

Sprawozdanie - WEAlIB	
Podstawy Automatyki	
Ćwiczenie 7: Stabilność zamkniętego układu regulacji	
Czwartek godz. 14:30	04.05.2023
Karolina Piotrowska	Data zaliczenia:
	Ocena:

Cel ćwiczenia

Ćwiczenie miało na celu zbadanie stabilności zamkniętego układu przy pomocy kryterium Hurwitza i Nyquista.

Wstęp teoretyczny

W ćwiczeniu wykorzystano zamknięty układ regulacji składający się z obiektu o transmitancji

$$G_o(s) = \frac{10}{s^3 + 2s^2 + 2s + 1} \text{ i regulatora PID o transmitancji } G_r(s) = k(1 + \frac{1}{T_i s} + \frac{T_d s}{T_s + 1}).$$

Kryterium Hurwitza polega na sprawdzeniu, czy wszystkie minory główne macierzy skonstruowanej ze współczynników wielomianu znajdującego się z mianownika transmitancji układu są większe od zera.

Warunkiem koniecznym jest, aby współczynniki te były większe od zera. Jeżeli minory głównej tej macierzy są dodatnie, to układ jest stabilny.

Kryterium Nyquista polega na sprawdzeniu, czy w charakterystyce Nyquista wykres przechodzi przez punkt $(-1, j0)$.

Przebieg laboratorium

Do wykonania laboratorium użyto poniższych funkcji:

```
%function [] = print_step(k, Ti, Td, T)

licz_o = 10;
mian_o = [1 2 2 1];
licz_r = [k * (Ti * T + Td * Ti) k * (Ti + T) k];
mian_r = [Ti * T Ti 0];
[lo, mo] = series(licz_o, mian_o, licz_r, mian_r);
[lz, mz] = cloop(lo, mo, -1);
figure
step(lz, mz)
xlabel('Czas')
ylabel('Odpowiedź obiektu')
title('Odpowiedź skokowa')

%end
```

```
%function [] = nyquist_comp(k, Ti, Td, T)
```

```

licz_o = 10;
mian_o = [1 2 2 1];
licz_r = [k * (Ti * T + Td * Ti), k * (Ti + T), k];
mian_r = [Ti * T, Ti, 0];
[lo, mo] = series(licz_o, mian_o, licz_r, mian_r);
figure
nyquist(lo, mo)
axis([-10 0 -1 1])
xlabel('Re')
ylabel('Im')
title('Charakterystyka Nyquista')

%end

```

```

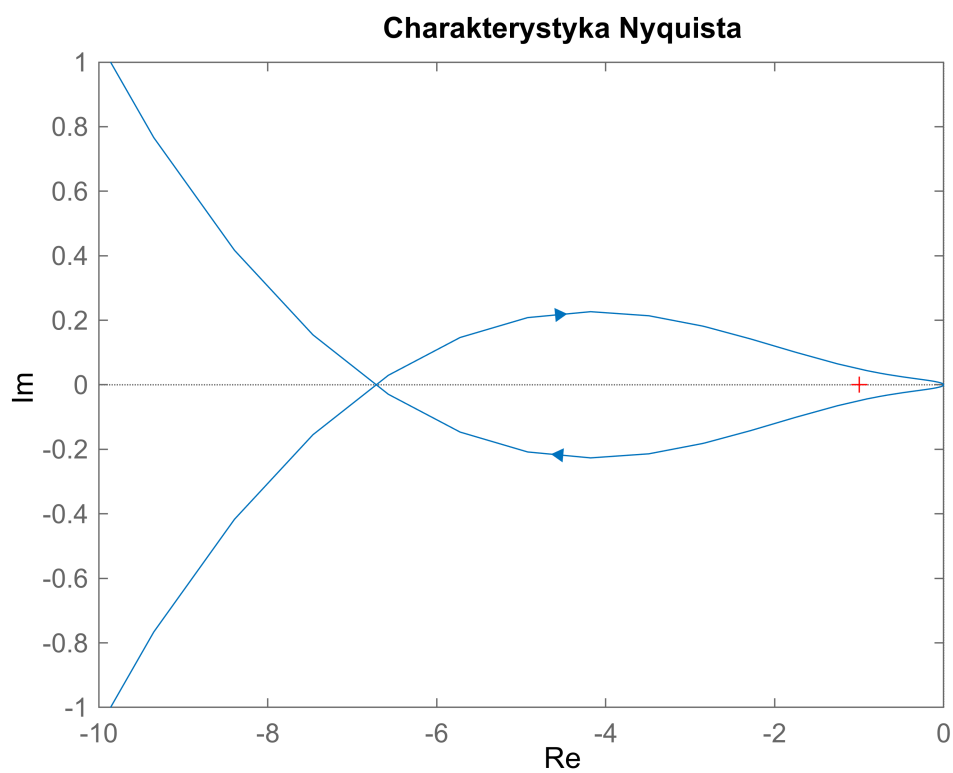
%function [] = hurwitz_comp(k, Ti, Td, T)

dog = imread('dog.jpg');
nope = imread('nope.jpg');
licz_o = 10;
mian_o = [1 2 2 1];
licz_r = [k * (Ti * T + Td * Ti) k * (Ti + T) k];
mian_r = [Ti * T Ti 0];
[lo, mo] = series(licz_o, mian_o, licz_r, mian_r);
[lz, mz] = cloop(lo, mo, -1);
H1 = [mz(2)];
H2 = [mz(2) mz(4); mz(1) mz(3)];
H3 = [mz(2) mz(4) mz(6); mz(1) mz(3) mz(5); 0 mz(2) mz(4)];
H4 = [mz(2) mz(4) mz(6) 0; mz(1) mz(3) mz(5) 0; 0 mz(2) mz(4) mz(6); 0 mz(1) mz(3) mz(5)];
if (det(H1)>0 && det(H2)>0 && det(H3)>0 && det(H4)>0)
    h = msgbox(sprintf('k=%2.3f, T_{i}=%2.3f, T_{d}=%2.3f', k, Ti, Td), 'Układ stabilny', 'custom');
else
    h = msgbox(sprintf('k=%2.3f, T_{i}=%2.3f, T_{d}=%2.3f', k, Ti, Td), 'Układ niestabilny', 'custom');
end
set(h, 'position', [600 440 200 80]);

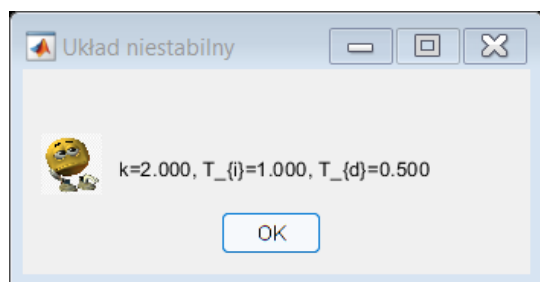
%end

```

```
nyquist_comp(2, 1, 0.5, 0.01)
```

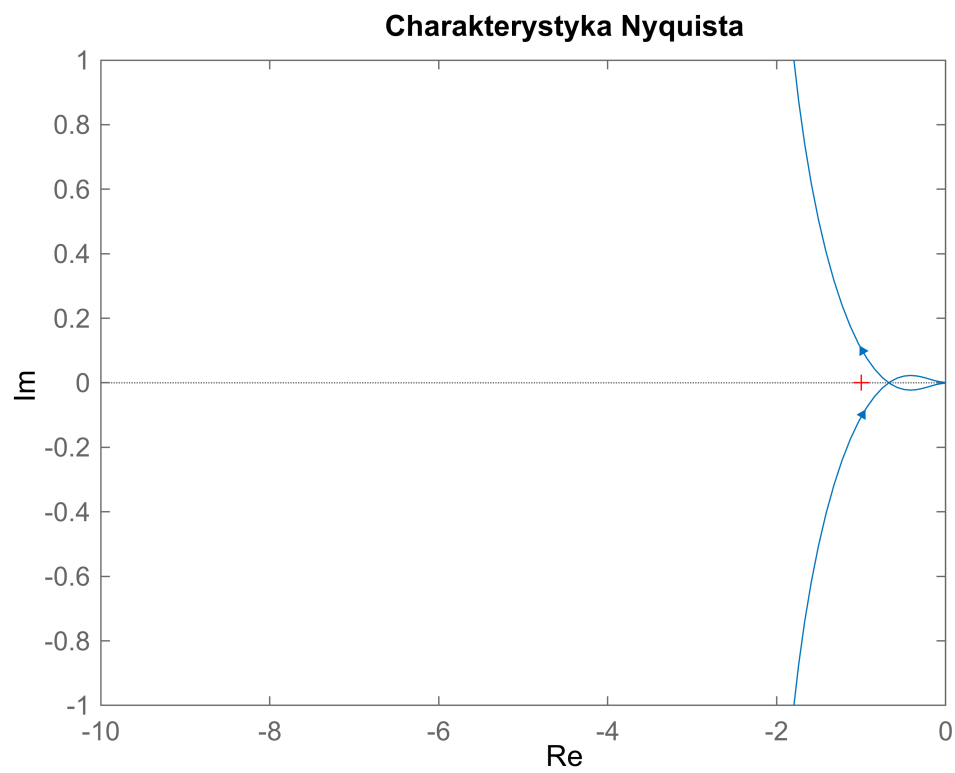


```
hurwitz_comp(2, 1, 0.5, 0.01)
```

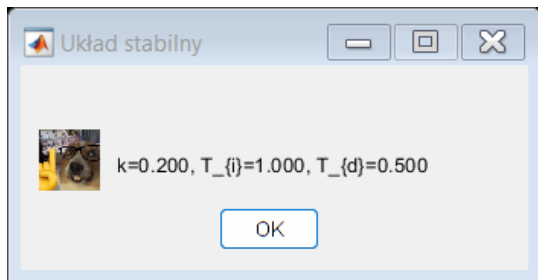


Stabilizacja układu ze względu na parametr k

```
nyquist_comp(0.2, 1, 0.5, 0.01)
```

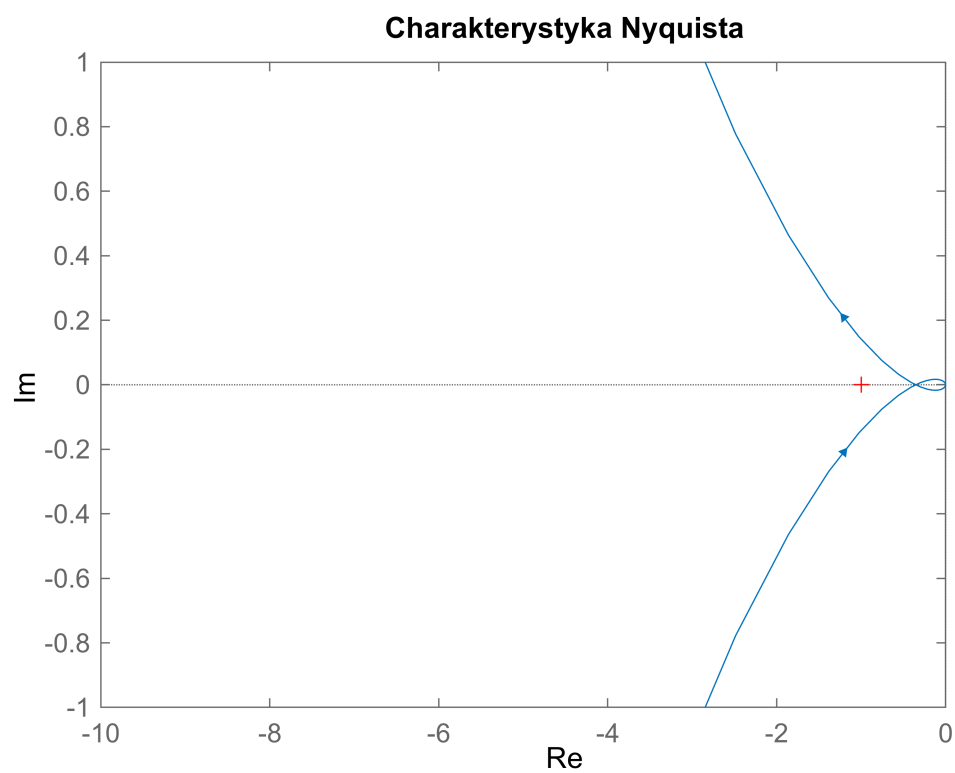


```
hurwitz_comp(0.2, 1, 0.5, 0.01)
```

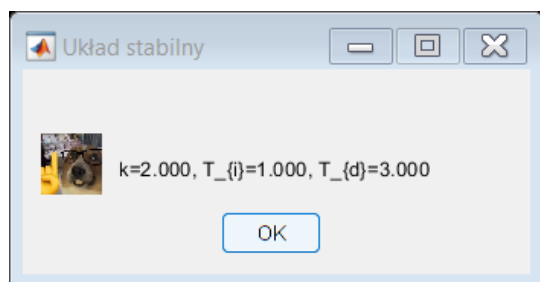


Stabilizacja ze względu na parametr T_i

```
nyquist_comp(2, 1, 3, 0.01)
```

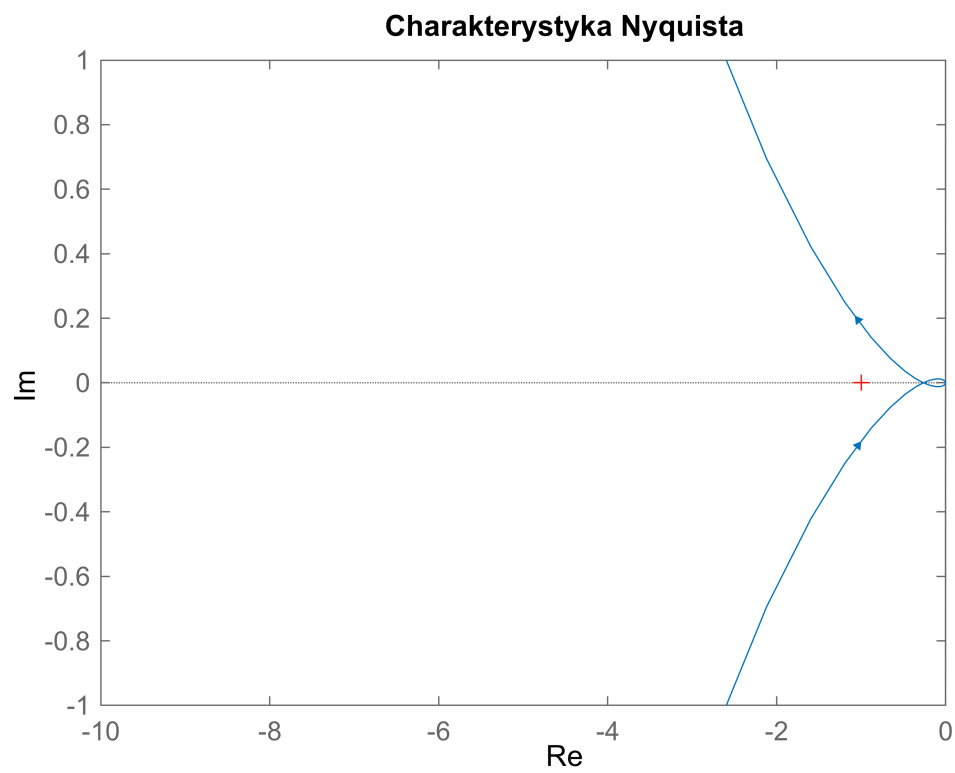


```
hurwitz_comp(2, 1, 3, 0.01)
```

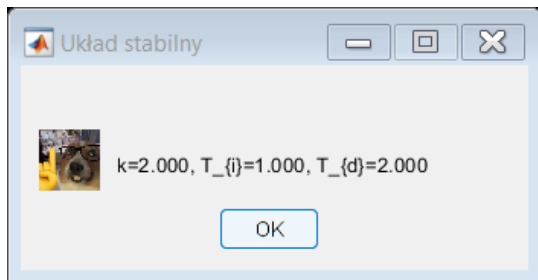


Stabilizacja ze względu na parametr T_d

```
nyquist_comp(2, 1, 2, 0.01)
```

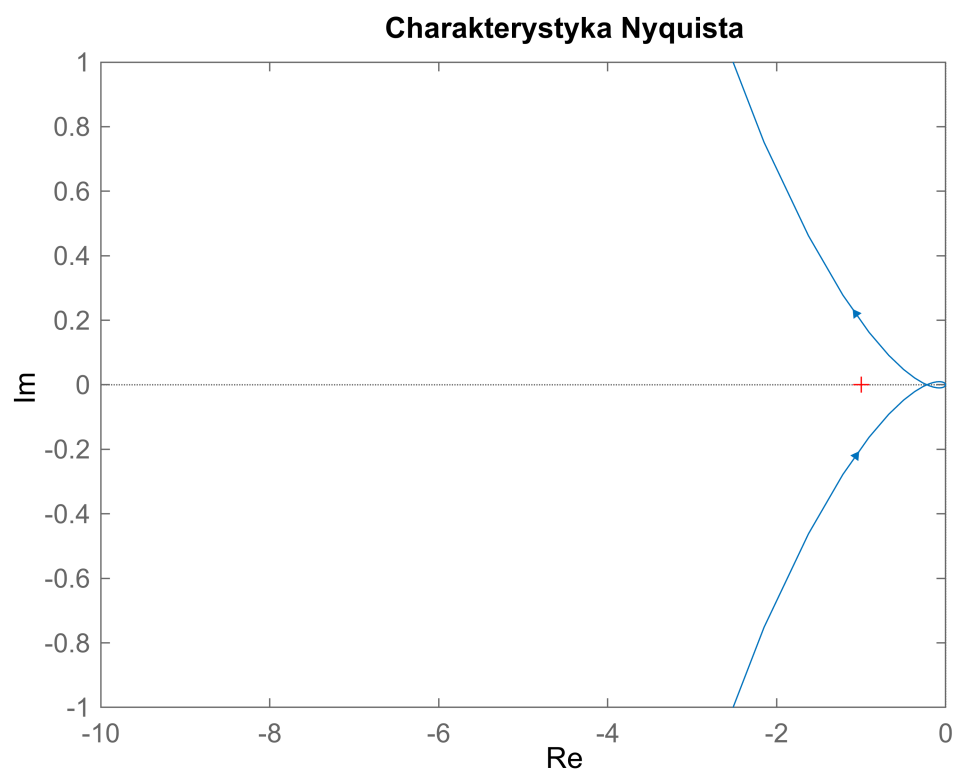


```
hurwitz_comp(2, 1, 2, 0.01)
```

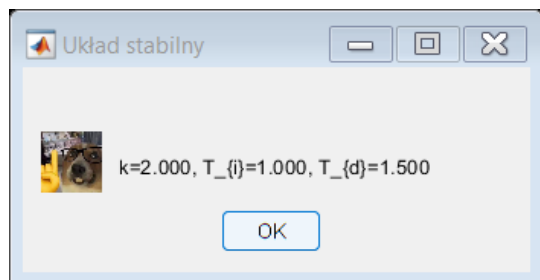


Inne nastawy regulatora

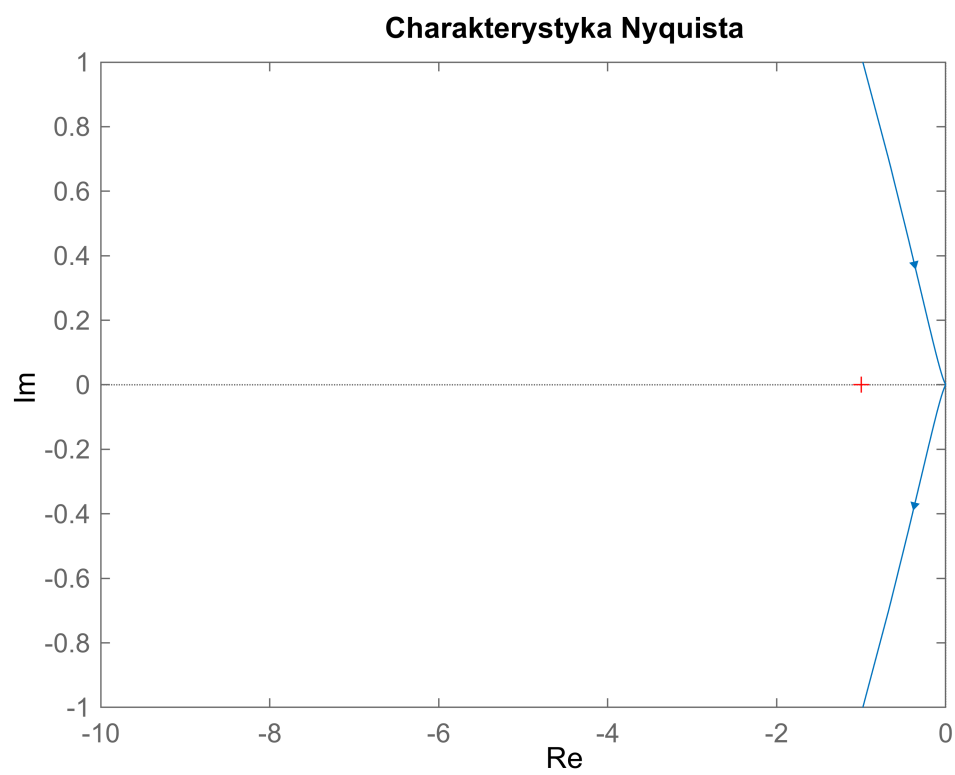
```
nyquist_comp(2, 1, 1.5, 0.01)
```



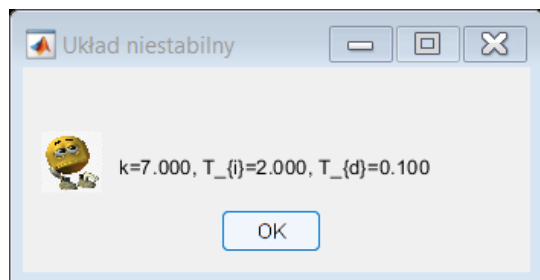
```
hurwitz_comp(2, 1, 1.5, 0.01)
```



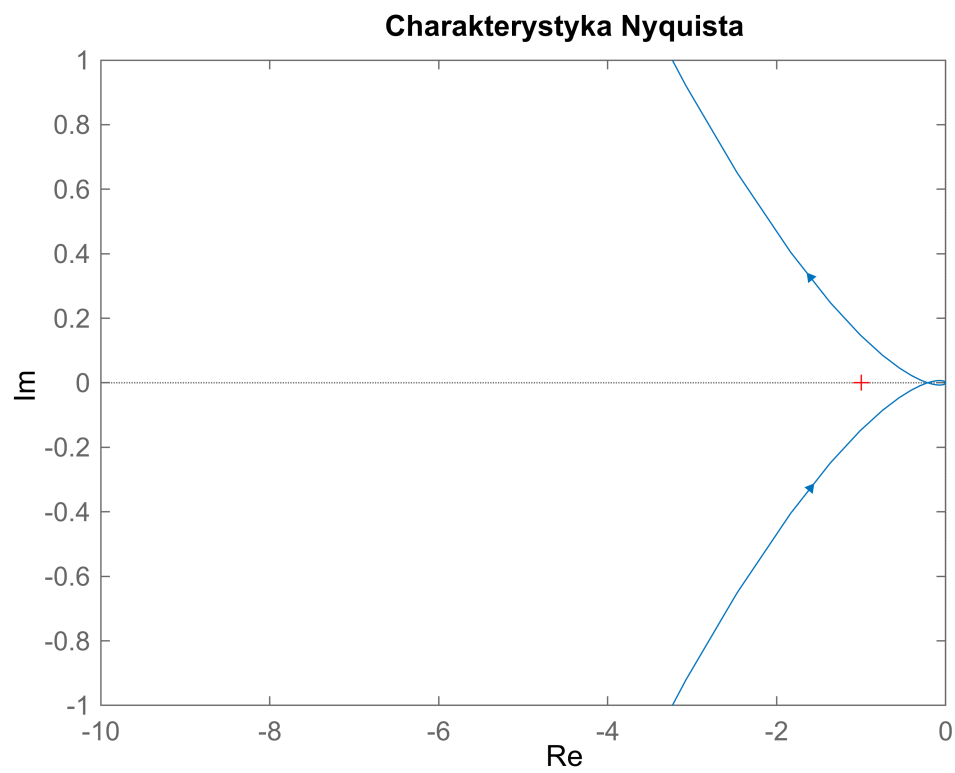
```
nyquist_comp(7, 2, 0.1, 0.01)
```



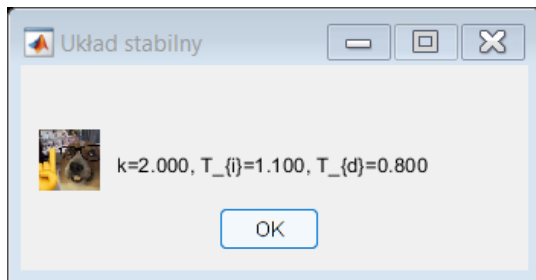
```
hurwitz_comp(7, 2, 0.1, 0.01)
```



```
nyquist_comp(2, 1.1, 0.8, 0.01)
```

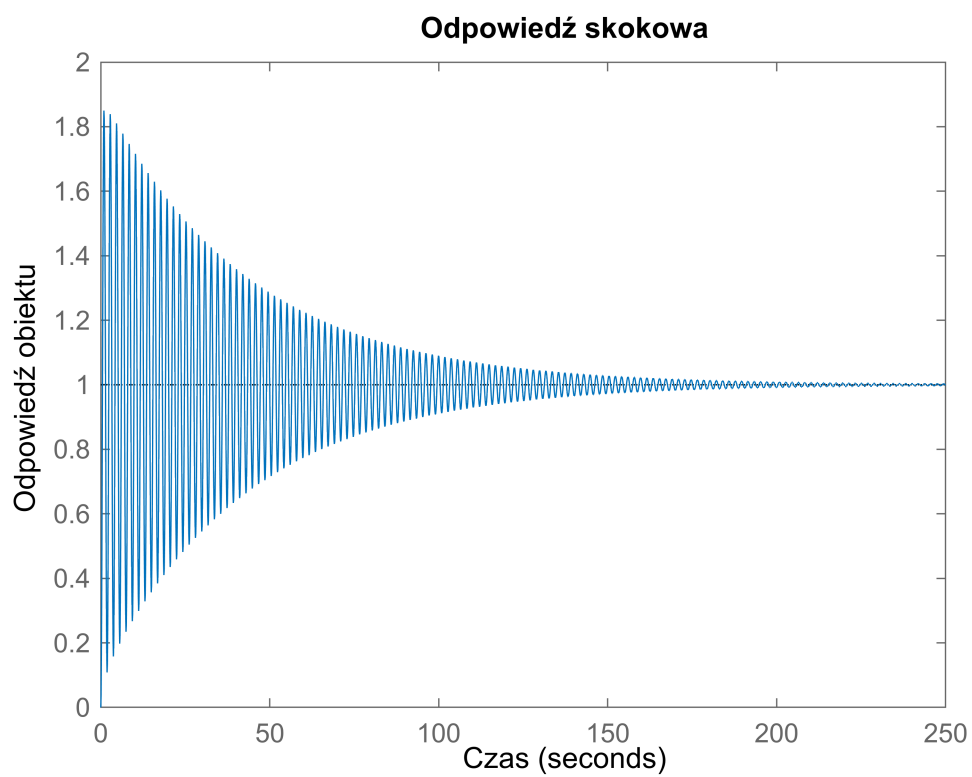



```
hurwitz_comp(2, 1.1, 0.8, 0.01)
```

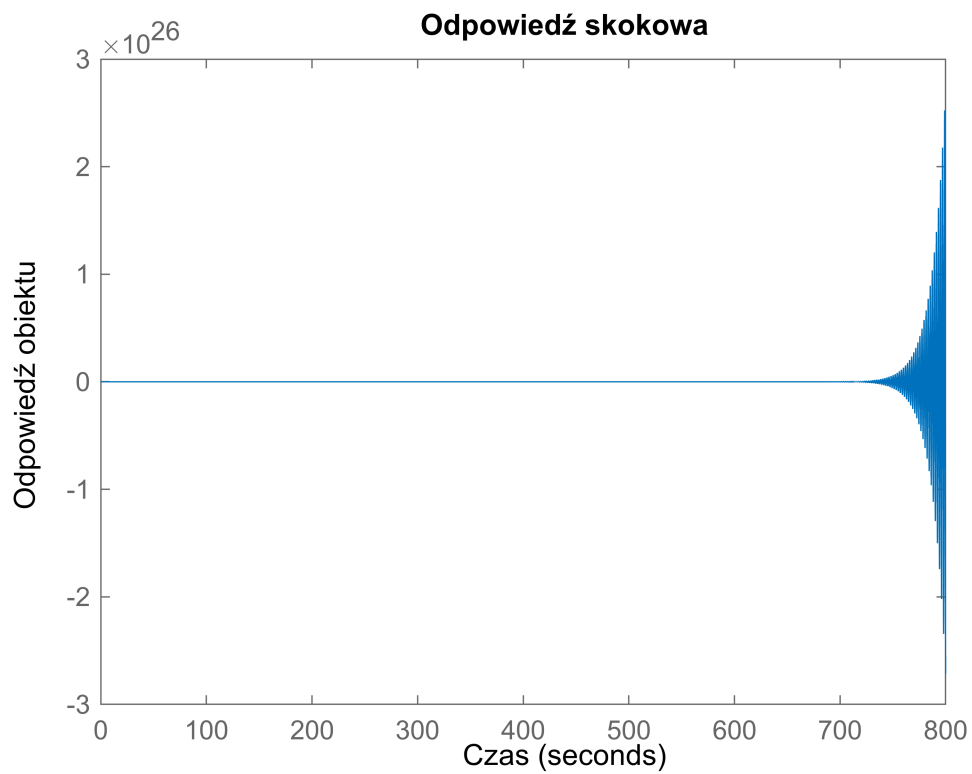


Odpowiedzi skokowe układu stabilnego i niestabilnego

```
print_step(2, 3, 0.5, 0.01)
```



```
print_step(2, 1, 0.5, 0.01)
```



Wnioski

Podczas laboratorium zbadana została stabilność zamkniętego układu z regulatorem PID. Do tego celu użyto kryterium Nyquista i kryterium Hurwitza. Wyznaczone zostały także odpowiedzi skokowe obiektu stabilnego i niestabilnego, na których widać odpowiednio gasnące i narastające oscylacje.