федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный морской технический университет»
КАФЕДРА СУДОВОЙ АВТОМАТИКИ И ИЗМЕРЕНИЙ
Лаборатория моделирования динамических систем
ДИСЦИПЛИНА: «Теория автоматического управления»

Лабораторная работа № 2

Исследование динамики регулятора Ф. Дженкина.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучение динамики регулятора Ф. Дженкина с помощью переходных процессов (временных характеристик) в зависимости от каждой из побудительных причин и параметров регулятора.

ВВЕДЕНИЕ В РАБОТУ

Математической моделью (дифференциальной математической моделью) регулятора является выражение

$$T_r^2 \ddot{\mu} + T_k \dot{\mu} = \varphi, \tag{2.1}$$

или в форме Коши

$$\ddot{\mu} = -\frac{T_k}{T_r^2}\dot{\mu} + \frac{1}{T_r^2}\varphi. \tag{2.2}$$

Данную модель (дифференциальное уравнение второго порядка) можно представить в виде двух дифференциальных уравнений первого порядка:

$$\begin{cases} \dot{\mu} = \psi\ ; \\ \dot{\psi} = -\dfrac{T_k}{T_r^2}\psi + \dfrac{1}{T_r^2}\varphi . \end{cases}$$

так же модель в интегральной форме (интегральная математическая модель) принимает вид:

$$\mu = \mu_0 + \frac{T_k}{T_r^2}\mu_0 t + \dot{\mu}_0 t - \frac{T_k}{T_r^2} + \frac{1}{T_r^2}\int_0^t\int_0^t \varphi\, dt\, dt$$

или

$$\begin{cases} \mu = \mu_0 + \displaystyle\int_0^t \psi\, dt\ ; \\ \psi = \psi_0 + \displaystyle\int_0^t \left(-\frac{T_k}{T_r^2}\psi + \frac{1}{T_r^2}\varphi\right) dt . \end{cases}$$

В модели обозначено:

T_r^2 – коэффициент, характеризующий инерционные свойства регулятора, [сек^2];
T_k – коэффициент, характеризующий демпфирующие свойства, [сек];
$\mu(t)$ – регулирующее воздействие на объект регулирования (выходной сигнал регулятора);
$\dot{\mu}(t)$ – первая производная от $\mu(t)$ (скорость регулирующего воздействия);
$\ddot{\mu}(t)$ – вторая производная от $\mu(t)$ (ускорение регулирующего воздействия);
$\varphi(t)$ – регулируемая величина объекта (входной сигнал регулятора);
$\mu_0 = \mu(0)$, $\dot{\mu}_0 = \dot{\mu}(0)$ – начальные отклонения от некоторого состояния равновесия (невозмущенного движения);
$\psi(t)$, $\dot{\psi}(t)$, $\psi_0 = \psi(0)$ – промежуточная переменная, ее скорость и начальное отклонение.

Уравнение вынужденного движения для $\varphi(t)=\varphi_0$, $\mu_0=\mu(0)$, $\dot{\mu}_0=\dot{\mu}(0)$ определяется выражением:

$$\mu(t)=\mu_o+\frac{T_r^2}{T_k}\left(\dot{\mu}_o+\frac{\varphi_o}{T_k}\right)\left(1-e^{-\frac{T_k}{T_r^2}t}\right)+\frac{\varphi_o}{T_k}t\,.$$

Для частного случая $\mu_0=\dot{\mu}_0=0$ и $\varphi(t)=\varphi_0$ уравнение движения принимает вид:

$$\mu(t)=\frac{T_r^2}{T_k^2}\varphi_0\left(1-e^{-\frac{T_k}{T_r^2}t}\right)+\frac{\varphi_o}{T_k}t\,.$$

Для случая $\varphi(t)=0$, $\mu_0\neq 0$ и (или) $\dot{\mu}_0\neq 0$ (свободное движение) уравнение принимает вид:

$$\mu(t)=\mu_0+\frac{T_r^2}{T_k}\dot{\mu}_0\left(1-e^{-\frac{T_k}{T_r^2}t}\right).$$

Порядок выполнения работы:

1. По дифференциальным уравнениям составьте структурную математическую модель регулятора.
2. Получите значения параметров регулятора Ф. Дженкина у преподавателя
3. Снимите переходные характеристики, то есть графики $\mu(t)$, при последовательном изменении побудительных причин, параметров регулятора:
   - $\mu(t)$ при $\varphi=\varphi_0=const$, $\mu_0=0$, $\dot{\mu}_0=0$;
   - $\mu(t)$ при $\varphi=0$, $\mu_0\neq 0$, $\dot{\mu}_0=0$;
   - $\mu(t)$ при $\varphi=\varphi_0=const$, $\mu_0=0$, $\mu_0\neq 0$;
   - $\mu(t)$ при $\varphi=\varphi_0=const$, $\mu_0\neq 0$, $\dot{\mu}_0=0$;
   - $\mu(t)$ при $\varphi=\varphi_0=const$, $\mu_0=0$, $\dot{\mu}_0\neq 0$

ВНИМАНИЕ!

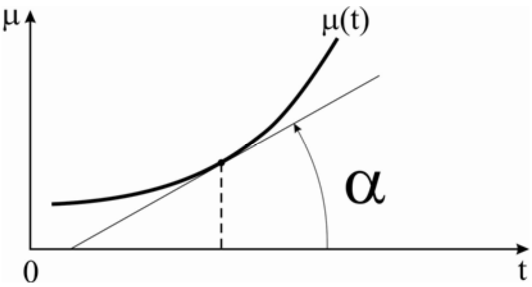

рис. 2.1

1. Физический смысл первой производной $\dot{\mu}(t)$ - мгновенная скорость изменения функции $\mu(t)$.
2. Геометрический смысл первой производной – тангенс угла между касательной к графику функции $\mu(t)$ и осью абсцисс (рис. 2.1).

Из рис. 2.1 видно, что $\dot{\mu}(t)=tg\alpha$.

4. Для графиков $\mu(t)$ с заданными параметрами на одном с ними поле постройте графики $\dot{\mu}(t)$.

Отчет должен содержать:

1. Дифференциальное уравнение и решение дифференциального уравнения.
2. Структурную схему исследуемого объекта.
3. Графики по изучению влияния каждой указанной величины.

Возможные вопросы на защите:

1. В чем заключается физический и геометрический смысл первой производной ?
2. Вопросы к первой лабораторной работе.