

Лабораторна робота №4. Дослідження інвертуючої та неінвертуючої схем суматорів на операційному підсилювачі

© Коломієць Р. О.

Листопад, 2020

Мета роботи: дослідити роботу інвертуючої та неінвертуючої схем суматорів, зібраних на операційному підсилювачі.

Практично вся сучасна аналогова обробка сигналів (підсилення, фільтрація тощо) виконується на операційних підсилювачах (ОП).

1 Короткі теоретичні відомості

Суматор — це електричний вузол, який реалізує операцію математичного додавання сигналів. Найчастіше суматор являє собою інвертуючий підсилювач, який має кілька входів (рис. 1). Виводи всіх вхідних резисторів, що з'єднані з інвертуючим входом ОП, знаходяться під потенціалом віртуальної “землі”, і тому додавання входів не впливає на роботу вже існуючих.

Для розрахунку вихідної напруги, яка отримується при подачі сигналів на кожен з входів, використовується принцип суперпозиції:

$$V_{OUT} = k_1 V_1 + k_2 V_2 + \dots + k_N V_N, \quad (1)$$

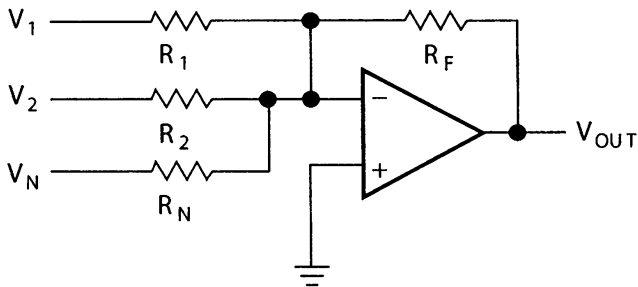


Рис. 1 – Схема інвертуючого суматора

де k_N — вагові коефіцієнти, що визначаються співвідношенням опорів вхідних резисторів R_{k_N} та R_F . При врахуванні значень опорів цих резисторів для інвертуючого суматора справедлива формула (Картер, Манчіні, с.27):

$$V_{OUT} = - \left(\frac{R_F}{R_1} V_1 + \frac{R_F}{R_2} V_2 + \dots + \frac{R_F}{R_N} V_N \right). \quad (2)$$

Тут знак «мінус» вказує на те, що ця схема є інвертуючою.

По цілком аналогічному принципу працює і неінвертуючий суматор.

Завданням цієї роботи є дослідження форми вихідного сигналу при додаванні кількох вхідних. Результати цієї лабораторної роботи будуть використовуватися при виконанні наступних «Активні фільтри» (які включають в себе фільтри НЧ та ВЧ, смугові та загороджувальні).

2 Порядок виконання роботи

1. У середовищі LTspice зібрати схему інвертуючого суматора (рис. 1) з чотирма входами із амплітудами і частотами вхідних сигналів, заданими в таблиці (варіант — порядковий номер студента у списку академічної групи; напруга задана у вольтах, а частота — в Гц). В якості операційного підсилювача використовувати AD824 або ADTL084 (близькі аналоги LM324, який використовується в лабораторних роботах “в залізі”).

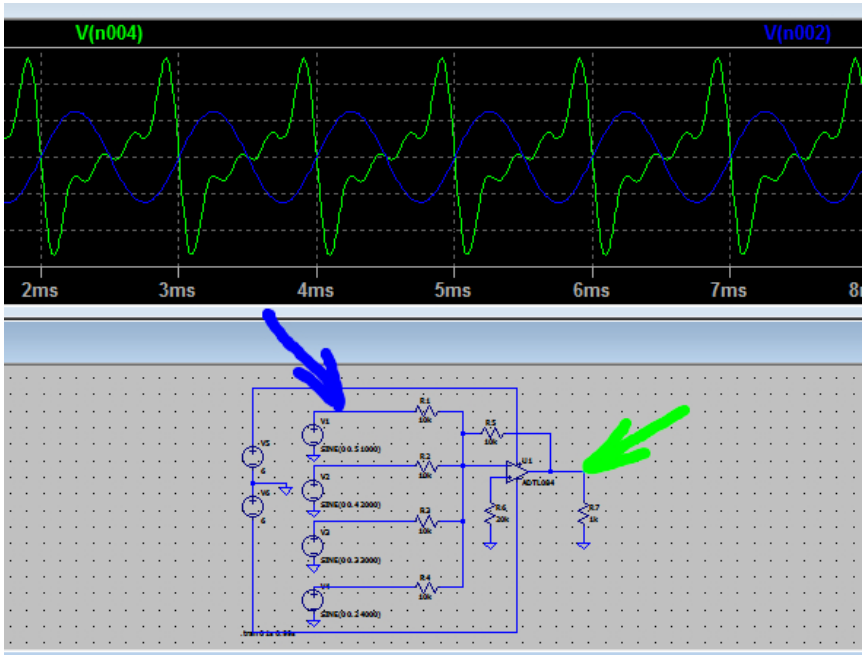


Рис. 2 – Приклад моделювання роботи інвертуючого суматора

Варіант	U_1	f_1	U_2	f_2	U_3	f_3	U_4	f_4
1	0,5	1000	0,4	2000	0,3	3000	0,2	4000
2	0,7	2000	0,5	3000	0,3	5000	0,6	9000
3	0,5	2000	0,3	3000	0,5	4000	0,2	6000
4	0,4	1000	0,3	2000	0,6	3000	0,2	5000
5	0,6	1500	0,4	2700	0,7	3800	0,3	4200
6	0,2	1200	0,4	2400	0,6	3000	0,3	5300
7	0,5	1000	0,2	2000	0,3	3000	0,5	4000
8	0,7	1800	0,3	2700	0,5	3600	0,2	4400
9	0,5	1500	0,4	2600	0,3	3100	0,2	4900
10	0,3	1600	0,5	2500	0,7	3900	0,4	4300

2. Промоделювати роботу схеми (приклад: див. рис. 2, 3). Обов'язково вказати вихідний та входні сигнали.

Показати, як розміщені максимуми та мінімуми входних та вихідного сигналу. Якщо все зроблено правильно, то приблизно нав-

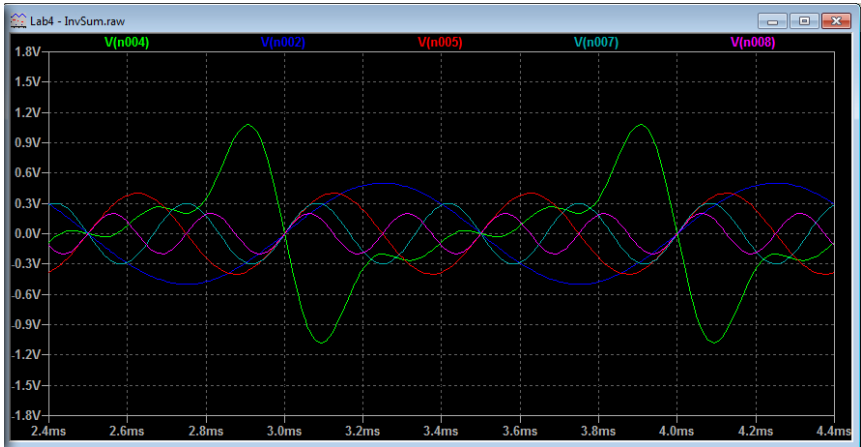


Рис. 3 – Вхідні та вихідний сигнали інвертуючого суматора з попереднього рисунку

проти максимуму вихідного сигналу повинні бути мінімуми вхідних сигналів та навпаки (див. рис. 4).

3. Зібрати схему неінвертуючого суматора (за основу можна взяти рис. 5) з тими ж параметрами вхідних сигналів.

4. Промоделювати роботу неінвертуючого суматора. Показати, що мінімуми та максимуми вхідних сигналів приблизно співпадають відповідно із мінімумами та максимумами вихідного сигналу (рис. 6).

3 Зміст звіту

Звіт рекомендується оформлювати у наступній послідовності.

- Назва роботи та мета її виконання.
- Варіант та параметри вхідних сигналів.
- Скріншот інвертуючої схеми суматора.
- Скріншот результатів симуляції роботи інвертуючої схеми суматора.

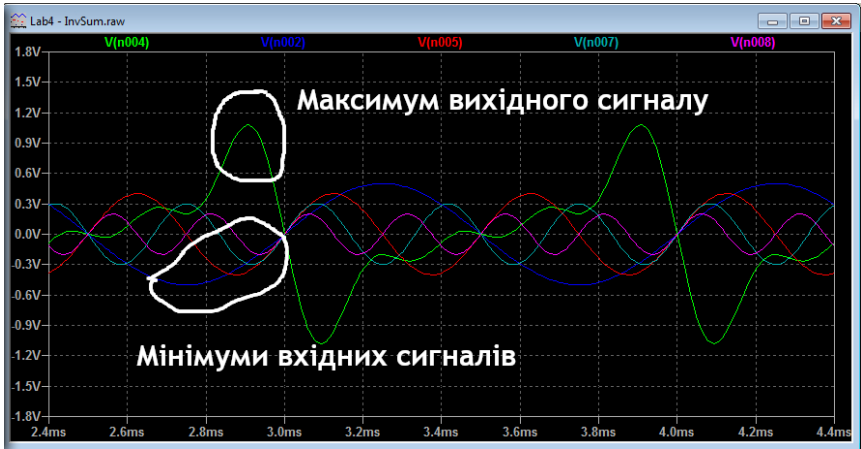


Рис. 4 – Інтерпретація сигналів інвертуючого суматора

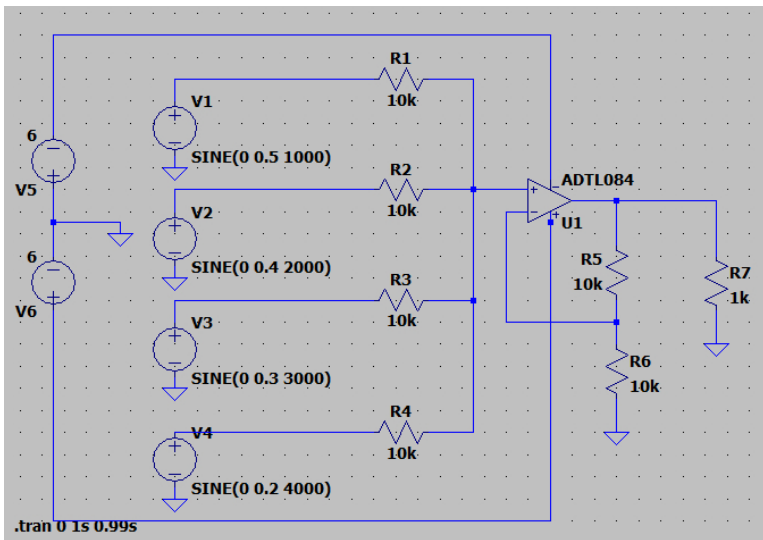


Рис. 5 – Схема неінвертуючого суматора

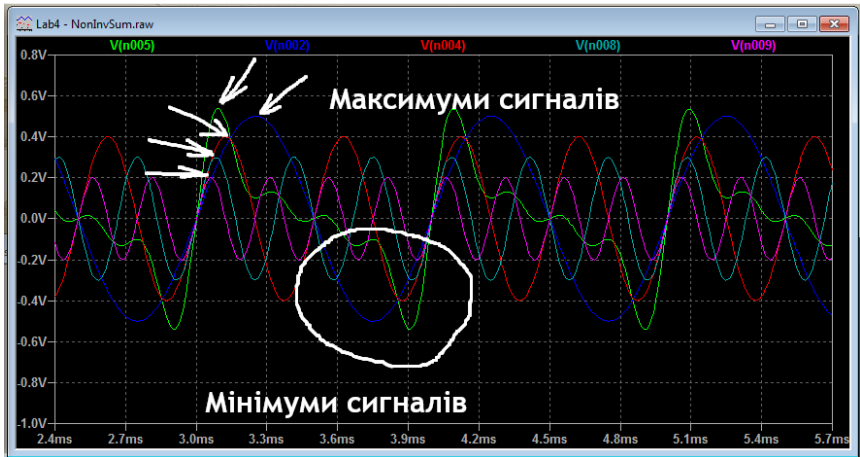


Рис. 6 – Інтерпретація сигналів неінвертуючого суматора

- Скріншот неінвертуючої схеми суматора.
- Скріншот результатів симуляції роботи неінвертуючої схеми.
- Висновки. Чи дійсно ваші схеми інвертуючі/неінвертуючі? Чому на осцилограмах особливі точки (максимуми, мінімуми) не співпадають ідеально точно?