Identyfikacja procesów przemysłowych		
Dominik Wróbel	23 X 2018	Wt. 13:45, s. 111
Laboratorium 2		

1 Przebieg ćwiczenia

1.1. Zadanie 1

Zadanie polega na wyznaczeniu parametrów obiektu opisanego transmitancją

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

który pobudzany jest białym szumem Gaussa o wariancji $\sigma^2 = 1$. Częstotliwość próbkowania jest równa $f_0 = 1kHz$. Sygnałem mierzonym jest sygnał wyjściowy układu. Parametry wyznaczone zostaną na podstawie funkcji autokorelacji oraz widma mocy sygnału wyjściowego.

Zadanie rozpoczęto od wyznaczenia teoretycznego widma mocy sygnału.

$$S(\omega) = |G(i\omega)|^2$$
$$|G(i\omega)|^2 = \frac{|k|^2}{|T\omega j+1|^2} = \frac{\sqrt{k^2}^2}{\sqrt{T^2\omega^2+1}^2} = \frac{k^2}{1+T^2\omega^2}$$

Następnie przy użyciu matlaba narysowano widmo mocy na podstawie pomiarów z zadania przy użyciu estymatora Yule'a-Walker'a . Na podstawie tych danych wybrano dwa punktu z widma na podstawie których wyznaczone zostały parametry k oraz T modelu.

$$10\log_{10} S(\omega) = 10\log_{10}\frac{k^2}{1+T^2\omega^2}$$
$$S(\omega) = \frac{k^2}{T^2\omega^2+1}$$
$$\omega = 0 \rightarrow \sqrt{S(\omega)} = \frac{k}{1+0} = k$$
$$\omega = 1 \rightarrow S(\omega) = \frac{k^2}{1+T^2} \rightarrow T = \sqrt{\frac{k^2}{S(\omega)} - 1}$$

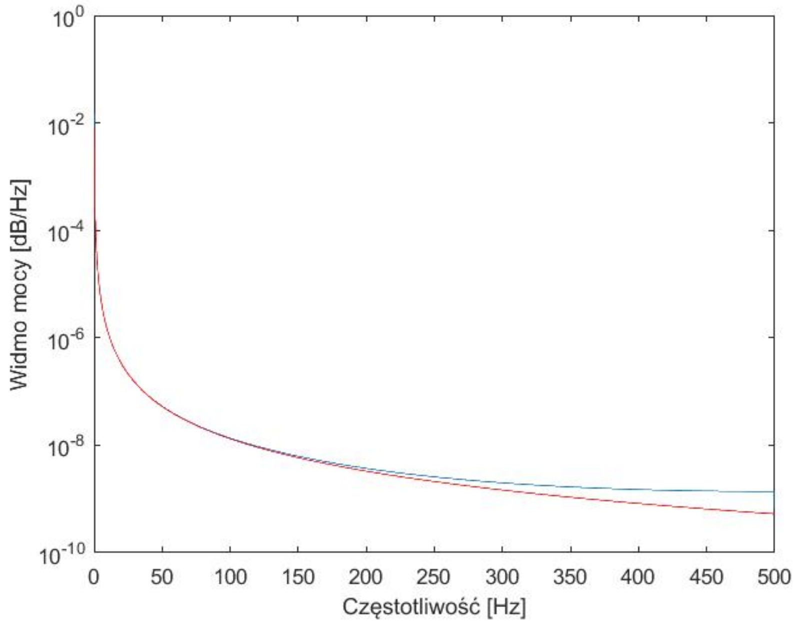
Z danych otrzymanych metodą Yule'a-Walker'a odczytano wyznaczone wartości widma dla częstotliwości $\omega = 0$ oraz $\omega = 1$.

$$\omega = 0, \quad S(\omega) = 0,0084$$
$$\omega = 1,0071, \quad S(\omega) = 0,00012985$$

Podstawiając te wartości do wzorów na wartość k oraz T otrzymano:

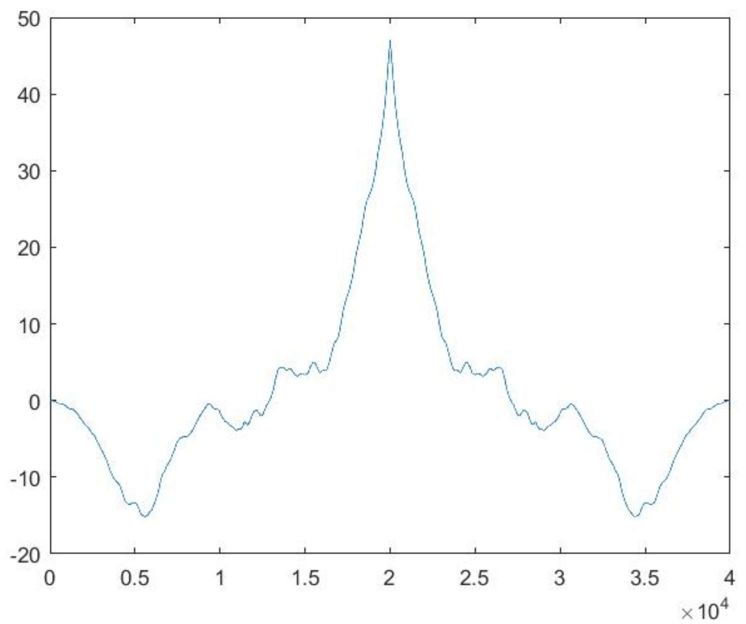
$$k = 0,0917$$
$$T = 7,9811$$

Dla wyznaczonych parametrów k oraz T narysowano na jednym wykresie estymowane oraz teoretyczne widmo mocy. Wykresy przedstawia Rysunek 1



Rysunek 1: Teoretyczne (kolor czerwony) oraz estymowane (kolor niebieski) widmo mocy.

W zadaniu wyznaczona została również funkcja autokorelacji badanego sygnału, została ona narysowana przy użyciu funkcji matlaba xcorr.



Rysunek 2: Funkcja autokorelacji

Kod programu prezentuje listing poniżej.

```
close all;
clear all;
load('data_01.mat');
Fs = 1000; % czestotliwosc probkowania w Hz
% x - sygnal mierzony

h = spectrum.yulear;
Hpsd = psd(h,x,'Fs',Fs);
values = Hpsd.Data;
freq = Hpsd.Frequencies;

semilogy(freq, values);


k = sqrt(values(1));
T = sqrt(k^2/values(34) - 1);

w=0:0.01:500;
s = k^2 ./ ( 1 + T^2*w.^2 );

hold on;
% wyrysowanie teoretycznego widma mocy
semilogy(w, s, 'r');

% wyrysowanie funkcji autokorelacji
figure();
plot(xcorr(x));
```

Listing 1: Zadanie 1

1.2. Zadanie 2

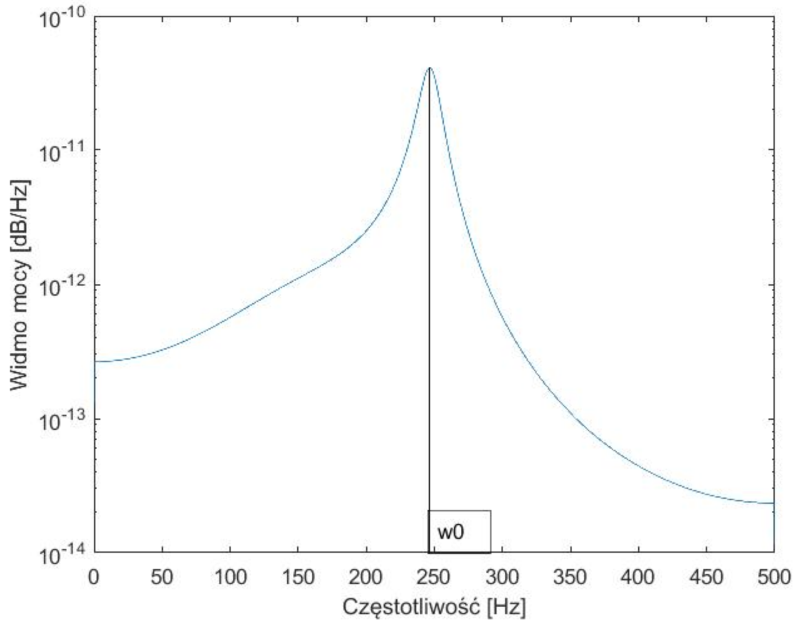
Zadanie ma takie same założenia jak zadanie numer 1, zmianie ulega tylko badany obiekt. W zadaniu tym przyjęto tą samą metodykę wyznaczania parametrów obiektu, co w zadaniu numer 1, tym razem badany jest obiekt o transmitancji:

$$G(s) = \frac{k}{s^2 + 2\xi\omega_0 s + \omega_0^2}$$

Zadanie rozpoczęto od wyznaczenia teoretycznego widma mocy sygnału.

$$\begin{aligned}
&S(\omega) = |G(i\omega)|^2 \\
&G(i\omega) = \frac{k}{i^2\omega^2 + 2\xi\omega_0\omega i + \omega_0^2} = \frac{k}{-\omega^2 + 2\xi\omega_0\omega i + \omega_0^2} = \\
&= \frac{k}{\omega_0^2 - \omega^2 + 2\xi\omega_0\omega i} \\
&|G(i\omega)| = \frac{\sqrt{k^2}}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + (2\xi\omega_0\omega)^2}} \\
&|G(i\omega)|^2 = \frac{k^2}{(\omega_0 - \omega^2)^2 + 4\xi^2\omega_0^2\omega^2}
\end{aligned}$$

W zadaniu częstotliwość własna ω_0 została wyznaczona w oparciu o analizę estymowanego widma mocy sygnału. Odpowiada ona częstotliwości dla której widmo osiąga największą wartość. Estymowane widmo przedstawia Rysunek 3.



Rysunek 3: Estymowane widmo mocy sygnału.

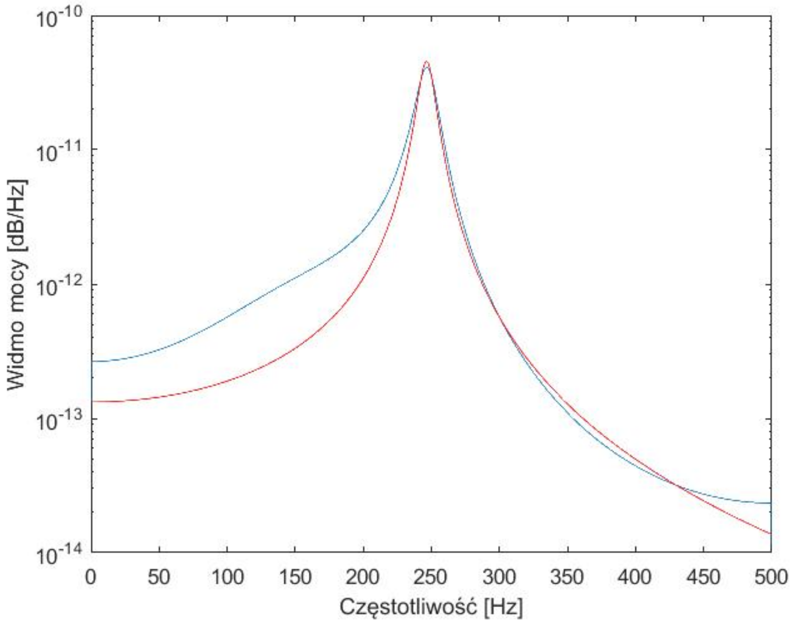
Znaleziona przy pomocy programu wartość ω_0 jest równa 246.6125 Hz.

$$10\log_{10} S(\omega) = 10\log_{10} \frac{k^2}{(\omega_0 - \omega^2)^2 + 4\xi^2\omega_0^2\omega^2}$$
$$S(\omega) = \frac{k^2}{(\omega_0 - \omega^2)^2 + 4\xi^2\omega_0^2\omega^2}$$
$$\omega = 0 \rightarrow k = \omega_0^2\sqrt{S(\omega)}$$
$$\xi = \sqrt{\frac{k^2 - S(\omega)(\omega_0^2 - \omega^2)^2}{4S(\omega)(\omega_0^2)\omega^2}}$$

Z danych otrzymanych metodą Yule'a-Walker'a odczytano wyznaczone wartości widma dla częstotliwości $\omega = 0$ oraz $\omega = 250$. Podstawiając te wartości do wzorów na wartość k oraz ξ otrzymano:

$$k = 0.022124$$
$$\xi = 0.026941$$

Następnie narysowano widmo teoretyczne i estymowane na jednym wykresie w celu ich porównania.



Rysunek 4: Estymowane (kolor niebieski) oraz teoretyczne (kolor czerwony) widmo mocy sygnału.

Kod programu prezentuje listing poniżej.

```
close all;
clear all;
load('data_02.mat');
Fs = 1000; % czestotliwosc probkowania w Hz
% x - sygnal mierzony

h = spectrum.yulear;
```

```
Hpsd = psd(h,x,'Fs',Fs);

values = Hpsd.Data;
freq = Hpsd.Frequencies;

semilogy(freq, values);

% wyznacznie w0
w0 = freq(find(values == max(values)));
k = w0^2 * sqrt(values(1));
licz = k^2 -  values(8193)*( w0^2 - freq(8193)^2 )^2 ;
mian = 4 * values(8193) * w0^2 * freq(8193)^2;
ksi = sqrt(licz/mian);

w=0:0.01:500;
s = (k^2)./( (w0^2 - w.^2).^2 + 4*ksi^2*w0^2*w.^2 );

figure()
semilogy(freq, values);
hold on;
% wyrysowanie teoretycznego widma mocy
semilogy(w, s, 'r');
```

Listing 2: Zadanie 2

2 Wnioski końcowe

Z przeprowadzonych eksperymentów wynika, że przyjęta metodyka wyznaczania parametrów modeli daje zadowalające rezultaty. Ograniczeniem tej metody jest jednak zakres częstotliwości w których widmo estymowane jest dobrze dopasowane do widma teoretycznego. Zarówno w zadaniu 1 jak i w zadaniu 2 najlepsze dopasowanie osiągnięto w okolicach częstotliwości dla których odczytane zostały punkty pomiarowe, a wiec dla $\omega = 1$ dla zadania 1 oraz $\omega = 250$ dla zadania 2.