

Roteiro elaborado com base na documentação que acompanha o conjunto por:
Oswaldo Guimarães – PUC-SP

Tópicos Relacionados

Ondas longitudinais, velocidade do som em gases, frequência, comprimento de onda, ondas estacionárias e frequência natural.

Princípios e objetivos

Medir a velocidade do som no ar para diferentes frequências usando o tubo de Kundt. Um alto falante ajustado à boca do tubo põe a vibrar a coluna de ar encerrada no tubo delimitada por um pistão móvel. Nas frequências de ressonância formam-se nós e ventres que podem ser observados pelo acúmulo de farinha de cortiça ou por um microfone sonda introduzido no tubo.

Equipamentos

Base suporte -PASS-	02005.55	1
Base barril -PASS-	02006.55	1
Canaleta para carregamento do pó	03474.01	1
Pistão	03474.02	1
Pó de cortiça, 3 g	03477.00	1
Cabeça de som	03524.00	1
Tubo de vidro, e.d. 38mm, l 640 mm	03918.00	1
Cabo de conexão, 500 mm, vermelho	07361.01	2
Grampo universal	37715.00	2
Tampão de borracha, d 38/31 mm, c/ furo	39260.00	1
Microfone c/ haste	41730.0E	1

Montagem e procedimentos

A montagem pode ser observada na fig. 1. Ao estabelecer-se a ressonância há a formação de uma onda estacionária dentro do tubo. O alto falante – gerador de vibrações – deve ser postado bem de frente à abertura do tubo. Tanto o alto falante quanto o gerador de funções não estão incluídos neste item. Como recurso alternativo, mas menos eficiente, pode-se usar um diapásão de frequência conhecida.

A distância entre ventres ou nós consecutivos pode ser medida com uma régua, quando se usa a farinha de cortiça, ou verificada pelo microfone sonda introduzido no tubo.

1332 – Ondas sonoras



Fig. 1: montagem do tubo de Kundt e os acessórios correspondentes.

Teoria e Análise

Na condição de ressonância, forma-se no tubo uma onda estacionária, conforme fig. 2, que mostra os nós e ventres de deslocamento para um tubo aberto e um fechado. Os nós e ventres de deslocamento correspondem a ventres e nós de pressão, respectivamente, que podem ser detectados com o microfone sonda e a leitura da tensão de saída no multímetro.

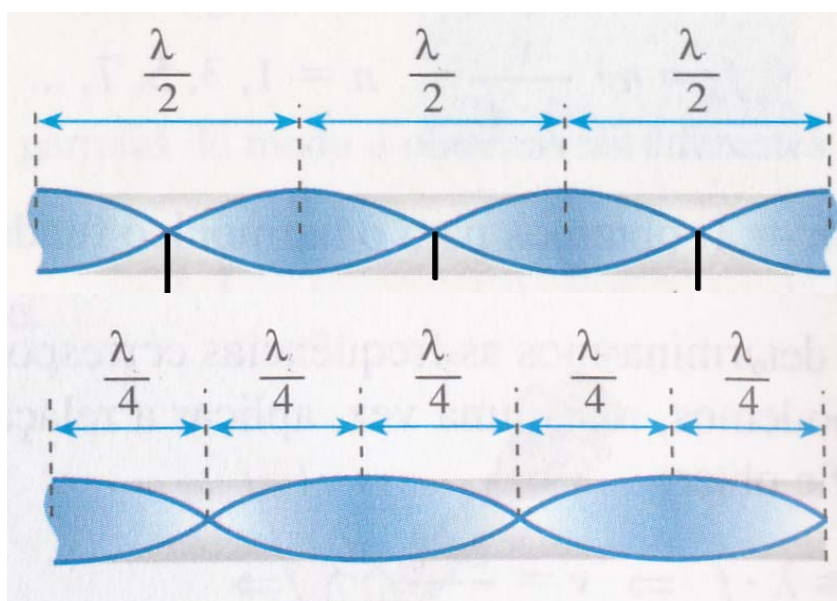


Fig. 2: gráfico ao longo de tubos (aberto e fechado) mostrando os nós ventres de deslocamento.

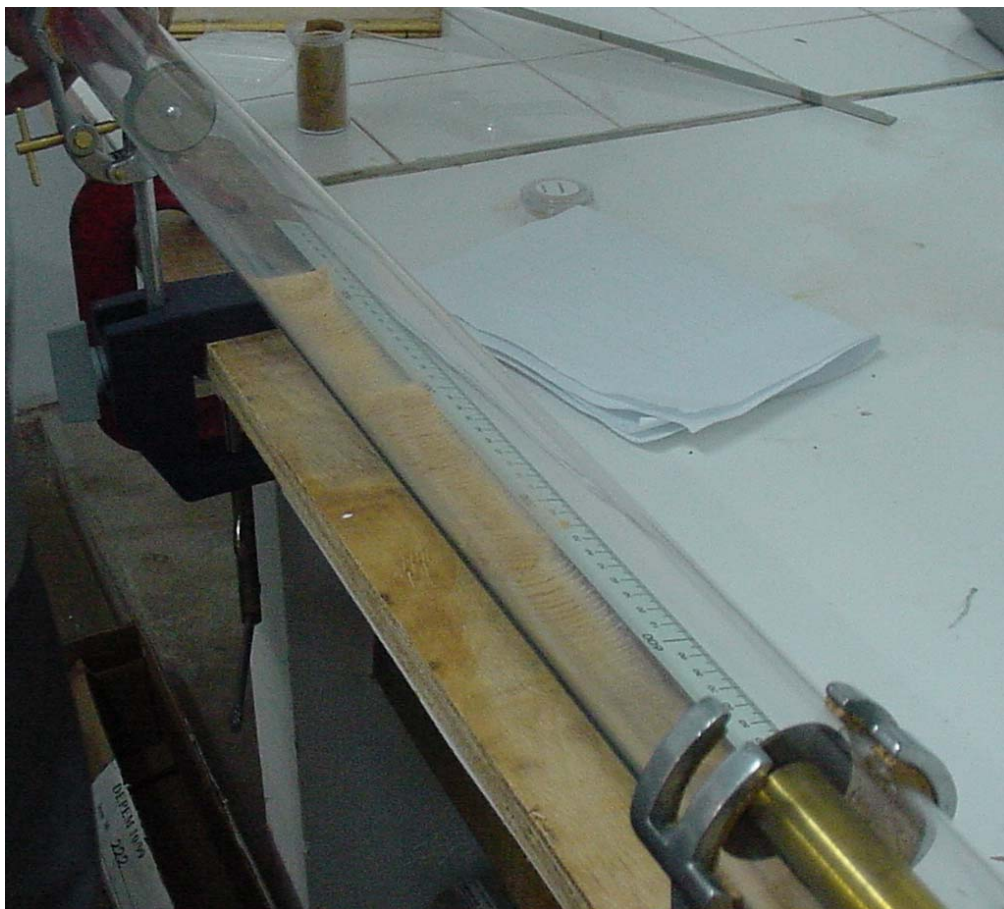
1332 – Ondas sonoras

Fig. 3: detalhe da distribuição do pó de cortiça ao longo do tubo – Nos nós de vibração há acúmulo de pó.

A distância entre nós consecutivos é $d = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 2d$.

Conhecendo-se a frequência f da fonte de vibrações, obtemos a velocidade do som no gás que jaz dentro do tubo por:

$$v = \lambda f, \text{ logo } v = 2d \cdot f$$

Observações

- Dependência da temperatura da velocidade do som nos gases

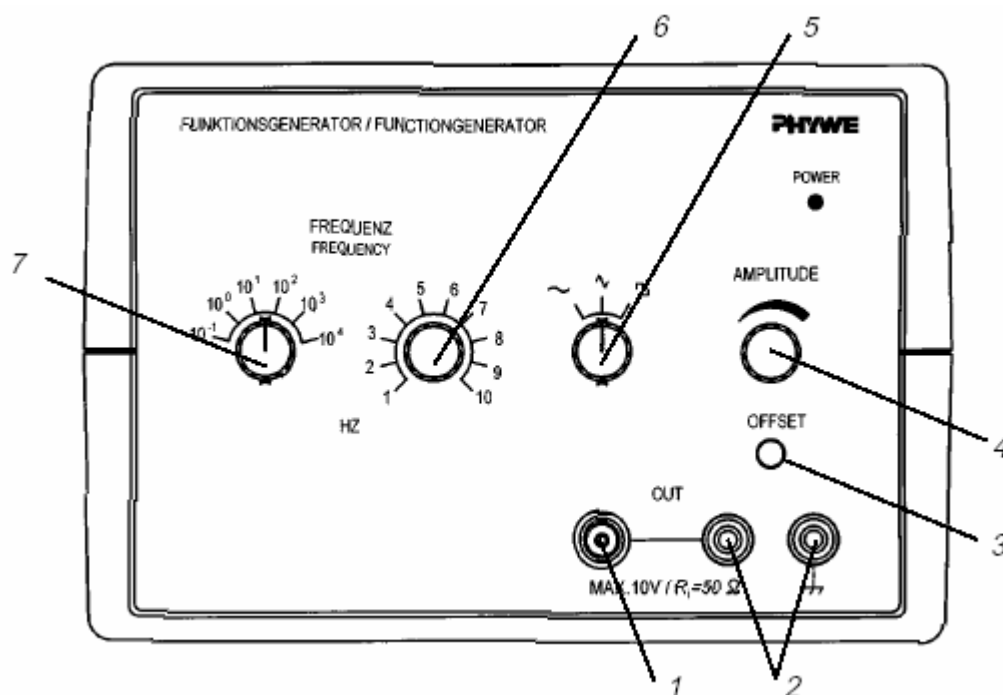
$$C_{\text{gás}} = \sqrt{\frac{k \cdot R \cdot T_{\text{abs}}}{M_{\text{molar}}}} \sim \sqrt{T_{\text{abs}}} \quad (5)$$

1332 – Ondas sonoras

$$C_{ar} = 331.5 \cdot \sqrt{1 + \frac{9/^{\circ}C}{273} \frac{m}{s}} \text{ e } C_{CO_2} = 258 \cdot \sqrt{1 + \frac{9/^{\circ}C}{273} \frac{m}{s}}$$

O coeficiente adiabático k pode ser determinado a partir da velocidade do som nos gases de acordo com a equação (5).

- O gerador de funções do item 1313 é um complemento adequado para ampliar as possibilidades desse experimento.
A ficha técnica desse elemento é apresentado a seguir.

1332 – Ondas sonoras**Gerador de funções 0,1 Hz ... 100 kHz - 13653.93****Finalidade e características**

O gerador de funções pode ser utilizado em experimentos, em práticas e experimentos de demonstração. Ele dispõe de 3 formas de ondas selecionáveis: senoidal, retangular e triangular. A faixa de frequências vai de 0,1 Hz até 100 kHz.

A amplitude do sinal de saída pode ser ajustada até um valor pico a pico de $U_{pp} \approx 20 \text{ V}$.

Exemplos de aplicação

- Geração de som com uso de alto-falante (e.g. módulo acústico 03524.00)
- Medição de respostas em frequências de amplificadores e filtros
- Excitação periódica de circuitos de oscilação para representação oscilográfica de oscilações amortecidas.
- Medição de resistências à corrente alternada de bobinas e condensadores.
- Experimentos básicos sobre análise de espectros.

Descrição

O aparato está alojado em caixa de plástico resistente a impacto. Nas laterais da caixa há abas de sustentação que podem ser giradas e usadas como suporte para que ele fique em posição inclinada. Quatro apoios de borracha garantem a resistência ao deslizamento e estabilidade do aparato. Este aparelho pode ser sobreposto a outros aparelhos de mesmo tipo de caixa,

1332 – Ondas sonoras

tomando-se o cuidado de ser colocar os apoios de borracha sobre as cavidades do aparelho inferior para aumentar a proteção contra o escorregamento.

A conexão à rede elétrica convencional se faz pelo cabo fornecido no conjunto, que encaixa parte posterior da caixa. Na parte superior do encaixe para o fio que vai ligado à rede há um porta-fusíveis que só é acessível se retirarmos o cabo encaixado. A abertura desse porta-fusíveis pode ser feita, por exemplo, com uma chave de fenda.

O interruptor para ligar/desligar o aparelho está situado imediatamente junto ao encaixe do conector. Todos os demais elementos estão acessíveis no painel frontal.

1 Saída BNC

Conector BNC para saída da tensão do sinal nas três formas possíveis (senoidal, retangular e triangular).

2 Saída para conectores fêmea – 4 mm

Esses conectores estão situados paralelamente ao BNC. A eles se aplicam as mesmas condições do conector BNC.

3 Botão de ajuste *Offset*

Mediante o uso desse botão pode-se adicionar à amplitude do sinal uma tensão de deslocamento (*Offset*) de até ± 10 V.

4 Botão de ajuste “*amplitud*”

Para ajuste contínuo da tensão de saída até $U_{pp} = 20$ V (em vazio).

5 Interruptor de níveis “*Forma do sinal*”

Para seleção de uma das três formas de onda

~	senoidal
∧	triangular
⌋	retangular

6 Botão de ajuste fino

Com uma escala 1 ... 10 para ajuste contínuo da frequência dentro da margem dos níveis pré-estabelecidos, (veja tópico 7).

A frequência em Hz se obtém com o produto do valor selecionado da escala pela potência de dez selecionada em (7).

7 Botão de ajuste grosso

Para definição do expoente da escala selecionada com o botão de ajuste (6). Para os distintos valores níveis de saída, indica-se o valor inicial da faixa de frequência com o respectivo expoente.

Pode-se escolher entre 6 faixas de frequências

1332 – Ondas sonoras

0,1 Hz ... 1 Hz	100 Hz ... 1000 Hz
1 Hz ... 10 Hz	1 Hz ... 10 kHz
10 Hz ... 100 Hz	10 Hz ... 100 kHz

Manuseio

Como padrão, deve-se antes de ligar o aparelho levar o botão de ajuste “amplitude” ao valor nulo para evitar-se surpresas, como por exemplo, sobrecarga inicial de alto-falantes.

O gerador de funções está imediatamente preparado para funcionar em condições logo depois de acionado. Entretanto, recomenda-se, para medidas de maior precisão, uma espera de aproximadamente 15 min para aquecimento dos circuitos.

A forma do sinal se escolhe com o seletor (5), da faixa de frequência com o (7) e o botão de ajuste (6). A precisão do ajuste situa-se em torno de $\pm 10\%$. Uma verificação mais precisa pode ser feita, por exemplo, com o contador digital eletrônico de quatro dígitos – 13600.93, ou com um instrumento similar

Dados técnicos

Faixas de frequência

0,1 Hz ... 1 Hz	100 Hz ... 1000 Hz
1 Hz ... 10 Hz	1 Hz ... 10 kHz
10 Hz ... 100 Hz	10 Hz ... 100 kHz

Tensão de saída	aproximadamente 0 ... 10 V (sem carga, sem tensão de deslocamento)
Fator de distorção a 1 kHz	< 1%
Resistência nominal de saída	50 Ω , saída 2: 10 Ω , $\leq 0,5$ A
Tensão da rede	Ver placa c/ a característica (127 ou 220 V)
Categoria de proteção	1
Dimensões da caixa (mm)	194 $\times$ 130 $\times$ 140 (largura, altura, profundidade)