

ПЕРЕТВОРЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ В ПРОГРАМІ MATLAB

Мета роботи: ознайомитися з методами введення та перетворення математичної моделі цифрової системи управління до середовища програми Matlab за допомогою інструментальних пакетів Simulink та Control System Toolbox

1 Теоретичні відомості

1.1 Введення математичної моделі систем керування різними способами

Введення математичної моделі цифрової системи до середовища програми Matlab (пакети Simulink та Control System Toolbox) має ті ж чотири формати, що і для безперервної системи:

- 1) у вигляді коефіцієнтів чисельників та знаменників передаточних функцій (поліномів);
- 2) в форматі матриць простору стану;
- 3) в форматі нулів, полюсів та коефіцієнтів передачі системи;
- 4) в форматі доданків простих дробів.

Для створення математичних моделей використовуються ті ж самі команди `tf`, `zpk`, `ss`, `frd` з додаванням в список їх аргументів часу вибірки (періоду квантування) T_s (в секундах):

```
sys = tf(num,den,Ts)
sys = zpk(z,p,k,Ts)
sys = ss(A,B,C,D,Ts)
```

1.1.1 Передаточна функція цифрової системи у вигляді поліномів

Одним з найпростіших форматів є введення математичної моделі у вигляді коефіцієнтів чисельників та знаменників передаточної функції. Передаточна функція записується в вигляді поліномів. Цей формат математичної моделі може бути представлений за допомогою пакета Control System Toolbox, наступним чином:

```
>>W=tf([1 -3 2],[1 2 -1 -2]);
>>Wd = c2d(W,0.01,'tastin');
>>impulse(W);
>>step(W);
>>bode(W);
```

Отримують імпульсну та перехідну характеристики, а також ЛАЧХ, ЛФЧХ.

Також даний формат можна представити за допомогою пакета Simulink (рис.5.1).

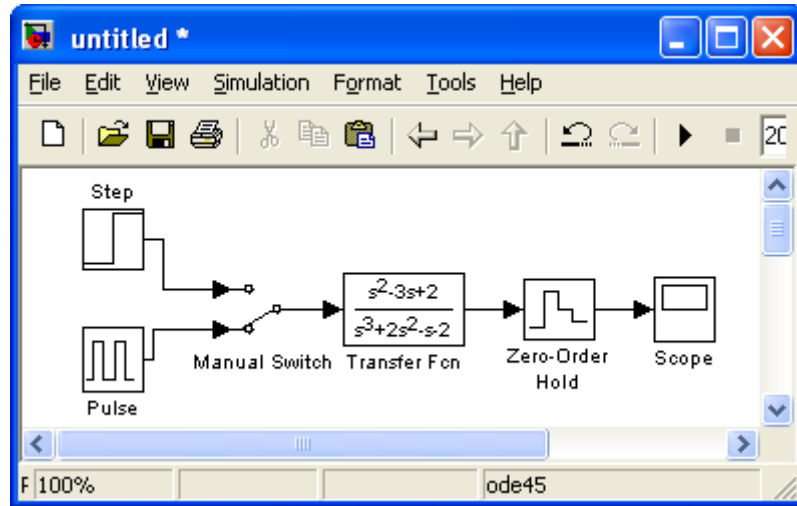


Рис.5.1

В даному випадку на вхід подається одинична ступінчаста дія та одинична імпульсна дія, а на виході відповідно отримують перехідну та імпульсну характеристики.

1.1.2 Передаточна функція цифрової системи у просторі стану

Подібно рівнянь неперервної системи (2.4), (2.5), рівняння простору стану для дискретних систем мають вигляд:

$$\begin{aligned} X(n+1) &= AX(n) + BU(n) \\ Y(n) &= CX(n) + DU(n) \end{aligned} \quad (5.1)$$

де X – вектор стану,

U – вектор вхідних впливів

Y – вектор вихідних сигналів

A, B, C, D – матриці: системи, входу, виходу, обходу відповідно.

n – номер шага моделювання.

Даний формат математичної моделі може бути представлений за допомогою пакета Control System Toolbox, наступним чином:

```
>>[A, B, C, D] = ssdata (Wd)
>>Wdd=ss(A,B,C,D,0.01);
>>impulse(Wdd);
>>step(Wdd);
>>bode(Wdd);
```

Отримують імпульсну та перехідну характеристики, а також ЛАЧХ, ЛФЧХ. Також цей формат за допомогою пакета Simulink представлений на рис.5.2.

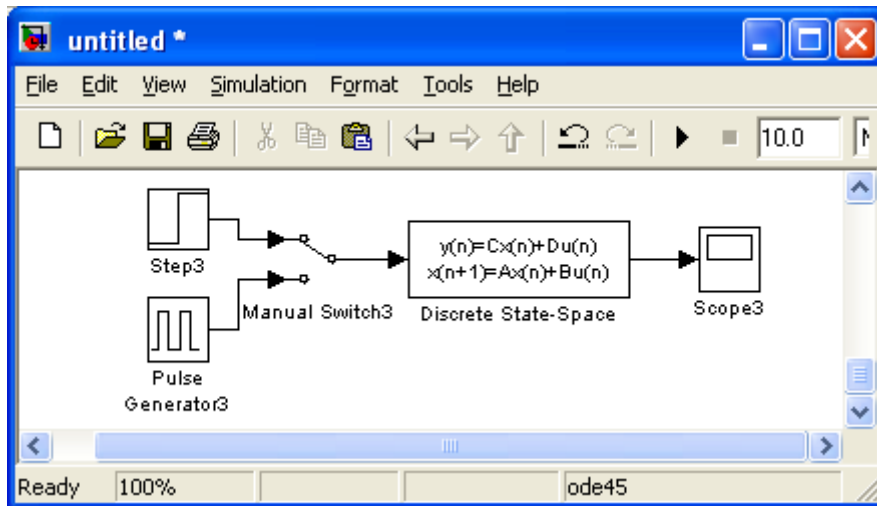


Рис.5.2

В даному випадку на вхід подається одинична ступінчаста дія та одинична імпульсна дія, а на виході відповідно отримують перехідну та імпульсну характеристики.

1.1.3 Передаточна функція цифрової системи, заданої у вигляді нулів та полюсів

Розклавши чисельник та знаменник функції передачі, представлені у дискретній формі, на множники, отримаємо передаточну функцію, подібну до функції (2.6):

$$H(z) = K \frac{Z(z)}{P(z)} = K \frac{(z - Z_1)(z - Z_2) \dots (z - Z_m)}{(z - P_1)(z - P_2) \dots (z - P_n)}, \quad (5.2)$$

де Z - вектор або матриця нулів передаточної функції,

P - вектор полюсів передаточної функції,

K - коефіцієнт передаточної функції, або вектор коефіцієнтів, якщо нулі передаточної функції задані матрицею. При цьому розмірність вектора K визначається числом рядків матриці нулів.

Кількість нулів не повинна перевищувати число полюсів передаточної функції.

Даний формат математичної моделі представлений за допомогою пакета Control System Toolbox наступним чином:

```
>>[z,p,k] = zpndata(Wd,'V')
>>Wzp=zpk(z,p,k,0.01)
Zero/pole/gain:
0.0097522 (z-1.02) (z-1.01)
-----
(z-1.01) (z-0.99) (z-0.9802)
Sampling time: 0.01
>>step(Wzp)
>>impz(Wzp)
>>bode(Wzp)
```

Також даний формат математичної моделі може бути представлений за допомогою пакета Simulink (рис.6.3).

В даному випадку на вхід подається одинична ступінчаста дія та одинична імпульсна дія, а на виході відповідно отримують перехідну та імпульсну характеристику.

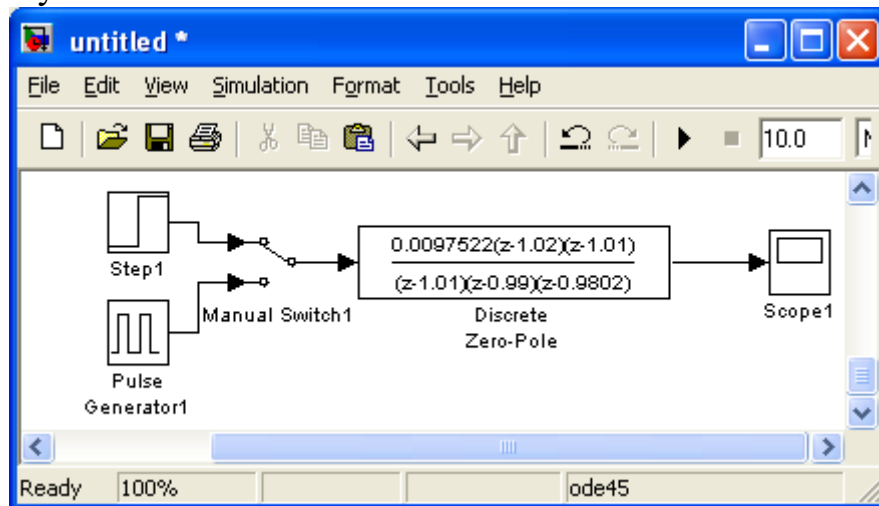


Рис.5.3

Якщо нулі та полюси важко розрахувати, їх можна отримати, перетворюючи з одного формату в інший математичну модель (див. лабораторну роботу №2, п.2.3).

2 Завдання для лабораторної роботи

2.1 Згідно свого варіанту оберіть структурну схему системи автоматичного управління (додаток 1) та параметри цієї схеми (додаток 2).

2.2 Введіть в ЕОМ передаточну функцію у дискретній формі у вигляді поліномів в пакеті Control System Toolbox та отримайте перехідну, імпульсну, ЛАЧХ та ЛФЧХ характеристики САУ.

2.3 Введіть в ЕОМ передаточну функцію у дискретній формі у вигляді поліномів за допомогою пакету Simulink та отримайте перехідну, імпульсну характеристики САУ.

2.4 Введіть в ЕОМ передаточну функцію у дискретній формі у вигляді простору стану в пакеті Control System Toolbox та отримайте перехідну, імпульсну, ЛАЧХ та ЛФЧХ характеристики САУ.

2.5 Введіть в ЕОМ передаточну функцію у дискретній формі у вигляді простору стану за допомогою пакету Simulink та отримайте перехідну та імпульсну характеристики САУ.

2.6 Введіть в ЕОМ передаточну функцію у дискретній формі у вигляді нулів та полюсів в пакеті Control System Toolbox та отримайте перехідну, імпульсну, ЛАЧХ та ЛФЧХ характеристики САУ.

2.7 Введіть в ЕОМ передаточну функцію у дискретній формі у вигляді нулів та полюсів за допомогою пакету Simulink та отримайте перехідну, імпульсну характеристики САУ.

2.8 Введіть в ЕОМ передаточну функцію у дискретній формі у вигляді простих дробів в пакеті Control System Toolbox та отримайте перехідну, імпульсну, ЛАЧХ та ЛФЧХ характеристики САУ.

2.9 Введіть в ЕОМ передаточну функцію у дискретній формі у вигляді простих дробів за допомогою пакету Simulink та отримайте перехідну, імпульсну характеристики САУ.

- 2.10 Оцініть на стійкість систему автоматичного управління за перехідною характеристикою та за ЛАЧХ, ЛФЧХ.
- 2.11 Порівняйте графіки характеристик, отримані за різними методами представлення передаточних функцій.

3 Зміст звіту

- 3.1 Назва та мета роботи.
- 3.2 Структурна схема системи автоматичного управління згідно варіанту свого завдання.
- 3.3 Результат моделювання САУ в Control System Toolbox та графіки характеристик.
- 3.4 Результат моделювання даної структурної схеми в Simulink та графіки характеристик.
- 3.5 Порівняння різних методів представлення передаточних функцій.
- 3.6 Оцінює на стійкість системи автоматичного управління.
- 3.7 Аналіз графіків характеристик, що отримані за різними методами моделювання.
- 3.8 Висновки по роботі.

4 Контрольні питання

- 4.1 Як ввести дискретну передаточну функцію у вигляді поліномів у пакети Simulink та Control System Toolbox?
- 4.2 Як ввести дискретну передаточну функцію у вигляді простору стану в пакети Simulink та Control System Toolbox?
- 4.3 Як ввести дискретну передаточну функцію у вигляді нулів та полюсів у пакети Simulink та Control System Toolbox?
- 4.4 Як ввести дискретну передаточну функцію у вигляді простих дробів у пакети Simulink та Control System Toolbox?
- 4.5 За допомогою яких команд дискретну передаточну функцію САУ можна перетворити з одного вигляду в інший?
- 4.6 За допомогою яких команд можна отримати дискретну перехідну, імпульсну, ЛАЧХ та ЛФЧХ характеристики?
- 4.7 Як впливає на моделювання САУ перетворення її моделі з одного формату в інший?

