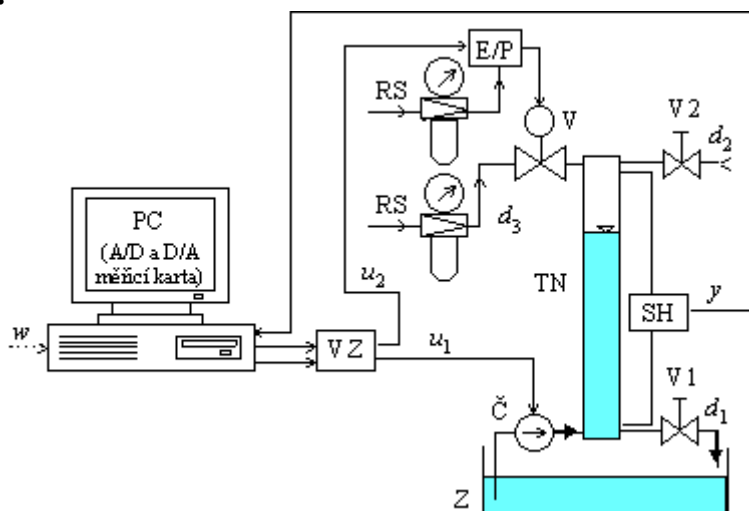


# Úloha "Hydro - frek"

## Popis úlohy:

Spodní část nádoby TN tvoří vodní sloupec a horní část nádoby je vyplněna vzduchem atmosférického tlaku. Voda z nádoby odtéká ventilem V1, se součinitelem  $K_v$  přednastaveným na stálou hodnotu v rozsahu od 0,04 - 0,5. Číslicový algoritmus generování harmonického signálu  $u_1$  je realizován programem na PC v programu MATLAB připojeným k úloze pomocí CTRLV3 jednotky, když akčním členem je čerpadlo Č ovládané napětím 0 - 24V. Odezva na tento harmonický signál je měřena snímačem hladiny SH, udávajícím výšku hladiny  $y$  v [cm], a dále je zpracována opět programem na PC v Matlabu.

## Schéma úlohy:



Obr. 1 Schéma úlohy

## Využití úlohy:

Ke změření několika bodů amplitudové a fázové frekvenční charakteristiky hydraulické soustavy podle popisu následujících experimentů a vztahů:

*Vztahy pro stanovení amplitudy jsou*

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

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

kde  $u_A, y_A$  jsou amplitudy odpovídajících si signálů  $u_1$  [V] a  $y$  [cm], viz schéma na obr. 1 a záznam jednoho bodu frekvenční charakteristiky na obr. 2. Odpovídající amplitudy vypočítáte podle vztahu

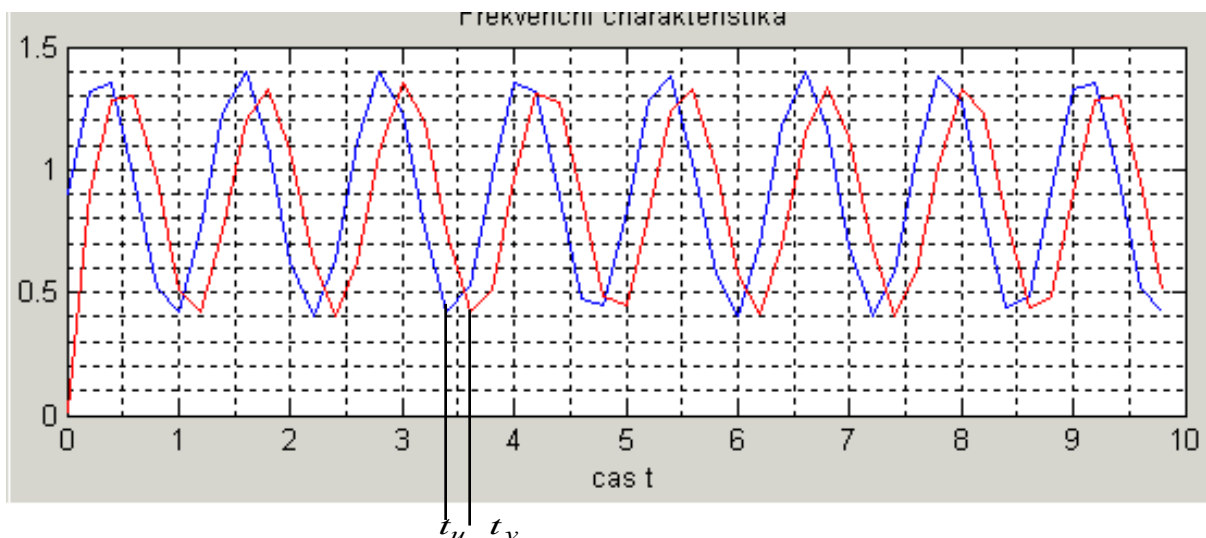
$$u_A = \frac{|u_{\max} - u_{\min}|}{2}, \quad y_A = \frac{|y_{\max} - y_{\min}|}{2}$$

*Vztahy pro stanovení fázového posuvu jsou*

$$t_\phi = t_y - t_u \quad (3)$$

$$\phi(\omega) = -t_\phi \omega \quad (4)$$

kde  $t_u, t_y$  jsou si navzájem odpovídající časové okamžiky signálů  $u_1$  [V] a  $y$  [cm], viz obr. 2.



Obr. 2 Záznam pro odečtení jednoho bodu frekvenční charakteristiky, kde  $u_{\min} = 0.4\text{V}$ ,  $u_{\max} = 1.4\text{V}$ ,  $y_{\min} = 0.4\text{cm}$ ,  $y_{\max} = 1.3\text{cm}$ , tj.  $u_A = 0.5\text{V}$ ,  $y_A = 0.45\text{cm}$

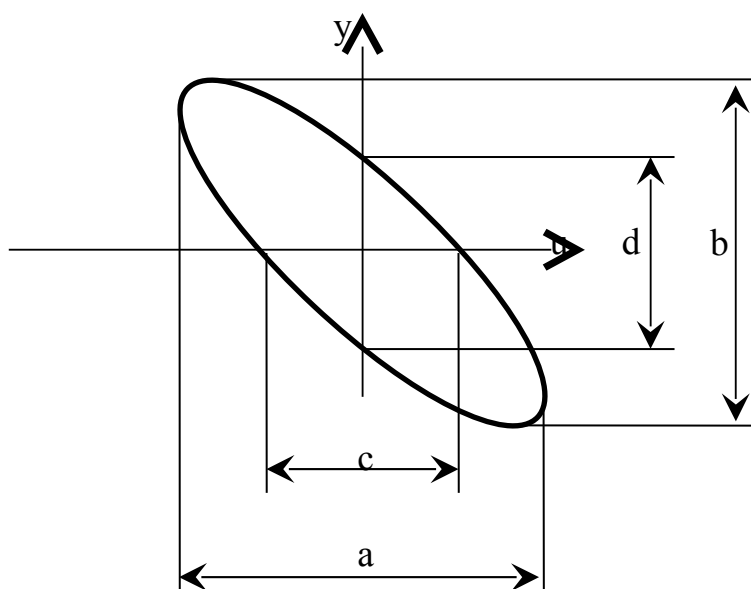
### Lissajousova křivka

Jednotlivé body amplitudové a fázové frekvenční charakteristiky lze rovněž obdržet z naměřených hodnot Lissajousových křivek, viz obr. 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  $\varphi < 0$  do správného kvadrantu je nutno stanovit úvahou tak, že  $\varphi_{skut} = \varphi - k \cdot \pi/2$ , kde  $k = 0, 1, 2, \dots$ ).



Obr. 3 Lissajousova křivka

## Postup ke spuštění a ovládání úlohy:

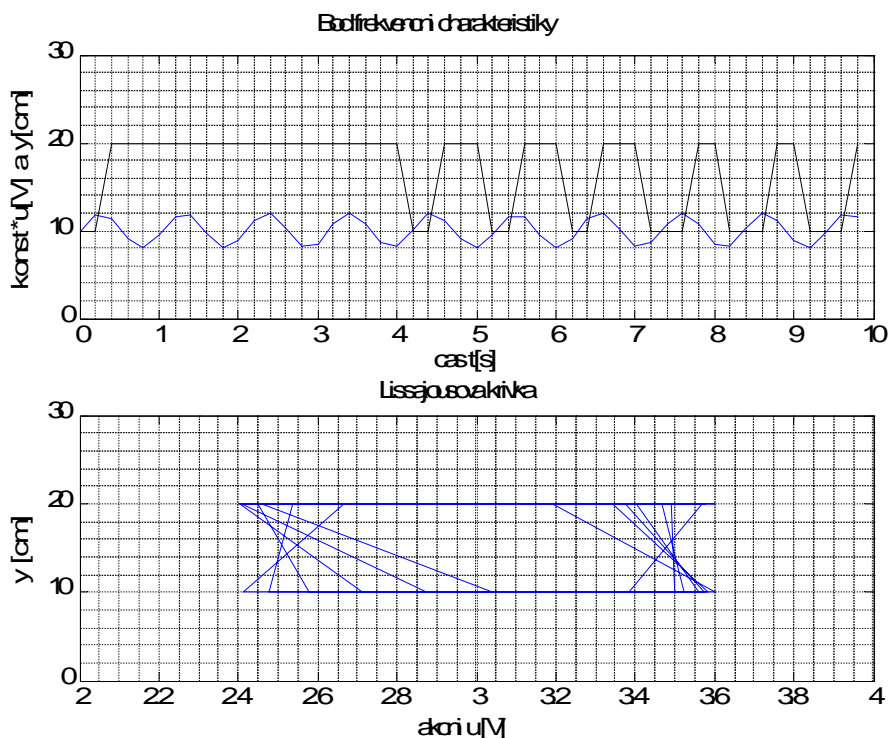
- Po startu počítače a přihlášení se do Windows 2000 zapněte výkonový zesilovač a vyhodnocovací obvody umístěné ve skříňce vedle počítače (vypínač je zezadu).
- Na ploše obrazovky klikněte na ikonu MATLABu s názvem `hydro_frek`.
- Následně dojde ke spuštění `hydro_frek.m` pro účely měření frekvenční charakteristiky, kde zadáte frekvenci budících kmitů a dobu simulace  $T$ . Přitom hodnoty uvedené v hranatých závorkách „[ ]“ jsou doporučené. Přesné zadání hodnot parametrů najdete v **úkol** k úloze dole.
  - Pro každé další měření spusťte z příkazového řádku MATLABu `hydro_frek.m`, a následujte předchozí bod.
- Pokud selhává komunikace s řídicí jednotkou CTRLV3, spusťte z příkazového řádku matlabu `init`. Pokud ani to nepomůže, opakujte druhý bod v pořadí od shora s tím, že předtím zavřete MATLAB a vytáhnete zdroj CTRLV3 jednotky ze zásuvky. Opětovné zapnutí jednotky proveďte před spuštěním `hydro_frek`.

## Úkol:

Změřte 5 bodů amplitudové a fázové frekvenční charakteristiky hydraulické soustavy pomocí výše popsaného experimentu a vyznačte je v logaritmických souřadnicích podle vztahů (2) a (4). Dobu simulace zvolte  $T = 10$  s pro nastavenou frekvenci budících kmitů  $\omega$  v rozsahu od 3 do  $10$  s<sup>-1</sup>.

## Pozn:

Vzhledem k zašuměnému ale i tvarem odlišnému průběhu odezvy výšky vodního sloupce, viz obr. 4, od výše popsaného experimentu, je doporučeno body amplitudové frekvenční charakteristiky odečítat z Lissajousových křivek podle vztahu (5), zatímco body fázové frekvenční charakteristiky odečítat z průběhu časového podle vztahu (4). Přitom *konst* použitá pro přepočet rozsahu akční veličiny  $u$  [V] je 10/3 proto, aby byl usnadněn odečet fázového posuvu.



Obr. 4 Záznam jednoho bodu frekvenční charakteristiky včetně Lissajousovy křivky