

Transdutores e campo acústico:

1. Leia e compreenda o artigo disponibilizado no stoa e discutido em sala de aula:
Dongxu Liu, Qingwen Yue, Ji Deng, Di Lin, Xiaobing Li, Wenning Di, Xi Wang, Xiangyong Zhao, Haosu Luo, Broadband and High Sensitive Time-of-Flight Diffraction Ultrasonic Transducers Based on PMNT/Epoxy 1–3 Piezoelectric Composite, Sensors 2015, 15, 6807-6817; doi:10.3390/s150306807
2. Faça o relatório sobre caracterização dos elementos PZT medidos em sala de aula.
3. Um transdutor mecânico constituído de um disco PZT circular de 2 cm de diâmetro irradia uma potência acústica de 100 mW a 5MHz na água. (a) qual é a intensidade e a amplitude de velocidade na superfície do disco? (b) Qual é a espessura do feixe na direção de 3 dB, 6 dB e 10 dB para campos distantes ? Obs: A pressão para um pistão circular é igual a

$$P(r, \theta) = \frac{1}{2} \rho_o c U_o \left(\frac{R}{z} \right) kR^* H(x)$$
$$x = kR \text{sen}(\theta)$$

Os valores da função H(x) estão na tabela em anexo.

4. Um transdutor ultrassônico circular com 2 cm de raio é normalmente operado a 3.5 MHz. Se desejasse usar mesmo tipo de transdutor a 5 MHz, mantendo-se a mesma pressão acústica no eixo de simetria no campo longínquo, a) qual deve ser o raio do novo transdutor; b) Determine a distancia axial do transdutor em que ocorre o primeiro máximo e o primeiro mínimo de pressão, ao se aproximar do mesmo, para os dois pistões. Calcule a amplitude da pressão na condição de primeiro máximo.

Doppler

5. Assuma um transdutor de 8 MHz de frente a uma interface movendo-se em direção ao transdutor com velocidade de 15 cm/s. a) qual é a variação Doppler? b) qual é a frequência do eco? c) qual seria a variação Doppler se o transdutor estivesse inclinado de 30° com relação à direção do movimento? Suponha a onda se propagando em tecido mole.

6. Considerando que no ultrassom Doppler contínuo, a onda transmitida é do tipo $x_t[t] = \cos(10^7 t)$ e que o eco é do tipo $x_r = -3 \sin(1,1 \cdot 10^7 t)$. Determine a expressão do sinal apresentado na saída do aparelho.
7. Aplicando a demodulação em quadratura para determinar a direção do fluxo, determine as saídas $i(t)$ e $q(t)$ para o problema anterior. Faça uma representação gráfica desses dados.
8. Se a frequência incidente é de 1MHz, a velocidade de propagação é de 1600m/s e a velocidade do refletor em direção à fonte é 16m/s, qual é a frequência Doppler? Qual é a frequência da onda refletida?
9. Com base no exercício anterior, se o ângulo entre a direção do som incidente e a movimentação do refletor for de 60° , qual será a frequência Doppler? Qual será a frequência da onda refletida?
10. Porque a imagem apresentada pelo equipamento Doppler é um fluxograma (um conjunto de frequências, ao invés de uma única frequência)?
11. Os equipamentos Doppler de ondas contínuas utilizam transdutores composto de um único cristal ou de dois cristais? Explique.
12. Quais informações acerca do movimento dos refletores podem fornecer as variações Doppler positivas e negativas?

Valores tabelados de $H(x)$

X	H(x)
1,0	0,8801
1,2	0,8305
1,4	0,7743
1,6	0,7124
1,8	0,6461
2,0	0,5767

2,2	0,5054
2,4	0,4335
2,6	0,3622
2,8	0,2927
3,0	0,2260
3,2	0,1633
3,4	0,1054
3,6	0,053
3,8	0,0068
4,0	-0,0330
4,5	-0.1027
5	-0.1310