

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. ТАРАСА ШЕВЧЕНКА  
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Звіт

до лабораторної роботи №6

«ОПЕРАЦІЙНІ ПІДСИЛЮВАЧІ З  
НЕГАТИВНИМ ЗВОРОТНИМ ЗВ'ЯЗКОМ»

Виконав: Перепечай Владислав Олександрович

Київ, 2021

## Звіт

Звіт. Операційні підсилювачі з негативним зворотним зв'язком: 00 с.

**Мета роботи** – ознайомитися з властивостями операційних підсилювачів, опанувати способи підсилення електричних сигналів схемами з ОП, охопленим негативним зворотним зв'язком, та способи виконання математичних операцій за допомогою схем з ОП.

**Метод вимірювання** – це метод співставлення: одночасне спостереження вхідного та вихідного сигналів на екрані двоканального осцилографа із наступним вимірюванням і порівнянням їх параметрів.

**Об'єкт дослідження:** способи підсилення електричних сигналів та моделювання математичних операцій (наприклад, інтегрування сигналу) за допомогою універсального підсилювача електричних сигналів на основі інтегральної мікросхеми, який називається операційним підсилювачем.

Використано програму LTspice.

## Зміст

Теоритичні відомості.....	4
Виконання роботи.....	5
Інвертуючий підсилювач.....	5
Неінвертуючий підсилювач.....	6
Інтегратор на базі інвертуючого підсилювача.....	7
Висновки.....	8
Джерела.....	8

## Теоритичні відомості

Операційний підсилювач (англ. operational amplifier) – це диференціальний підсилювач постійного струму, який в ідеалі має нескінченний коефіцієнт підсилення за напругою і нульову вихідну напругу за відсутності сигналу на вході, великий вхідний опір і малий вихідний, а також необмежену смугу частот підсилюваних сигналів. Раніше такі високоякісні підсилювачі використовувалися виключно в аналогових обчислювальних пристроях для виконання математичних операцій, наприклад, складання та інтегрування. Звідси і походить їх назва – операційні підсилювачі (ОП).

Створення зворотного зв'язку полягає в тому, що частина вихідного сигналу підсилювача повертається через ланку зворотного зв'язку (ЗЗ) на його вхід. Якщо сигнал зворотного зв'язку подається на вхід у протифазі до вхідного сигналу, то зворотний зв'язок називають негативним (НЗЗ). Якщо ж він подається на вхід у фазі до вхідного сигналу, то такий зворотний зв'язок називають позитивним (ПЗЗ).

У сучасній електроніці для конструювання різних електронних пристроїв (підсилювачів, детекторів, перетворювачів і т. д.) використовуються інтегральні мікросхеми (англ. integrated circuit, microcircuit chip). Шляхом комутації (створення певних електричних з'єднань) виводів інтегральних мікросхем і додавання кількох зовнішніх дискретних елементів (резисторів, конденсаторів, діодів і т. п.) вдається створити великий набір різноманітних електронних схем на основі одієї і тієї ж мікросхеми.

Основною інтегральною мікросхемою для створення аналогових електронних пристроїв є операційний підсилювач (ОП). ОП являє собою мікросхему, що за своїми розмірами і ціною практично не відрізняється від окремого транзистора, хоча вона й містить кілька десятків транзисторів, діодів і резисторів.

Завдяки практично ідеальним характеристикам ОП реалізація на їх основі різних схем виявляється значно простішою і дешевшою, ніж на окремих транзисторах і резисторах.

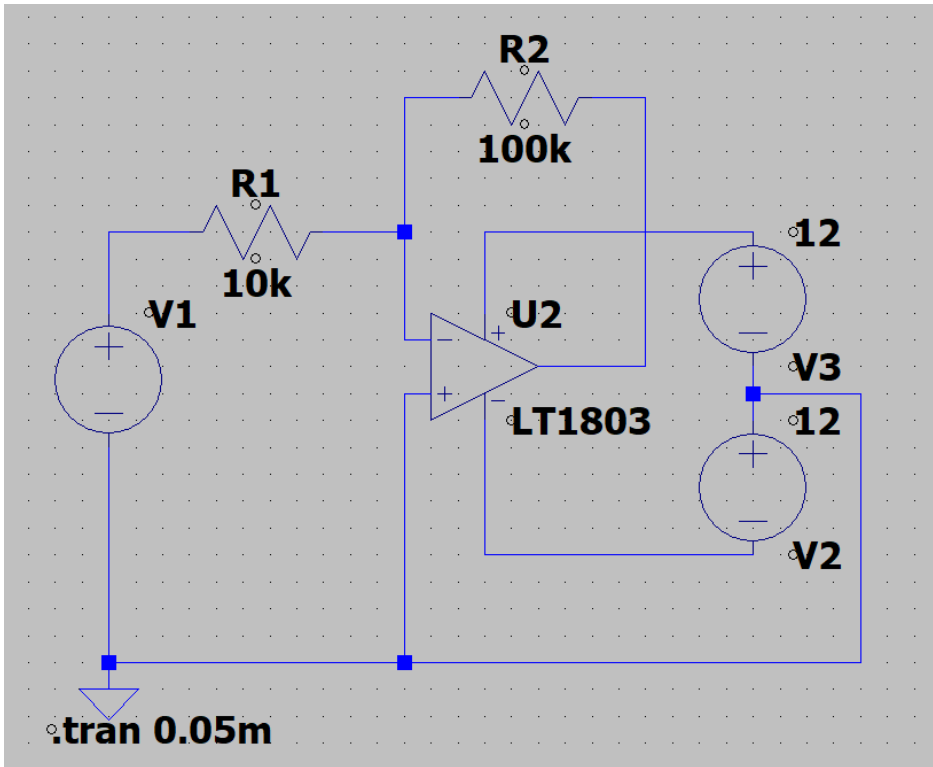
Операційним підсилювачем називають багатокаскадний диференціальний підсилювач постійного струму, який має в діапазоні частот до кількох десятків кілогерц коефіцієнт підсилення більший за  $10^4$  і за своїми властивостями наближається до уявного «ідеального» підсилювача. Під «ідеальним» розуміють такий підсилювач, який має: 1) нескінченний коефіцієнт підсилення за напругою диференціального вхідного сигналу; 2) нескінченний вхідний імпеданс; 3) нульовий вихідний імпеданс; 4) рівну нулеві напругу на виході при рівності напруг на вході; 5) нескінченний діапазон робочих частот.

Прототипом ОП може слугувати класичний диференціальний підсилювач з двома входами і несиметричним виходом.

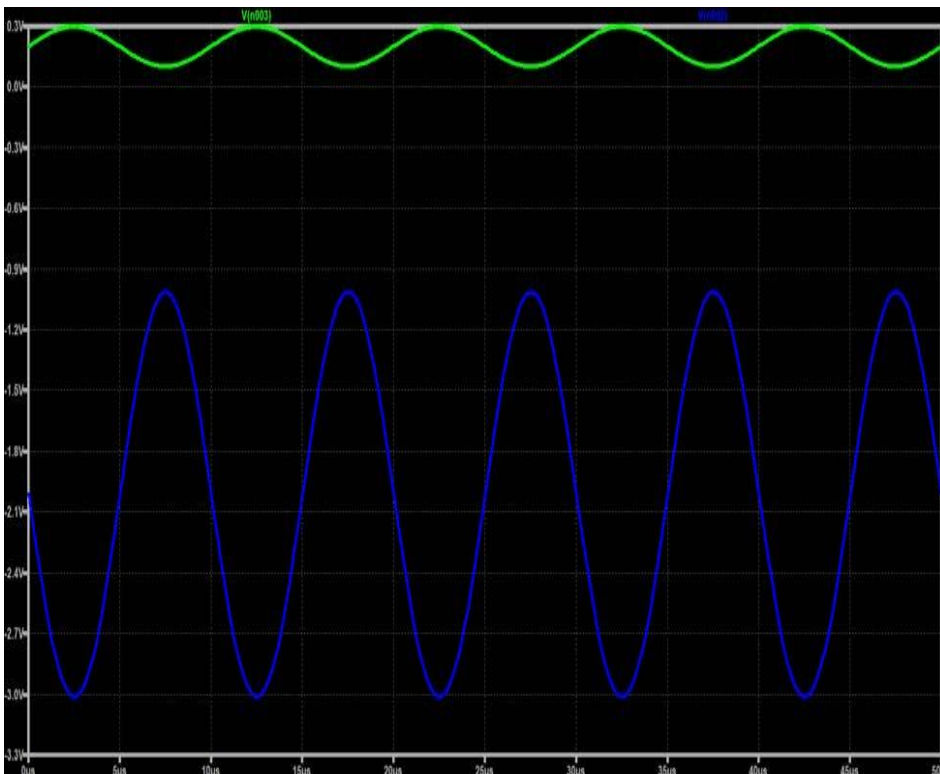
## Виконання роботи

### Інвертуючий підсилювач.

Схема:

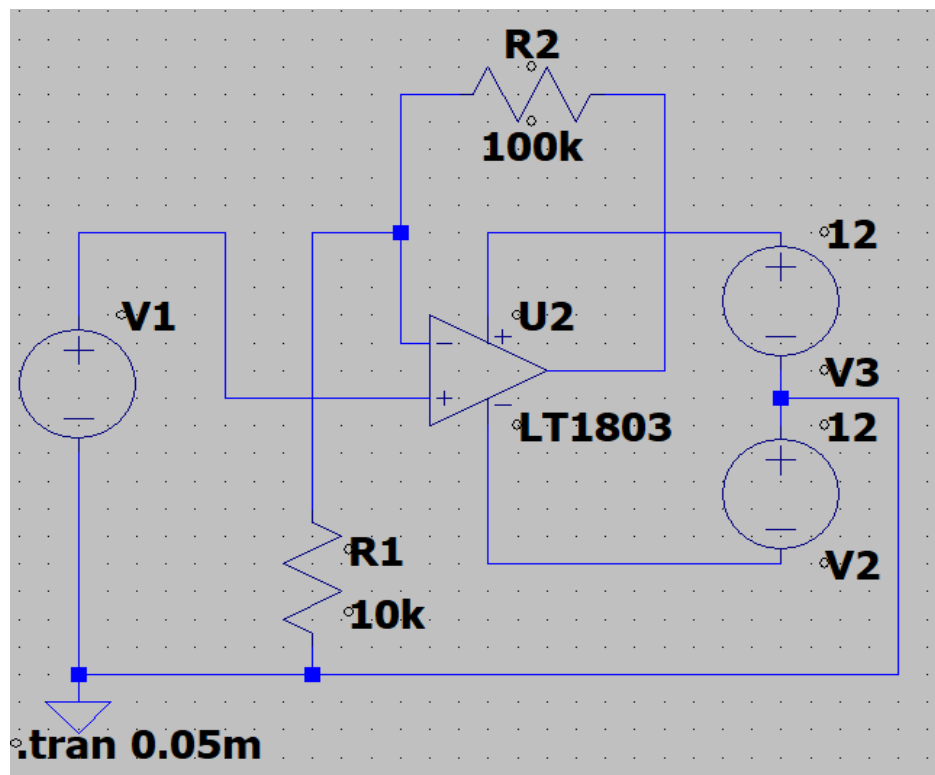


Вхідний та вихідний сигнали:

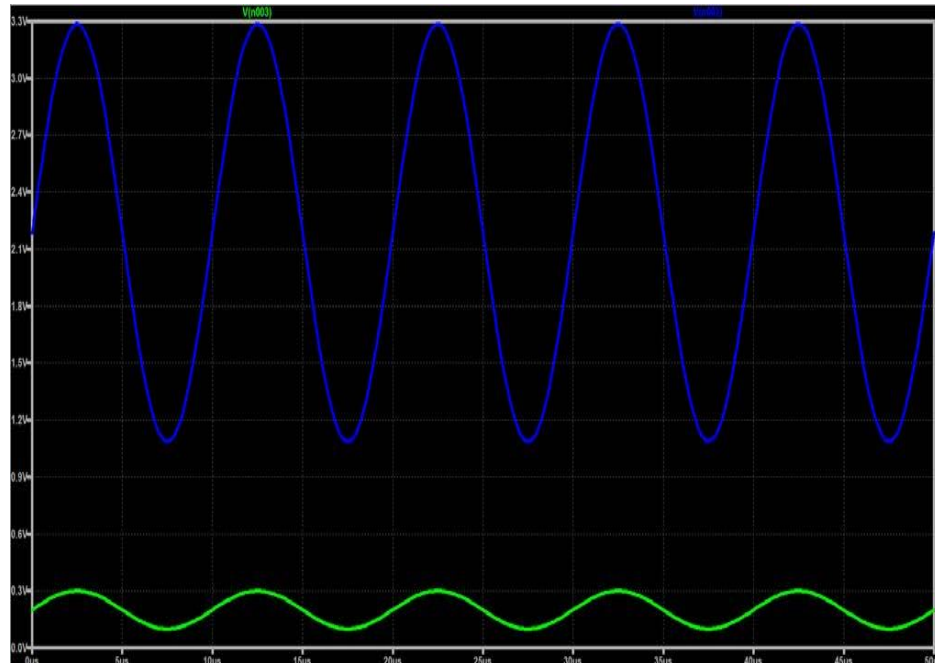


## Неінвертуючий підсилювач.

Схема:

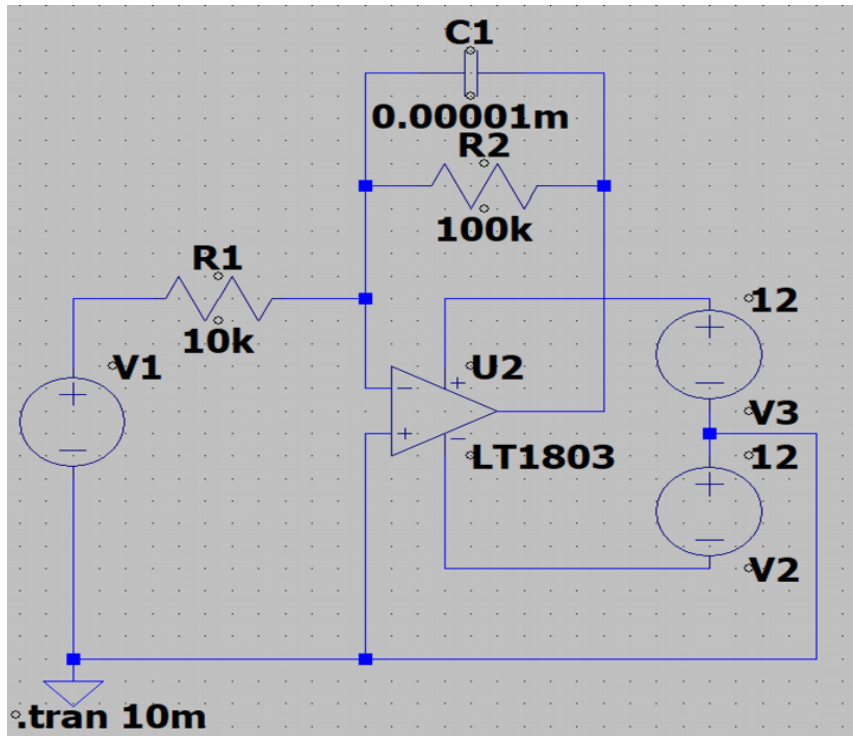


Вхідний та вихідний сигнали:

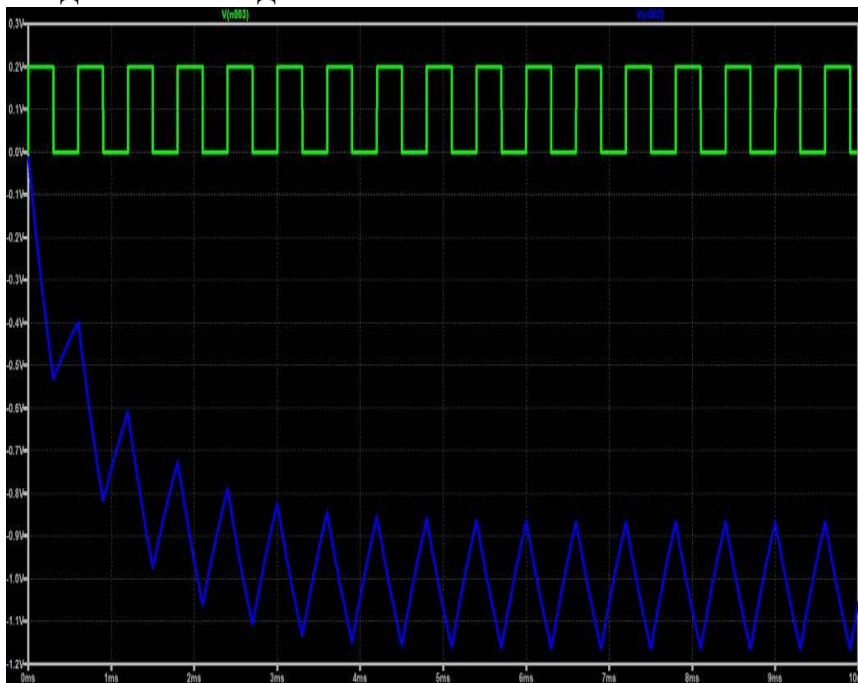


## Інтегратор на базі інвертуючого підсилювача.

Схема:



Вхідний та вихідний сигнали:



## **Висновки**

Ознайомилися з властивостями операційних підсилювачів, опанували способи підсилення електричних сигналів схемами з ОП, охопленим негативним зворотним зв'язком, та способи виконання математичних операцій за допомогою схем з ОП.

Методом співставлення: одночасно спостерігали вхідний та вихідний сигнали на екрані двоканального осцилографа із наступним вимірюванням і порівнянням їх параметрів.

## **Джерела**

1. Методичні вказівки до практикуму «Основи радіоелектроніки» для студентів фізичного факультету / Упоряд. О.В.Слободянюк, Ю.О.Мягченко, В.М.Кравченко.- К.: Поліграфічний центр «Принт лайн», 2007.- 120 с.
2. Вивчення радіоелектронних схем методом комп'ютерного моделювання / Ю.О. Мягченко, Ю.М. Дулич, А.В.Хачатрян, Методичне видання. – К.: 2006.-с.