Министерство образования и науки Российской Федерации

Севастопольский государственный университет

Кафедра ИС

Отчет

По дисциплине: “Электроника”

Лабораторная работа №3

“Исследование операционного усилителя”

Вариант 2

Выполнил:

ст.гр. ИС/б-22

Волобуев Ю.С.

Проверила:

Грушун Т.А.

Севастополь

2019

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследование характеристик операционного усилителей с отрицательной обратной связью.

2 ХОД РАБОТЫ

1. Снятие амплитудной характеристики инвертирующего усилителя с обратной связью производится по схеме показанной на рис.1

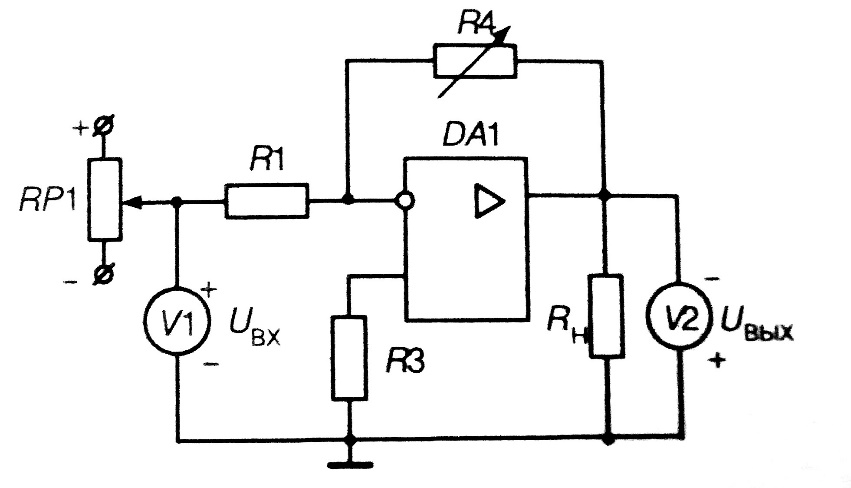


Рисунок 1 – Схема инвертирующего усилителя

Таблица 1 – Напряжение на выходе инвертирующего усилителя (SA1 в положении 1)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Uвх, В | -8 | -7 | -6 | -5 | -4 | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Uвых, В | 12,7 | 12,7 | 12,1 | 10,1 | 8,1 | 6 | 4 | 2 | 0 | -2,1 | -4,1 | -6,3 | -8,2 | -10,2 | -12,1 | -12,8 | -12,8 |
| К | 0 | 0 | -0,6 | -2 | -2,1 | -2 | -2 | -2 | 0 | -2,1 | -2 | -2,2 | -2,1 | -2 | -1,9 | -0,7 | 0 |

Таблица 2 – Напряжение на выходе инвертирующего усилителя (SA1 в положении 2)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Uвх, В | -8 | -7 | -6 | -5 | -4 | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Uвых, В | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 10,3 | 5 | 0 | -5,4 | -10,3 | -12,9 | -12,9 | -12,9 | -12,9 | -12,9 | -12,9 |
| К | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -2,4 | -5,3 | -5 | 0 | -5,4 | -2,6 | -2,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Таблица 3 – Напряжение на выходе инвертирующего усилителя (SA1 в положении 3)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Uвх, В | -3 | -2,5 | -2 | -1,5 | -1 | -0,5 | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 |
| Uвых, В | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 9,7 | 5,3 | 0 | -5,3 | -10,2 | -12,9 | -12,9 | -12,9 | -12,9 |
| К | 0 | 0 | 0 | -6 | -8,8 | -10,6 | 0 | -10,6 | -9,8 | -5,4 | 0 | 0 | 0 |

Таблица 4 – Напряжение на выходе инвертирующего усилителя (SA1 в положении 4)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Uвх, В | -2,5 | -2 | -1,5 | -1 | -0,5 | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 |
| Uвых, В | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 8 | 0 | -8 | -12,9 | -12,9 | -12,9 | -12,9 |
| К | 0 | 0 | 0 | -9,4 | -16 | 0 | -16 | -9,8 | 0 | 0 | 0 |

Таблица 5 – Напряжение на выходе инвертирующего усилителя (SA1 в положении 5)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Uвх, В | -1,25 | -1 | -0,75 | -0,5 | -0,25 | 0 | 0,25 | 0,5 | 0,75 | 1 | 1,25 |
| Uвых, В | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 10,1 | 4,8 | 0 | -5,3 | -10,8 | -12,9 | -12,9 | -12,9 |
| К | 0 | 0 | -10,4 | 21,2 | -19,2 | 0 | -21,2 | -22 | -8,4 | 0 | 0 |

Используя данные таблиц 1, 2, 3, 4, 5 построим амплитудные характеристики инвертирующего усилителя.

Рисунок 2 – Амплитудные характеристики инвертирующего усилителя

Используя амплитудные характеристики, рассчитали коэффициенты усиления по напряжению для различных величин R4 по формуле , данные занесены в таблицы 1, 2, 3, 4, 5.

Например:

Сравним полученные коэффициенты усиления по напряжению для различных величин R4 с теоретическими.

При

При

При

При

При

Сравнив коэффициенты усиления, полученные теоретически и коэффициенты, полученные в ходе эксперимента, можно сделать вывод, что разница между ними минимальна и погрешность составляет менее 15%.

2. Снятие амплитудной характеристики неинвертирующего усилителя с обратной связью производится по схеме показанной на рис.3

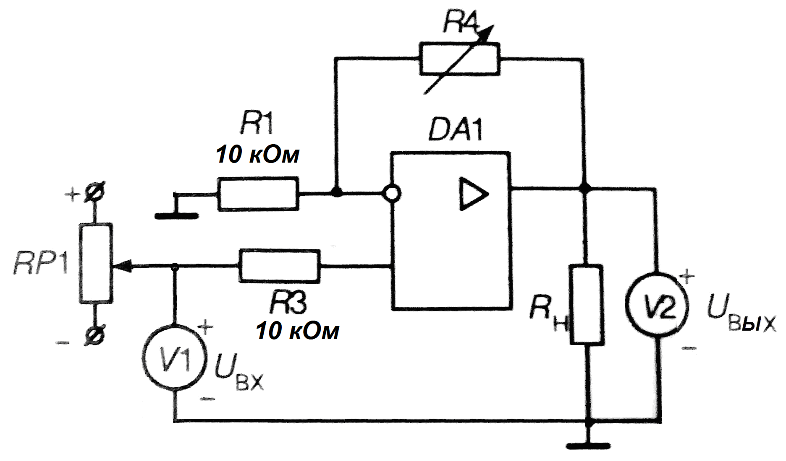


Рисунок 3 – Схема неинвертирующего усилителя

Таблица 6 – Напряжение на выходе неинвертирующего усилителя (SA1 в положении 1)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Uвх, В | -7 | -6 | -5 | -4 | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Uвых, В | -12,9 | -12,9 | -12,9 | -12,9 | -12,9 | -12,1 | -6,2 | 0 | 6,1 | 12,1 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 |
| К | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,8 | 5,9 | 6,2 | 0 | 6,1 | 6 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Таблица 7 – Напряжение на выходе неинвертирующего усилителя (SA1 в положении 2)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Uвх, В | -7 | -6 | -5 | -4 | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Uвых, В | -12,9 | -12,9 | -12,9 | -12,9 | -12,9 | -12,1 | -6,1 | 0 | 6,1 | 12,3 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 |
| К | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,8 | 6 | 6,1 | 0 | 6,1 | 6,2 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Таблица 8 – Напряжение на выходе неинвертирующего усилителя (SA1 в положении 3)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Uвх, В | -3 | -2,5 | -2 | -1,5 | -1 | -0,5 | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 |
| Uвых, В | -12,9 | -12,9 | -12,9 | -12,9 | -11 | -6 | 0 | 5,9 | 12,1 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 |
| К | 0 | 0 | 0 | 3,8 | 10 | 12 | 0 | 11,8 | 12,4 | 1,2 | 0 | 0 | 0 |

Таблица 9 – Напряжение на выходе неинвертирующего усилителя (SA1 в положении 4)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Uвх, В | -2,5 | -2 | -1,5 | -1 | -0,5 | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 |
| Uвых, В | -12,9 | -12,9 | -12,9 | -12,9 | -8 | 0 | 8,5 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,7 |
| К | 0 | 0 | 0 | 9,8 | 16 | 0 | 17 | 4,2 | 80 | 0 | 0 |

Таблица 10 – Напряжение на выходе неинвертирующего усилителя (SA1 в положении 5)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Uвх, В | -1,25 | -1 | -0,75 | -0,5 | -0,25 | 0 | 0,25 | 0,5 | 0,75 | 1 | 1,25 |
| Uвых, В | -12,9 | -12,9 | -12,9 | -11 | -6,1 | 0 | 5,2 | 11,2 | 12,7 | 12,7 | 12,7 |
| К | 0 | 0 | 6,4 | 19,6 | 24,4 | 0 | 20,8 | 24 | 6 | 0 | 0 |

Используя данные таблиц 6, 7, 8, 9, 10 построим амплитудные характеристики неинвертирующего усилителя.

Рисунок 4 – Амплитудные характеристики неинвертирующего усилителя

Используя амплитудные характеристики, рассчитали коэффициенты усиления по напряжению для различных величин R4 по формуле , данные занесены в таблицы 6, 7, 8, 9, 10.

Например:

Сравним полученные коэффициенты усиления по напряжению для различных величин R4 с теоретическими.

При

При

При

При

При

Сравнив коэффициенты усиления, полученные теоретически и коэффициенты, полученные в ходе эксперимента, можно сделать вывод, что разница между ними минимальна и погрешность составляет менее 15%.

3. Снятие АЧХ неинвертирующего усилителя с обратной связью производится по схеме показанной на рис.5

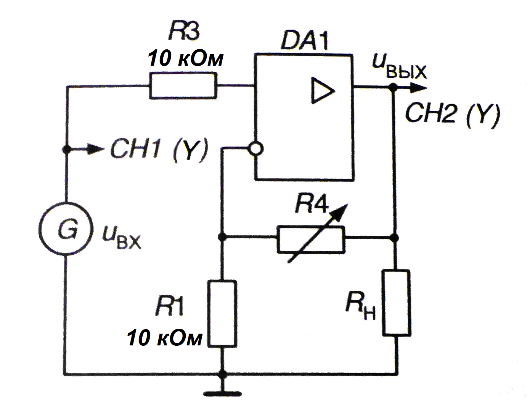


Рисунок 5 – Схема исследования АЧХ неинвертирующего усилителя

Таблица 11 – Напряжение на выходе неинвертирующего усилителя (SA1 в положении 1)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| f, Гц | 100 | 1000 | 10000 | 100000 |
| Uвых, В | 1,44 | 1,44 | 1,44 | 0,8 |
| К | 2,88 | 2,88 | 2,88 | 1,6 |

Таблица 12 – Напряжение на выходе неинвертирующего усилителя (SA1 в положении 2)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| f, Гц | 100 | 1000 | 10000 | 100000 |
| Uвых, В | 2,8 | 2,8 | 2,56 | 0,78 |
| К | 5,6 | 5,6 | 5,12 | 1,56 |

Таблица 13 – Напряжение на выходе неинвертирующего усилителя (SA1 в положении 3)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| f, Гц | 100 | 1000 | 10000 | 100000 |
| Uвых, В | 5,4 | 5,4 | 3,92 | 0,92 |
| К | 10,8 | 10,8 | 7,84 | 1,84 |

Таблица 14 – Напряжение на выходе неинвертирующего усилителя (SA1 в положении 4)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| f, Гц | 100 | 1000 | 10000 | 100000 |
| Uвых, В | 7,8 | 7,8 | 4,6 | 0,98 |
| К | 15,6 | 15,6 | 9,2 | 1,96 |

Таблица 15 – Напряжение на выходе неинвертирующего усилителя (SA1 в положении 5)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| f, Гц | 100 | 1000 | 10000 | 100000 |
| Uвых, В | 10,4 | 10,2 | 5 | 1,06 |
| К | 20,8 | 20,4 | 10 | 2,12 |

Используя данные таблиц 11, 12, 13, 14, 15, рассчитаем коэффициенты усиления по напряжению неинвертирующего усилителя для различных частот входного сигнала по формуле , где :

и т.д.

Используя данные таблиц 11, 12, 13, 14, 15 построим логарифмические АЧХ характеристики неинвертирующего усилителя.

Рисунок 6 – Логарифмические АЧХ характеристики неинвертирующего

усилителя

Используя логарифмические АЧХ характеристики неинвертирующего усилителя рассчитаем частоту единичного усиления.

Используя логарифмические АЧХ характеристики неинвертирующего усилителя рассчитаем коэффициент усиления ОУ без ООС для своего варианта fвх=15 кГц.

Рассчитаем коэффициент усиления неинвертирующего ОУ для своего варианта R1=2 кОм, R4=15 кОм.

Рассчитаем коэффициент усиления инвертирующего ОУ для своего варианта R1=2 кОм, R4=15 кОм.

Построим логарифмическую АЧХ неинвертирующего ОУ для своего варианта R1=2 кОм, R4=15 кОм.

Рассчитаем величину R4 для своего варианта = -6 (R1=10 кОм). Нарисуем схему усилителя.

Рассчитаем величину Uвых инвертирующего ОУ для своего варианта Uвх=-0,15 В, R1=2 кОм, R4=15 кОм.

Рассчитаем величину Uвых неинвертирующего ОУ для своего варианта Uвх=-0,15 В, R1=2 кОм, R4=15 кОм.

Рассчитаем  неинвертирующего ОУ для двух случаев (=10000, =20000). Возьмем R1=2 кОм и R4=15 кОм по своему варианту.

где β находится по формуле: