

# PODSTAWY AUTOMATYKI

## LABORATORIUM

### Ćw. 1. Elementy komputerowego wspomagania projektowania UR *Matlab/Simulink*

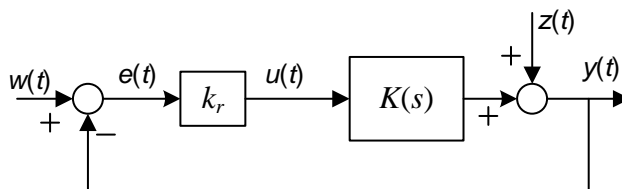
#### A. MATLAB

Dla obiektu ciągłego o transmitancji  $K(s) = \frac{k}{(1+sT_1)(1+sT_2)(1+sT_3)}$  ( $T_1 < T_2 < T_3$ ,  $k > 1$ ):

##### Analiza układu otwartego:

1. Wprowadzić transmitancję  $K(s)$ . (*tf*)
2. Przedstawić  $K(s)$  w różnych postaciach zapisu. (*zpk*, *zpkdata*, *pzmap*, *tfddata*, *ss*, *tf2ss*)
3. Wykreślić przebieg odpowiedzi skokowej (*step*), opisać i skonfigurować rysunek (*figure*, *title*, *xlabel*, *ylabel*, *grid*).
4. Narysować charakterystyki częstotliwościowe (w osobnych oknach):
  - a) amplitudowo-fazową (*nyquist*, *nyquistplot*)
  - b) logarytmiczną amplitudy oraz fazy (*bode*, *bodeplot*, *bodemag*)

##### Analiza układu zamkniętego (regulator $P$ + obiekt + ujemne sprzężenie zwrotne):



5. Wyznaczyć przebieg linii pierwiastkowych (*rlocus*, *sisotool*)
  6. Wyznaczyć warunki stabilności (wzmocnienie graniczne  $k_{gr}$ )
- Dla wzmocnienia regulatora  $k_r = 0,5 k_{gr}$ :
7. Wyznaczyć zapas amplitudy oraz fazy. (*margin*)
  8. Wyznaczyć transmitancję główną oraz uchybową. (*minreal*)
  9. Wykreślić na jednym rysunku przebiegi odpowiedzi skokowych układu zamkniętego:  $y(t)$  i  $e(t)$ . (*hold*)
  10. Narysować przebieg wskaźnika nadążania oraz wskaźnika regulacji:

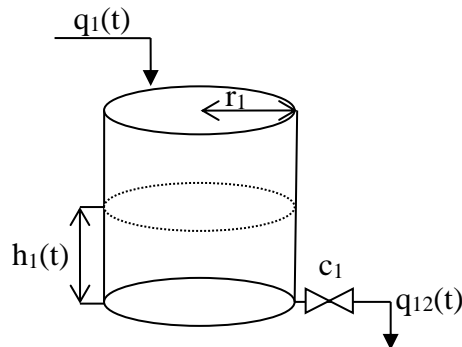
$$M(\omega) = \left| \frac{K_o(j\omega)}{1 + K_o(j\omega)} \right|, \quad q(\omega) = \left| \frac{1}{1 + K_o(j\omega)} \right|. \quad (\text{bodemag})$$

Zinterpretować wskaźnik nadążania oraz wskaźnik regulacji. Wykreślić odpowiednie przebiegi czasowe.

## B. SIMULINK

### I. Układ otwarty

Zamodeluj w SIMULINKU równanie różniczkowe opisujące zbiornik z Rys. 1. Załóż, że przepływ wyjściowy jest burzliwy  $q_{12} = c_1 \sqrt{h_1}$ . Wykreśl przebiegi czasowe  $h_1(t)$ ,  $\dot{h}_1(t)$  dla zerowych oraz niezerowych warunków początkowych przy wymuszeniu  $q_1(t) = 1(t)$ .



Rys. 1. Zbiornik.

Równanie różniczkowe opisujące zmianę poziomu cieczy w zbiorniku ma postać:

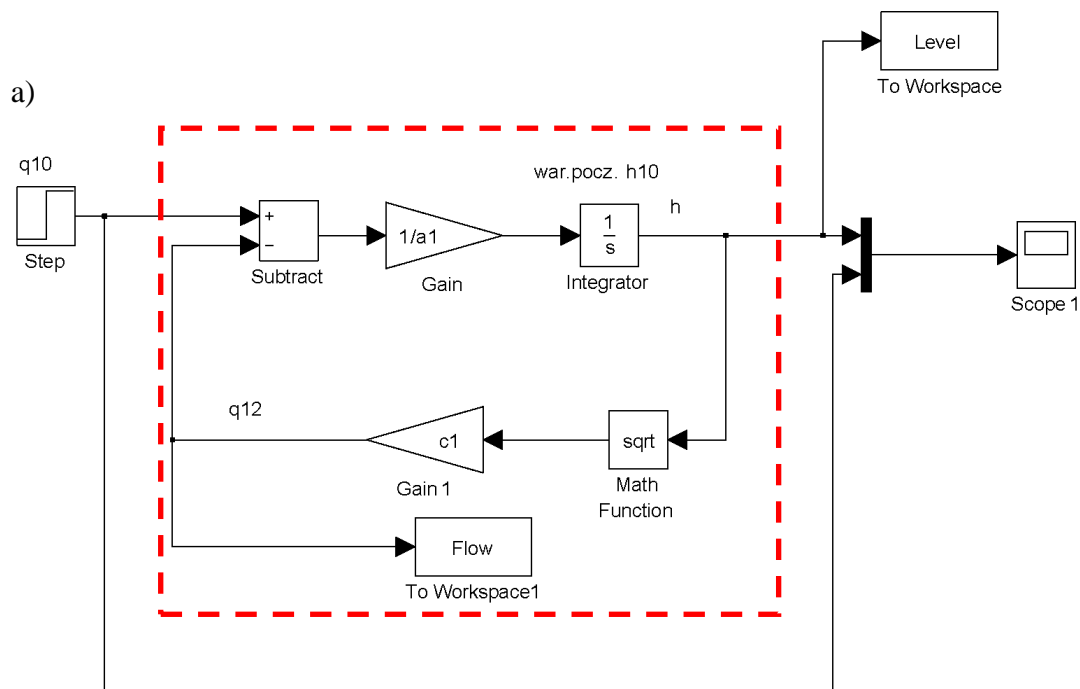
$$a_1 \frac{dh_1(t)}{dt} + c_1 \sqrt{h_1(t)} - q_1(t) = 0 \quad (1)$$

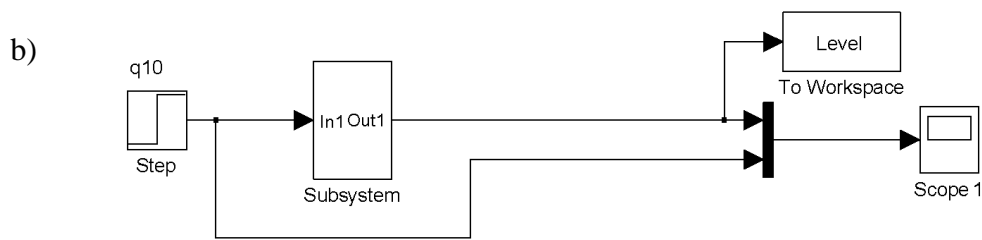
gdzie  $a_1 = \pi r_1^2$  - pole podstawy walca

Równanie różniczkowe można przekształcić do postaci:

$$\frac{dh_1(t)}{dt} = \frac{1}{a_1} \left( -c_1 \sqrt{h_1(t)} + q_1(t) \right). \quad (2)$$

i zamodelować w środowisku Simulink jak na rys 2.





Rys. 2. a) Schemat blokowy równania (2); b) wykorzystanie bloku *Subsystem*.

Uporządkuj schemat wykorzystując blok *Subsystem* jak na rys.2b. W tym celu, zaznacza odpowiedni obszar schematu blokowego (elementy obiektu wskazane na rys. 2 czerwoną przerywaną linią) a następnie klikając prawym klawiszem myszy wybierz z menu podręcznego opcję „*Creat Subsytem*”.

Zastosuj następujące uwagi:

- W bloku *Integrator* należy wprowadzić warunek początkowy  $h_1(0) = h_{10}$  (opcja *Integrator Parameters*).
- W parametrach bloku *To Workspace* należy podać nazwę zmiennej (Level1 i Flow) dostępnej w przestrzeni roboczej Matlaba oraz jej typ (*Save format: Array*).

Aby wykreślić przebiegi czasowe zamodelowanego układu należy przeprowadzić symulację z odpowiednio ustawionymi parametrami w *Simulation/Configuration Parameters*:

– w zakładce *Solver*:

- *Stop time* – horyzont symulacji,
- Sparametryzować krok całkowania:  
*Variable-step* – należy zdefiniować *Max step size* – maksymalny krok całkowania np. 0.01 lub wybrać  
*Fixed step size* – określić *Fixed-step size (fundamental sample time)* np. 0.01,
- wybrać odpowiednią metodę całkowania numerycznego (np. *ode45*, *ode23*, *ode4*),

– w zakładce *Data Import/Export*:

- Wyłączyć opcję *Limit data points to last*,

Dodatkowo należy wyłączyć opcję *Limit data points to last* w parametrach elementu *Scope*.

Następnie można wykreślić przebiegi czasowe wprowadzając komendy z linii poleceń Matlaba:

```
>> plot(tout,Flow); grid;
>> figure, plot(tout,Level1); grid;
```