



### 3. Siréna

**Ak nasmerujete prúd vzduchu na rotujúci disk s dierami, môžete počuť zvuk.**

**Vysvetlite tento jav a preskúmajte, ako vlastnosti zvuku závisia od relevantných parametrov.**



## 3. Siréna

Vysvetlenie problému

**Zvuk** – mechanické vlnenie, zmena tlaku vzduchu, frekvencia 16 Hz – 16 000 Hz,  
**vzduch pri prechode úzkou hranatou štrbinou produkuje víry (statický prípad)**

**Carriérove víry**

$f$  – frekvencia zvuku (500 Hz)

$v$  – rýchlosť vzduchu (0,5 m/s)

$u$  – šírka štrbiny (1 mm)

- turbulентné prúdenie, Reynoldsovo číslo
- $k$  – prefúknutie na vyšší tón
- Schlierenova fotografia alebo dymové obrazce

$$f = k \frac{v}{u}$$



Dokážeme fúkaním vzduchu cez otvor v nerotujúcom disku produkovať počuteľný zvuk?



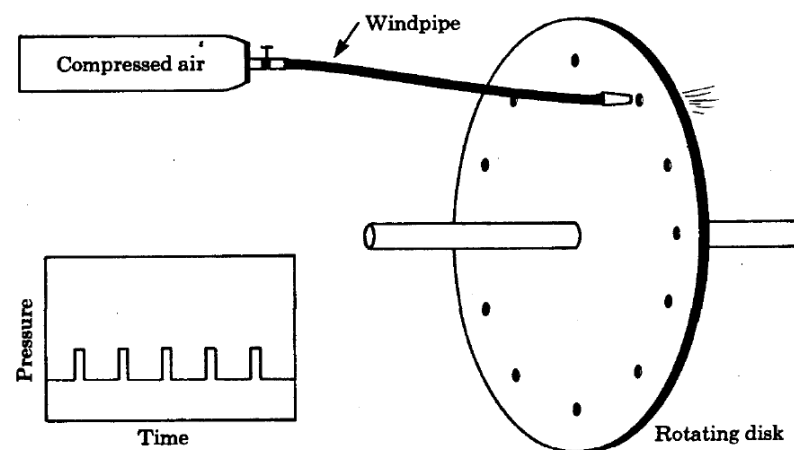
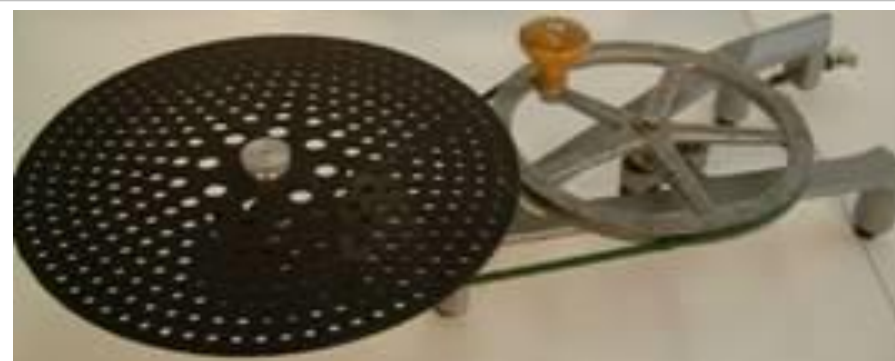
## 3. Siréna

### Seebeckova siréna

- kruhové otvory umiestnené na sústredných kružniciach
- počet otvorov na kružnici, napr. : 24:27:30:32:36:40:45:48
- zmena tlaku vzduchu pri náraze na rotujúci disk s otvormi (dynamický prípad)

$$f_{zvuku} = f_{otáčania} \cdot N$$

$N$  - počet otvorov na kružnici





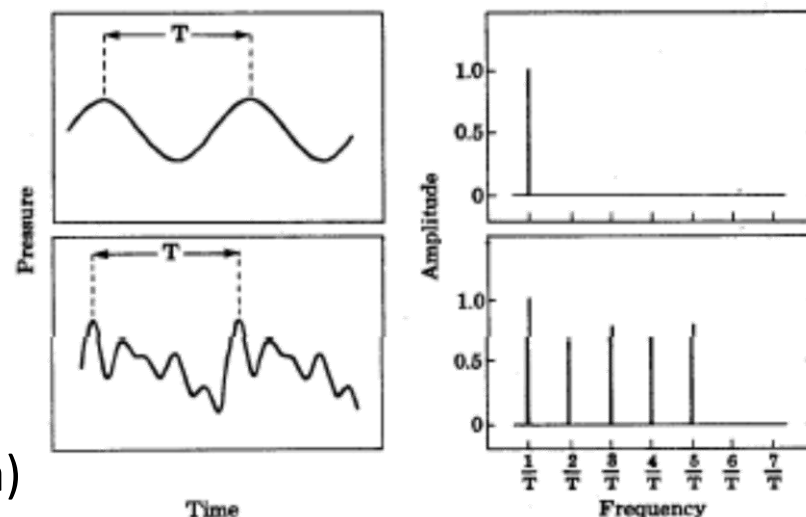
## 3. Siréna

### Zvuk

- mechanické pozdĺžne vlnenie, stláčanie a rozpínanie pružného prostredia
- prah počuteľnosti  $\Delta p = 10^{-5}$  Pa    prah bolesti  $\Delta p = 10^2$  Pa
- periodický a harmonický priebeh, **jednoduchý tón**
- **výška zvuku** - frekvencia

- viacero frekvencií, **zložený tón**
- výšku udáva základná (najnižšia frekvencia)
- **farba zvuku** – základná a vyššie harmonické frekvencie

- hlasitosť zvuku – intenzita zvuku     $I = \frac{P}{S}$      $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$      $I_b = 1 \text{ W.m}^{-2}$   
0 dB    120 dB

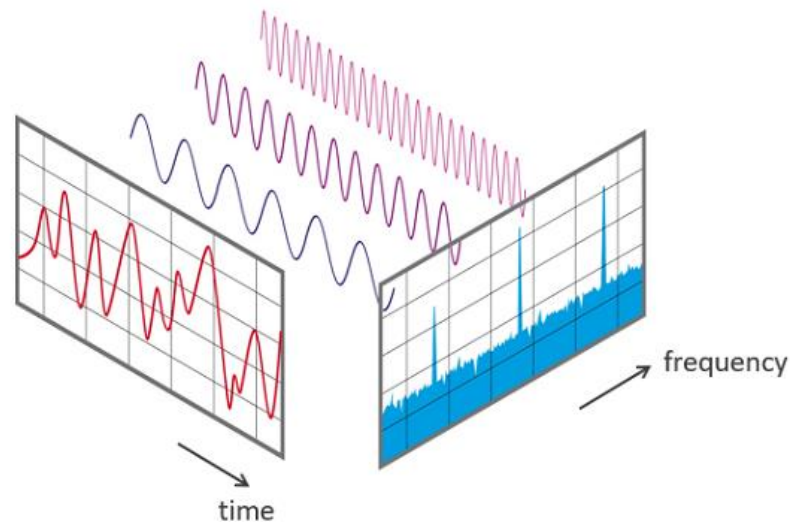
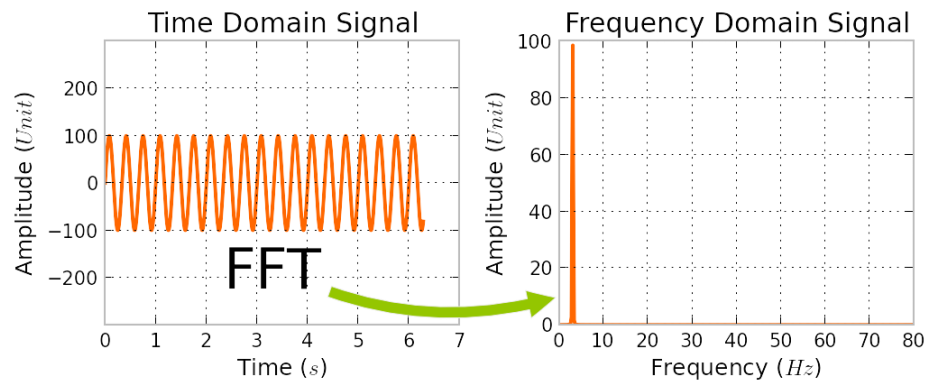
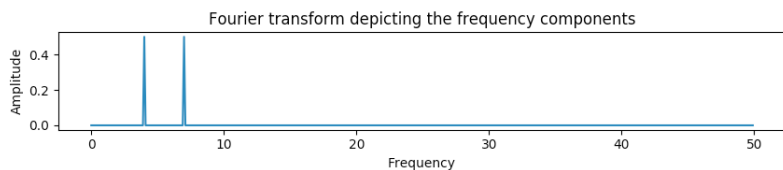
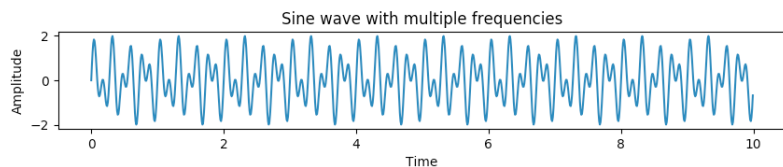
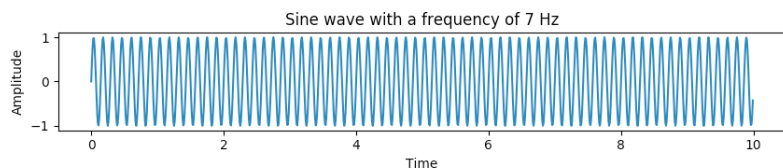
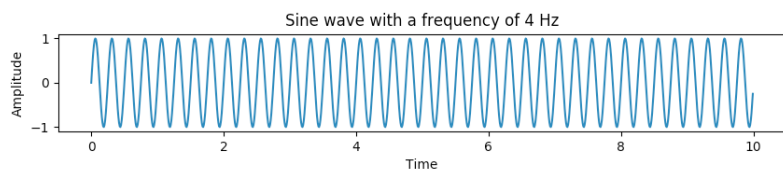




# 3. Siréna

## Zvuk

### - frekvenčná analýza zvuku



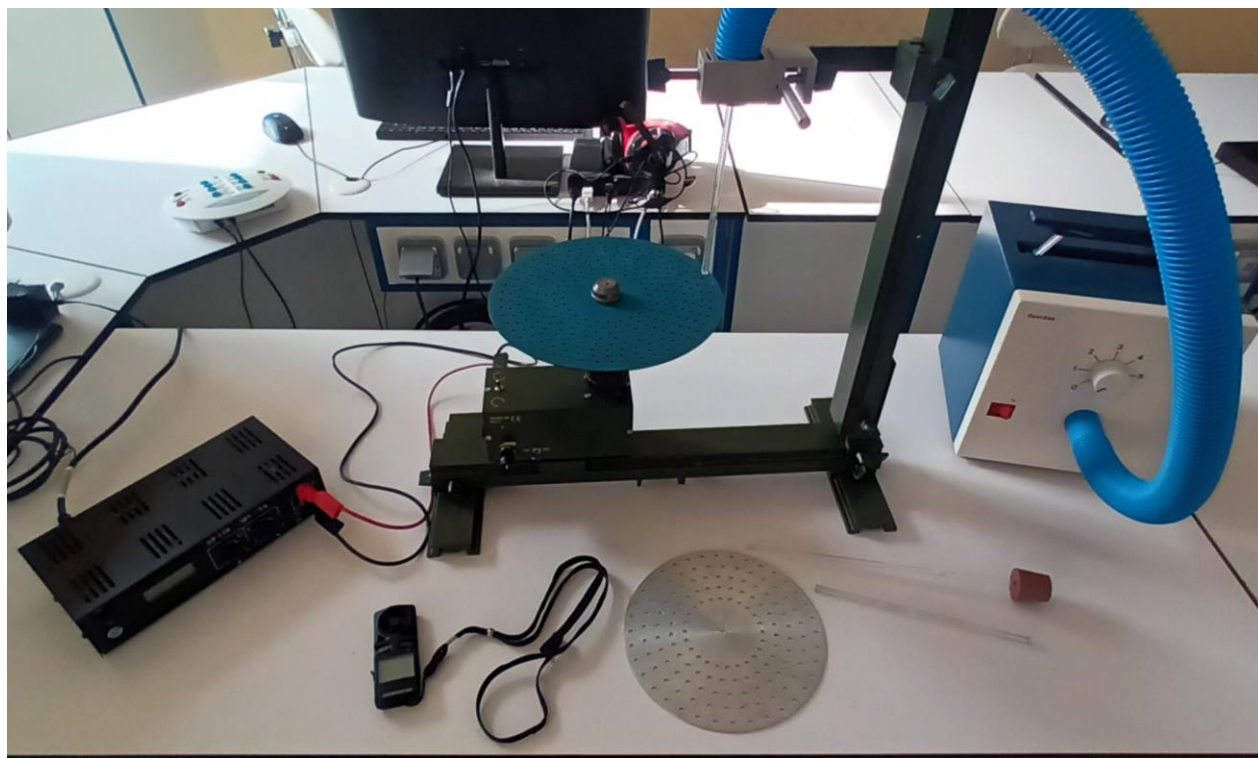
- FFT Python, Audacity, Phypox



## 3. Siréna

### Aparatúra

- motor s kontrolovanými otáčkami
- kompresor pre vytváranie prúdu vzduchu
- hadica s koncovkou
- kruhový disk s otvormi
- záznam zvuku meranie

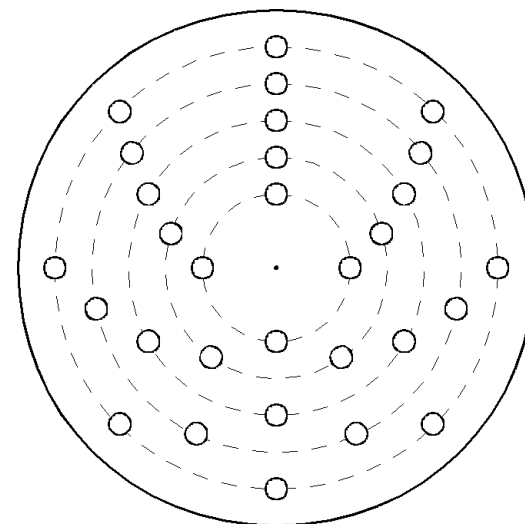
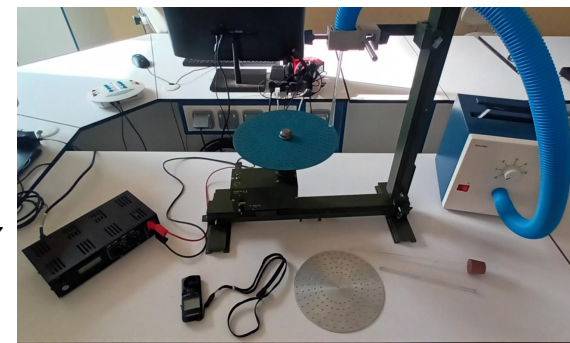




# 3. Siréna

## Aparatúra

- **otáčky disku**
  - fotobrána snímajúca zárezy na disku,
  - senzor svetla snímajúci zmeny osvetlenia pri prerušení
- **rýchlosť prúdenia vzduchu**
  - anemometer
- **veľkosť prierezu trubice** voči priemeru otvorov na disku
- **počet a veľkosť kruhových otvorov** na disku
- **základná** frekvencia vznikajúceho zvuku
- **analýza zvuku** a jeho vyšších harmonických frekvencií





## 3. Siréna

### Čo môžeme skúmať

- Preukážme závislosť frekvencie zvuku na počte otvorov a otáčkach disku.
- Ako vzdialenosť otvorov pri rovnakej frekvencii prerušovania ovplyvní zvuk?
- Ako pomer prierezu prúdu vzduchu a priečneho priemeru otvoru ovplyvní zvuk?
- Ako profil (ostrá alebo zaoblená hrana) otvoru ovplyvní zvuk?
- Ako hrúbka disku ovplyvní zvuk?
- Aký zvuk dokážeme vytvoriť iba prúdiacim vzduchom, bez rotácie disku?
- Čo je zdrojom zafarbenia zvuku?

### Skúmané parametre ovplyvňujúce zvuk

frekvencia otáčania, počet otvorov

rozmiestnenie otvorov, tvar otvorov

rýchlosť prúdenia vzduchu, prierez prúdiaceho vzduchu voči prierezu otvoru