

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО
Факультет систем управления и робототехники

Электроника и схемотехника

Лабораторная работа №5

Исследование работы инвентрирующего и неинвентрирующего усилителя

Вариант 2

Выполнили студенты:
Кирбаба Д.Д. R3338
Курчавый В.В. R3338

Преподаватель:
Николаев Н.А.

г. Санкт-Петербург
2023

Цель работы

Изучение основных свойств и режимов работы операционных усилителей;

Знакомство с типовыми схемами использования операционного усилителя;

Анализ типовых схем включения в программном пакете LtSpice;

Экспериментальное определение параметров усилителя в различных схемах включения.

Ход работы

Вариант 2.

Параметры усилителя:

$$R_{fb} = 50\ kOhm, K = 10.$$

Построение передаточной характеристики инвертирующего усилителя

Рассчитаем величину сопротивления резистора: $R_1 = \frac{R_{fb}}{K} = 5\ kOhm$.

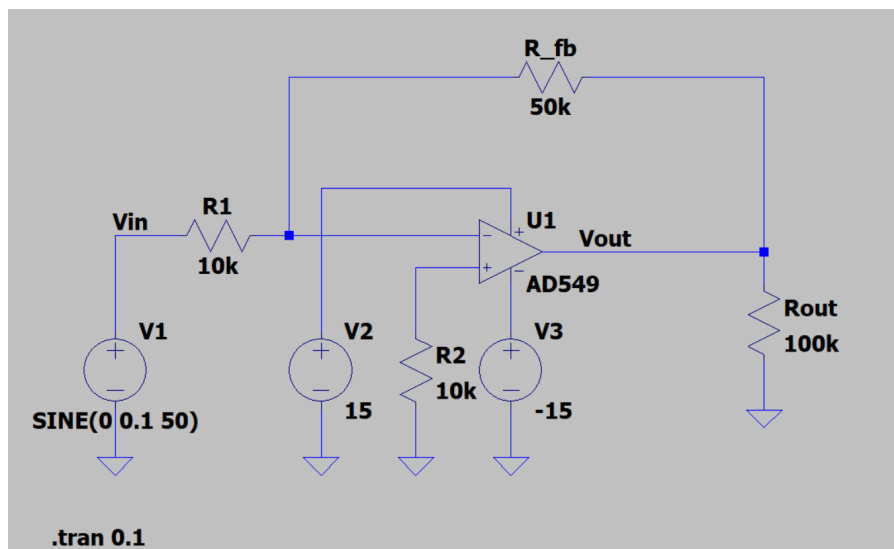


Рис. 1: Принципиальная схема инвертирующего усилителя на ОУ.

Снимем передаточную характеристику инвертирующего усилителя:

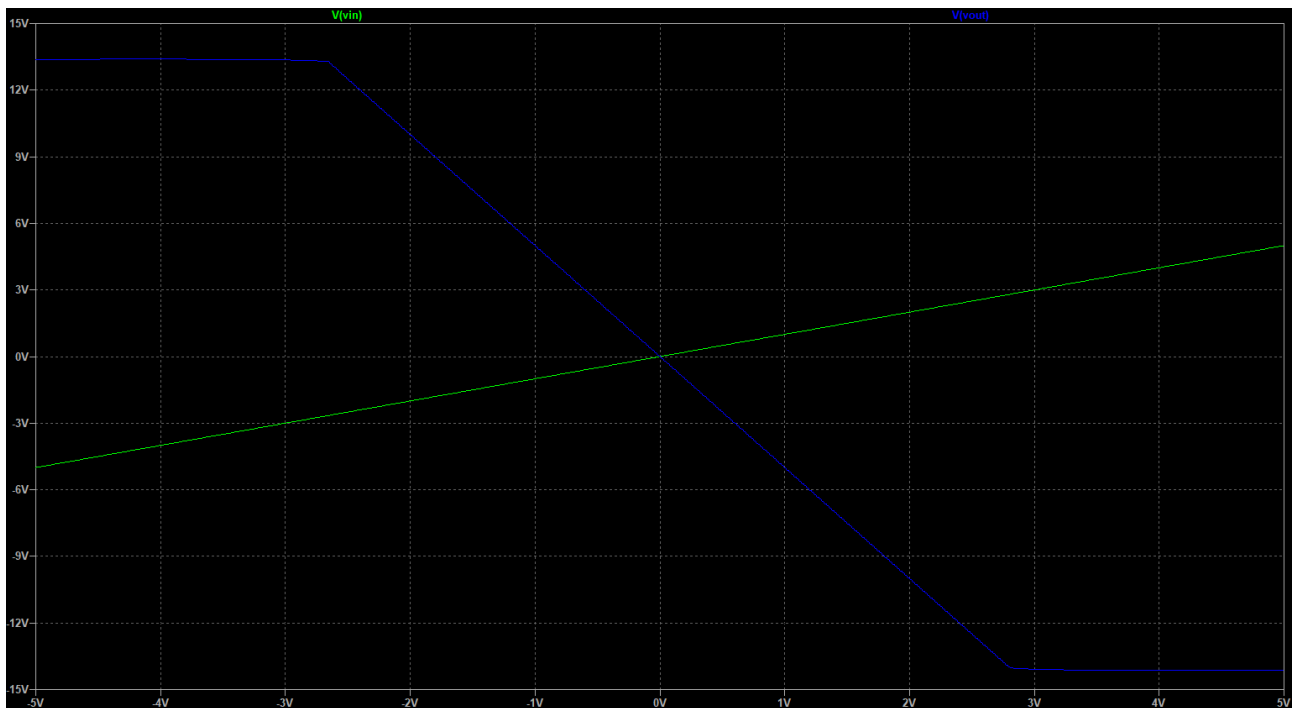


Рис. 2: Передаточная характеристика инвертирующего усилителя.

Определим по графикам положительное и отрицательное напряжения ограничения:

$$V_{lim+} = 13.391 \text{ V}, \quad V_{lim-} = -14.1347 \text{ V}.$$

Рассчитаем коэффициент усиления:

$$(V_{in_1} = -2 \text{ V}, \quad V_{out_1} = 9.9999 \text{ V}), \quad (V_{in_2} = 2 \text{ V}, \quad V_{out_2} = -9.9999).$$

$$K = \frac{V_{out_2} - V_{out_1}}{V_{in_2} - V_{in_1}} = -4.99995.$$

Исследование работы инвертирующего усилителя

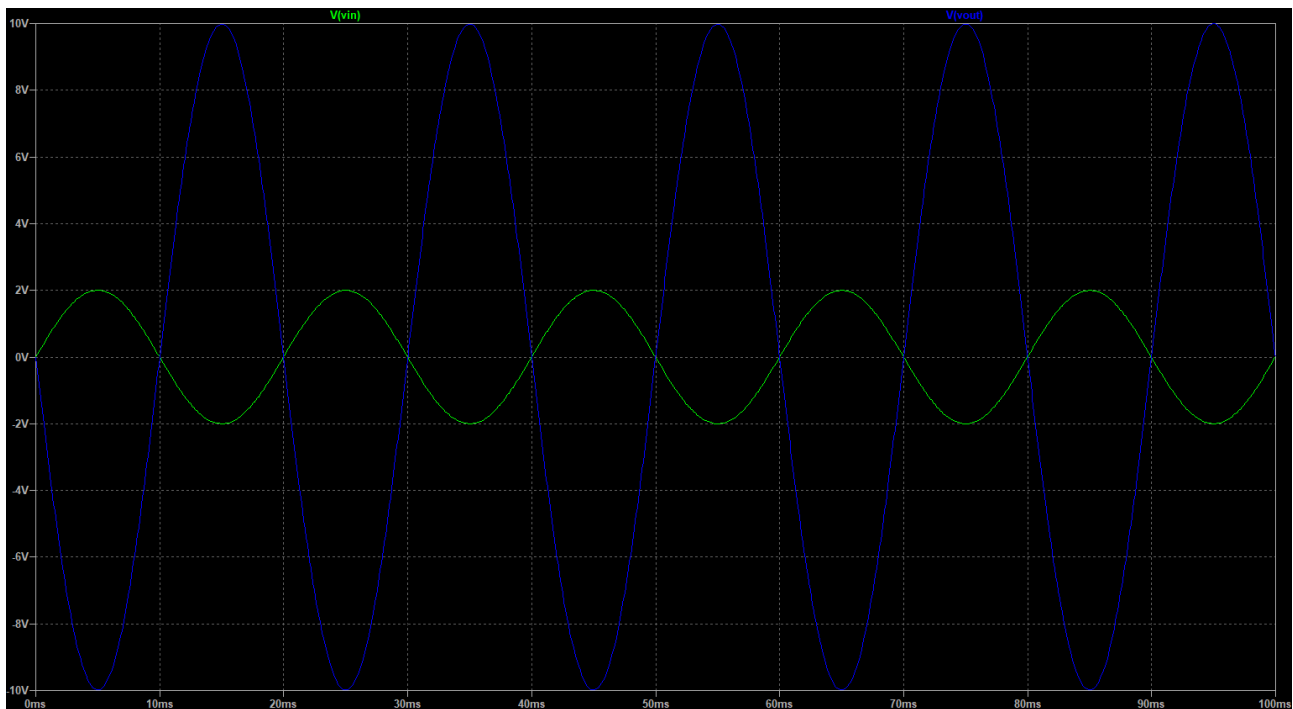


Рис. 3: Инвертирующий усилитель при синусоидальном сигнале.

Фазы входного и выходного сигналов находятся в противофазе (π).

Инвертирующий усилитель изменяет полярность сигнала.

Определим коэффициент усиления:

$$K = \frac{V_{out_{ampmax}}}{V_{in_{ampmax}}} = -5.$$

Значение вычисленного коэффициента совпало с вычисленным значением из предыдущего пункта.

Построение передаточной характеристики неинвертирующего усилителя

Рассчитаем величину сопротивления резистора: $R_1 = \frac{R_{fb}}{K-1} = 5.555 \text{ kOhm}$.

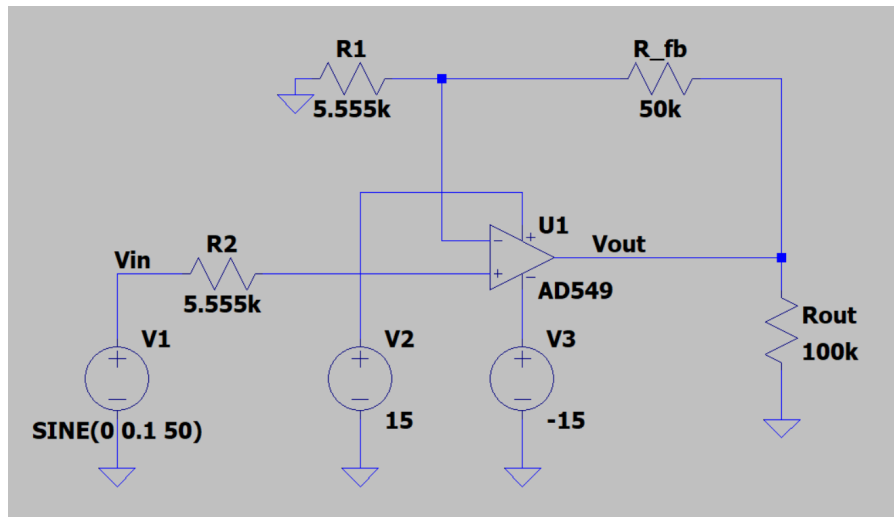


Рис. 4: Принципиальная схема неинвертирующего усилителя на ОУ.

Снимем передаточную характеристику неинвертирующего усилителя:

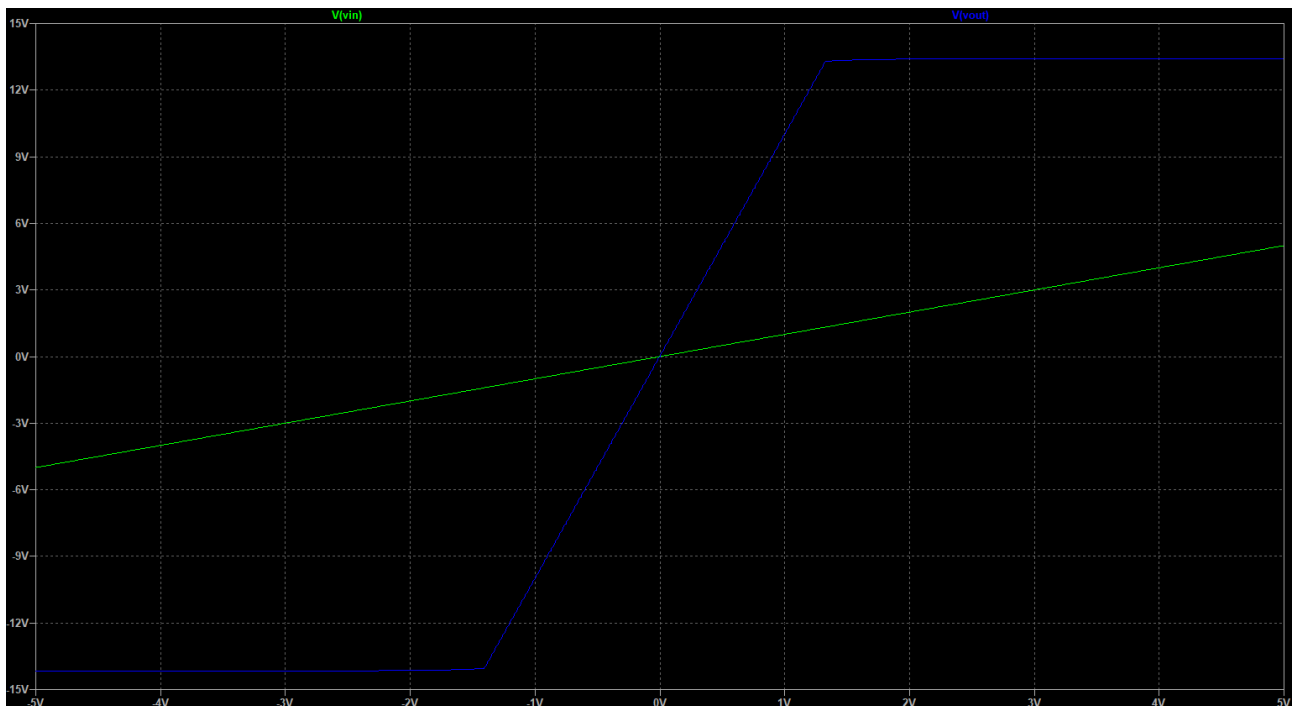


Рис. 5: Передаточная характеристика неинвертирующего усилителя.

Определим по графикам положительное и отрицательное напряжения ограничения:

$$V_{lim+} = 13.407 \text{ V}, \quad V_{lim-} = -14.154 \text{ V}.$$

Рассчитаем коэффициент усиления:

$$(V_{in_1} = -1 \text{ V}, V_{out_1} = -10.0008 \text{ V}), \quad (V_{in_2} = 1 \text{ V}, V_{out_2} = 10.0008).$$

$$K = \frac{V_{out_2} - V_{out_1}}{V_{in_2} - V_{in_1}} = 10.0008.$$

Исследование работы неинвентирующего усилителя

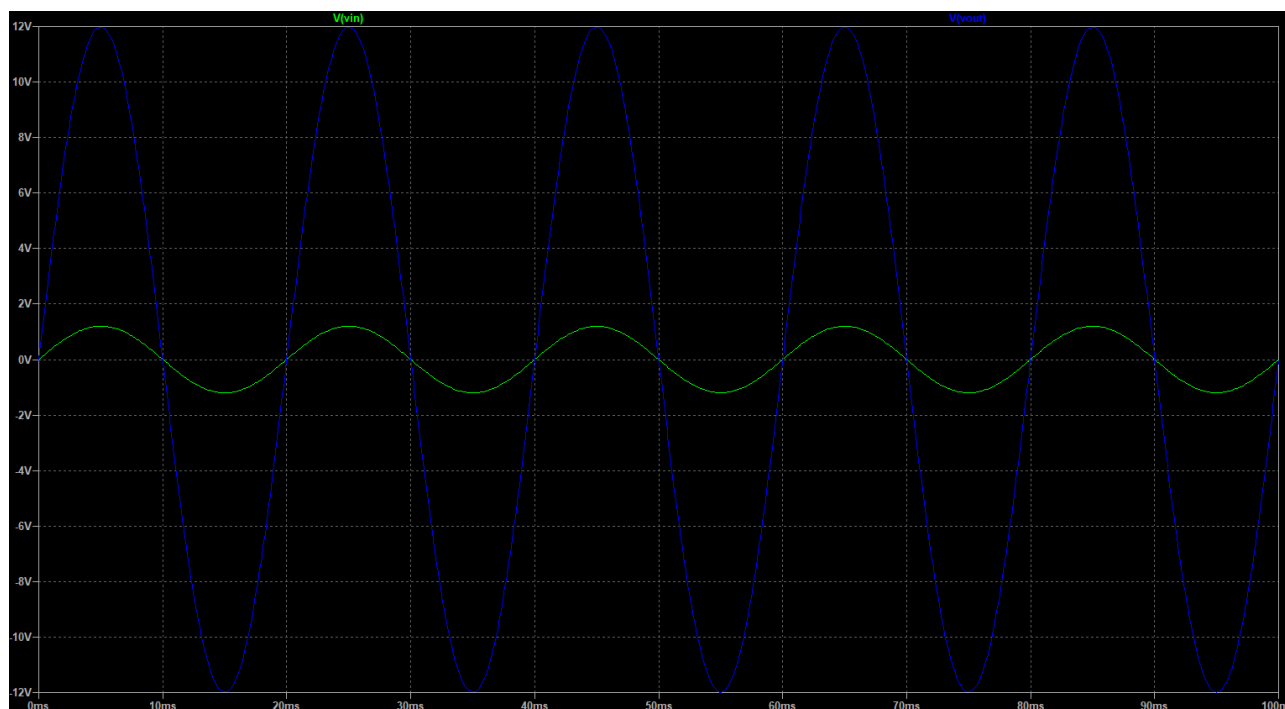


Рис. 6: Неинвентирующий усилитель при синусоидальном сигнале.

Фазы входного и выходного сигналов совпадают по фазе.

Инвентирующий усилитель не изменяет полярность сигнала.

Определим коэффициент усиления:

$$K = \frac{V_{out_{ampmax}}}{V_{in_{ampmax}}} = 10.$$

Значение вычисленного коэффициента совпало с вычисленным значением из предыдущего пункта.

Выводы

В данной лабораторной работе были исследованы операционные усилители. Их цель - усиление напряжения и обеспечение выполнения различных операций по преобразованию аналоговых электрических сигналов.

ОУ обычно обладает следующими свойствами: дифференциальным входом, большим коэффициентом усиления K , малыми входными токами I_{in} , большим входным сопротивлением R_{in} , малым выходным сопротивлением R_{out} .

Так как ОУ содержит в себе дифференциальный усилитель, то он реагирует только на разность входных токов, а следовательно является достаточно устойчивым прибором (т.к. изменение температуры и старение деталей транзисторов можно рассматривать как синфазные входные воздействия).

В схему ОУ обязательно добавляют обратную связь для стабилизации коэффициента усиления, уменьшения искажений и расширения диапазона усиливаемых частот.

При исследовании усилителей были построены их схемы, промоделирована работа как на постоянном, так и на синусоидальном входном воздействии. Коэффициенты усиления оказались равны в обоих случаях: $K_{inv} = -5$, $K_{dir} = 10$.

Также по графикам переходных процессов были определены напряжения ограничений, они, как и предполагалось, оказались меньше на $1 - 2\text{ V}$ от напряжения питания усилителей.