

1º Semestre 2003/2004
Instituto Superior Técnico



Experiência de Acústica Básica

Licenciatura em Engenharia Física Tecnológica

Ricardo Figueira nº53755
André Cunha nº53757
Tiago Marques nº53775

LFX4
Professor Bernardo Brotas de Carvalho

Lisboa, 20 de Outubro de 2003

Introdução

1) Objectivos

Esta experiência tem essencialmente três objectivos:

- Determinação da velocidade de propagação do som no ar.
- Determinação da frequência de ressonância de dois diapasões.
- Determinação do coeficiente de amortecimento da vibração sonora no ar.

2) Princípio do Método

Determinação da velocidade de propagação do som no ar

Sabendo que, $Velocidade = \frac{distância}{tempo}$, mediu-se a distância (x) entre a fonte

emissora e o obstáculo reflector no interior do tubo acústico, bem como, o tempo decorrido entre o sinal emitido e o correspondente eco no osciloscópio. A distância percorrida pela perturbação sonora é, neste caso, o dobro da medida, já que a fonte emissora se encontra no mesmo local que o receptor.

Determinação da frequência de ressonância de dois diapasões

Para a determinação da frequência de ressonância de dois diapasões distintos, utilizaram-se três métodos independentes. No primeiro, analisou-se directamente a onda sonora no osciloscópio, calculando-se o período segundo a fórmula $Período = ndivisões * TIME / DIV$. Obtido o período, recorre-se à fórmula $Frequência = \frac{1}{Período}$ para obter o valor da frequência do diapasão. No segundo, será medida por comparação com a frequência do gerador de sinais. Com o osciloscópio a funcionar no modo XY e analisando simultaneamente as ondas, obtém-se uma elipse (figura de Lissajous) quando as duas frequências são iguais com um erro aproximado de 2 Hz. Por fim, no terceiro método, recorre-se à indução electromagnética. Aproximando-se uma bobina sujeita a uma tensão com frequência variável ao diapasão e fazendo-a variar gradualmente,

observou-se que para uma determinada frequência o diapásão entrava em ressonância.

Determinação do coeficiente de amortecimento da vibração sonora no ar.

Sabendo que $A_{\max}(t) = A_{\max 0} \cdot e^{-\lambda \cdot t}$, medem-se a amplitude máxima inicial ($A_{\max 0}$), vários valores de amplitude durante o amortecimento e os tempos correspondentes. Assim calculou-se o coeficiente de amortecimento do som no ar (λ).

Método experimental

1) Esquema de montagem

2) Material utilizado

Montagem 1

- Gerador de Sinais 5 Mhz BK Precision 3026~
- Osciloscópio Hitachi 20 Mhz V-212
- Microfone
- Cabo Coaxial (RG58) BNC – BNC
- Cabo Coaxial (RG58) BNC – Bananas
- Cabo Coaxial (RG58) BNC – Micro
- T
- Tubo acústico c/ altifalante

Montagem 2.A

- Diapasão C2 512 Hz
- Diapasão G1 384 Hz
- Osciloscópio Hitachi 20 Mhz V-212
- Cabo Coaxial (RG58) BNC – Micro
- Microfone

Montagem 2.B

- Montagem 2.A
- Gerador de Sinais 5 Mhz BK Precision 3026
- Cabo Coaxial (RG58) BNC – BNC

Montagem 2.C

- Montagem 2.B
- Cabo Coaxial (RG58) BNC – Bananas
- Electroímã

Montagem 3

- Montagem 2.A
- Cronómetro

3) Resultados Experimentais

Tabela 1 - Dados para a determinação da velocidade de propagação do som no ar.

Medida	x(cm)	ex (cm)	t (divisões)	TIME/DIV (ms/div)	et (divisões)	t (ms)	et (ms)	v (m/s)
1	16	0,1	4,2	0,2	2/5	0,84	0,08	381
2	20	0,1	5,2	0,2	2/5	1,04	0,08	385
3	25	0,1	6,6	0,2	2/5	1,32	0,08	379
4	30	0,1	8,2	0,2	2/5	1,64	0,08	366
5	40	0,1	4,4	0,5	2/5	2,20	0,20	364
6	50	0,1	5,6	0,5	2/5	2,80	0,20	357
7	60	0,1	6,8	0,5	2/5	3,40	0,20	353
8	70	0,1	8,0	0,5	2/5	4,00	0,20	350
9	80	0,1	9,2	0,5	2/5	4,60	0,20	348

$$v_{\text{media}} = 365 \text{ m/s}$$

Tabela 2 – Dados para a determinação da frequência de ressonância de dois diapásões por percussão

Diapasão	nT	n Divisões	et (divisões)	TIME/DIV (ms/div)	T (ms)	et (ms)	T médio (ms)
C2 512	5	10	2/5	1	2,00	0,08	2,00
C2 512	10	10	2/5	2	2,00	0,08	
G1 384	7	9,4	2/5	2	2,69	0,11	2,68
G1 384	3	8	2/5	1	2,67	0,13	

Cálculos de erros:

$$ef = \left| \frac{\delta f}{\delta T} \right| eT = \frac{1}{T^2} \cdot eT$$

Tabela 3 – Frequências calculadas a partir da tabela 2

Diapasão	f (Hz)	ef (Hz)
C2 512	500	20,0
G1 384	373	16,7

Tabela 4 – Frequências do Gerador de Sinais para a visualização da elipse (percussão)

Diapasão	f (Hz)
C2 512	511
G1 384	384

Tabela 5 – Frequências do Gerador de Sinais para a visualização da elipse (indução electromagnética)

Diapasão	f (Hz)
C2 512	512
G1 384	384

Tabela 6 – Dados para a determinação do coeficiente de amortecimento do som emitido pelo diapasão C2 512 no ar

A(t) (divisões)	t1	t2	t3	t médio	Δt	Coeficiente de amortecimento (s ⁻¹)
7-2	6,92	7,10	7,59	7,20	0,39	0,17
7-3	4,64	4,51	4,53	4,56	0,08	0,18
7-4	2,98	3,17	2,98	3,04	0,13	0,18
7-5	1,54	1,73	1,54	1,60	0,13	0,21
7-6	0,58	0,78	0,78	0,71	0,13	0,22

Coeficiente de amortecimento_{medio} = 0,19 s⁻¹

Conclusão

O presente relatório abordou a experiência de acústica básica, na qual determinámos a velocidade do som no ar, a frequência de ressonância de dois diapasões utilizando três processos distintos e o coeficiente de amortecimento das ondas sonoras emitidas por um diapasão no ar.

No que diz respeito à velocidade do som, obtiveram-se dois resultados diferentes, já que um foi calculado a partir da média dos vários ensaios e o outro foi calculado partindo do gráfico resultante. Quanto à média o resultado obtido foi de 365 m/s com um desvio à precisão de, aproximadamente, 5,48 %. Sabendo que a temperatura ambiente era de 22° C e dado que a velocidade do som no ar tabelada para estas condições é de 344,54 m/s, o erro à exactidão é de 5,9 %.

Os resultados obtidos para as frequências de ressonância dos diapasões são, em média, de 508 Hz para o C2 512 e de 380 Hz para o G1 384. Sabendo que as frequências de ressonância dos diapasões são, respectivamente, 512 Hz e 384 Hz, obtivemos assim um desvio à exactidão de 0,8 % para o primeiro e de 1,0 % para o segundo. Dos três processos utilizados, concluiu-se que o mais exacto foi o de excitação por indução electromagnética.

Por fim, obteve-se um valor médio de coeficiente de amortecimento de $0,19 \text{ s}^{-1}$ com um desvio à precisão de 15,8 % para o diapasão . Concluiu-se que o processo em causa tem um desvio à precisão elevado.

Os resultados obtidos, poderiam ter um menor erro de precisão e de exactidão se o ruído ambiente fosse menor. Não devemos também desprezar os erros de leitura e a própria fiabilidade do equipamento utilizado.

Apêndice

Bibliografia:

- Contribuição para o desenvolvimento do ensino da Física Experimental no IST, António C. Ribeiro, Pedro Sebastião e Francisco Tomé
- Apontamentos das aulas práticas e teóricas e protocolos, professor Bernardo Brotas e Isabel Cabaço