Sterowanie Procesami Ciągłymi
Laboratoria
18.10.2021

Sprawozdanie 2
Charakterystyki częstotliwościowe

Autor
Mikołaj Zapotoczny
(252939)

Prowadzący

mgr inż. Paweł Mielcarek

1 Wyniki symulacji

Dla obiektu inercyjnego o transmitancji

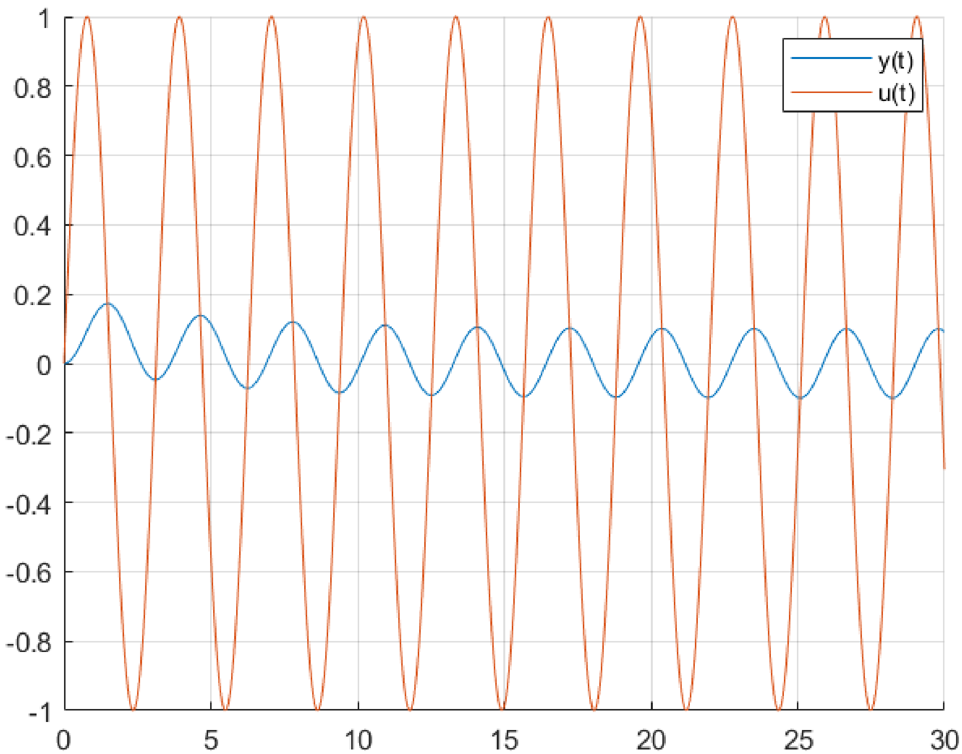
$$K(s) = \frac{k}{Ts+1}$$

Wyznaczyć symulacyjnie wyjście obiektu, jeżeli na wejściu pojawi się funkcja sinusoidalna $u(t) = sin\omega_0 t$.

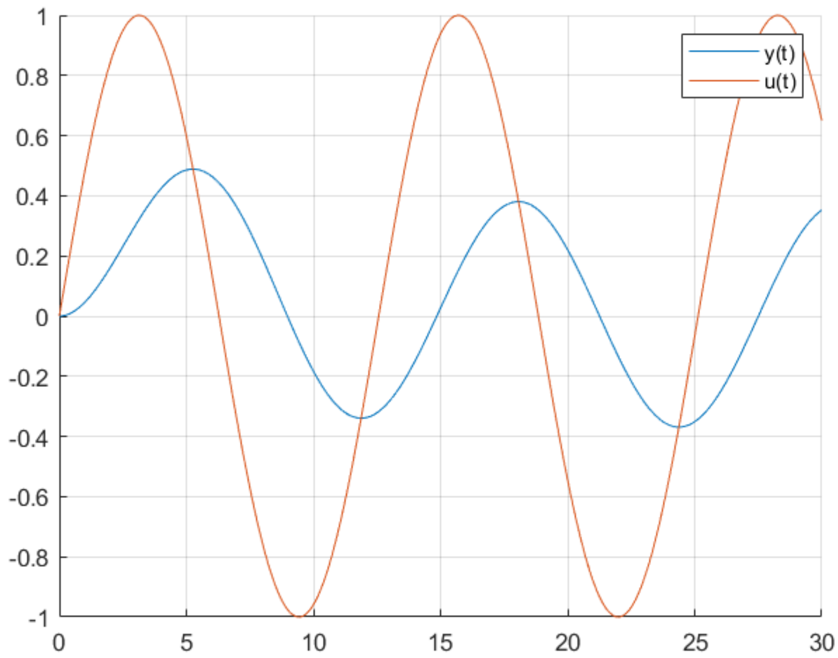
- Wyniki symulacji (wykresy, gdzie na jednym znajduje się $u(t)$ i $y(t)$). Wykonać symulacje dla trzech różnych par parametrów k, T, takich żeby wyeksponować różne zachowania obiektu i dla każdej z tych par zbadać dwie różne wartości ω_0. Łącznie 6 przebiegów symulacyjnych.

1.1 T=5, k=1

1.1.1 w0=2

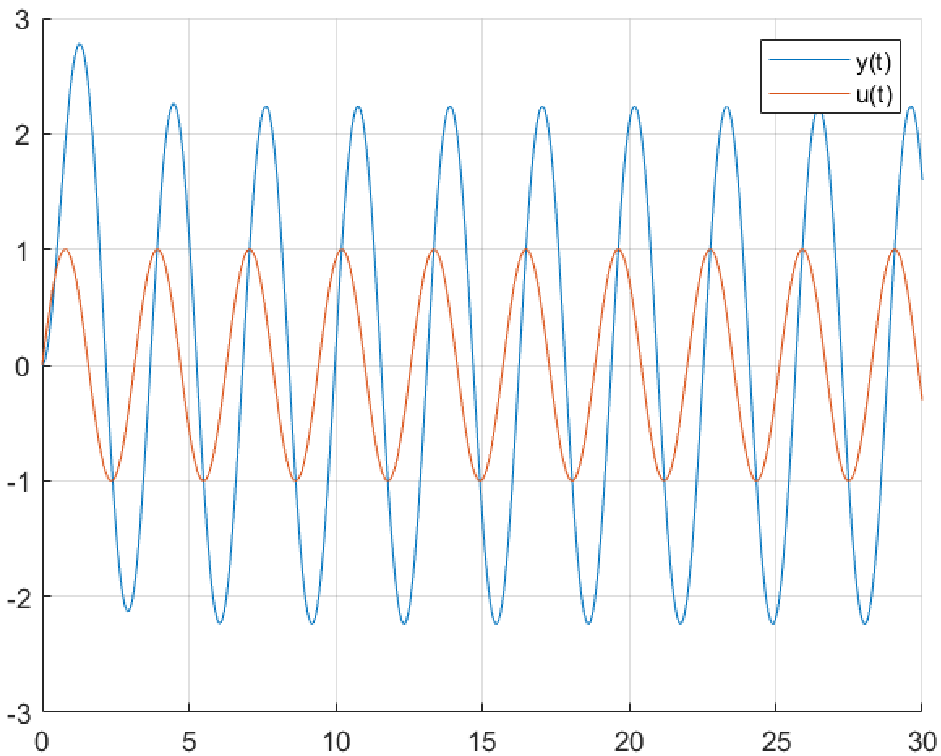


1.1.2 w0=1/2

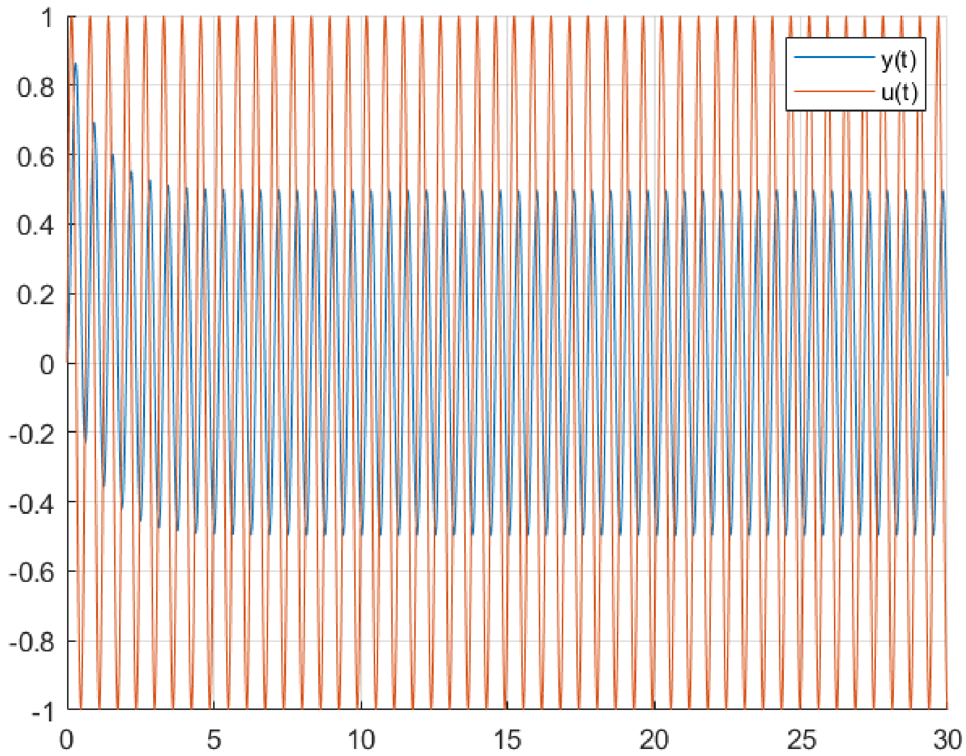


1.2 T=1, k=5

1.2.1 w0=2

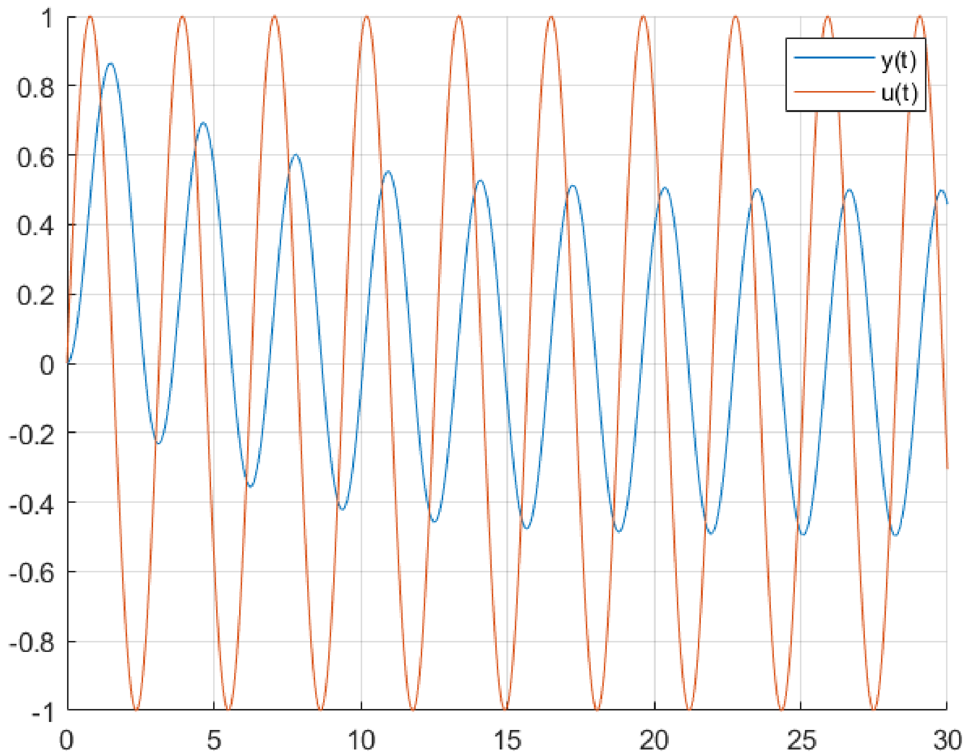


1.2.2 w0=10

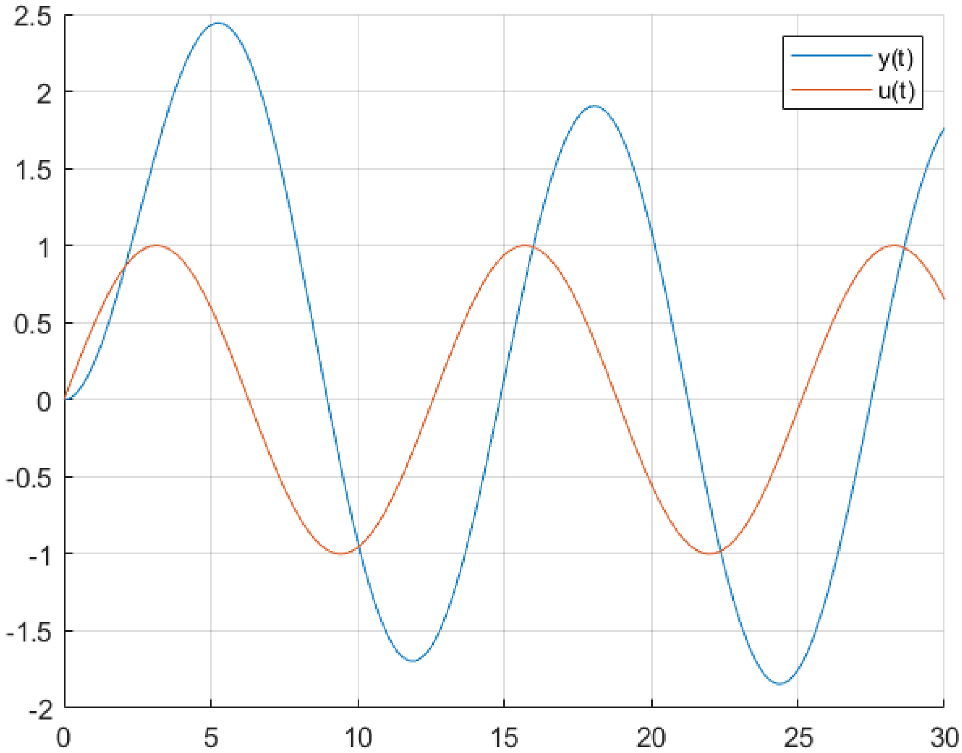


1.3 T=5, k=5

1.3.1 w0=2

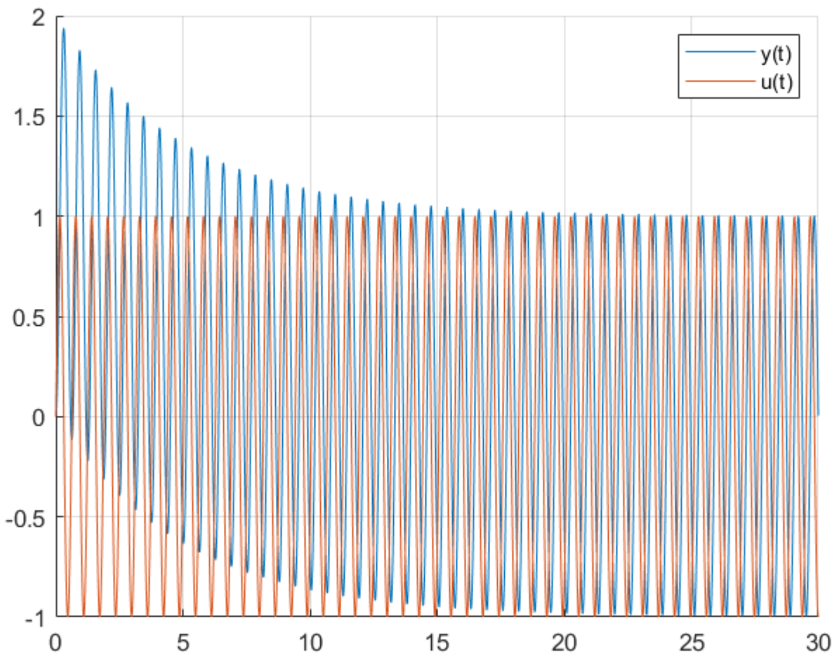


1.3.2 w0=1/2

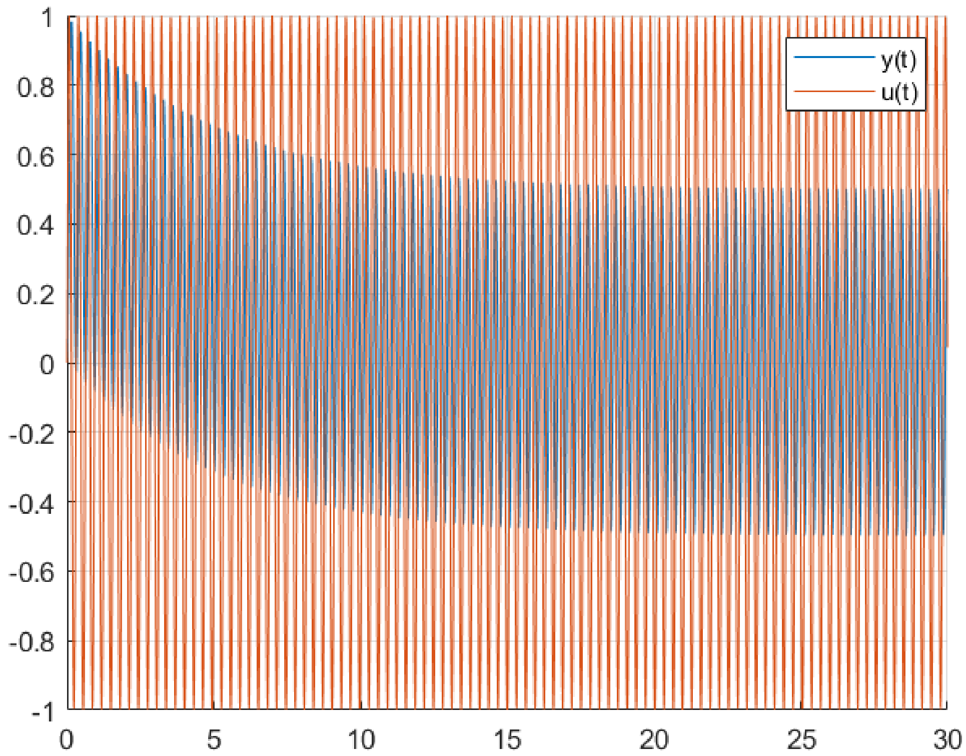


1.4 T=5, k=50

1.4.1 w0=10



1.4.2 w0=20



1.5 Wnioski

Widzimy, że dla każdej sytuacji układ zachowuje się bardzo podobnie. Po pewnym czasie symulacja dochodzi do składowej ustalonej. W każdym przypadku sinusoida „schodzi" trochę w dół, co można lepiej zaobserwować zwiększając częstotliwość. Im T jest mniejsze tym wykres na wyjściu ma większą amplitudę, im k jest większe tym amplituda jest większa.

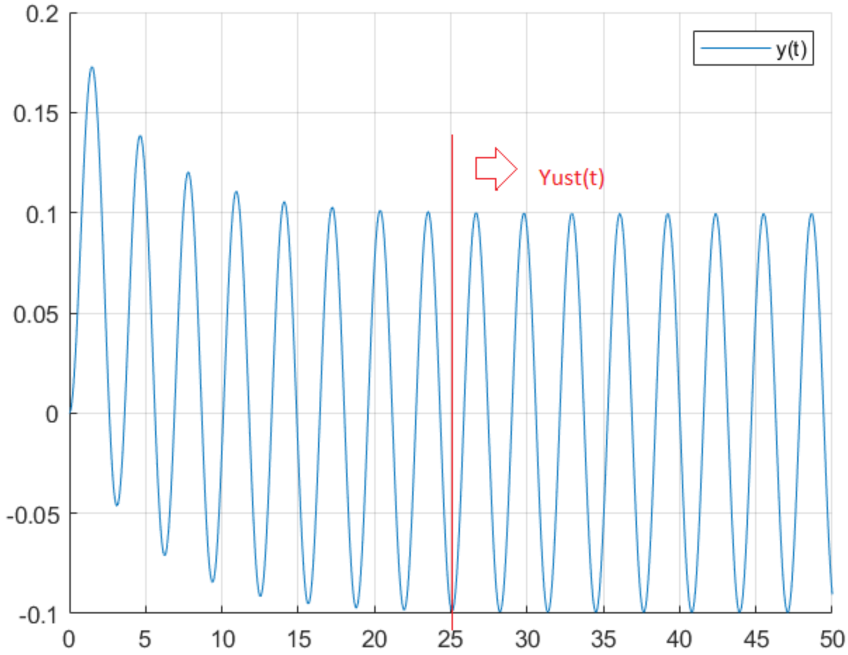
2 Składowa ustalona

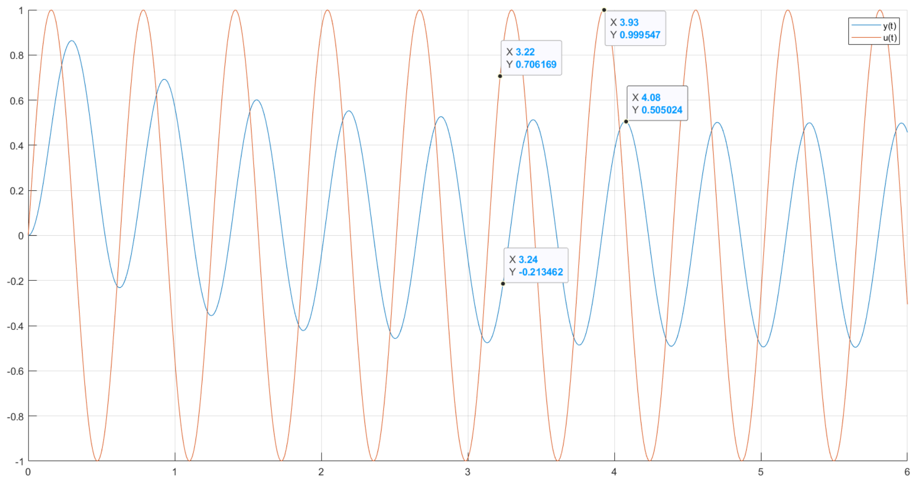
- Zapis obserwacji na wyjściu składowej ustalonej $y_{ust}(t) = Asin(\omega_0 t + \varphi)$, wraz z parametrami A oraz φ.

Składowa ustalona jest częścią sygnału, w której sygnał zachowuje się jak regularna sinusoida. Na rysunku poniżej widzimy, kiedy możemy mówić o składowej ustalonej. Parametry różnią się w zależności od tego jaką sinusoidę damy na wejście układu.

Z rysunków w całym sprawozdaniu można wywnioskować, że amplituda jest (w składowej ustalonej) większa niż w początkowej części sygnału. Może być większa lub mniejsza niż amplituda sygnału wejściowego w zależności od parametrów wejściowych.

Jest widoczne przesunięcie w fazie w stosunku do sinusoidy wejściowej, które również wychodzi różnie w zależności od tego jakie mamy parametry.





3 Charakterystyka amplitudowo-fazowa

$$K(s) = \frac{ke^{-s\tau}}{Ts+1}$$

$$K(j\omega) = \frac{ke^{-s\tau}}{Tj\omega+1} = \frac{ke^{-s\tau}}{Tj\omega+1} * \frac{1-Tj\omega}{1-Tj\omega} = \frac{ke^{-s\tau}(1-Tj\omega)}{1-T^2j\omega^2}$$

$$e^{-s\tau} = cos(\omega\tau) - jsin(\omega\tau)$$

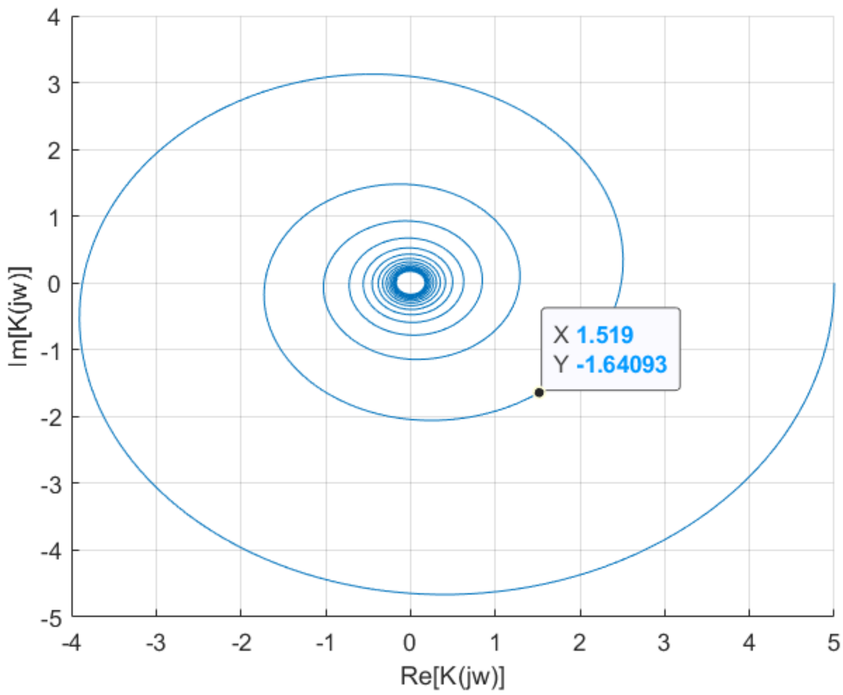
Licznik transmitancji:

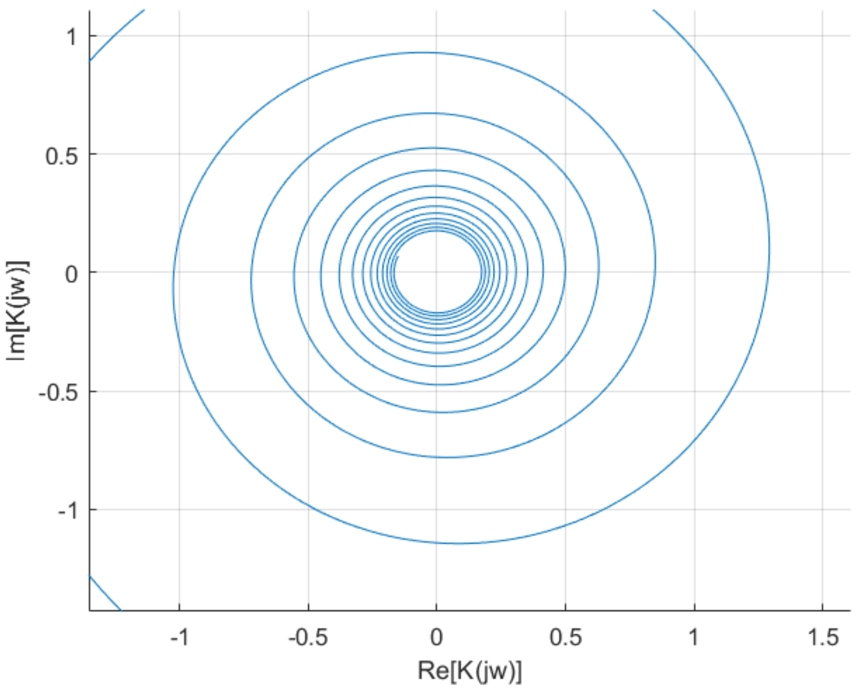
$$kcos(\omega\tau) - T\omega ksin(\omega\tau) - j[ksin(\omega\tau) + T\omega kcos(\omega\tau)]$$

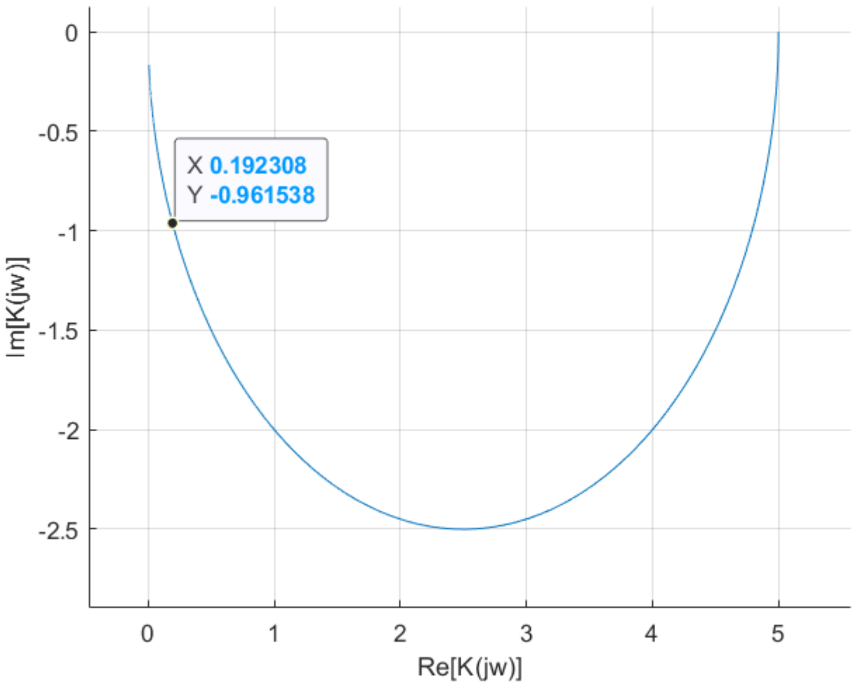
Te wzory wpisujemy do bloczków 'Fcn' na schemacie odpowiednio dla części urojonej i rzeczywistej.

Aby otrzymać punkt, to wpisujemy te wzory w skrypcie, aby otrzymać wartości w terminalu Matlaba, wtedy możemy na bieżąco dostawać punkt dla dowolnego ω.

Poniżej wykres oraz powiększenie. Jest to układ z opóźnieniem. Jeżeli chcemy dostać układ bez opóźnienia to wystarczy τ ustawić na 0 (widoczne na trzecim obrazku).



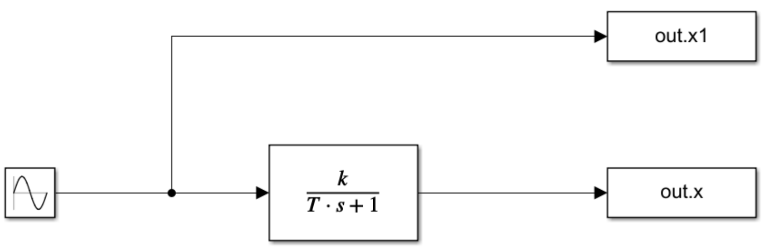


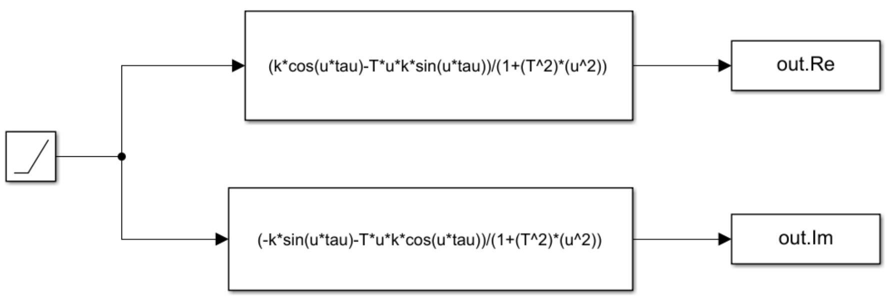


3.1 Wnioski

Widzimy,że charakterystyki amplitudowo-fazowe mają kształt spirali, która często dopiero po powiększeniu pozwala dostrzec się w całości. W tego typu charakterystyce wiele zależy od współczynnika tau, bo ma on bardzo istotny wpływ na kształt spirali. Dla pewnego dobranego ω możemy wyznaczyć punkt na spirali, który odpowiada danej wartości.

4 Schemat





5 Skrypt Matlab'a

```
clear all;
close all;

k=5;
T=1;
w0=2;

A=1;
p=0;

tau=3;

sim('schemat',30)

figure(1);
hold on;
grid on;
plot(ans.tout, ans.x);
plot(ans.tout, ans.x1);
legend('y(t)','u(t)')
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

figure(2);
hold on;
grid on;
plot(ans.Re, ans.Im);
xlabel("Re[K(jw)]");
ylabel("Im[K(jw)]");


Rzeczywista = (k*cos(w0*tau)-T*w0*k*sin(w0*tau))/(1+(T^2)*(w0^2))
Urojona = (-k*sin(w0*tau)-T*w0*k*cos(w0*tau))/(1+(T^2)*(w0^2))
```

6 Własności graniczne transformaty Laplace'a

1. Dla dowolnego oryginału f(t) i jego obrazu F(s) prawdziwy jest związek graniczny:

$$\lim_{t \to 0} f(t) = \lim_{s \to \infty} sF(s)$$

2. Jeżeli istnieje granica oryginału f(t), gdy $t \to \infty$, to:

$$\lim_{t \to \infty} f(t) = \lim_{s \to 0} sF(s)$$

Gdy granica oryginału dąży do zera, to granica przekształcenia dąży do nieskończoności i odwrotnie, gdy granica oryginału dąży do nieskończoności, to granica przekształcenia dąży do zera. Należy tylko pamiętać, aby przekształcenie przemnażać przez 's'. Jest to jeden ze sposobów na sprawdzenie, czy się nie pomyliło w obliczeniach i czy wyniki wychodzą sensowne.