**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЛИПЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет автоматизации и информатики

Кафедра автоматизированных систем управления

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

по дисциплине «Основы теории управления»

Частотные характеристики систем управления

Студент АС–21–1 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Коновалов К.А.

подпись, дата

Руководитель

Старший преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Болдырихин О.В.

подпись, дата

Липецк, 2023 г.

**Задание кафедры:**

Задание 1. Частотные характеристики системы первого порядка. Создать схему системы первого порядка. На вход системы подавать гармонические сигналы единичной амплитуды и разной частоты. Производить измерения амплитуды и сдвига фазы выходного сигнала по окончании переходного процесса. По передаточной функции получить частотные характеристики, сопоставить теоретические и экспериментальные результаты. Результаты представить в виде таблицы и графиков расчетных и экспериментальных характеристик: АФЧХ, АЧХ, ФЧХ, ЛЧХ.

Задание 2. Частотные характеристики системы второго порядка. Создать схему системы второго порядка. На вход системы подавать гармонические сигналы единичной амплитуды и разной частоты. Производить измерения амплитуды и сдвига фазы выходного сигнала по окончании переходного процесса. По передаточной функции получить частотные характеристики, сопоставить теоретические и экспериментальные результаты. Результаты представить в виде таблицы и графиков расчетных и экспериментальных характеристик: АФЧХ, АЧХ, ФЧХ, ЛЧХ.

Вариант №4

Первое задание:

Второе задание:

**Цель работы:**

Изучение частотных характеристик систем управления.

**Ход работы:**

Задание 1

На рисунке 1 представлена схема для задания 1.

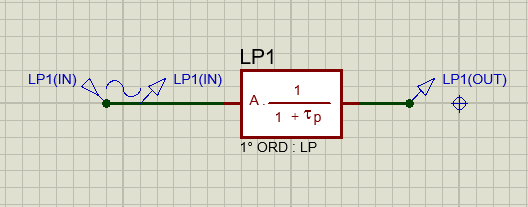


Рисунок 1 – Схема для задания 1

На вход в систему подаются гармонические сигналы единичной амплитуды и разной частоты:

Передаточная функция:

Для фильтра нижних частот частотная передаточная функция или амплитудно-фазовая частотная характеристика (АФЧХ) будет выглядеть следующим образом:

Модуль АФЧХ – амплитудная частотная характеристика (АЧХ) будет выглядеть следующим образом:

Аргумент АФЧХ – фазовая частотная характеристика (ФЧХ) будет выглядеть следующим образом:

Логарифмическая амплитудная частотная характеристика (ЛЧХ) будет выглядеть следующим образом:

В таблице 1 представлены измеренные и расчетные значения.

Таблица 1 - Измеренные и расчетные значения для первого задания

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Частота входного сигнала ω, рад/с | Измеренное значение усиления амплитуды Aи(ω) | Рассчитанное значение усиления амплитуды Aр(ω) | Измеренное значение сдвига фазы ϕи(ω), рад | Рассчитанное значение сдвига фазы ϕр(ω), рад |
| 1 | 6,2831853 | -0.59368 | -0,59291 | 0,0628 | 0,06274937 |
| 2 | 12,5663706 | -5.12159 | -5,12123 | 0,12515 | 0,12500844 |
| 3 | 18,8495559 | -8.30094 | -8,3001 | 0,18526 | 0,18630952 |
| 4 | 25,1327412 | -10.6725 | -10,6721 | 0,24635 | 0,2462276 |
| 5 | 31,4159265 | -12.5509 | -12,5504 | 0,30257 | 0,3043958 |
| 6 | 37,6991118 | -14.1013 | -14,1011 | 0,36045 | 0,36051516 |
| 7 | 43,9822971 | -15.4205 | -15,4201 | 0,41236 | 0,41435855 |
| 8 | 50,2654824 | -16.567 | -16,5669 | 0,46597 | 0,46576921 |
| 9 | 56,5486677 | -17.5819 | -17,581 | 0,51366 | 0,51465538 |
| 10 | 62,831853 | -18.49 | -18,4898 | 0,56104 | 0,56098212 |
| 11 | 69,1150383 | -19.3135 | -19,3129 | 0,60496 | 0,6047619 |
| 12 | 75,3982236 | -20.0658 | -20,065 | 0,64602 | 0,64604487 |
| 13 | 81,6814089 | -20.7581 | -20,7575 | 0,68505 | 0,68490968 |
| 14 | 87,9645942 | -21.3991 | -21,3989 | 0,72156 | 0,72145528 |

На рисунке 2 представлен график АФЧХ – амплитудно-фазовой частотной характеристики.

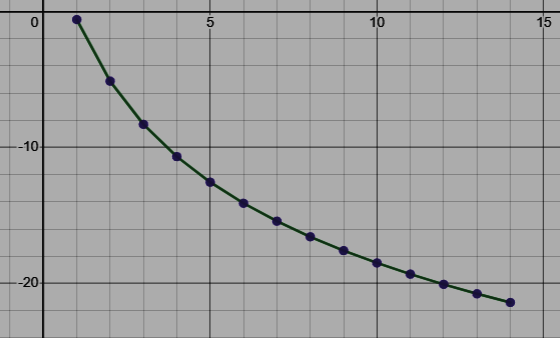


Рисунок 2 - График АФЧХ – амплитудно-фазовой частотной характеристики

На рисунке 3 представлен график ЛЧХ – логарифмическая амплитудная частотная характеристика.

Рисунок 3 - График ЛЧХ – логарифмической амплитудной частотной характеристики

На рисунке 4 представлен график АЧХ – амплитудная частотная характеристика.

Рисунок 4 - График АЧХ – амплитудная частотная характеристика

На рисунке 5 представлен график ФЧХ – фазовая частотная характеристика.

Рисунок 5 - График ФЧХ – фазовая частотная характеристика

Задание 2

На рисунке 6 представлена схема для задания 2.

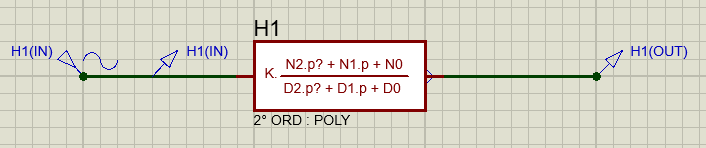


Рисунок 6 - Схема для задания 2

На вход в систему подаются гармонические сигналы единичной амплитуды и разной частоты:

Передаточная функция:

Амплитудно-фазовая частотная характеристика (АФЧХ) будет выглядеть следующим образом:

Модуль АФЧХ – амплитудная частотная характеристика (АЧХ) будет выглядеть следующим образом:

Аргумент АФЧХ – фазовая частотная характеристика (ФЧХ) будет выглядеть следующим образом:

Логарифмическая амплитудная частотная характеристика (ЛЧХ) будет выглядеть следующим образом:

В таблице 2 представлены измеренные и расчетные значения.

Таблица 2 - Измеренные и расчетные значения для второго задания

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Частота входного сигнала ω, рад/с | Измеренное значение усиления амплитуды Aи(ω) | Рассчитанное значение усиления амплитуды Aр(ω) | Измеренное значение сдвига фазы ϕи(ω), рад | Рассчитанное значение сдвига фазы ϕр(ω), рад |
| 1 | 0,3142 | 0.000421 | 0.000405 | 1,5703 | 1,57041934 |
| 2 | 0,6283 | 0.000842 | 0.000810 | 1,57 | 1,57004234 |
| 3 | 0,9425 | 0.001263 | 0.001215 | 1,5697 | 1,56966535 |
| 4 | 1,2566 | 0.001684 | 0.001620 | 1,5692 | 1,56928836 |
| 5 | 1,5708 | 0.002105 | 0.002025 | 1,5689 | 1,56891137 |
| 6 | 1,885 | 0.002527 | 0.002430 | 1,5685 | 1,56853438 |
| 7 | 2,1991 | 0.002948 | 0.002835 | 1,5682 | 1,56815738 |
| 8 | 2,5133 | 0.003369 | 0.003240 | 1,5678 | 1,56778039 |
| 9 | 2,8274 | 0.00379 | 0.003645 | 1,5674 | 1,56740339 |
| 10 | 3,1416 | 0.004211 | 0.004050 | 1,567 | 1,5670264 |
| 11 | 3,4558 | 0.004632 | 0.004455 | 1,5666 | 1,5666494 |
| 12 | 3,7699 | 0.005053 | 0.004860 | 1,5663 | 1,5662724 |
| 13 | 4,0841 | 0.005474 | 0.005265 | 1,5659 | 1,5658954 |
| 14 | 4,3982 | 0.005895 | 0.005670 | 1,5655 | 1,5655184 |
| 15 | 4,7124 | 0.006317 | 0.006075 | 1,5651 | 1,56514139 |

На рисунке 7 представлен график АФЧХ – амплитудно-фазовой частотной характеристики.

Рисунок 7 - График АФЧХ – амплитудно-фазовой частотной характеристики

На рисунке 8 представлен график ЛЧХ – логарифмическая амплитудная частотная характеристика.

Рисунок 8 - График ЛЧХ – логарифмической амплитудной частотной характеристики

На рисунке 9 представлен график АЧХ – амплитудная частотная характеристика.

Рисунок 9 - График АЧХ – амплитудная частотная характеристика

На рисунке 10 представлен график ФЧХ – фазовая частотная характеристика.

Рисунок 10 - График ФЧХ – фазовая частотная характеристика

**Вывод:**

Таким образом, при выполнении данной лабораторной работы мы установили, что при гармоническом воздействии в устойчивых системах после окончания переходного процесса выходная величина также изменяется по гармоническому закону, но с другими амплитудой и фазой, отношение амплитуд выходной и выходной величин равно модулю, сдвиг фазы равен аргументу частотной передаточной функции, АФЧХ –комплексная величина и включает мнимую и действительную часть, АЧХ показывает изменение отношения амплитуд, ФЧХ – сдвиг фазы выходной величины относительно входной в зависимости от частоты входного гармонического воздействия, ЛЧХ – представление частотного отклика линейной системы.