

EGY SZABADSÁGFOKÚ REZGŐRENDSZER
REZONANCIA JELENSÉGE

Laboratóriumi gyakorlat

- A mérés tárgya:** rezonancia frekvencia meghatározása útgerjesztés (elmozdulás gerjesztés) esetén
- A mérés célja:** a) a rezgőrendszer paramétereinek (m, c) meghatározása
b) a rezonancia frekvencia meghatározása

Rezgőrendszerek gerjesztett rezgései során általános tapasztalat szerint bizonyos frekvencia esetén a rezgőrendszerben nagyon nagy amplitúdójú rezgések jelentkeznek. Rezgéstani tanulmányainkból ismeretes, hogy a rezgőrendszer tömeg és rugó paramétereitől függő *sajátfrekvencia* és *gerjesztő frekvencia* egyezése esetén lép fel a rezonancia jelensége. A rendszer sajátfrekvenciájával megegyező gerjesztés esetén a rezgőrendszerbe a bevitt energia fokozatosan felhalmozódik, amely a rezgés elmozdulási amplitúdójának növekedését eredményezi. Idealizált rendszer állandósult gerjesztése esetén az amplitúdó végtelen nagyra válhat.

A valóságos rezgőrendszerben mindig jelen van energia elnyelést biztosító csillapítás (súrlódás, légellenállás) is, amely a véges nagyságú amplitúdó kialakulásának oka lehet lineáris rezgések esetén. A valóságos rendszer rezgéseinek elmozdulás amplitúdója mindig véges nagyságú, mert a rugalmas elem terheletlen- és alakváltozott mérete egyaránt véges nagyságú, továbbá a rugalmas elem valóságos karakterisztikája nagy elmozdulások esetén eltér az idealizált lineáris karakterisztikától. A túl nagy elmozdulásnak kitett rugó esetleg maradékalakváltozást vagy törést is szenvedhet. Mindebből pedig következik, hogy a rezgés nemlineárisra válik és ezért az amplitúdó is biztosan véges marad.

1. A kísérlet összeállítása

A kísérlet összeállítását az 1. ábra mutatja. Az egy szabadságfokú rezgőrendszert időben harmonikusan változó elmozdulással gerjesztjük. A villanymotorhoz közvetlenül egy nagy áttételt biztosító hajtómű kapcsolódik. A hajtómű kimenő tengelye rugalmas tengelykapcsolón keresztül hajtja meg a kulisszás hajtóművet, amely függőleges tengely mentén egy csúszkán keresztül az útgerjesztést (elmozdulás gerjesztést) biztosítja. Az egy szabadságfokú rezgőrendszer tömege és a csúszka rugón keresztül kapcsolódik. A csúszka és a rezgő tömeg közös függőleges vezetékben mozog.

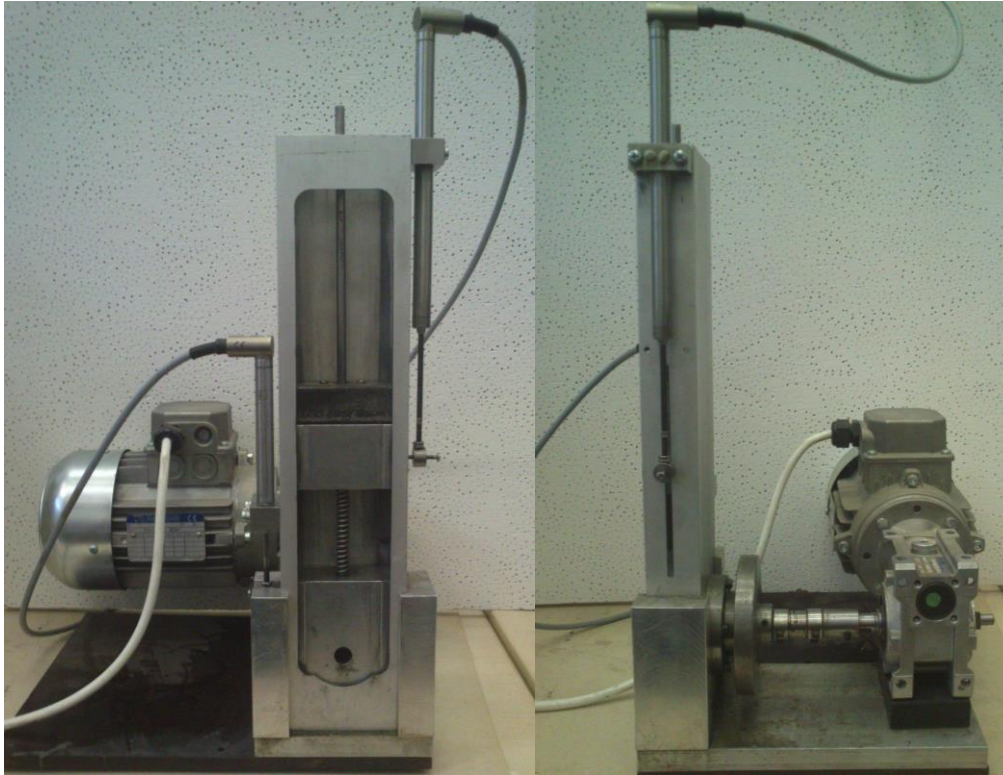
Az elmozdulás gerjesztés frekvenciája a villanymotor fordulatszámának szabályozásával változtatható. A mérés során a motor fordulatszámát változtatva keressük a rezonancia jelenségét, azaz azt az esetet amikor a legnagyobb kitérés észlelhető.

A rezonancia kísérlet végrehajtása előtt meghatározandó az m rezgő tömeg, míg a c rugóállandót a mérés előtt és után is kimérjük. A rezgőtömeget súlyméréssel határozzuk meg

$$m = \frac{G}{g}.$$

A rugóállandót statikus terhelésnél mért elmozdulásból számítjuk

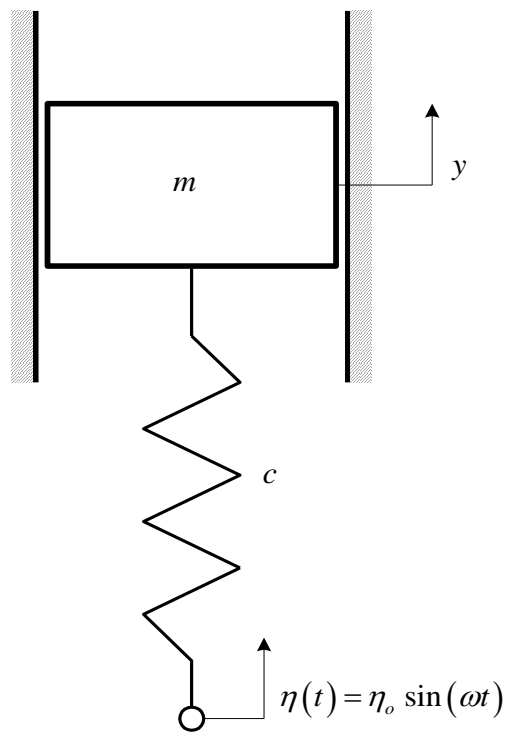
$$c = \frac{y_{stat}}{mg}.$$



1. ábra

Egy szabadságfokú elmozdulás gerjesztésű rendszer elől- és oldalnézete

2. A kísérlet idealizált modellje



2. ábra

Elmozdulás gerjesztés modellje

A 2. ábrán látható egy szabadságfokú csillapítatlan rezgőrendszer mozgásegyenlete

$$m\ddot{y} + \frac{1}{c}y = \frac{\eta_o}{c}\sin(\omega t),$$

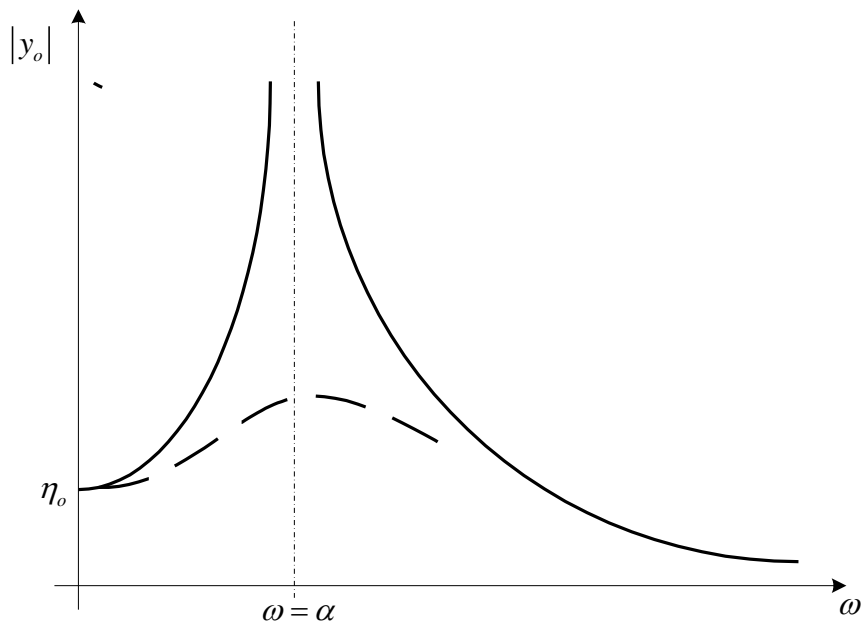
ahol η_o és ω az útgerjesztés amplitúdója és körfrekvenciája. Feltételezzük, hogy állandósult rezgés jön létre, ekkor a homogén megoldástól eltekinthetünk, és ezért csak a partikuláris megoldást keressük

$$y = y_o \sin(\omega t).$$

Bevezetve az $\alpha^2 = \frac{1}{mc}$ jelölést a saját-körfrekvencia négyzetének jelölésére, majd a megoldásnak a mozgásegyenletbe helyettesítése és átrendezése után az elmozdulás amplitúdóra a következő formula adódik

$$y_o = \frac{\alpha^2}{\alpha^2 - \omega^2} \eta_o.$$

Az idealizált rezgőrendszer rezonancia görbáját folytonos vonallal a 3. ábra mutatja, egy lehetséges valóságos modell rezonanciagörbáját pedig szaggatott vonal jelöli.



3. ábra

Rezonancia görbék: ideális (folytonos vonal), valóságos (szaggatott vonal)

**EGY SZABADSÁGFOKÚ REZGŐRENDSZER
REZONANCIA JELENSÉGE
Labormérés jegyzőkönyve**

Név, hallgatói kód:

.....

Határozza meg az egy szabadságfokú rezgőrendszer m tömegét a laborvizsgálat előtt!

A rezgőrendszer tömegét egy alumínium és egy acél hasáb tömegének összege adja. Az acél hasáb méretei $75 \times 25 \times 25 \text{ mm}$, az alumínium hasáb méretei $75 \times 42 \times 27 \text{ mm}$, ahol *hosszúság* \times *magasság* \times *szélesség*, valamint mind a két hasábban van egy $\varnothing 7 \text{ mm}$ átmérőjű átmenő furat a magassági irányban. (Az anyagsűrűségek: $\rho_{\text{acél}} = 7,8 \text{ kg/dm}^3$, valamint $\rho_{\text{alumínium}} = 2,7 \text{ kg/dm}^3$)

$$V = \dots\dots\dots \qquad m = \rho V = \dots\dots\dots \text{kg}$$

$$G = mg = \dots\dots\dots \text{N}$$

Határozza meg a c rugóállandót a rezgés vizsgálata előtt!

A rugóállandó meghatározásához egy 2 kg terhelő tömeget használtunk, mely során a rugó elmozdulása 16 mm volt.

$$y_{\text{stat}}^e = \dots\dots\dots \text{mm} = \dots\dots\dots \text{m} \qquad c = \frac{y_{\text{stat}}^e}{mg} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \frac{\text{m}}{\text{N}}$$

Határozza meg a csillapítatlan rendszer várható saját-körfrekvenciáját!

$$\alpha_{\text{sz}} = \frac{1}{\sqrt{mc}} = \frac{1}{\sqrt{\dots\dots\dots}} =$$

Számítsa át a körfrekvencia értékét frekvenciára!

$$f_{\text{sz}} = \frac{\alpha_{\text{sz}}}{2\pi} = \frac{\dots\dots\dots}{2\pi} = \dots\dots\dots \text{Hz}$$

A berendezést megvizsgálva mérje meg az elmozdulás gerjesztés amplitúdóját!

$$\eta_o = \dots\dots\dots \text{mm}$$

Végezze el a mérést és határozza meg a rezonancia frekvenciát méréssel!

$$f_m = \dots\dots\dots \text{Hz}$$

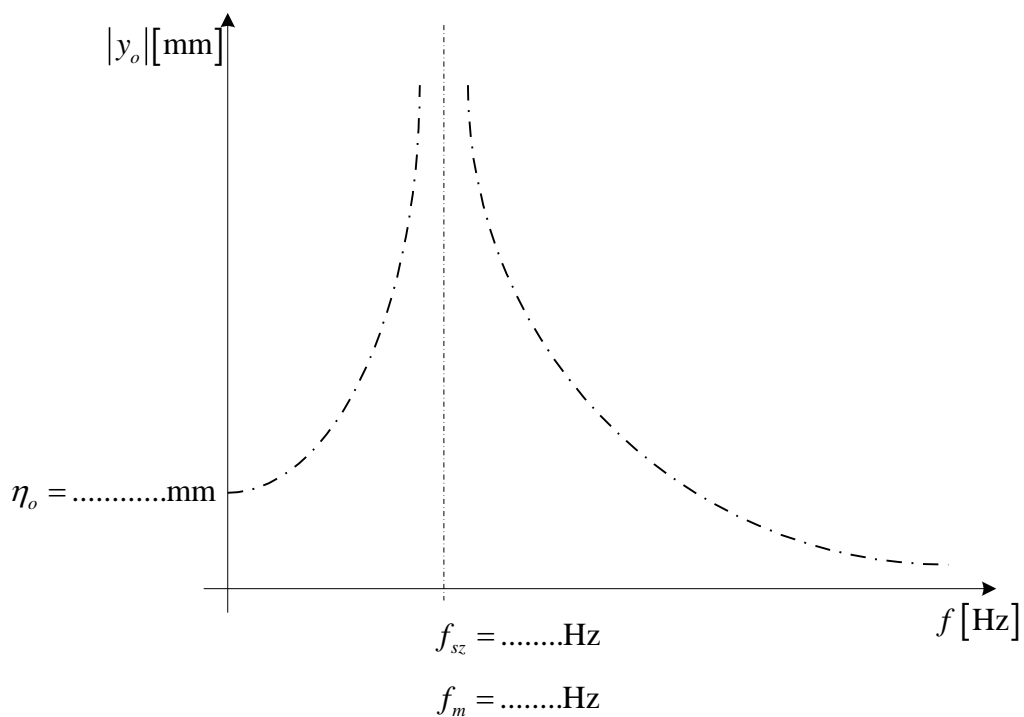
Határozza meg a számított és mért rezonancia frekvencia eltérését %-ban kifejezve:

$$\Delta f \% = \frac{f_m - f_{sz}}{f_{sz}} \cdot 100 = \text{-----} \cdot 100 = \text{-----} \%$$

Becsléssel határozza meg a legnagyobb kitérés (amplitúdó) értékét:

$$y_{\max} = \text{-----} \text{mm}$$

Tüntesse fel a mért adatokat a rezonancia diagramon és jelölje be a mért, illetve számítással becsült maximális amplitúdó helyét, valamint jelleghelyesen vázolja a mért görbét!



Határozza meg a rugó statikus elmozdulását a rezgésmérés után is, valamint az eltérés értékét, amely a maradó alakváltozásra utal!

$$y_{stat}^u = \text{-----} \text{mm}$$

$$\Delta y \% = \frac{y_{stat}^u - y_{stat}^e}{y_{stat}^e} \cdot 100 = \text{-----} \cdot 100 = \text{-----} \%$$

Győr, 20.....

.....
aláírás