

Teoria sterowania

Temat ćwiczenia nr 1:

Badanie zapasu stabilności w układach regulacji.

Cel ćwiczenia: Wyznaczenie zapasu wzmocnienia i fazy za pomocą charakterystyk częstotliwościowych w układzie otwartym:

- logarytmicznej amplitudowej i fazowej (wykresy Bodego)
- amplitudowo-fazowej

Do wykonania ćwiczenia wykorzystuje się pakiet Matlab.

1. Zapas wzmocnienia i fazy

Zapas wzmocnienia i zapas fazy są to parametry, które pozwalają określić, „jak daleko” układ regulacji (zamknięty) znajduje się od granicy stabilności. Parametry te są dokładnie określone tylko wtedy, gdy układ otwarty jest stabilny.

1.1. Wyznaczenie zapasu wzmocnienia i fazy za pomocą charakterystyk logarytmicznej amplitudowej i fazowej.

Zapas wzmocnienia K_d (ang. gain margin) – określany jest w punkcie dla częstotliwości ω_{Π} (częstotliwość odcięcia fazy), w którym faza osiąga wartość -180° . Jego wartość określa **ile razy** można zwiększyć wzmocnienie zanim układ straci stabilność.

Zapas fazy γ (ang. phase margin) – jest to wartość fazy dla częstotliwości ω_γ (częstotliwość odcięcia modułu), przy której wzmocnienie wynosi 1 (0 dB). Bada się wówczas **o ile** zwiększy się przesunięcie fazowe, zanim osiągnie wartość -180° .

Interpretacja zapasu wzmocnienia i fazy jest szczególnie wyraźna na wykresach logarytmicznych modułu i fazy (Bodego), gdzie obydwaj zapasy są określane wprost przez rzędne wykresów charakterystyk modułu i fazy w punktach ω_{Π} i ω_γ .

Dana jest f-cja przejścia układu otwartego:
$$G(s) = \frac{K}{(s+1)(s^2+s+1)}$$

Dla każdego ze wzmocnień $K= 1,5; 2; 3; 4$ należy:

- wprowadzić licznik i mianownik f-cji przejścia do Matlab'a (do mnożenia czynników w mianowniku można wykorzystać funkcję **conv**);
- wyznaczyć charakterystyki modułu i fazy (funkcja **bode**);
- odczytać z wykreślonych przebiegów zapas wzmocnienia i fazy (wykorzystać funkcję **ginput**, ew. **zoom**);
- odczytane wartości wpisać do tabeli 1;
- wyznaczyć zapas wzmocnienia i fazy wykorzystując funkcję **margin** (wyniki wpisać

1.2. Wyznaczenie zapasu wzmocnienia i fazy za pomocą charakterystyk amplitudowo-fazowych (Nyquista)

Zapas wzmocnienia K_d – odwrotność długości odcinka wyznaczonego przez początek układu współrzędnych oraz punkt przecięcia charakterystyki amplitudowo-fazowej z ujemną półosią $\text{Re}(G(j\omega))$.

Zapas fazy γ - kąt między półprostą wychodzącą z początku układu współrzędnych i przechodzącą przez punkt przecięcia charakterystyki amplitudowo-fazowej z kołem jednostkowym i ujemną półosią $\text{Re}(G(j\omega))$.

Dla układów z punktu 1.1 :

- wykreślić charakterystyki amplitudowo-fazowe (funkcja **nyquist**);
- wyznaczyć dla każdego przypadku (na podstawie wykreślonych przebiegów) zapas wzmocnienia i fazy;
- wyniki zapisać w tabeli 1.

1.3. Obliczanie wzmocnienia układu dla zadanego zapasu wzmocnienia i fazy

Dla układów z punktu 1.1, opisanych f-cją przejścia: $G(s) = \frac{K}{(s+1)(s^2+s+1)}$ wyznacz wzmocnienie K

dla którego:

- zapas fazy wynosi 30° ;
- zapas fazy wynosi 60° ;
- zapas wzmocnienia wynosi (ΔL_m) 6dB;
- zapas wzmocnienia wynosi (ΔL_m) 12dB;

W tym celu można wykorzystać funkcję **fminsearch** i napisać następujący skrypt o nazwie **dana_faza.m**:

```
function k=dana_faza(K)
faza=30;
l=K;
m=conv([1 1],[1 1 1]);
[wz,f]=margin(l,m);
k=abs(f-faza);
```

Następnie należy w Matlabie wywołać funkcję **fminsearch** :

```
[wynik,blad]=fminsearch('dana_faza',1)
```

Wyznaczone wzmocnienie wstawić do tabeli 2.

Zmodyfikować utworzony skrypt w ten sposób, aby :

- wyznaczyć wzmocnienie układu K dla zapasu fazy 60° ;
- wyznaczyć wzmocnienie układu K dla zapasu wzmocnienia (ΔL_m) 6dB i 12dB.

Wyniki wpisać do tabeli 2.

Tabela 1

K	Ch-tyki logarytmiczne			Ch-tyka ampl.-fazowa		F-cja margin	
	ΔL_m	K_d	γ	K_d	γ	K_d	γ
1,5							
2							
3							
4							

Tabela 2

γ	ΔL_m	K
30°	-	
60°	-	
-	6 dB	
-	12 dB	

K – wzmocnienie układu regulacji; $\Delta L_m=20\log K_d$; **K_d** – zapas wzmocnienia; γ - zapas fazy