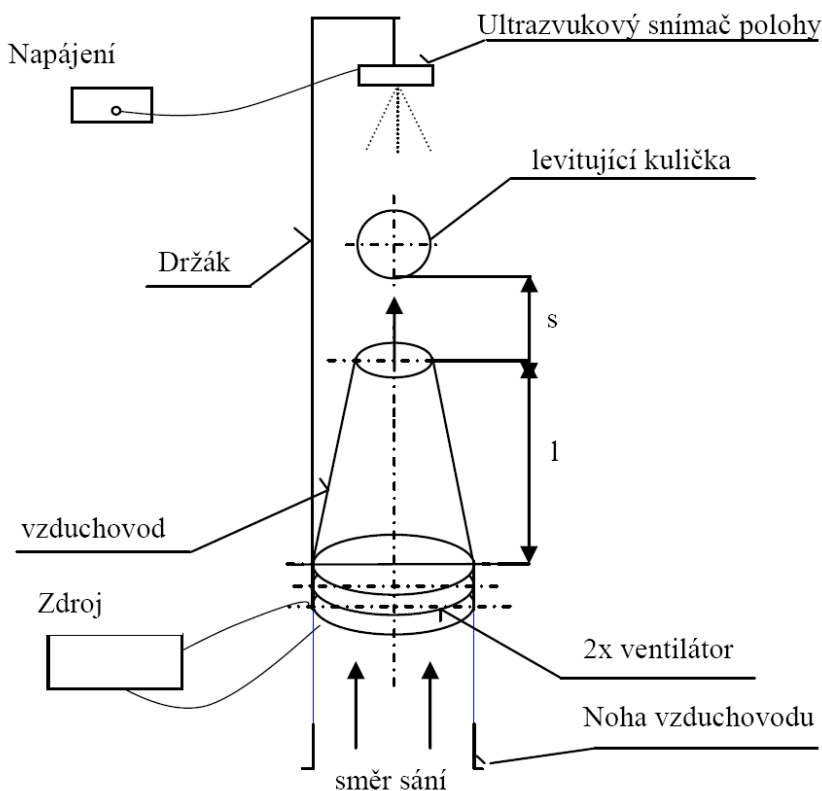


# Vzduchová levitace – frekvenční vlastnosti

## Popis úlohy:

Regulovanou veličinou  $L_y(t)$  je poloha levitujícího tělesa (polystyrénový míček) o průměru  $d = 40\text{mm}$ , které se pohybuje v proudu vzduchu. Rozsah tohoto pohybu je dán veličinou  $s$  (2-18cm od vyústění vzduchovodu - viz Obr.1). Ke snímání polohy levitujícího tělesa  $L_y$  je použit ultrazvukový snímač.



Obr. 1 Schéma úlohy

## Úkol

Změřte alespoň 5 bodů amplitudové a fázové frekvenční charakteristiky soustavy pomocí níže popsaného experimentu a vyznačte je v logaritmických souřadnicích.

Teoretický základ pro vypracování úlohy naleznete v [1].

Vztahy pro stanovení amplitudy

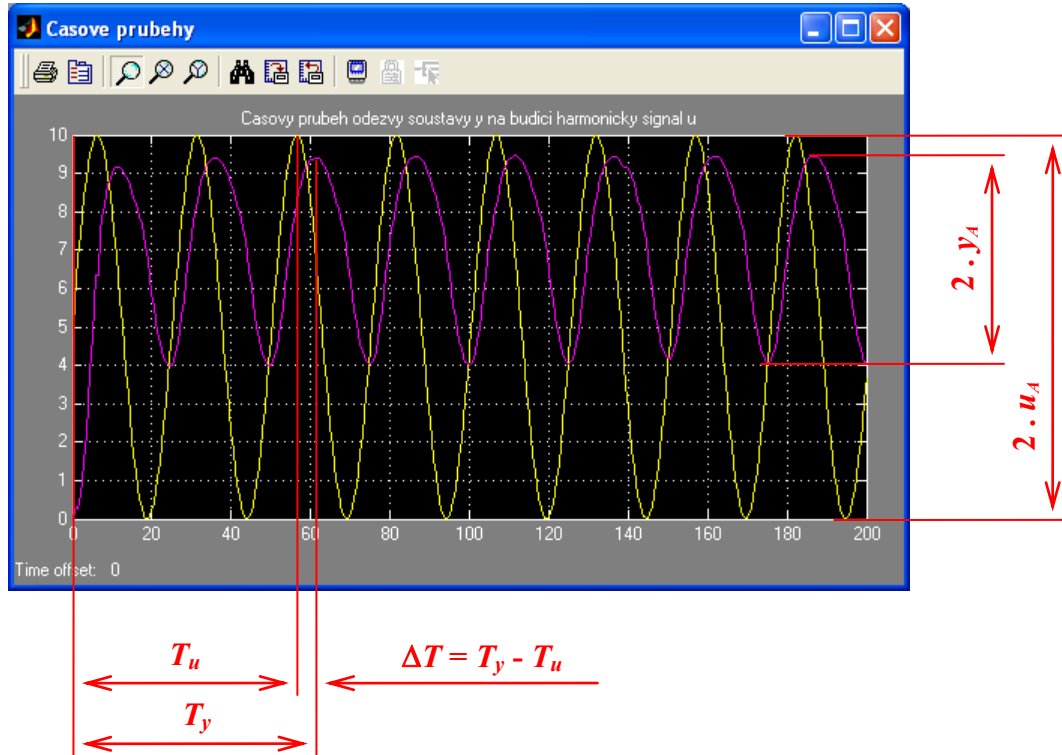
$$|G(j\omega)| = \frac{y_A}{u_A} \quad (1)$$

$$|G(j\omega)|_{dB} = 20 \cdot \log_{10} |G(j\omega)| \quad (2)$$

Vztahy pro stanovení fázového posuvu

$$\Delta T = T_y - T_u \quad (3)$$

$$\varphi = -\frac{\Delta T}{T} 360^\circ \quad (4)$$



Obr. 2 Časový průběh odezvy soustavy na periodický vstupní signál

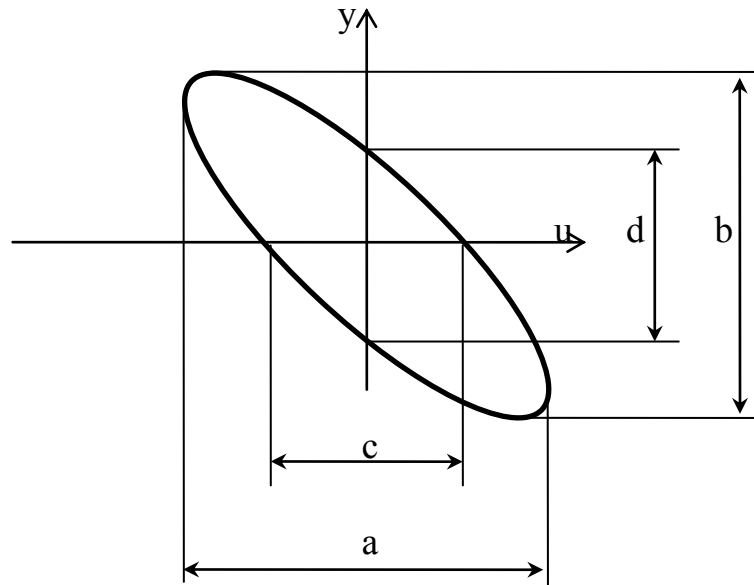
Lissajousovy obrazce

Amplitudovou a fázovou frekvenční charakteristiku lze odříznout také z naměřených hodnot Lissajousových obrazců (viz obrázek 3) pomocí vztahů:

$$A(\omega) = \frac{b}{a} \quad (5)$$

$$\varphi(\omega) = \arcsin\left(\frac{d}{b}\right) = \arcsin\left(\frac{c}{a}\right) \quad (6)$$

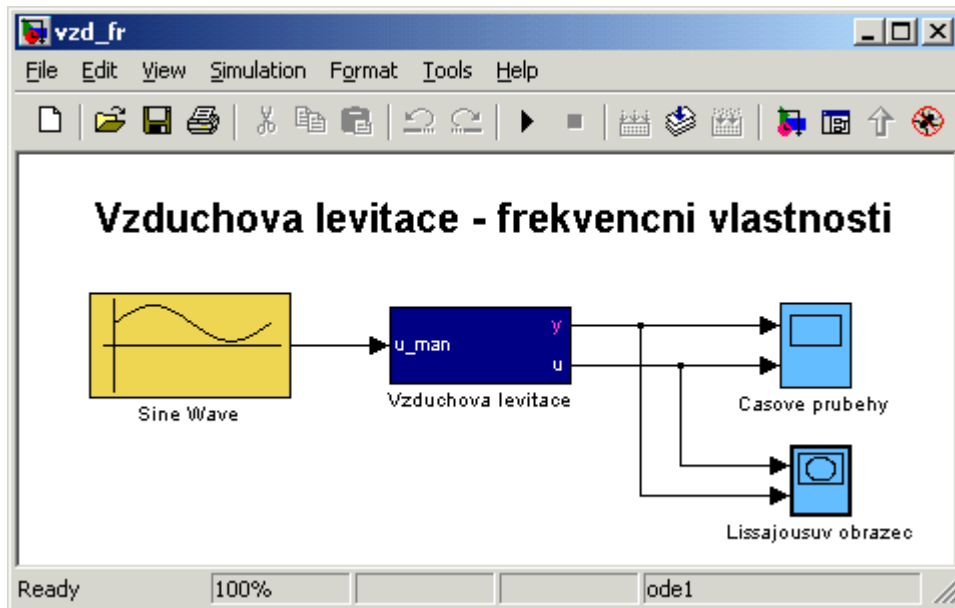
(umístění  $\varphi$  do správného kvadrantu je nutno stanovit úvahou, převážně  $\varphi < 0^\circ$ ).



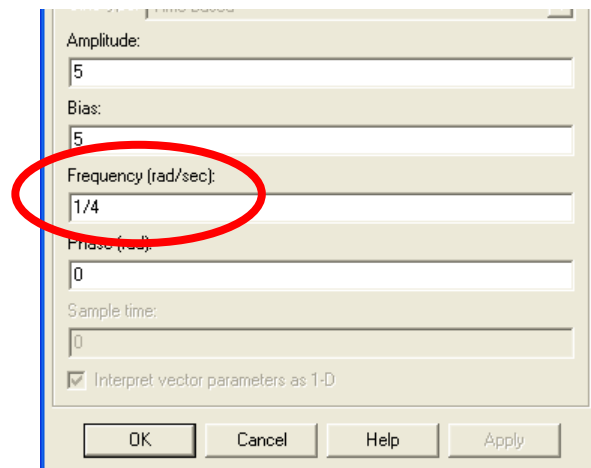
Obr. 3 Lissajousův obrazec

### Doporučený postup experimentu:

1. Propojte kabelový konektor „Jack“ sdruženého napájení řídicí elektroniky 24 V (Provede vyučující!)
2. Otevřete úlohu poklepáním na ikonu „Frekvenční vlastnosti vzduchové levitace“ na pracovní ploše. (Pokud na ploše Windows tato ikona není, spusťte program Matlab, přesuňte se do adresáře work\levitace a spusťte soubor vzd\_fr.mdl zapsáním příkazu **vzd\_fr** do příkazového řádku programu Matlab.)  
Vyčkejte, dokud se nezobrazí model řízení, viz obr. 4.
3. Nastavte frekvenci budících kmitů soustavy (žlutý blok „Sine Wave“, kolonka „Frequency (rad/sec):“ – viz obr. 5.)  
Vhodné frekvence jsou v rozsahu 0.15 rad/s až 1.5 rad/s.  
(Pozn: V případě nutnosti upravte amplitudu (Amplitude) a střední hodnotu (Bias) harmonického budícího signálu. Zvolené hodnoty již dále neměňte – je rozumné použít stejné pro celou frekvenční charakteristiku.)
4. Měření zahájíte kliknutím na černou šipku v horní liště okna modelu řízení.
5. Sledujte vznikající grafy „Lissajousův diagram“ a „Časové průběhy“. Po ustálení kmitání ukončete simulaci a grafy vyhodnoťte a spočítejte zesílení  $A$  a fázové zpoždění  $\varphi$ .  
(Viz obrázky 2 a 3 a vztahy (1) až (6) .)
6. Proměřte další body frekvenční charakteristiky opakováním kroků 3. až 5.



Obr. 4 Model soustavy v prostředí Simulink



Obr. 5 Nastavení frekvence budícího signálu

### Literatura

- [1] Hofreiter, M.: *Základy automatického řízení*. ČVUT, Fakulta strojní, 3. dotisk 1. vydání, 2016. 165 s. ISBN 978-80-01-05007-1
- [2] Hofreiter, M.: *Základy automatického řízení – příklady*. ČVUT, Fakulta strojní, 4. přepracované vydání, 2016. 123 s. ISBN 978-80-01-05899-2
- [3] Zítek, P.: *Automatické řízení. Sylaby a aplikace*. ČVUT, Fakulta strojní, 1. vydání, 2016, 96 s. ISBN 978-80-01-05887-9