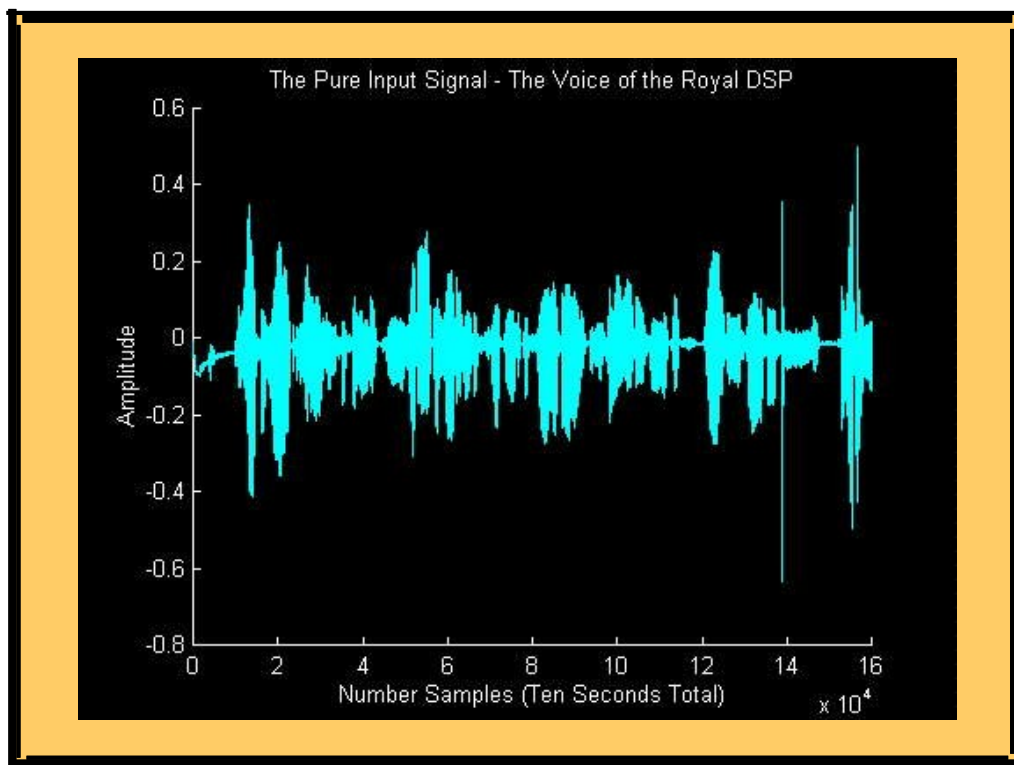


8. VAJA

STOJEČA ZVOČNA VALOVANJE (RESONANČNA CEVI)



1. UVOD

Stoječe zvočno valovanje lahko opazujemo v resonančni cevi. Nad zgornjim, odprtim koncem cevi je izvor zvoka z dano frekvenc (npr. zvočnik ali glasbene vilice). V cevi nastane stoječe zvočno valovanje oziroma lastno nihanje zraka, podobno kot v pol odprti piščali; ob odprtem koncu cevi je hrbet valovanja, ob

dnu pa vozelo valovanja. Pri stalni dolžini zračnega stolpca v cevi spreminjamo vsiljeno frekvenco in iščemo resonančno nihanje zračnega stolpca v cevi. Če poiščemo resonančno nihanje zračnega stolpca pri osnovni lastni frekvenci in nato po vrsti pri višjih harmoničnih frekvencah, je dolžina zračnega stolpca v cevi $\lambda/4$, $3\lambda/4$, $5\lambda/4$,... Iz znane dolžine cevi ter lastnih frekvenc lahko določimo hitrost zvoka v zraku.

2. NALOGA

S pomočjo resonančne cevi izmeri hitrost zvoka v zraku!

3. POTREBŠČINE

- steklen valj
- zvočnik
- frekvenčni generator, sonda
- stojalo s prižemo
- računalnik PC z vmesnikom CMC
- mikrofonski ojačevalnik
- računalniški program RAČUMER 1.0

4. POTEK DELA

Nad valj sem postavil zvočnik, ki sem ga pritrdil s prižemo na stojalo. Zvočnik s sondo sem povezal s frekvenčnim generatorjem (nastavitev: RANGE - 100, FUNCTION - sinus). Ob ustju valja sem postavil sprejemnik - mikrofonski ojačevalnik (nastavitve: ničla - sredina ekrana, ojačitev - minimalna), ki sem ga preko vmesnika povezal z računalnikom (povezava: napajanje - +8V in -8V v +8 in -8V na vmesniku, izhod mikrofona U_{IZ} v U_{IN7} vmesnika in GND v GND_7 vmesnika). Potem sem uporabil računalniški program RAČUMER 1.0, ki stimulira funkcije osciloskopa. Sledil sem navodilom programa in izbral ustrezne nastavitve (amplituda - 1V/DIV, časovna baza - 2ms/DIV, U_{IN7} , način 1).

Postopno sem spreminjal frekvenco zvočnika. Začel sem s 100 Hz in frekvenco višal. Opazoval sem amplitude nihanja zračnih delcev v cevi na ekranu. V kolikor je bila amplituda prevelika za spremljanje, sem jo zmanjšal z ustreznim gumbom na frekvenčnem generatorju (AMPLITUDA).

Ko je bila vsiljena frekvenca enaka osnovni lastni frekvenci ali eni od višjih lastnih frekvenc, je bila amplituda največja. Takrat sem s pritiskom na kurzor tipko (levo) merjenje zaustavil in natančno odčital z ekrana frekvenco. Ponovno meritev sem sprožil s tipko ENTER.

Izmeril sem osnovno lastno frekvenci in naslednji dve višji harmonični frekvenci. Iz znanih frekvenc ter valovnih dolžin, ki sem jih določil iz dolžine cevi, sem izračunal hitrost zvoka.

5. MERITVE

$$\begin{aligned} \nu_0 &= 185 \text{ Hz} \\ \nu_1 &= 545 \text{ Hz} \\ \nu_2 &= 897 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Dolžina cevi: $l_{\text{CEVI}} = 47 \text{ cm (0,47m)}$

6. RAČUNI

$$c = \frac{\lambda}{t_0} \Rightarrow c = \lambda \cdot \nu$$

1.

$$\begin{aligned} \nu_0 &= 185 \text{ Hz} \\ l &= \frac{\lambda}{4} \rightarrow \lambda = 4l \rightarrow \lambda = 4 \cdot 0,47 \text{ m} = 1,8800 \text{ m} \\ c &= \lambda \cdot \nu \rightarrow c = 1,8800 \text{ m} \cdot 185 \text{ Hz} = 347,80 \text{ m/s} \end{aligned}$$

2.

$$\begin{aligned} \nu_1 &= 545 \text{ Hz} \\ l &= 3 \cdot \frac{\lambda}{4} = \frac{3\lambda}{4} \rightarrow \lambda = \frac{4l}{3} \rightarrow \lambda = \frac{4 \cdot 0,47 \text{ m}}{3} = 0,6267 \text{ m} \\ c &= \lambda \cdot \nu \rightarrow c = 0,6267 \text{ m} \cdot 545 \text{ Hz} = 341,55 \text{ m/s} \end{aligned}$$

3.

$$\nu_2 = 897 \text{ Hz}$$

$$l = 5 \cdot \frac{\lambda}{4} = \frac{5\lambda}{4} \quad \rightarrow \quad \lambda = \frac{4l}{5} \quad \rightarrow \quad \lambda = \frac{4 \cdot 0,47 \text{ m}}{5} = 0,3760 \text{ m}$$

$$c = \lambda \cdot \nu \quad \rightarrow \quad c = 0,3760 \text{ m} \cdot 897 \text{ Hz} = 337,27 \text{ m/s}$$

POVPREČNA HITROST ZVOKA

$$c_1 = 347,80 \text{ m/s}$$

$$c_2 = 341,55 \text{ m/s}$$

$$c_3 = 337,27 \text{ m/s}$$

$$\bar{c} = \frac{c_1 + c_2 + c_3}{3} = \frac{347,80 \text{ m/s} + 341,55 \text{ m/s} + 337,27 \text{ m/s}}{3} = 342,21 \text{ m/s}$$

-> ODPSTAPANJA

c [m/s]	$\bar{c} - c$ [m/s]
347,80	-5,59
341,55	0,66
337,27	4,94

-> HITROST ZVOKA

$$c = 342,21 \text{ m/s} \pm 4,94 \text{ m/s}$$

$$c = 342,21 \text{ m/s} [1 \pm 0,01]$$

$$c = 342 \text{ m/s} \pm 5 \text{ m/s}$$

$$\rightarrow c = 342 \text{ m/s} [1 \pm 0,01]$$

7. KOMENTAR, UGOTOVITVE

Pri merjenju dolžine valja sva naredila minimalne napake, tako da lahko to zanemarimo. Določanje osnovne lastne frekvence in naslednjih dveh višjih harmoničnih lastnih frekvenc pa je bila malo težja naloga. Kdaj je frekvenca najvišja, je bilo že lahko opaziti, vendar pa je bilo na programu na računalniku težje razločiti, kdaj je amplituda najvišja, saj je graf neprestano skakal. Vendar sva iz računalnika dovolj dobro razbrala najvišje amplitude, iz tega frekvence ter posledično dokaj natančno izračunala hitrost zvoka. Ta je zelo blizu že uveljavljene hitrosti zvoka v zraku pri normalnih pogojih, ki znaša 340m/s, tako da menim, da sva vajo opravila dobro.