

Лабораторна робота 8

Тема: СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРІВ ДЛЯ ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЧАСТОТНИМИ МЕТОДАМИ

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

1.1 Характеристика роботи замкнутої системи

Для прогнозування якості роботи замкнутої системи на основі відгуків розімкнутої системи використовуються такі положення:

1. На основі логарифмічного критерію сталості замкнутих систем відомо, що якщо частота зрізу розімкнутої системи, менша від частоти, на якій ФЧХ досягає значення -180^0 ($\omega_c < \omega_{pc} = -180^0$), то замкнута система буде стійкою.
2. Для систем 2-го порядку коефіцієнт демпфування замкнутої системи приблизно може бути визначеним як запас по фазі, віднесений до 100 (якщо запас по фазі має значення від 0^0 до 60^0). При запасах, більших від 60^0 , можна також використовувати це правило, але треба пам'ятати, що похибки в оцінці коефіцієнта демпфування дещо зростають.
3. Для систем 2-го порядку співвідношення між ξ (Zeta), смугою перепускання і часом зростання кривої перехідного процесу буде визначено далі, але приблизно за межу смуги перепускання можна прийняти частоту власних незгасаючих коливань.

1.2 Реалізація ПІД-регуляторів за допомогою Control System Toolbox

Використаємо вказані властивості при синтезі регулятора для системи, яка відповідає структурній схемі рис. 3.1. В якості регулятора будемо використовувати не тільки підсилювач, а і інші типи регуляторів з

передаточною функцією загального виду $G_c(p)$. Нехай об'єкт керування має передаточну функцію (7.1).

Проектуємий регулятор має задовольняти таким вимогам:

- забезпечувати нульову похибку в сталому режимі;
- перерегулювання не повинно перевищувати 40%;
- час усталення кривої перехідного процесу має бути ≤ 2 с.

Задачу синтезу регулятора можна вирішити графічним або чисельним методом. При використанні MATLAB графічний метод має явні переваги, тому будемо користуватися графічним методом синтезу регулятора. Спочатку побудуємо ЛАХ, для чого запишемо м-файл:

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

Графіки ЛАХ наведено на рис. 8.1:

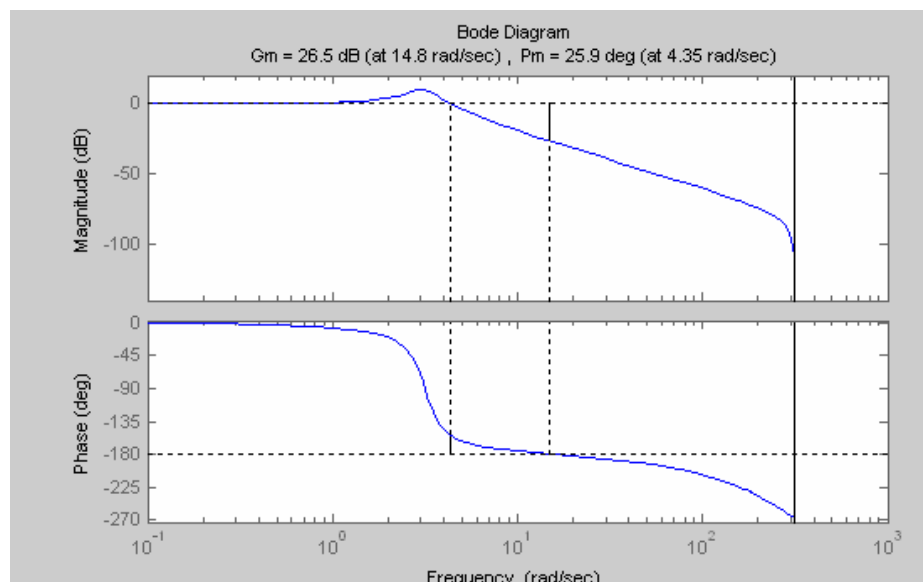


Рис. 8.1

На основі графіків ЛАХ можна визначити деякі характеристики системи.

Запас по амплітуді 26,5dB.

Запас по фазі для цього об'єкта керування складає приблизно $\Delta\varphi(\omega_c)=26^\circ$. Це відповідає значенню коефіцієнта демпфування $\Delta\varphi(\omega_c)/100 = 26^\circ/100=0,26$

З отриманих характеристик можна зробити висновок, що система стійка, тому потрібно покращити характеристики.

Отримані висновки можна перевірити шляхом моделювання в MATLAB відгуку замкненої системи на ступеневий вхідний сигнал. Для цього записуємо м-файл:

```
>> step(Wzz)
```

Результатом розрахунків є графік, наведений на рис. 8.2.

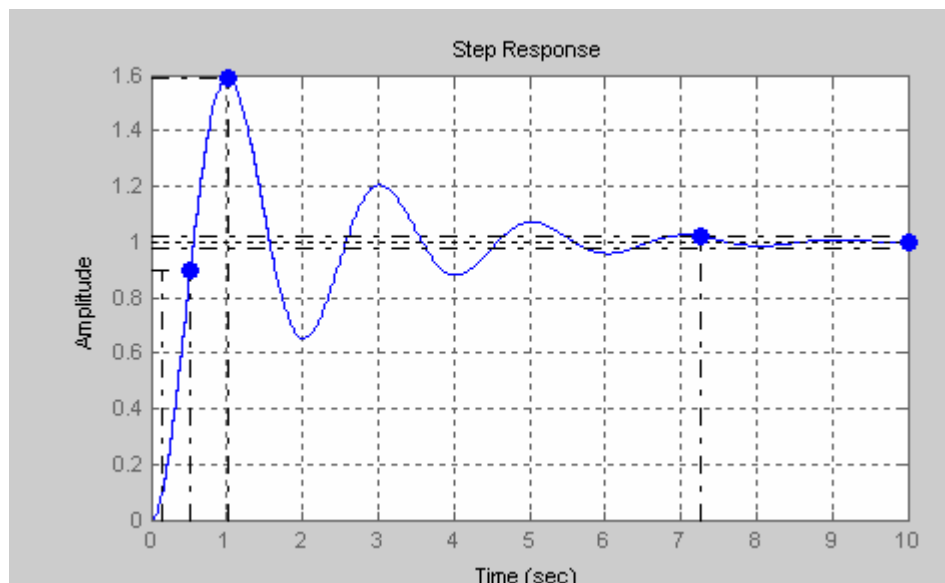


Рис. 8.2

Таким чином, результати попереднього аналізу властивостей об'єкта керування підтверджується: час зростання кривої перехідного процесу становить близько 7,26с, перегулювання $\sigma=60\%$.(див. рис. 8.2).

Далі необхідно вибрати регулятор, який буде відповідати сформульованим раніше вимогам.

Функція `pidtool(Wzz)` автоматично підбирає регулятор для систем та також робить стійкими та покращує ЛАХ характеристики. Приклад застосування цієї функції для даної замкнутої передаточної характеристики W_{zz} представлений на Рис8.3.

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

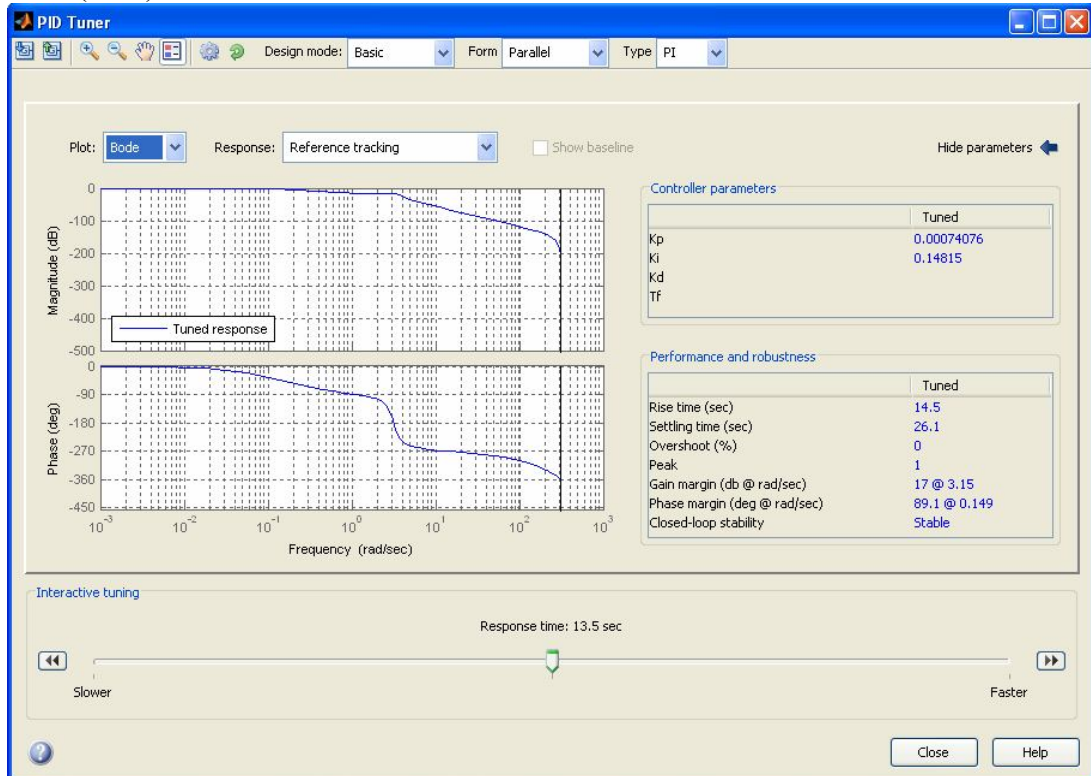


Рис.8.3

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

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 Рис8.4.

```
>> C=pidtune(Wzz,'PI')
Discrete-time PI controller in parallel form:
```

$$K_p + K_i * \frac{T_s}{z-1}$$

with $K_p = 0.00074076$, $K_i = 0.14815$, $T_s = 0.01$

```
>> 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
>> margin(F)

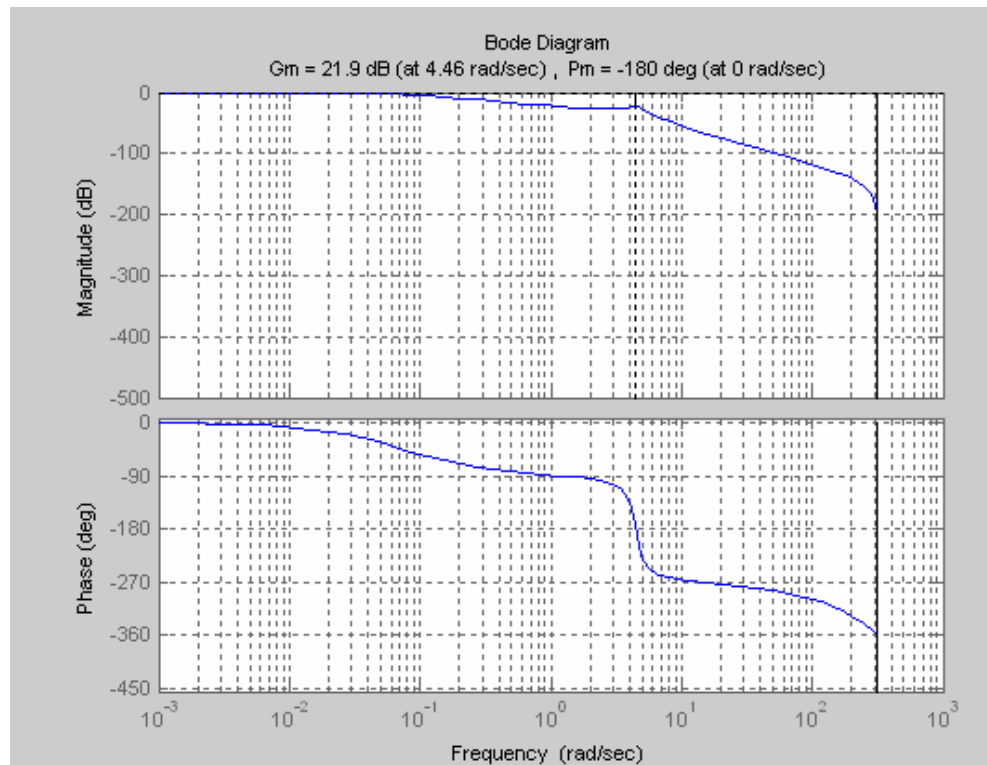


Рис.8.4

Для оцінки отриманих параметрів регулятора виконаємо моделювання системи і отримаємо перехідну характеристику замкнутої системи рис.8.5.

>> step(F)

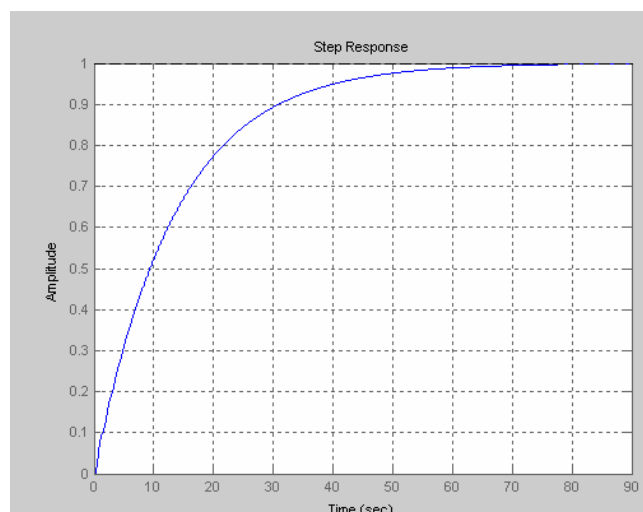


Рис.8.5

Графік перехідного процесу свідчить, що вимоги до проектуємої системи виконані.

Таким чином, спрощений варіант синтезу регулятора полягає в підборі структури та параметрів регулятора, які повинні забезпечити визначені в технічному завданні на проектування показники динамічних властивостей проектуємої системи.

2 Порядок виконання роботи

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

2.3 Введіть цифрову передаточну функцію в вигляді полінома в Control System Toolbox та отримайте ЛАХ характеристики.

2.4 На основі отриманих графіків визначити смугу пропускання, запас по фазі, перерегулювання, регулювання, коефіцієнт демпфування, стійкість.

2.5 Якщо система нестійка, то застосувати перерегулятор. Якщо стійка, то покращити ЛАХ (задачу синтезу регулятора вирішити графічним методом).

2.6 Для оцінки отриманих параметрів регулятора виконати моделювання цифрової системи і отримати перехідну характеристику замкненої системи

2.7 Порівняйте отримані графіки ЛАХ системи 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 моделі отриманої в Control System Toolbox та графік отриманої ЛАХ без регулятора.

3.4 Результат виконання моделі отриманої в Control System Toolbox та графік отриманої ЛАХ з регулятором.

3.6 Розрахунок смуги перепускання, запасу по фазі, перерегулювання, регулювання, коефіцієнту демпфування, визначення на стійкість.

3.7 Аналіз графіків ЛАХ покращення системи автоматичного управління за допомогою регулятора, що отримали.

3.8 Висновки по роботі.

4 Контрольні питання

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

4.2 Що собою являють частотні характеристики дискретних систем?

4.3 Дайте визначення кожної з частотних характеристик дискретних систем?

4.4 Як застосувати регулятор для частотних характеристик в системі MATLAB в Simulink?

4.5 Як застосувати регулятор в системі MATLAB для частотних характеристик за допомогою Control System Toolbox?