

Тема ПЕРЕДАТОЧНАЯ ФУНКЦИЯ.
СПОСОБЫ СОЕДИНЕНИЯ ЗВЕНЬЕВ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИКИ

1. Понятие о передаточной функции
2. Последовательное соединение звеньев
3. Параллельное соединение звеньев
4. Охват звена обратной связью

1. ПОНЯТИЕ О ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ

Для целей *анализа* (исследования) и *синтеза* (проектирования) САУ линейные уравнения, содержащие производные и (или) интегралы преобразуют в *операторную форму*. При этом используются соотношения, известные из высшей математики (табл. 1).

Таблица 1
Оригиналы и их изображения в операторной форме

Оригинал	Изображение
$\frac{dx}{dt}$	px
$a \frac{dx}{dt}$	apx
$a \frac{d^2x}{dt^2}$	ap^2x
...	...
$a \frac{d^nx}{dt^n}$	ap^nx
$a \int xdt$	$\frac{ax}{p}$

где (p) - дифференциальный оператор, выражающий операцию взятия производной от записываемой за ним переменной величины.

Пусть автоматическая система описана дифференциальным уравнением вида:

$$a_3 \frac{d^3y}{dt^3} + a_2 \frac{d^2y}{dt^2} + a_1 \frac{dy}{dt} + a_0 \cdot y = b_0 \cdot x \quad (1)$$

где t – аргумент (время);

$x = x(t)$ – произвольная функция (сигнал на входе);

$a = \text{const}$ – постоянный коэффициент.

b_0 – коэффициент.

В операторной форме уравнение (1) запишется следующим образом:

$$(a_3p^3 + a_2p^2 + a_1p + a_0)y = b_0x \quad (2)$$

Отсюда получаем выражение передаточной функции системы:

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = \frac{b_0}{a_3p^3 + a_2p^2 + a_1p + a_0} \quad (3)$$

Передаточная функция системы представляет отношение сигнала на выходе (y) к сигналу на входе (x), записанное в операторной форме.

Если рассматривается статическая система, то после окончания в ней переходного процесса устанавливается равновесие при постоянных значениях входа и выхода. При этом производные в уравнении (1) становятся равными нулю, а дифференциальное уравнение передаточной функции

обращается в свою частную форму алгебраического уравнения статической характеристики, которая имеет частный вид передаточного коэффициента:

$$W(p) = K = \frac{y}{x} \tag{4}$$

2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ЗВЕНЬЕВ

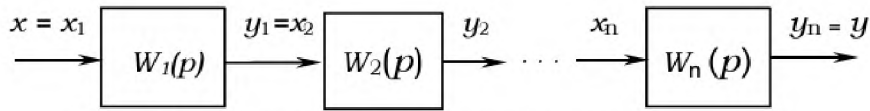


Рис. 1 Схема последовательного соединения звеньев

При последовательном соединении элементов (рис. 1) выход каждого предыдущего из них оказывается входом последующего.

Для такой системы имеют место следующие соотношения:

$$y = x \cdot [W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot \dots \cdot W_n(p)] = x \cdot W_c(p) \tag{5}$$

где $W_1(p), W_2(p), \dots, W_n(p)$ – передаточные функции элементов автоматической системы; $W_c(p)$ – передаточная функция системы:

$$W_c(p) = W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot \dots \cdot W_n(p) = \prod_1^n W_i(p) \tag{6}$$

Таким образом, передаточная функция системы из последовательно соединенных элементов будет равна произведению передаточных функций этих элементов.

Для статической системы аналогично определяется передаточный коэффициент:

$$K_c = K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_n \tag{7}$$

3. ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ЗВЕНЬЕВ

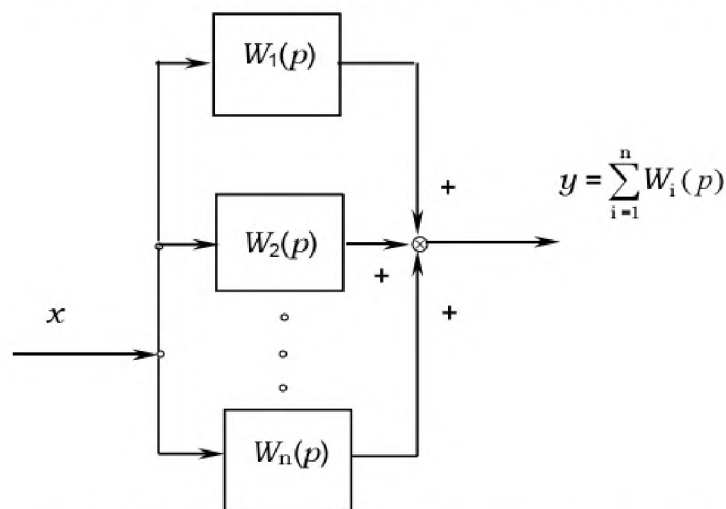


Рис. 2. Схема параллельного соединения звеньев

Этот вид соединения характерен тем, что на каждый из элементов (рис. 2) подается одно и то же входное воздействие, а выходы всех элементов суммируются.

Для данной системы можно записать следующее уравнение:

$$y = x \cdot [W_1(p) + W_2(p) + \dots + W_n(p)] = x \cdot W_c(p) \quad (8)$$

Отсюда передаточная функция системы будет определяться:

$$W_c(p) = W_1(p) + W_2(p) + \dots + W_n(p) = \sum_1^n W_i(p) \quad (9)$$

Таким образом, передаточная функция системы из параллельно соединенных элементов будет равна сумме передаточных функций этих элементов.

Для статической системы можно записать:

$$K_c = K_1 + K_2 + \dots + K_n \quad (10)$$

4. ОХВАТ ЗВЕНА ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

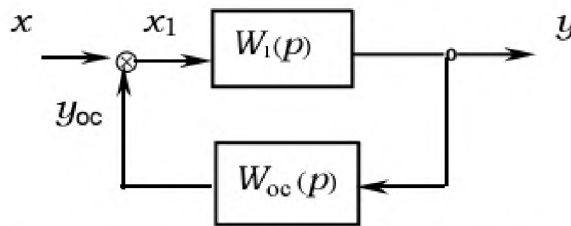


Рис. 3. Схема охвата звена обратной связью

Сущность обратной связи (рис. 3) заключается в том, что выход Y основного звена с передаточной функцией $W_1(p)$ сообщается на вход системы через звено обратной связи $W_{oc}(p)$, где алгебраически суммируются с внешним входным воздействием X . В результате этого непосредственно на входе основного звена будет сигнал:

$$x_1 = x \pm y_{oc} \quad (11)$$

где y_{oc} - сигнал обратной связи:

$$y_{oc} = W_{oc}(p) \cdot y \quad (12)$$

Общее уравнение для системы с обратной связью будет иметь вид:

$$y = \frac{W_1(p)}{1 \pm W_1(p) \cdot W_{oc}(p)} \cdot x \quad (13)$$

Передаточная функция данной системы определяется:

$$W_c(p) = \frac{W_1(p)}{1 \pm W_1(p) \cdot W_{oc}(p)} \quad (14)$$

В знаменателе знак (-) соответствует положительной обратной связи, т.е. выходной сигнал (y) будет увеличиваться. А знак (+) соответствует отрицательной обратной связи, т.е. выходной сигнал (y) будет уменьшаться.

Для статической системы будет справедливой формула:

$$K_c = \frac{K_1}{1 \pm K_1 \cdot K_{oc}} \quad (15)$$

Где K_1 и K_{oc} – передаточные коэффициенты основного элемента и элемента обратной связи соответственно.