

## Лабораторна робота 6

### Тема: ПЕРЕТВОРЕННЯ ДИСКРЕТНОЇ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ В MATLAB

Мета роботи: ознайомитися з методами введення дискретної цифрової системи до середовища MATLAB за допомогою пакету Simulink та Control System Toolbox

#### 1 Теоретичні відомості

##### 1.1 Введення дискретної моделі систем керування різними способами

Введення моделі дискретної системи до середовища MATLAB за допомогою пакету Simulink та Control System Toolbox має ті ж чотири формати, що і в безперервній системі:

- 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 дискретних моделей використовуються ті ж команди `tf`, `zpk`, `ss`, `frd` з додаванням в їх синтаксис 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 дискретної системи в вигляді поліномів

Один з найпростіших форматів введення моделі у вигляді коефіцієнтів чисельників та знаменників передаточних функцій. Передаточна функція записується в вигляді поліномів (6.1).

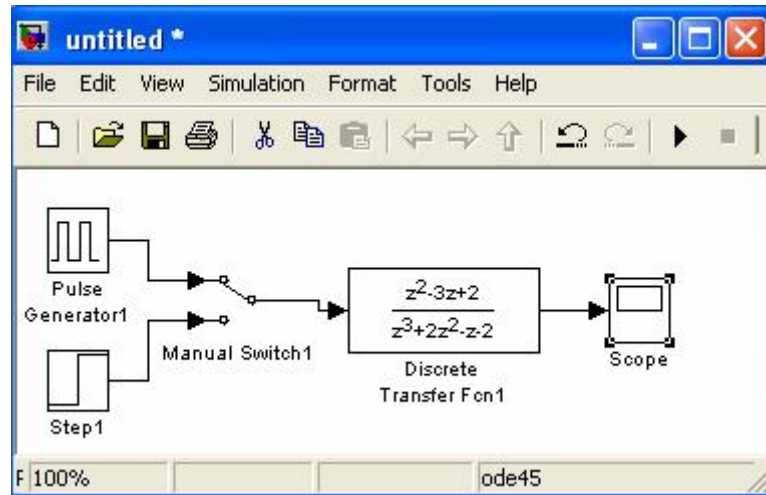


Рис.6.1

Даний формат за допомогою пакета Simulink/Discrete ( для версії MATLAB 7.9.0) представлений на рис.2.1. В даному випадку на вхід подається одинична ступінчаста дія та одиничну імпульсну дію, а на виході відповідно отримують перехідну та імпульсну характеристику.

Також цей формат може бути представлений за допомогою пакета Control System Toolbox, наступним чином:

```
>> W=tf([1 -3 2],[1 2 -1 -2], 0,01);
>> impulse(W);
>> step(W);
>> bode(W);
```

Отримують аналогічні характеристики попереднім та ЛАЧХ, ЛФЧХ.

### 1.1.2 Передаточна функція дискретної системи у вигляді простору стану

Відповідно виразам 2.4, 2.5 рівняння простору стану для дискретних систем мають вигляд:

$$\begin{aligned} X(n+1) &= AX(n) + BU(n) \\ Y(n) &= CX(n) + DU(n) \end{aligned} \tag{6.1}$$

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 за допомогою пакета Simulink представлений на рис.6.2. В даному випадку на вхід подається одинична ступінчаста дія та одиничну імпульсну дію, а на виході відповідно отримують перехідну та імпульсну характеристику.

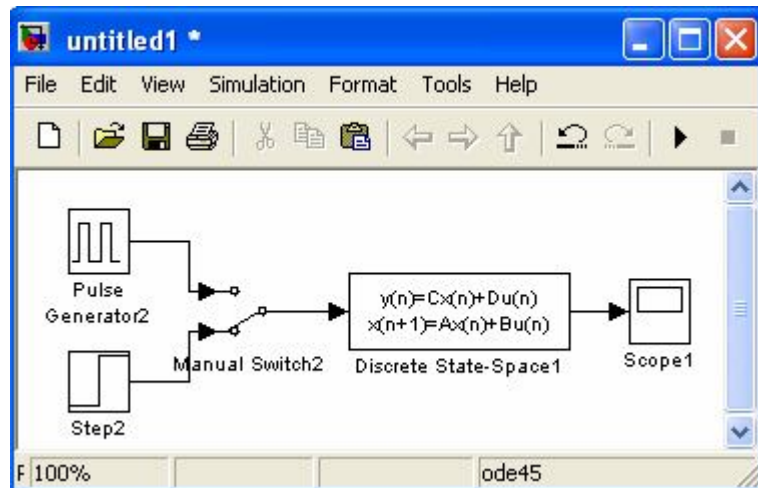


Рис.6.2

Також цей формат може бути представлений за допомогою пакета Control System Toolbox, наступним чином:

```
>> A=[-2 1 2;1 0 0;0 1 0];  
>> B=[1;0;0];  
>> C=[1 -3 2];  
>> D=[0];  
>> W2=ss(A,B,C,D, 0,01);  
>> impulse(W2);  
>>step(W2);  
>>bode(W2);
```

Отримують аналогічні характеристики попереднім та ЛАЧХ, ЛФЧХ.

### 1.1.3 Передаточна функція дискретної системи в вигляді нулів та полюсів

Розклав чисельник та знаменник функції передачі представленої в дискретній формі на множники, отримаємо функцію передачі аналогічну функції (2.6):

$$H(Z) = K \frac{Z(z)}{P(z)} = K \frac{(z - Z_1)(z - Z_2) \dots (z - Z_m)}{(z - P_1)(z - P_2) \dots (z - P_n)} \quad (6.2)$$

де

$Z$  - вектор або матриця нулів передавальної функції,

$P$  - вектор полюсів передавальної функції,

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

Кількість нулів не повинно перевищувати число полюсів передаточної функції.

Даний формат за допомогою пакета Simulink представлений на рис.6.3. В даному випадку на вхід подається одинична ступінчаста дія та одиничну імпульсну дію, а на виході відповідно отримують перехідну та імпульсну характеристику.

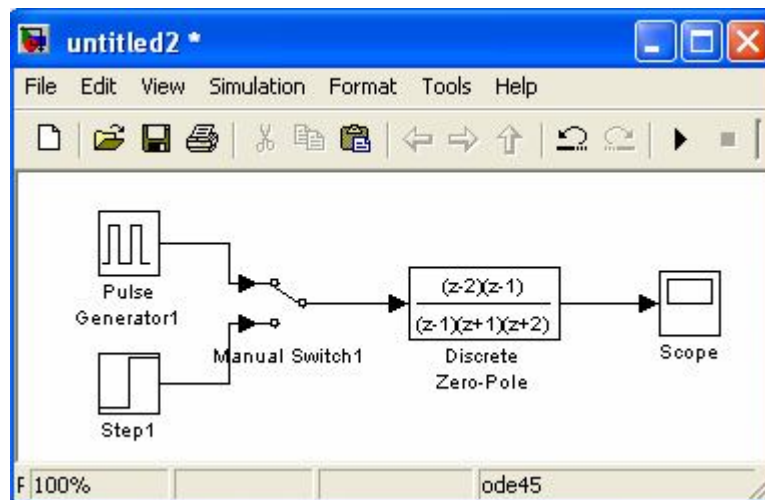


Рис.6.3

Також цей формат може бути представлений за допомогою пакета Control System Toolbox, наступним чином:

$W4 = \text{zpk}([2,1],[1,-2,-1],0.01)$

Zero/pole/gain:

(s-2) (s-1)

-----

(s-1) (s+1) (s+2)

step(W4)

impulse(W4)

bode(W4)

Якщо нулі та полюси важко розрахувати, їх можна отримати перетворюючи з одного формату в інший див.Л.р №2, п.1.3

## **2 Порядок виконання роботи**

2.1 Згідно свого варіанту взяти структурну схему системи автоматичного управління Додаток 1 та параметри цієї схеми Додаток 2.

2.2 Введіть передаточну функцію в дискретній формі в вигляді поліномів за допомогою пакету Simulink та отримайте перехідну, імпульсну характеристики.

2.3 Введіть передаточну функцію в дискретній формі в вигляді простору стану за допомогою пакету Simulink та отримайте перехідну, імпульсну характеристики.

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

2.5 Введіть передаточну функцію в вигляді простих дробів за допомогою пакету Simulink та отримайте перехідну, імпульсну характеристики.

2.6 Введіть передаточну функцію в вигляді поліномів в Control System Toolbox та отримайте перехідну, імпульсну, ЛАЧХ та ЛФЧХ характеристики.

2.7 Введіть передаточну функцію в дискретній формі в вигляді простору стану в Control System Toolbox та отримайте перехідну, імпульсну, ЛАЧХ та ЛФЧХ характеристики.

2.8 Введіть передаточну функцію функцію в вигляді нулів та полюсів в Control System Toolbox та отримайте перехідну, імпульсну, ЛАЧХ та ЛФЧХ характеристики.

2.9 Введіть передаточну функцію функцію в вигляді простих дробів в Control System Toolbox та отримайте перехідну, імпульсну, ЛАЧХ та ЛФЧХ характеристики.

2.10 Оцінити на стійкість системи автоматичного управління за перехідною характеристикою та за ЛАЧХ, ЛФЧХ.

2.11 Порівняти отримані графіки характеристик отримані різними методами представлення передаточних функцій.

### **3 Зміст звіту**

3.1 Назва та мета роботи.

3.2 Структурна схема системи автоматичного управління згідно свого завдання.

3.3 Результат виконання дискретної моделі даної структурної схеми в Simulink та графіки характеристик.

3.4 Результат виконання дискретної моделі отриманої в Control System Toolbox та графіки характеристик.

3.5 Порівняння методів представлення передаточних функцій.

3.6 Оцінювання на стійкість системи автоматичного управління.

3.7 Аналіз графіків характеристик, що отримали різними методами моделювання.

3.8 Висновки по роботі

### **4 Контрольні питання**