

L5 - Odpowiedź impulsowa i charakterystyki częstotliwościowe obwodów

1. Transformacje opisów układów dynamicznych

a) Zadać transmitancję filtra bikwadratowego ($M(s) = s^2 + \frac{\omega_0}{Q}s + \omega_0^2$):

DP ---> $H(s) = b_0/M(s)$

SP ---> $H(s) = b_1s/M(s)$

GP ---> $H(s) = b_2s^2/M(s)$

SZ ---> $H(s) = (s^2 + b_0)/M(s)$

Stosując transformacje: **tf2ss** oraz **tf2zp** wyznaczyć postać opisu zmiennych stanu oraz postać zero-biegunową. Sprawdzić jaki jest związek dobroci Q z położeniem biegunów (wykorzystać funkcję **roots** obliczając położenia biegunów dla różnych wartości Q i wykreślając bieguny w układzie współrzędnych RE-IM).

b) Stosując funkcje **buttap**, **cheb1ap**, **ellipap** wygenerować transmitancje 6-tego rzędu

```
[z1,p1,k1]=buttap(6); [L1,M1]=zp2tf(z1,p1,k1); %filtr Butterwortha
```

```
[z2,p2,k2]=cheb1ap(6,1); [L2,M2]=zp2tf(z2,p2,k2); %filtr Czebyszewa
```

```
[z3,p3,k3]=ellipap(6,1,40); [L3,M3]=zp2tf(z3,p3,k3); %filtr eliptyczny
```

Wykorzystując funkcję **roots** obliczyć położenia biegunów i wykreślić je w układzie współrzędnych RE-IM.

2. Odpowiedź impulsowa obwodu

a) Zbadać odpowiedź impulsową przy różnych położeniach biegunów (układ dolnoprzepustowy $H(s)=1/M(s)$) stosując transformację odwrotną Laplace'a wykorzystującą funkcję **residue.m** oraz funkcję specjalizowaną **impulse.m**. Założyć różne położenia biegunów: na przykład:

- 2 bieguny w na osi rzeczywistej, w prawej i lewej półpłaszczyźnie,
- 2 bieguny zespolone $s = \sigma \pm j\omega$ (zespolony i sprzężony) dla różnych wartości σ i ω (lewa i prawa półpłaszczyzna oraz oś urojona)
- podwójne bieguny na osi urojonej (układ 4-tego rzędu)

W obliczeniu transformacji odwrotnej Laplace'a wykorzystać poniższy fragment programu

```
z=[];
p=[-1,-2]
k=1
[L,M]=zp2tf(z,p,k)
tmax=10
t=0:0.1:tmax;
[r,p,k]=residue(L,M);
u=0;
for i=1:length(r)
u=u+r(i)*exp(t.*p(i));
end
plot(t,u), grid, xlabel('t'), ylabel('u(t)')
title('Przebieg czasowy napięcia u(t)')
```

Wykorzystanie funkcji Matlabu **impulse.m** (funkcja ta ma wbudowane wykreślanie wyniku czasowego)

```

%Odpowiedź impulsowa obwodu z użyciem funkcji IMPULSE
Tmax=20
z=[];
p= [-0.1000 + 8.0000*i  -0.1000 - 8.0000*i  -0.2000 + 1.0000*i  -0.2000 - 1.0000*i]
k=1
[a,b,c,d]=zp2ss(z,p,k)
sys=ss(a,b,c,d)
impulse(sys,Tmax)

```

Uwaga : Model **sys** może dotyczyć zarówno postaci zmiennych stanu, operatorowej jak i transmitancyjnej:

```

sys=ss(A,B,C,D)      - opis zmiennych stanu
sys=tf(L,M)          - opis transmitancyjny
sys=zp(z,p,k)        - postać zero-biegunowa

```

b) Wykorzystując odpowiednie fragmenty powyższego programu zbadać odpowiedź impulsową filtra eliptycznego 4-tego, 6-tego i 8-go rzędu (przy generacji transmitancji założyć $R_p=1$, $R_s=40$).

3. Charakterystyki częstotliwościowe

a) Zbadać charakterystyki częstotliwościowe filtra 2-go rzędu typu DP o różnej dobroci: $Q=0.3$, $Q=0.707$, $Q=3$.

Przedstawić wynik na wspólnym wykresie. Wykorzystać funkcję **freqs.m**. Użycie funkcji

$$H = \text{freqs}(L, M, \omega)$$

gdzie **omega** jest wektorem pulsacji dla których wyznaczamy charakterystykę częstotliwościową $H(\omega)$, natomiast L – wielomian licznika, M - wielomian mianownika.

Przykładowy program

```

w0=1; Q=3; L=1; M=[1 w0/Q w0^2];
omega=0:0.01:3;
H=freqs(L,M,omega);
subplot(2,1,1); plot(omega,abs(H)); grid; title('Charakterystyka amplitudowa')
subplot(2,1,2); plot(omega,angle(H)); grid; title('Charakterystyka fazowa')

```

b) Na jednym wykresie wykreślić charakterystyki amplitudowe i fazowe filtrów Butterwortha, Czebyszewa i eliptycznego 8-go rzędu. Wykorzystać fragment programu

```

[z1,p1,k1]=buttap(8); [L1,M1]=zp2tf(z1,p1,k1); %filtr Butterwortha
[z2,p2,k2]=cheb1ap(8,1); [L2,M2]=zp2tf(z2,p2,k2); %filtr Czebyszewa
[z3,p3,k3]=ellipap(8,1,40); [L3,M3]=zp2tf(z3,p3,k3); %filtr eliptyczny
omega=0:0.01:3;
H1=freqs(L1,M1,omega);
H2=freqs(L2,M2,omega);
H3=freqs(L3,M3,omega);
subplot(2,1,1); plot(omega,abs(H1),'r',omega,abs(H2),'g',omega,abs(H3),'b'); grid; title('Charakterystyka amplitudowa')
subplot(2,1,2); plot(omega,angle(H1),'r',omega,angle(H2),'g',omega,angle(H3),'b'); grid; title('Charakterystyka fazowa')

```

c) Powtórzyć program dla różnych rzędów filtrów: 4, 6, 10.

4. Zadania i problemy

Zadanie 1

Wygenerować transmitancję filtra środkowo-zaporowego (SZ) drugiego rzędu o różnych wartościach w_0 i b_0 ($b_0 = w_z^2$). Założyć $Q=0.707$. Wykreślić charakterystyki amplitudowe tych filtrów na jednym wykresie.

Zadanie 2

Korzystając z funkcji Matlab **ellipap.m** wygenerować transmitancję filtra dolnoprzepustowego 8-go rzędu ($R_p=1$, $R_s=40$). Przekształcić ją do postaci filtra środkowoprzepustowego (funkcja **lp2bp.m**) oraz środkowozaporowego (funkcja **lp2bs.m**). Wykreślić charakterystyki amplitudowe obu filtrów.

Zadanie 3

Zbadać odpowiedź czasową na wymuszenie sinusoidalne o $\omega=0.2$, $\omega=1$, $\omega=0.85$, $\omega=5$ filtra SP drugiego rzędu o $\omega_0=1$, $Q=5$. Wykorzystać funkcje **impulse.m** lub program wyznaczania transformacji odwrotnej Laplace'a.