

Міністерство освіти і науки України  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

**ЗВІТ**  
**ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №5**  
**ПОБУДОВА ПІДСИЛЮВАЛЬНИХ КАСКАДІВ НА**  
**ТРАНЗИСТОРАХ**

Київ 2021

УДК 001.006 (004.21)

ББК 73Ц

I-72

Укладачі: П.З. Волошин

I-72            Звіт до лабораторної роботи №5. Побудова підсилювальних каскадів на транзисторах./ укл. П.З. Волошин. – К. : КНУ ім. Т. Шевченка, 2021. – 12с.  
(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
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ.....	5
РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА .....	5
2.1. Емітерний повторювач .....	5
2.2. Парафазний підсилювач.....	6
2.3. Підсилювач зі спільним емітером .....	7
2.4. Диференціальний підсилювач .....	10
ВИСНОВКИ.....	11
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	12

## ВСТУП

Звіт про побудову підсилювальних каскадів на транзисторах: 12 с., 11 рис..

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.

Об'єктом дослідження є емітерний повторювач, парафазний, диференціальний підсилювач та підсилювач зі спільним емітером.

Предмет дослідження: теоретичні основи, принципи роботи, фізичний зміст і застосування підсилювачів.

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

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

## РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

**Підсилювач електричних сигналів** – радіoeлектронний 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. Будь-який підсилювач електричних сигналів можна розглядати як активний чотириполіусник, маючи змогу 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).

**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.

## РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

### 2.1. Емітерний повторювач.

Для моделювання емітерного повторювача було використано схему, зображену на рисунку 1. Як видно з рисунка, вона включає три резистори номіналом 20 кОм, 18 кОм та 680 кОм, конденсатор ємністю 0,1 мкФ, біполярний

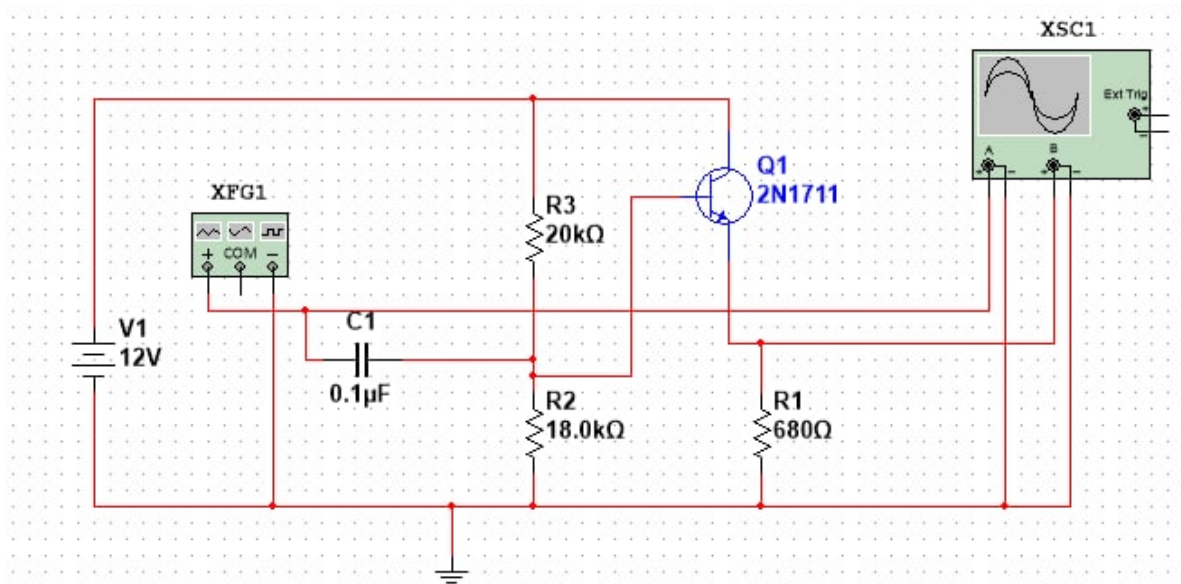


Рисунок 1. Схема під'єднання емітерного повторювача.

транзистор, а також генератор сигналів. На генераторі сигналів було встановлено наступні параметри: частота 2кГц, амплітуда 0,7В, вид сигналу - синусоїда.

На рисунку 2 наведено графік залежності вхідного та вихідного сигналу від часу. Можемо бачити, що фаза не змінилася, зате напруга сигналу збільшилася орієнтовно на 5 В.

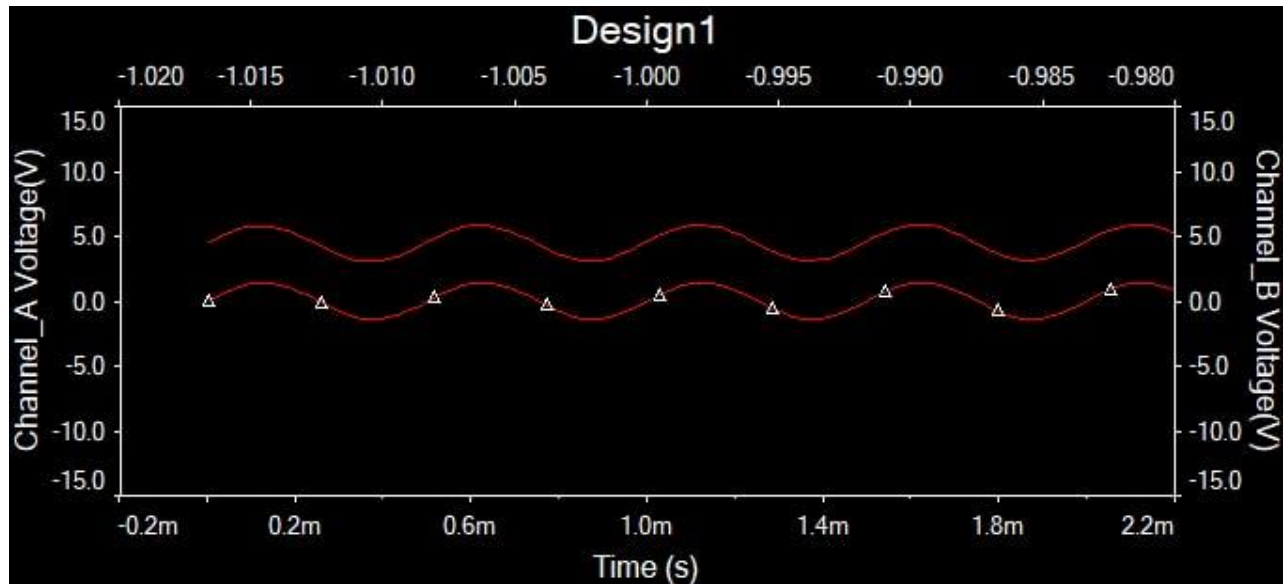


Рисунок 2. Графік залежності вхідного та вихідного сигналу емітерного підсилювача від часу.

## 2.2. Парафазний підсилювач.

На рисунку 3 наведена схема, використана для моделювання парафазного підсилювача. Вона включає чотири резистора, два з яких номіналом 3,9 Ом, і два

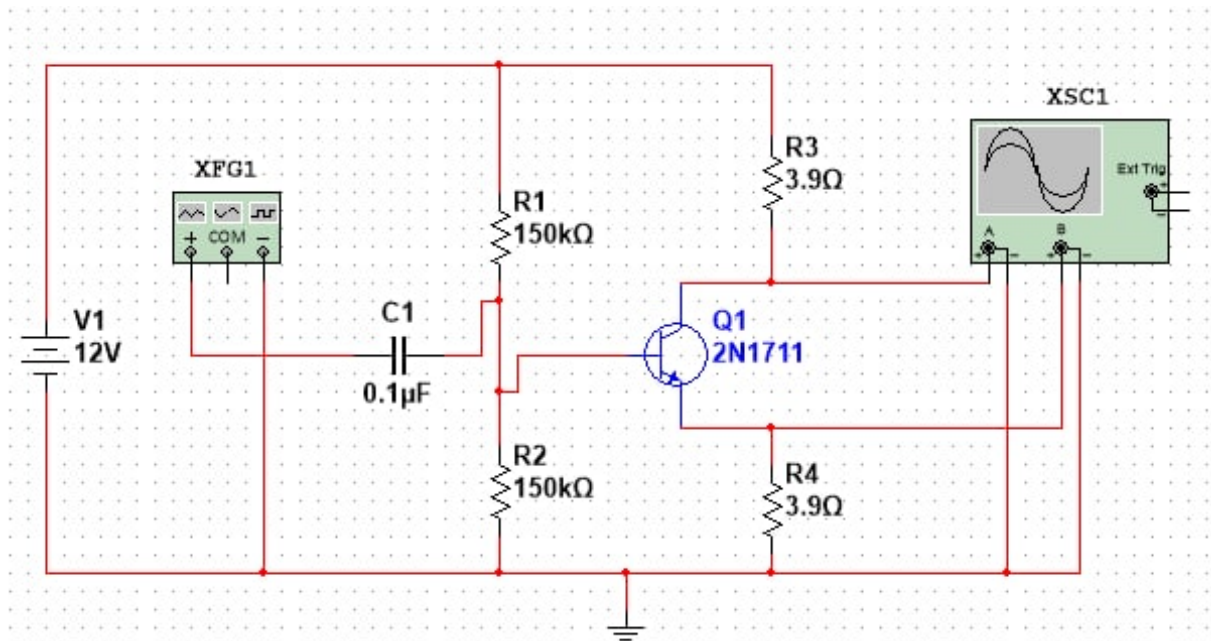


Рисунок 3. Схема під'єднання парафазного підсилювача.

інші – 150 кОм, конденсатор ємністю 0,1 мкФ, біполярний транзистор та генератор сигналів. На генераторі сигналів було встановлено наступні параметри: частота 2кГц, амплітуда 0,6В, вид сигналу - синусоїда.

Графік залежності вхідного та вихідного сигналу від часу для парафазного підсилювача наведено на рисунку 4. Можемо бачити, що сигнал є інвертованим по амплітуді, а також зануляється, коли сигнал змінює знак на інший.

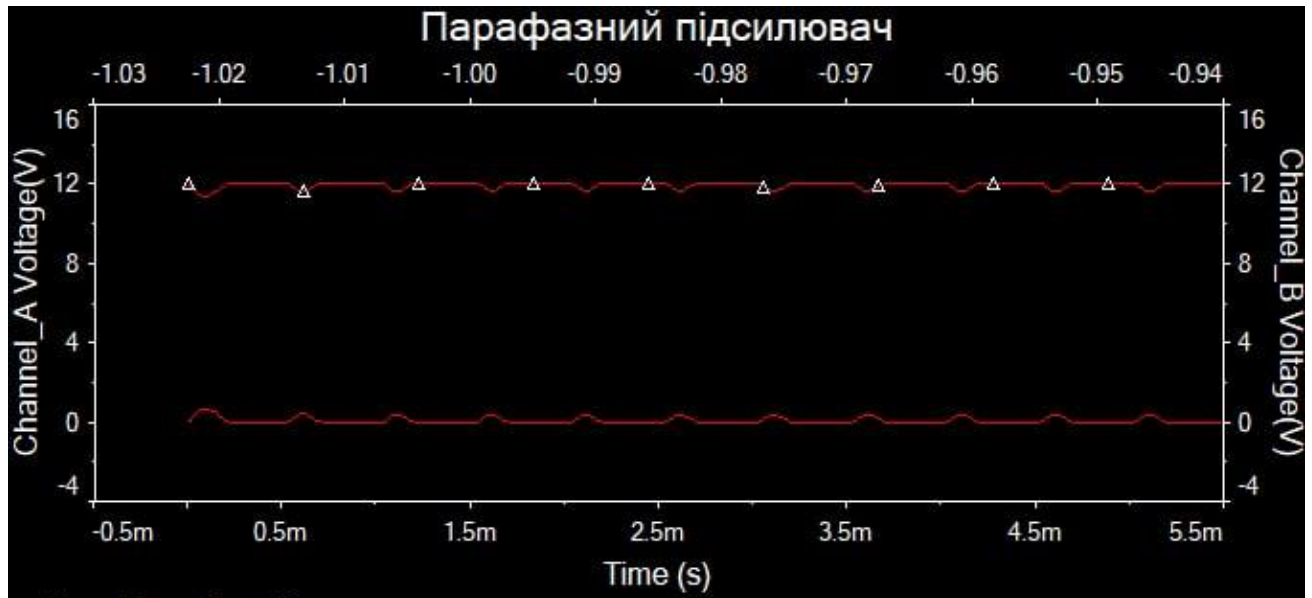


Рисунок 4. Графік залежності вхідного та вихідного сигналу парафазного підсилювача від часу.

### 2.3. Підсилювач зі спільним емітером.

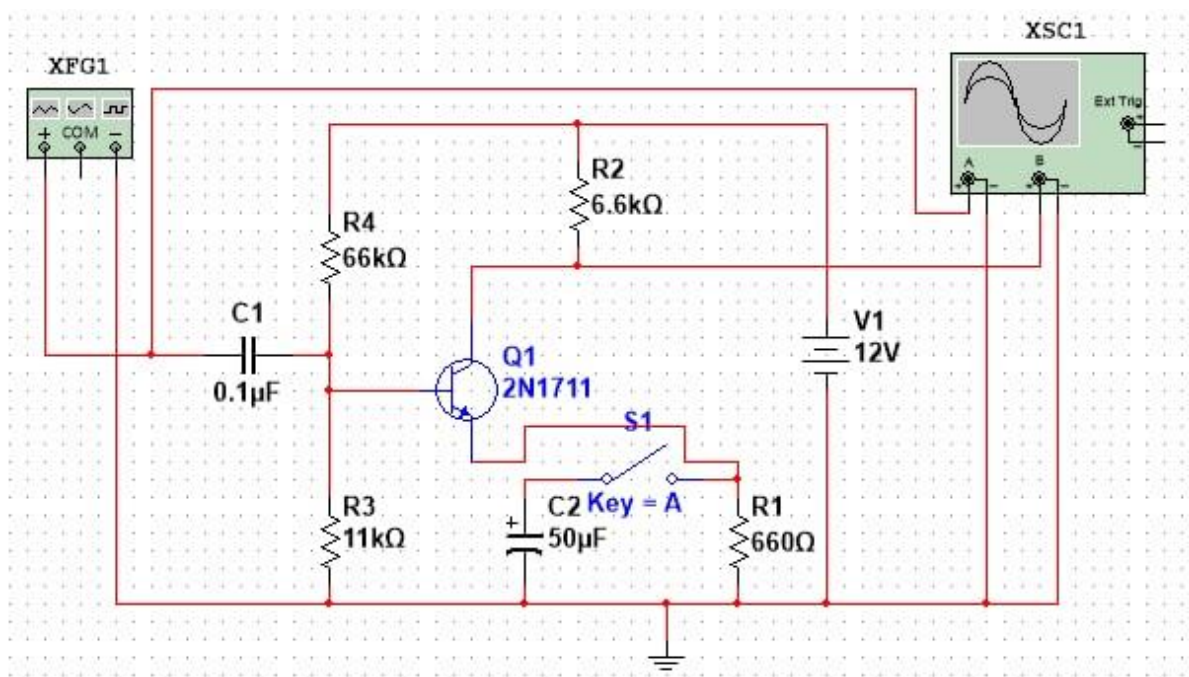


Рисунок 5. Схема під'єднання підсилювача зі спільним емітером.



На рисунку 5 наведена схема, використана для моделювання підсилювача зі спільним емітером. Вона включає чотири резистора номіналом 660 Ом, 6,6 кОм, 11 кОм, 66 кОм, два конденсатори ємністю 0,1 мкФ та 50 мкФ, біполярний транзистор, а також генератор сигналів. На генераторі було встановлено наступні параметри: частота 1 Гц, амплітуда 10 В, вид сигналу - синусоїда.

На рисунках 6 і 7 наведено графіки залежності вхідного й вихідного сигналу від часу без конденсатора та з конденсатором відповідно. Можемо бачити, що в обидвох випадках амплітуда зростає та відбувається зсув фази на  $\pi/2$ .

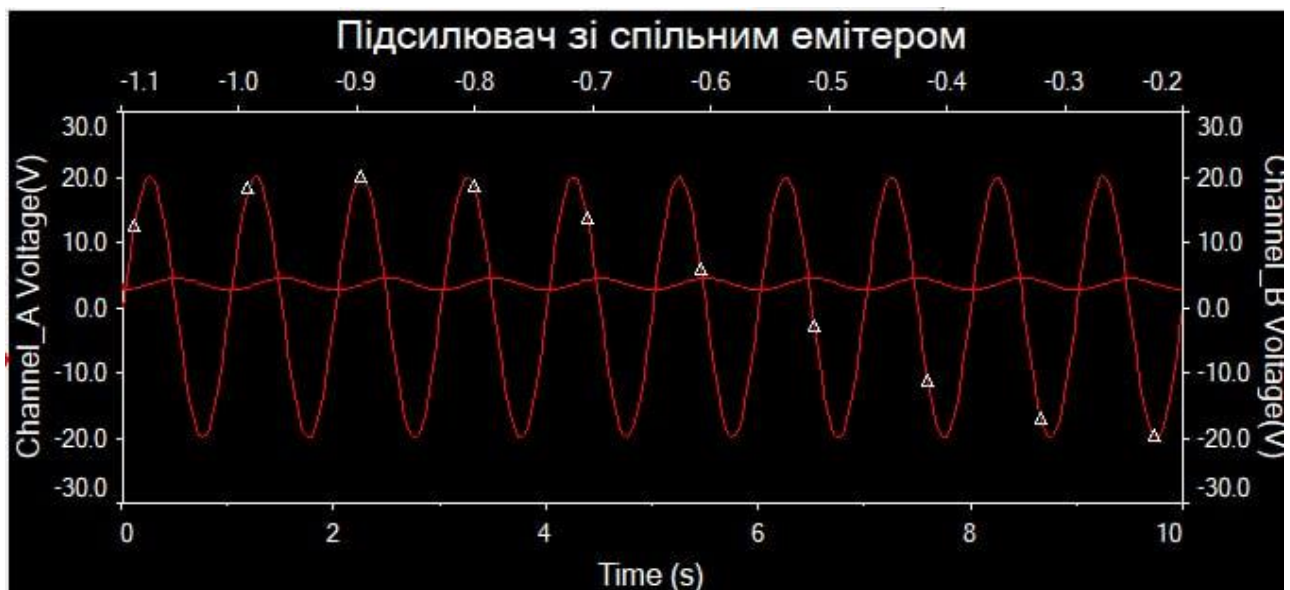


Рисунок 6. Графік залежності вхідного й вихідного сигналу підсилювача зі спільним емітером від часу (без конденсатора).

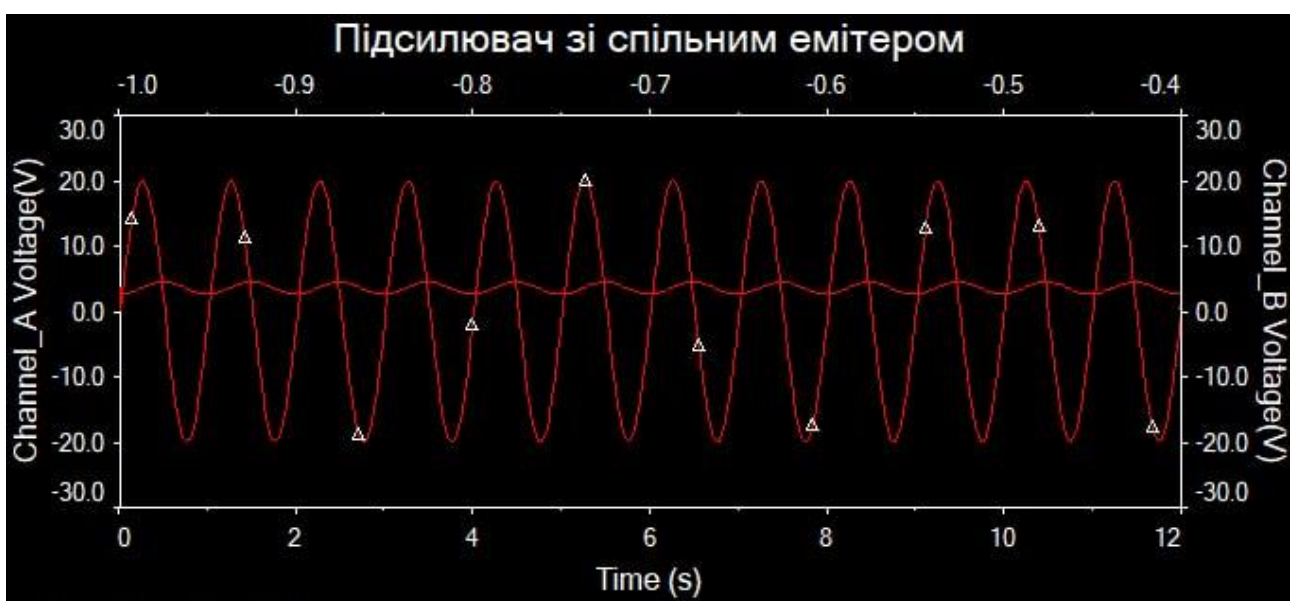


Рисунок 7. Графік залежності вхідного й вихідного сигналу підсилювача зі спільним емітером від часу (з конденсатором).



Збільшивши частоту до 100 Гц, подивимося, що відбуватиметься з прямокутними сигналами. Нижче наведені графіки без конденсатора та з конденсатором відповідно (див. рис. 8, 9).

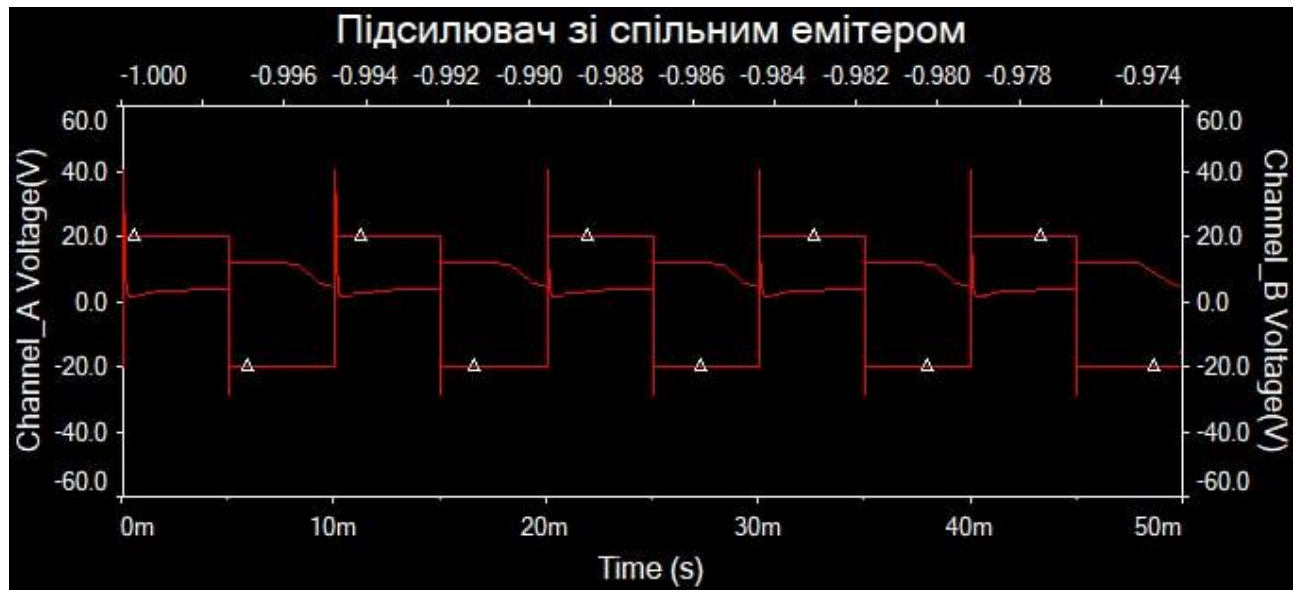


Рисунок 8. Графік залежності вхідного й вихідного сигналу підсилювача зі спільним емітером від часу (без конденсатора). Після підвищення частоти.

На цих графіках чітко видно вклад конденсатора, який усунув верхні різкі скачки вихідного сигналу, але внаслідок своєї поляризації не зробив того ж із нижніми.

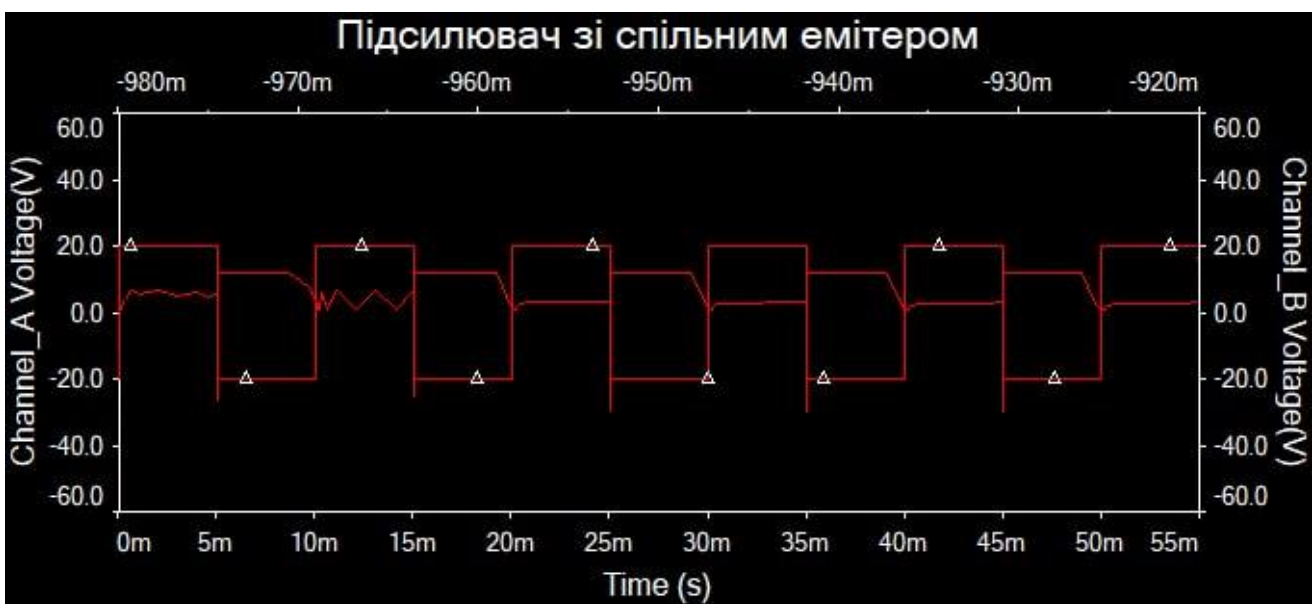


Рисунок 9. Графік залежності вхідного й вихідного сигналу підсилювача зі спільним емітером від часу (з конденсатором). Після підвищення частоти.

## 2.4. Диференціальний підсилювач.

На рисунку 10 можемо бачити схему, використану для моделювання диференціального підсилювача. Вона включає п'ять резисторів номіналом 4 кОм, 4,9 кОм, 40 кОм, 47 кОм, 49 кОм, два біполярні транзистори, а також генератор сигналів. На генераторі було встановлено наступні параметри: частота 100 Гц, робочий цикл 50%, амплітуда 10 В, вид сигналу - синусоїда.

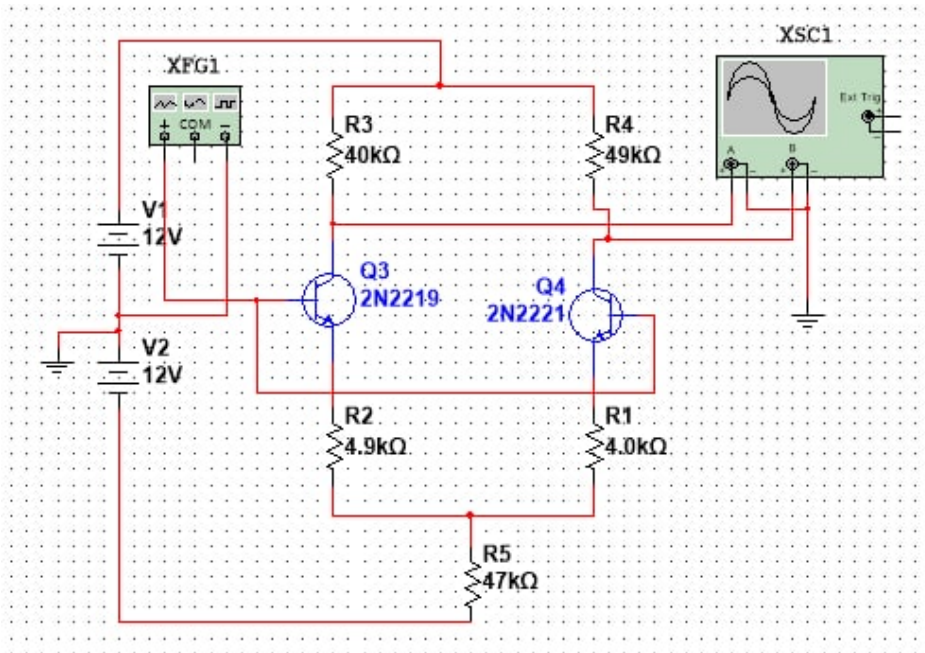


Рисунок 10. Схема під'єднання диференціального підсилювача.

На рисунку 11 наведено графіки залежності сигналів на кожній з гілок диференціального підсилювача від часу. Можемо бачити, що форма змінилася незначно, зокрема заокруглилися гострі кути графіка.

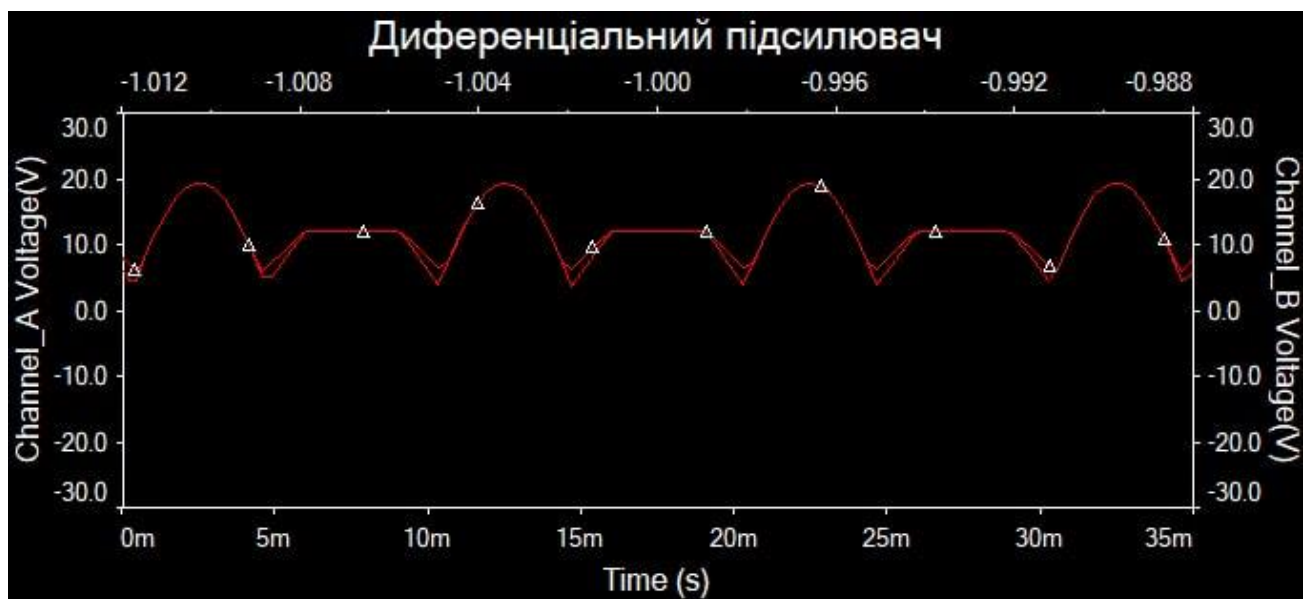


Рисунок 11. Графіки залежності сигналів на кожній з гілок диференціального підсилювача від часу.

## **ВИСНОВОК**

У цій лабораторній роботі було досліджено принцип роботи різних підсилювачів, зокрема емітерного, парафазного, зі спільним емітером та диференціального. Отримані результати цілком логічні та теоретично обґрунтовані. Залежності вхідних та вихідних сигналів від часу є хорошими демонстраціями відмінностей досліджуваних підсилювачів. Порівнявши 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.