

## Лабораторна робота 7

### Тема: СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРІВ ДЛЯ ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЧАСТОТНИМИ МЕТОДАМИ

Мета роботи: дослідити цифрові САУ частотними методами в ППП MatLab (Control System Toolbox та Simulink), визначити показники якості перехідних процесів.

#### 1 Теоретичні відомості

##### 1.1 Загальні відомості для дискретних ПІД-регуляторів

Пропорційно-інтегральний-диференційний регулятор (ПІД-регулятор) являє собою загальний контур управління механізму зворотного зв'язку (регулятор) широко використовується в промислових системах управління - ПІД є найбільш часто використовуваних зворотним зв'язком. ПІД-регулятор розраховує "помилки" значення як різниця між вимірюваною величиною процесу і бажаного значення. Контролер намагається звести до мінімуму помилки, регулюючи входи процесу управління.

Реалізація дискретного часу контролера(ПІД, ПІ, ПД, Р або І) в моделі Simulink. Прибутки ПІД-регулятора можна налаштувати вручну або автоматично. Автоматична настройка вимагає Simulink ® Control Design™ програмне забезпечення (PID тюнер або SISO Design Tool).

Для дискретного часу паралельно ПІД-регулятора, передатна функція приймає вигляд:

$$C_{par} = P + Ia(z) + D \left[ \frac{N}{1 + Nb(z)} \right] \quad (7.1)$$

$$C_{id} = P \left[ 1 + Ia(z) + D \frac{N}{1 + Nb(z)} \right] \quad (7.2)$$

Де  $a$  та  $b$  відповідно визначаються:

	вперед метод Ейлера	назад методом Ейлера	трапецієподібний метод
$a(z)$ метод ітерацій	$\frac{T}{z-1}$	$\frac{Tz}{z-1}$	$\frac{T}{2} \frac{z+1}{z-1}$
$b(z)$ метод фільтрації	$\frac{T}{z-1}$	$\frac{Tz}{z-1}$	$\frac{T}{2} \frac{z+1}{z-1}$

## 1.2 Реалізація ПІД-регуляторів за допомогою Simulink та Control System Toolbox

За допомогою Simulink реалізація ПІД-регуляторів проводиться наступним чином, рис.7.1.

Нехай об'єкт керування має передаточну функцію в безперервному вигляді:

$$W(p) = \frac{10}{p^2 + p + 20} \quad (7.1)$$

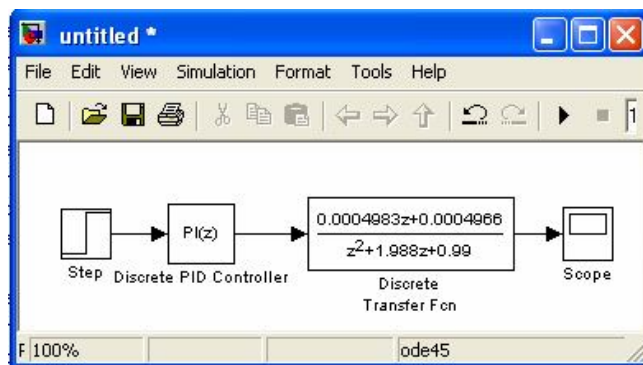


Рис.7.1

За допомогою Control System Toolbox реалізація ПІД-регуляторів проводиться наступним чином

```
>> num=10;  
>> den=[1 1 20];  
>> [numd,dend] = c2dm(num,den,0.01,'zoh');  
>> Wz=tf(numd, dend, 0.01);  
>> Wzz=feedback(Wz,-1);  
>> pidtool(Wzz)
```

Функція `pidtool(Wzz)` автоматично підбирає регулятор для систем та також робить стійкою перехідну характеристику. Приклад застосування цієї функції для даної замкнутої передаточної характеристики  $W_{zz}$  представлений на Рис.7.2.

```
>>pidtool(Wzz)
```

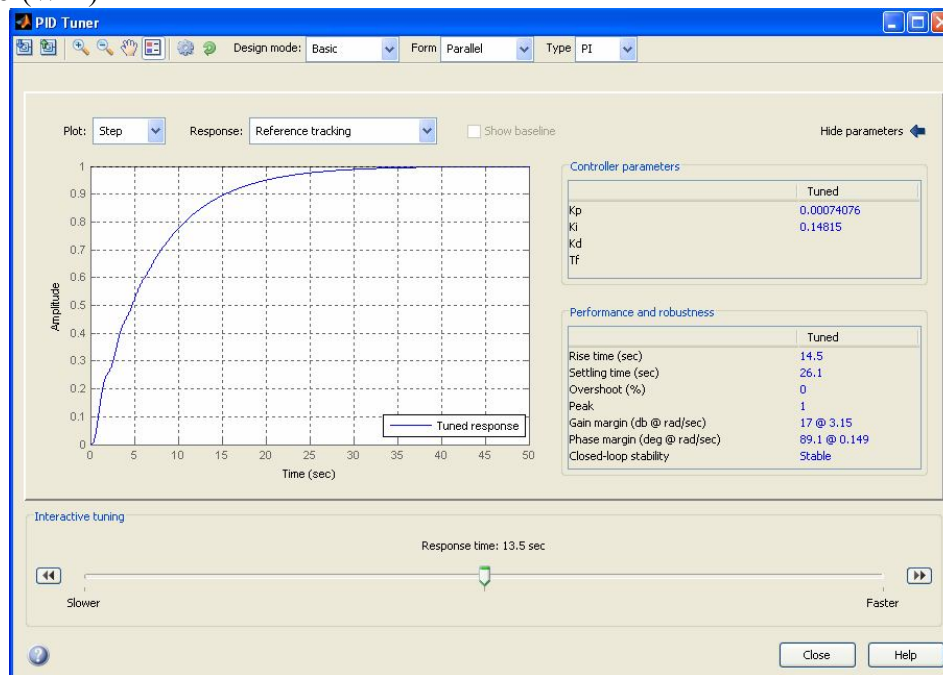


Рис.7.2

Функція `pidtune(Wzz,'PID')` підбирає регулятор за заданим видом регулятора для систем та також робить стійкими та покращує ЛАХ характеристики.

Приклад застосування цієї функції для даної замкнутої передаточної характеристики  $W_{zz}$  представлений на Рис7.3.

```
>> C=pidtune(Wzz,'PI')
Discrete-time PI controller in parallel form:
      Ts
Kp + Ki * -----
      z-1
with Kp = 0.00074076, Ki = 0.14815, Ts = 0.01

>> F=feedback(series(Wz,C),1,-1)
Transfer function:
3.691e-007 z^2 + 7.369e-007 z + 3.679e-007
-----
z^3 - 2.988 z^2 + 2.978 z - 0.99
Sampling time: 0.01
>> step(F)
```

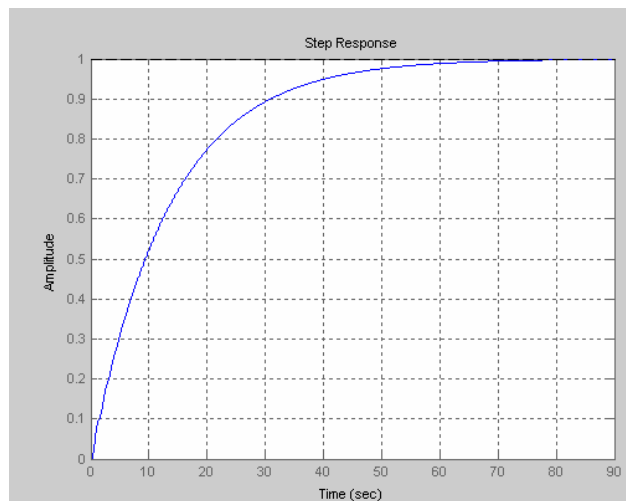


Рис.7.3

З даного рисунку видно, що в даному випадку застосовується ПІ-регулятор  $K_p = 0.00074$ ,  $K_i = 0.148$ , час встановлення  $t_s = 14,5$ , перелюгування  $\sigma = 0\%$ , система стійка.

## 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 цифровій формі в вигляді полінома за допомогою пакету Simulink та отримайте відгук розімкнутого кола системи та приймаємо проектне рішення щодо потрібних удосконалень цієї системи.
- 2.3 Введіть передаточну функцію цифровій системи в вигляді полінома в Control System Toolbox та отримайте відгук розімкнутого кола системи та приймаємо проектне рішення щодо потрібних удосконалень цієї системи.
- 2.4 На основі отриманих графіків визначити перерегулювання, регулювання, стійкість.
- 2.5 Якщо цифрова система нестійка, то застосувати перерегулятор. Якщо стійка, то покращити перехідну характеристику.
- 2.6 Промоделюйте цифрову систему з регулятором за допомогою пакету Simulink та отримайте перехідну характеристику.
- 2.7 Промоделюйте цифрову систему з регулятором в Control System Toolbox та отримайте перехідну характеристику.
- 2.8 Порівняйте отримані графіки цифрової перехідної характеристики системи з регулятором та без регулятора.
- 2.9 Порівняйте отримані графіки цифрової перехідної характеристики системи з безперервною перехідною характеристикою з регулятором та без регулятора.

### **3 Зміст звіту**

- 3.1 Назва та мета роботи.
- 3.2 Структурна схема системи автоматичного управління згідно свого завдання.
- 3.3 Результат виконання цифрової моделі даної структурної схеми в Simulink та графік отриманої перехідної характеристики без регулятора.

3.4 Результат виконання цифрової моделі отриманої в Control System Toolbox та графік отриманої перехідної характеристики без регулятора.

3.4 Результат виконання цифрової моделі даної структурної схеми в Simulink та графік отриманої перехідної характеристики з регулятором.

3.5 Результат виконання цифрової моделі отриманої в Control System Toolbox та графік отриманої перехідної характеристики з регулятором.

3.6 Розрахунок перерегулювання, регулювання без регулятора та з регулятором.

3.6 Опис визначення на стійкість цифрової системи без регулятора та з регулятором.

3.7 Аналіз графіків перехідних характеристик покращення цифрової системи автоматичного управління за допомогою регулятора, що отримали різними методами моделювання.

3.8 Аналіз графіків перехідних характеристик покращення цифрової системи автоматичного управління та безперервної системи автоматичного управління за допомогою регулятора, що отримали різними методами моделювання.

3.9 Висновки по роботі.

#### **4 Контрольні питання**

4.1 Дайте визначення часові характеристики дискретних систем?

4.2 Що собою являють часові характеристики дискретних систем?

4.3 Як застосувати регулятор для часових характеристик в системі MATLAB в Simulink?

4.4 Як застосувати регулятор в системі MATLAB для часових характеристик за допомогою Control System Toolbox?

4.5 Який вплив кожного із елементів регулятора на якість перехідних процесів?