

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Одеська політехніка»
Навчально-науковий інститут комп’ютерних систем
Кафедра інформаційних систем

Лабораторна робота № 1

З дисципліни: «Інструментальні засоби систем IoT»

Тема: «Інвертуючий, неінвертуючий підсилювачі та суматор на основі
операційних підсилювачів»

Виконав:

Студент групи АІ-243

Гаврилов. О.В.

Перевірили:

Ядрова М.В.

Арісій О.О.

Одеса 2025

Мета роботи: дослідження операційних підсилювачів (ОП) та схем інвертуючого, неінвертуючого підсилювачів та суматора на основі ОП.

Завдання:

1. Зібрати схему інвертуючого підсилювача із заданим коефіцієнтом підсилення і дослідити його властивості.
2. Зібрати схему неінвертуючого підсилювача із заданим коефіцієнтом підсилення і дослідити його властивості.
3. Зібрати схему аналогового суматора і дослідити його властивості.

1.

Інвертуючий підсилювач

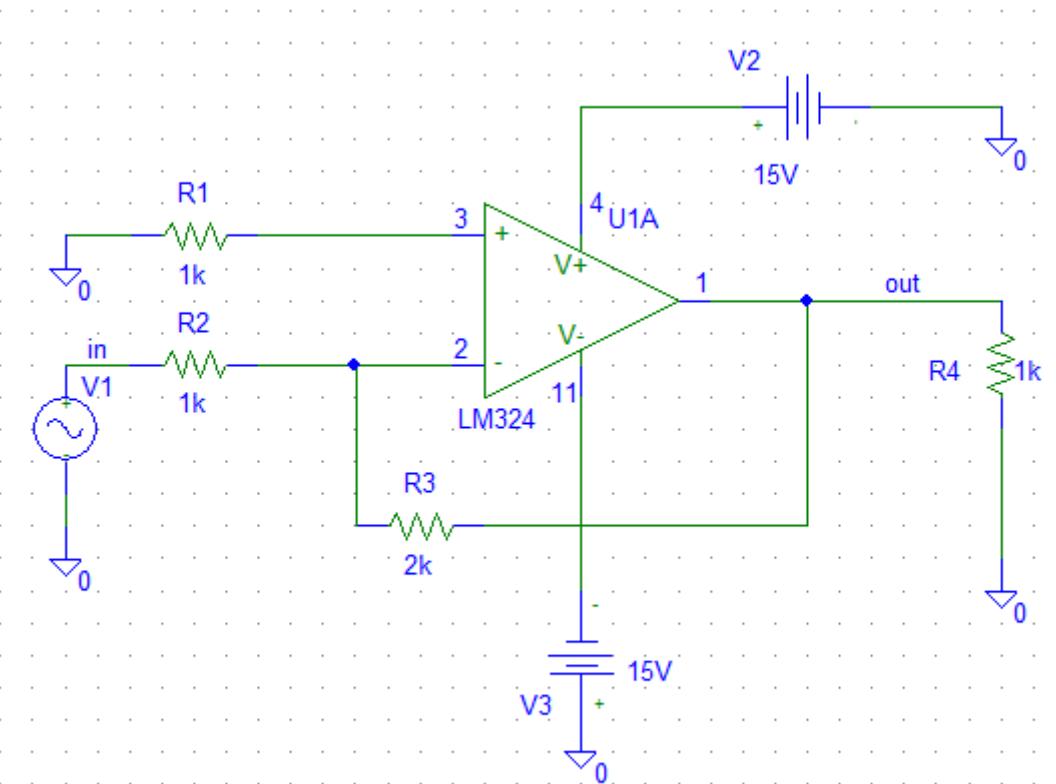


Рис. 1.1 - Схема інвертуючого підсилювача

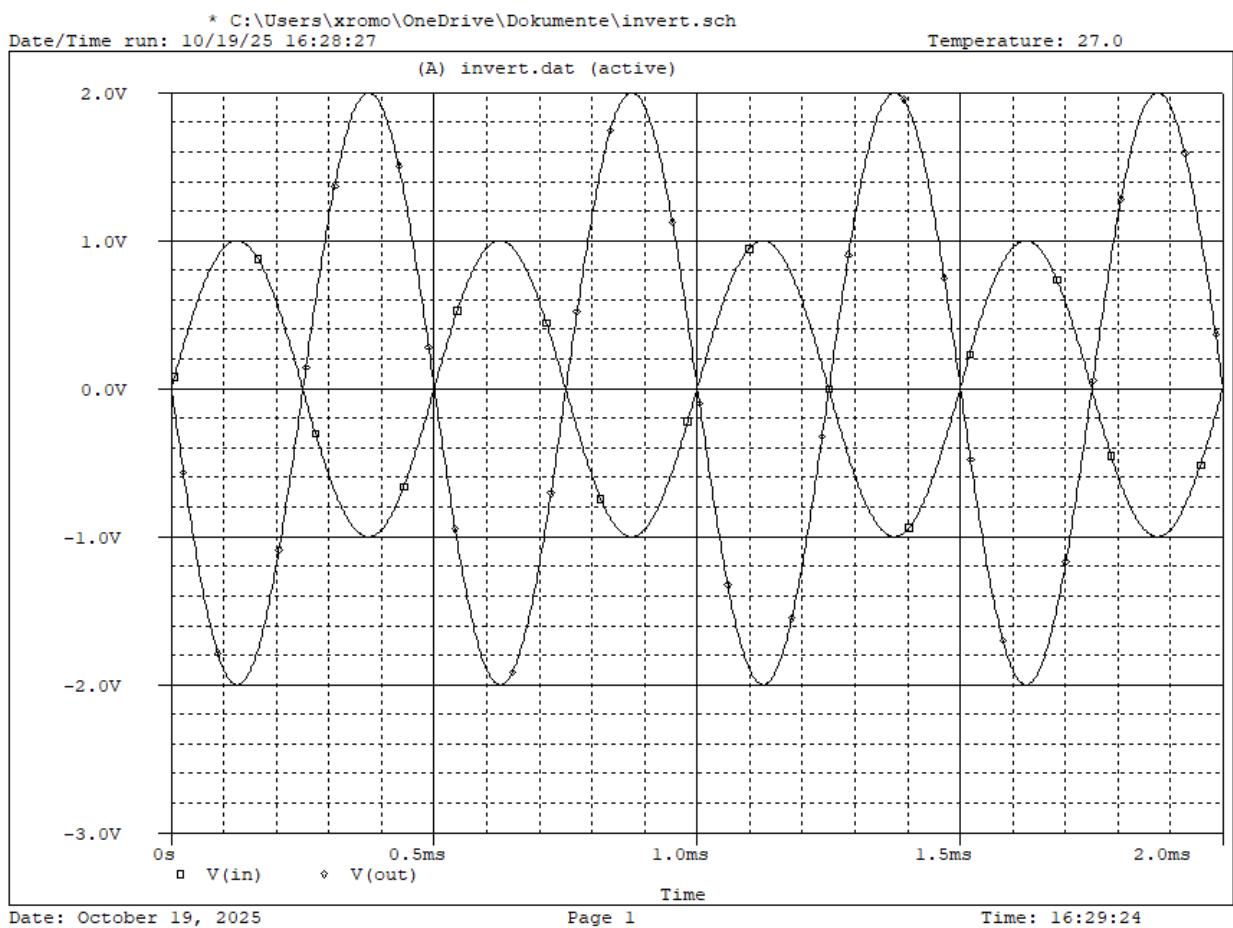


Рис. 1.2 - Часові діаграми інвертуючого підсилювача

$$K_U = -R_3/R_2 = -2$$

Коефіцієнт підсилення на графіку співпадає з теоретичним значенням $K_U = -2$.

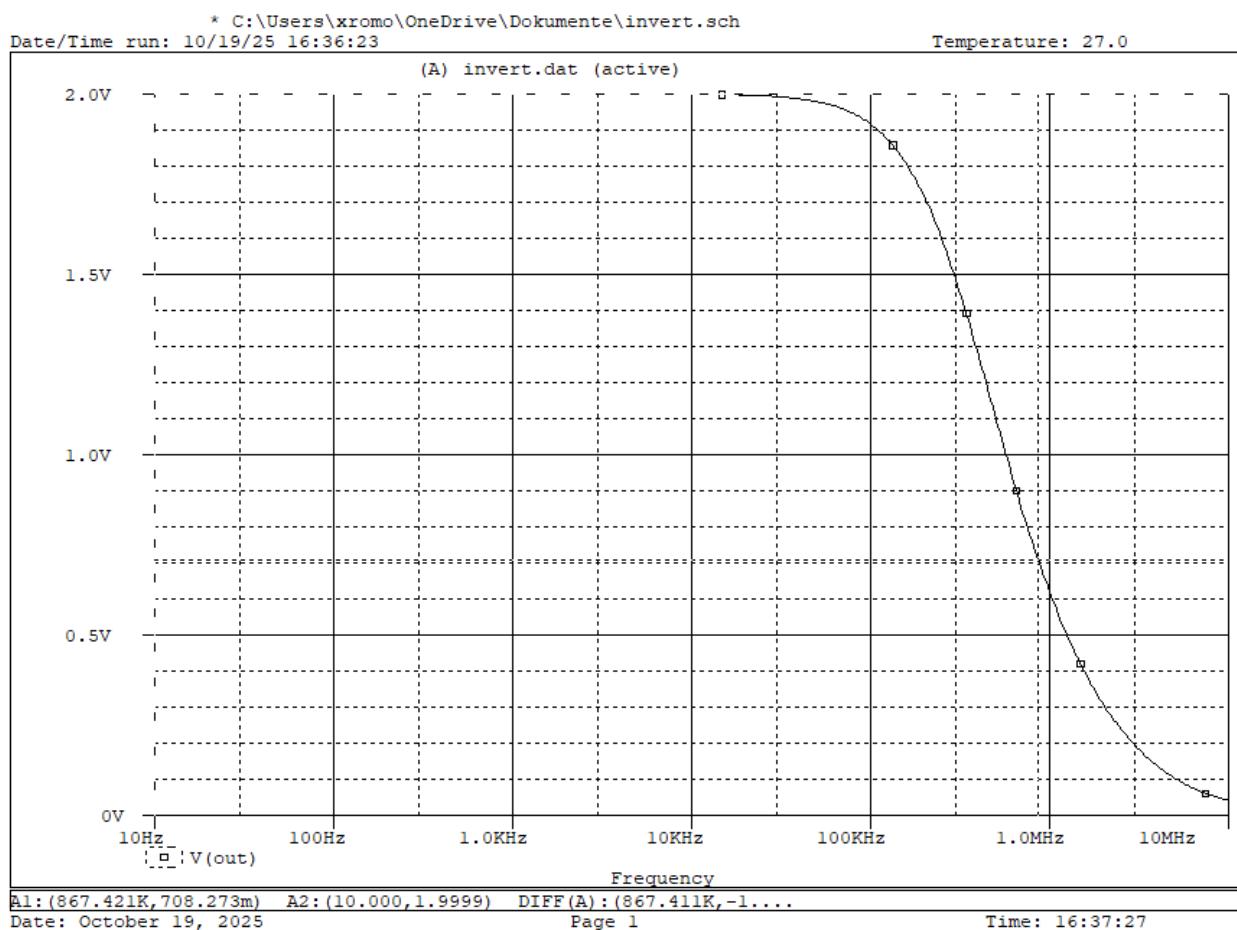


Рис. 1.3 - АЧХ інвертуючого підсилювача

$f_{rp} = 867\text{kHz}$ за рівнем $0.707U_{\text{ВИХ}max}$.

Неінвертуючий підсилювач

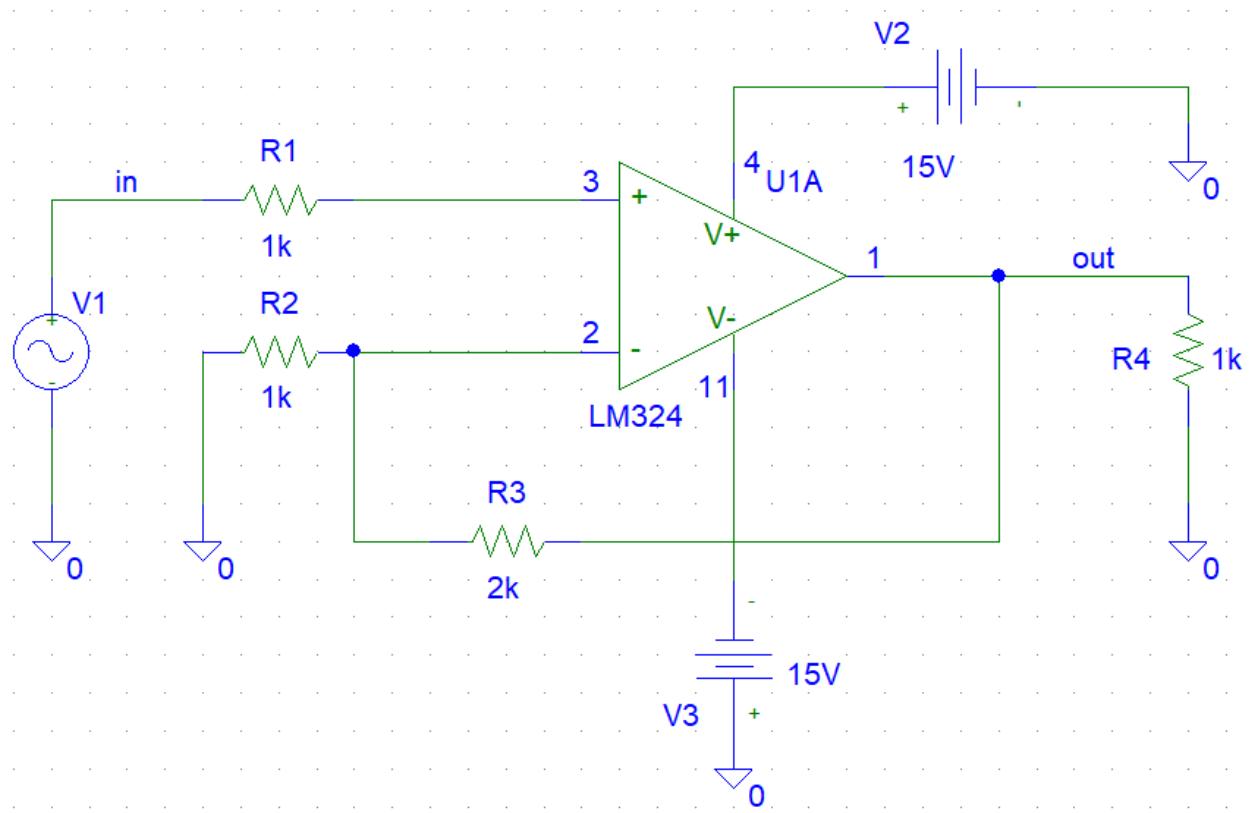


Рис. 1.4 - Схема неінвертуючого підсилювача

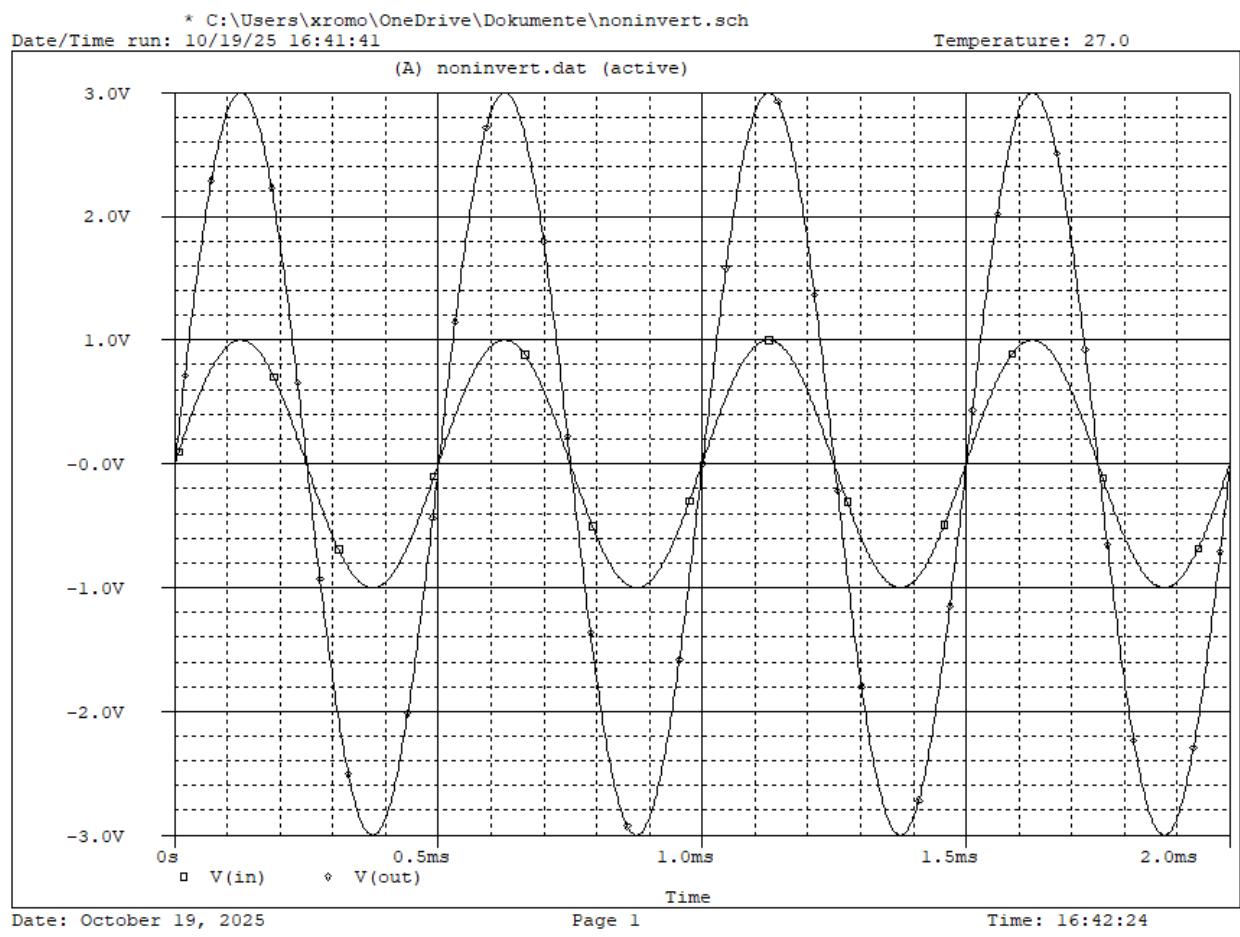


Рис. 1.5 - Часові діаграми неінвертуючого підсилювача

$$K_U = 1 + R_3/R_2 = 3$$

Коефіцієнт підсилення на графіку співпадає з теоретичним значенням $K_U = 3$.

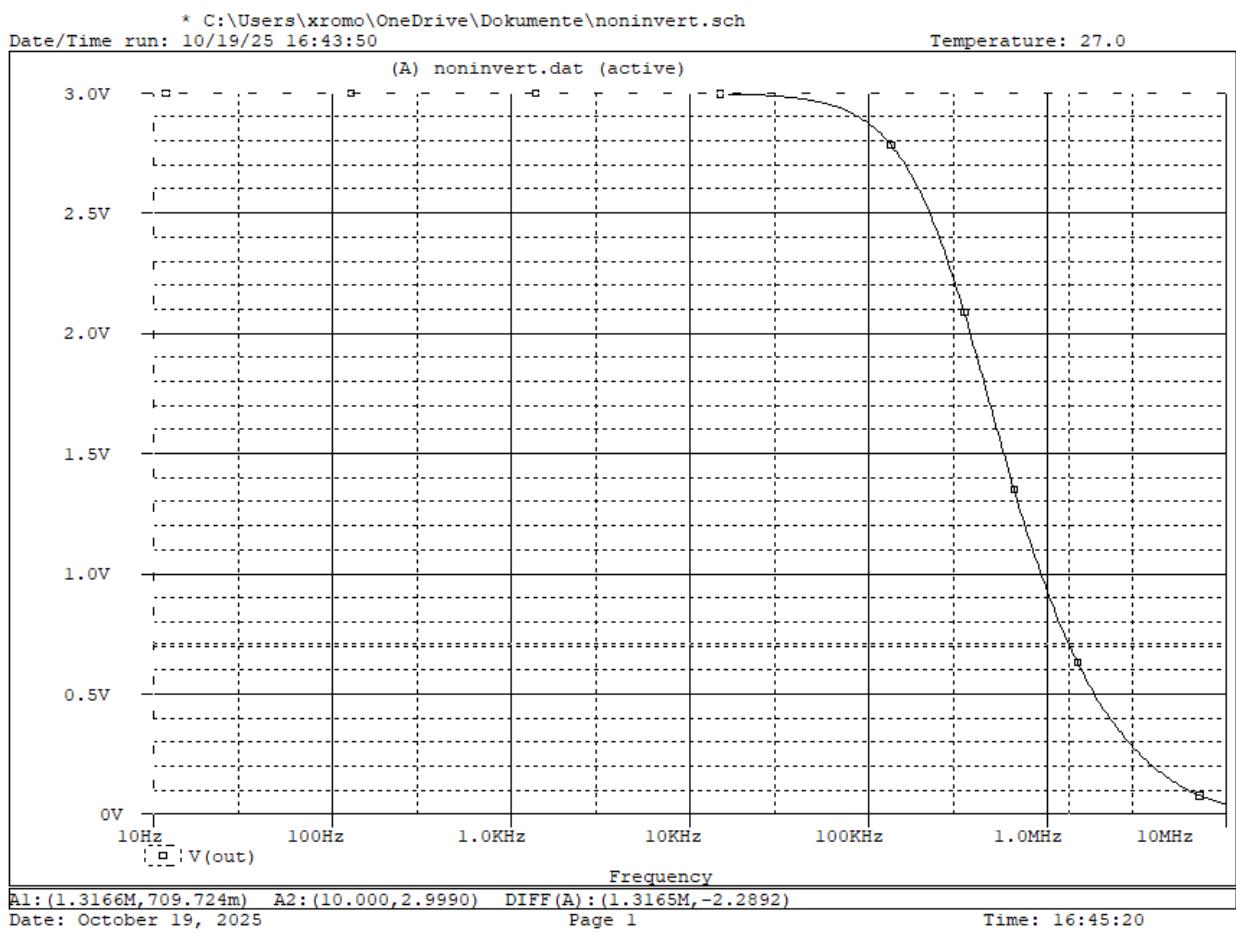


Рис. 1.6 - АЧХ неінвертуючого підсилювача

$f_{rp} = 1.316MHz$ за рівнем $0.707U_{\text{вихmax}}$.

2.

Аналоговий суматор

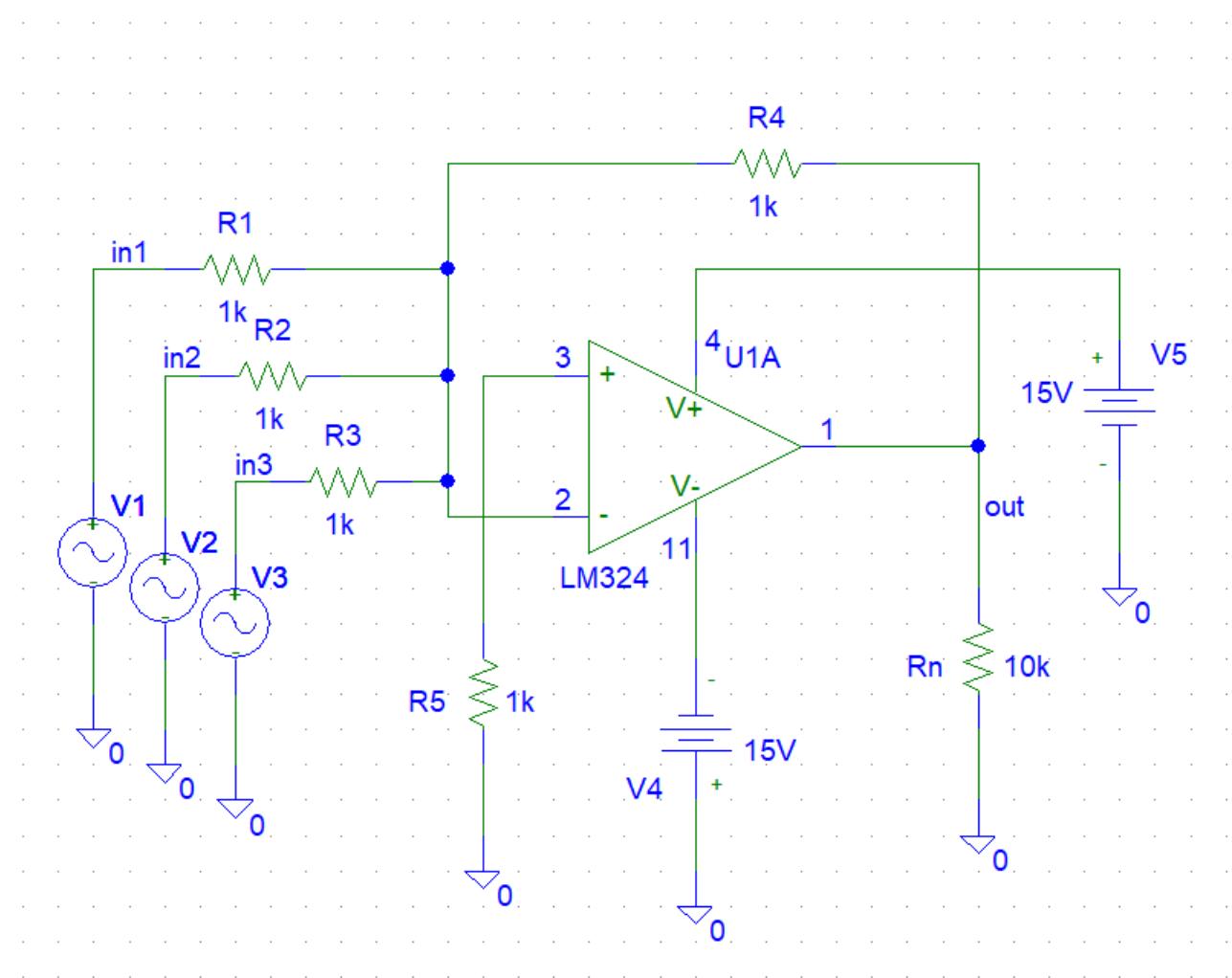


Рис. 1.7 - Схема аналогового суматора

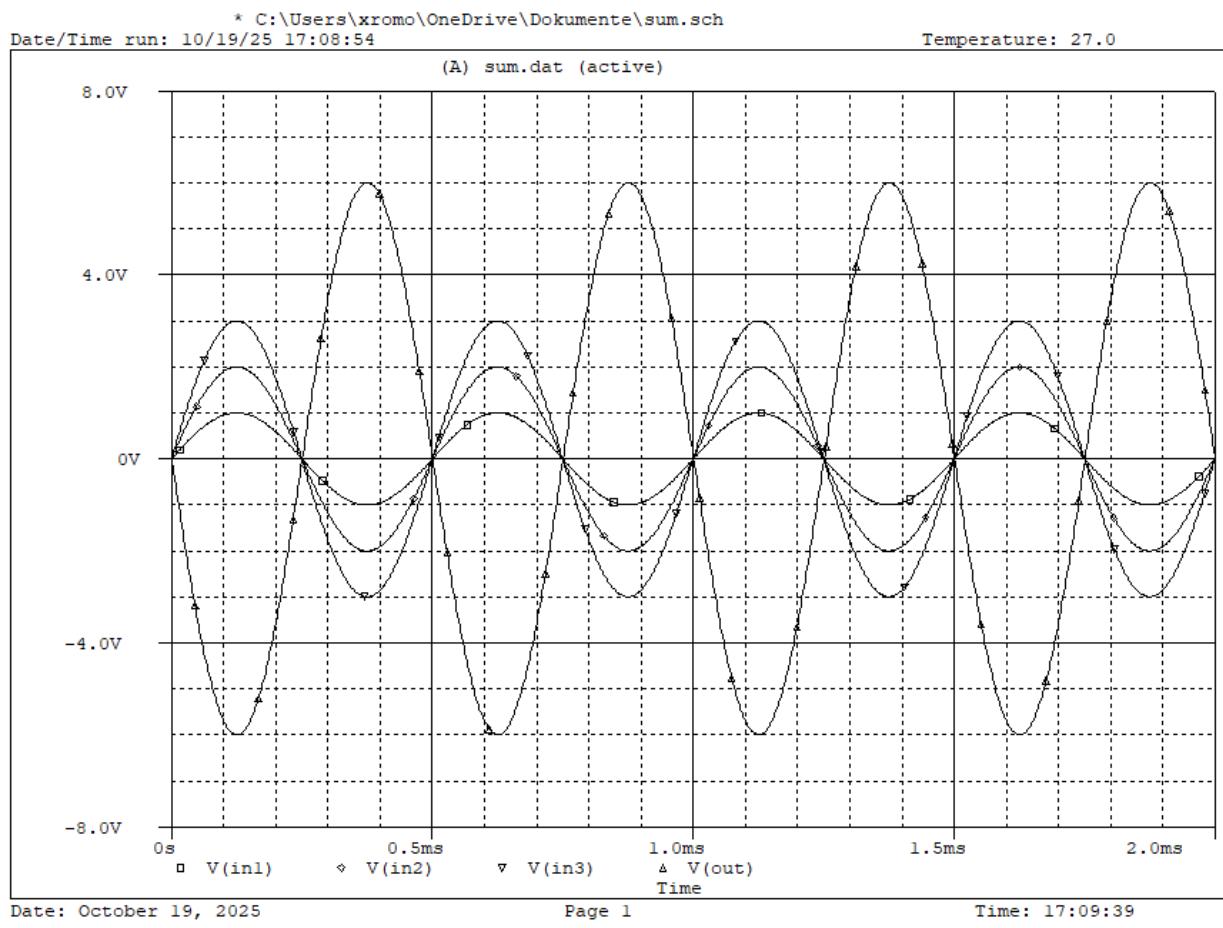


Рис. 1.8 - Часові діаграми інвертуючого суматора

Вхідні сигнали:

$$U_{bx1} = 1V$$

$$U_{bx2} = 2V$$

$$U_{bx3} = 3V$$

Вихідний сигнал:

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_{OC}$$

$$U_{вих} = -(U_{bx1} + U_{bx2} + U_{bx3}) = -6V$$

Вихідний сигнал на графіку дорівнює сумі вхідних сигналів зі знаком мінус.

Контрольні запитання

1. Що таке операційний підсилювач?

Операційний підсилювач (ОП) - це універсальний підсилювальний елемент з великим коефіцієнтом підсилення, який використовується для

виконання різних аналогових операцій: підсилення, додавання, інтегрування, диференціювання тощо.

2. Призначення, характеристики і параметри ОП

Призначення - підсилення сигналів і виконання математичних операцій у аналогових схемах.

Основні параметри:

- коефіцієнт підсилення за напругою (дуже високий);
- великий вхідний і малий вихідний опір;
- широка смуга пропускання;
- малі спотворення і шум.

3. Схеми включення ОП

- Інвертуючий підсилювач: сигнал подається на вхід (-), вихід має обернену фазу.
- Неінвертуючий підсилювач: сигнал подається на вхід (+), вихід - тієї ж фази, але підсиленний.
- Диференціальний підсилювач: підсилює різницю між двома вхідними сигналами.

4. Порівняльна характеристика схем

Інвертуючий підсилювач змінює фазу сигналу на 180° , має середній вхідний і низький вихідний опір, коефіцієнт підсилення $K = -R_3/R_2$.

Неінвертуючий підсилювач не змінює фазу, має дуже високий вхідний і низький вихідний опір, коефіцієнт підсилення $K = 1 + R_3/R_2$.

Диференціальний підсилювач підсилює різницю між двома сигналами, має високий вхідний опір і низький вихідний, використовується для відсіювання спільніх завад.

5. Аналоговий суматор (схема і принцип дії)

Схема: інвертуючий ОП з кількома вхідними резисторами.

Принцип роботи: на виході формується напруга, пропорційна сумі вхідних сигналів, але з оберненою полярністю: $U_{\text{вих}} = -R_f \left(\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \dots \right)$.

Використовується для складання аналогових сигналів, у вимірювальних і керуючих системах.

Висновок

У ході лабораторної роботи успішно досліджено основні конфігурації включення операційного підсилювача (ОП) — інвертуючу, неінвертуючу та аналоговий суматор.

Експериментально підтверджено:

1. Залежність коефіцієнта підсилення (K_u): Коефіцієнт підсилення в режимах інвертуючого та неінвертуючого підсилювача повністю визначається співвідношенням резисторів у колі негативного зворотного зв'язку (R_f та R_{in}), що відповідає теоретичним формулам.
2. Фазові властивості:
 - Інвертуючий режим забезпечує зсув фази вихідного сигналу на 180° відносно вхідного.
 - Неінвертуючий режим забезпечує збереження фази 0° .
3. Аналогові операції: Конфігурація аналогового суматора підтвердила можливість лінійного підсумовування кількох вхідних сигналів.

Загальний результат: Отримані результати моделювання (або експерименту) демонструють, що операційні підсилювачі є надійними активними компонентами, здатними забезпечувати стабільне, високоточне підсилення та виконувати ключові аналогові операції. Це підтверджує їхню незамінність у проектуванні вимірювальних систем, фільтрів та схем керування.