

Лекція №2

**Передаточна функція
систем автоматки.**

**Структурно-динамічні схеми
систем автоматки та їх
перетворення**

Питання 1. Статичні та динамічні характеристики лінійних систем автоматики

Можна виділити *три типових стани САУ*:

- спокій або рівноважний стан;
- періодичні рухи;
- перехідний процес.

Статична характеристика – залежність вихідного сигналу елемента або системи від вхідного в статичному режимі.

Статичний режим це такий режим, при якому всі сигнали, вхідні та вихідні, не змінюються у часі.

Ці характеристики визначаються або аналітично, або експериментально і представляються у вигляді: аналітичних залежностей, таблиць, графіків.

Статичні характеристики:

Коефіцієнт передачі елемента являє собою відношення вихідної величини елемента X до вхідної величини Z або відношення диференціалів вихідної dx величини до диференціалу вхідної величини dz .

Поріг чутливості – найменше значення вхідного сигналу, що здатне викликати зміну вихідного сигналу. Інтервал між порогами чутливості називається *зоною нечутливості*. Чим він більший тим елемент гірший.

Статичні характеристики:

Похибка елемента:

- абсолютна;
- відносна;
- наведенна.

Похибка, яка виникає при нормальних умовах експлуатації елемента (при яких він градувався), називається *основною*.

При відхиленні умов експлуатації від нормальних до основної похибки додається похибка, яка називається *додатковою*.

Динамічні характеристики:

Диференціальне рівняння

Передаточна функція.

Часові характеристики:

- одинична перехідна функція;
- імпульсна перехідна функція.

Частотні характеристики:

- амплітудно-фазова ЧХ;
- амплітудно-частотна;
- фазово-частотна.

Питання 2.

**Лінеаризація
диференціальних
рівнянь.**

Лінеаризація рівнянь елементів САУ

Лінеаризацією називається заміна нелінійного диференційного рівняння (ДР) наближеним до нього лінійним ДР.

Умови: а) заданий “опорний” (статичний) режим САУ. При цьому

$$z(t) = z_0 = \text{const}; \quad x(t) = x_0 = \text{const}.$$

б) під час роботи САУ відхилення змінних від “опорних” значень невелике:

$$z(t) = z_0 + \Delta z(t) \quad \Delta z(t) \rightarrow 0$$

$$x(t) = x_0 + \Delta x(t) \quad \Delta x(t) \rightarrow 0$$

ЗАДАЧА

Лінеаризувати нелінійне
диференціальне рівняння

Алгоритм приведення лінеаризованого диференційного рівняння до стандартної форми запису

1. Позбавляємось знаку Δ перед змінними Δx , Δz .
2. В лівій частині рівняння записуємо вихідний сигнал та його похідні (x), в правій вхідний сигнал та його похідні (z).
3. Приводимо рівняння до такого вигляду, коли коефіцієнт при вихідному сигналі x дорівнює 1.

Питання 3.

Передаточна функція

Пьер Симон Лаплас

23.03.1749 - 05.03.1827

астроном, физики

математик.

Основные астрономические работы Лапласа относятся к области небесной механики.

Физические исследования Лапласа относятся к областям молекулярной физики, теплоты, акустики, оптики.

Лаплас — автор фундаментальных работ по математике и математической физике, прежде всего — трактата **Аналитическая теория вероятностей**



«То, что мы знаем,
так ничтожно по
сравнению с тем,
что мы не знаем»

Пряме перетворення Лапласа:

$$X(p) = L\{x(t)\} = \int_0^{\infty} x(t) \cdot e^{-p \cdot t} dt \quad p = \sigma + j \cdot \omega$$

Зворотне перетворення Лапласа:

$$x(t) = L^{-1}\{X(p)\} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot j} \int_{\sigma - j \cdot \omega}^{\sigma + j \cdot \omega} X(p) \cdot e^{p \cdot t} dp$$

Основні властивості перетворення Лапласа:

1. адитивність: $A \cdot f(t) = A \cdot F(p)$
2. однорідність: $f(t) + g(t) = F(p) + G(p)$
3. Правило диференціювання:

$$f'(t) = p \cdot F(p)$$

У загальному вигляді лінеаризоване рівняння елемента має вигляд:

$$\begin{aligned} a_n \cdot x^{(n)}(t) + a_{n-1} \cdot x^{(n-1)}(t) + \dots + a_1 \cdot \dot{x}(t) + a_0 \cdot x(t) = \\ = b_m \cdot z^{(m)}(t) + b_{m-1} \cdot z^{(m-1)}(t) + \dots + b_1 \cdot \dot{z}(t) + b_0 \cdot z(t) \end{aligned}$$

Передаточна функція:

$$W(p) = \frac{b_m \cdot p^m + b_{m-1} \cdot p^{m-1} + \dots + b_1 \cdot p + b_0}{a_n \cdot p^n + a_{n-1} \cdot p^{n-1} + \dots + a_1 \cdot p + a_0} = \frac{X(p)}{Z(p)}$$

Передачною функцією

автоматичного пристрою називається відношення зображень по Лапласу вихідного сигналу до зображення по Лапласу вхідного сигналу при нульових початкових умовах

$$W(p) = \frac{L\{x(t)\}}{L\{z(t)\}} = \frac{X(p)}{Z(p)}$$

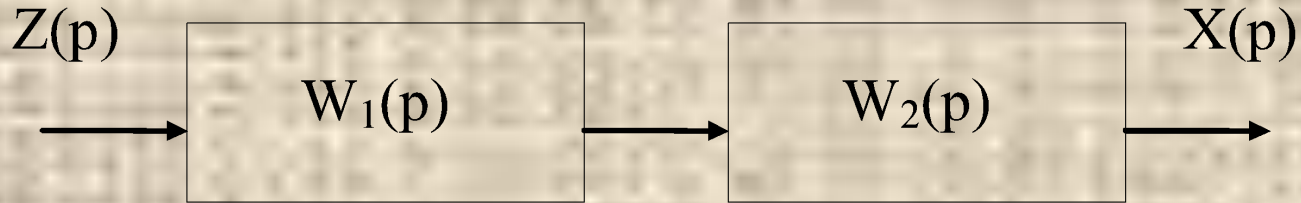
Питання 4.

**Структурно-динамічні
схеми систем
автоматики та їх
перетворення.**

В системах автоматичного управління застосовуються наступні з'єднання елементів:

- послідовне;
- узгоджено-паралельне;
- зустрічно-паралельне.

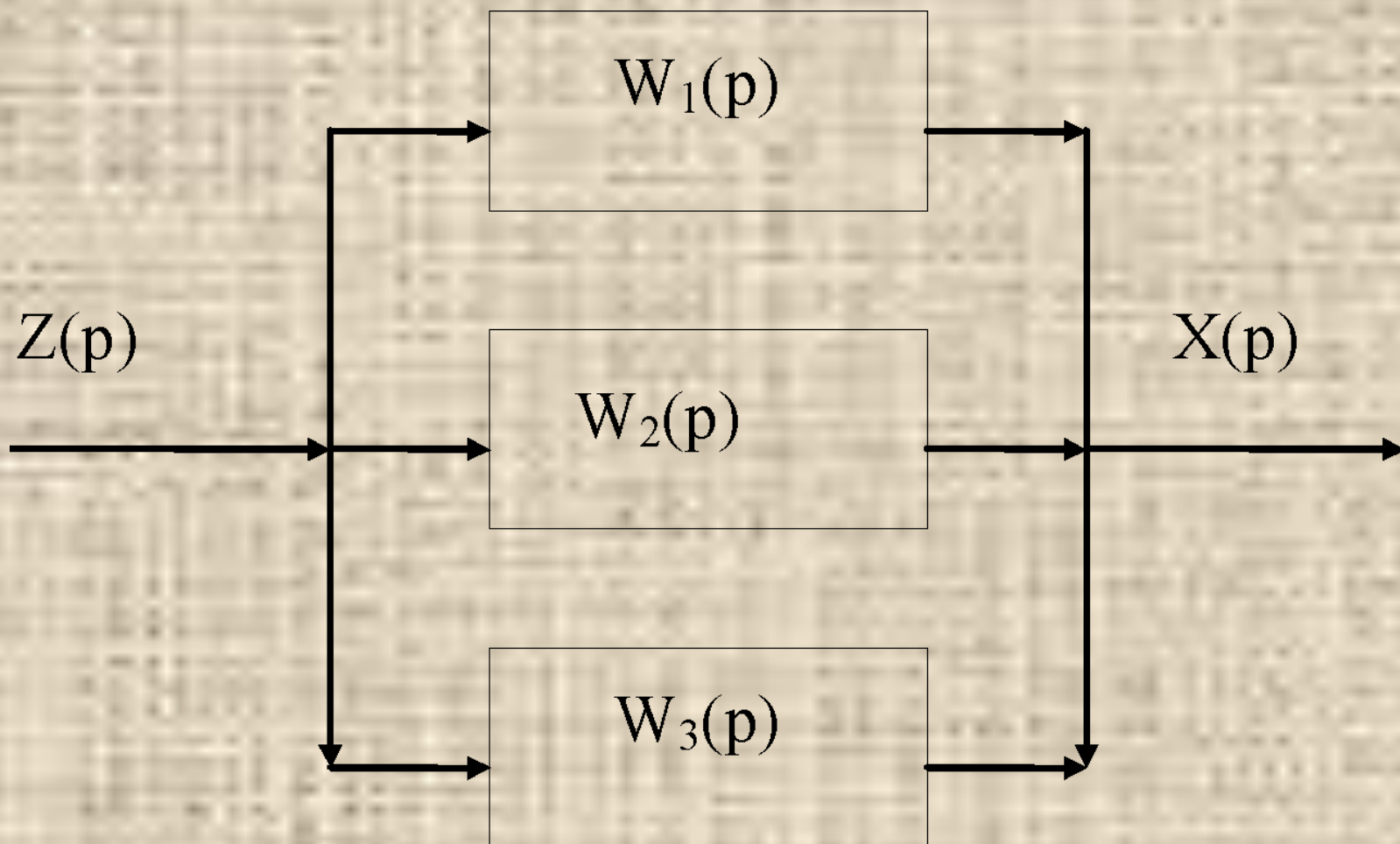
Структурно-динамічна схема послідовного з'єднання



Передаточна функція послідовного поєднання ланок дорівнює добутку передаточних функцій ланок, які входять в це з'єднання:

$$W(p) = \frac{X(p)}{Z(p)} = \prod_{i=1}^n W_i(p)$$

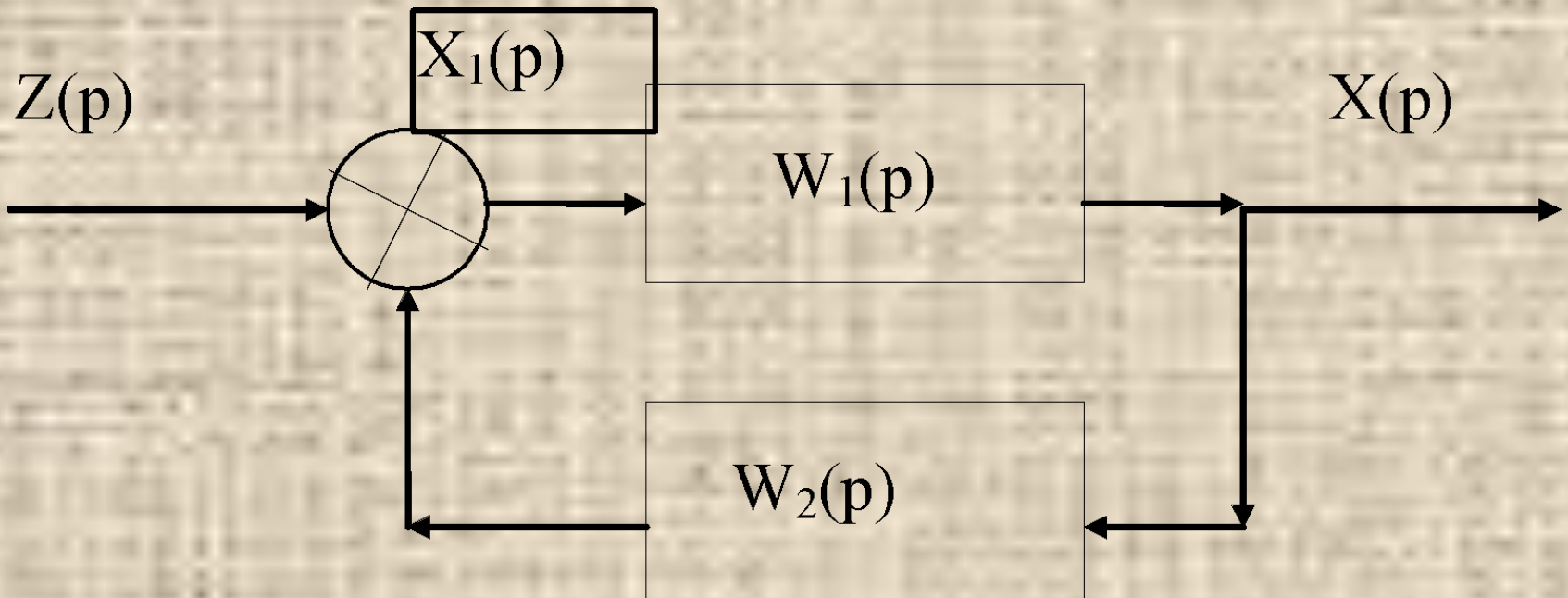
Структурно-динамічна схема узгоджено-паралельного з'єднання



Передаточна функція узгоджено-паралельного з'єднання ланок дорівнює алгебраїчній сумі передаточних функцій ланок, які входять в це з'єднання:

$$W(p) = \sum_{i=1}^n W_i(p)$$

Структурно-динамічна схема зустрічно-паралельного з'єднання



Передаточна функція зустрічно-паралельного з'єднання ланок є дріб, в чисельнику якого записується вираз для передаточної функції прямого ланцюга, а в знаменнику записується алгебраїчна сума одиниці та добутку передаточних функцій розімкнутого ланцюга.

$$W(p) = \frac{W_1(p)}{1 + W_1(p)W_2(p)}$$

Завдання на самопідготовку:

- Абрамов Ю.А. “Основы пожарной автоматики” стор. 94-102