

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет ИТМО
Факультет систем управления и робототехники

Лабораторная работа №12
«Слежение и компенсация»
по дисциплине «Теория автоматического управления»
Вариант: 8

Подготовил: Дюжев Владислав Дмитриевич
Группа: R33353
Преподаватель: Пашенко А. В.

Санкт-Петербург 2023 г.

Содержание

1 Компенсирующий регулятор по состоянию	2
2 Следящий регулятор по состоянию	4

Предисловие

При выполнении данной лабораторной работы было решено использовать [Python Control Systems Library](#). Данный инструмент является альтернативой Matlab, адаптированной для использования на языке Python и предоставляет широкий функционал для анализа и моделирования систем, а также синтеза регуляторов для управления.

Полный листинг моделирования систем представлен в [jupyter notebook](#) на GitHub.

1 Компенсирующий регулятор по состоянию

Рассмотрим систему вида:

$$\begin{cases} \dot{x} = A_1x + B_1u + B_2w \\ z = C_2x \end{cases}, \quad (1)$$

где w :

$$\dot{w} = A_2w \quad (2)$$

Для данной системы можем синтезировать регулятор вида $u = K_1x + K_2w$, гарантирующий:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} z(t) = 0$$

K_1 можем выбрать как матрицу регулятора, синтезированного любым способом. Матрицу K_2 найдем следующим образом:

$$\begin{cases} PA_2 - A_1P = B_1Y + B_2 \\ C_2P + D_2 = 0 \\ K_2 = Y - K_1P \end{cases} \quad (3)$$

$$A_1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 2 & 0 \end{bmatrix}, B_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, B_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 2 & 0 \end{bmatrix}, A_2 = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & -3 & 0 \end{bmatrix},$$

$$C_2 = [0 \ 0 \ 1 \ 0].$$

Полученные матрицы регулятора (K_1 – LQR):

$$K_1 = [1 \quad 3.96 \quad -9.34 \quad -8.28], K_2 = [-2.25 \quad -1.98 \quad -2.21 \quad -1.32]$$

Проведем моделирование системы:

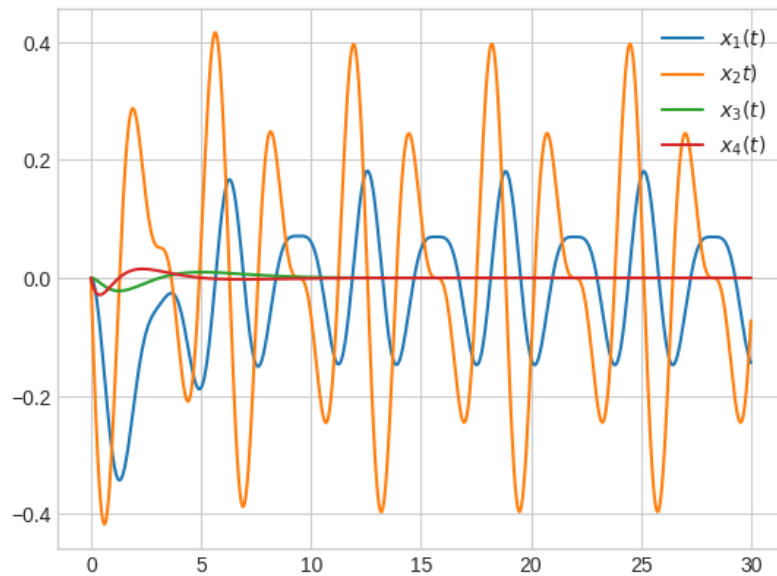


Рис. 1: Задание 1. Вектор состояния.

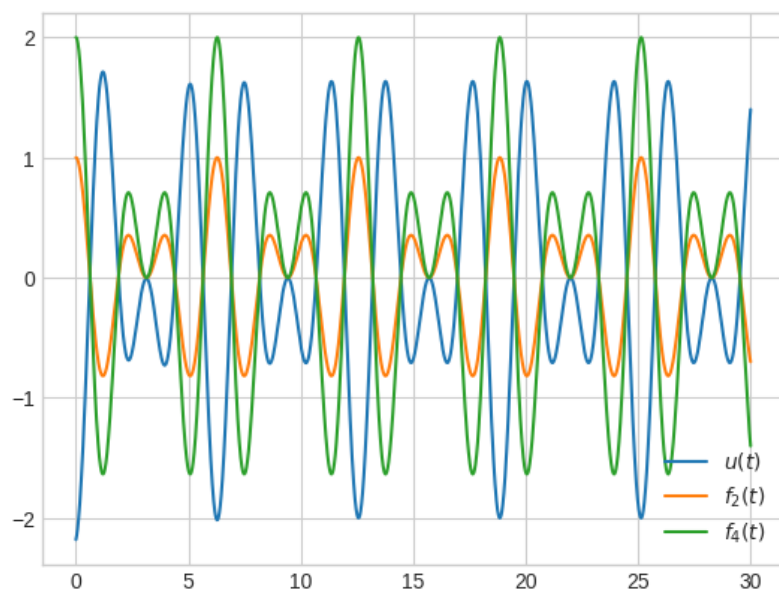


Рис. 2: Задание 1. Управляющее воздействие и внешние возмущения.

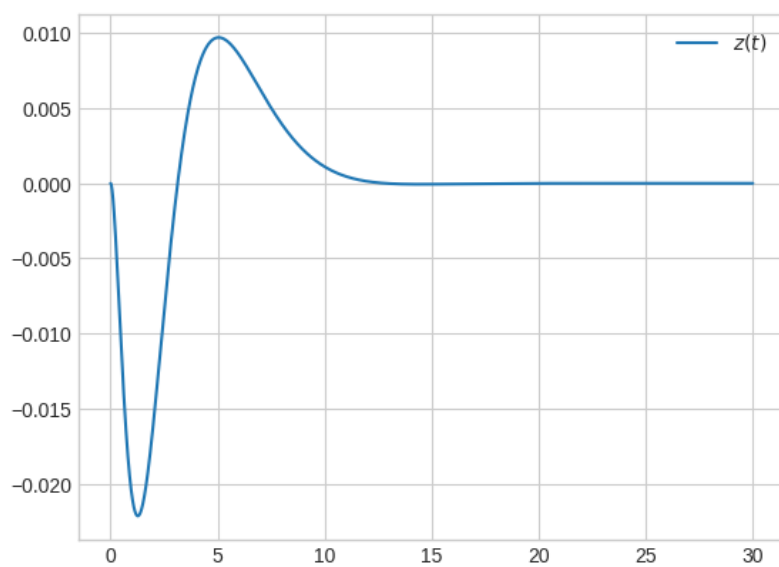


Рис. 3: Задание 1. Регулируемый выход.

2 Следящий регулятор по состоянию

Рассмотрим систему:

$$\begin{cases} \dot{x} = A_1 x + B_1 u \\ z = C_2 x + D_2 w \end{cases} \quad (4)$$

$$A_1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 2 & 0 \end{bmatrix}, B_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, A_2 = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{bmatrix},$$

$$C_2 = [0 \ 0 \ 1 \ 0], D_2 = [-1 \ 0 \ -2 \ 0].$$

Полученные матрицы регулятора (K_1 – LQR):

$$K_1 = [1 \ 3.96 \ -9.34 \ -8.28], K_2 = [2.09 \ 6.66 \ 8.68 \ 0.72]$$

Проведем моделирование системы:

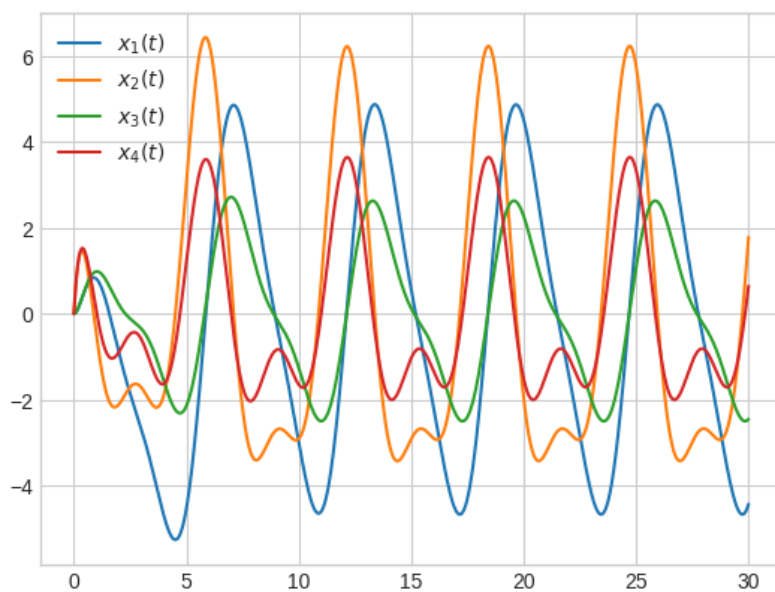


Рис. 4: Задание 2. Вектор состояния.

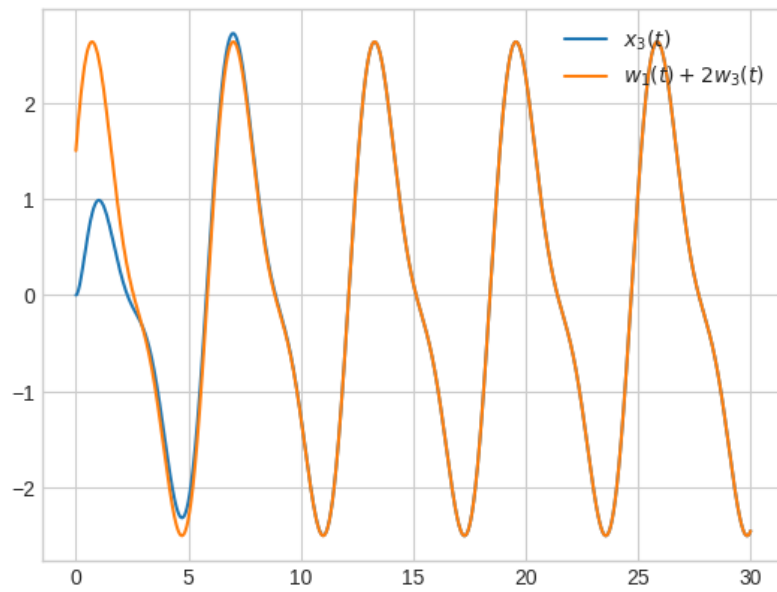


Рис. 5: Задание 2. Слежение.

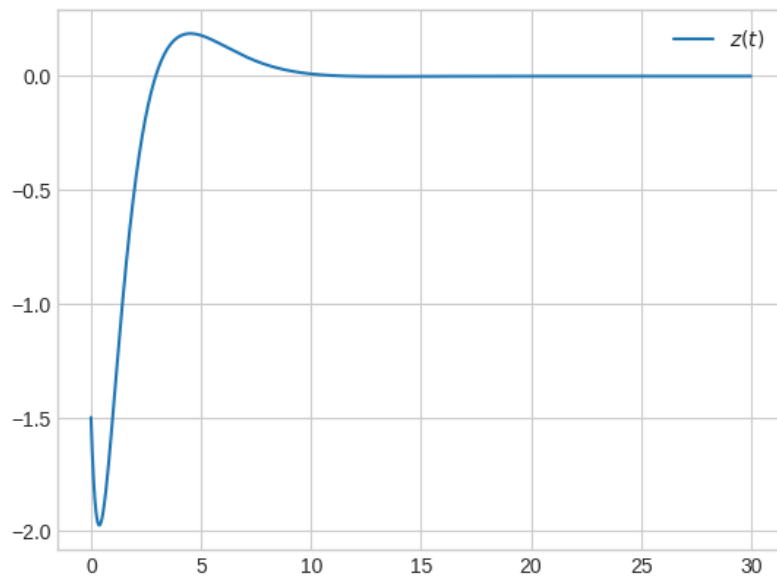


Рис. 6: Задание 2. Регулируемый выход.