

# Лабораторна робота №3. Дослідження інвертуючої та неінвертуючої схем включення операційного підсилювача

© Коломієць Р. О.

Травень, 2020

**Мета роботи:** дослідити роботу операційного підсилювача, що включений за інвертуючою та неінвертуючою схемами.

Практично вся сучасна аналогова обробка сигналів (підсилення, фільтрація тощо) виконується на операційних підсилювачах (ОП). Основними схемами їх включення є інвертуюча та неінвертуюча. У схемах різноманітних пристроїв для перетворення форми сигналів (фільтрів, схем з автоматичною регуляцією підсилення, схем диференціювання та інтегрування сигналів, схем реалізації арифметичних дій із сигналами тощо) використовуються саме ці схеми включення ОП.

## 1 Порядок виконання роботи

1. Визначитися із варіантом і обрати ОП, який вказаний у таблиці вхідних даних для виконання роботи. Також з цієї ж таблиці беруться параметри вхідного сигналу (форма у всіх варіантах — синусоїдальна) і коефіцієнт підсилення по напрузі.

Варіант	ОП	$U_{in}$ , мВ	$f$ , кГц	$K_U$
1	AD549	100	12	5
2	AD711	80	9	8
3	AD712	95	12	10
4	AD713	110	9	5
5	AD744	100	12	8
6	AD746	120	12	10
7	AD795	100	15	5
8	AD8030	85	9	10
9	AD8033	95	12	8
10	AD8034	80	15	10

Для встановлення ОП на схему потрібно вибрати команду *Component* на панелі інструментів, а потім — *[Opamps]* (див. рис. 1 ліворуч). Для повернення назад (для вибору іншого компонента) потрібно натиснути *Up One Level* (рис. 1 праворуч).

2. Зібрати інвертуючу схему включення ОП. Можна керуватися рис. 2. Опір навантаження  $R_L$  у всіх приймається рівним 1 кОм (оскільки ОП має незначний вихідний опір, то для практично для будь-якого опору навантаження він буде виступати джерелом напруги, і тому по великому рахунку ОП байдуже, який до нього

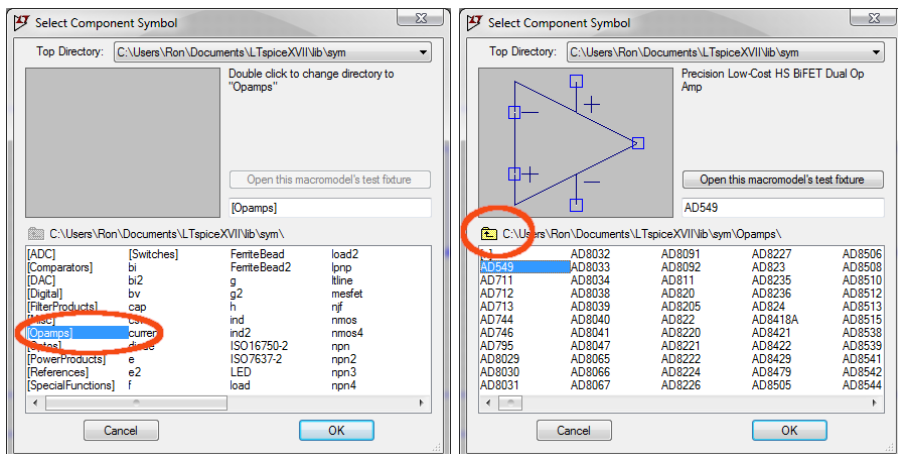


Рис. 1

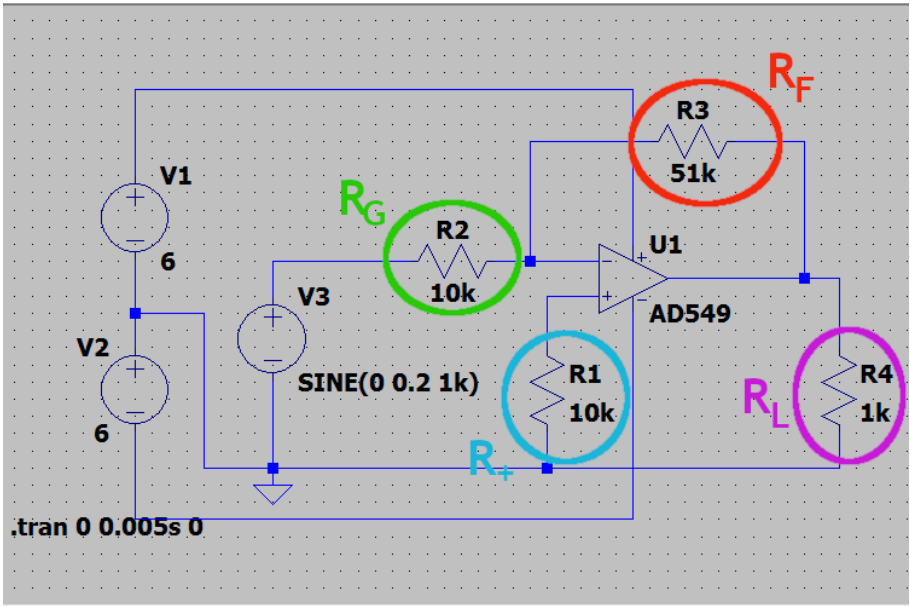


Рис. 2

приєднаний опір навантаження). Резистор  $R_+$ , що підключений до прямого входу, також у всіх буде однаковим, і його опір можна прийняти рівним 10 кОм. Резистори зворотного зв'язку  $R_F$  та на інверсному вході  $R_G$  потрібно розрахувати самостійно, виходячи із заданого значення коефіцієнту підсилення по напрузі:

$$K_U = -\frac{R_F}{R_G}.$$

Знак „мінус“ перед цим виразом вказує на те, що сигнал інвертується. Значення опору  $R_F$  повинно бути не меншим за 10 кОм.

Також зверніть увагу на те, що два однакових джерела напруг  $V1$  і  $V2$  з'єднані послідовно, причому точка їх з'єднання посаджена на „землю“. Це потрібно для того, щоб подати на ОП двохполярне живлення. Яку напругу живлення можна подавати на ваш ОП, треба з'ясувати по його даташиту (для більшості ОП напруга живлення може бути будь-якою від 3 до 15 В, але „+“ та „-“ повинні бути за модулем однакові).

Зробити скріншот зібраної схеми для звіту.

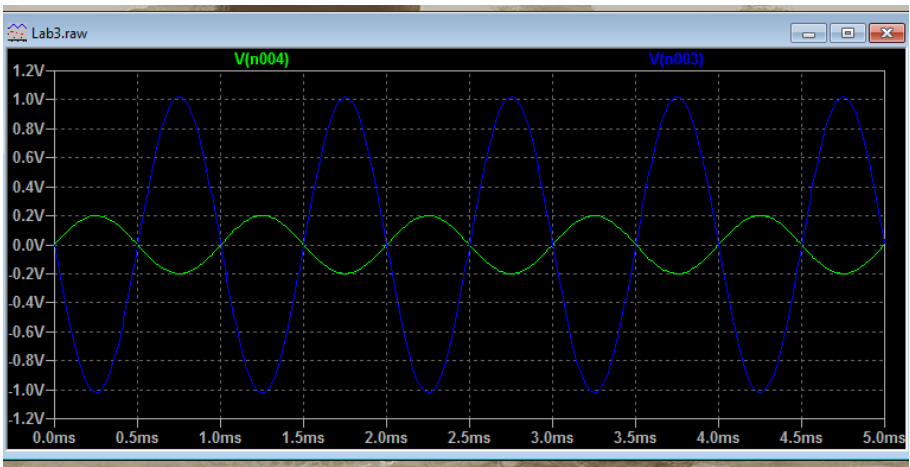


Рис. 3

3. Промоделювати роботу схеми. В якості результатів моделювання навести осцилограми вхідного та вихідного сигналів. Повинно получитися щось схоже на рис. 3. Показати, що вихідний сигнал в  $K_U$  разів більший за вхідний.

Зробити скріншот вікна з результатами моделювання для звіту. Вказати на ньому, де інверсія сигналу. В LTspice можна ставити свої позначки та коментарі у вікні результатів симуляції, вибравши в меню *Plot Settings* → *Notes & Annotations* → ... (рис. 4).

4. Використовуючи ті ж самі початкові дані, зібрати неінвертуючу схему включення ОП. Для коректної роботи схеми потрібно пам'ятати, що в коло зворотного зв'язку ОП потрібно ставити резистор з опором не менше 10 кОм, і для неінвертуючої схеми коефіцієнт підсилення по напрузі задається виразом

$$K_U = 1 + \frac{R_F}{R_G}.$$

Опір навантаження  $R_L$  знову прийняти рівним 1 кОм.

Зробити скріншот зібраної схеми для звіту.

5. Промоделювати неінвертуючу схему. Зробити скріншот вікна симуляції. Показати, що коефіцієнт підсилення при ваших номіналах резисторів дорівнює заданому. Показати, що інверсії сигналу немає.

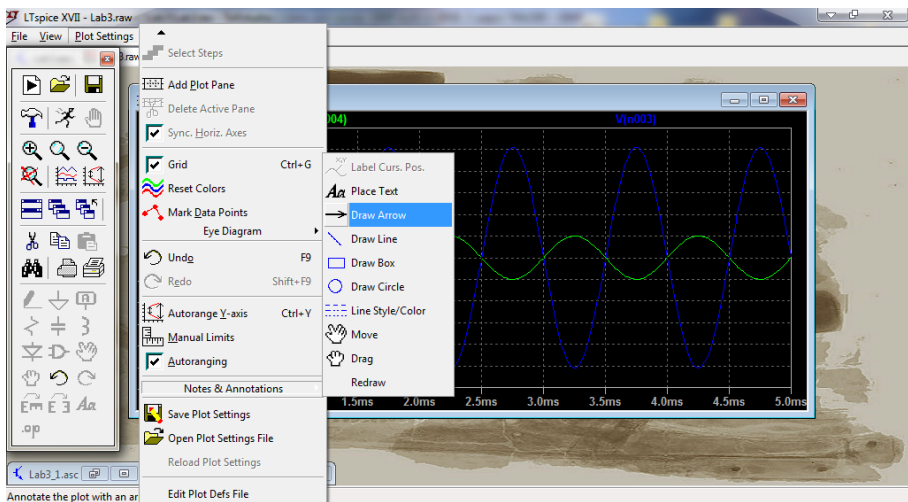


Рис. 4

## 2 Зміст звіту

Звіт рекомендується оформлювати у наступній послідовності.

- Назва роботи та мета її виконання.
- Варіант та параметри вибраного ОП, які потрібні для виконання лабораторної роботи.
- Розрахунок інвертуючої схеми включення ОП.
- Скріншот із зібраною інвертуючою схемою.
- Скріншот результатів симуляції роботи інвертуючої схеми.
- Розрахунок неінвертуючої схеми включення ОП.
- Скріншот із зібраною неінвертуючою схемою.
- Скріншот результатів симуляції роботи неінвертуючої схеми.
- Висновки. Чи наявні спотворення вихідного сигналу і чи значні вони? Якщо спотворення значні, чи можна їх якось зменшити?