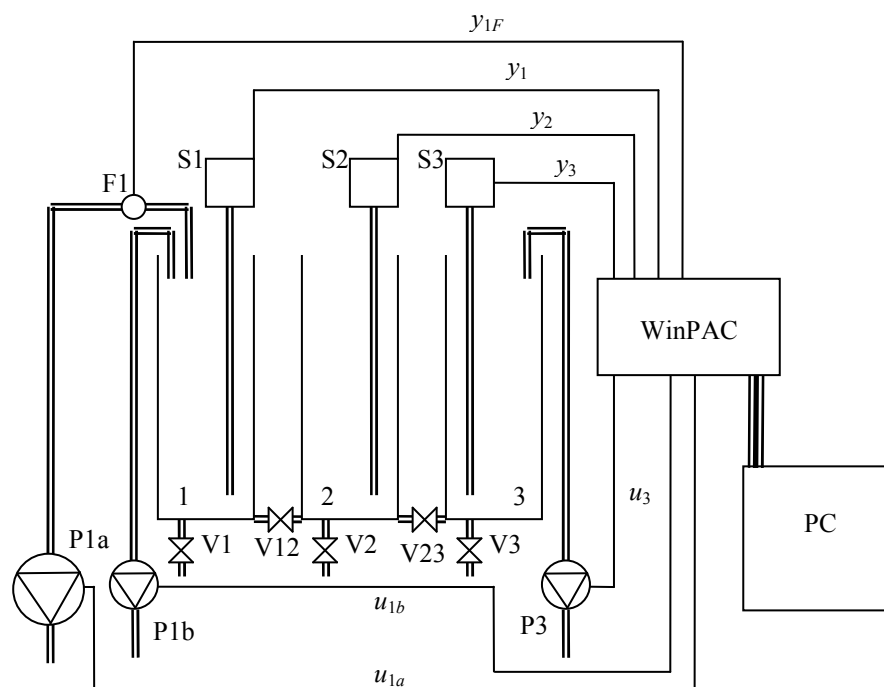


Frekvenční charakteristika soustavy tří nádrží

Popis úlohy:

Spojené nádrže tvoří dohromady regulovanou soustavu. Přívod vody do nádrží je zajišťován čerpadly P1a, P1b a P3 ovládaných pomocí veličin u_{1a} , u_{1b} a u_3 , snímání výšky hladiny je prováděno pomocí snímačů S1, S2 a S3 (veličiny y_1 , y_2 , y_3). Je také možné měřit průtok vody dodávaný čerpadlem P1a pomocí průtokoměru F1 (veličina y_{1F}). Vzájemné propojení nádrží lze nastavovat pomocí ventilů V12 a V23, lze také nastavit výtok z nádrží pomocí ventilů V1, V2 a V3 (poruchové veličiny).



Obr. 1 Schéma zapojení úlohy

Úkol

Změřte 3 body amplitudové a fázové frekvenční charakteristiky pravé nebo levé soustavy pomocí níže popsaného experimentu a vyznačte je v logaritmických souřadnicích. Teoretický základ pro vypracování úlohy naleznete v [1] nebo v [2].

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

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

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

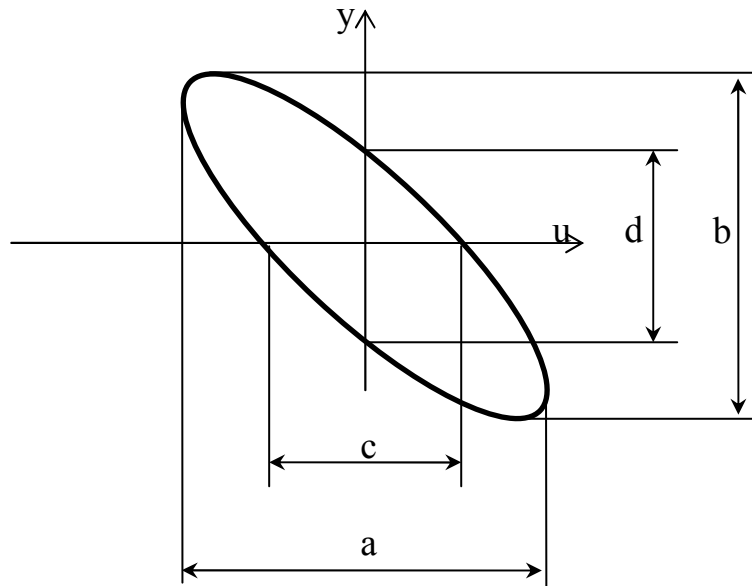
Lissajousovy obrazce

Amplitudovou a fázovou frekvenční charakteristiku lze obdržet z naměřených hodnot Lissajousových obrazců (viz obrázek 2) 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 φ do správného kvadrantu je nutno stanovit úvahou, převážně $\varphi < 0^\circ$).



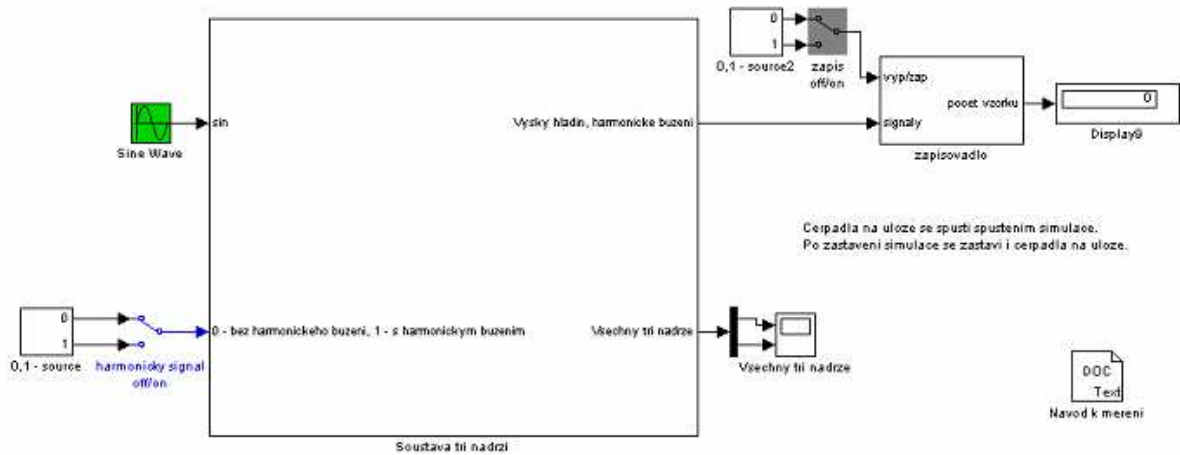
Obr. 2 Lissajousův obrazec

Spuštění laboratorní úlohy:

1. Spusťte programové prostředí pro řízení laboratorní úlohy:
 - a) Spusťte úlohu **Kaskáda – frekvenční charakteristika** pomocí zástupce na ploše Windows.
 - b) Pokud na ploše Windows tento zástupce není spusťte program Matlab, přesuňte se do adresáře *work\kaskada\matlab\regul* a spusťte soubor *run_freq.m* zapsáním příkazu **run_freq** do příkazového řádku programu Matlab

>> run_freq

- c) Po spuštění se objeví okno prostředí Simulink



Obr. 3 Jednotlivé části řídicího algoritmu v prostředí Simulink

Důležité:

Pomocí přepínače se šedým pozadím můžete zapnout ukládání Lissajousových obrazců. Vhodné je zapnout ukládání Lissajousových obrazců až po ustálení jejich tvorby. Po ukončení ukládání se uložené Lissajousovy obrazce zobrazí v nových oknech, odkud je možné je uložit na disk jako obrázek pro pozdější použití. Doporučený formát pro uložení obrázků je *.emf*. Další zapnutí ukládání Lissajousových obrazců způsobí smazání dříve uložených Lissajousových obrazců.

Pro smazání obrazců v *XY Graph* a *XY Graph1* proveďte změnu některého z jeho parametrů (po dvojkliku na příslušný blok v řídicím algoritmu) nebo zastavením a znovuspuštěním simulace.

V bloku *Sine Wave* (blok se zeleným pozadím) je možné změnit budící frekvenci a změřit tak více bodů amplitudové a fázové charakteristiky. Doporučené hodnoty frekvencí jsou 0,05, 0,075 a 0,1 rad.s⁻¹.

V bloku zobrazujícím časový průběh výšek hladin je přiřazení barev následující: žlutá – první nádrž, fialová – druhá nádrž, světle modrá – třetí nádrž.

Doporučený postup:

- a) Z experimentu je možné určit parametry bodu frekvenční charakteristiky jak první, tak druhé nádrže.
- b) Zkontrolujte, jsou ventily V1, V12, V23 a V3 otevřeny a zbývající ventily zavřeny.
- c) Spusťte simulaci.
- d) Vyčkejte na ustálení soustavy.
- e) Připojte generátor harmonických kmitů (**modrý přepínač**).
- f) V okně *XY Graph* sledujte tvorbu Lissajousova obrazce pro první nádrž, v okně *XY Graph1* sledujte tvorbu Lissajousova obrazce pro druhou nádrž
- g) Po ustálení obrazců odečtěte jejich parametry (viz obr. 2) a určete zesílení *A* a fázové zpoždění φ .

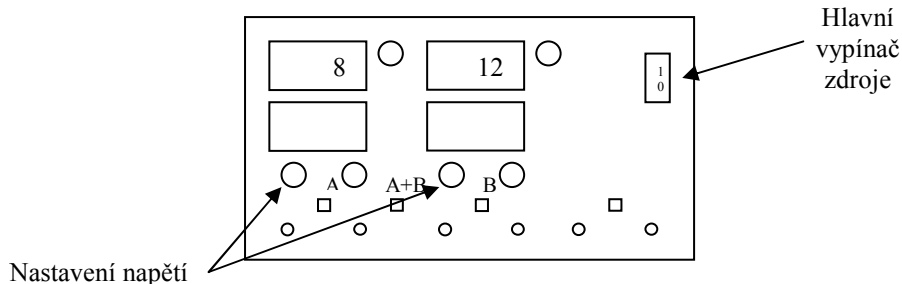
Literatura

- [1] Zítek, P.: *Automatické řízení pro bakaláře*. 1. vyd. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2009. 150 s. ISBN:978-80-01-04377-6.
- [2] Hofreiter, M.: *Příklady z automatického řízení*. 3. vyd. Praha: ČVUT, Fakulta strojní, 2009. 117 s. ISBN 978-80-01-04441-4

Spuštění úlohy

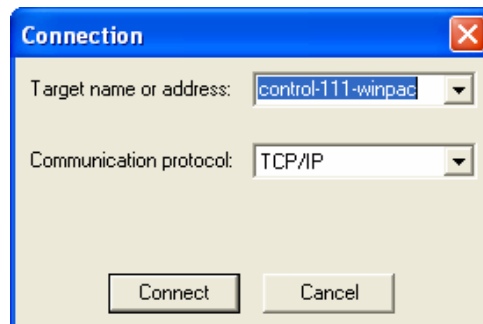
2. Zapněte laboratorní soustavu.

- Zapněte hlavní vypínač laboratorní soustavy.
- Zapněte zdroj hlavním vypínačem zdroje(obr. 13).
- Zkontrolujte, zda jsou na zdroji nastavena napětí 8 V a 12 V (obr. 13).



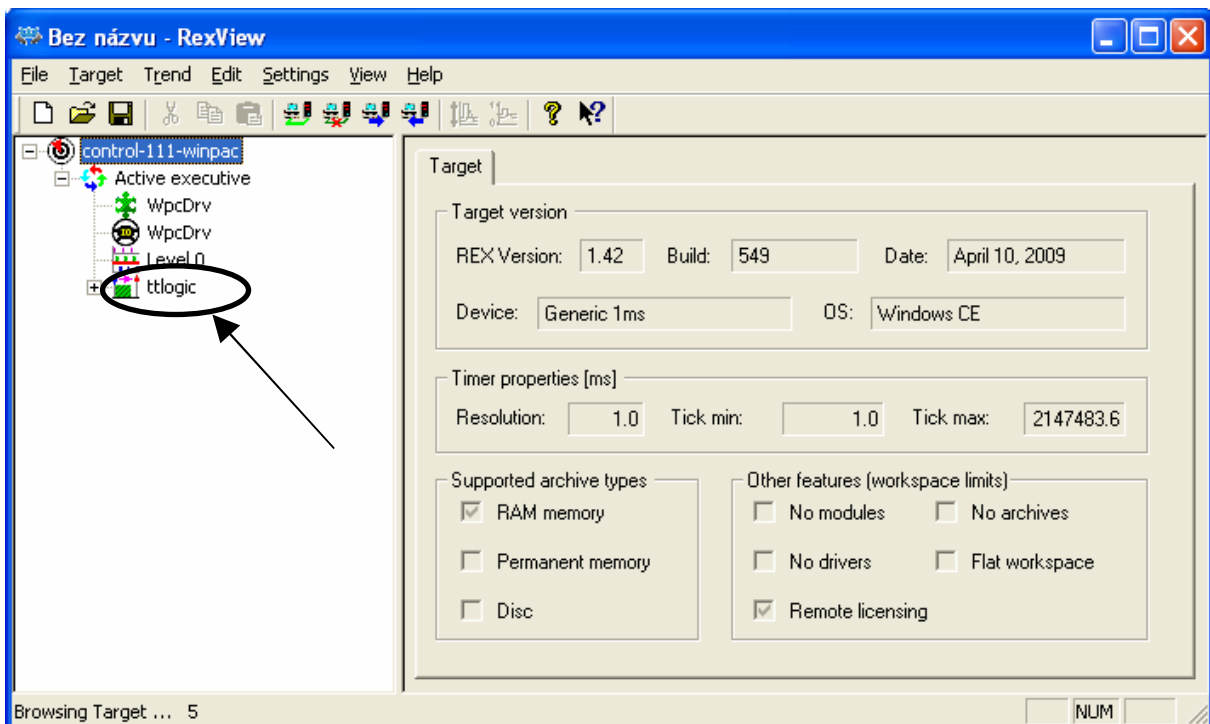
Obr. 4 Schéma ovládacích prvků zdroje

- Pokud nejsou napětí nastavena správně, nastavte je (obr. 13).
 - Spusťte napájení pomocí jednotlivých tlačítek **A** a **B** (obr. 13).
 - Zkontrolujte, zda jsou ventily nastaveny tak, aby byl umožněn odtok vody z první a třetí nádrže (buď přímo nebo přes druhou nádrž) – pro logickou úlohu
 - Zkontrolujte, jsou ventily V1, V12, V23 a V3 otevřeny a zbývají ventily zavřeny – pro spojitě úlohy
3. Pomocí programu RexView ověřte, zda je v řídicím automatu uložena správná konfigurace následujícím postupem:
- Spusťte program RexView.
 - V dialogovém okně do pole *Target name or address* vyplňte **control-111-winpac** a stiskněte tlačítko *Connect* (obr. 5)

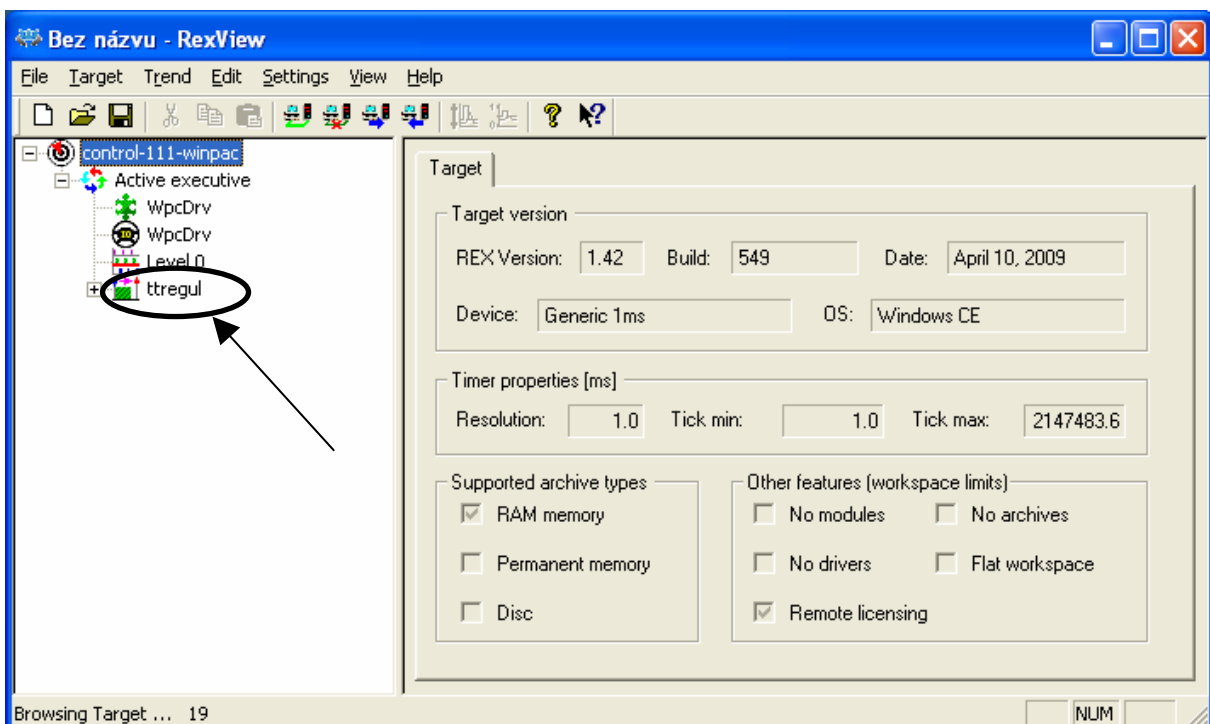


Obr. 5 Dialogové okno programu RexView

- Zkontrolujte název konfigurace (dle obr. 6, resp. obr. 7), musí zde být uvedeno **ttlogic**, pokud se má řešit úloha logického řízení, nebo **ttregul**, pokud se má řešit úloha seřízení PI regulátoru nebo měřit frekvenční charakteristika (pokud se v okně zobrazuje pouze *control-111-winpac*, v řídicím automatu není uložena žádná konfigurace).



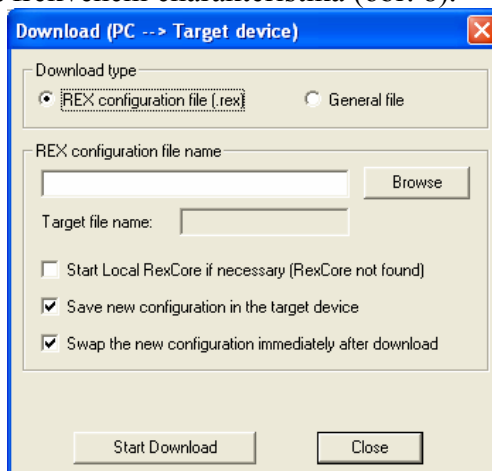
Obr. 6 Program RexView při řešení logické úlohy



Obr. 7 Program RexView při řešení úlohy seřizení PI regulátoru nebo měření frekvenční charakteristiky

- d) Pokud název konfigurace souhlasí, ukončete program RexView, konfigurace úlohy tím ukončena.
- e) Pokud název konfigurace nesouhlasí, uložíte správnou konfiguraci pomocí nabídky *Target / PC --> Target device ...*
- f) V následujícím okně pomocí tlačítka *Browse* vyhledáte configurační soubor **exec.rex** v adresáři **C:\Program Files\MATLAB71\work\kaskada\rex\logic**, pokud se má

řešit úloha logického řízení, nebo v adresáři **C:\Program Files\MATLAB71\work\kaskada\rex\regul**, pokud se má řešit úloha seřízení PI regulátoru nebo měřit frekvenční charakteristika (obr. 8).



Obr. 8 Okno programu RexView pro uložení konfiguračního souboru do programovatelného automatu

- g) pomocí tlačítka *Start Download* uložíte konfigurační soubor do programovatelného automatu a program RexView můžete ukončit.