

Vaja 31 Torzijsko nihalo

Jure Kos

5.1.2022

Uvod

S pomočjo vsiljenega nihanja smo poskušali narisati resonančno krivuljo torzijskega nihala. Nihalo je bilo v vaji nedušeno, delno dušeno in nato zelo dušeno. Dušili smo ga 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

1. Torzijsko nihalo,
2. elektromotor z vzvodom,
3. štoparica.

Navodila

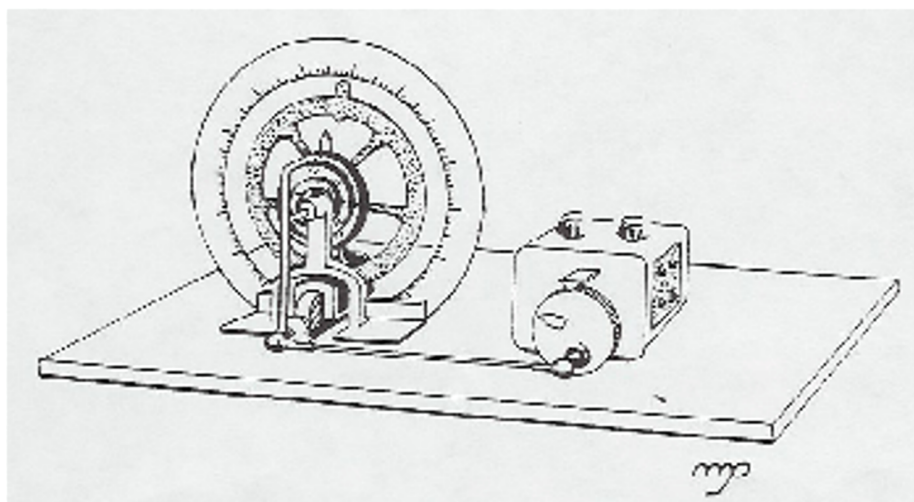
Nedušeno nihalo s prstom poženi, da začne nihati in izmeri nihajni čas 5 nihajev. Istočasno odberi prvo in zadnjo amplitudo na isti strani. S tem lahko izračunaš koeficient dušenja β ter lastno frekvenco ω_0 , ki bi jo imelo nedušeno nihalo. Pred merjenjem se sprehodi s potenciometrom čez frekvence, da dobiš približno predstavo rezonančne 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 rezonančne krivulje za nedušeno, delno dušeno in zelo dušeno, kjer je na abscisi 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 rezonančne krivulje z merjenimi B_0 , ω_0 in β .

Skica



Nedušeno nihanje

Število nihajev $N = 5$

Nihajni čas 5 nihajev $t = 12,11s \pm 0,05s$

Nihajni čas:

$$t_0 = \frac{t_5}{N} = \frac{12,11s}{5} = 2,42s \pm 0,01s$$

Lastna krožna frekvenca nihala ω_d :

$$\omega_d = \frac{2\pi}{t_0} = \frac{2\pi}{2,4s} = 2,26s^{-1} \pm 0,01s^{-1}$$

Prva amplituda $A_0 = 22 \pm 0,25$, Zadnja amplituda $A_5 = 9 \pm 0,25$
Koeficient dušenja β :

$$\beta = \frac{\omega_d}{2\pi n} \ln \frac{A_0}{A_n} = \frac{2,26s^{-1}}{2\pi 5} \ln \frac{22}{9} = 0,06s^{-1} \pm 0,01s^{-1}$$

Lastna frekvenca ω_0 :

$$\omega_0 = \sqrt{\omega_d^2 + \beta^2} = \sqrt{(2,26s^{-1})^2 + (0,06s^{-1})^2} = 2,26s^{-1} \pm 0,002s^{-1}$$

Malo dušeno nihanje

Število nihajev $N = 5$

Nihajni čas 5 nihajev $t = 11,79s \pm 0,05s$

Nihajni čas:

$$t_0 = \frac{t_5}{N} = \frac{11,79s}{5} = 2,36s \pm 0,004s$$

Lastna krožna frekvenca nihala ω_d :

$$\omega_d = \frac{2\pi}{t_0} = \frac{2\pi}{2,36s} = 2,66s^{-1} \pm 0,01s^{-1}$$

Prva amplituda $A_0 = 22 \pm 0,25$, Zadnja amplituda $A_5 = 4 \pm 0,25$
Koeficient dušenja β :

$$\beta = \frac{\omega_d}{2\pi n} \ln \frac{A_0}{A_n} = \frac{2,36s^{-1}}{2\pi 5} \ln \frac{22}{4} = 0,13s^{-1} \pm 0,01s^{-1}$$

Lastna frekvenca ω_0 :

$$\omega_0 = \sqrt{\omega_d^2 + \beta^2} = \sqrt{(2,66s^{-1})^2 + (0,13s^{-1})^2} = 2,66 \pm 0,003s^{-1}$$

Zelo dušeno nihanje

Število nihajev $N = 5$

Nihajni čas 5 nihajev $t = 12,21s \pm 0,05$

Nihajni čas:

$$t_0 = \frac{t_5}{N} = \frac{12,21s}{5} = 2,44s \pm 0,01s$$

Lastna krožna frekvenca nihala ω_d :

$$\omega_d = \frac{2\pi}{t_0} = \frac{2\pi}{2,44s} = 2,58s^{-1} \pm 0,01s^{-1}$$

Prva amplituda $A_0 = 22 \pm 0,25$

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

Koeficient dušenja β :

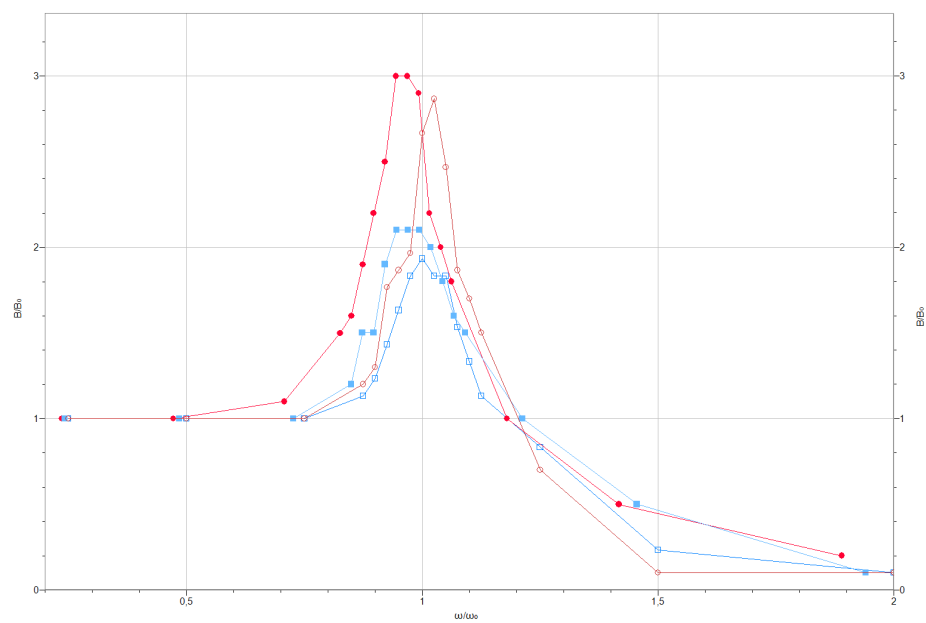
$$\beta = \frac{\omega_d}{2\pi n} \ln \frac{A_0}{A_n} = \frac{2,58s^{-1}}{2\pi 5} \ln \frac{22}{1} = 0,25s^{-1} \pm 0,1s^{-1}$$

Lastna frekvenca ω_0 :

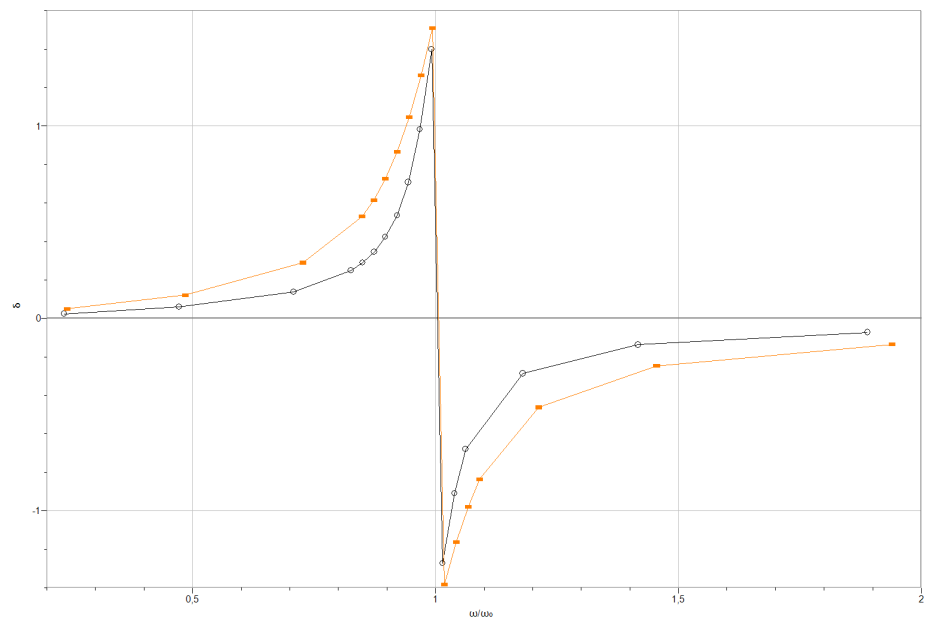
$$\omega_0 = \sqrt{\omega_d^2 + \beta^2} = \sqrt{(2,58s^{-1})^2 + (0,25s^{-1})^2} = 2,59s^{-1} \pm 0,03s^{-1}$$

Grafi

Graf resonančne krivulje:



Graf faznega premika:



Graf povprečno sprejete moči:

