



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н. Э. Баумана (национальный
исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Факультет «Фундаментальные науки»

Кафедра «Математическое моделирование»

ОТЧЕТ
по лабораторной работе №2

**Передаточные функции в Control System Toolbox и
Simulink**

по дисциплине

«Прикладные задачи теории управления»

Вариант №4

Студент группы ФН12-71Б

_____ Д.Д. Девяткин
(подпись, дата)

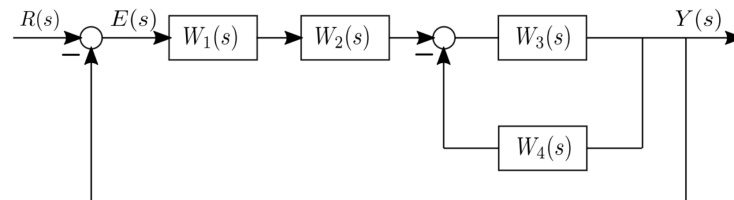
Руководитель

_____ В.А. Панкратов
(подпись, дата)

Постановка задачи и исходные данные

1. Передаточные функции звеньев имеют вид:

$$W_1(s) = \frac{k_1}{s}, \quad W_2(s) = \frac{\tau_2 s + 1}{T_2 s - 1}, \quad W_3(s) = \frac{T_{31}^2 s^2 + 2\zeta_{31} T_{31} s + 1}{T_{32}^2 s^2 + 2\zeta_{32} T_{32} s + 1}, \quad W_4(s) = k_4.$$



Числовые значения параметров $k_1 = 8$, $\tau_2 = 3.0$, $T_2 = 2.0$, $T_{31} = 2.0$, $\zeta_{31} = 0.75$, $T_{32} = 3.0$, $\zeta_{32} = 0.50$, $k_4 = 8.0$.

Для системы, изображенной на блок-схеме:

- 1) Получить разомкнутую, замкнутую и замкнутую по ошибке передаточные функции, используя Control System Toolbox;
- 2) Построить с помощью Simulink;
- 3) Используя Control System Toolbox и Simulink, найти нули и полюсы передаточной функции;
- 4) С помощью Control System Toolbox и Simulink построить логарифмические амплитудную частотную и фазовую частотную характеристики, временные характеристики, диаграмму Найквиста;
- 5) С помощью критерия Найквиста в различных формулировках исследовать систему на устойчивость, обосновать результат;;
- 6) Предоставить отчет.

Реализация

Сначала задаем передаточные функции $W_1(s)$, $W_2(s)$, $W_3(s)$, $W_4(s)$ с помощью MATLAB-функции *tf*. На следующем шаге строим разомкнутую, замкнутую и замкнутую по ошибке передаточные функции. Разомкнутая передаточная функция это W_{YR} , для её построения перемножаем $W_1(s)$ и $W_2(s)$, так как они имеют последовательное соединение, дальше есть контур с обратной связью, чтобы его исключить используем MATLAB-функцию *feedback* и перемножаем с предыдущим результатом. Получаем

$$W_{YR} = \frac{96s^3 + 104s^2 + 48s + 8}{82s^4 + 13s^3 - 9s^2 - 9s}$$

Для построения замкнутой передаточной функции (ПФ) используется уже найденный результат для разомкнутой системы. По схеме видно, что снова получается контур с обратной связью, поэтому используем функцию *feedback*, в качестве обратной связи будет ПФ $W_{fb} = 1$.

$$W_{YE} = \frac{96s^3 + 104s^2 + 48s + 8}{82s^4 + 109s^3 + 95s^2 + 39s + 8}$$

Для построения замкнутой по ошибке ПФ используем аналогичный принцип, но в качестве обратной связи буге ПФ $W_{fb} = W_{YR}$.

$$W_{ER} = \frac{82s^4 + 13s^3 - 9s^2 - 9s}{82s^4 + 109s^3 + 95s^2 + 39s + 8}$$

Используя Control System Toolbox, найдем нули и полюсы с помощью функции *pzmap*.

Нули и полюсы для ПФ W_{YR} :

$$\begin{aligned} z_1 &= -0.3750 + 0.3307i & p_1 &= 0.0 \\ z_2 &= -0.3750 - 0.3307i & p_2 &= 0.5 \\ z_3 &= -0.3333 & p_3 &= -0.3293 + 0.3333i \\ & & p_4 &= -0.3293 - 0.3333i \end{aligned}$$

Нули для ПФ W_{YE} :

$$\begin{aligned} z_1 &= -0.3750 + 0.3307i & p_1 &= -0.3335 + 0.6504i \\ z_2 &= -0.3750 - 0.3307i & p_2 &= -0.3335 - 0.6504i \\ z_3 &= -0.3333 & p_3 &= -0.3312 + 0.2701i \\ & & p_4 &= -0.3312 - 0.2701i \end{aligned}$$

Нули для ПФ W_{ER} :

$$\begin{aligned} z_1 &= 0 & p_1 &= -0.3335 + 0.6504i \\ z_2 &= 0.5 & p_2 &= -0.3335 - 0.6504i \\ z_3 &= -0.3293 + 0.3333i & p_3 &= -0.3312 + 0.2701i \\ z_4 &= -0.3293 - 0.3333i & p_4 &= -0.3312 - 0.2701i \end{aligned}$$

Построим систему в Simulink. Для этого использует следующие блоки: sumator, Transfer Fnc, OutPort и InPort.

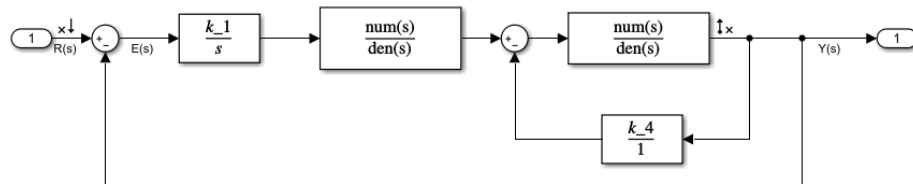
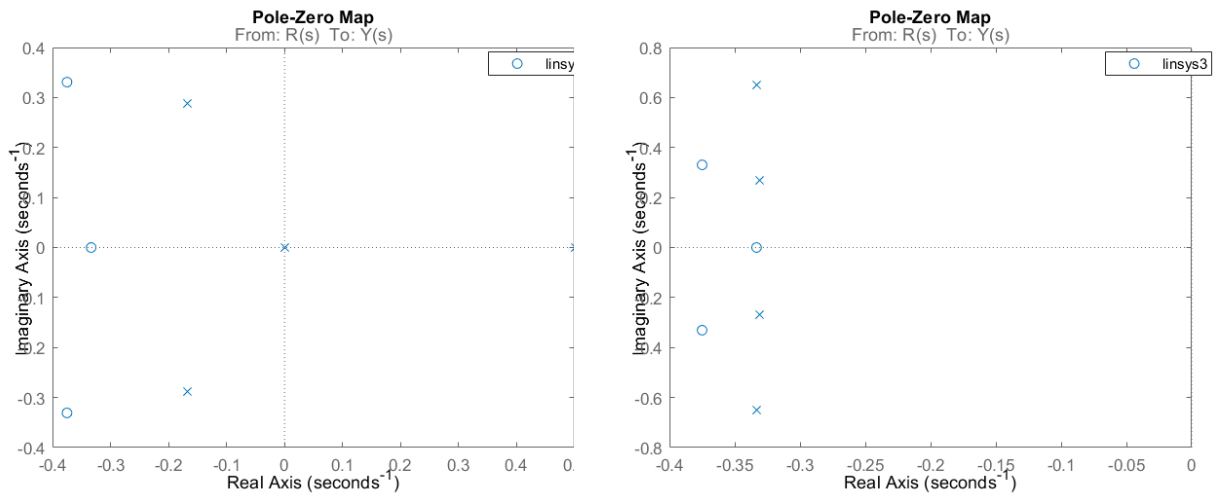
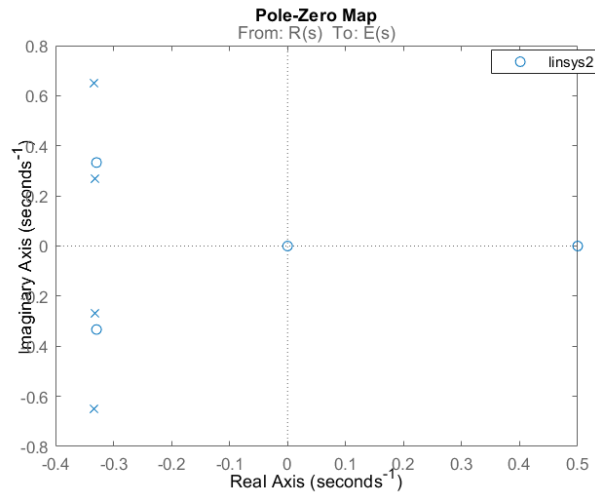
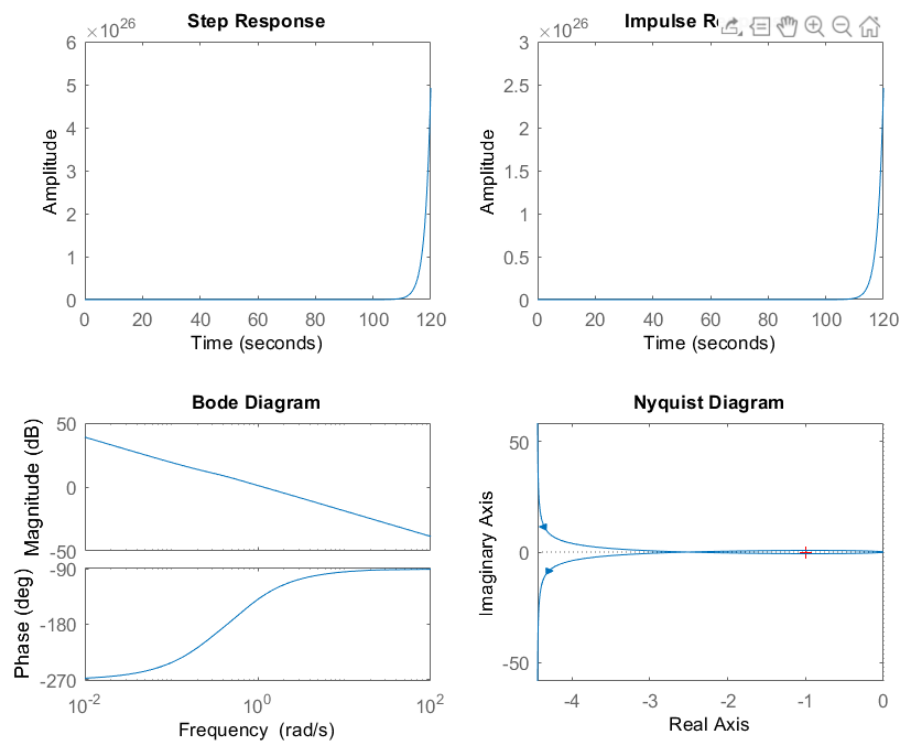
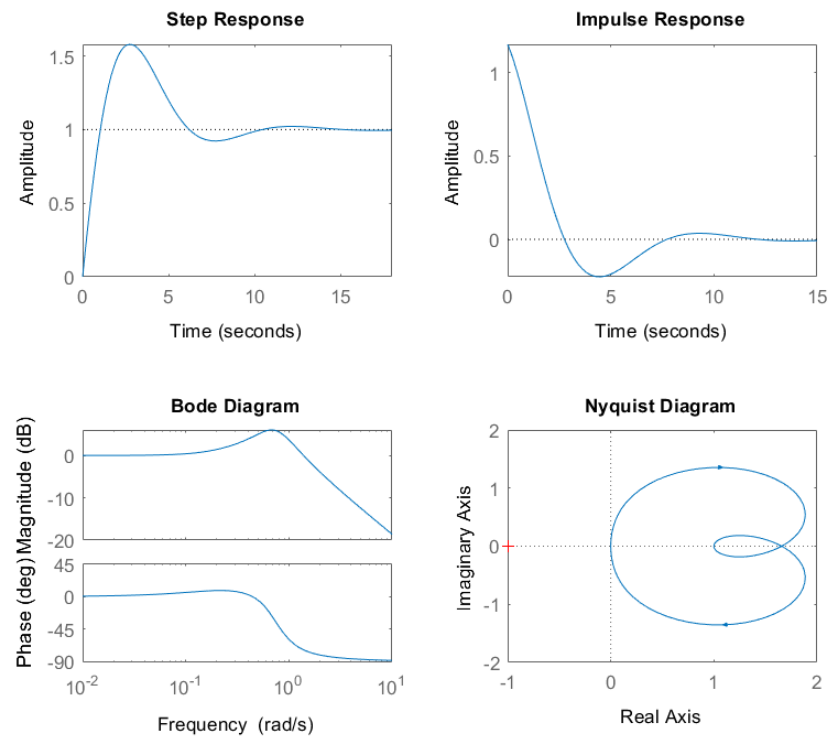


Рис. 1. Система, построенная в Simulink.

Дальше найдем нули и полюсы передаточной функции. При построении в Simulink получаем следующую визуализацию.

Рис. 2. Нули и полюсы для W_{YR} и W_{YE} .Рис. 3. Нули и полюсы для W_{ER} .

С помощью Control System Toolbox построим логарифмические амплитудную частотную и фазовую частотную характеристики, временные характеристики, диаграмму Найквиста. Реализуем это с помощью MATLAB-функции *ltiview*, где будут указаны параметры: *step*, *impulse*, *bode*, *nyquist* и сама ПФ. Получаем следующую визуализацию.

Рис. 4. Характеристики разкнутой системы W_{YR} .Рис. 5. Характеристики замкнутой системы W_{YE} .

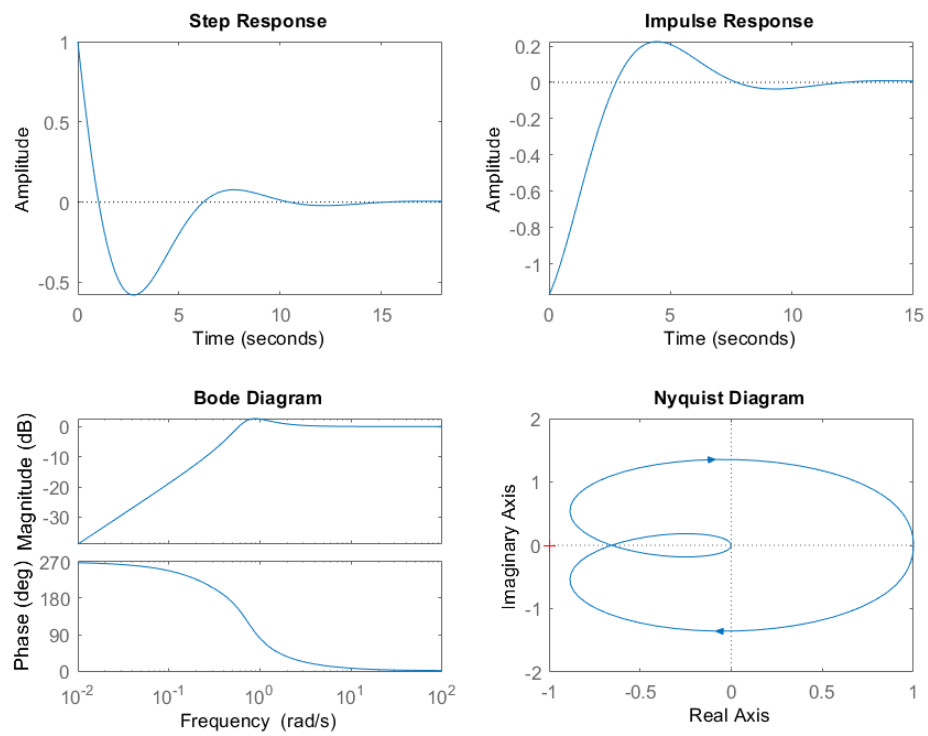


Рис. 6. Характеристики замкнутой системы по ошибке W_{ER} .

Найдем аналогичные характеристики в Simulink.