

Лабораторная работа № 7

Исследование типовых (элементарных) динамических звеньев. Апериодическое звено второго порядка.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучение апериодического звена второго порядка методом моделирования с помощью временных и частотных характеристик.

ВВЕДЕНИЕ В РАБОТУ

Апериодическое звено второго порядка строго говоря не является элементарным звеном, так как может быть получено последовательным соединением двух апериодических звеньев первого порядка. Исследование этого звена здесь – иллюстрация простейшего примера последовательного соединения элементарных звеньев в более сложные системы (рис. 7.1).

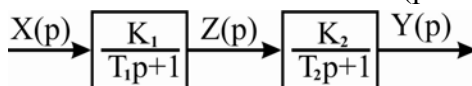


рис. 7.1

Имея передаточные функции звеньев:

$$\begin{aligned} W_1(p) &= \frac{Z(p)}{X(p)} = \frac{K_1}{T_1 p + 1} \\ W_2(p) &= \frac{Y(p)}{Z(p)} = \frac{K_2}{T_2 p + 1} \end{aligned} \quad (7.1)$$

можно получить передаточную функцию апериодического звена второго порядка, которая равна произведению передаточных функций последовательно соединенных звеньев:

$$W(p) = W_1(p) \cdot W_2(p) \quad (7.2)$$

подставляя $W_1(p)$ и $W_2(p)$ получим:

$$W(p) = \frac{K_1}{T_1 p + 1} \cdot \frac{K_2}{T_2 p + 1} = \frac{K_1 K_2}{T_1 T_2 p^2 + (T_1 + T_2)p + 1} \quad (7.3)$$

Дифференциальное уравнение, описывающее работу апериодического звена второго звена можно получить тремя способами:

- рассматривая структурную схему рис. 7.1

$$T_1 \frac{dz}{dt} + z = K_1 x;$$

$$T_2 \frac{dy}{dt} + y = K_2 z,$$

если из этих уравнений исключить промежуточную переменную « $z(t)$ », получим искомое уравнение (желающие могут попробовать получить его самостоятельно).

- исходя из физической работы звена;

- по передаточной функции (простейший в нашем случае вариант), заменяя оператор Лапласа « p » на « $\frac{d}{dt}$ ». В результате из выражения (7.3) получим (7.4)

$$T_1 T_2 \frac{d^2 y}{dt^2} + (T_1 + T_2) \frac{dy}{dt} + y = K_1 K_2 x. \quad (7.4)$$

Решением дифференциального уравнения (7.4) при нулевых начальных условиях, описывающим переходный процесс, является уравнение:

$$y(t) = x(t) K_1 K_2 \left(1 - \frac{T_1}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t}{T_1}} + \frac{T_2}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t}{T_2}} \right). \quad (7.5)$$

Приведем так же уравнения амплитудно-частотной (7.6) и фазочастотной (7.7) характеристик

$$A(\omega) = \frac{K_1 K_2}{\sqrt{(T_1^2 \omega^2 + 1)(T_2^2 \omega^2 + 1)}}; \quad (7.6)$$

$$\varphi(\omega) = -\arctg(T_1 \omega) - \arctg(T_2 \omega). \quad (7.7)$$

Порядок выполнения работы:

1. По дифференциальному уравнению составьте структурную математическую модель звена.
2. Снимите переходные характеристики звена, т.е. графики $y(t)$ при последовательном изменении X_0 , K_1 , T_1 , K_2 , T_2 (см л.р. №1).
3. Снимите частотные характеристики звена, т.е. графики **АЧХ**, **ЛАФЧХ** и **АФЧХ** при последовательном изменении K_1 , T_1 , K_2 и T_2 .

Отчет должен содержать:

1. Дифференциальное уравнение и решение дифференциального уравнения.
2. Передаточную функцию.
3. Структурные схемы по дифференциальному уравнению и по передаточной функции.
4. Графики по изучению влияния каждой указанной величины с уравнением для варианта с заданными параметрами.

Возможные вопросы на защите:

1. Что такое модуль и амплитудно-частотная характеристика ?
2. Что такое коэффициент передачи (два определения) ?
3. На что влияет постоянная времени ?
4. Что такое сдвиг фаз и фазочастная характеристика ?
5. Что такое полоса пропускания (рабочая полоса частот) ?
6. Как построить аппроксимированную **ЛАЧХ** ?
7. Укажите величину ошибки при построении аппроксимированной характеристики ?
8. Как определить параметры звена по характеристикам ?

ВНИМАНИЕ:

На вопрос – «Какой сигнал ?». Необходимо обязательно указать форму и параметры сигнала.