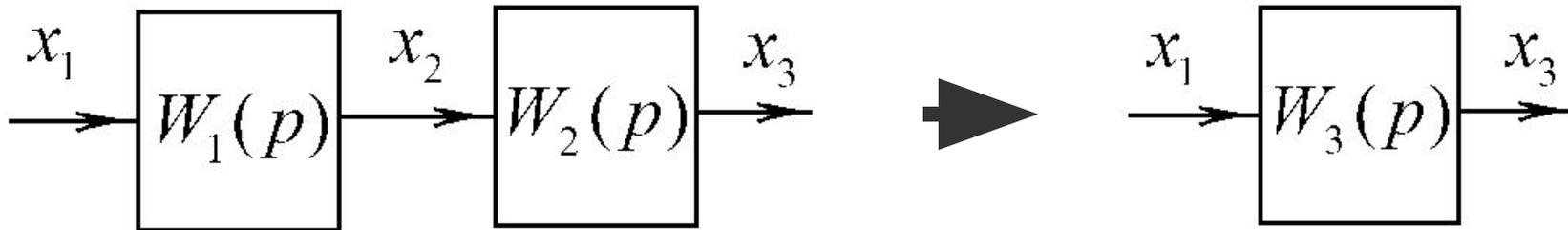

Тема 5. Структурные преобразования

Структурные преобразования

- 1. Последовательное соединение звеньев*
- 2. Параллельное соединение звеньев*
- 3. Перенос узла*
- 4. Перенос сумматора*
- 5. Преобразование схем с обратной связью*
- 6. Перестановка сумматоров*

Последовательное соединение звеньев



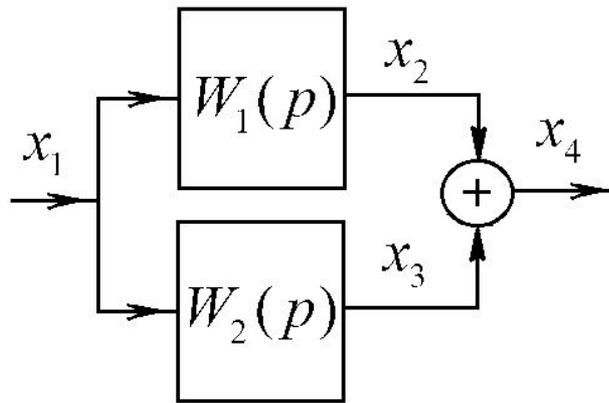
$$x_2 = W_1(p)x_1 \quad x_3 = W_2(p)x_2$$

$$x_3 = W_2(p)W_1(p)x_1$$

$$x_3 = W_3(p)x_1 \quad W_3(p) = W_1(p)W_2(p)$$

Передаточная функция для последовательно соединенных звеньев равна произведению передаточных функций этих звеньев

Параллельное соединение звеньев



$$x_2 = W_1(p)x_1 \quad x_3 = W_2(p)x_1$$

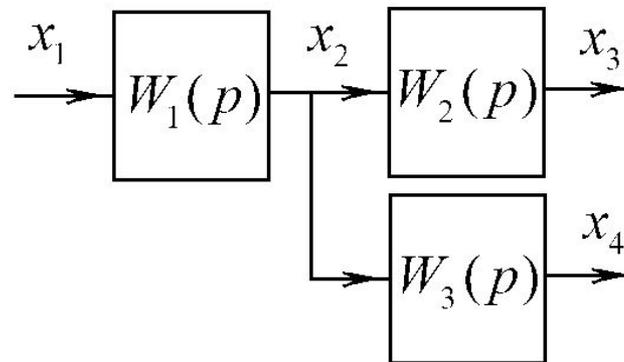
$$x_4 = x_2 + x_3$$

$$x_4 = W_1(p)x_1 + W_2(p)x_1 = [W_1(p) + W_2(p)]x_1$$

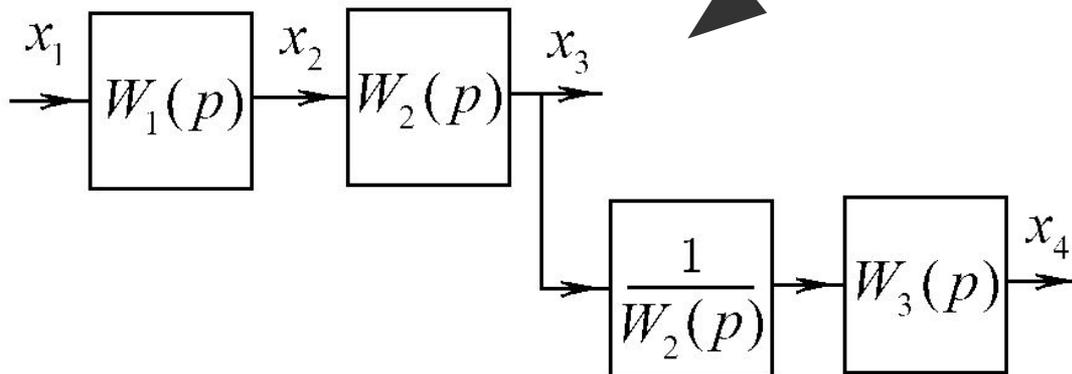
$$x_4 = W_3(p)x_1 \quad \blacktriangleright \quad W_3(p) = W_1(p) + W_2(p)$$

Передаточная функция для параллельно соединенных звеньев равна сумме передаточных функций этих звеньев

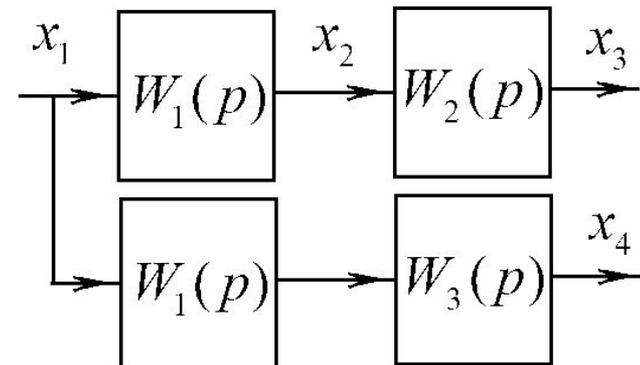
Перенос узла



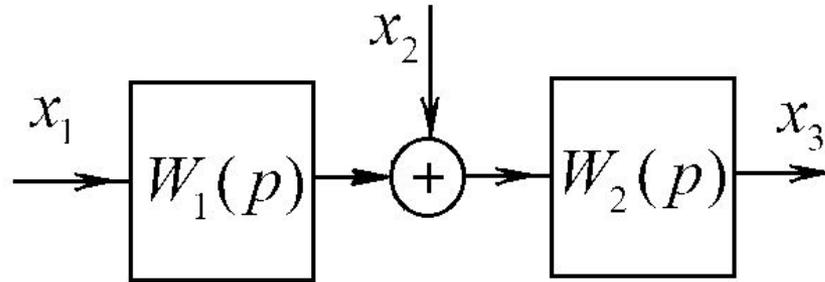
**Перенос узла
на выход звена:**



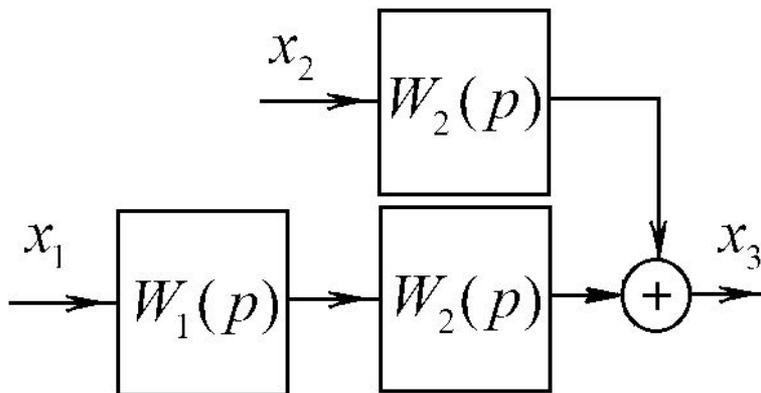
**Перенос узла
на вход звена:**



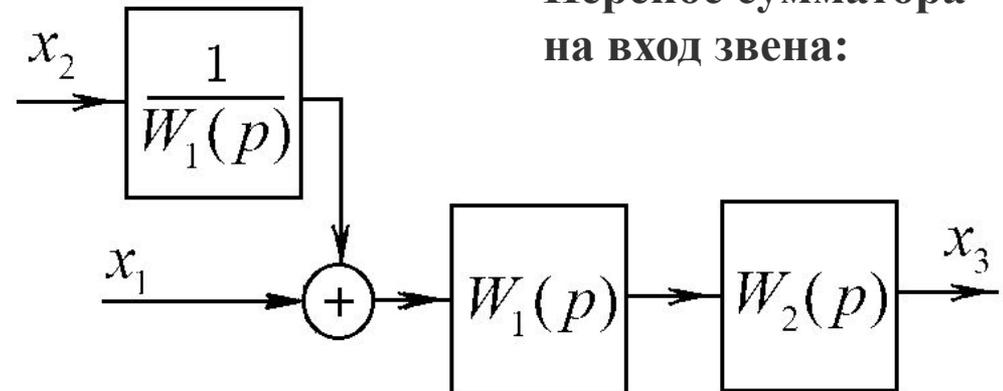
Перенос сумматора



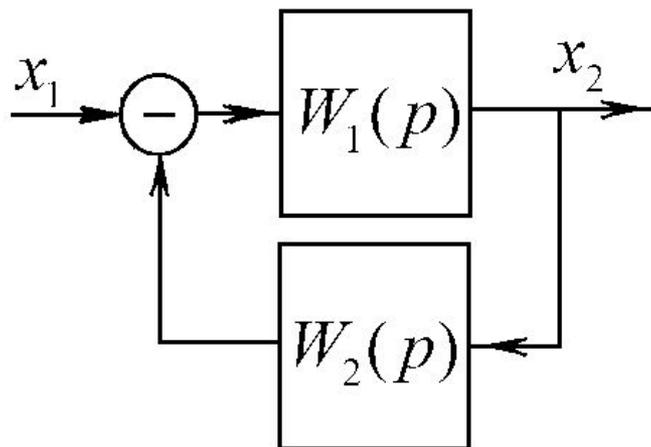
Перенос сумматора
на выход звена:



Перенос сумматора
на вход звена:



Преобразование схемы с отрицательной обратной связью



$$x_2 = W_1(p)[x_1 - W_2(p)x_2]$$

$$x_2 = W_1(p)x_1 - W_1(p)W_2(p)x_2$$

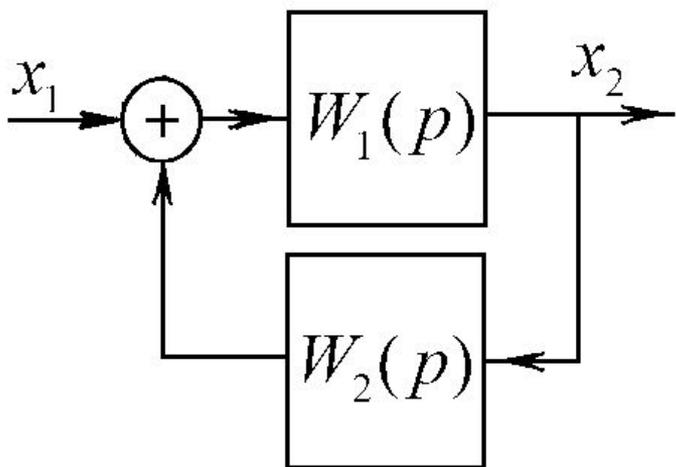
$$x_2 + W_1(p)W_2(p)x_2 = W_1(p)x_1$$

$$[1 + W_1(p)W_2(p)]x_2 = W_1(p)x_1$$

$$x_2 = \frac{W_1(p)}{1 + W_1(p)W_2(p)} x_1$$

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

Преобразование схемы с положительной обратной связью



$$x_2 = W_1(p)[x_1 + W_2(p)x_2]$$

$$x_2 = W_1(p)x_1 + W_1(p)W_2(p)x_2$$

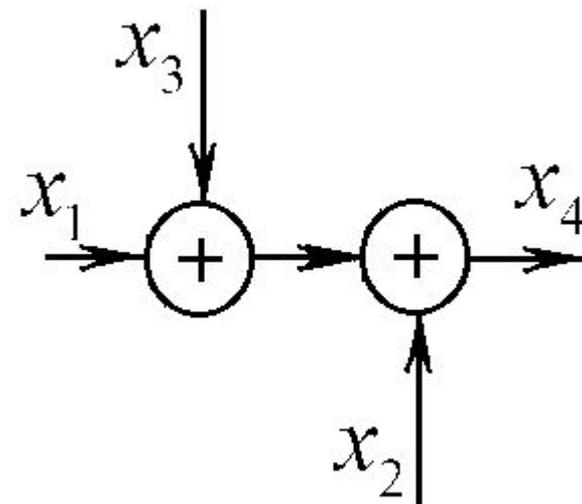
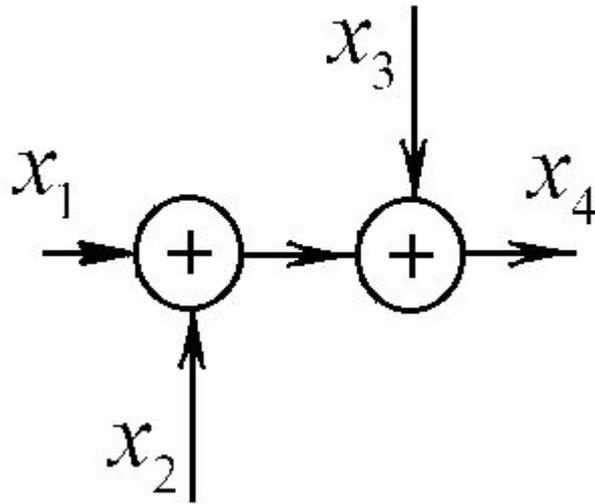
$$x_2 - W_1(p)W_2(p)x_2 = W_1(p)x_1$$

$$[1 - W_1(p)W_2(p)]x_2 = W_1(p)x_1$$

$$x_2 = \frac{W_1(p)}{1 - W_1(p)W_2(p)} x_1$$

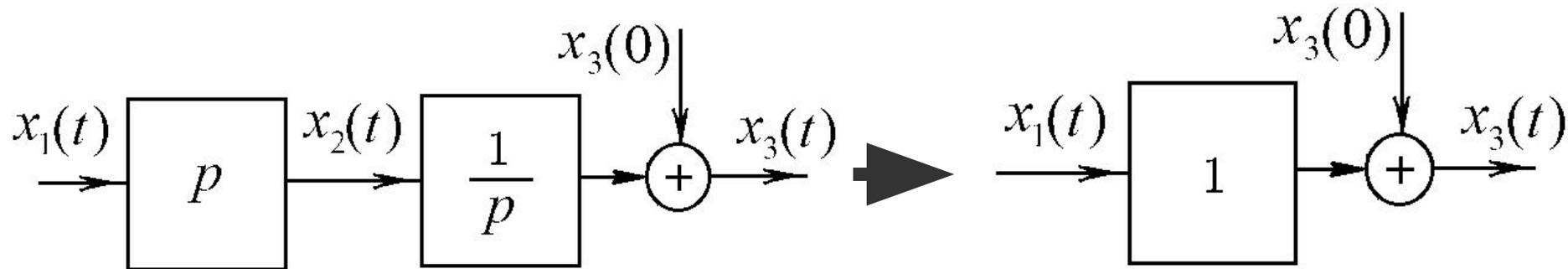
$$W(p) = \frac{W_1(p)}{1 - W_1(p)W_2(p)}$$

Перестановка сумматоров



Замечание: Аппарат передаточных функций совместно с правилами преобразований структурных схем может быть использован только в предположении, что в системе имеют место нулевые начальные условия.

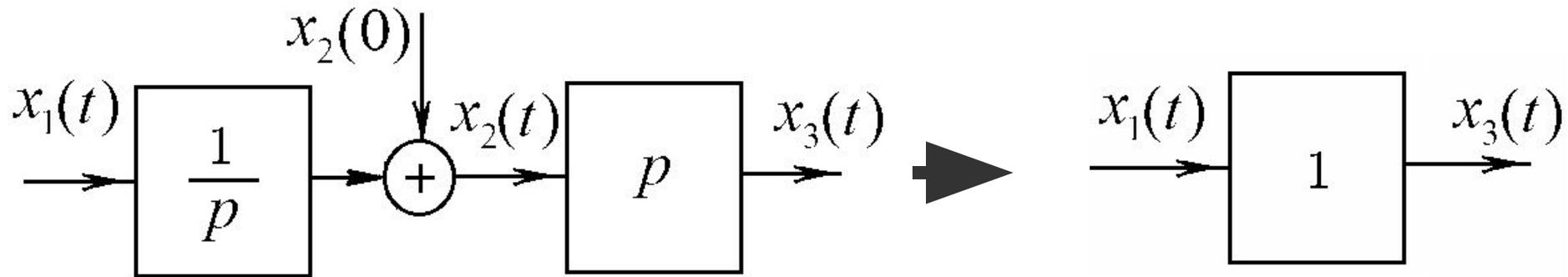
Пример (ненулевые начальные условия)



$$x_3(t) = x_3(0) + \int_0^t x_2(\tau) d\tau$$

$$= x_3(0) + \int_0^t \left[\frac{d x_1(\tau)}{d\tau} \right] d\tau = x_3(0) + x_1(t)$$

Пример (ненулевые начальные условия)



$$\begin{aligned}
 x_3(t) &= \frac{d x_2(t)}{dt} \\
 &= \frac{d}{dt} \left[x_2(0) + \int_0^t x_1(\tau) d\tau \right] = \frac{d}{dt} \left[\int_0^t x_1(\tau) d\tau \right] = x_1(t)
 \end{aligned}$$

Вывод: При ненулевых начальных условиях перестановка звеньев может изменить результат преобразования сигналов в системе.

Тема 6. Анализ устойчивости линейных непрерывных систем
