

Київський Національний Університет імені Тараса Шевченка

Фізичний факультет

## **Основи електроніки**

### **Звіт №6**

#### ***Моделювання операційних підсилювачів з негативним зворотнім зв'язком***

***Виконав:***

***Янковський Владислав***

***Олександрович***

***5-Б група***

# Зміст

1. Вступ
2. Теоретичні відомості
3. Практична частина

## 1.Вступ

У цій роботі досліджуються 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*.

**Мета:** 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.

## 2. Теоретичні відомості

**Операційний підсилювач**— 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 на його вхід. Якщо сигнал зворотного зв'язку подається на вхід у протифазі до вхідного сигналу (різниця фаз  $180^\circ$ ), то зворотний зв'язок називають *негативним*. Якщо ж він подається на вхід у фазі до вхідного сигналу, то такий зворотний зв'язок називають *позитивним* (ПЗЗ).

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.

**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 ( $K \rightarrow \infty$ );
- 2) нескінченний вхідний імпеданс ( $Z_{вх} \rightarrow \infty$ );
- 3) нульовий вихідний імпеданс ( $Z_{вих} = 0$ );
- 4) рівну нулеві напругу на виході ( $U_{вих} = 0$ ) при рівності напруг на вході ( $U_{вх1} = U_{вх2}$ );
- 5) нескінченний діапазон робочих частот.

### 3. Практична частина

Усі досліджувані нами підсилювачі, а саме: **неінвертувальний, інвертувальний та інтегратор** були змодельовані за допомогою **Ni Multisim 14.2**, і додані до папки з лабораторною роботою.

Це файли:

- ***Інвертувальний підсилювач.ms14***
- ***Неінвертувальний підсилювач.ms14***
- ***Інтегратор.ms14***

Запустивши симуляції ми можемо спостерігати сигнали у вікні **Осцилографа** для кожного з випадків використання підсилювачів. Усі необхідні параметри вхідного сигналу вже встановлені. Таким чином ми отримаємо зображення наших сигналів, які збігаються із очікуваними результатами, які були дані у методичці.

#### **Висновок:**

На даній лабораторній роботі я досліджував способи підсилення електричних сигналів та моделювання математичних операцій за допомогою *операційного підсилювача*. Таким чином в ході виконання роботи я ознайомився з властивостями операційних підсилювачів, опанував способи підсилення електричних сигналів схемами з ОП, охопленим негативним зворотним зв'язком та способи виконання математичних операцій за допомогою схем з ОП. Ознайомився з тим як змінюється сигнал після проходження через операційні підсилювачі різних типів за допомогою *методу співставлення*. Працював із *інтегратором, інвертувальним та неінвертувальним* підсилювачами, в результаті отримав зображення змінених сигналів, які повністю збігаються із очікуваними. Також я отримав досвід в роботі з програмами для моделювання.