

Poročilo pri fizikalnem praktikumu

vaja 31 - Torzijsko nihalo

Kristofer Čepon Povšič

2021/2022

Uvod

S pomočjo vsiljenega nihanja sem poskušal narisati resonančno krivuljo torzijskega nihala. Nihalo je bilo v vaji nedušeno, delno dušeno in nato zelo dušeno. Dušenje smo dosegli z magnetom. Prav tako nas je zanimal fazni premik, ki nastane pri vsiljenem nihanju ter povprečna sprejeta moč.

Naloga

Izmeri in izračunaj resonančno krivuljo za torzijsko nihalo pri dveh različnih dušenjih.

Pripomočki

- Torzijsko nihalo
- elektromotor z vzvodom
- štoparica

Navodila

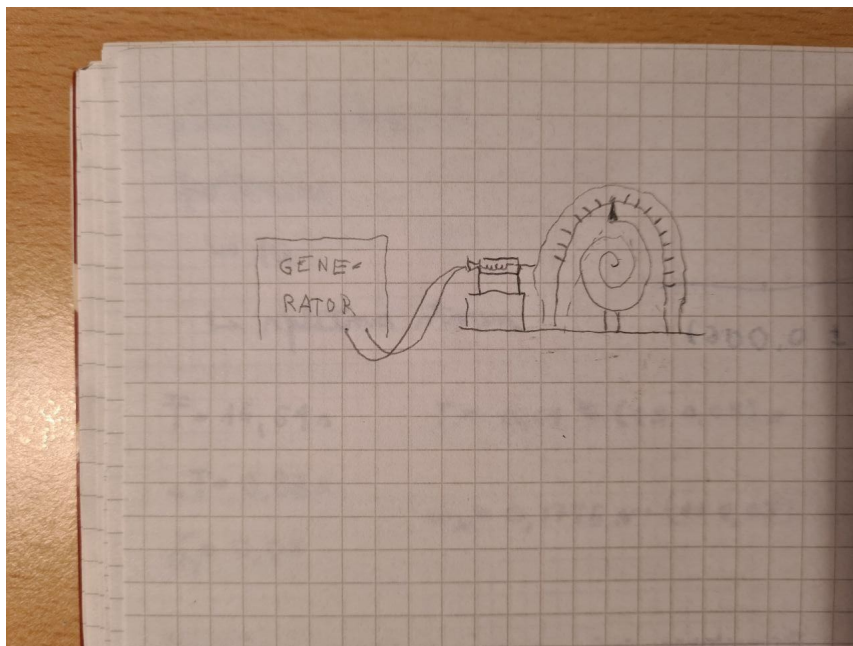
Nedušeno nihalo s prstom poženi, da začne nihati in izmeri nihajni čas 5 nihajev. Istočasno odberi prvo in zadnjo amplitudo na isti strani. S tem lahko izračunaš koeficient dušenja β ter lastno frekvenco ω_0 , ki bi jo imelo nedušeno nihalo. Pred merjenjem se sprehodi s potenciometrom čez frekvence, da dobiš približno predstavo resonačne krivulje. Po tem daj potenciometer na najmanjšo možno frekvenco ω_0 , počakaj, da se nihanje umiri, ter odčitaj amplitudo B_0 . Ponovi postopek za višje frekvence, in odčitaj amplitudo B vedno na isti strani. Gosteje izvajaj meritve okrog resonance. Isto ponovi za delno dušeno in zelo dušeno nihalo.

Nariši:

- na isti graf resonančne krivulje za nedušeno, delno dušeno in zelo dušeno, kjer je na abcisi ω/ω_0 in na ordinati B/B_0
- graf faznega premika v odvisnosti ω/ω_0
- graf povprečno sprejete moči v odvisnosti ω/ω_0

Določi enačbo resonančne krivulje z merjenimi B_0 , ω_0 in β .

Skica



Nedušeno nihanje - rezultati

Relativno napako se izračuna po enačbi:

$$\sigma_{t1} = \frac{\delta x}{\bar{x}} \quad (1)$$

Število nihajev $N = 5$

Nihajni čas 5 nihajev $t = 10,05s \pm 0,01s$

Relativna napaka $\sigma_{t1} = 0,001$

Nihajni čas t_0 :

$$t_0 = \frac{t_5}{N} = \frac{10,05s}{5} = 2,01(1 \pm 0,001)s = 2,01s \pm 0,01s \quad (2)$$

Lastna krožna frekvenca nihala ω_d :

$$\omega_d = \frac{2\pi}{t_0} = \frac{2\pi}{2,01s} = 3,126(1 \pm 0,001)s^{-1} = 3,126s^{-1} \pm 0,003s^{-1} \quad (3)$$

Prva amplituda $A_0 = 15 \pm 0,25$

Zadnja amplituda $A_5 = 5 \pm 0,25$

Relativna napaka $\sigma_{A1} = 0,025$

Koeficient dušenja β :

$$\beta = \frac{\omega_d}{2\pi n} \ln \frac{A_0}{A_n} = \frac{3,126s^{-1}}{2\pi 15} \ln \frac{15}{5} = 0,11(1 \pm 0,05)s^{-1} = 0,11s^{-1} \pm 0,01s^{-1} \quad (4)$$

Lastna frekvenca ω_0 :

$$\begin{aligned} \omega_0 &= \sqrt{\omega_d^2 + \beta^2} = \sqrt{(3,126s^{-1})^2 + (0,1093s^{-1})^2} = 3,128(1 \pm 0,001)s^{-1} \\ &= 3,128s^{-1} \pm 0,003s^{-1} \end{aligned} \quad (5)$$

Malo dušeno nihanje - rezultati

Število nihajev $N = 5$

Nihajni čas 5 nihajev $t = 12,85s \pm 0,01s$

Relativna napak $\sigma_{t2} = 0,0008$

Nihajni čas t_0 :

$$t_0 = \frac{t_5}{N} = \frac{12,85s}{5} = 2,57(1 \pm 0,0008)s = 2,57s \pm 0,002s \quad (6)$$

Lastna krožna frekvenca nihala ω_d :

$$\omega_d = \frac{2\pi}{t_0} = \frac{2\pi}{2,57s} = 2,445(1 \pm 0,0008)s^{-1} = 2,445s^{-1} \pm 0,002s^{-1} \quad (7)$$

Prva amplituda $A_0 = 15 \pm 0,25$

Zadnja amplituda $A_5 = 1 \pm 0,25$

Relativna napaka $\sigma_{A2} = 0,03$

Koeficient dušenja β :

$$\begin{aligned} \beta &= \frac{\omega_d}{2\pi n} \ln \frac{A_0}{A_n} = \frac{2,445s^{-1}}{2\pi 15} \ln \frac{15}{1} = 0,21(1 \pm 0,06)s^{-1} \\ &= 0,21s^{-1} \pm 0,01s^{-1} \end{aligned} \quad (8)$$

Lastna frekvenca ω_0 :

$$\begin{aligned} \omega_0 &= \sqrt{\omega_d^2 + \beta^2} = \sqrt{(2,445s^{-1})^2 + (0,2108s^{-1})^2} = 2,454(1 \pm 0,001)s^{-1} \\ &= 2,454s^{-1} \pm 0,002s^{-1} \end{aligned} \quad (9)$$

Zelo dušeno nihanje - rezultati

Število nihajev $N = 5$

Nihajni čas 5 nihajev $t = 12,92s \pm 0,01$

Relativna napaka $\sigma_{t3} = 0,0008$

Nihajni čas t_0 :

$$t_0 = \frac{t_5}{N} = \frac{12,92s}{5} = 2,58(1 \pm 0,0008)s = 2,58s \pm 0,002s \quad (10)$$

Lastna krožna frekvenca nihala ω_d :

$$\omega_d = \frac{2\pi}{t_0} = \frac{2\pi}{2,584s} = 2,43(1 \pm 0,0008)s^{-1} = 2,43s^{-1} \pm 0,01s^{-1} \quad (11)$$

Prva amplituda $A_0 = 15 \pm 0,25$

Zadnja amplituda $A_5 = 0,1 \pm 0,25$

Relativna napaka $\sigma_{A3} = 0,02$

Koeficient dušenja β :

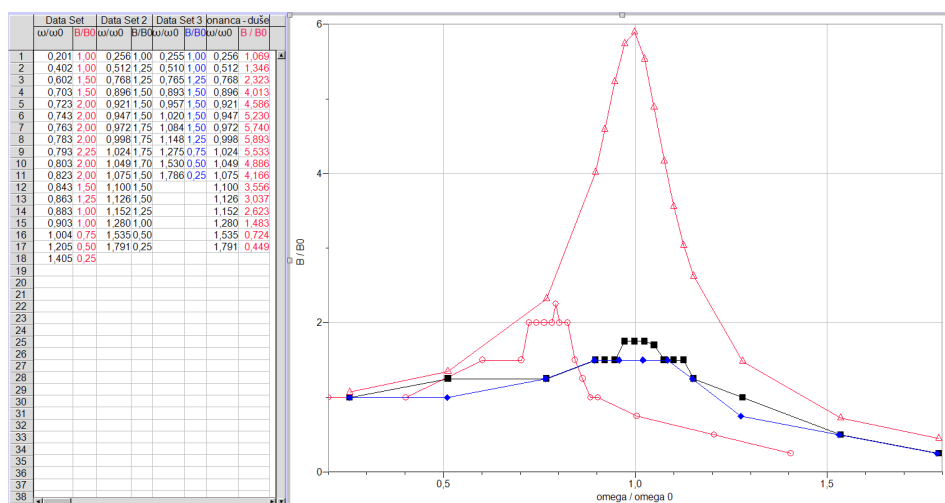
$$\begin{aligned} \beta &= \frac{\omega_d}{2\pi n} \ln \frac{A_0}{A_n} = \frac{2,431s^{-1}}{2\pi 15} \ln \frac{15}{0,1} = 0,39(1 \pm 0,4)s^{-1} \\ &= 0,39s^{-1} \pm 0,2s^{-1} \end{aligned} \quad (12)$$

Lastna frekvenca ω_0 :

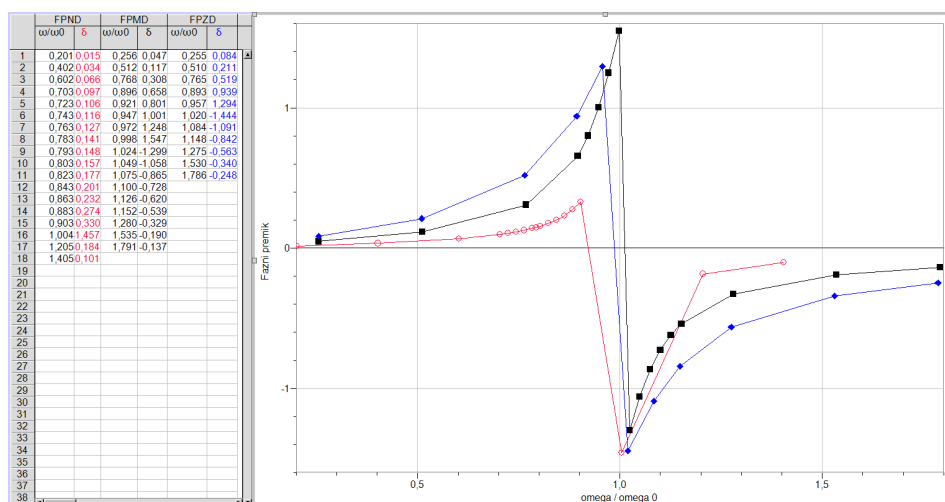
$$\begin{aligned} \omega_0 &= \sqrt{\omega_d^2 + \beta^2} = \sqrt{(2,431s^{-1})^2 + (0,3877s^{-1})^2} = 2,46(1 \pm 0,01)s^{-1} \\ &= 2,46s^{-1} \pm 0,02s^{-1} \end{aligned} \quad (13)$$

Grafi

Graf resonančne krivulje:



Graf faznega premika:



Graf povprečno sprejete moči:

