

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерная школа ядерных технологий
Направление: Прикладная математика и информатика
Отделение экспериментальной физики

Отчет по лабораторной работе №3

Частотные характеристики динамических звеньев

по дисциплине
«Теория управления»

Выполнил:

Студент группы

ОВ01

_____ Саматов Д. С.

Проверил:

Доцент ОИТ

_____ Шипуля М. А.

Томск 2023

Целью работы является исследование частотных характеристик типовых динамических звеньев первого и второго порядков.

Программа работы

1. Составить схему моделирования аperiodического звена первого порядка, изображенную на рис. 4.1.1. Коэффициент c задать равным 2.

2. Провести исследование модели при коэффициенте a , равном 1, 0.5 и -1 . Получить графики $h(t)$, расположение корней на комплексной плоскости и $W(j\omega)$ – диаграмму Найквиста для разомкнутой системы. По полученным графикам, оценить устойчивость звена и определить для $a = 1$ коэффициенты передачи системы в замкнутом и разомкнутом состояниях.

3. Составить схему моделирования интегро-дифференцирующего звена, представленную на рис. 4.1.2 при $c = 10$.

4. Провести исследование модели по п. 2.

5. Составить схему моделирования аperiodического звена второго порядка, представленную на рис. 4.2.1.

6. Провести для данной модели исследование влияния коэффициентов K_1 и K_2 на устойчивость звена по частотным характеристикам – bode и диаграмме Найквиста. Варьирование коэффициентов K_1 и K_2 представлено в табл. 4.3.1.

Таблица 4.3.1

Номер эксперимента	K_1	K_2
1	5	10
2	10	5
3	10	100

7. Сделать выводы по полученным графикам, оценить устойчивость звена. Почему диаграммы Найквиста начинаются при $\omega = 0$ с точки с координатами $[1,0]$

8. Составить схему моделирования аperiodического звена второго порядка, представленную на рис. 4.2.2, и выставить в блоках модели коэффициенты: $K_1=5$, $K_2=10$.

9. Провести исследования данной модели по частотным характеристикам – bode и диаграмме Найквиста, используя перебор значений коэффициентов a_1 и a_2 согласно табл. 4.3.2.

Таблица 4.3.2

Номер эксперимента	a_1	a_2
1	-1	1
3	1	1
3	1	-0.5

10. Сделать выводы по полученным графикам, оценить устойчивость звена.

Ход работы

1. Создание модели, рис. 1.

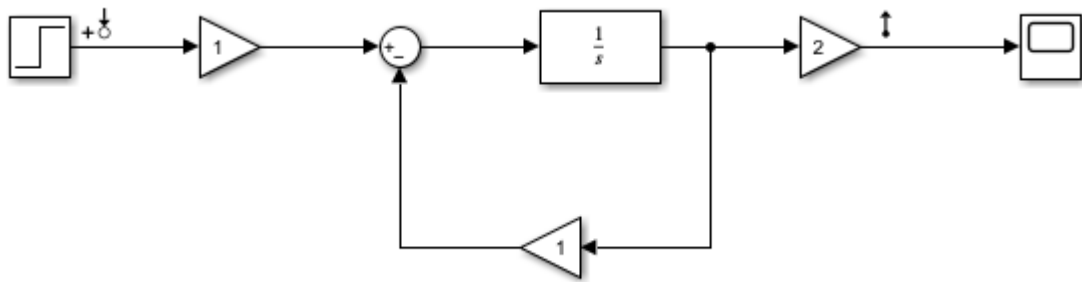


Рисунок 1 – Схема моделирования аperiodического звена первого порядка

2. Проведем исследование модели при коэффициенте a , равном 1, 0.5, -1. Получим график $h(t)$, расположение корней на комплексной плоскости и $W(j\omega)$ – диаграмму Найквиста для разомкнутой системы. По полученным графикам, оценить устойчивость звена и определить для $a = 1$ коэффициент передачи системы в замкнутом и разомкнутом состоянии.

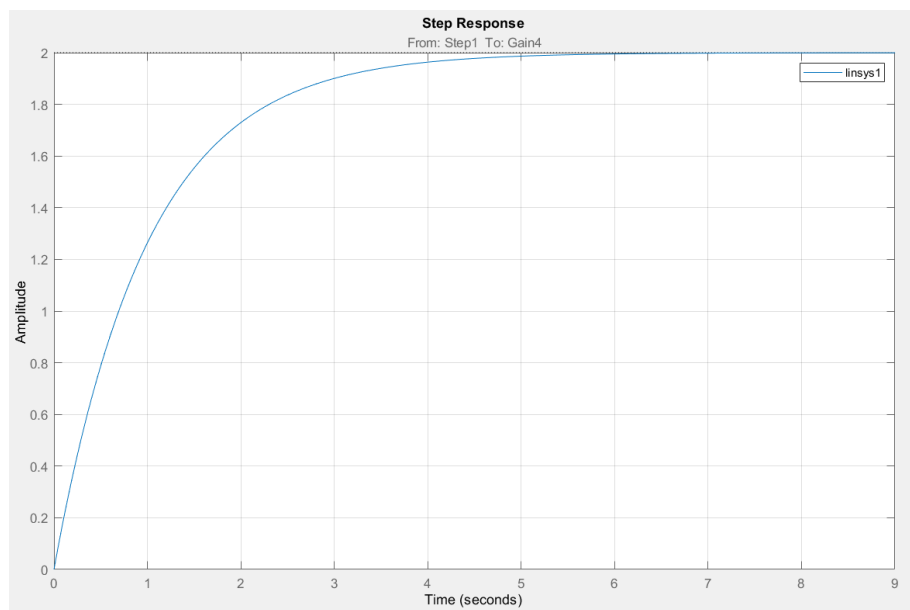


Рисунок 2 – График $h(t)$ для $a = 1$

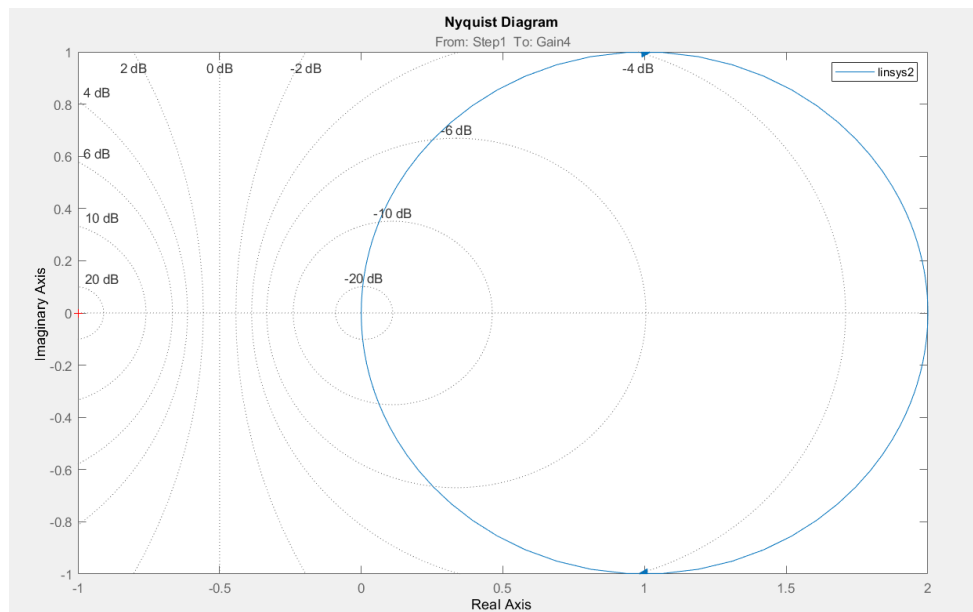


Рисунок 3 – Диаграмма Найквиста для $a = 1$

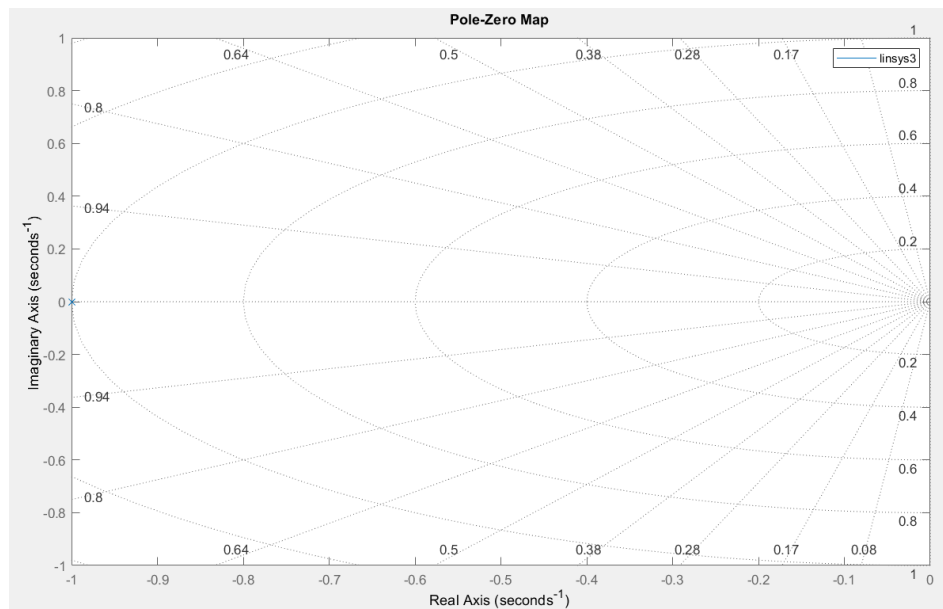


Рисунок 4 – График расположение корней на комплексной плоскости для $a = 1$

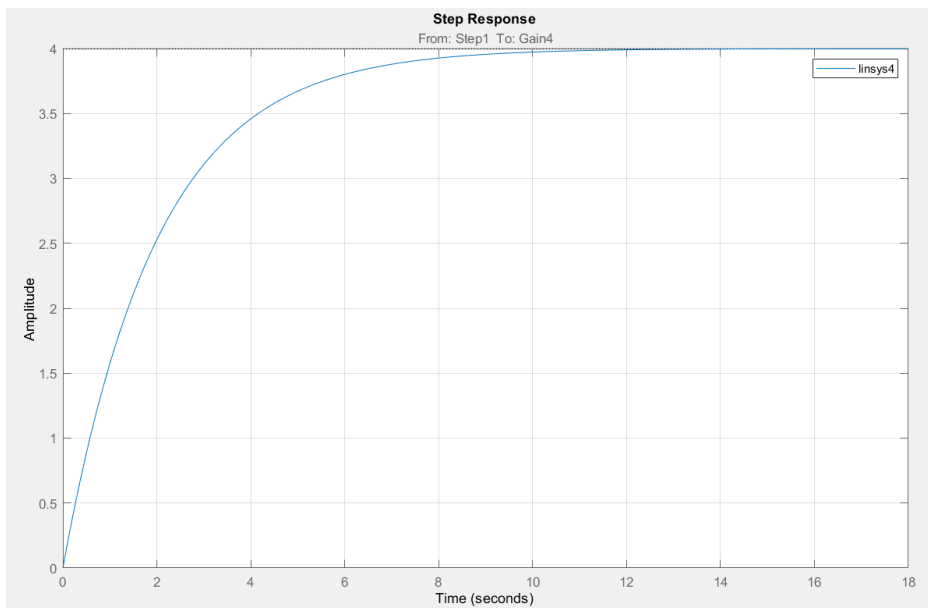


Рисунок 5 – График $h(t)$ для $a = 0.5$

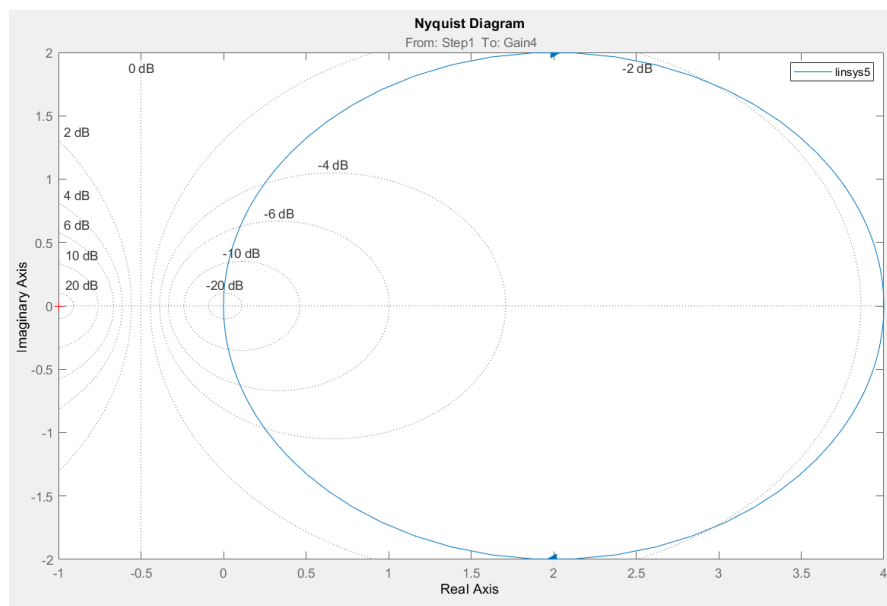


Рисунок 6 – Диаграмма Найквиста для $a = 0.5$

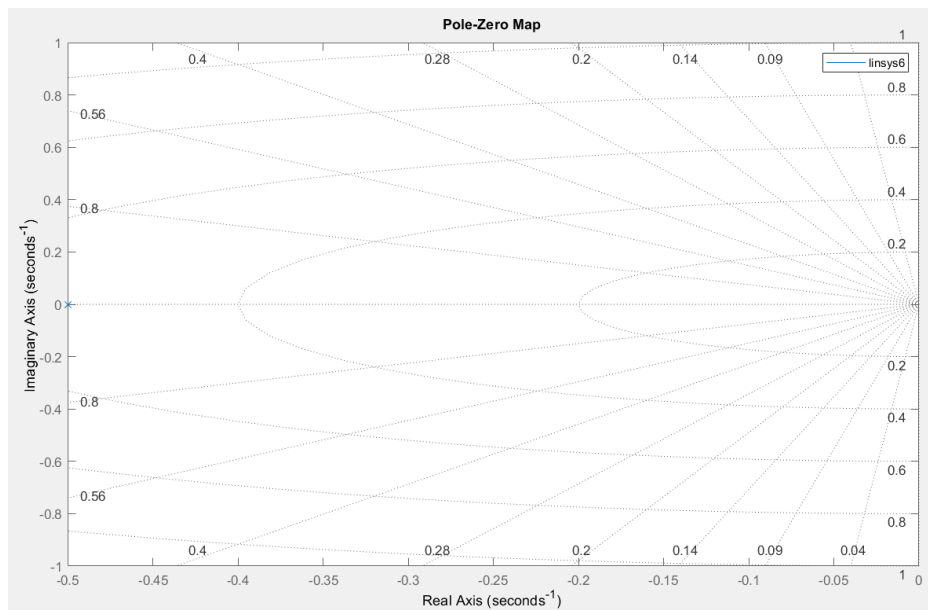


Рисунок 7 – График расположение корней на комплексной плоскости для $a = 0.5$

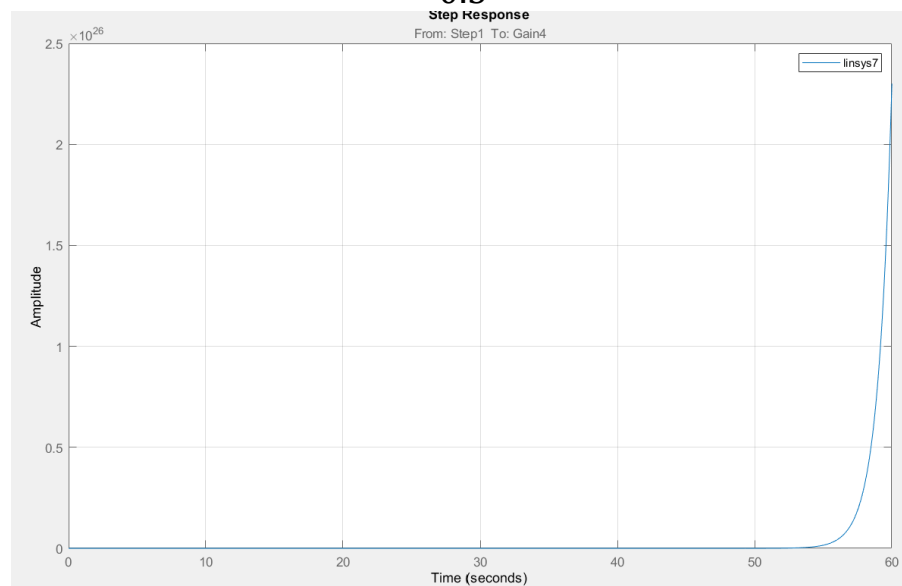


Рисунок 8 – График $h(t)$ для $a = -1$

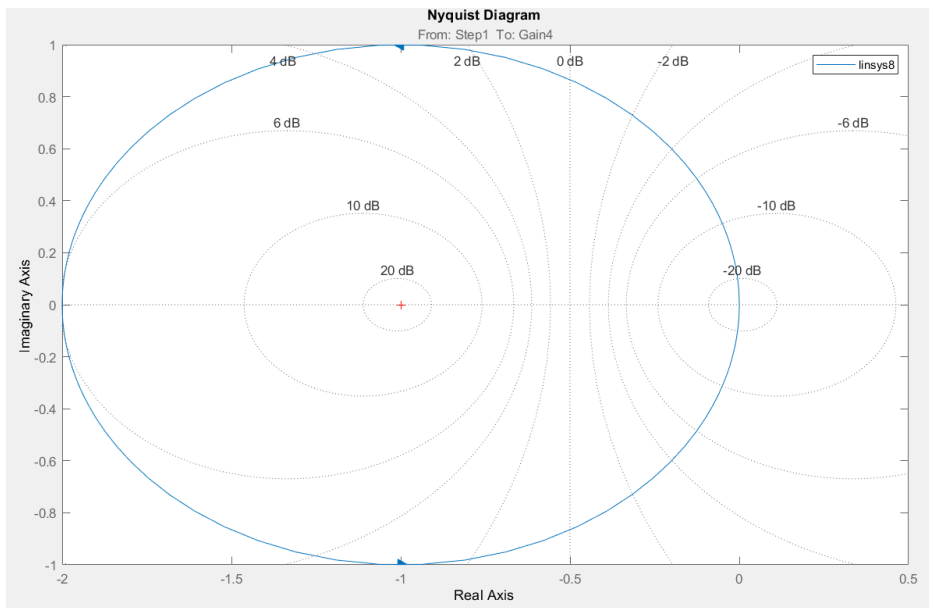


Рисунок 9 – Диаграмма Найквиста для $a = -1$

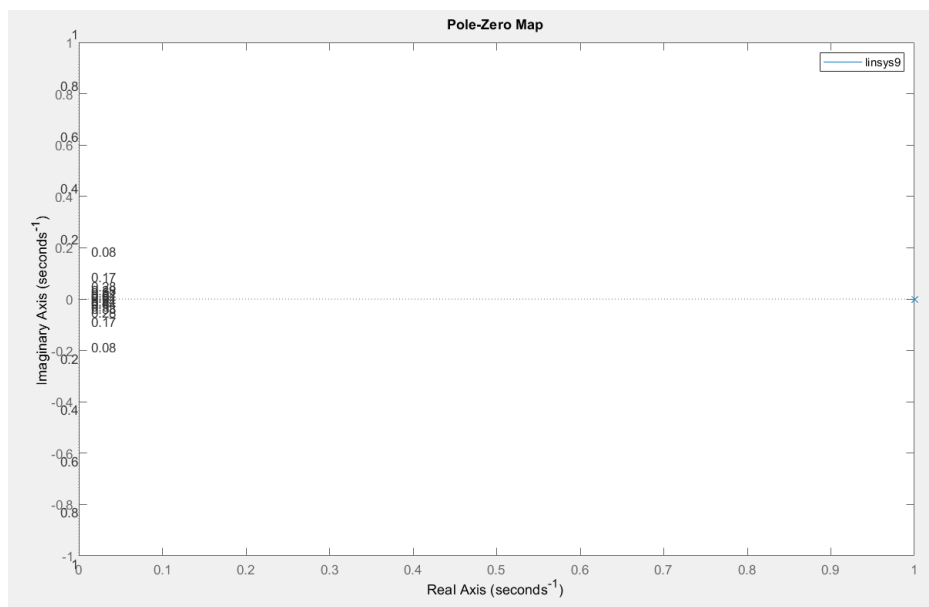


Рисунок 10 – График расположение корней на комплексной плоскости для $a = -1$

По полученным графикам видно, что при $a = 1$ и 0.5 звенья являются устойчивыми.

Коэффициент передачи системы в замкнутом и разомкнутом состоянии для $a = 1$ соответственно равен:

- $K=1$ для разомкнутой;
- $K=2$ для замкнутой.

3. Составим схему моделирования интегро-дифференцирующего звена, при $c = 10$

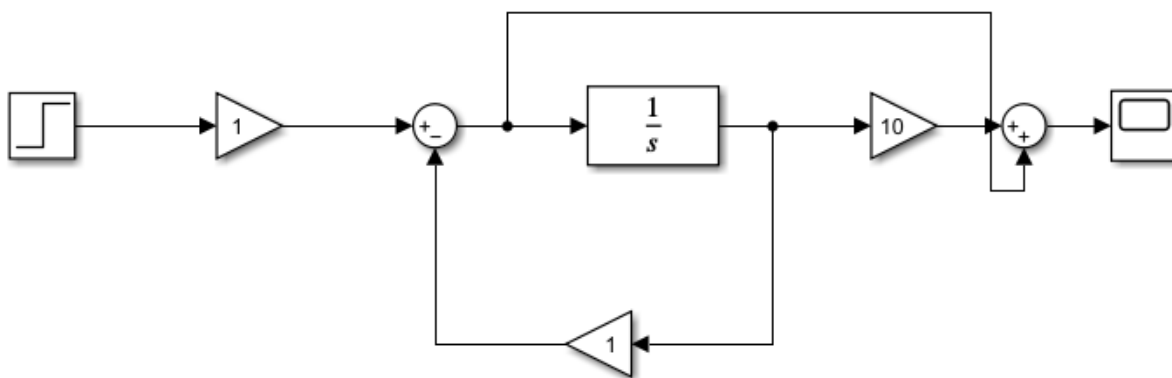


Рисунок 11 – Схема моделирования интегро-дифференцирующего звена, при $c = 10$

4. Проведем исследование модели по пункту 2.

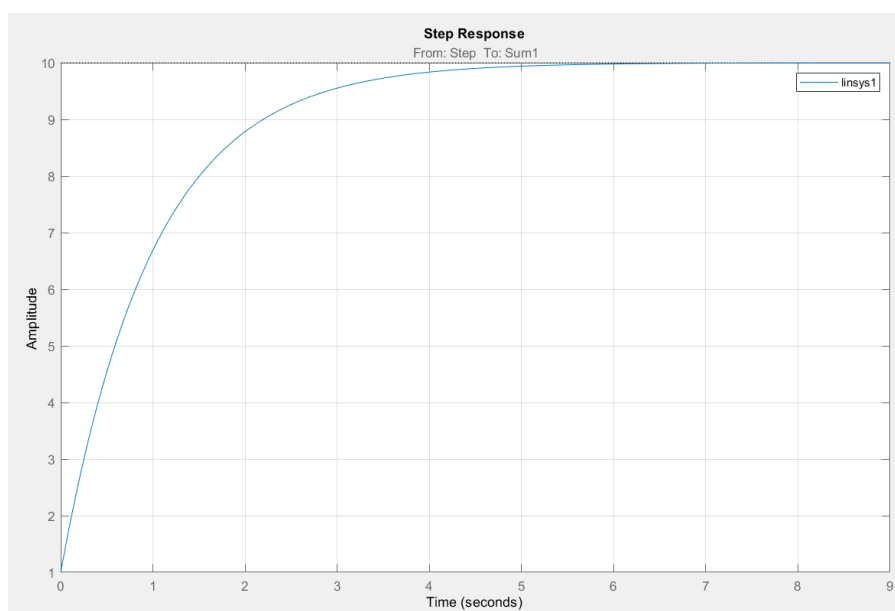


Рисунок 12 – График $h(t)$ для $a = 1$

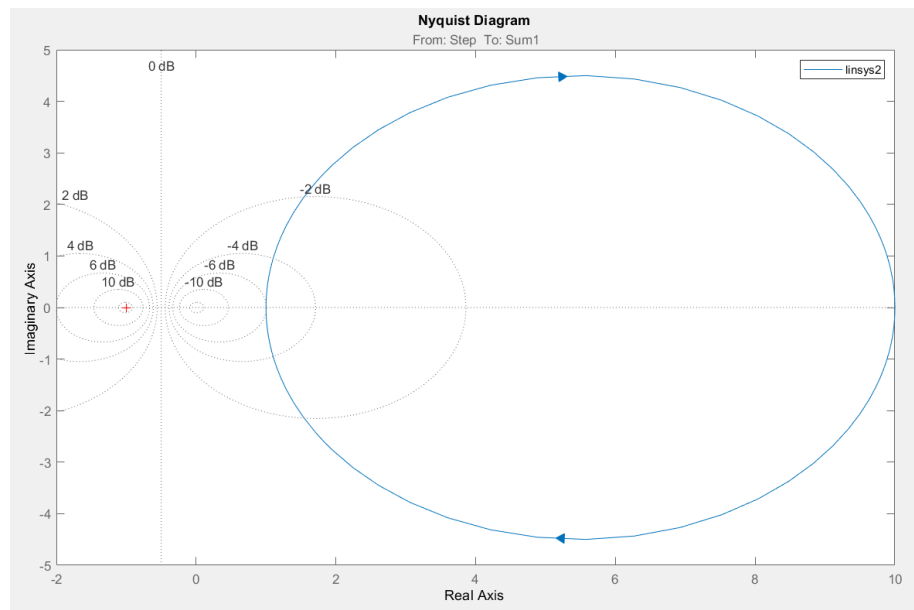


Рисунок 13 – Диаграмма Найквиста для $a = 1$

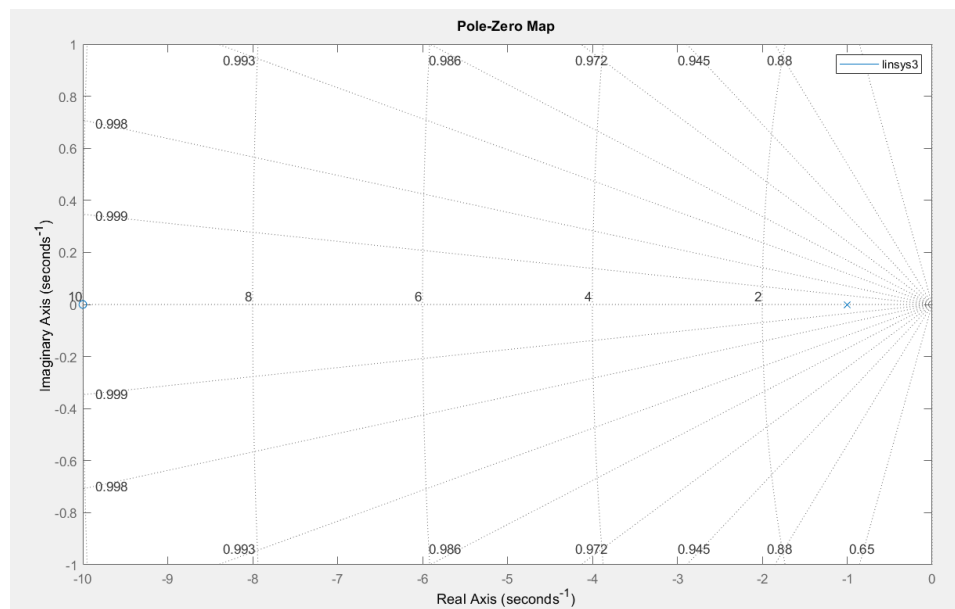


Рисунок 14 – График расположение корней на комплексной плоскости для $a = 1$

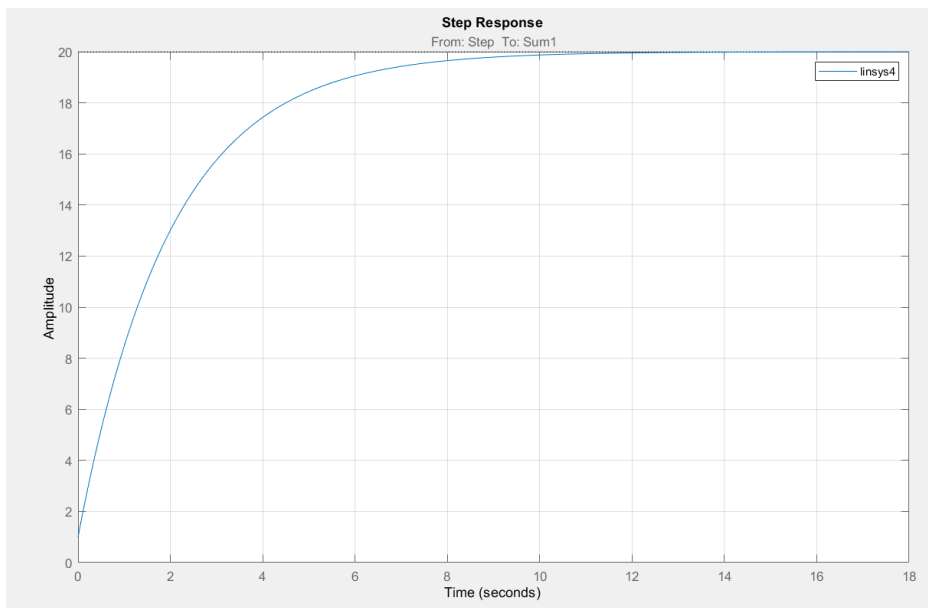


Рисунок 15 – График $h(t)$ для $a = 0.5$

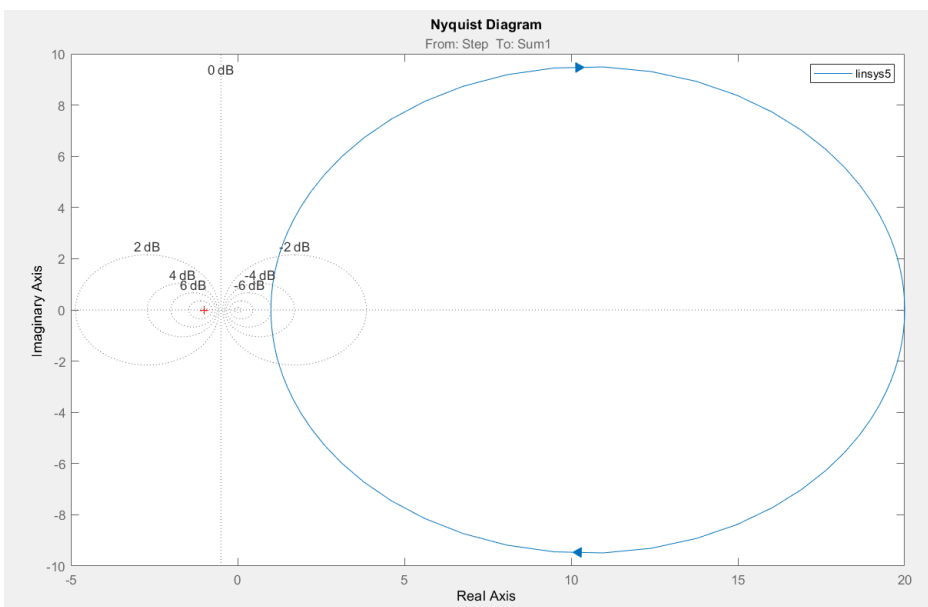


Рисунок 16 –Диаграмма Найквиста для $a = 0.5$

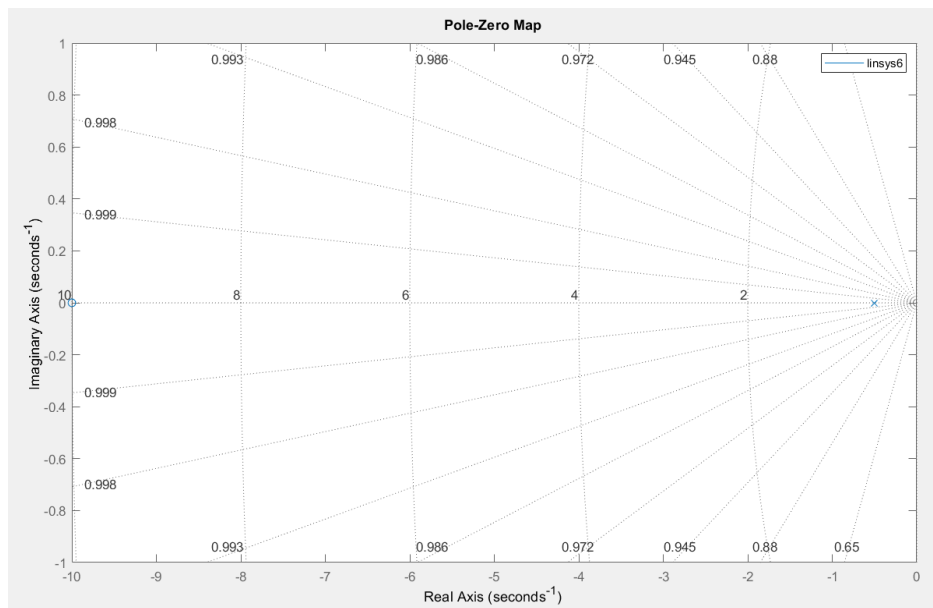


Рисунок 17 – График расположение корней на комплексной плоскости для $a = 0.5$

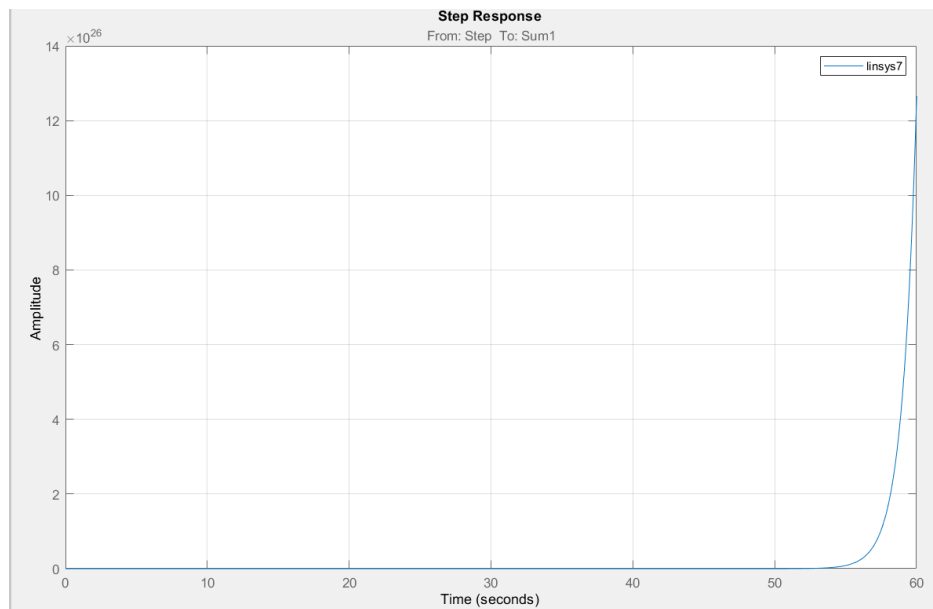


Рисунок 18 – График $h(t)$ для $a = -1$

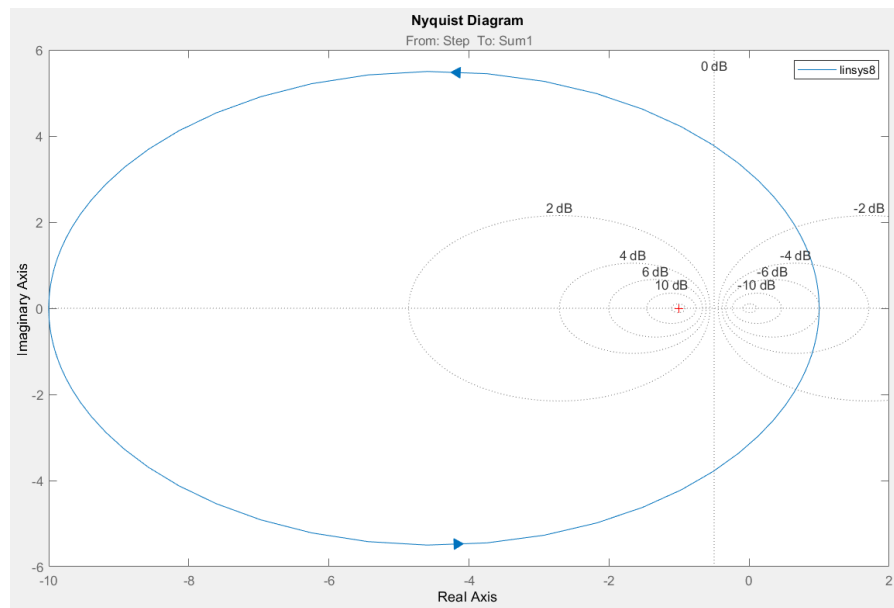


Рисунок 19 – Диаграмма Найквиста для $a = -1$

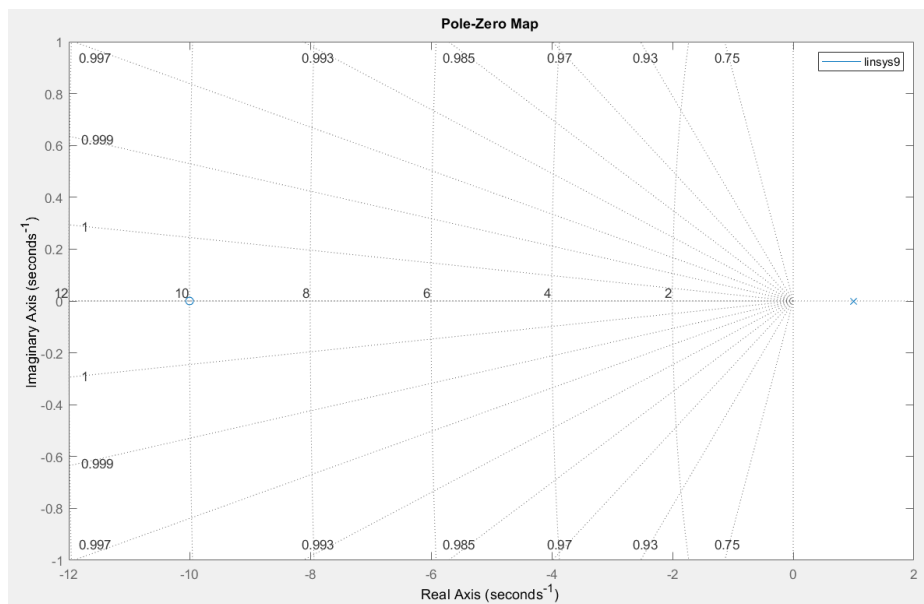


Рисунок 20 – График расположение корней на комплексной плоскости для $a = -1$

По полученным графикам видно, что при $a = 1$ и 0.5 звенья являются устойчивыми.

Коэффициент передачи системы в замкнутом и разомкнутом состоянии для $a = 1$ соответственно равен:

- $K = 1$ для разомкнутой;
- $K = 10$ для замкнутой.

5. Составим схему моделирования апериодического звена второго порядка.

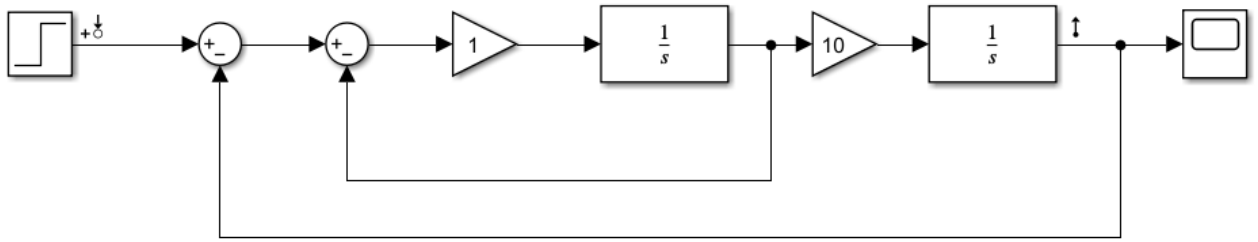


Рисунок 21 – Схема моделирования аperiodического звена второго порядка

6. Проведем для данной модели исследование влияния коэффициентов K_1 и K_2 на устойчивость звена по частотным характеристикам – bode и диаграмме Найквиста. Варьирование коэффициентов K_1 и K_2 представлено в табл. 4.3.1.

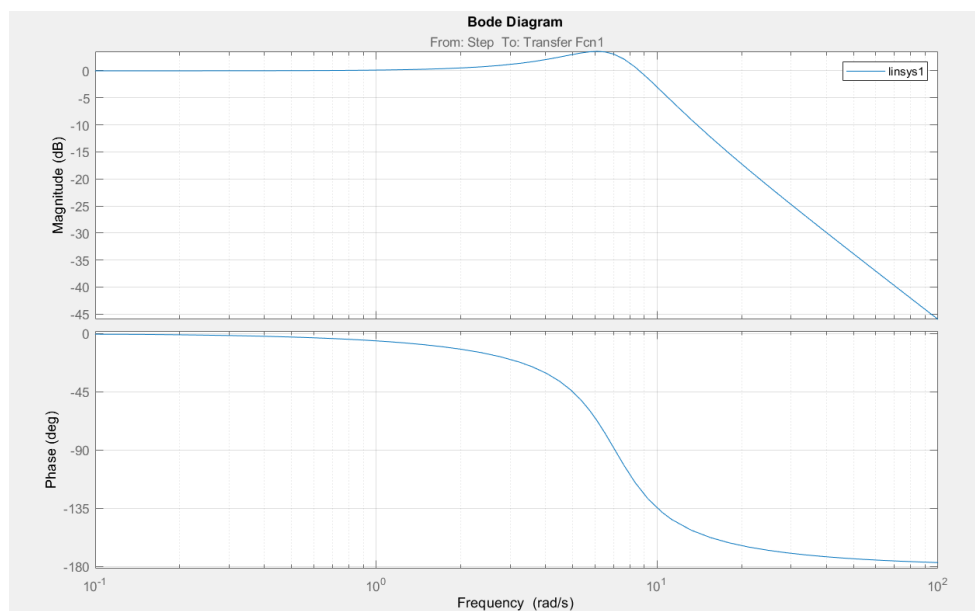


Рисунок 22 – График bode при $K_1 = 5$, $K_2 = 10$

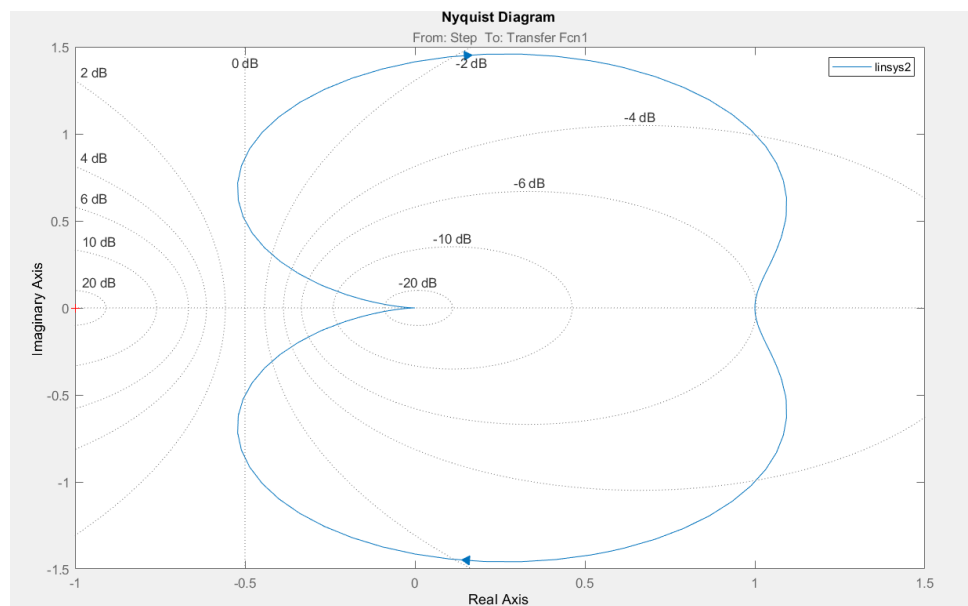


Рисунок 23 – Диаграмма Найквиста при $K_1 = 5$, $K_2 = 10$

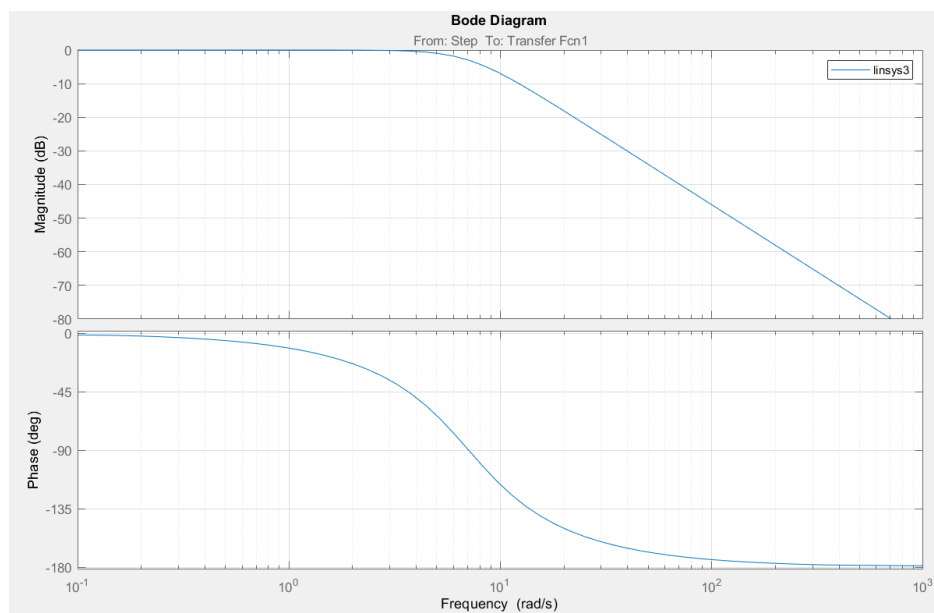


Рисунок 24 – График bode при $K_1 = 10$, $K_2 = 5$

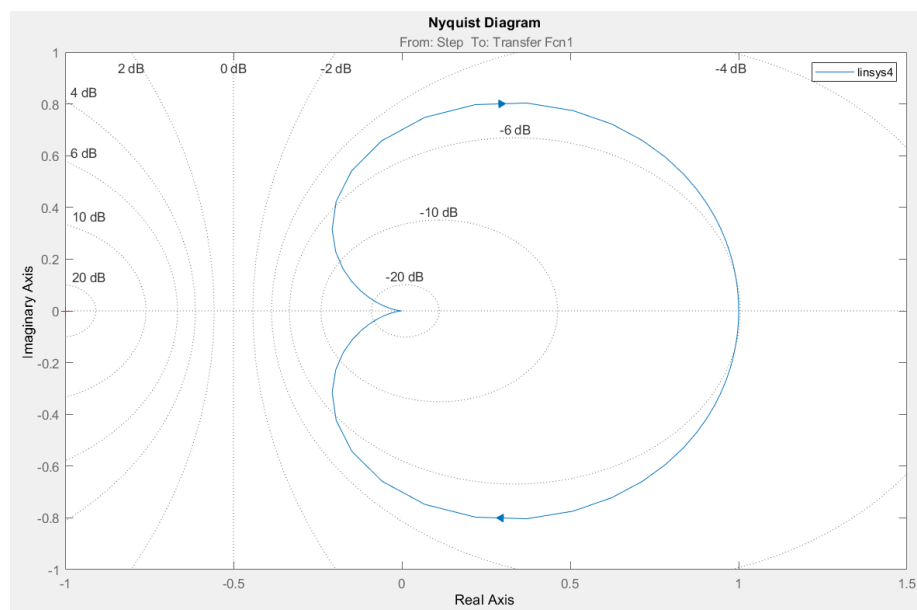


Рисунок 25 – Диаграмма Найквиста при $K_1 = 10$, $K_2 = 5$

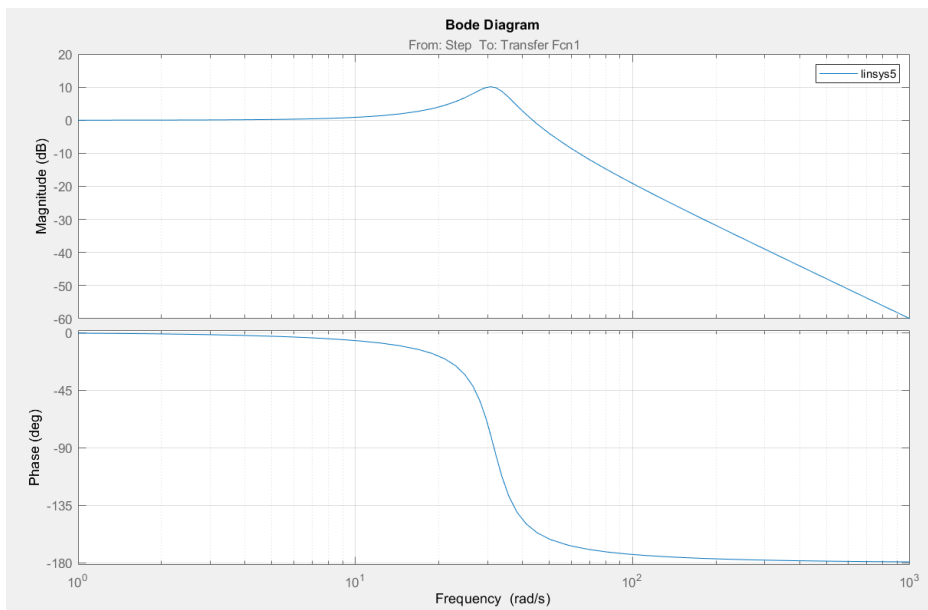


Рисунок 26 – График bode при $K_1 = 10$, $K_2 = 100$

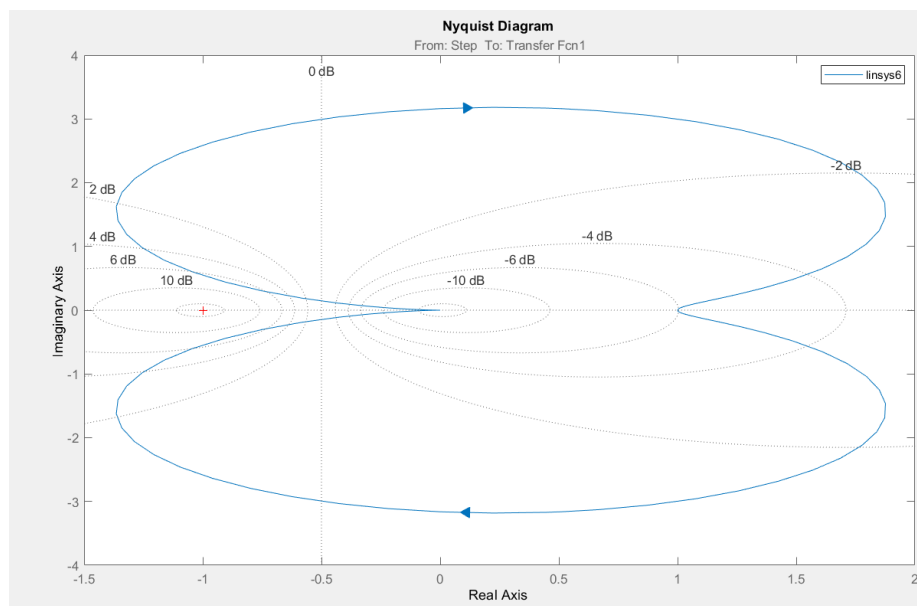


Рисунок 27 – Диаграмма Найквиста при $K_1 = 10$, $K_2 = 100$

7. Все звенья в данном случае являются устойчивыми.
8. Составим схему моделирования аperiodического звена второго порядка, и выставить в блоках модели коэффициенты: $K_1=5$, $K_2=10$.

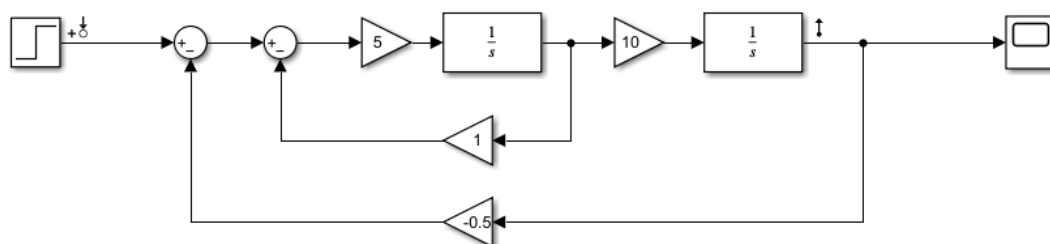


Рисунок 28 – Схема моделирования аperiodического звена второго порядка

9. Проведем исследование данной модели по частотным характеристикам – bode и диаграмме Найквиста, используя перебор значений коэффициентов a_1 и a_2 согласно табл. 4.3.2.

10.

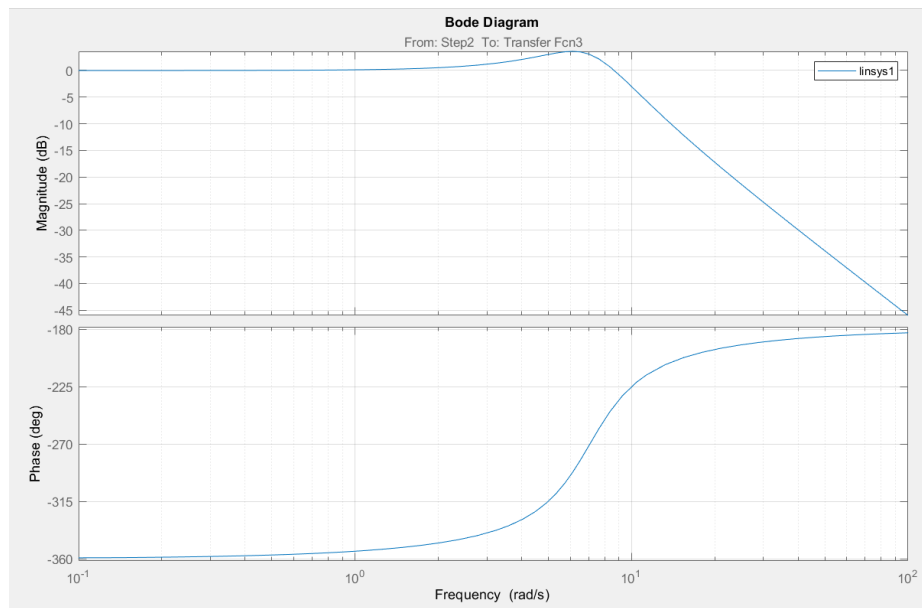


Рисунок 29 – График bode при $a_1 = -1$, $a_2 = 1$

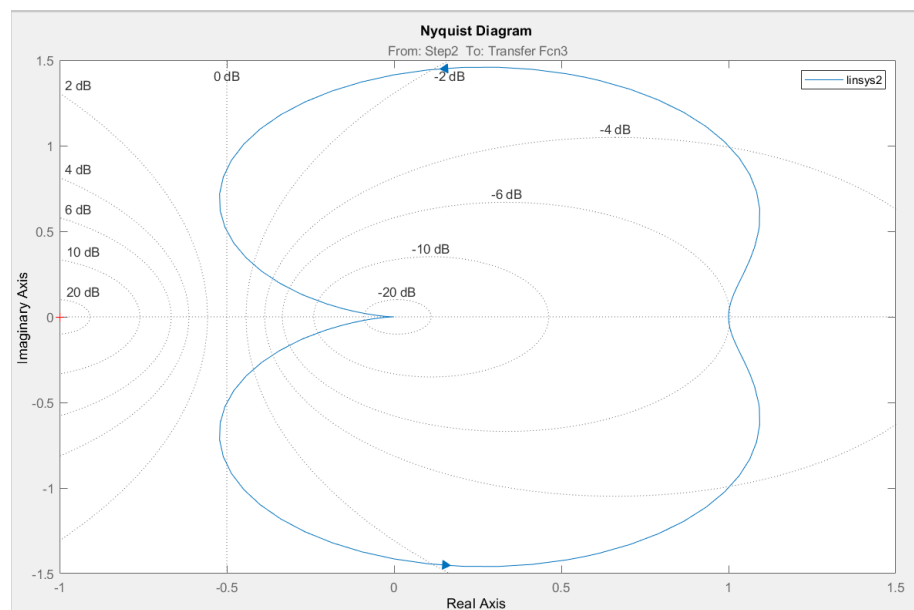


Рисунок 30 – Диаграмма Найквиста при $a_1 = -1$, $a_2 = 1$

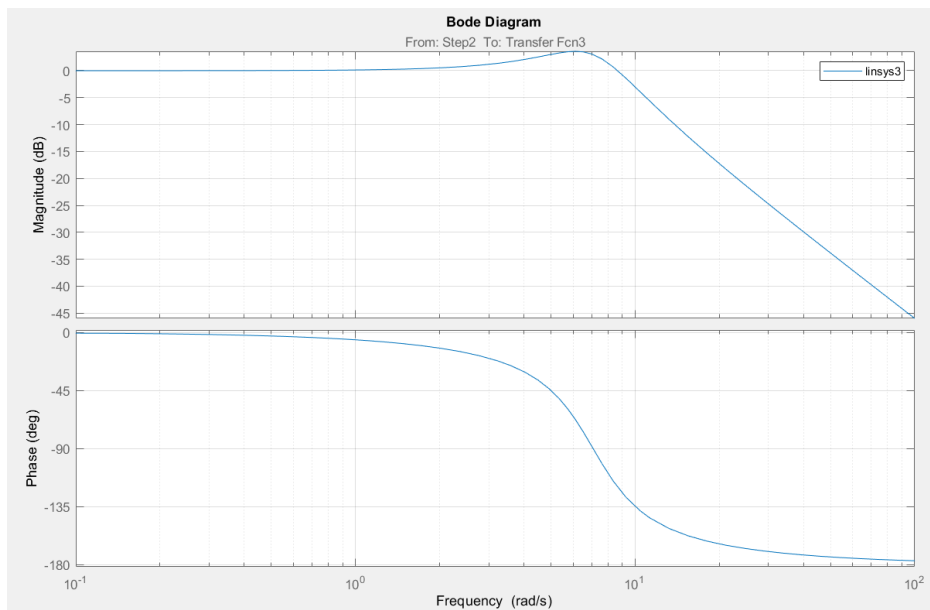


Рисунок 31 – График bode при $a_1 = 1$, $a_2 = 1$

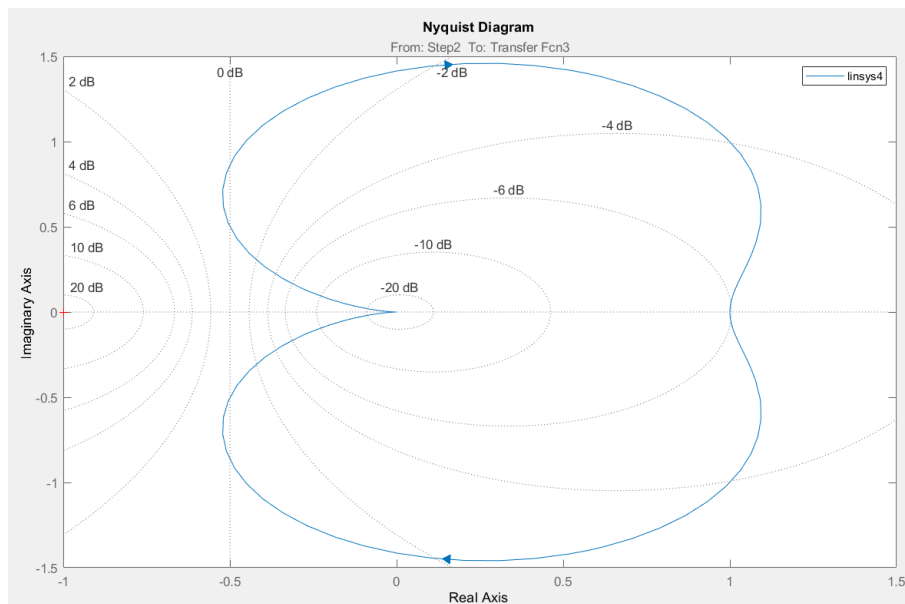


Рисунок 32 – Диаграмма Найквиста при $a_1 = 1$, $a_2 = 1$

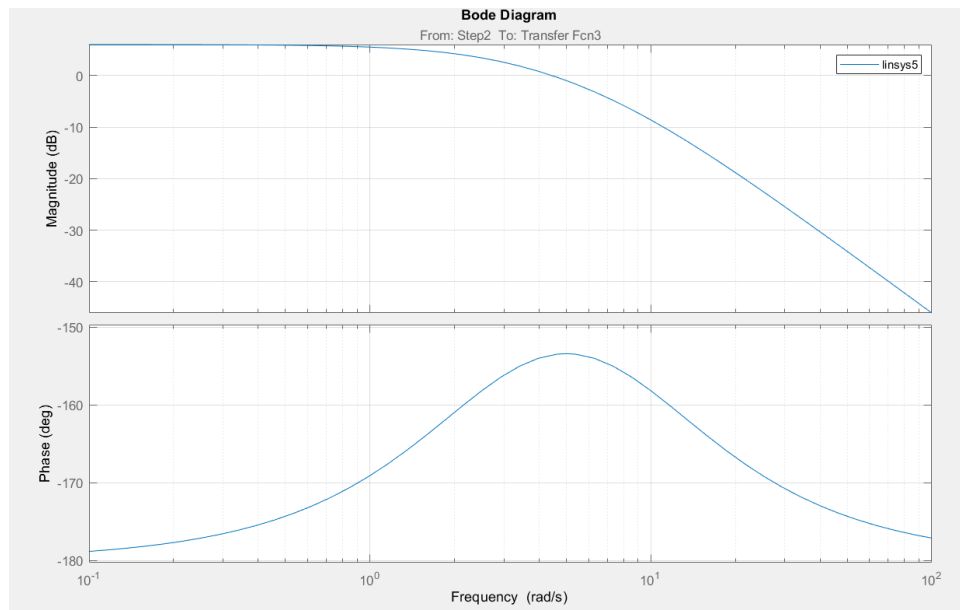


Рисунок 33 – График bode при $a_1 = 1$, $a_2 = -0.5$

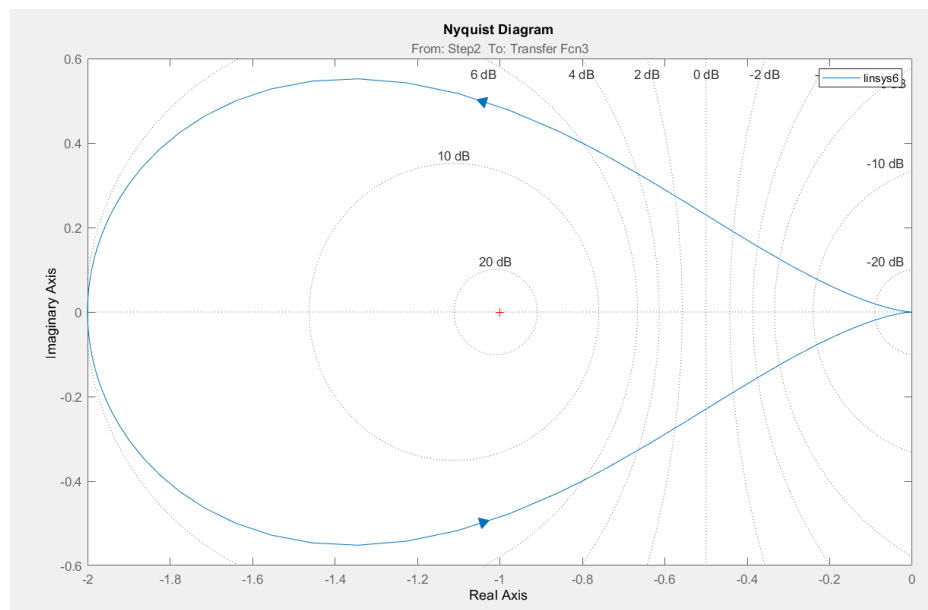


Рисунок 34 – Диаграмма Найквиста при $a_1 = 1$, $a_2 = -0.5$

11. При параметрах $a_1 = 1$, $a_2 = -0.5$ звено является неустойчивым. В остальных случаях звенья устойчивы.

Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы проведено исследование частотных характеристик типовых динамических звеньев первого и второго порядков.