

# — 31 —

Alô, pronto.  
Desculpe, engano!

---

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

**Alô, pronto; desculpe, engano.**

**Quem não disse uma dessas 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:**

- que materiais fazem parte de sua fabricação?**
- o que torna o alto-falante tão pesado?**
- qual o elo entre o cone de papelão e a base?**

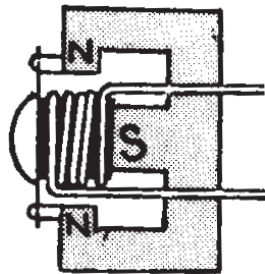


**d. agora sim! Abra o interior do alto-falante e verifique os demais componentes**

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.

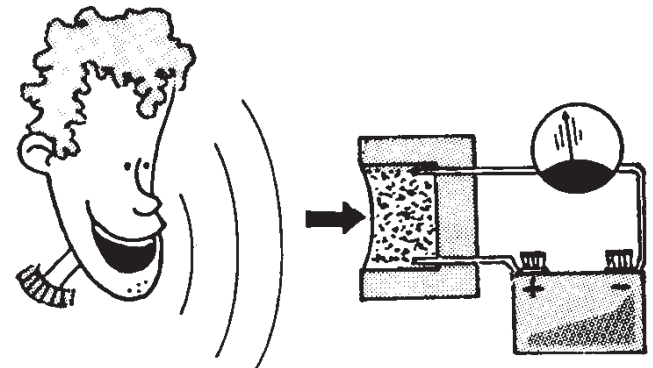


No microfone de indução, as variações de pressão do ar movimentam uma

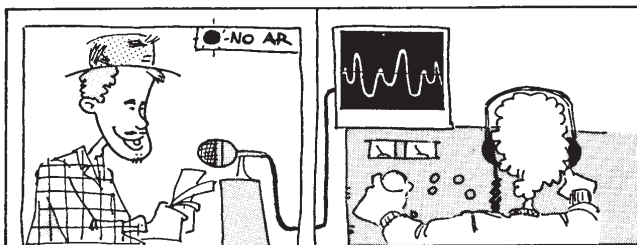


bobina que está sob ação de um campo magnético produzido por um ímã permanente. Nesse caso, com o movimento surge na bobina uma corrente elétrica induzida devida à força magnética, que atua sobre os elétrons livres do condutor.

Nos microfones mais antigos - os que utilizam carvão - as variações de pressão do ar atingem o pó de carvão, comprimindo-o e descomprimindo-o. Esse 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. Dessa forma, a corrente elétrica varia de intensidade com o mesmo ritmo das alterações da pressão do ar.



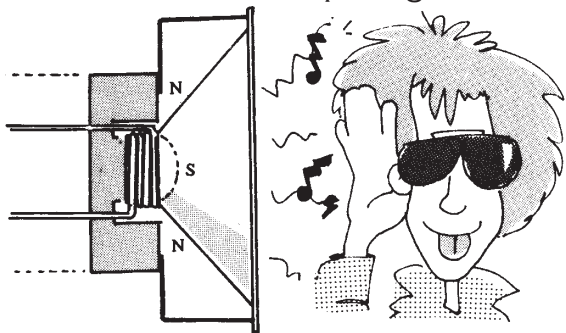
A corrente elétrica obtida no microfone, que representa o som transformado, é do tipo alternada e de baixa frequência. Assim, o som transformado em corrente elétrica pode ser representado conforme a figura a seguir.



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.

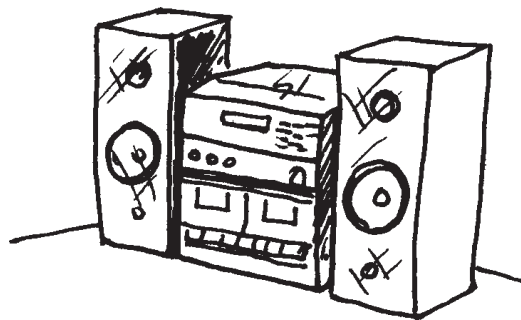


Como a bobina e o cone estão unidos quando ela entra em movimento, as vibrações mecânicas do cone se transferem para o ar, reconstituindo o som que atingiu o microfone.

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



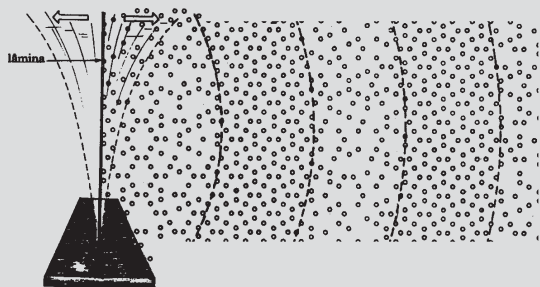
Para melhorar a reprodução e reduzir os efeitos de interferência, o alto-falante passou a ser montado em caixa acústica.



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 aproximadamente de 300 a 500 hertz, e uma unidade de frequência intermediária, de mais ou menos 15 cm de diâmetro (6 polegadas), cobrindo a faixa entre 500 Hz e 4 kHz.

# 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 apreciadas 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 200 Hz a 250 Hz, enquanto a masculina apresenta uma variação de 100 Hz 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 o segundo pelo alto-falante.

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

matéria	temperatura (C)	velocidade (m/s) (do som)
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 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 20 Hz, 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 propagar, provocando vibração desse meio no mesmo sentido de sua propagação. Por essa 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. Determine o valor do comprimento de onda de um som cuja frequência é 250 Hz e se propaga no ar com uma velocidade de 340 m/s.

6. Determine o valor do 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 têm frequência de 20 a 20.000 Hz. Que valores de comprimento de onda delimitam essas frequências?