

Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний університет
Інженерний навчально-науковий інститут ім Ю. М. Потєбні

Кафедра: Електроніки, інформаційних систем та програмного
забезпечення

Практичне заняття 7

з дисципліни Аналогова та оптохемотехніка

Розрахунок інвертуючого суматора на базі операційного підсилювача

Студента (ки) 2 курсу, групи _____

(прізвище та ініціали)

Викладач _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала _____

Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _____

Метою вивчення теми є опрацювання і узагальнення матеріалу, розглянутого на лекційних заняттях. Засвоєння методики розрахунку схеми інвертуючого суматора на базі операційного підсилювача.

Ключові терміни та поняття: операційний підсилювач, зворотний зв'язок, суматор, інвертор, опір, лінійний режим, доданки.

План самостійного опрацювання теми.

1. Вивчення матеріалу, розглянутого на теоретичних заняттях.
2. Ознайомлення з методикою розрахунку схем, до складу яких входять операційні підсилювачі.
3. Засвоїти технічні показники схем на операційних підсилювачах з зворотним зв'язком.

Методичні вказівки до вивчення питань та виконання завдань.

Схема інвертуючого суматора наведена на рисунку 7.1. Він виконаний за типом інвертуючого підсилювача з кількістю паралельних гілок на вході, яка дорівнює числу сигналів.

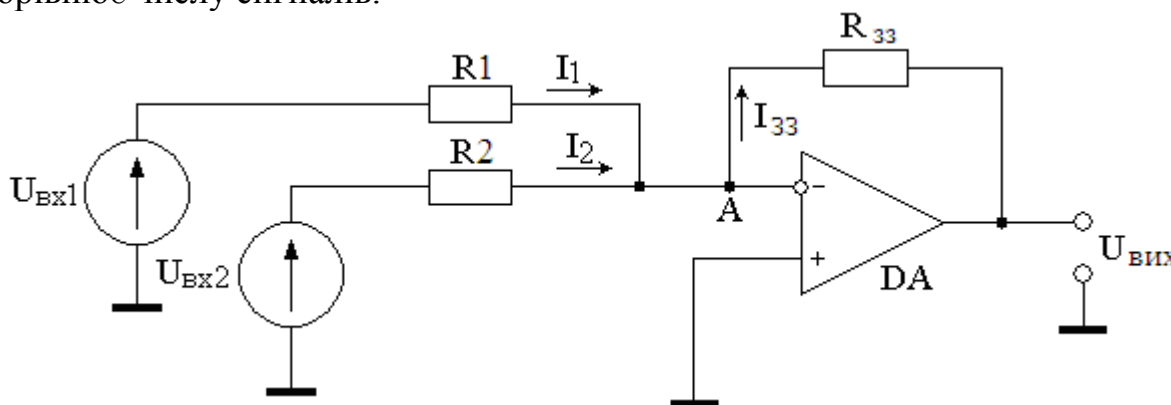


Рисунок 7.1 – Інвертуючий суматор на операційному підсилювачі

Якщо опори всіх резисторів схеми однакові, тобто:

$$R_{33} = R1 = R2$$

то при $I_{BX,OP} = 0$ струм зворотного зв'язку буде дорівнювати:

$$I_{33} = -(I_1 + I_2)$$

або вихідна напруга буде дорівнювати:

$$U_{VИX} = -I_{33} \cdot R_{33} = -(I_1 + I_2) \cdot R_{33}$$

$$U_{VИX} = -\left(\frac{U_{BX1}}{R1} + \frac{U_{BX2}}{R2}\right) \cdot R_{33} = -\left(\frac{R_{33}}{R1} U_{BX1} + \frac{R_{33}}{R2} U_{BX2}\right) = -(U_{BX1} + U_{BX2})$$

Останнє співвідношення відображує рівноправну вагову участь доданків у їх сумі. Підсумовування може виконуватись також з різними ваговими коефіцієнтами для кожного з доданків. Досягається це використанням різних значень опорів резисторів у вхідних гілках.

Практичне завдання.

В процесі виконання розрахунків необхідно визначити.

- 1) Величини параметрів, які позначені в таблиці варіантів позначкою «х»
- 2) Знаком «→» вказано на те, які з параметрів непотрібно розраховувати у зв'язку з їх відсутністю.
- 3) Потужність резисторів пристрою.

1. Вихідні дані (приклад):

Кількість входів $n = 2$;

$R1 = 2 \text{ кОм}$;

$R2 = 4 \text{ кОм}$;

$R_{33} = 40 \text{ кОм}$;

$I_2 = 0,5 \text{ мА}$;

$U_{\text{вих}} = -4,5 \text{ В}$.

Необхідно визначити струм зворотного зв'язку I_{33} , струм, який протікає через резистор $R1$, вхідні напруги $U_{\text{вх1}}$, $U_{\text{вх2}}$ та вагові коефіцієнти K_1 , K_2 , а також потужності резисторів схеми.

Розв'язок.

Використовуючи формулу закону Ома, можна знайти значення величини струму зворотного зв'язку:

$$I_{33} = \frac{U_{\text{вих}}}{R_{33}}, \text{ А}$$

Ця величина буде дорівнювати:

$$I_{33} = \frac{-4,5}{40 \cdot 10^3} = -0,1125 \cdot 10^{-3} \text{ (А)}$$

На наступному кроці розрахунків можна знайти напругу на другій гілці вхідного сигналу:

$$U_{\text{вх2}} = I_2 \cdot R2, \text{ В}$$

$$U_{\text{вх2}} = 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^3 = 2 \text{ (В)}$$

Використовуючи формулу знаходження вихідної напруги з різними ваговими коефіцієнтами для кожного з доданків:

$$\begin{aligned} U_{\text{вих}} &= -\left(\frac{R_{33}}{R1} \cdot U_{\text{вх1}} + \frac{R_{33}}{R2} \cdot U_{\text{вх2}}\right) \rightarrow -\frac{U_{\text{вих}}}{R_{33}} = \frac{U_{\text{вх1}}}{R1} + \frac{U_{\text{вх2}}}{R2} \rightarrow U_{\text{вх1}} = \\ &= -\left(\frac{U_{\text{вих}}}{R_{33}} + \frac{U_{\text{вх2}}}{R2}\right) \cdot R1, \text{ В} \end{aligned}$$

Величина напруги $U_{\text{вх1}}$ буде дорівнювати:

$$U_{\text{вх1}} = -\left(\frac{-4,5}{40 \cdot 10^3} + \frac{2}{4 \cdot 10^3}\right) \cdot 2 \cdot 10^3 = -(-0,1125 + 0,5) \cdot 2 \cdot 10^3 = -0,775 \text{ (В)}$$

Варіант	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Параметр													
n	3	3	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2	2
$R_1, \text{кОм}$	×	×	1,5	1,2	×	4,5	1	2	×	2	1,5	×	5
$R_2, \text{кОм}$	×	5	×	×	4,8	×	4	×	1,1	×	2,5	15	10
$R_3, \text{кОм}$	×	×	–	2,5	–	7,5	×	–	–	3	–	–	–
$R_{33}, \text{кОм}$	45	30	45	20	15	120	×	×	60	×	×	60	×
$U_1, \text{В}$	0,3	0,35	×	-0,75	0,1	×	×	-0,05	0,35	3	1,5	0,3	4
$U_2, \text{В}$	2	×	1,5	0,15	-0,15	-1,25	×	0,55	×	0,25	-1,5	2,5	-1,5
$U_3, \text{В}$	-1,5	-1,5	–	×	–	×	-2,5	–	–	-2,6	–	–	–
$U_{\text{вих}}, \text{В}$	4	-3,5	-6	-7,5	×	1,25	-4,4	7	×	-5	-2,5	×	-2,5
$I_1, \text{мА}$	0,25	0,15	0,25	×	×	0,05	0,125	×	0,2	×	×	×	×
$I_2, \text{мА}$	0,15	0,25	0,3	×	×	×	-0,05	×	×	0,25	×	0,125	×
$I_3, \text{мА}$	×	×	–	0,125	–	-0,35	×	–	–	×	–	–	–
$I_{33}, \text{мА}$	×	×	×	2,5	0,5	-0,15	-0,25	0,125	0,35	×	×	×	×
Вагові коефіцієнти *	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

* – кількість вагових коефіцієнтів, які необхідно знайти, визначається кількістю входів суматора n .

Питання для закріплення вивченого матеріалу та самоконтролю.

1. Структурна схема операційного підсилювача.
2. Зворотні зв'язки в схемах на ОП.
3. Інвертуючий суматор на ОН.
4. Неінвертуючий суматор на ОН.
5. Прості компаратори на ОП і часових діаграмах їх роботи.

Література

1. Бойко В. І., Гуржій А. М., Жуйков В. Я. Основи схемотехніки електронних систем: підручник. Київ : Вища шк., 2004. 527 с.
2. Гельжинський І. І., Голяка Р. Л., Готра З. Ю., Марусенкова Т. А. Мікросхемотехніка: підручник. Львів : Ліга - Прес, 2015. 492 с.
3. Бойко В. І., Зорі А. А. Основи електронних систем : вступ до фаху. Донецьк : ДНТУ, 2002. 207 с.