

Sprawozdanie z laboratorium Podstaw Automatyki

Ćwiczenie wykonali: Karol Kozłowski (132652) Karol Nikšcin (132750)	Data : 12 kwietnia 2006	Prowadząca: Barbara Łysakowska	Ocena:
--	-----------------------------------	--	---------------

Ćwiczenie: .

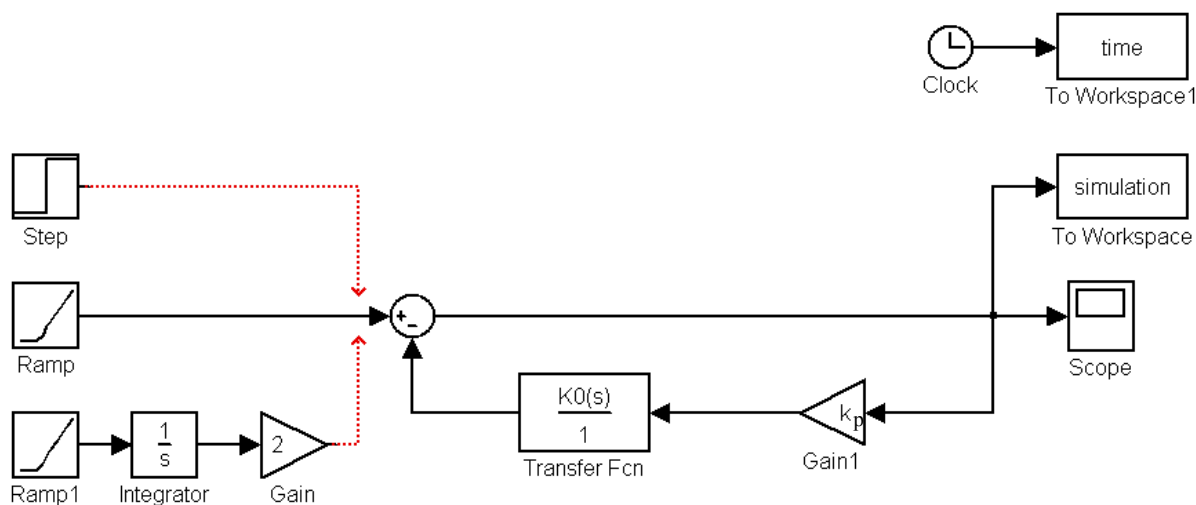
Zadaniem ćwiczenia było zbadanie zachowania się regulatorów P oraz PI pod wpływem elementarnych pobudzeń (skok jednostkowy, przyrost liniowy, przyrost kwadratowy)

Dla trzech różnych pobudzeń przeprowadzono symulację zachowania układów automatycznej regulacji (P oraz PI) z obiektami inercyjnymi (inercja 3-rzędu) oraz całkującymi. W wyniku symulacji wyznaczono przebieg sygnału błędu ϵ na podstawie którego dobierano odpowiednią wartość k_p , dla której przebieg najszybciej się ustalał. Następnie wykreślono charakterystyki regulatora w zależności od parametru T_i .

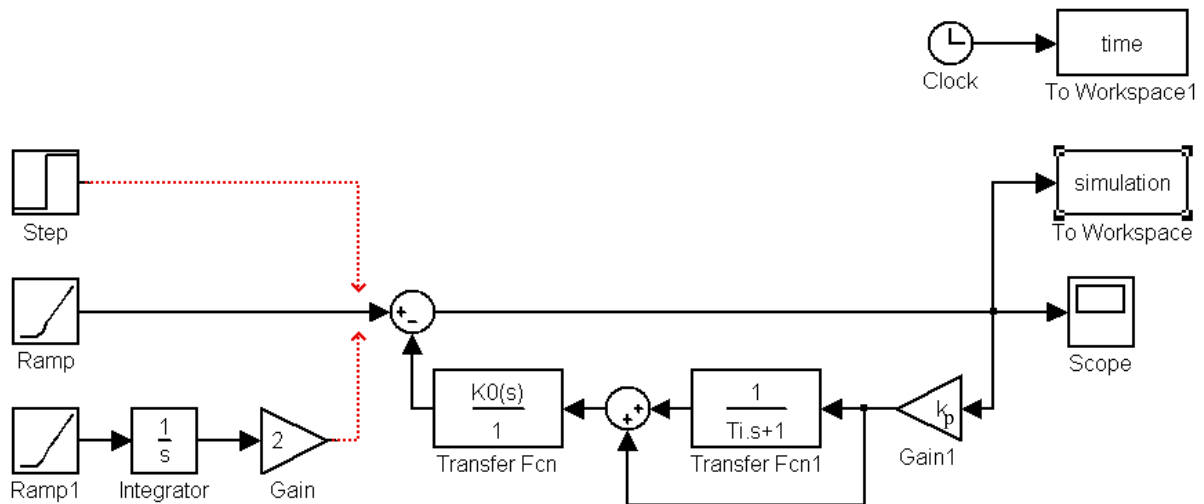
Ćwiczenie można podzielić na dwie części – w pierwszej symulacje wykonywane były z obiektem inercyjnym 3 rzędu a w drugiej z obiektem całkującym. Na wykresach gradacja parametrów jest oznaczona kolorami:

dla k_p : niebieski < czerwony < zielony < seledynowy ($0.1 < 0.2 < 1 < 2$)

dla T_i : niebieski < czerwony < zielony < seledynowy ($1 < 2 < 3 < 4$)



Rysunek 1: Schemat układu symulacji regulatora P



Rysunek 2: Schemat układu symulacji regulatora PI

1. Transmitancja postaci: $K_o(s) = \frac{k}{(s \cdot T + 1)^3}$ (inercja 3-rz)

Regulator P, pobudzenie skokiem jednostkowym

$$\lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{1 + K_{otw}(s)} = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{1 + \frac{k \cdot k_p}{(s+1)^3}} = \frac{1}{1 + k \cdot k_p} = const$$

Regulator PI, pobudzenie skokiem jednostkowym

$$\lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{1 + K_{otw}(s)} = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{1 + \frac{k \cdot k_p \cdot (1 + \frac{1}{T_i \cdot s})}{(s+1)^3}} = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{1 + \frac{k \cdot k_p + \frac{k \cdot k_p}{T_i \cdot s}}{(s+1)^3}} = s \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{1 + \frac{k \cdot k_p + \infty}{(s+1)^3}} = 0$$

Regulator P, pobudzenie przyrostem liniowym

$$\lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{s^2} \cdot \frac{1}{1 + K_{otw}(s)} = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{s^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{k \cdot k_p}{(s+1)^3}} = \frac{1}{s + s(k \cdot k_p)} = \infty$$

Regulator PI, pobudzenie przyrostem liniowym

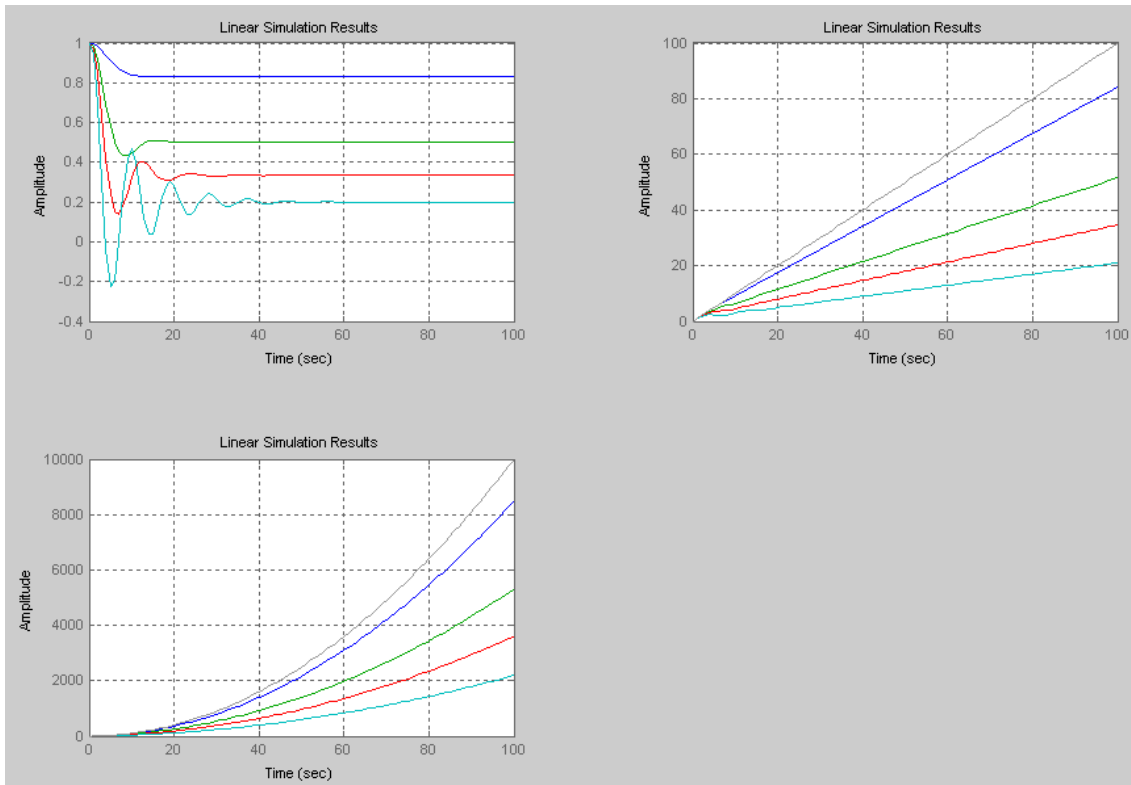
$$\lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{s^2} \cdot \frac{1}{1 + K_{otw}(s)} = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{s^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{k \cdot k_p \cdot (1 + \frac{1}{T_i \cdot s})}{(s+1)^3}} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{s \cdot \frac{k \cdot k_p \cdot (\frac{k \cdot k_p}{T_i})}{(s+1)^3}} = \frac{1}{\frac{k \cdot k_p}{T_i}} = \frac{T_i}{k \cdot k_p} = const$$

Regulator P, pobudzenie przyrostem kwadratowym

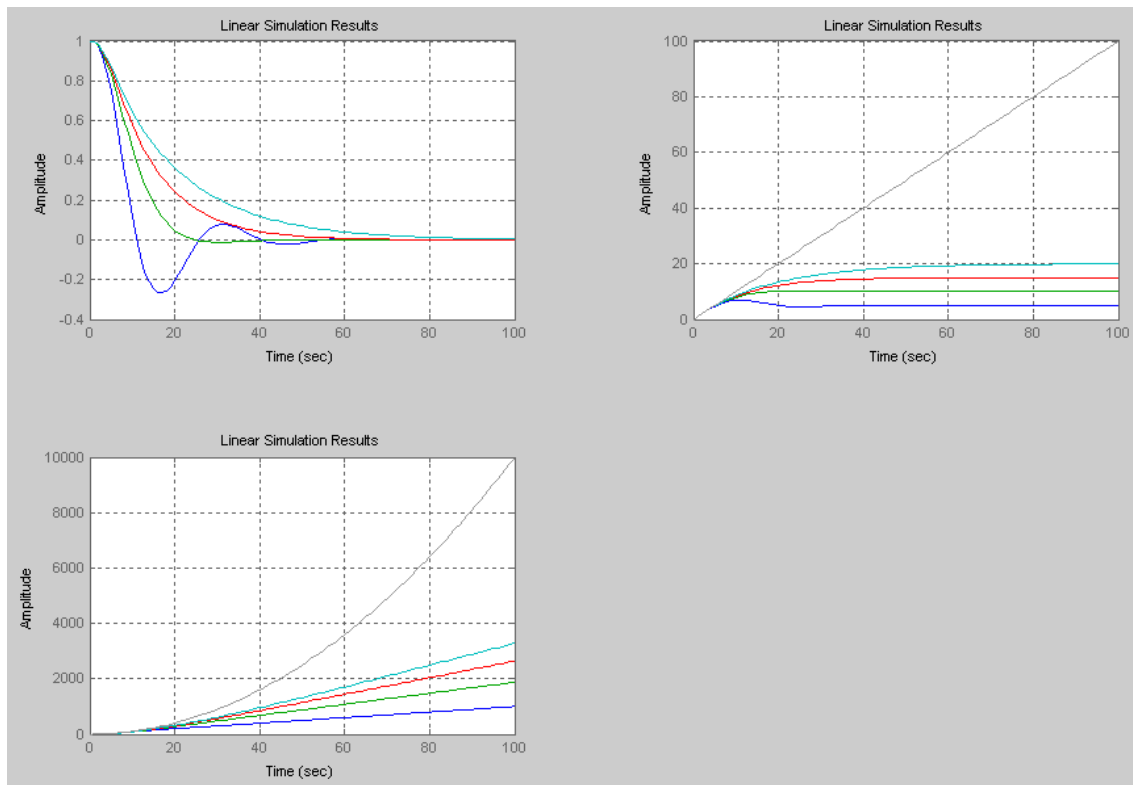
$$\lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{1 + K_{otw}(s)} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{s^3} \cdot \frac{1}{1 + \frac{k \cdot k_p}{(s+1)^3}} = \frac{1}{s^2 + s(k \cdot k_p)} = \infty$$

Regulator PI, pobudzenie przyrostem kwadratowym

$$\lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{1 + K_{otw}(s)} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{s^3} \cdot \frac{1}{1 + \frac{k \cdot k_p (1 + \frac{1}{T_i \cdot s})}{(s+1)^3}} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{s^2 + \frac{s^2 (k \cdot k_p) \frac{s(k \cdot k_p)}{T_i}}{(s+1)^3}} = \frac{1}{\frac{0}{T_i}} = \frac{1}{0} = \infty$$



Ilustracja 1: Wykresy ilustrujące reakcję regulatora P na pobudzenia (skokiem, narostem liniowym, narostem kwadratowym)



Ilustracja 2: Wykresy ilustrujące reakcję regulatora PI na pobudzenia (skokiem, narostem liniowym, narostem kwadratowym) dla $k_p=0.1$ (najmniejsze oscylacje)

2. Transmittancja postaci: $K_o(s) = \frac{k}{s \cdot (s \cdot T + 1)}$ (inercja + całka)

Regulator P, pobudzenie skokiem jednostkowym

$$\lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{1 + K_{otw}(s)} = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{1 + \frac{k \cdot k_p}{s^2 + s}} = \frac{1}{1 + \infty} = 0$$

Regulator PI, pobudzenie skokiem jednostkowym

$$\lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{1 + K_{otw}(s)} = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{1 + \frac{k \cdot k_p}{s^2 + s} + \frac{k \cdot k_p}{T_i \cdot s^3 + T_i \cdot s^2}} = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{1 + \frac{k \cdot k_p}{0} + \frac{k \cdot k_p}{0}} = \frac{1}{1 + \infty + \infty} = 0$$

Regulator P, pobudzenie przyrostem liniowym

$$\lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{1 + K_{otw}(s)} = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{s^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{k \cdot k_p}{s^2 + s}} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{s + \frac{k \cdot k_p}{s + 1}} = \frac{1}{k \cdot k_p} = const$$

Regulator PI, pobudzenie przyrostem liniowym

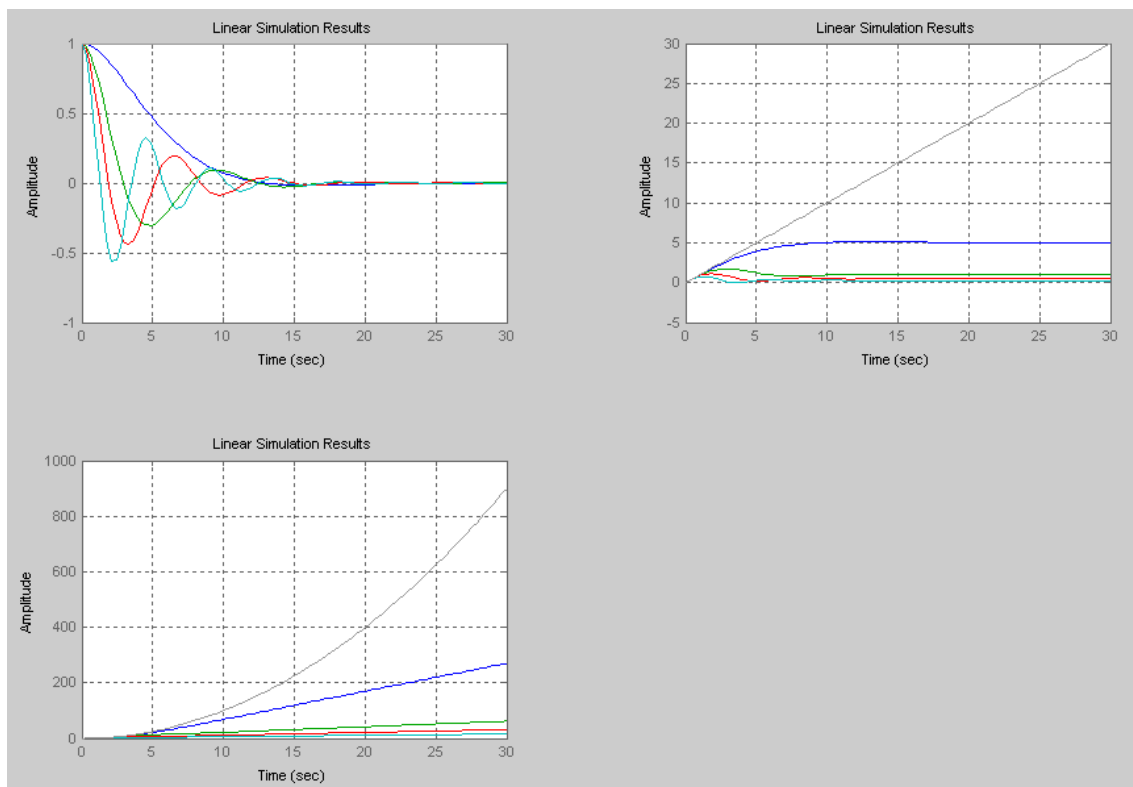
$$\lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{1 + K_{orw}(s)} = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{s^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{k \cdot k_p}{s^2 + s} + \frac{k \cdot k_p}{T_i \cdot s^3 + T_i \cdot s^2}} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{s + \frac{k \cdot k_p}{s + 1} + \frac{k \cdot k_p}{T_i \cdot s^2 + T_i \cdot s}} = \frac{1}{0 + k \cdot k_p + \infty} = 0$$

Regulator P, pobudzenie przyrostem kwadratowym

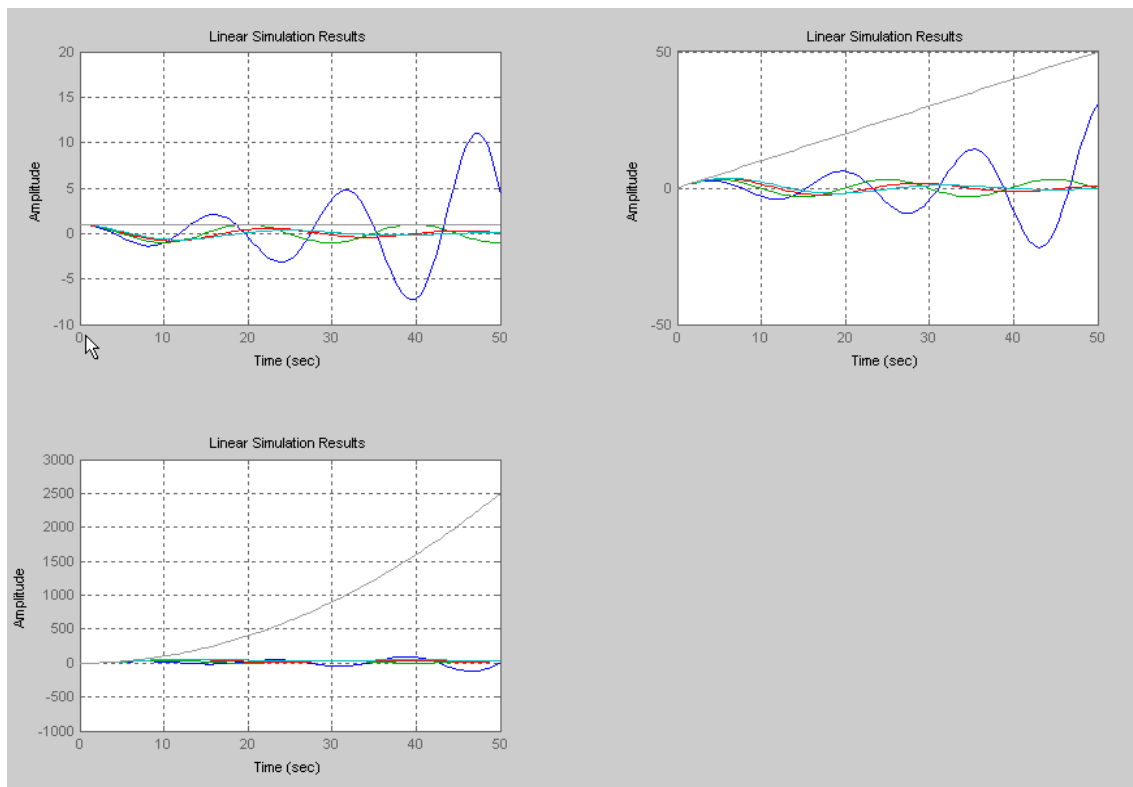
$$\lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{1 + K_{orw}(s)} = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{1}{s^3} \cdot \frac{1}{1 + \frac{k \cdot k_p}{s^2 + s}} = \frac{1}{s^2 + \frac{k \cdot k_p}{1 + \frac{1}{s}}} = \frac{1}{0 + \frac{k \cdot k_p}{\infty}} = \infty$$

Regulator PI, pobudzenie przyrostem kwadratowym

$$\lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{1 + K_{orw}(s)} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{s^3} \cdot \frac{1}{1 + \frac{k \cdot k_p}{s^2 + s} + \frac{k \cdot k_p}{T_i \cdot s^3 + T_i \cdot s^2}} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{s^2 + \frac{k \cdot k_p}{1 + \frac{1}{s}} + \frac{k \cdot k_p}{T_i \cdot s + T_i}} = \frac{1}{0 + 0 + \frac{k \cdot k_p}{T_i}} = \frac{T_i}{k \cdot k_p} = const$$



Ilustracja 3: Wykresy ilustrujące reakcję regulatora P na pobudzenia (skokiem, narostem liniowym, narostem kwadratowym)



Ilustracja 4: Wykresy ilustrujące reakcję regulatora PI na pobudzenia (skokiem, narostem liniowym, narostem kwadratowym) dla $k_p=0.1$ (najmniejsze oscylacje)

Wszystkie symulacje przebiegły zgodnie z oczekiwaniami, poza ostatnią, której wyniki znacząco dobiegają od wartości teoretycznych.

```

kp(1) = 0.1;
kp(2) = 0.5;
kp(3) = 1;
kp(4) = 2;

%kp(2) = 0.1; kp(3) = 0.1; kp(4) = 0.1;

Ti(1) = 1;
Ti(2) = 2;
Ti(3) = 3;
Ti(4) = 4;

%k = [2]; %iner
%k_ = [8 12 6 1];

k = [2]; %calkujacy
k_ = [2 1 0];

k0 = tf(k, k_ );

tk = 100;
N = 100;
T = linspace(0, tk, N);

clf;

subplot(2,2,1);
U = ones(1,N); %skok
kp(1) = 2;
kp(2) = kp(1);
kp(3) = kp(1);
kp(4) = kp(1);
hold on;
for a=1:4,
    reg(a) = series(kp(a), k0); % P
    reg(a) = series(reg(a), tf([Ti(a) 1],[Ti(a) 0])); %PI
    syst(a) = feedback(1, reg(a));
    lsim(syst(a),U,T);
end
hold off; grid on;

subplot(2,2,2);
U = T; %lin
kp(1) = 0.5; kp(2) = 0.5; kp(3) = 0.5; kp(4) = 0.5;
hold on;
for a=1:4,
    reg(a) = series(kp(a), k0); % P
    reg(a) = series(reg(a), tf([Ti(a) 1],[Ti(a) 0])); %PI
    syst(a) = feedback(1, reg(a));
    lsim(syst(a),U,T);
end
hold off; grid on;

subplot(2,2,3);
U = T.^2; %squa
kp(1) = 2; kp(2) = 2; kp(3) = 2; kp(4) = 2;
hold on;
for a=1:4,
    reg(a) = series(kp(a), k0); % P
    reg(a) = series(reg(a), tf([Ti(a) 1],[Ti(a) 0])); %PI
    syst(a) = feedback(1, reg(a));
    lsim(syst(a),U,T);
end
hold off; grid on;

```