

Charakterystyki i człony

Charakterystyki statyczne

Charakterystyki skokowe

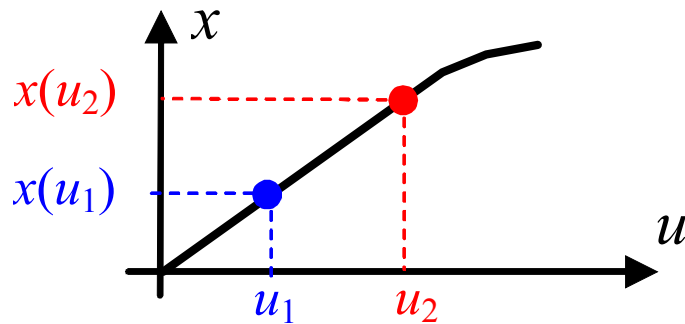
Charakterystyki częstotliwościowe

Badanie na obiekcie

Symulacje Matlab (też Scilab)

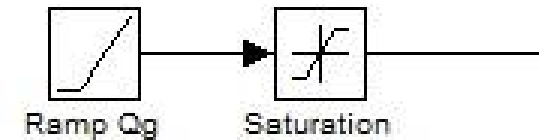
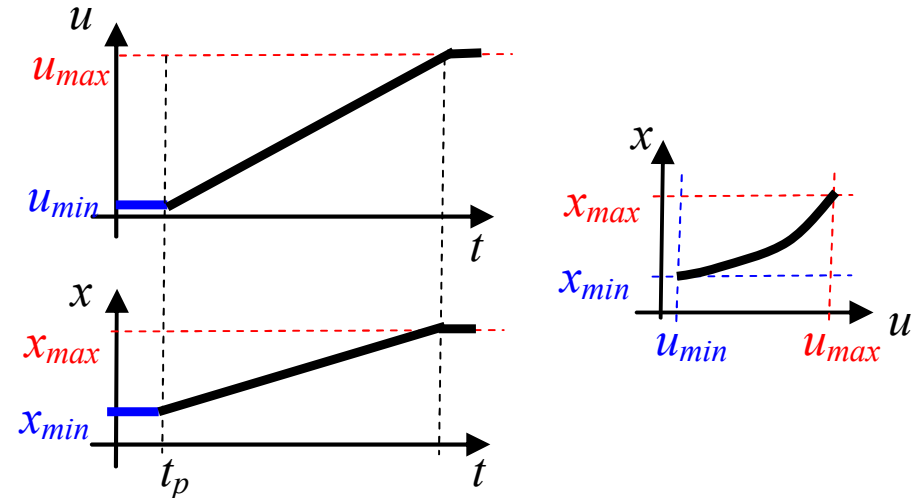
- Schemat graficzny (bloki Integrator, State-space, Transfer function)
- Tryb tekstowy (funkcje tf, ss, zpk)

Charakterystyki statyczne



Sposób wyznaczenia:

- ☐ równanie statyczne / układ równań statycznych (rozwiązanie, wykres)
- ☐ symulacyjnie
- ☐ zdjęcie charakterystyki na obiekcie (seria pomiarów w stanie ustalonym)

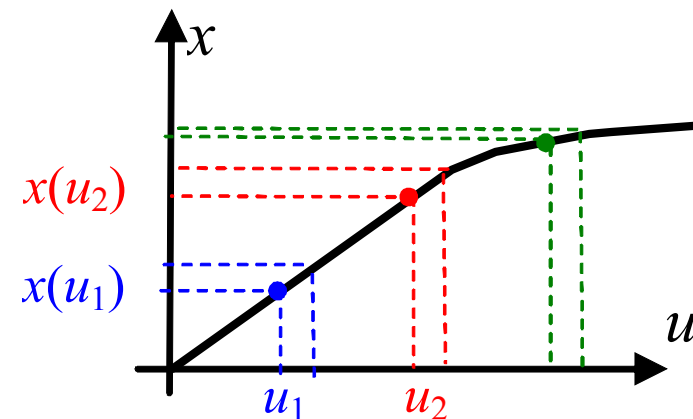


Ramp (Slope, Start time, Initial output)
Saturation (Upper limit, Lower limit)

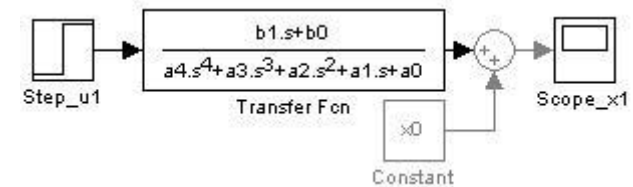
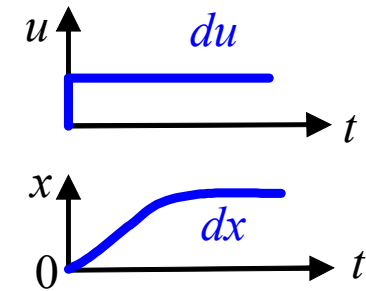
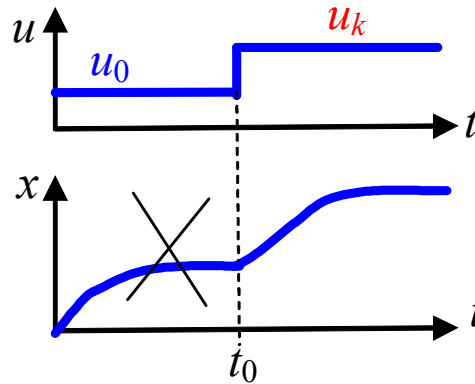
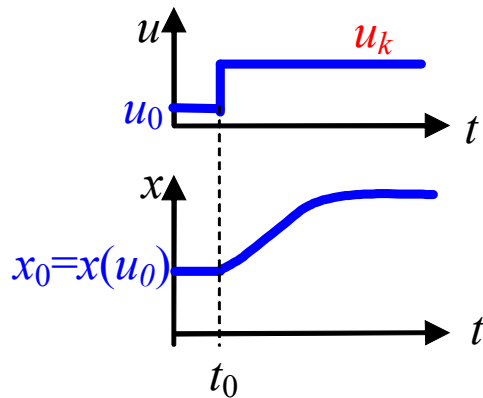
Zastosowanie:

- ☐ punkt pracy,
- ☐ liniowość (zakres liniowości)
- ☐ wzmacnienie układu (przy stałym wymuszeniu)

$$k_u = \frac{\Delta x}{\Delta u}$$



Charakterystyki statyczne – odpowiedź na skok/impuls

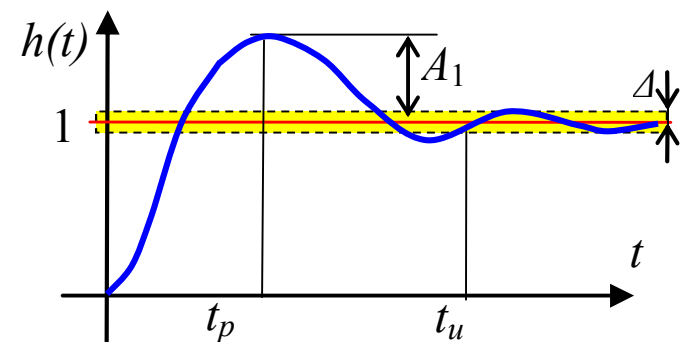


Sposób wyznaczenia:

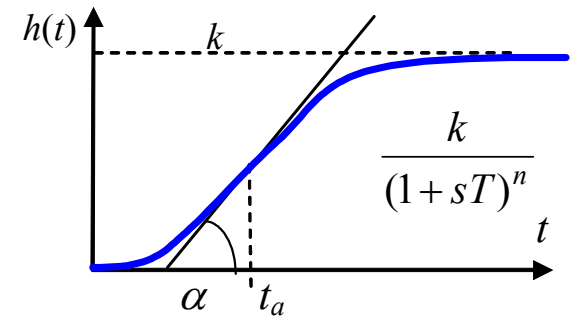
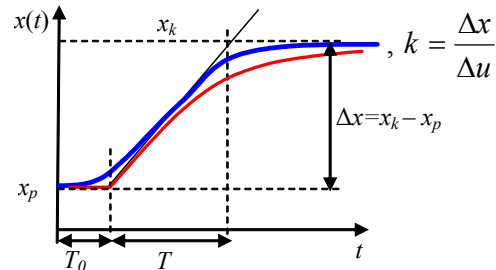
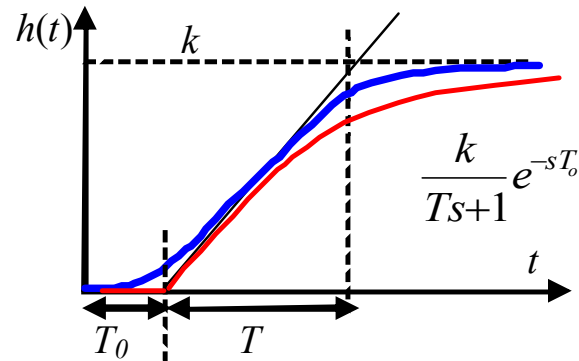
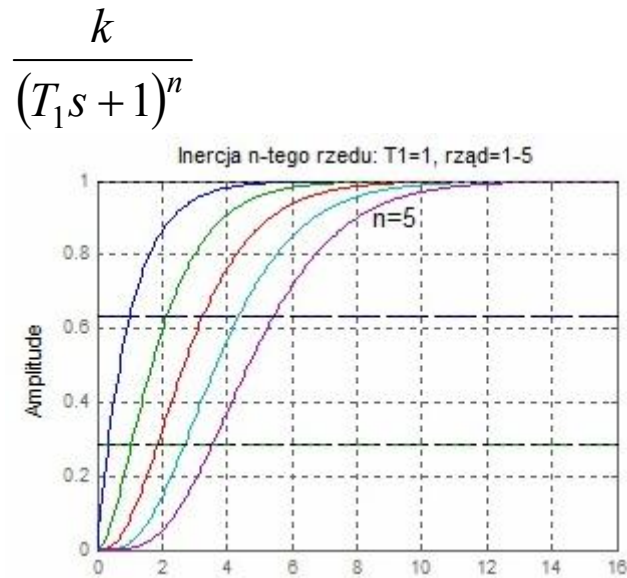
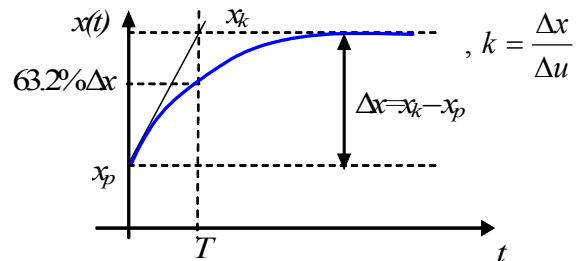
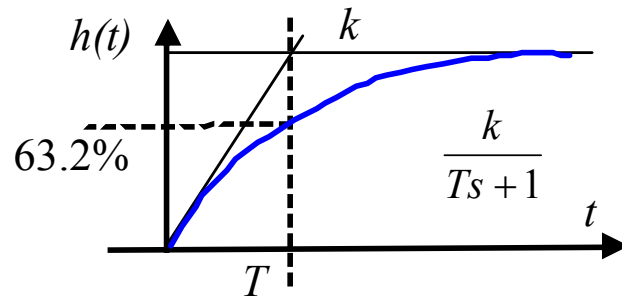
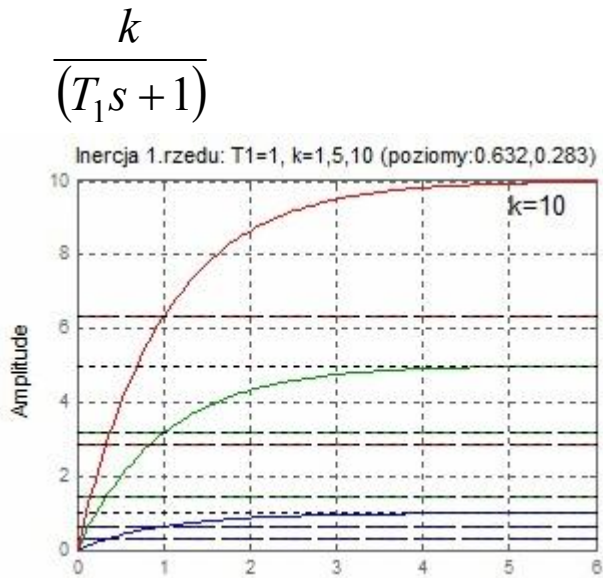
- ☐ równanie (układ równań) różniczkowych
 - rozwiązanie $x(t)$
 - analityczne lub symulacyjne
 - dla danego $u(t)$ (w.początkowe = stan równowagi)
 - wykres $x(t)$
- ☐ schemat (blok step i rejestracja) lub skrypt (funkcje step, impulse)
- ☐ zdjęcie charakterystyki na obiekcie
 - pojedynczy eksperyment – rejestrujemy stan przejściowy (nieustalony)

Zastosowanie:

- ☐ stabilność, oscylacyjność
- ☐ czas ustalania odpowiedzi (porównanie dynamiki obiektów)
- ☐ liniowość (jak?)
- ☐ identyfikacja modeli

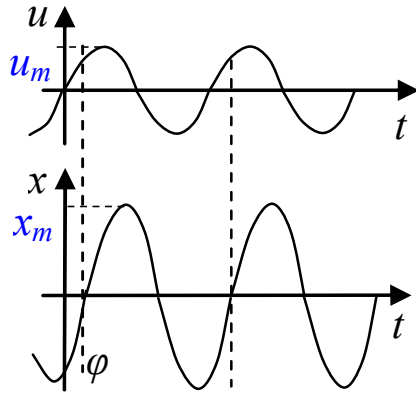


Odpowiedzi skokowe – identyfikacja (proste przykłady)



Charakterystyki częstotliwościowe

Odpowiedź częstotliwościowa (dla danego ω)



Charakterystyki częstotliwościowe

$$G(s) = G(j\omega) = P(\omega) + jQ(\omega) = A(\omega)e^{j\varphi(\omega)}$$

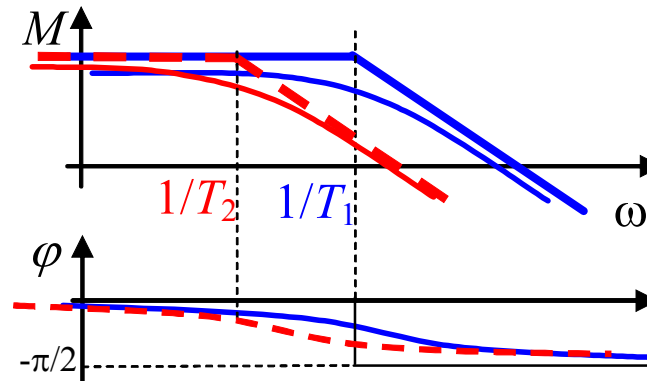
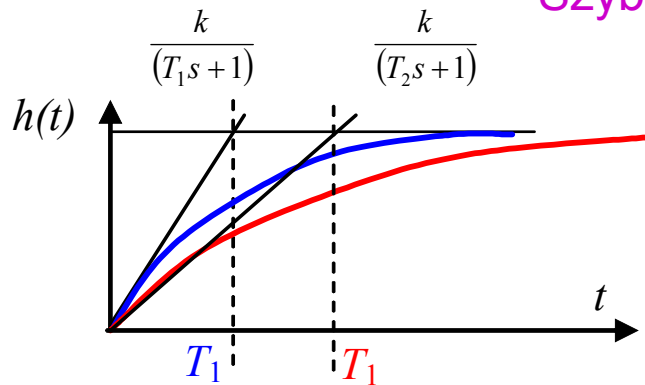
Sposób wyznaczenia:

- ☐ równanie (układ równań) różniczkowych
 - rozwiązanie $x(t)$
 - analityczne lub symulacyjne
 - dla danego $u(t)$ (w.początkowe = stan równowagi)
 - wykres $x(t)$
- ☐ skrypt (funkcje bode, nyquist)
- ☐ zdjęcie charakterystyki na obiekcie
 - seria eksperymentów – wykorzystujemy stany ustalone

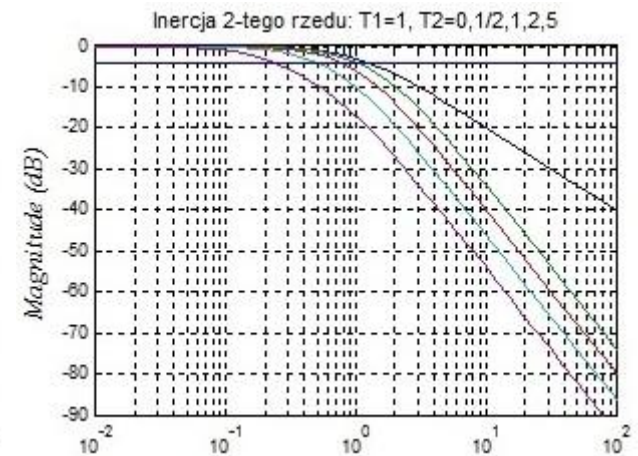
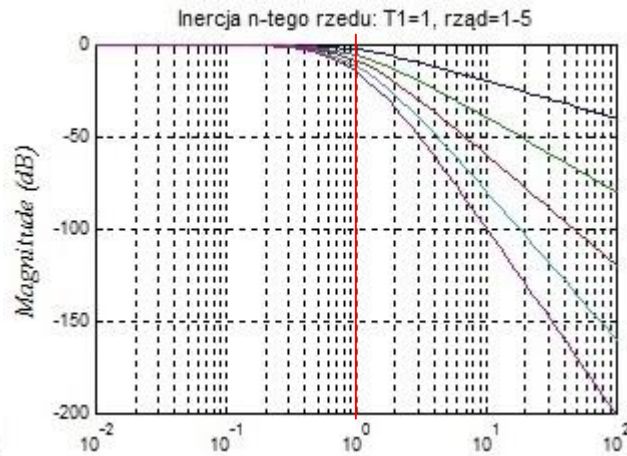
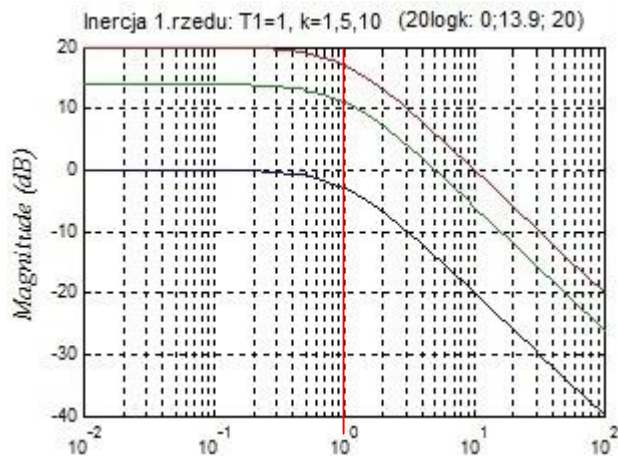
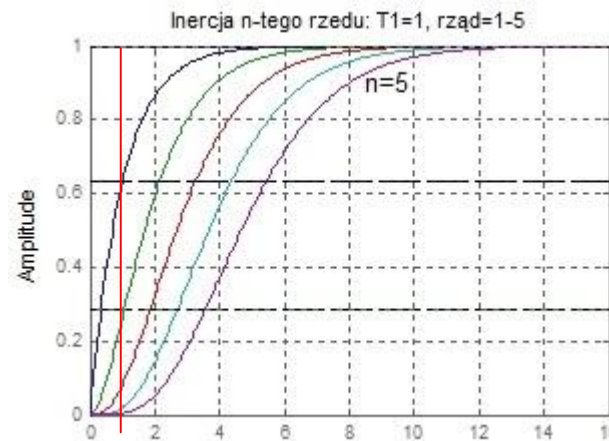
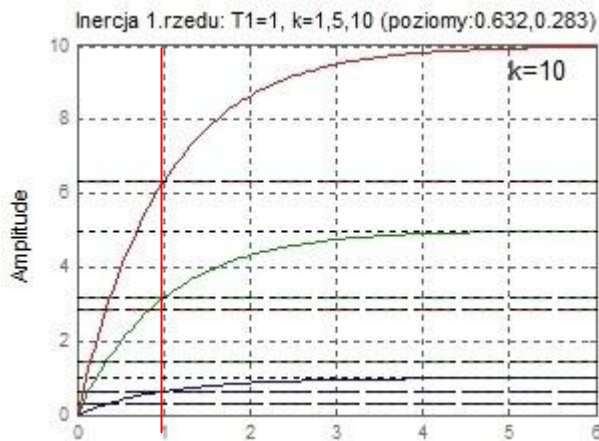
Zastosowanie:

- ☐ pasmo przenoszenia (porównanie dynamiki obiektów)
- ☐ identyfikacja modeli

Szybkość działania a pasmo przenoszenia



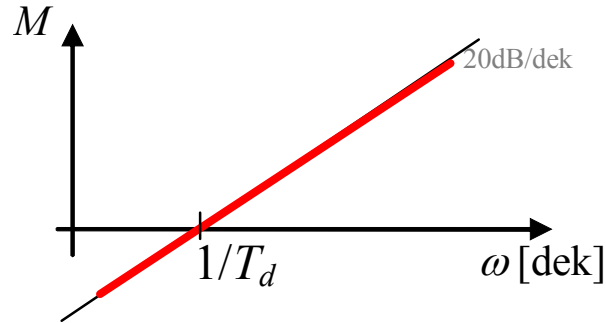
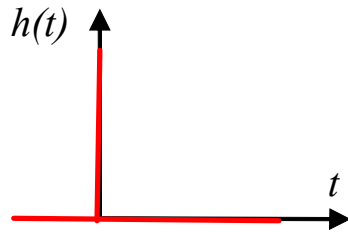
$$\frac{k}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)}$$



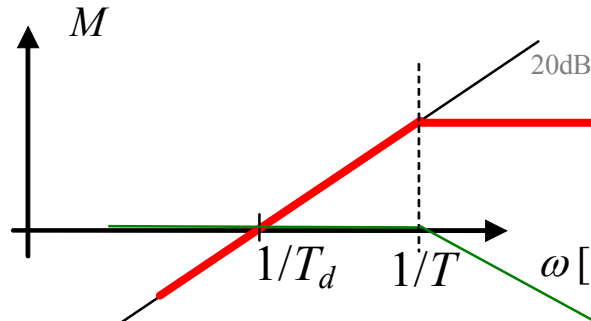
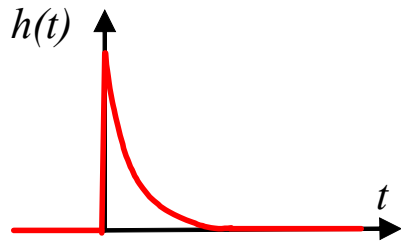
Idealne i rzeczywiste różniczkowanie

$$a_0 x(t) = b_1 \dot{u}(t)$$

$$G(s) = T_d s$$



$$e_L(t) = -L \frac{di(t)}{dt}$$

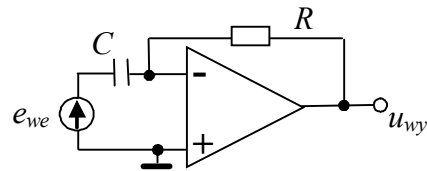


$$u_L(t) = L \frac{di(t)}{dt} + R_L i(t)$$

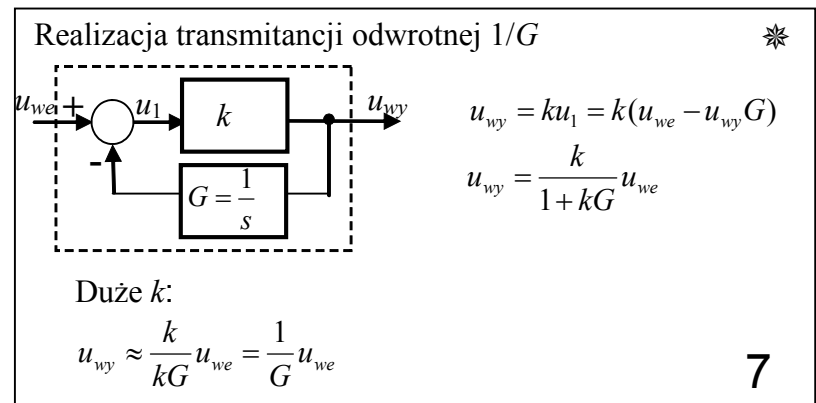
$$u_L(s) = sLi(s) + R_L i(s)$$

$$u_L(s) = (sL + R_L)i(s)$$

$$G(s) = \frac{T_d s}{Ts + 1}, T_d \gg T$$



$$u_{wy} = -sRC e_{we}$$



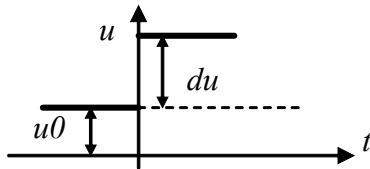
Symulacje w trybie tekstowym

```
%===== II część (parametry, definicje) =====
%parametry
Fp0 = FpN * 1.0; % np.: 1.0, 0.7, 0.3 (parametr)
%-----
%definicja macierzy (u=[Qg; Tzew], x=[Twew; Tp]) i modelu ob2
A = [-(Kg+K1+cpp*rop*Fp0)/Cvw, Kg/Cvw; ...
      Kg/Cvg, -Kg/Cvg];
B = [0, (K1+cpp*rop*Fp0)/Cvw; ...
      1/Cvg, 0];
C = [1,0; 0,1]; D = [0,0;0,0];
%-----
%definicja modelu MIMO
%ob2 = ss(A, B, C, D); %definicja podstawowa (bez nazw)
ob2 = ss(A, B, C, D, 'InputName','Qg', 'Tzew','OutputName','Twew','Tp');

%===== III część (symulacje) =====
%symulacja i wykresy
step(ob2)
title('Odpowiedzi skokowe obiektu');
```

```
%===== II czesc (parametry, definicje) =====
%parametry
Fp0 = FpN * 1.0; %np.: 1.0, 0.7, 0.3 (parametr)
%-----
%definicja współczynników transmitancji (G11=Twew/Qg, G12=Twew/Tzew, G21=Tg/Qg, G22=Tg/Tzew)
M = [Cvg*Cvw, Cvg*(Kg+K1+cpp*rop*Fp0)+Cvw*Kg, Kg*(K1+cpp*rop*Fp0)];
L11 = [Kg];
L12 = [Cvg*(K1+cpp*rop*Fp0), Kg*(K1+cpp*rop*Fp0)];
L21 = [Cvw, Kg+K1+cpp*rop*Fp0];
L22 = [Kg*((K1+cpp*rop*Fp0))];
%-----
%definicja modelu MIMO
ob3 = tf(L11,L12; L21,L22);(M,M; M,M);

%===== III czesc (symulacje) =====
%symulacja i wykresy
step(ob3)
title('Odpowiedzi skokowe obiektu');
```



```
%definicja transmitancji (G11=Twew/Qg, G12=Twew/Tzew, G21=Tg/Qg, G22=Tg/Tzew)
s=tf('s');
M = Cvg*Cvw*s^2 + ( Cvg*(Kg+K1+cpp*rop*Fp0)+Cvw*Kg )*s + Kg*(K1+cpp*rop*Fp0);
ob3_G11 = Kg / M;
ob3_G12 = ( Cvg*(K1+cpp*rop*Fp0)*s + Kg*(K1+cpp*rop*Fp0) ) / M;
ob3_G21 = ( Cvw*s + Kg+K1+cpp*rop*Fp0 ) / M;
ob3_G22 = Kg*(K1+cpp*rop*Fp0) / M;
```

```
ObiektG = ss(A,B,C,D); %definicja modelu MIMO (2 wejścia, 2 wyjścia)
u0 = [1,3]; %wartości początkowe na wejściach
du = [2, 0.1]; %wielkość skoku na poszczególnych wejściach
x0 = -A^-1 * B*u0; %punkt równowagi
[y, t] = step(ObiektG11); %odpowiedzi skokowe
subplot(221), plot(t, x0(1)+y(:,1,1)*du(1)); %reakcja x(1) od u(1)
subplot(222), plot(t, x0(1)+y(:,1,2)*du(2)); %reakcja x(1) od u(2)
subplot(223), plot(t, x0(2)+y(:,2,1)*du(1)); %reakcja x(2) od u(1)
subplot(224), plot(t, x0(2)+y(:,2,2)*du(2)); %reakcja x(2) od u(2)
```

Matlab (nowszy)

```
u0=1; du=2; %parametry wymuszenia skokowego
stepDataOptions(); %odczytanie parametrów
opcje = stepDataOptions('InputOffset',u0, 'StepAmplitude',du);
step(ObiektG11);
```