

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВПО РЫБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННО-
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. СОЛОВЬЕВА

Факультет радиоэлектроники и информатики
Кафедра математического и программного обеспечения
электронных вычислительных средств

Специальность
«Програмное обеспечение вычислительной техники
и автоматизированных систем»

Лабораторная работа №1
по дисциплине
«Основы теории управления»
«Моделирование линейных звеньев 1-го порядка»
вариант №5

Студент гр. ИВП-09 _____ Кулаевский Д.Ю.
Преподаватель _____ Павлов Р.В.

1 Цель работы

Ознакомиться с методикой моделирования звеньев с дробно-рациональными передаточными функциями 1-го порядка с помощью пакета СТЕМ.

2 Задание по лабораторной работе

Звено описывается дифференциальным уравнением

$$y' + ay = bg$$

Для заданных значений a и b найти теоретически выходной сигнал блока $y(t)$, если входной сигнал имеет вид:

- 1) $g(t) = 1(t)$,
- 2) $g(t) = \delta(t)$,
- 3) $g(t) = \sin \omega t$.

Построить таблицы и графики выходного сигнала $y(t)$ для всех случаев. Получить логарифмические характеристики блока. Вычисления можно выполнять с использованием пакета MATHCAD.

3 Дифференциальное уравнение и передаточная функция заданного блока

$$y' = 0,5y + x$$
$$W(p) = \frac{1}{p + 0,5}$$

4 Расчет выходных сигналов

4.1 Единица ступень

Изображение по Лапласу для данного входного сигнала равно $G(p) = \frac{1}{p}$.

Известно, что изображение по Лапласу выходного сигнала равно $Y(p) = W(p)G(p)$,

значит

$$Y(p) = \frac{1}{p + 0,5} * \frac{1}{p} = \frac{1}{p(p + 0,5)}$$
$$y(t) = 2 - 2e^{-0,5t}$$

В таблице 1 указаны значения функции, график функции $h(t)$ изображен на рисунке 1.

Таблица 1 – Таблица значений функции $h(t)$

t	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
y(t)	0	0,4423	0,7869	1,0552	1,2642	1,4269	1,5537	1,6524	1,7293	1,7892	1,8358	1,8721	1,9004

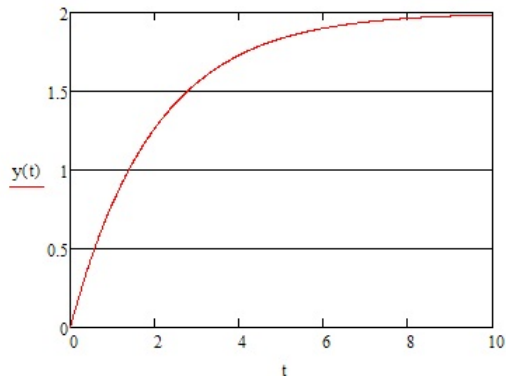


Рисунок 1 – График переходной характеристики $h(t)$

4.2 Импульс Дирака

Изображение по Лапласу для импульса Дирака: $G(p) = 1$.

Известно, что изображение по Лапласу выходного сигнала равно $Y(p) = W(p)G(p)$, значит

$$Y(p) = \frac{1}{p + 0,5} * 1 = \frac{1}{p + 0,5}$$

$$y(t) = e^{-0,5t}$$

В таблице 2 указаны значения функции, график функции $\omega(t)$ изображен на рисунке 2.

Таблица 2 – Таблица значений функции для синусоидального выходного сигнала

t	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
$y(t)$	1	0,7788	0,6065	0,4723	0,3678	0,2865	0,2231	0,1737	0,1353	0,1053	0,0820	0,0639	0,0497

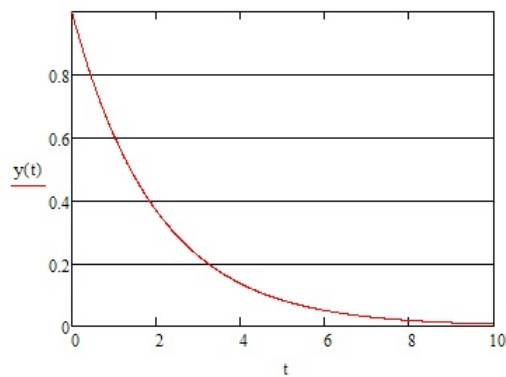


Рисунок 2 – График весовой функции $\omega(t)$

4.3 Синусоидальный сигнал

Изображение по Лапласу для синусоидального сигнала: $G(p) = \frac{\omega}{p^2 + \omega^2}$.

Известно, что изображение по Лапласу выходного сигнала равно $Y(p) = W(p)G(p)$,

значит

$$Y(p) = \frac{1}{p + 0,5} * \frac{\omega}{p^2 + \omega^2}$$

$$y(t) = \frac{e^{-0,5t}\omega}{\omega^2 + 0,25} - \frac{\omega \cos(\omega t)}{\omega^2 + 0,25} + \frac{\sin(\omega t)}{2\omega^2 + 0,5}$$

В таблице 3 указаны значения функции, график функции $\sin(\omega t)$ для $\omega = 0,5$ изображен на рисунке 3.

Таблица 3 – Таблица значений функции для синусоидального входного сигнала

t	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
y(t)	0	0,4917	1,2902	1,6798	1,3521	0,4153	−0,7069	−1,4931	−1,5757	−0,9167	0,1735	1,1823	1,6350

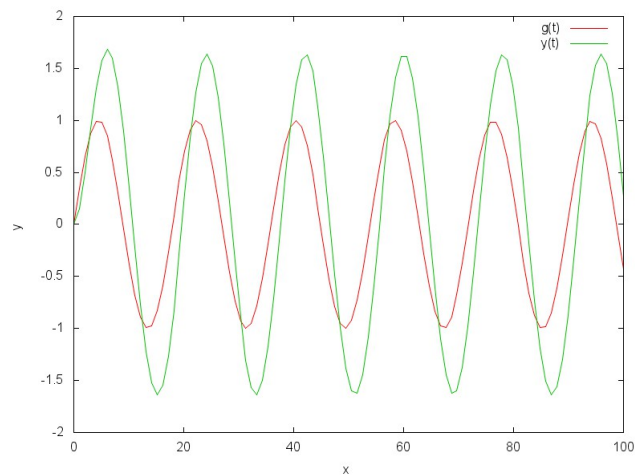


Рисунок 3 – График синусоидального выходного сигнала

Частотные характеристики могут быть получены из соотношений:

$$Wj\omega = u(\omega) + jv(\omega) =$$

$$= \frac{1}{j\omega + 0,5} = \frac{0,5}{0,25 + \omega^2} - j\frac{\omega}{0,25 + \omega^2} =$$

$$= \frac{2}{4\omega^2 + 1} - j\frac{4\omega}{4\omega^2 + 1}$$

$$A(\omega) = \sqrt{\left(\frac{0,5}{0,25 + \omega^2}\right)^2 + \left(\frac{\omega}{0,25 + \omega^2}\right)^2}$$

$$L(\omega) = 20 \lg 2 - 20 \lg(\sqrt{1 + 4\omega^2})$$

$$\phi(\omega) = -\arctan 2\omega$$

5 Графики функций, полученные экспериментальным путем



Рисунок 4 – График реакции звена на δ -импульс

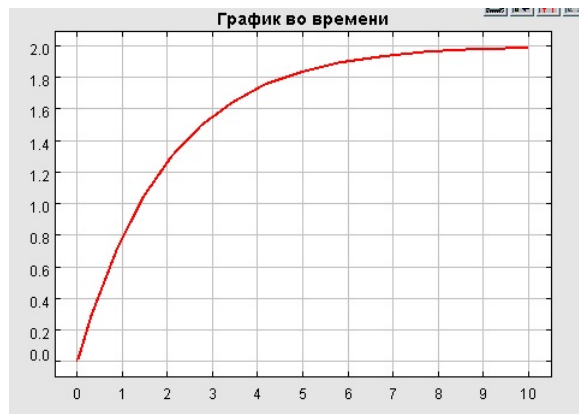


Рисунок 5 – График реакции звена на единичное воздействие

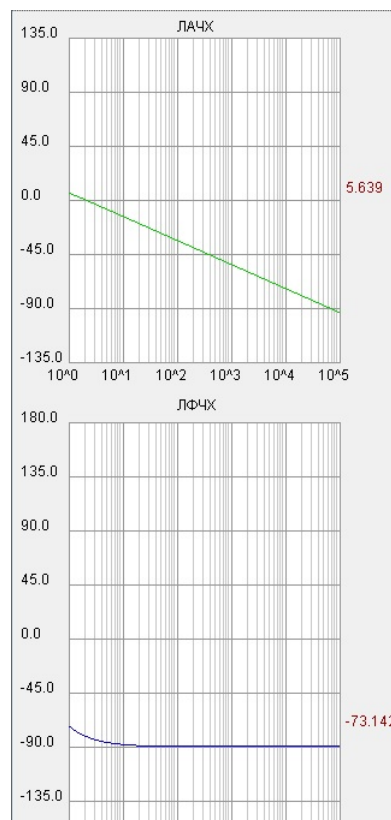


Рисунок 6 – Амплитудно-частотные характеристики звена для сигнала $\sin \omega t$

6 Соотношение вход/выход для сигнала $\sin \omega t$ на разных частотах

Здесь входящий всегда имеет единичную амплитуду.

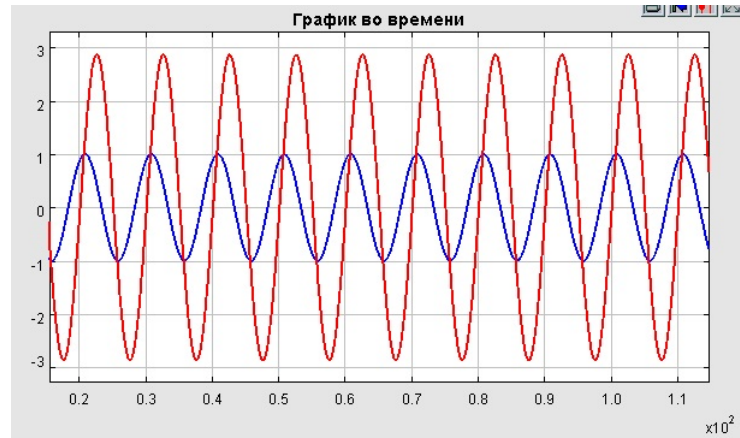


Рисунок 7 – График сравнения при низкой частоте входного сигнала $\omega = 0,1$



Рисунок 8 – График сравнения при средней частоте входного сигнала $\omega = 0,35$

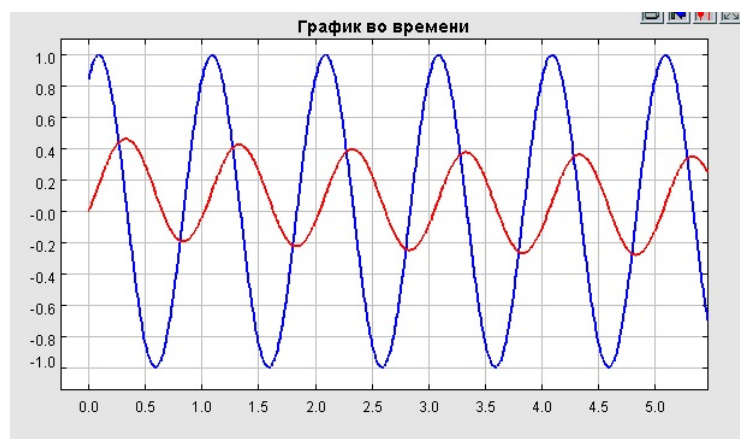


Рисунок 9 – График сравнения при высокой частоте входного сигнала $\omega = 1$

7 Вывод

В данной лабораторной работе было смоделировано апериодическое звено 1-го порядка. Инерционными звеньями первого порядка являются конструктивные элементы, которые могут накапливать энергию или вещество, и обладающие свойством без изменения внешних воздействий приходить в установившееся состояние (самовыравниванием). При скачке воздействия выходная величина не может измениться скачком, а изменяется плавно по экспоненте, т.е. звено обладает инерцией. Отсюда происходит название звена – инерционное. Переходная функция возрастает монотонно, без колебаний. Отсюда происходит название звена – апериодическое (т.е. не имеющее периода, неколебательное). Такое звено увеличивает амплитуду низких частот синусоидального сигнала и уменьшает амплитуду высоких.