

Ćwiczenie Nr 2
**BADANIE STANÓW DYNAMICZNYCH UKŁADÓW NA PODSTAWIE
POŁOŻENIA ZER I BIEGUNÓW**
Autor: S. Osowski

1. Cel ćwiczenia

Poznanie przebiegów czasowych w układach liniowych drugiego i wyższych rzędów w zależności od położenia zer i biegunów układu. Badania będą przeprowadzone przy użyciu programu SIMULINK.

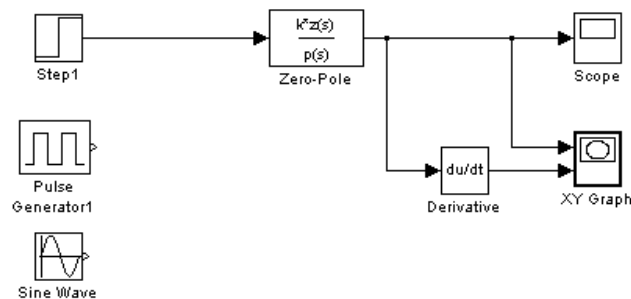
2. Obiekt badań

2.1 Układ ciągły

Symulacji podlegać będzie obiekt dynamiczny typu ciągłego, dowolnego rzędu opisany transmitancją $H(s)$ daną w postaci

$$H(s) = k \frac{\prod_i (s - s_i)}{\prod_j (s - p_j)}$$

Model blokowy układu ciągłego w Simulinku przedstawiony jest na rys. 1



Rys. 1 Model układu dynamicznego ciągłego w Simulinku

Podstawowym blokiem modelu jest blok *Zero-Pole* w którym parametry wpisywane są symbolicznie (z , p , k), a w rzeczywistości zadawane w linii komend Matlaba przed uruchomieniem symulacji w Simulinku. Blok *Scope* umożliwia obserwację przebiegów w czasie a *XY Graph* obserwację trajektorii fazowej. Wymuszenie w układzie może być różne i zadane jako

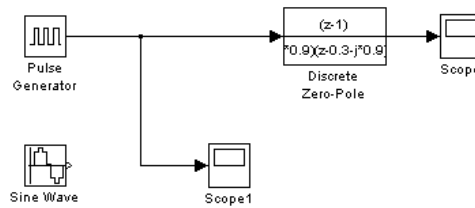
- funkcja *Step* (skok jednostkowy przy badaniu odpowiedzi skokowej)
- funkcja *Pulse Generator* modelująca impuls Diraca (małe wypełnienie – ok. 1%, okres równy czasowi obserwacji)
- funkcja *Sine Wave* do wymuszeń sinusoidalnych o różnych częstotliwościach.

2.2 Układ dyskretny

Model układu dyskretnego opisany jest transmitancją

$$H(z) = k \frac{\prod_i (z - z_i)}{\prod_j (z - p_j)}$$

którego implementacja w Simulinku przedstawiona jest na rys. 2.



Rys.2 Model układu dynamicznego dyskretnego w Simulinku

Podstawowym blokiem układu jest blok *Discrete Zero_Pole* w którym użytkownik zadaje wartości zer i biegunów. Wymuszenie w układzie może być różne i zadane na przykład jako

- funkcja *Pulse Generator* umożliwiający realizację funkcji impulsowej (Period – 100, Duty cycle – 1, Amplitude – 1, Start time – 0)
- funkcja *Sine Wave* do wymuszeń sinusoidalnych o różnych częstotliwościach (np. Amplitude – 1, Frequency – 0.3, Phase – 0, Sample time – 1).

3. Program badań

Badania dotyczyć będą stanów nieustalonych w układach liniowych dynamicznych ciągłych i dyskretnych opisanych poprzez położenia zer i biegunów.

3.1 Układy ciągłe rzędu 2

- Ustaw pozycje 2 biegunów, np. $p = [-0.3 - j*2, -0.3 + j*2]$, bez zer: $z = []$, $k = 1$
Wyznacz odpowiedź impulsową i skokową. Określ różnice między nimi.
Zarejestruj przebiegi do sprawozdania.

- Zbadaj odpowiedzi impulsowe układu przy następujących biegunach

$p = [-0.4 - 0.9]$
 $p = [0.4 - 0.9]$
 $p = [-0.2 + j - 0.2 - j]$
 $p = [-0.2 + 5*j - 0.2 - 5*j]$
 $p = [-1 + j - 1 - j]$
 $p = [1 + j 1 - j]$
 $p = [j*3 - j*3]$
 $p = [j*3 - j*3 j*3 - j*3]$

Dla każdego przypadku zarejestruj odpowiedź impulsową dla potrzeb sprawozdania.

Określ charakter odpowiedzi impulsowej systemu dla każdego przypadku.

Oceń stabilność systemu dla każdego położenia biegunów.

Dla przypadku odpowiedzi oscylacyjnej określ pulsację odpowiedzi i porównaj ją z położeniem bieguna.

- Dla położenia biegunów $p = [-0.05 + j*3 - 0.05 - j*3]$ zasymuluj odpowiedź na wymuszenie sinusoidalne. przy pulsacjach:

a) $\omega_{\sin} = 3$
 b) $\omega_{\sin} = 2.5$
 c) $\omega_{\sin} = 10$
 d) $\omega_{\sin} = 0.5$

Dla każdego przypadku zarejestruj odpowiedź impulsową dla potrzeb sprawozdania.

Jak wpływa pulsacja wymuszenia na uzyskane przebiegi?

3.2 Układy ciągłe rzędu wyższego

- Wygeneruj system rzędu wyższego, np. $N = 4, 10, 20$ przy użyciu komendy: **buttap**, **cheb1ap**, **ellipap** (skorzystaj z helpu Matlaba). Dla przykładu komenda **[z,p,k]=cheb1ap(4, 0.5)** generuje filtr 4-tego rzędu typu Chebysheva o zafalowaniu 0.5 dB w paśmie przepustowym.
- Dla każdego N narysuj położenie biegunów.

- Dla każdego N zasymuluj odpowiedź impulsową i naskicuj ją.
- Powtórz to samo dla wszystkich filtrów: Butterwortha (buttap), Chebysheva 1 (cheb1ap) i eliptycznego (ellipap).

Dla każdego filtru i jednej wartości rzędu N zarejestruj odpowiedź impulsową dla potrzeb sprawozdania.

Określić, jak wpływa rząd filtru na uzyskane przebiegi?

Określić wpływ rodzaju zastosowanego filtru na przebieg odpowiedzi impulsowej.

3.2 Układy dyskretne

- Korzystając z modelu przedstawionego na rys. 2 zbadać odpowiedź impulsową układu dyskretnego przy różnych położeniach biegunów (bieguny rzeczywiste, zespolone o różnych wartościach części rzeczywistej i urojonej położone wewnątrz okręgu jednostkowego, na okręgu jednostkowym i na zewnątrz okręgu, bieguny jednokrotne i wielokrotne). Założyć brak zer układu. Przykładowe położenia biegunów:

$$p = [-0.1 \quad -0.2]$$

$$p = [0.1 \quad 0.2]$$

$$p = [0.3 + 0.9*j \quad 0.3 - 0.9*j]$$

$$p = [0.3 + 0.3*j \quad 0.3 - 0.3*j]$$

$$p = [-1 + j \quad -1 - j]$$

$$p = [-1 \quad 1]$$

$$p = [j \quad -j]$$

$$p = [j - j \quad j - j]$$

Przyjąć następujące parametry bloku "Pulse Generator": Amplitude = 1, Period = 100, Pulse width = 1, Phase delay = 0, Sample time = 1 .

Dla każdego zarejestruj odpowiedź impulsową dla potrzeb sprawozdania.

Określić, jak wpływa położenie bieguna filtru na uzyskane przebiegi?

Określić stabilność filtru na podstawie odpowiedzi impulsowej i związku z położeniem bieguna.

- Zbadać odpowiedź czasową układu dyskretnego o biegunach

$$P = [-0.95*j \quad 0.95*j]$$

i zerach:

$$z = [1]$$

na wymuszenie sinusoidalne (blok „Sine Wave” o parametrach : *Amplitude* = 1, *Frequency* = 0.2, *Phase* = 0, *Sample time* = 1. Dobrać tak czas analizy, aby system uzyskał stan ustalony.

Zarejestruj odpowiedź układu dla potrzeb sprawozdania.