

Краткие сведения из теории

Преобразование структурных схем.

В реальных системах соединения звенья могут быть весьма различными, однако в конечном итоге они могут быть преобразованы к трем видам: последовательному, параллельному, а также в соединения с замкнутой обратной связью.

При последовательном соединении звеньев (рис. 1) выходная величина предыдущего звена без искажения поступает на вход последующего звена. При таком соединении звеньев входной величиной является входная величина первого по ходу сигнала звена, а выходной – выходная величина последнего из них.

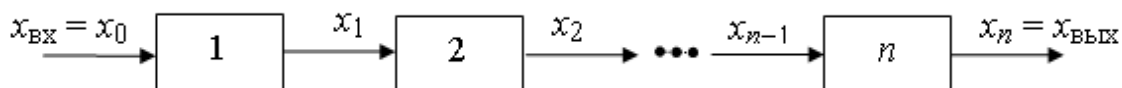


Рис. 1. Схема последовательного соединения звеньев

Таким образом, при последовательном соединении звеньев передаточная функция системы равна произведению передаточных функций входящих в нее звеньев.

При параллельном соединении звеньев (рис. 2) входной сигнал через узел разветвления поступает на входы всех элементарных звеньев. Выходные сигналы этих звеньев суммируются и направляются на выход соединения.

При параллельном соединении звеньев передаточная функция системы равна сумме передаточных функций входящих в нее звеньев.

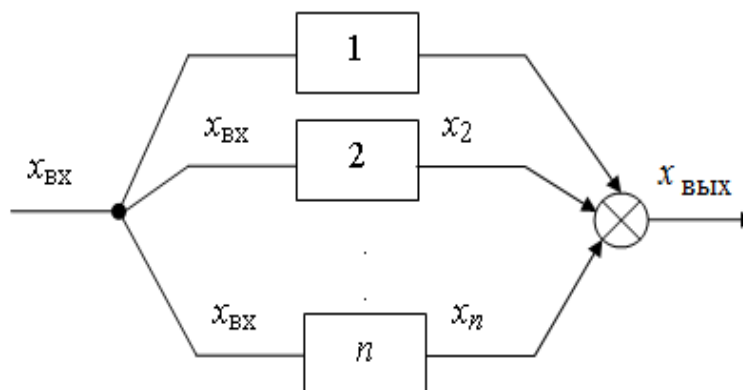


Рис. 2. Схема параллельного соединения звеньев

При замкнутой обратной связи (рис. 3) система состоит из двух цепочек звеньев, каждая из которых может представлять собой достаточно сложное соединение. При этом на вход первой цепочки звеньев подается сигнал x_0 , равный сумме входной величины соединения $x_{\text{ВХ}}$ и выходной величины второй цепочки звеньев $x_{\text{П}}$:

$$x_0 = x_{\text{ВХ}} + x_{\text{П}}.$$

Выходной величиной такого соединения $x_{\text{ВЫХ}}$ является выход k -го звена; одновременно этот же сигнал подается на вход $(k + 1)$ -го звена.

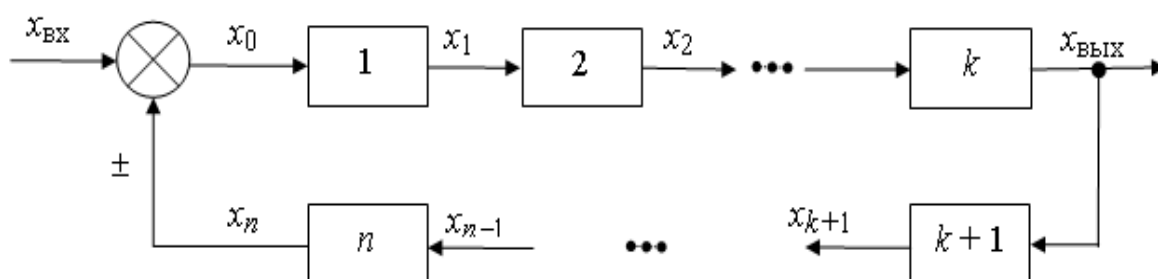


Рис. 3. Схема соединения при замкнутой обратной связи

Если сигнал с выхода обратной связи и основной входной сигнал соединения действуют в одном направлении, то обратная связь называется **положительной**, а если эти сигналы действуют в противоположных направлениях – **отрицательной**.

Таким образом, передаточная функция соединения с замкнутой положительной обратной связью представляет собой дробь, числитель которой равен передаточной функции цепочки звеньев прямой связи, а знаменатель – выражению: единица минус произведение передаточных функций цепочек прямой и обратной связей.

При **преобразовании структурных схем** возникает необходимость переноса и перестановки сумматоров и узлов.

При **переносе сумматора** по ходу сигнала необходимо добавить звено с передаточной функцией, равной передаточной функции звена, через которое переносится сумматор.

При **переносе узла** через сумматор, а также при перестановке сумматоров возникают неэквивалентные участки линии связи.

Передаточная функция по ошибке и возмущению

Рассмотрим схему замкнутой САР на рис. 4. На схеме отдельно обозначены передаточная функция управляющего устройства $W_1(p)$ и передаточная функция объекта управления $W_2(p)$.

Передаточная функция последовательного соединения звеньев $W = W_1 \cdot W_2$. Она же – передаточная функция разомкнутой системы. Следовательно,

$$W_E(p) = \frac{1}{1 + W(p)}. \quad (1)$$

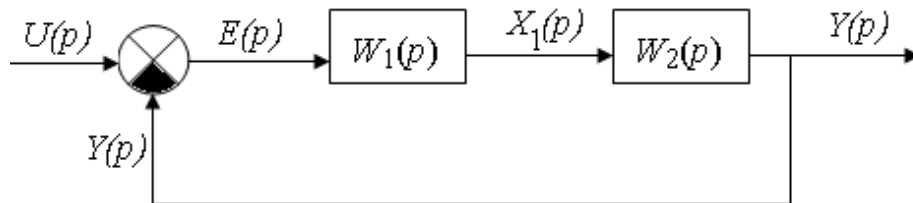


Рис. 4. Система, замкнутая отрицательной обратной связью

Передаточная функция по ошибке обратно пропорциональна передаточной функции разомкнутой системы.

Пусть система, помимо управляющего воздействия $U(p)$, испытывает возмущающее воздействие $Z(p)$. Дополним схему рис. 4 каналом возмущения. Получается система, которая имеет два входных воздействия и одно выходное, – рис. 5.

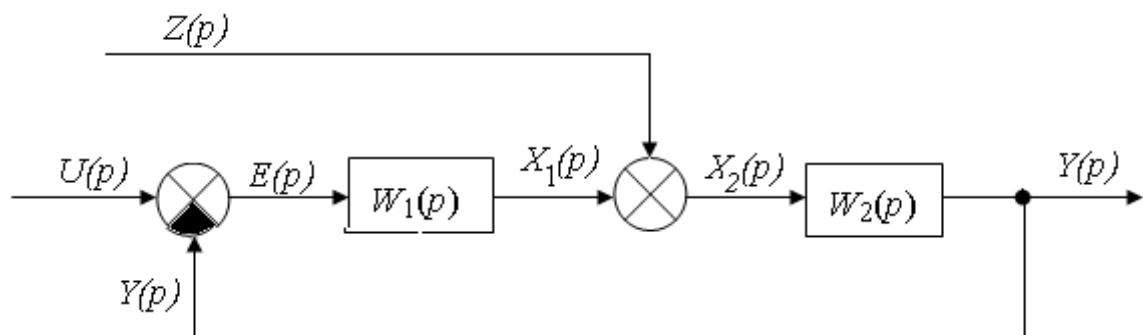


Рис. 5. Схема следящей САР под воздействием возмущения

По принципу суперпозиции каждый сигнал проходит через систему независимо от других. Это значит, что для каждого будет своя передаточная функция по возмущению:

$$W_z(p) = \frac{W_2(p)}{1 + W_1(p)W_2(p)} \quad (2)$$

и по управлению:

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

Произведение $W_1(p) \cdot W_2(p)$ представляет собой передаточную функцию разомкнутой системы $W(p)$. Поэтому формулу (2) можно записать в виде:

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

Передаточная функция по возмущению есть отношение передаточной функции звена в канале возмущения к передаточной функции разомкнутой системы, увеличенной на единицу.

Пример 1.

Интегрирующее звено соединяется последовательно с инерционным звеном. Какова будет передаточная функция системы?

Решение:

Передаточные функции звеньев:

$$K_1(p) = \frac{k_1}{T_1 p}, \quad K_2(p) = \frac{k_2}{T_2 p + 1}.$$

Согласно формуле, для последовательного соединения звеньев, передаточная функция системы

$$W(p) = \prod_{i=1}^n K_i(p).$$

Тогда

$$W(p) = K_1(p)K_2(p) = \frac{k_1}{T_1 p} \cdot \frac{k_2}{T_2 p + 1} = \frac{k}{p(T_2 p + 1)},$$

где $k = k_1 k_2 / T_1$.

4. Содержание занятия

Задания по тематике.

Задача 1.

Разомкнутую систему из последовательно соединённых двух одинаковых инерционных звеньев замыкают. Найти передаточную функцию при $k = 2$, $T = 11$.

Задача 2.

Интегрирующее звено соединяется последовательно с инерционным звеном. Соединение охватывается жёсткой отрицательной обратной связью. Найти передаточную функцию.

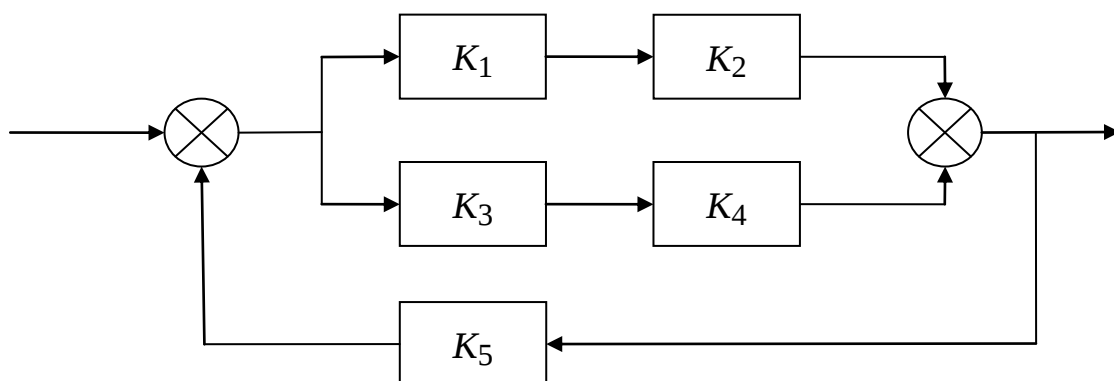
Задача 3.

Усилительное звено $K_1 = 2$ последовательно соединяется с инерционным $K_2 = \frac{1}{2p + 1}$. К цепочке параллельно подсоединяется интегрирующее звено $K_3 = \frac{3}{2p}$.

Найти передаточную функцию системы методом обратного движения.

Задача 4.

Система имеет вид



Найти передаточную функцию системы, если

$$K_1 = \frac{2}{3p+1}, \quad K_2 = \frac{1}{2p}, \quad K_3 = \frac{3p}{5p+1}, \quad K_4 = \frac{2p}{5p+1}, \quad K_1 = \frac{1}{3p}.$$