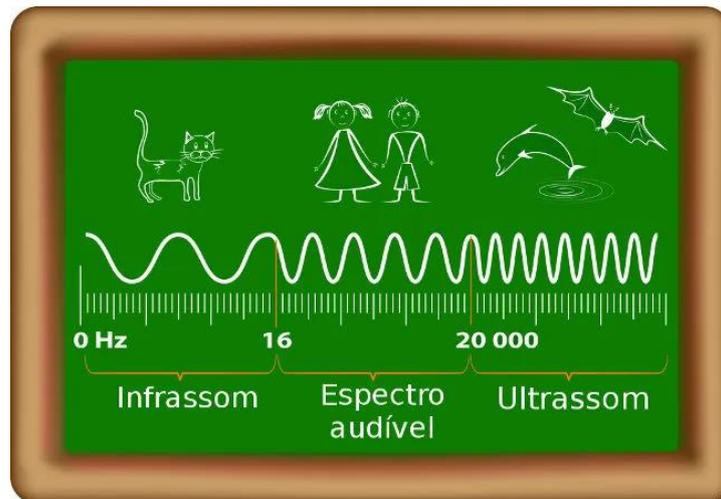


Ultrassom Aplicado à medicina		
Sistemas Biomédicos	Disciplina	Física Aplicada à Medicina II
Prof. André Diniz Rosa da Silva		



As aplicações do ultrassom de baixa intensidade tem, como propósito, transmitir a energia através de um meio e com isso obter informações do mesmo. As aplicações típicas dentro dessa categoria são: ensaio não-destrutivo de materiais, medida das propriedades elásticas de materiais e diagnose médica.

As aplicações de alta intensidade tem como objetivo produzir alteração no meio através do qual a onda se propaga. Alguns exemplos são: terapia médica, atomização de líquidos, limpeza por cavitação, ruptura de células biológicas, soldas, homogeneização de materiais.

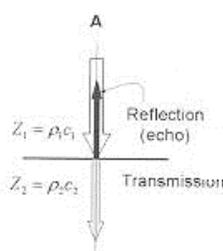
Pode-se obter com a técnica ultrassônica, informações sobre:

- Tamanho: medida das dimensões lineares ou do volume. Ex: Cefalometria feta, medida do volume do fígado, da bexiga.
- Anomalias atômicas: formação de imagem e identificação dos tumores. Ex: cisto de ovário, metástases hepáticas. Em particular, é possível distinguir sólidos dos líquidos.
- Função: verificação sobre o funcionamento de órgãos e sistemas do corpo humano. Ex: estenose de válvula mitral, arteriosclerose.

As ondas ultrassônicas são geradas por transdutores ultrassônicos também chamados simplesmente de transdutores. De uma forma geral, os transdutores ultrassônicos convertem energia elétrica em energia mecânica e vice-versa.

Propriedades das ondas ultrassônicas

Para comprimentos de onda do ultrassom pequenos, comparados às dimensões da interface e incidindo perpendicularmente a ela pode-se deduzir o coeficiente de reflexão da intensidade R:



$$R = \frac{I_R}{I_0} = \frac{(Z_A - Z_B)^2}{(Z_A + Z_B)^2}$$

I_R – Intensidade da onda refletida

I_0 – Intensidade da onda incidente

Z_A – Impedância acústica do meio A e Z_B do meio B.

$$Z = \rho \cdot v$$

A razão entre a intensidade transmitida I_t e a incidente I_0 fornece o **coeficiente de transmissão** da intensidade T:

$$T = \frac{I_t}{I_0} = \frac{4Z_A Z_B}{(Z_A + Z_B)^2}$$

Quando $Z_A = Z_B$, não há onda refletida, pois, $I_R = 0$, e $I_t = I_0$, isto é, toda onda incidente é transmitida, e

$$\frac{I_r}{I_0} + \frac{I_t}{I_0} = 1$$

Outro fato que ocorre quando uma onda ultrassônica atravessa um meio homogêneo como um tecido é o decréscimo de sua intensidade com a distância. Na prática, esse decréscimo, que é chamado atenuação, é causado principalmente pelo espalhamento, pela divergência da onda sonora e por sua absorção. Na absorção, a energia sonora é convertida em calor, e essa é a propriedade usada em fisioterapia.

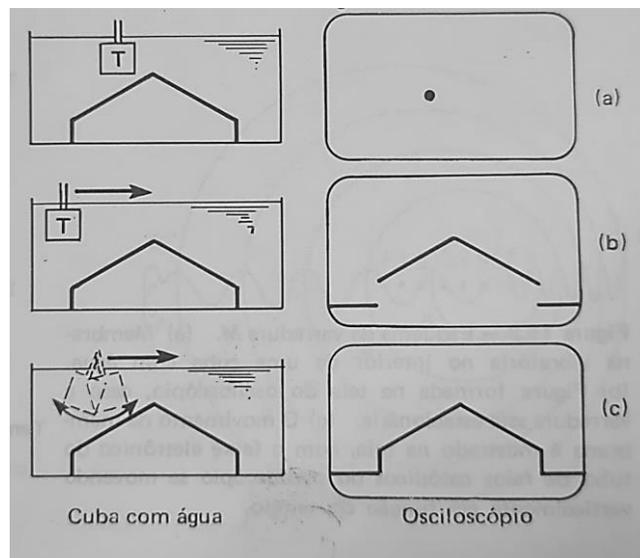
A atenuação de uma onda ultrassônica obedece à lei exponencial:

$$I = I_0 e^{-2\alpha x}$$

Onde:

I é a intensidade do ultrassom após atravessar uma espessura x de um material com coeficiente de atenuação α e I_0 é a intensidade inicial.

Formação de imagem bidimensional para um objeto colocado no interior de uma cuba de água de um transdutor estacionário em (a); e o transdutor movendo-se para a direita (b); e podendo também para direita e em rotação (c).



Exercícios

1- Calcule o coeficiente de transmissão da intensidade do ultra-som na interface ar-músculo.

– Densidade e impedância acústica de alguns materiais e velocidade do ultra-som neles.

Material	ρ (kg/m ³)	v (m/s)	Z [kg/(m ² · s)]
Ar	1,29	$3,31 \times 10^2$ (CNTP)	430
Água	$1,00 \times 10^3$	$14,8 \times 10^2$	$1,48 \times 10^6$
Cérebro	$1,02 \times 10^3$	$15,3 \times 10^2$	$1,56 \times 10^6$
Músculo	$1,04 \times 10^3$	$15,8 \times 10^2$	$1,64 \times 10^6$
Gordura	$0,92 \times 10^3$	$14,5 \times 10^2$	$1,33 \times 10^6$
Osso	$1,90 \times 10^3$	$40,4 \times 10^2$	$7,68 \times 10^6$

$$T = \frac{I_t}{I_0} = \frac{4Z_A Z_B}{(Z_A + Z_B)^2}$$

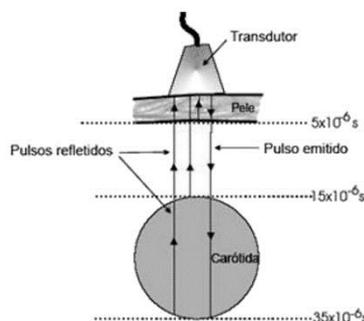
2- Calcule a porcentagem da intensidade de onda sonora que é:

- a) Refletida $\frac{I_r}{I_0}$
- b) Transmitida $\frac{I_t}{I_0}$

Da água para o músculo.

3- Informações diagnósticas sobre a estrutura do corpo humano podem ser obtidas pela ultrassonografia. Nessa técnica, um pulso de ultrassom é emitido por um transdutor através do corpo e é medido o intervalo de tempo entre o instante da emissão desse pulso e o da recepção dos pulsos refletidos pelas interfaces dos órgãos internos. A figura ao lado representa um exame de ultrassonografia, no qual o transdutor colocado na altura do pescoço de um paciente, cujo diâmetro da artéria carótida se deseja medir, emite pulsos com velocidade de 150.000 cm/s. Mostram-se, também, os tempos em que os pulsos refletidos pela pele do paciente e pelas paredes anterior e posterior da sua carótida foram detectados. É correto afirmar que o diâmetro da carótida do paciente, na altura do pescoço, mede:

- a) 0,15 cm
- b) 1,5 cm
- c) 0,25 cm
- d) 2,25 cm



4- Uma onda ultrassônica de 3,5 MHz incide sobre o músculo bíceps, no qual o coeficiente de atenuação α vale 0,6 cm⁻¹. De quanto por cento de intensidade do ultrassom será atenuada a 1 cm do ponto de incidência?

5- De acordo com uma tabela de níveis de intensidade sonora, o nível de intensidade medido para pessoas em conversação normal e a 1 m de distância é de 60 dB. Sabendo que a intensidade mínima percebida pelo ouvido humano é de 10⁻¹² W/m², determine a intensidade sonora da voz de uma pessoa em conversação normal em W/m².

Nível de intensidade Sonora: $\beta(\text{dB}) = 10 \log \frac{I}{I_0}$

- a) 10⁻²
- b) 10⁻⁵
- c) 10⁻⁷
- d) 10⁻¹
- e) 10⁻⁶

6- Um técnico mede a intensidade do som gerado por um alto-falante em uma distância de 10 m, e o valor obtido foi de $0,040 \text{ W/m}^2$. Determine a potência da fonte sonora, admitindo que ela seja constante e que o som se propague uniformemente em todas as direções.

Dados: Utilize $\pi = 3$

- a) 38 W
- b) 48W
- c) 58W
- d) 68W
- e) 78W

7- Sobre as ondas sonoras, considere as seguintes afirmações:

- I) As ondas sonoras são ondas transversais;
- II) O eco é um fenômeno relacionado com a reflexão da onda sonora;
- III) A altura de um som depende da frequência da onda sonora.

Está(ão) correta(s) somente:

- a) I
- b) II
- c) III
- d) I e II
- e) II e III