

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт компьютерных наук и технологий
Кафедра компьютерных систем и программных технологий

Отчет по лабораторной работе №4
по дисциплине "Основы теории управления"

Оптимизация качества системы

Выполнил: студент группы 43501/3 Волкова М.Д.

Преподаватель: Нестеров С.А.

Санкт-Петербург
2018 г.

Содержание

1	Цель работы	2
2	Программа работы	2
3	Индивидуальное задание	2
4	Ход работы	2
4.1	Исходные данные замкнутой системы	2
4.2	Статическая ошибка	3
4.3	Корневые критерии качества	3
4.4	Анализ полученной системы	3
5	Вывод	5

1 Цель работы

Научиться определять оптимальные критерии качества для замкнутой системы.

2 Программа работы

- Определить область устойчивости
- Определить величину статической ошибки.
- Получить корневые критерии качества.
- Получить частотные критерии качества.
- Получить интегральные критерии качества.
- Промоделировать процессы в системе при оптимальных параметрах при наличии шума и без.

3 Индивидуальное задание

Вид управляющего устройства: ПД (изодромное звено).

$$x'' + 2x' + 0.75x = 0.75u$$

$$W(p) = \frac{0.75}{p^2 + 2p + 0.75}$$

4 Ход работы

4.1 Исходные данные замкнутой системы

Структура исследуемой системы с добавлением изодромного звена и шума:

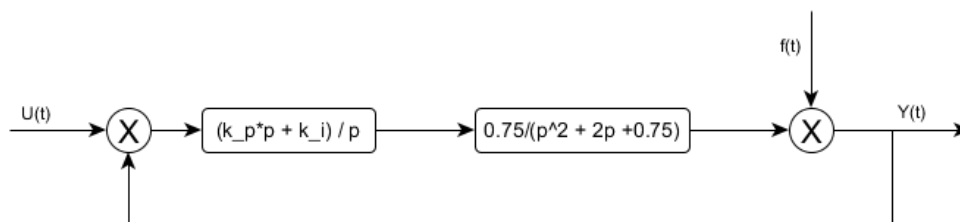


Рис. 1: Структурная схема системы

Определим передаточную функцию разомкнутой системы:

$$W_p = \frac{k_p p + k_i}{p} \cdot \frac{0.75}{p^2 + 2p + 0.75} = \frac{0.75(k_p p + k_i)}{p(p^2 + 2p + 0.75)}$$

Определим характеристический полином замкнутой системы:

$$D(p) = B(p) + C(p) = p(p^2 + 2p + 0.75) + 0.75(k_p p + k_i) = 0.75k_i + 0.75(1 + k_p)p + 2p^2 + p^3$$

Определим передаточную функцию замкнутой системы:

$$W_3 = \frac{W_p}{1 + W_p} = \frac{B(p)}{B(p) + C(p)} = \frac{B(p)}{D(p)} = \frac{0.75(k_p p + k_i)}{Tp^3 + (2T + 1)p^2 + (0.75T + 0.75k + 2)p + 0.75}$$

4.2 Статическая ошибка

Для данной системы статическая ошибка вычисляется следующим образом:

$$e = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{U(t)}{1+W_p(t)}$$

Так как система является астатической первого порядка, то $e \rightarrow 0$

4.3 Корневые критерии качества

Данная группа критериев применяется для оценки качества системы по корням характеристического полинома:

$$D(p) = 0.75k_i + 0.75(1 + k_p)p + 2p^2 + p^3$$

Оценка быстродействия может производиться на основе величины:

$$\Omega = \sqrt[n]{|p_1 \cdot \dots \cdot p_n|}$$

Для данной системы существует три корня:

$\Omega = \sqrt[3]{|p_1 \cdot p_2 \cdot p_3|} = \sqrt[3]{-0.75k_i}$ Видно, что система достигнет наилучшего быстродействия при значении $k_i = 0$.

Степень устойчивости системы определяется как абсолютное значение действительной части корней, ближайших к мнимой оси корня (к нулю):

$$realPart = \min(|Re(p_1)|, |Re(p_2)|, |Re(p_3)|)$$

Таким образом, для получения оптимальных параметров k_i и k_p , значение $realPart$ нужно минимизировать. В результате минимизации получились значения $k_i = 0$ и $k_p = 100$. Значения корней при полученных значениях параметров:

$$\begin{cases} p_1 = 0 \\ p_2 = -1 + 8j \\ p_3 = -1 - 8j \end{cases}$$

Колебательность системы определяется мнимыми частями корней. Для нулевой колебательности все мнимые части корней должны быть равны нулю. Таким образом, для получения оптимальных параметров k_i и k_p , должно быть выполнено условие:

$$\begin{cases} Imagine(p_1) = 0 \\ Imagine(p_2) = 0 \\ Imagine(p_3) = 0 \end{cases}$$

Так как условие не выполняется, можно сказать, что при полученных значениях параметров в системе имеется колебательность.

4.4 Анализ полученной системы

Экспериментально было выяснено, что оптимальное значение $k = 0.04$ и $T = 35$. Статическая ошибка: $e = 0$ Корни характеристического уравнения:

$$\begin{cases} p_1 = 0.0133 \\ p_2 = 0.0133 \\ p_3 = -0.0267 \end{cases}$$

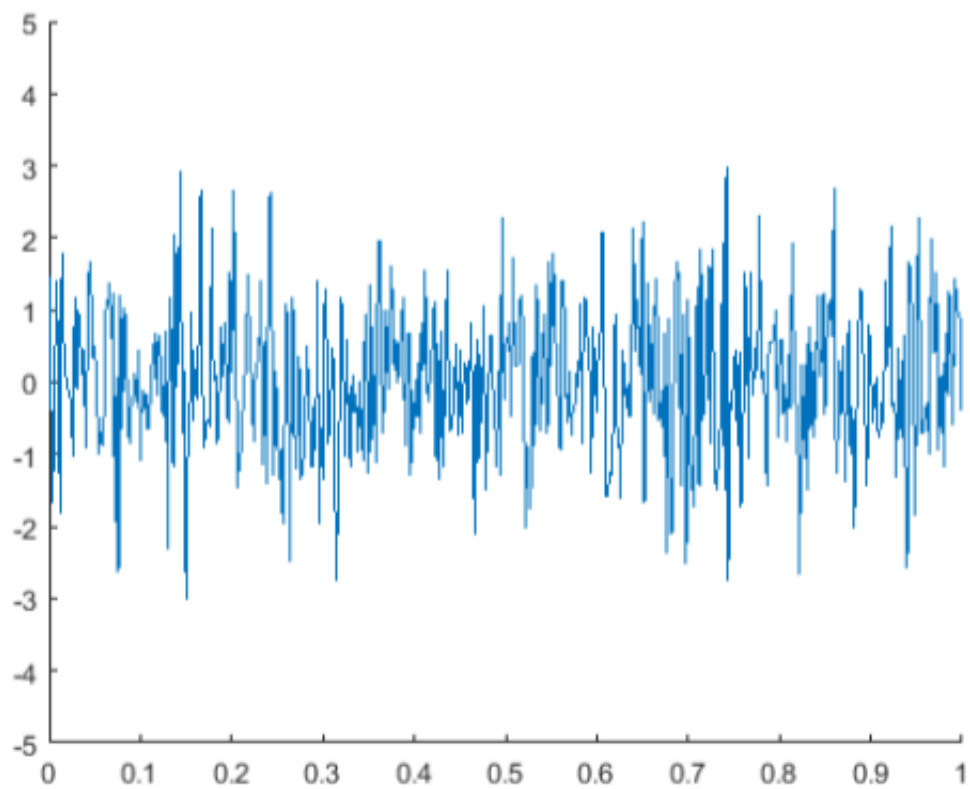


Рис. 2: Шум накладывается на переходную характеристику

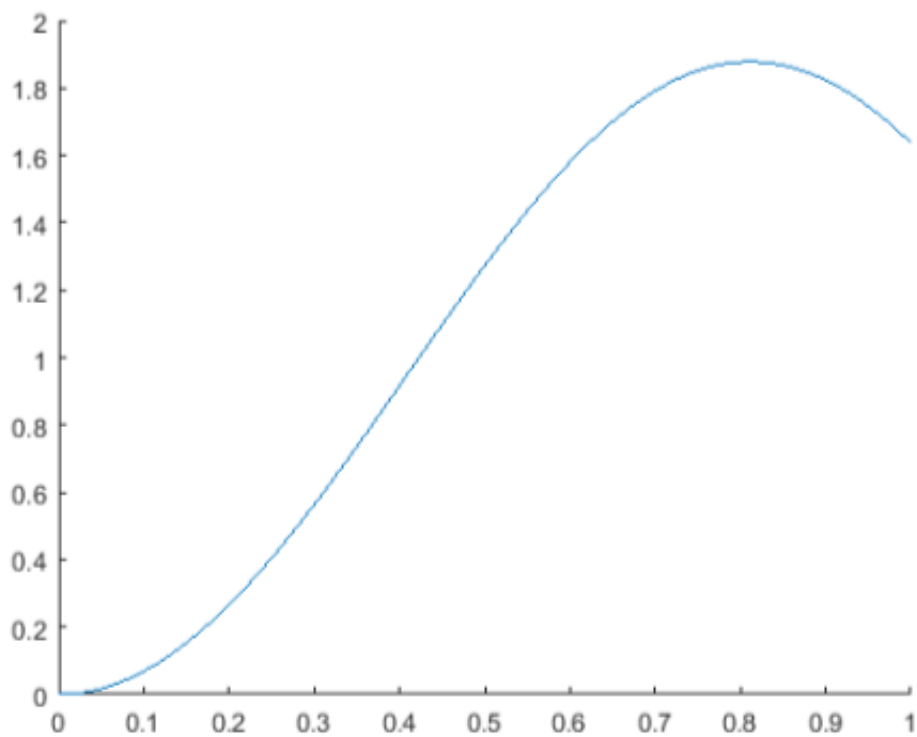


Рис. 3: Переходная характеристика без наложения шума

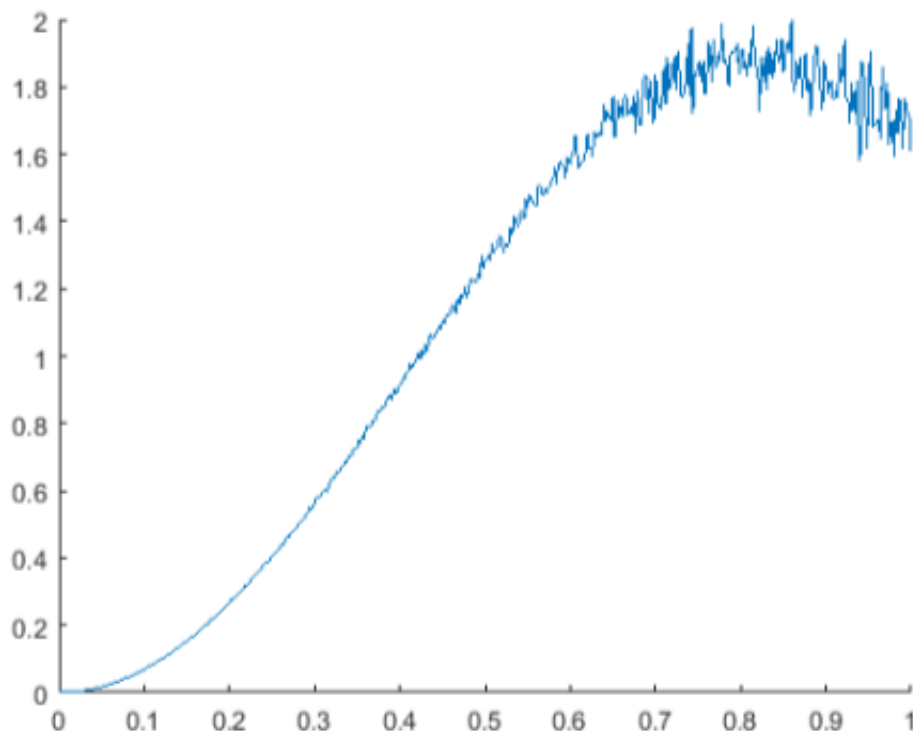


Рис. 4: Переходная характеристика с наложением шума

Видно, что в промежуток времени, когда значение выходного сигнала возрастает, наличие шума практически не сказывается на поведении системы. Наибольшее влияние обнаруживается, когда после этого система устремляется к значению в установившемся режиме. Также на графике видна колебательность системы.

5 Вывод

Анализ зависимости характеристик качества от параметров системы показал, что для исследуемой системы установить оптимальные параметры однозначно. Любые отклонения, в большую или меньшую сторону ухудшают качественные характеристики системы и вносят элемент колебательности.

По значениям корней можно сделать вывод, что система находится на апериодической границе устойчивости. Также можно сказать, что в системе присутствует колебательность. Это подтверждается результатами на графике.