

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

**ЗВІТ**  
**З лабораторної роботи № 5**  
**ПІДСИЛЮВАЧІ НА ТРАНЗИСТОРАХ**

Київ  
2021

УДК 001.006 (004.21)

ББК 73Ц

I-72

**Укладачі:** А. О. Запорожченко

I-72 Звіт. З лабораторної роботи №5 Підсилювачі на транзисторах./ укл. А. О. Запорожченко. – К. : КНУ ім. Т. Шевченка, 2021. – 11 с. (Укр. мов.)

Наведено загальний звіт виконання роботи з моделювання електронних схем у програмі Multisim™.

УДК 001.006 (004.21)

ББК 73Ц

© Київський Національний Університет  
імені Тараса Шевченка, 2021

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	5
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.....	6
1. Емітерний повторювач.....	6
2. Парафазний підсилювач .....	7
3. Підсилювач зі спільним емітером .....	8
4. Диференціальний підсилювач .....	10
ВИСНОВОК .....	11
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	11

## ВСТУП

Звіт по підсилювачах на транзисторах: 11 с., 11 мал.

**Мета роботи:** виміряти коефіцієнти передачі за напругою підсилювальних каскадів різних типів для гармонічних і імпульсних вхідних сигналів, а також зсуви фаз між вихідними і вхідними сигналами.

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

ПІДСИЛЮВАЧІ, ЕМІТЕРНИЙ ПОВТОРЮВАЧ, ПАРАФАЗНИЙ ПІДСИЛЮВАЧ, ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИЙ ПІДСИЛЮВАЧ, ПІДСИЛЮВАЧ ЗІ СПІЛЬНИМ ЕМІТЕРОМ, МЕТОД СПІВСТАВЛЕННЯ, ЧОТИРИПОЛЮСНИКИ, MULTISIM.

## ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

**Підсилювач електричних сигналів** – радіоелектронний пристрій, що перетворює вхідний електричний сигнал, який являє собою залежність від часу напруги  $U_{вх}(t)$  або струму  $I_{вх}(t)$ , у пропорційний йому вихідний сигнал  $U_{вих}(t)$  або  $I_{вих}(t)$ , потужність якого перевищує потужність вхідного сигналу.

**Підсилювальний каскад** – підсилювач, який містить мінімальне число підсилювальних елементів (1–2 транзистори) і може входити до складу багатокаскадного підсилювача.

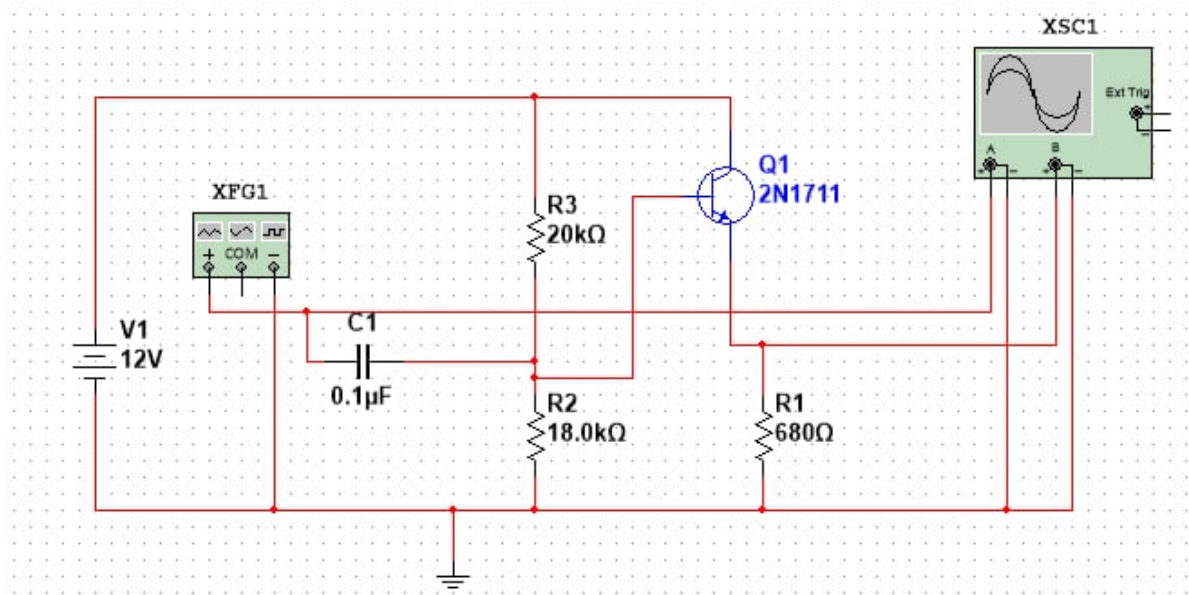
**Коефіцієнт передачі за напругою  $K_u$**  – відношення амплітуди вихідного напруги підсилювача до амплітуди вхідної.

Будь-який підсилювач електричних сигналів можна розглядати як активний чотириполіусник. Проходження сигналу через такий чотириполіусник можна розглядати за допомогою тих самих методів, які застосовувались для пасивних чотириполіусників. Зокрема, вхідний сигнал можна подавати як суперпозицію гармонічних сигналів (спектральний метод), у вигляді суми коротких імпульсів або як суперпозицію скачків сигналу. Відповідно можна досліджувати частотні характеристики підсилювача (його відгук на гармонічний сигнал певної частоти), імпульсні характеристики (відгук на одиничний імпульсний сигнал у вигляді  $\delta$ -функції) або перехідні характеристики (відгук на ступінчасту зміну вхідного сигналу). Всі ці характеристики взаємопов'язані і знаючи одну з них, можна одержати інші.

## ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

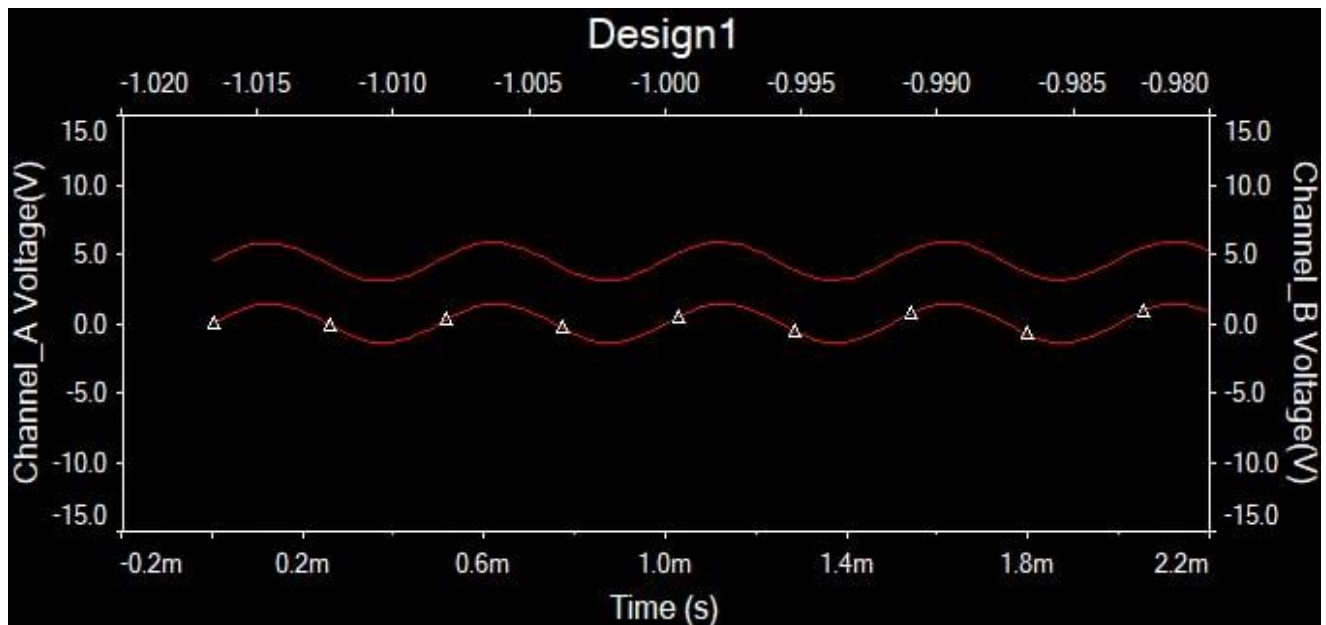
### 1. Емітерний повторювач

Схема для моделювання емітерного повторювача на малюнку 1. Складеться з трьох резисторів номіналом 20 кОм, 18 кОм та 680 кОм, конденсатора ємністю 0,1 мкФ, біполярного транзистора та генератора сигналів. На генераторі сигналів встановлені параметри: частота 2кГц, амплітуда 0,7В, вид сигналу - синусоїда.



Малюнок 1. Схема під'єднання емітерного повторювача.

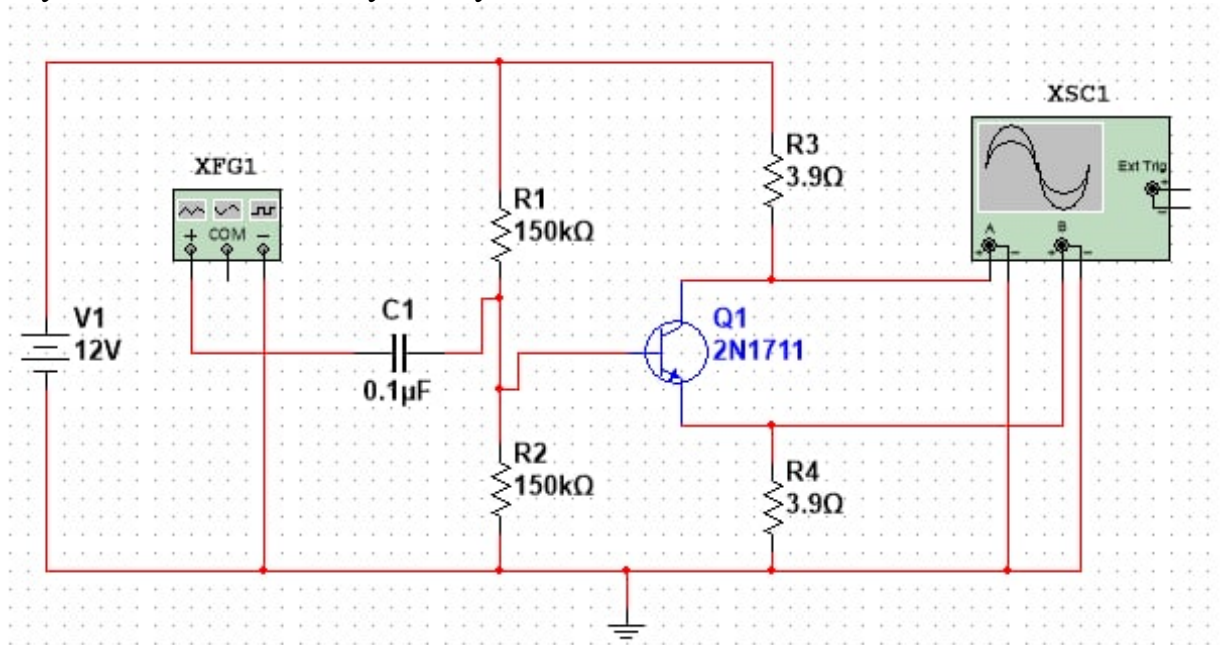
Графік залежності вхідного та вихідного сигналу від часу на малюнку 2. Фаза не змінилась, а напруга сигналу збільшилася десь на 5 В.



Малюнок 2. Графік залежності вхідного та вихідного сигналу емітерного підсилювача від часу.

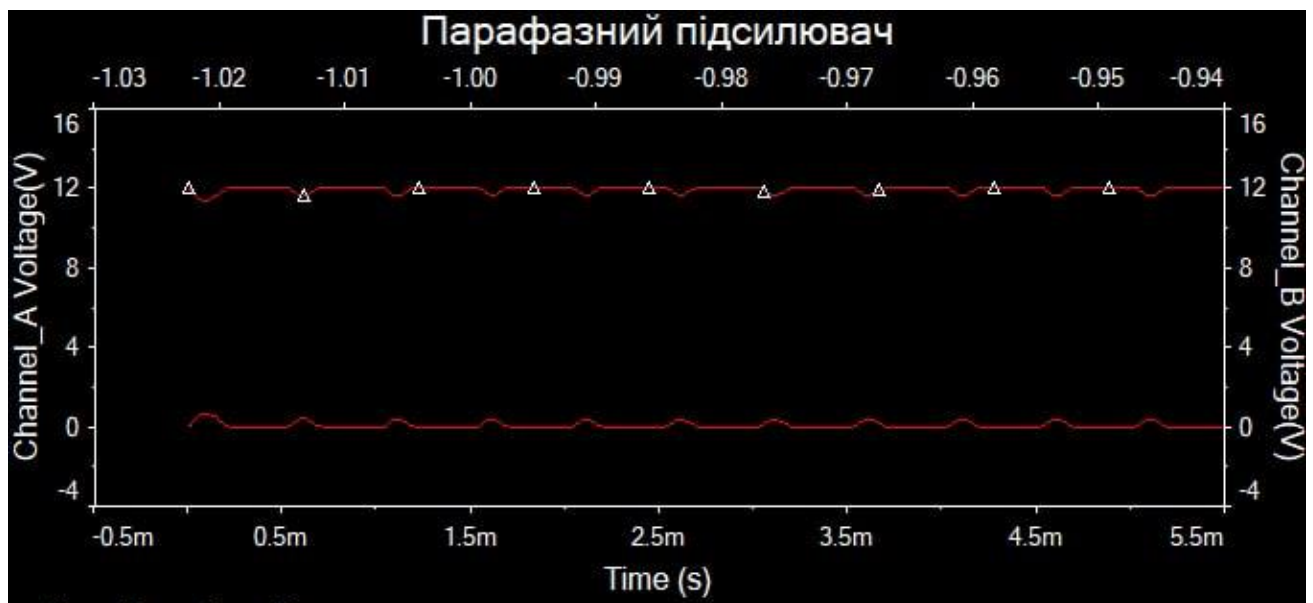
## 2. Парафазний підсилювач

Схема для моделювання парафазного підсилювача на малюнку 3. Складається з чотирьох резисторів, два з яких номіналом 3,9 Ом, і два по 150 кОм, конденсатора ємністю 0,1 мкФ, біполярного транзистора та генератора сигналів. На генераторі сигналів встановлені параметри: частота 2кГц, амплітуда 0,6В, вид сигналу - синусоїда.



Малюнок 3. Схема під'єднання парафазного підсилювача.

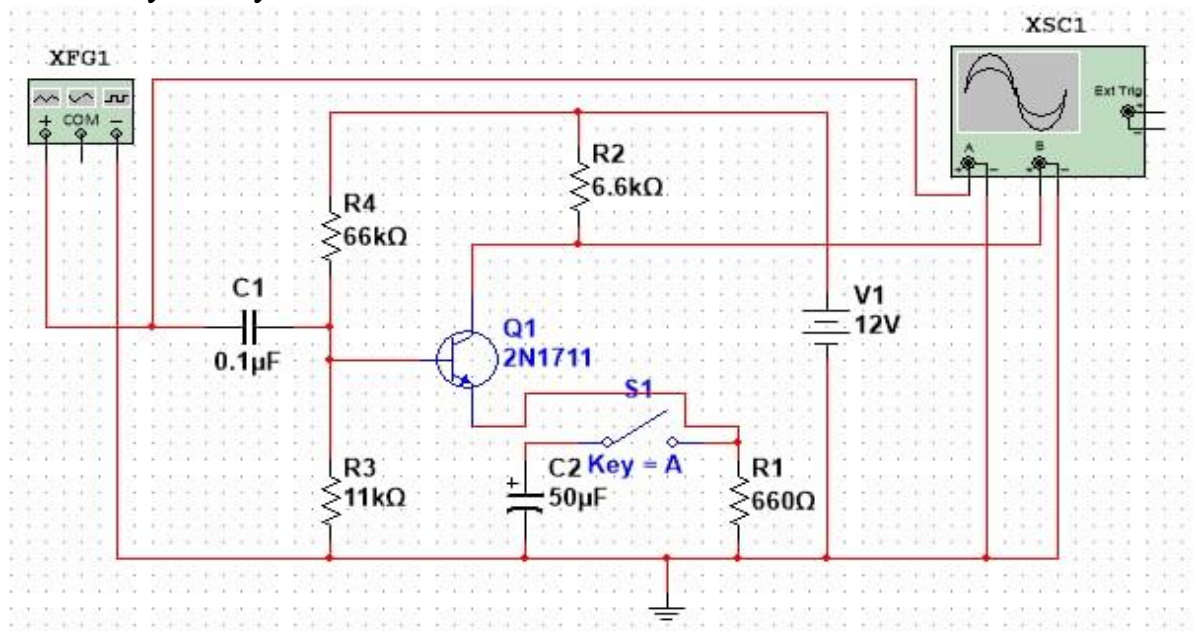
Графік залежності вхідного та вихідного сигналу від часу для парафазного підсилювача на малюнку 4. Сигнал є інвертованим по амплітуді та зануляється, коли сигнал змінює знак на інший.



Малюнок 4. Графік залежності вхідного та вихідного сигналу парафазного підсилювача від часу.

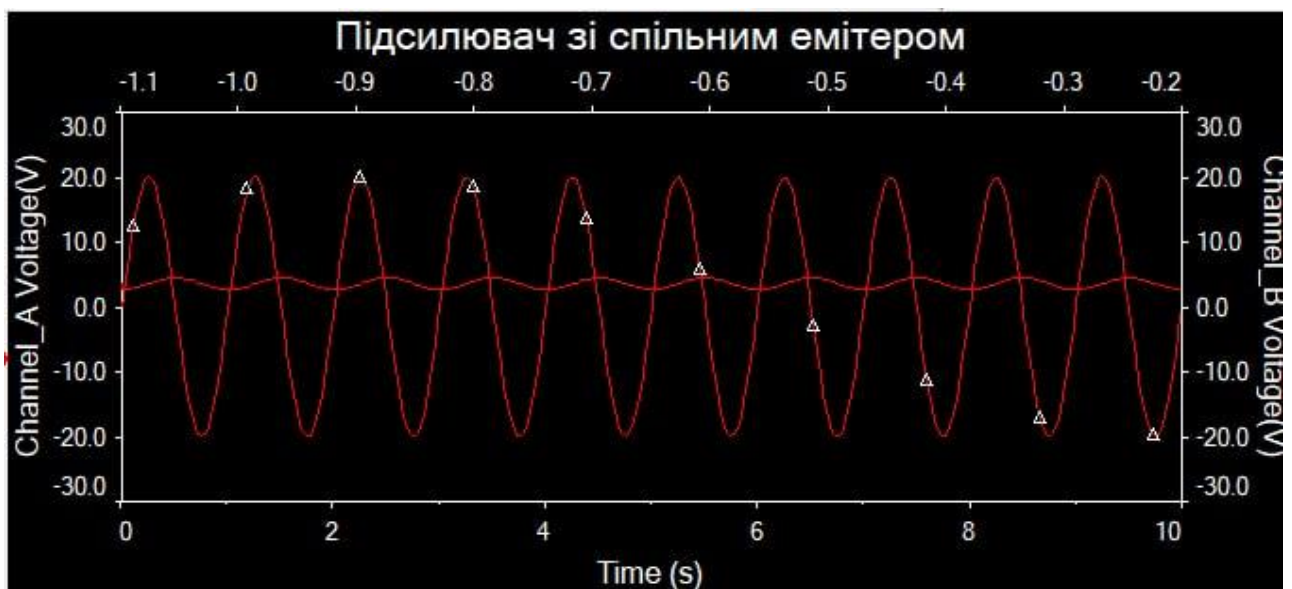
### 3. Підсилювач зі спільним емітером

Схема для моделювання підсилювача зі спільним емітером на малюнку 5. Складається з чотирьох резисторів номіналом 660 Ом, 6,6 кОм, 11 кОм, 66 кОм, два конденсаторів ємністю 0,1 мкФ та 50 мкФ, біполярного транзистора, та генератора сигналів. На генераторі параметри: частота 1 Гц, амплітуда 10 В, вид сигналу - синусоїда.



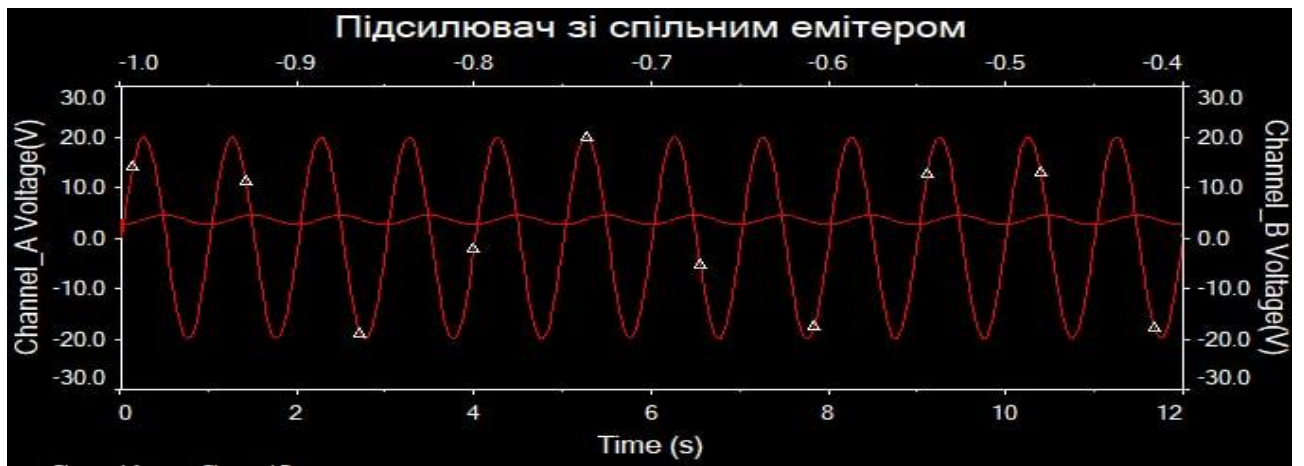
Малюнок 5. Схема під'єднання підсилювача зі спільним емітером.

На малюнках 6 та 7 графіки залежності вхідного й вихідного сигналу від часу без конденсатора та з конденсатором відповідно. В обидвох випадках амплітуда зростає та відбувається зсув фази на  $\pi/2$ .



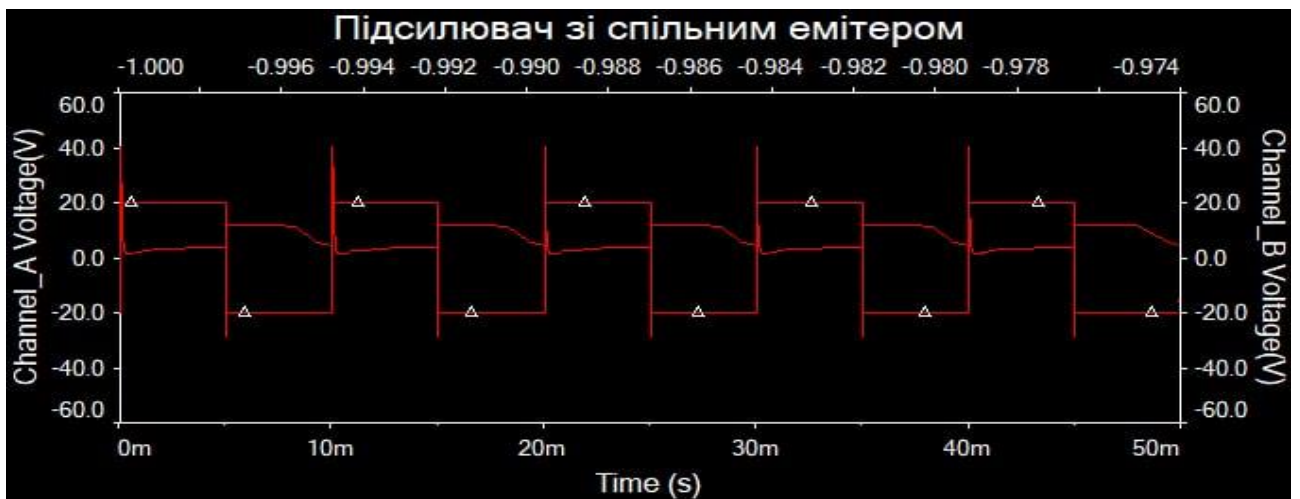
Малюнок 6. Графік залежності вхідного й вихідного сигналу підсилювача зі спільним емітером від часу (без конденсатора).





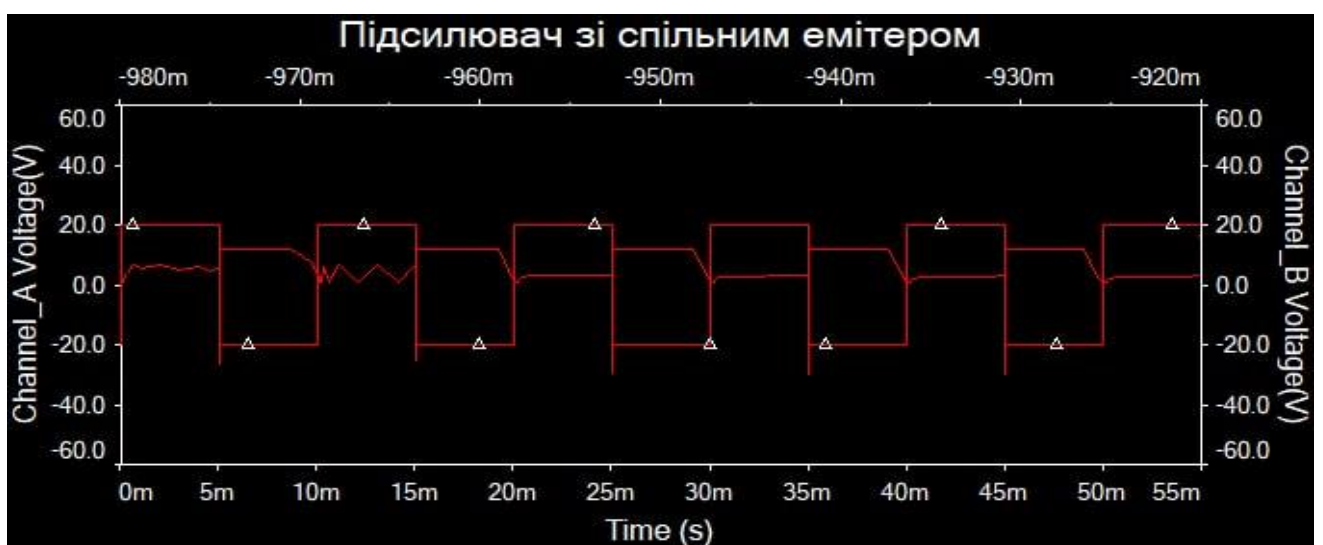
**Малюнок 7. Графік залежності вхідного й вихідного сигналу підсилювача зі спільним емітером від часу (з конденсатором).**

Збільшимо частоту до 100 Гц, наведені графіки без конденсатора та з конденсатором відповідно – малюнки 8 та 9.



**Малюнок 8. Графік залежності вхідного й вихідного сигналу підсилювача зі спільним емітером від часу (без конденсатора). Після підвищення частоти.**

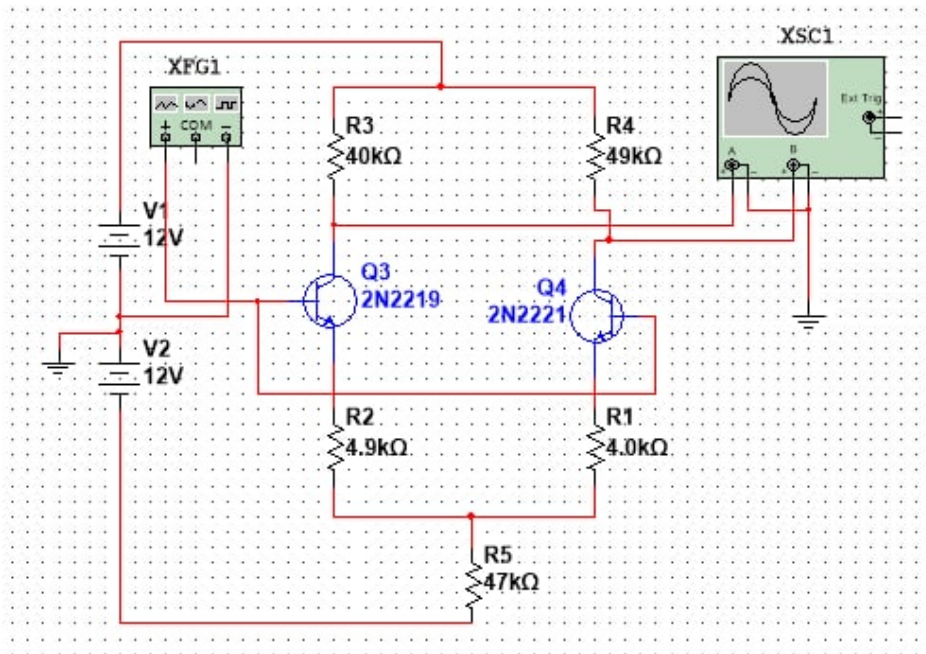
На цих графіках видно вклад конденсатора, що усунув верхні різкі скачки вихідного сигналу, але через свою поляризації це не відбулось із нижніми.



**Малюнок 9. Графік залежності вхідного й вихідного сигналу підсилювача зі спільним емітером від часу (з конденсатором). Після підвищення частоти.**

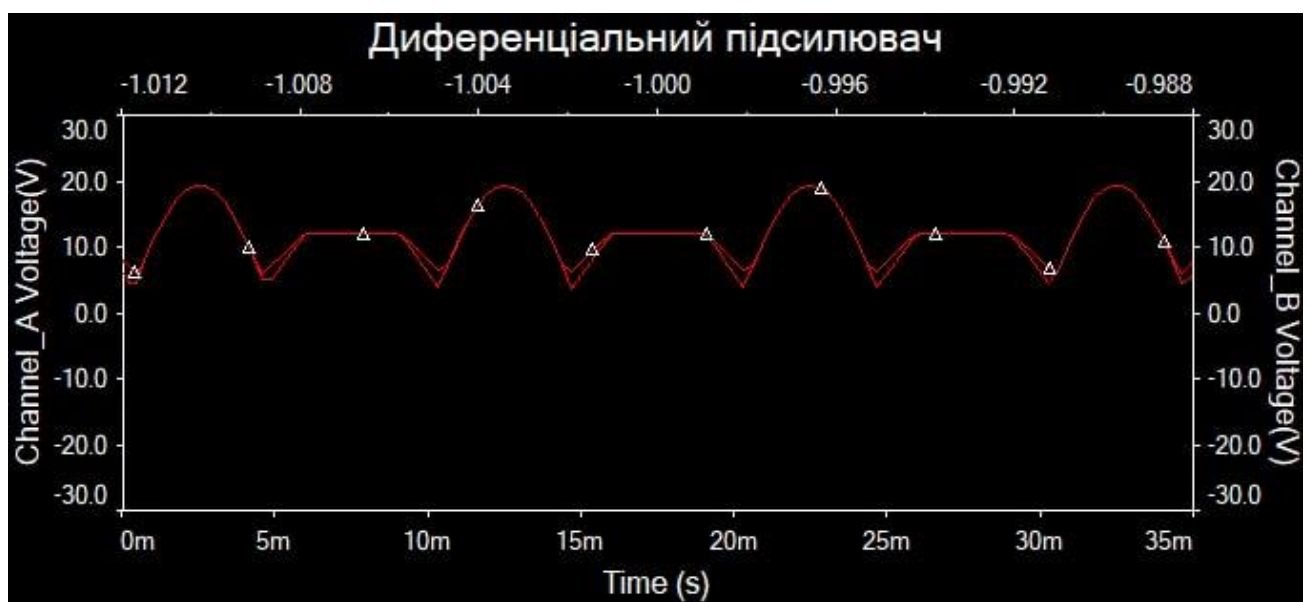
#### 4. Диференціальний підсилювач.

Схема для моделювання диференціального підсилювача на малюнку 10. Складається з п'ятьох резисторів номіналом 4 кОм, 4,9 кОм, 40 кОм, 47 кОм, 49 кОм, двох біполярних транзисторів та генератора сигналів. На генераторі встановлені параметри: частота 100 Гц, робочий цикл 50%, амплітуда 10 В, вид сигналу - синусоїда.



Малюнок 10. Схема під'єднання диференціального підсилювача.

Графіки залежності сигналів на кожній з гілок диференціального підсилювача від часу на малюнку 11. Форма змінилася незначно, гострі кути графіка стали більш закруглені.



Малюнок 11. Графіки залежності сигналів на кожній з гілок диференціального підсилювача від часу.

## **ВИСНОВОК**

У цій лабораторній роботі було досліджено принцип роботи різних підсилювачів, зокрема емітерного, парафазного, зі спільним емітером та диференціального. Отримані результати логічні та теоретично обґрунтовані. Залежності вхідних та вихідних сигналів від часу є демонстраціями відмінностей досліджуваних підсилювачів. Порівнюючи їх, можна зрозуміти принцип роботи кожного підсилювача.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

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