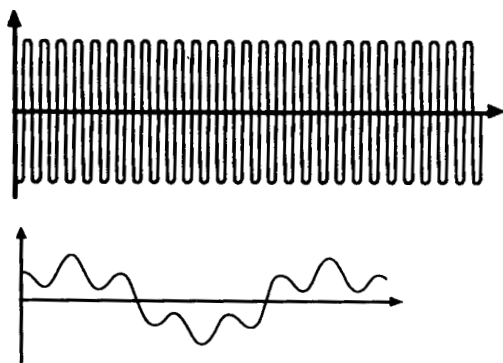
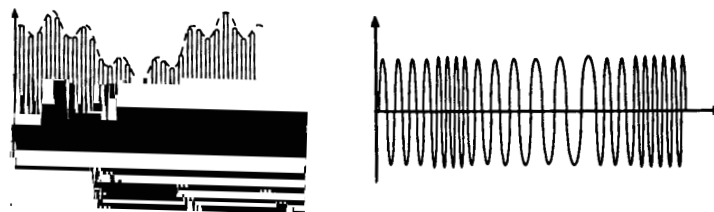


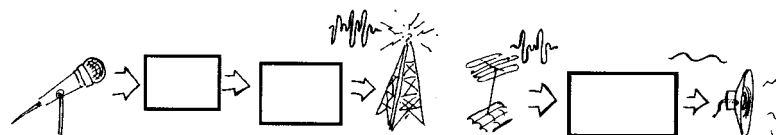
fig.a
representação
da onda
portadora
e da onda
sonora

fig. b representação da onda sonora modulada em amplitude (AM) e em frequência (FM)



Segunda etapa: recuperação da informação

Estando o aparelho receptor ligado e uma vez feita a sintonia com a estação desejada, a onda eletromagnética portadora da informação codificada, reproduz no circuito do aparelho receptor a corrente elétrica correspondente.



Posteriormente, esta corrente elétrica acionará um alto falante, se ela corresponder a um som, ou a um canhão eletrônico se tal corrente corresponder a uma imagem.

exercitando

Elabore 5 questões que foram respondidas neste texto. Não vale usar coisas do tipo: o que é, quem disse..., quem fez..., etc.

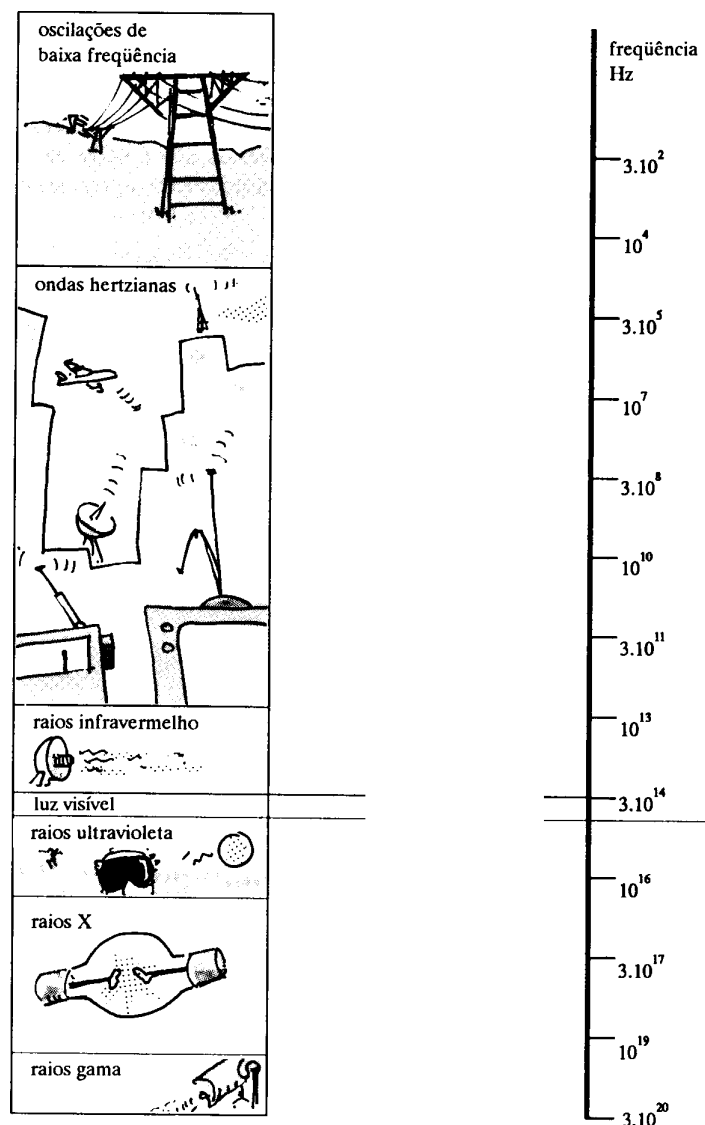
—36—

Radiações

Eletromagnéticas

Você vai conhecer a natureza das radiações e o que distingue uma da outra

ESPECTRO DAS RADIAÇÕES



Maxwell foi o físico que sintetizou todo o conhecimento dos fenômenos elétricos e magnéticos conhecidos até então em quatro leis, consideradas fundamentais e universais da natureza e que ficaram denominadas como as 4 leis de Maxwell. Hoje, este trabalho constitui a **teoria do eletromagnetismo clássico**. Tendo em vista o que já vimos nas leituras anteriores podemos mencioná-las da seguinte maneira:

- a. o campo elétrico pode ser criado por carga elétrica ou por corpos eletrizados;
- b. não existe carga magnética
- c. um campo magnético que varia com o tempo, cria um campo elétrico;
- d. um campo elétrico que varia com o tempo, cria um campo magnético

Além do caráter de síntese, o trabalho de Maxwell anteviu a possibilidade de novos fenômenos. Um deles se refere ao fenômeno das radiações eletromagnéticas.

Vejamos como:

Quando uma usina hidroelétrica ou termoelétrica entra em funcionamento, elas transformam energia gravitacional ou energia química em elétrica, originando corrente elétrica se o circuito estiver fechado. Nos aparelhos elétricos, a energia elétrica é transformada em mecânica de rotação (ventilador, furadeira, liquidificador...); energia térmica (chuveiro, ferro elétrico,...); energia luminosa (imagem em TV, mostradores de calculadora,...); energia sonora, etc.

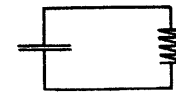
Fazendo a contabilidade das parcelas das transformações de energia envolvidas, o balanço energético não coincide, ou seja, a soma das parcelas de energia que os aparelhos transformam, **não** iguala a energia inicial.

Será que o princípio da transformação e da conservação da energia não se aplica? Então ele deixaria de ser uma lei universal da natureza. Ou pior, será que ele está furado??

Maxwell fez uma outra suposição mantendo a fé na conservação da energia: a parcela de energia que falta para fechar o balanço energético, corresponde à energia irradiada para o espaço. Além disso, Maxwell calculou, através de deduções de sua teoria, que esta energia eletromagnética irradiada desloca-se para o espaço com uma velocidade de 300.000 km/s.

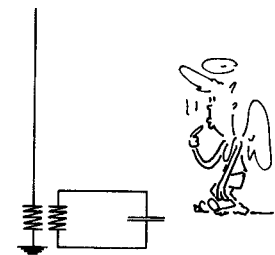
Qualquer semelhança com o valor da velocidade da luz no vácuo, terá sido mera coincidência??

Uma outra questão importante relativa ao balanço energético diz respeito à quantidade de energia irradiada para o espaço.



Nos circuitos oscilantes, conforme os estudados na leitura 32, a energia irradiada quando há corrente elétrica é muito pequena.

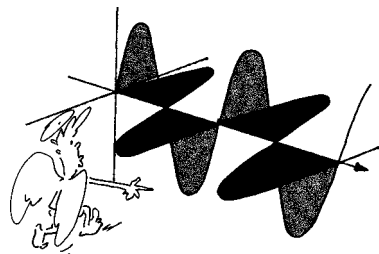
Mas se incluirmos uma antena, aproximando da bobina que faz parte do circuito oscilante, a energia irradiada através da antena será muito maior.



Assim é que nas comunicações, a energia irradiada através da antena é utilizada para "carregar" informações de um lugar a outro, pelo espaço afora. Esta mesma energia "sensibiliza" as antenas dos aparelhos receptores, "entregando" as informações se o canal ou estação estiverem sintonizados.

Uma outra previsão deduzida da teoria do eletromagnetismo de Maxwell, diz respeito à como está composta tal radiação eletromagnética.

Segundo ele, os campos elétrico e magnético são perpendiculares entre si e em relação à direção de propagação.

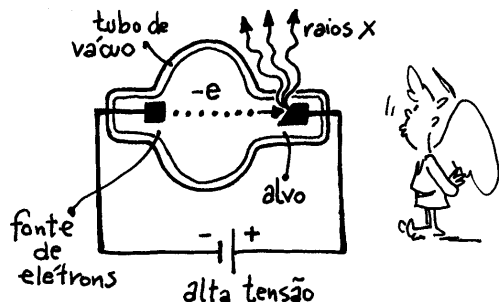


Esta é a representação do **campo eletromagnético**, incluindo a sua direção de propagação em uma única direção. Em torno de uma antena, o campo eletromagnético se propaga em todas as direções em torno dela.

Com a aceitação da teoria de Maxwell, foi possível compreender que todas as radiações são originadas por movimentos acelerados de cargas elétricas.

As radiações de rádio e TV são originadas por movimentos de elétrons livres no interior das antenas; já a luz é produzida por movimentos súbitos de elétrons dentro de átomos e moléculas.

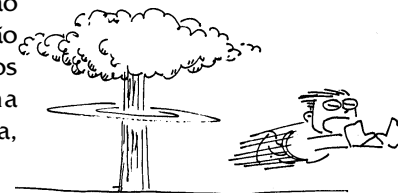
Os raios X, que é um outro tipo de radiação eletromagnética cuja aplicação na medicina é de todos conhecida através das radiografias, é produzida pela desaceleração brusca de elétrons previamente acelerados. Esta desaceleração é provocada pelo choque com uma placa metálica.



As radiações infravermelhas, também denominadas de radiação térmica, nos aquecem quando estamos em torno de uma fogueira e também assam alimentos como carnes, pães,..., e ainda tijolos e telhas nos fornos são também radiações eletromagnéticas. Elas são originadas com a intensa vibração dos átomos que constituem os materiais.



Um outro tipo de radiação eletromagnética são os chamados "raios gama". Eles são produzidos e emitidos na desintegração de núcleos atômicos ocorridas naturalmente, como na radioatividade, como na tecnologicamente produzida, como nas bombas atômicas.



Na interação com a matéria, as radiações eletromagnéticas podem ser absorvidas, refletidas, refratadas, difratadas ou ainda serem polarizadas. Além disso, elas também podem sofrer interferência. É por isso que Maxwell acreditava que as radiações eletromagnéticas podem ser entendidas como um tipo de onda: as **ondas eletromagnéticas**.

Assim, os diferentes tipos de radiações: luz, raios X, radiação infravermelha, raios gama, dentre outras, **não se distinguem em sua natureza**, pois todas elas são originadas por movimentos acelerados (ou desacelerados) de cargas elétricas. **O que as diferencia umas das outras é a frequência e o comprimento de onda de cada tipo de radiação.** Algumas previsões da teoria de Maxwell falharam. Uma delas consistia em admitir que um corpo aquecido, transmitiria radiação térmica continuamente até atingir a temperatura de zero na escala Kelvin. A superação deste problema foi dada por Max Planck, admitindo que a energia emitida por um corpo através de radiação eletromagnética dá-se em "porções" que ele denominou de "quântums". O valor desta energia (E) é diretamente proporcional à frequência da radiação (f), e sempre múltiplo de um valor constante (h), que acabou recebendo o nome de constante de Planck.

velocidade de propagação = comprimento de onda x frequência

$$E = h \cdot f$$

No Sistema Internacional de unidades, o valor desta constante é $6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s

exercitando...

- 1 Qual é o comprimento de onda da onda eletromagnética correspondente à frequência de 50Hz de uma linha de alta tensão?
2. O eco de um sinal radiotelegráfico que sofreu uma reflexão num obstáculo retorna à fonte um intervalo de tempo de $2 \cdot 10^{-4}$ s. Determine a distância do obstáculo à fonte.
3. Nosso corpo emite raios infravermelhos com comprimento de onda em torno de 10^{-5} m. Calcule a frequência correspondente.

teste seu vestibular ...

1. Considere estas afirmações:

I. A velocidade de propagação da luz é a mesma em todos os meios.

II. As microondas usadas em telecomunicações para transportar sinais de TV e telefonia são ondas eletromagnéticas.

III. Ondas eletromagnéticas são ondas do tipo longitudinal.

Quais delas estão corretas?

- a)() Apenas I c)() Apenas I e II e)() I, II e III
b)() Apenas II d)() Apenas II e III

2. Sejam v_1 , v_2 e v_3 as velocidades de propagação no vácuo das radiações gama, infravermelha e luminosa. Temos então:

- a)() $v_1 < v_2 < v_3$ c)() $v_3 < v_2 \leq v_1$ e)()
 $v_3 \leq v_2 \leq v_1$
b)() $v_2 < v_1 < v_3$ d)() $v_1 = v_2 = v_3$

3. As siglas TV, FM e os termos "ondas curtas" e "ondas médias" referem-se às frequências usadas em comunicações no Brasil. Assim sendo, o conjunto das radiações que se encontra em ordem crescente de frequência é:

- a)() ondas médias, televisão, raios X, radiação infravermelha
b)() radiação ultravioleta, radiação infravermelha, luz, televisão
c)() FM, radiação infravermelha, luz, raios X
d)() FM, TV, ondas médias, ondas curtas
e)() microondas, luz, radiação ultravioleta, ondas curtas

4. Uma cápsula a caminho da Lua certamente não encontra em sua trajetória:

- a)() raios X d)() microondas
b)() raios gama e)() ondas sonoras
c)() radiação ultravioleta

37

Salvando e gravando

Nesta aula você vai conhecer dois processos de armazenamento de informações

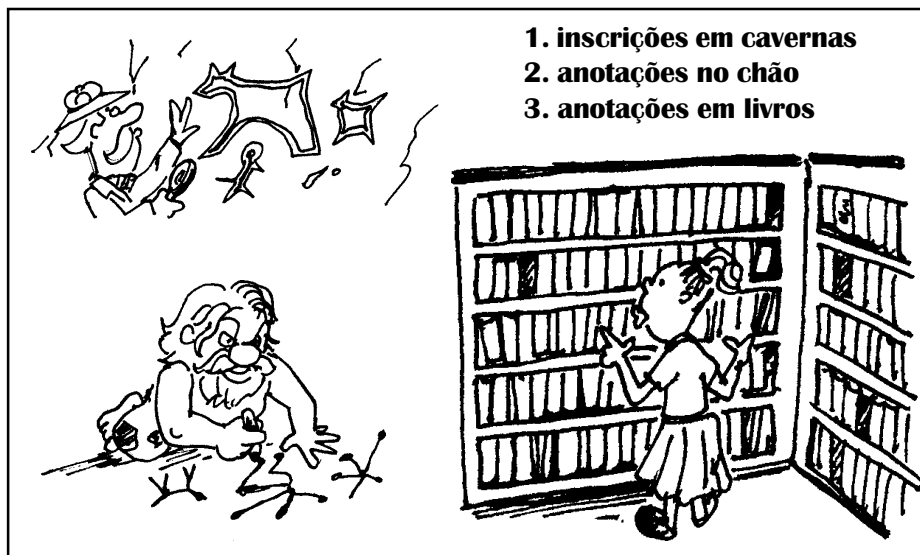
Vivemos num mundo onde a informação assume um papel crucial na vida das pessoas, das empresas e das nações. Acesso à informação, transmissão de informações, armazenamento e geração de informações novas, constitui uma grande parte da vida de todos nós. De quantas maneiras se armazena informações nos dias de hoje?



Estudar, ler um texto ou um manual de um aparelho acabado de comprar, assistir um programa de TV ou uma fita em vídeo ou em cinema, ouvir um programa de rádio, um disco ou um CD, jogar xadrez, seguir uma receita no preparo de um saboroso prato de comida, ..., em todas as atividades que realizamos, o processamento de informações encontra-se presente, de um modo mais ou menos explícito. Este processamento de informações envolve algumas etapas que são básicas: o armazenamento, a transmissão e a recuperação das informações. Vejamos com mais detalhes cada uma destas etapas.

ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÕES E SUA RECUPERAÇÃO

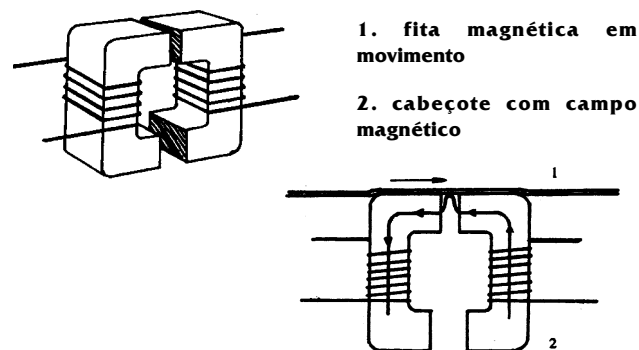
A memória humana é uma maneira natural de registrar e guardar informações. Além disso, os seres humanos utilizam formas inscritas para armazenar informações: desenhos em madeira, barro e pedra, anteriormente; e, depois da escrita, do papel e da imprensa, os livros, revistas, jornais, ..., foram as formas encontradas para tornar possível a guarda de informações.



Nos dias de hoje confiamos a guarda de informações em fitas magnéticas na forma de cartões magnéticos e fitas cassetes. Nos dois casos, sobre uma tira de plástico é fixado um material à base de óxido de ferro, na forma de pequenos grãos, formando uma finíssima camada cuja espessura varia de 0,0032 a 0,0127mm. Este metal, é influenciado pela presença de um campo magnético produzido por um outro objeto e, por isso, ele é utilizado para registro e guarda de informações. Este registro é realizado através de uma certa seqüência na organização destas partículas.

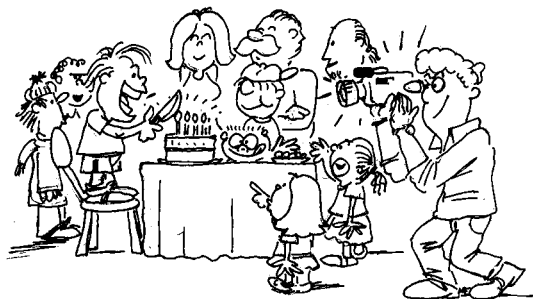


No processo de gravação, seja de som ou de imagem ou de um número ou de uma mensagem, estes são anteriormente transformados em corrente elétrica variável. Esta corrente elétrica, é estabelecida numa bobina envolvida por um núcleo de ferro do chamado cabeçote do gravador, conforme ilustra a figura.



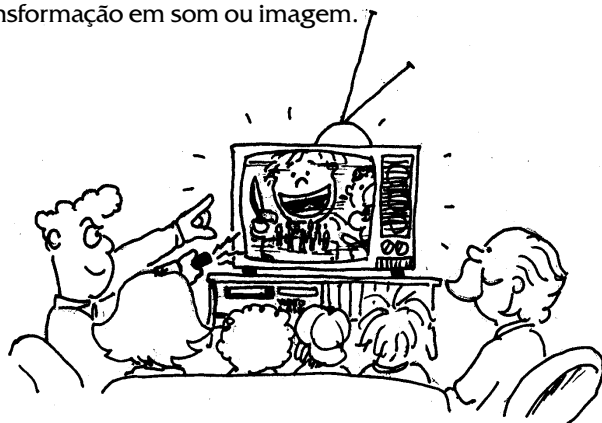
Assim, é criado um campo magnético relativamente intenso na região próxima a ele. É nesta região que uma fita magnética é posta em movimento.

A proximidade entre a fita magnética e o núcleo magnético do cabeçote faz com que o campo magnético criado pela corrente elétrica que representa o som ou a imagem atue sobre a fita. Isso significa que à medida que a fita magnética se move próxima ao cabeçote ela acaba registrando o campo magnético criado pela corrente. Como esta corrente nada mais é que o som ou imagens transformados em eletricidade, consegue-se, desta forma, registrá-los e armazená-los numa fita magnética.



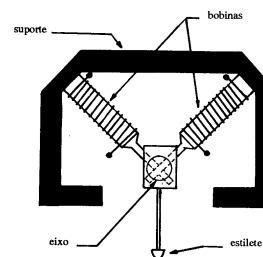
Para reproduzir o que foi gravado, o processo é praticamente inverso ao da gravação: as variações do campo magnético registradas na fita, induzem no circuito elétrico do cabeçote uma corrente elétrica variável, de acordo com a lei de Faraday.

Esta corrente elétrica, nada mais é do que a corrente que se tinha antes da gravação. A etapa seguinte é a sua transformação em som ou imagem.

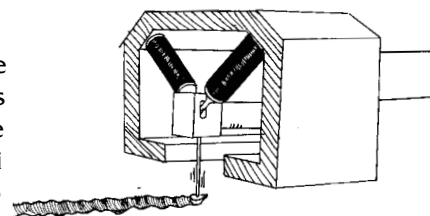


Um outro local onde se pode armazenar informações é no disco de vinil. Antes da fita cassete, o disco de vinil era o modo mais usado para armazenar informações.

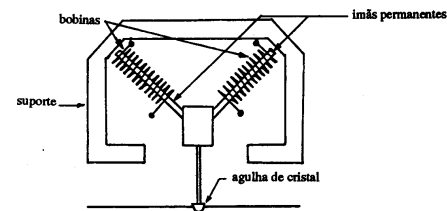
O processo pelo qual se armazena informações no disco de vinil consiste em imprimir ranhuras ou "riscos", cujas formas, tanto em profundidade como abertura, mantenham correspondência com a informação que se deseja armazenar. Estas ranhuras, visíveis no disco a olho nú, são feitas no disco matriz através de um estilete no momento de gravação. Este estilete é movido pela ação da força magnética que age sobre eletroímãs que estão acopladas a ele, conforme indica a figura.



A corrente elétrica que corresponde ao som é estabelecida nestes eletroímãs e assim, eles se magnetizam, conforme prevê a lei de Ampère. Em consequência, o estilete fica sujeito a forças variáveis que o fazem mover de acordo com as variações do som.



Já no processo de leitura das informações, ou seja, quando o disco é posto a tocar, a agulha do aparelho percorre estas ranhuras. Desse modo, os ímãs que estão fixados a ela se movem no interior de duas bobinas, o que origina correntes elétricas nelas, conforme prevê a lei de Faraday. Tais correntes elétricas que surgem nas bobinas variam no mesmo ritmo das alterações gravadas nas ranhuras impressas no disco. A recuperação do som é obtida com o estabelecimento desta corrente no alto falante do aparelho.



Veja que a agulha tem aspecto igual ao do estilete de gravação.

Questão: Identifique semelhanças e diferenças nos processos de armazenamento de informações descritos neste texto.

ANALÓGICO OU DIGITAL?

Existem atualmente dois processos através dos quais se pode codificar as informações com o intuito de armazená-las.

Ao descrevermos a transformação do som ou da imagem em corrente elétrica através do microfone e da câmara de TV, a intensidade da corrente elétrica tinha correspondência direta com a intensidade do som ou com a luminosidade de cada região da cena que estava sendo filmada.

Nestes casos, o processamento da informação se dá com uma seqüência contínua de diferentes intensidades de corrente elétrica, que representa fielmente a informação original. Realizado desta forma, tem-se o processamento analógico das informações. Atualmente ele é empregado nas transmissões de rádio e TV.

Para se ter uma idéia de como se faz este processamento vamos partir de uma representação de um trecho de uma onda sonora, transformada em tensão elétrica pelo processo analógico.

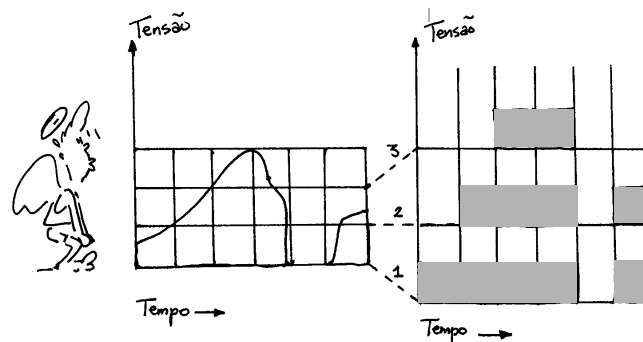
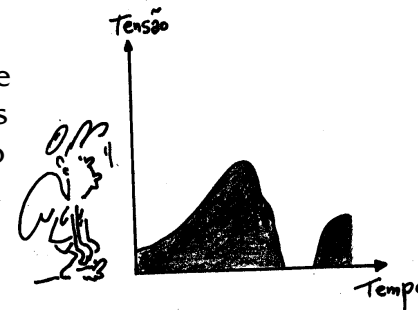
Dividindo-se a região delimitada por este gráfico em pequenos trechos podemos obter algo semelhante ao formulário usado para brincar de batalha naval, só que em vez de porta aviões, navios,..., teremos quadradinhos "cheios" e outros "vazios" relacionados à informação: tem corrente ou corrente nula.

Estas duas únicas possibilidades, vão corresponder aos valores 1 e 0 no processamento digital.

A gravação e também a leitura da informação digitalizada consiste em várias seqüências de 1 ou 0 formados com os

dois únicos valores possíveis: tem ou não. Cada uma destas seqüências é construída a partir de cada trecho no eixo do tempo, conforme está ilustrado. Assim, por este exemplo de representação temos três seqüências: a de número 1, 2 e 3. A seqüência 1 seria formada pela informações 1-1-1-1-0-1. A seqüência 2 seria 0-1-1-1-0-1 e a seqüência 3 seria 0-0-1-1-0-0.

Disquetes, CD's e discos rígidos, já utilizam esta forma de armazenamento e de processamento de informações.



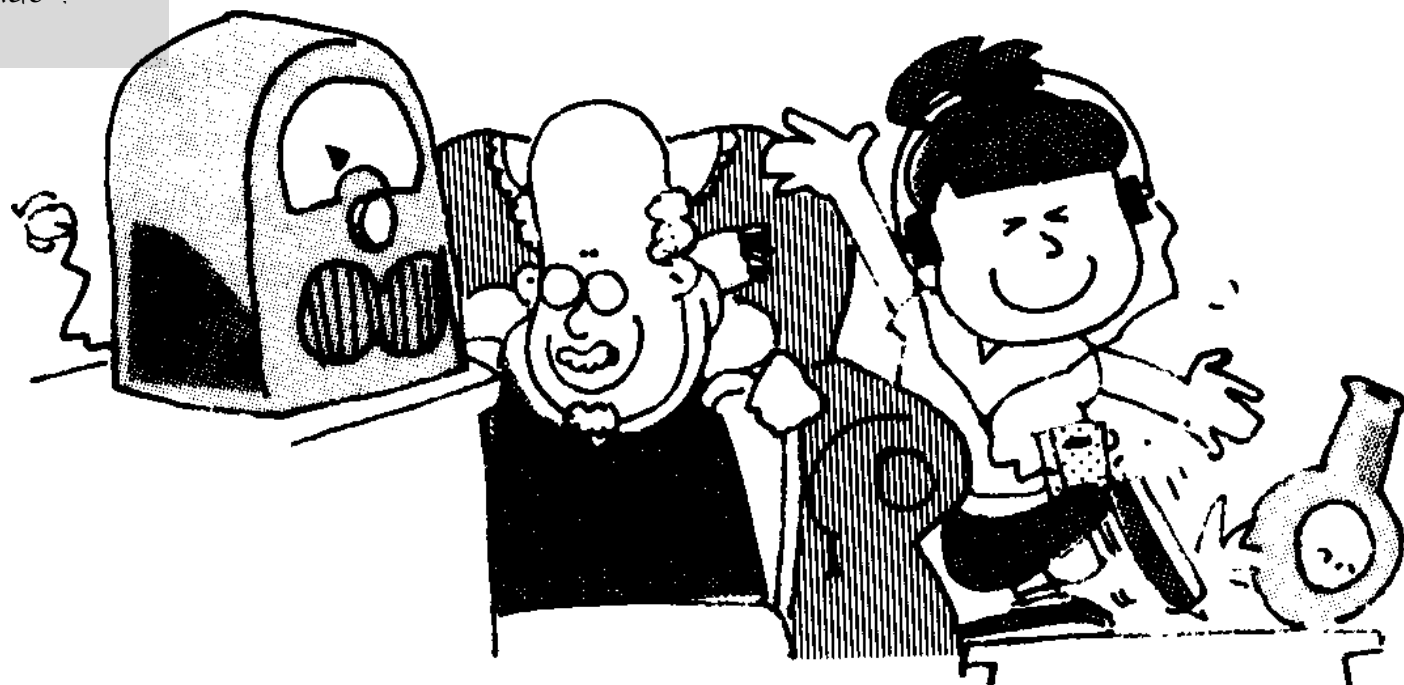
Além do processamento analógico de informação, a microeletrônica através dos computadores e também dos compact discs (CD) faz uso de um outro processamento de informações para a sua armazenagem: o digital.

38

Tamanhos são
documentos

Nesta aula você vai
saber porque o tamanho
dos equipamentos
elétrônicos vem
diminuindo .

Vamos fazer um teste para ver se você conhece as marcas tecnológicas de cada época. Observe com atenção a figura abaixo e responda: de que século e em qual década pertencem estes aparelhos elétricos?



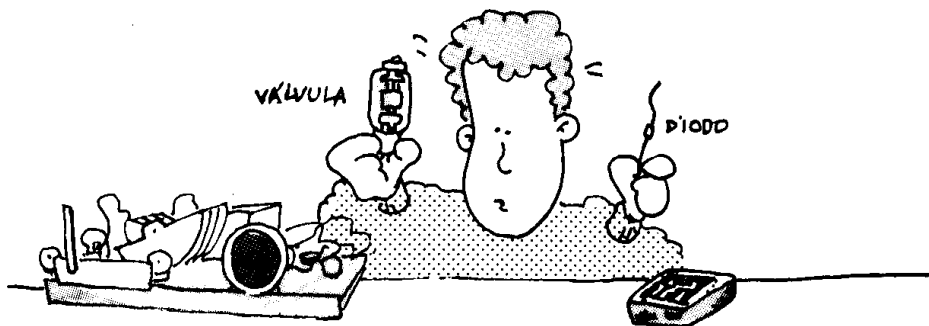
REVIRANDO OS GUARDADOS DOS ANTEPASSADOS

Localize dentre seus familiares ou amigos um rádio antigo, provavelmente um guardado dos avós ou bisavós, mas que ainda funcione e compare com um walkman sob os seguintes aspectos:

- a. tamanho e peso**
- b. tempo necessário para entrar em funcionamento**
- c. aquecimento do aparelho**

A diferença entre os dois aparelhos que fazem a mesma coisa é muito grande. O aparelho de rádio antigo é muito mais pesado e maior, leva mais tempo para ligar e aquece se permanece ligado por algum tempo. Uma outra diferença é que o antigo só é ligado na tomada enquanto o walkman é ligado em pilhas.

Internamente as diferenças são também enormes. Muitas válvulas e fios de ligação além de resistores, no rádio antigo. Já no walkman, circuito impresso, isto é, placa com trilha de cobre fundido, nenhuma válvula, e, além de resistores, alguns componentes novos conforme ilustra a figura.



Todas estas alterações foram possíveis a partir da substituição das válvulas, que necessitam de alta tensão para funcionarem, além de um certo tempo para que seja aquecido o filamento, lembrando uma lâmpada comum.

Em seu lugar entraram o diodo e o transistor, que são feitos com materiais como germânio e silício. Com a utilização dos circuitos integrados da microeletrônica, o volume pode ser reduzido de 10cm^3 , que corresponde ao de uma válvula, para $0,00\ 000\ 008\ \text{cm}^3$, o volume de um transistor integrado.

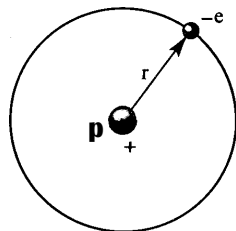
Além disso, a energia necessária para manter estes componentes funcionando também variou significativamente: 100.000 vezes menos energia por segundo, na substituição de uma válvula por um transistor integrado.

O estudo das propriedades elétricas de materiais como o germânio e o silício, que são genericamente denominados de materiais semicondutores, requer uma aproximação com algumas idéias do que se denomina física quântica. Assim, nas páginas a seguir vamos tratar de dois aspectos: localizaremos num primeiro momento as idéias básicas desta parte da física para, no segundo momento, utilizá-las na construção de um novo modelo de condução elétrica para os materiais.

Bohr e seu novo modelo de átomo

As idéias básicas que permitem a compreensão das propriedades elétricas de materiais como o germânio e o silício, tem por base uma representação de átomo elaborada em 1913, e ficou conhecida na física por "átomo de Bohr", em homenagem ao físico que a elaborou.

Segundo esta representação, o átomo é formado de duas regiões: uma no centro chamada núcleo, onde estão os prótons e os nêutrons e uma outra chamada eletrosfera, onde estão os elétrons. A figura ao lado é uma representação do átomo de hidrogênio, segundo o modelo de Bohr.



Na eletrosfera, os elétrons se movem tão rapidamente ao redor do núcleo, em suas órbitas, que formam uma espécie de nuvem, mas há algumas regiões onde existe maior chance de encontrá-los que em outras, ou seja, as órbitas não podem ser quaisquer.

Estas regiões, podem conter um certo número de elétrons, correspondendo cada uma delas a um valor de energia que depende da sua distância em relação ao núcleo do átomo.

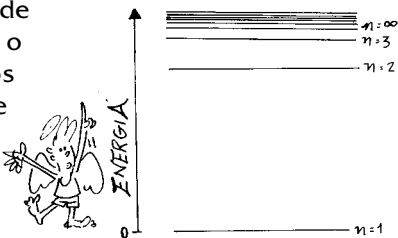
De acordo com Bohr, que estudou detalhadamente o átomo de hidrogênio, quando o seu único elétron encontra-se na órbita mais próxima do núcleo, ele tem o seu menor valor de energia. Nesta situação, o átomo está no seu **estado fundamental**.

Ainda segundo Bohr, este elétron pode mudar para uma órbita mais afastada do núcleo de seu átomo se receber uma certa quantidade de energia que corresponde a um valor bem determinado: a diferença entre os valores das energias associadas a cada uma das órbitas (a final e a inicial).

Quando isso ocorre, o átomo deixa o estado fundamental e passa para o chamado **estado excitado**. Este estado, entretanto, é transitório, a menos que o átomo receba continuamente energia. Caso contrário, o elétron retorna espontaneamente à órbita inicial. Ao fazê-lo, ele emite a mesma quantidade de energia absorvida anteriormente, voltando ao estado fundamental. Em ambos os casos, dizemos que houve um **salto quântico de energia**.

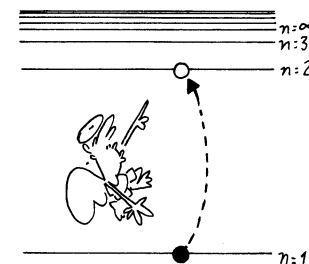
Em função das diferentes órbitas que o elétron pode ter, pode-se fazer um mapeamento das suas possibilidades, levando em conta os valores das energias correspondentes.

Para o átomo de hidrogênio, o diagrama dos níveis de energia possíveis para o seu elétron está indicado ao lado.

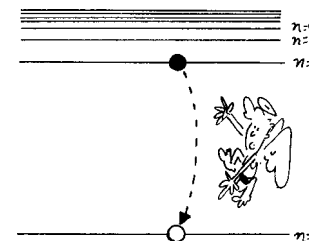


De acordo com este diagrama, quando o elétron encontra-se no nível energético 1, ele está no estado fundamental. Fora dele, o átomo está no estado excitado. Para separar o elétron do átomo, isto é, ionizá-lo, o elétron deve receber $21,7 \cdot 10^{-19}$ J de energia.

Elétron mudando de nível mais externo

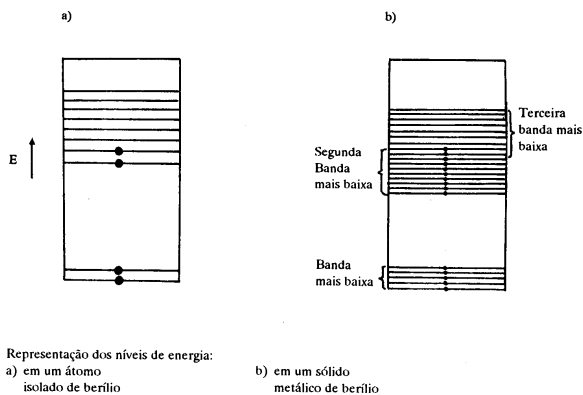


Elétron voltando ao nível fundamental



Reclassificação dos materiais do ponto de vista da condutividade elétrica

Podemos fazer uma classificação dos materiais quanto a sua condutividade elétrica tomando por base os níveis de energia que os seus elétrons podem ter. Neles, a proximidade dos átomos faz com que haja um aumento do número de níveis de energia possíveis para os seus elétrons, conforme indica a figura a seguir.

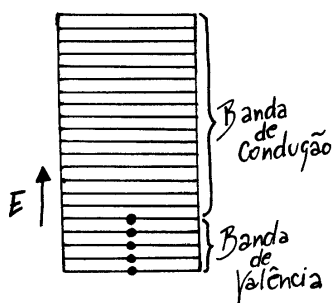


Nesta representação, cada linha horizontal representa um nível de energia possível para o elétron. E a linha com uma bolinha, representa a existência de um elétron neste nível assinalado.

A caracterização dos materiais como isolantes ou condutores elétricos, vai depender da diferença de energia entre os níveis que os elétrons podem vir a ocupar, que se denomina banda de condução, e os valores dos últimos níveis já ocupados por eles, a chamada banda de valência.

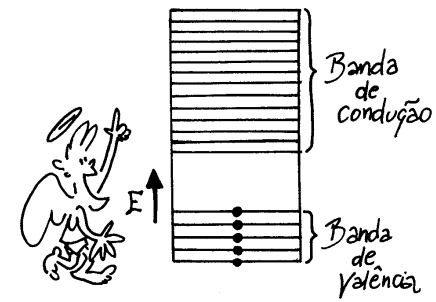
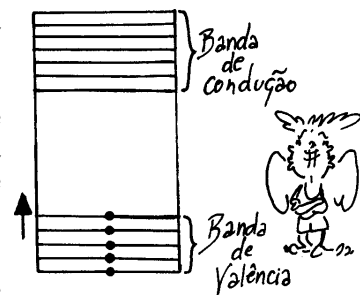
Um material isolante tem uma grande barreira energética que separa a banda de valência da banda de condução. Assim, a passagem dos elétrons para a banda de condução requer grande quantidade de energia, sendo justamente isso o que caracteriza o material como isolante. Sua representação, em termos de níveis de energia é caracterizada conforme a ilustração ao lado.

Um material condutor, ao contrário, tem sua banda de condução elétrica em continuidade com a banda de valência. Deste modo, pequena quantidade de energia é



suficiente para que seus elétrons passem para os níveis de energia mais afastados. Por isso, estes materiais são caracterizados como condutores elétricos.

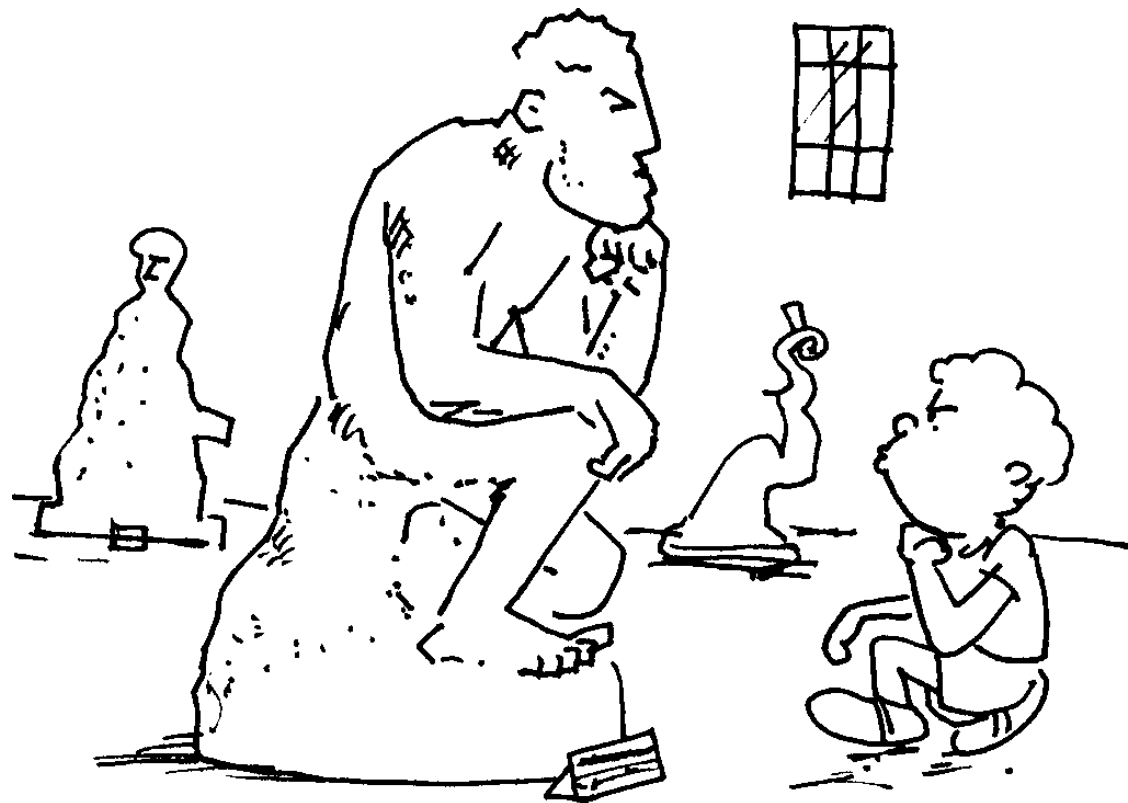
Há uma outra distribuição dos níveis de energia onde a banda de condução e a de valência estão separadas por uma diferença de energia menor que a dos isolantes. Neste caso, com uma certa energia, os elétrons passam para a banda de condução, tornando o material um condutor elétrico. Tal comportamento caracteriza os materiais semicondutores. Germânio e silício são exemplos de materiais que apresentam este comportamento. Para eles, a energia necessária para torná-los condutores elétricos pode ser obtida com a elevação de temperatura, incidência de luz, aumento de pressão, dentre outros processos.



—39—

Partículas e interações

Para terminar, você vai
conhecer um pouco de
como os físicos
imaginam a constituição
da matéria



Ao longo de seu contato com a Física procuramos mostrar que ela pode ser um poderoso instrumento para a compreensão de vários aspectos do mundo natural e tecnológico, com a qual convivemos. Para finalizar este nosso contato com você, preparamos esta leitura, visando uma aproximação com aquilo que hoje os físicos entendem ser as suas ferramentas mais importantes para a compreensão do mundo material: as partículas que o constituem e suas interações básicas.

Do que é formada a matéria e como estão organizadas as partículas que a formam?

Esta é uma questão que já foi respondida de várias maneiras ao longo da história da humanidade. Vejamos algumas delas.

séc. 4 aC

Demócrito, um filósofo grego, propõe que a matéria é formada de um conjunto de partículas indivisíveis. Chamou-as de átomo que significa exatamente isso: não divisível.

séc. XIX

1808: J. Dalton afirmou que as diferentes substâncias seriam formadas de diferentes átomos.

1897: J.J. Thomson descobriu uma partícula atômica e quebrou o átomo! E ainda criou um modelo para o átomo: este seria formado de elétrons e outras partículas de cargas positivas.

séc. XX

1911: E. Rutherford fez uma célebre experiência e propôs um novo modelo de átomo: existe um núcleo, formado de cargas positivas onde a massa do átomo está quase toda concentrada. Os elétrons estão fora do núcleo, girando em torno dele.

1913: N. Bohr aprimorou o modelo de Rutherford: os elétrons giram ao redor do núcleo em órbitas definidas.

1932: J. Chadwick fez a suposição de uma nova partícula no núcleo do átomo: os nêutrons. Acertou na mosca!

1960: M. Gell-Mann propôs que prótons e nêutrons são formadas de outras 3 partículas: os quarks. Gol de placa!

Interações entre partículas

Além da idéia de que toda a matéria pode ser descrita como formada das mesmas coisas - as partículas elementares - os físicos também acreditam que, elas são capazes de interagirem. É através dos diferentes tipos de interação entre as partículas que se explicam as formações de aglomerados de matéria que formam as coisas que nós conhecemos e lidamos. Vejamos:

a. interação gravitacional

É a responsável pelos grandes aglomerados de partículas elementares. Tem natureza atrativa, desempenhando papel fundamental na formação de estrelas, galáxias e planetas, na permanência de nossa atmosfera e dos satélites em órbita da Terra,...



b. interação eletromagnética

Este tipo de interação explica a ligação entre os elétrons e seus respectivos núcleos atômicos e também a união entre os átomos para formar moléculas. Ela é também responsável pela emissão de luz quando os átomos passam de um estado excitado para o estado fundamental, conforme ilustra o esquema:

átomo excitado = átomo no estado fundamental + radiação eletromagnética

c. interação forte

É a responsável pela manutenção ou coesão do núcleo atômico, apesar da repulsão elétrica entre os prótons. Sua natureza é atrativa, exercendo-se entre os prótons e os nêutrons, de modo que sua intensidade predomina quando está presente, embora sua atuação seja percebida somente no núcleo do átomo.

Os físicos também admitiram uma outra interação, que recebeu o nome de interação fraca, responsável pela emissão de partículas beta. Hoje, eles consideram que esta interação está relacionada com a eletromagnética.

interações e forças

As interações forte, eletromagnética e gravitacional também podem ser expressas em termos de forças: nuclear, eletromagnética (elétrica e magnética) e gravitacional, respectivamente.

Leis de conservação

Uma outra idéia muito importante que caracteriza o modo como os físicos "enxergam" a natureza reside no fato de que apesar das modificações que são observadas no mundo natural, algumas quantidades físicas se mantêm constantes, desde que não haja influência externa: são as chamadas **leis da conservação**.

Algumas delas, que foram discutidas ao longo dos três volumes desta coleção são:

- a. a conservação da quantidade de movimento (na translação e na rotação);
- b. a conservação da energia
- c. a conservação da carga elétrica

Essa história de partículas elementares não acabou por aí. Até hoje, já foram detectadas a existência de aproximadamente 200 partículas. A maior parte delas, existe por um tempo muito curto (da ordem de 0,000 001 a 0,000 000 000 000 000 0001 segundos).

exercitando ...

1. Qual a principal diferença entre o modelo atômico de Thomson e Rutherford?
2. a. quantos tipos de forças os físicos admitem como existentes na natureza?
b. que partículas participam destas forças?

3. Através de uma seta, faça a correspondência entre as linhas das colunas a seguir:
 - a. interação forte
 - b. interação eletromagnética
 - c. interação gravitacional
 1. atrativa ou repulsiva
 2. explica o sistema solar
 3. curtíssimo raio de ação



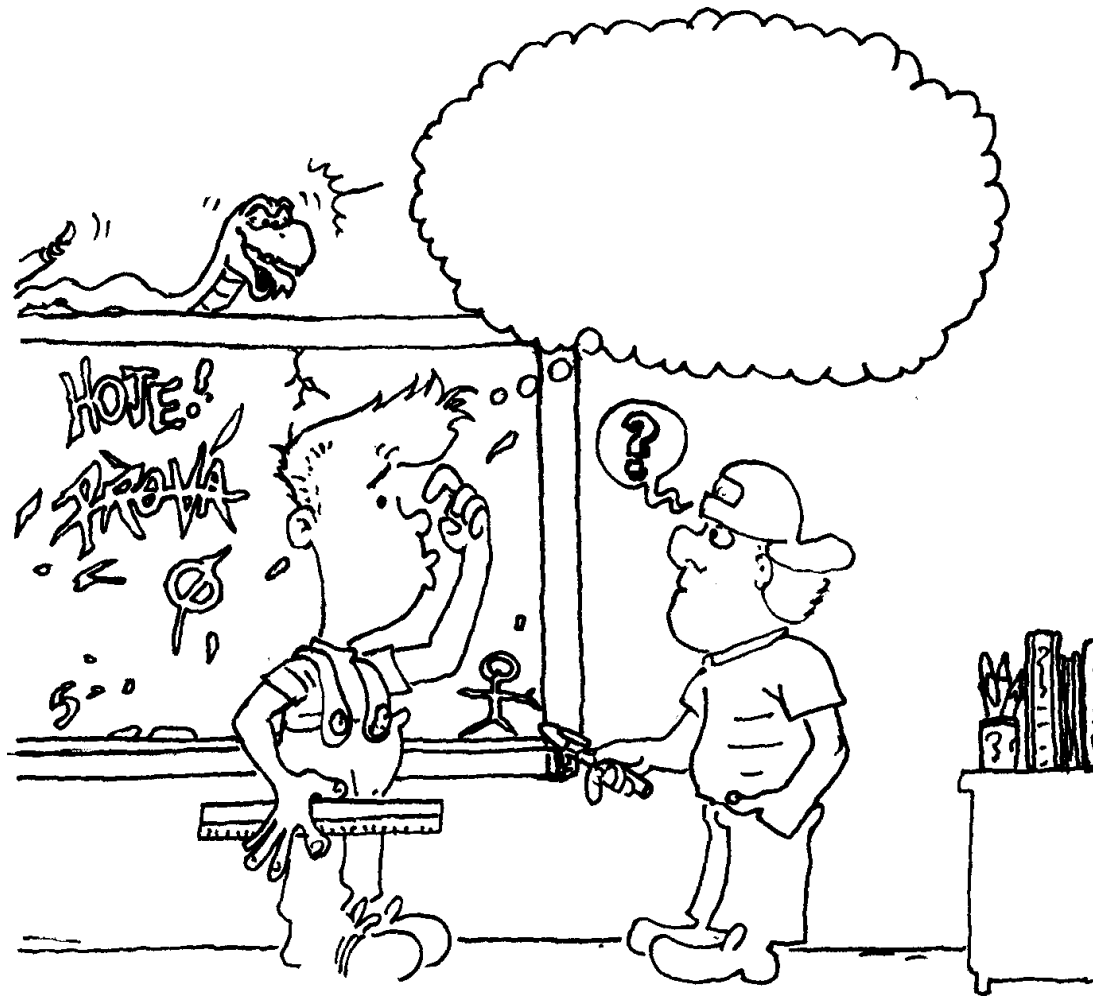
40

Exercícios

Você vai rever o que foi discutido nas aulas anteriores fazendo e pensando as questões propostas.

EXERCÍCIOS

(Som, imagem e comunicação)



1. Qual o intervalo de frequências que o ouvido humano pode "perceber"?
2. Qual a ordem de grandeza da frequência das ondas que os rádios enviam para o espaço as suas informações?
3. Por que a corrente elétrica gerada nos microfones é considerada de baixa frequência?
4. Como podemos interpretar interferências no funcionamento do aparelho receptor (rádio)?
5. Que tipo de associação há entre o ajuste do botão de sintonia e o circuito elétrico do rádio?
6. Um rádio pode funcionar sem estar ligado a uma fonte de energia (tomada ou pilha)? Então qual a função destes tipos de fonte de energia elétrica?
7. As emissoras de rádio lançam no espaço ondas eletromagnéticas com frequências específicas. As antenas dos receptores captam estas ondas ao mesmo tempo? Explique.



8. A sintonização de uma emissora de rádio ou de TV é feita selecionando a frequência da emissora de rádio e o canal da TV. Por que, às vezes, um aparelho de TV "pega" também uma outra estação?



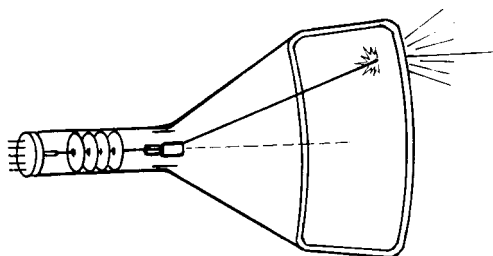
9. Quais as principais transformações de energia que ocorrem num aparelho de rádio em funcionamento? E num aparelho de TV?
10. Os circuitos oscilantes possibilitam a obtenção de correntes elétricas de alta frequência. Que papel elas desempenham na transmissão de informações entre as emissoras e os teleouvintes?
11. A sintonização de uma emissora por um aparelho de rádio significa que houve seleção de uma onda eletromagnética.

a) Discuta o que acontece quando as oscilações da onda eletromagnética transmitida pela emissora não têm a mesma frequência que a do circuito oscilante do rádio e a situação em que estas frequências coincidem.

b) Por que o som de um rádio é perturbado por ruídos durante uma tempestade onde ocorrem relâmpagos?

12. As emissoras de rádio lançam ao espaço ondas eletromagnéticas moduladas. O que significa modular uma onda de alta frequência para se obter uma onda de rádio?

13. Qual a função do canhão eletrônico nas câmaras de TV? Identifique, nas transmissões de rádio, o que desempenha função análoga. Que transformações de energia ocorrem em cada um deles?



14. Por que as antenas são colocadas geralmente nos pontos mais altos de uma região?



15. O que acontece se colocarmos um ímã sobre uma fita magnética? E sobre um disco?

16. Qual é o comprimento de onda eletromagnética correspondente à frequência de 50 Hz de uma linha de alta tensão?

17. O comprimento de onda transmitido por uma estação retransmissora é de 300m. Calcule a frequência da onda emitida.

18. O texto a seguir foi retirado de um livro de Física:

"O corpo humano, que apresenta uma temperatura média de 37 °C, também emite radiações infravermelhas, cujo comprimento de onda encontra-se próximo ao valor 10^5 metros."

19. Considerando a velocidade de propagação próxima a da luz ($3 \cdot 10^8$ m/s), qual a frequência da radiação emitida pelo corpo humano?

20. Calcule os comprimentos de onda das ondas eletromagnéticas de frequência $f_1 = 6 \cdot 10^{14}$ Hz e $f_2 = 4 \cdot 10^6$ Hz.

21. Uma estação de rádio emite ondas eletromagnéticas com frequência 8 megahertz. O comprimento das ondas emitidas é de:

- a) () 32,5m d) () 45,0m c) () 37,5m
b) () 35,7m e) () 52,6m

22. Uma pessoa tenta ouvir um noticiário com um radinho de pilha nas seguintes condições: muito vento com ameaça de chuva com relâmpagos cortavam o céu.

Discuta as várias hipóteses que podem explicar o fato de que para ouvir alguma coisa, o radinho tinha que ser colocado colado ao ouvido.

teste seu vestibular

1. Não é radiação eletromagnética:

- a) () infravermelho d) () onda de rádio
b) () ultravioleta c) () ultra-som
c) () luz visível

2. Uma cápsula a caminho da Lua não encontra, certamente, em sua trajetória:

- a) () raios X d) () microonda
b) () raios γ e) () ondas sonoras
c) () radiação ultravioleta

3. No ar, sob condições normais de temperatura e pressão, uma fonte sonora emitie um som cujo comprimento de onda é de 25cm. Supondo que a velocidade de propagação do som no ar é de 340m/s, a frequência do som emitido será de:

- a) () 1,36kHz c) () 2,72kHz e) () 3,40kHz
b) () 1,60kHz d) () 3,20kHz

4. O ouvido humano consegue ouvir sons desde aproximadamente 20Hz até 20 000Hz. Considerando que o som se propaga no ar com velocidade de 330 m/s, que intervalo de comprimento de onda é detectável pelo ouvido humano?

- a) () De 16,5m a 15,5mm d) () De 8,25m a 8,25mm
b) () De 165m a 165mm e) () De 20m a 20mm
c) () De 82,5m a 82,5mm

6. Considere estas afirmações:

I. A velocidade de propagação da luz é a mesma em todos os meios.

II. As microondas usadas em telecomunicações para transportar sinais de TV e telefonia são ondas eletromagnéticas.

III. Ondas eletromagnéticas são ondas do tipo longitudinal.

Quais delas estão corretas?

- a) () Apenas I d) () Apenas II e III
b) () Apenas II e) () I, II e III
c) () Apenas I e II

7. Sejam v_1 , v_2 e v_3 as velocidades de propagação no vácuo das radiações gama, infravermelha e luminosa. Temos então:

- a) () $v_1 < v_2 < v_3$ d) () $v_1 = v_2 = v_3$
b) () $v_2 < v_1 < v_3$ e) () $v_3 < v_1 < v_2$
c) () $v_3 < v_2 < v_1$

8. Em uma região do espaço, existem campos elétricos e magnéticos variando com o tempo. Nestas condições, pode-se dizer que, nesta região:

- a) () existem necessariamente cargas elétricas.
b) () quando o campo elétrico varia, cargas induzidas de mesmo valor absoluto, mas de sinais contrários, são criadas.
c) () à variação do campo elétrico corresponde o aparecimento de um campo magnético.
d) () a variação do campo magnético só pode ser possível pela presença de ímãs móveis.
e) () o campo magnético variável pode atuar sobre uma carga em repouso, de modo a movimentá-la, independente da ação do campo elétrico.