

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**КІЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені**  
**ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Охріменко Г.М.**

**ЗВІТ**

**Моделювання підсилювачів на транзисторах**

**Київ. КНУ ім. Т. Шевченка, 2021**

**УДК 005.013 (003.21)**

**ББК 73Ц**

I-72

**Укладачі:** Г. М. Охріменко

I-72            Звіт. Моделювання підсилювачів на транзисторах./ укл. Г. М. Охріменко. – К. : КНУ ім. Т. Шевченка, 2021. – 14 с. (Укр. мов.)

Наведено загальний звіт виконання роботи з моделювання електронних схем у програмі LTspice<sup>TM</sup>.

**УДК 005.013 (003.21)**

**ББК 73Ц**

© Київський Національний  
Університет імені Тараса Шевченка,  
2021

## **РЕФЕРАТ**

Звіт про моделювання підсилювачів на транзисторах: 13 с., 19 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'єкт дослідження – підсилювальні каскади.

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

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

**ТРАНЗИСТОРИ, Р-Н ПЕРЕХІД, БІПОЛЯРНИЙ ТРАНЗИСТОР, ПОЛЬОВИЙ ТРАНЗИСТОР, ПІДСИЛЮВАЧІ, LTSPICE.**

## **Зміст**

1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ.....	5
2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА .....	5
ВИСНОВКИ.....	13
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	13

## **1. Теоретичні відомості**

**Біполярний транзистор** – це напівпровідниковий прилад з двома р-п-переходами, що взаємодіють між собою, та трьома виводами, підсилюальні властивості якого зумовлені явищами інжекції (введення) та екстракції (вилучення) неосновних носіїв заряду.

**Польовий (уніполярний) транзистор** – це напівпровідниковий прилад, підсилюальні властивості якого зумовлені струмом основних носіїв, що течуть по провідному каналу, провідність якого керується зовнішнім електричним полем.

**Польовий транзистор з керувальним електродом** – це польовий транзистор, керування струмом основних носіїв у якому здійснюється за допомогою р-п-переходу, зміщеного у зворотному напрямі.

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

## **2. Практична частина**

### **Емітерний повторювач**

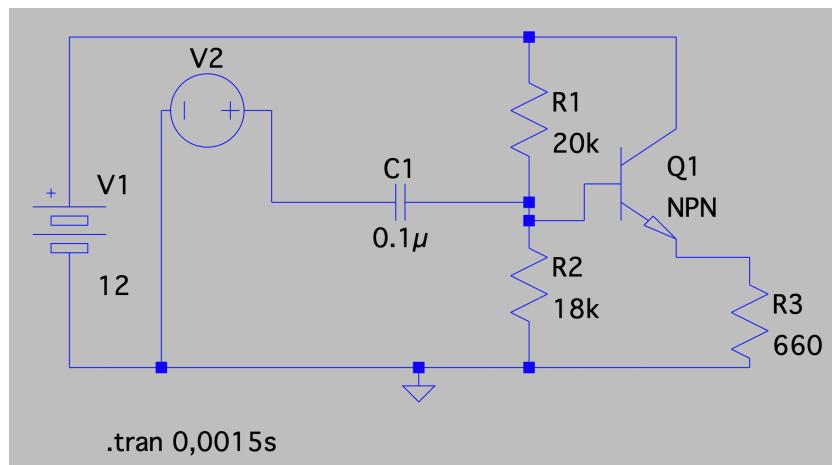


Рис. 1 Схема установки

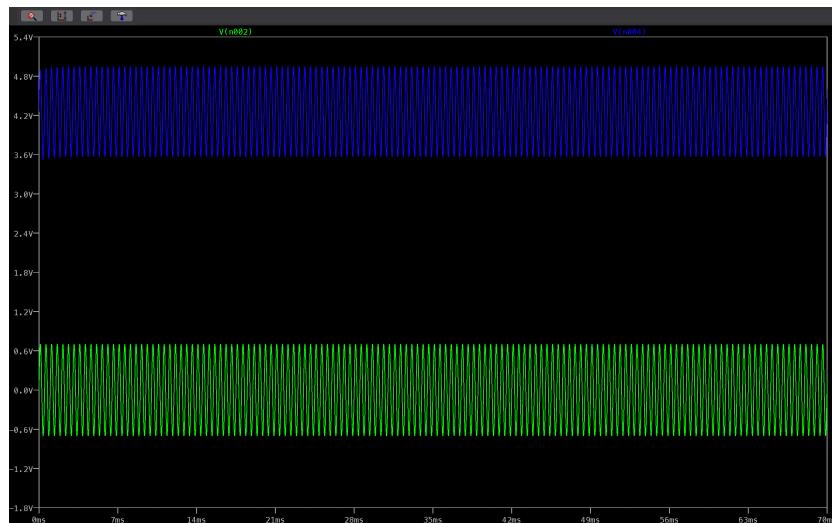


Рис. 2 ВАХ

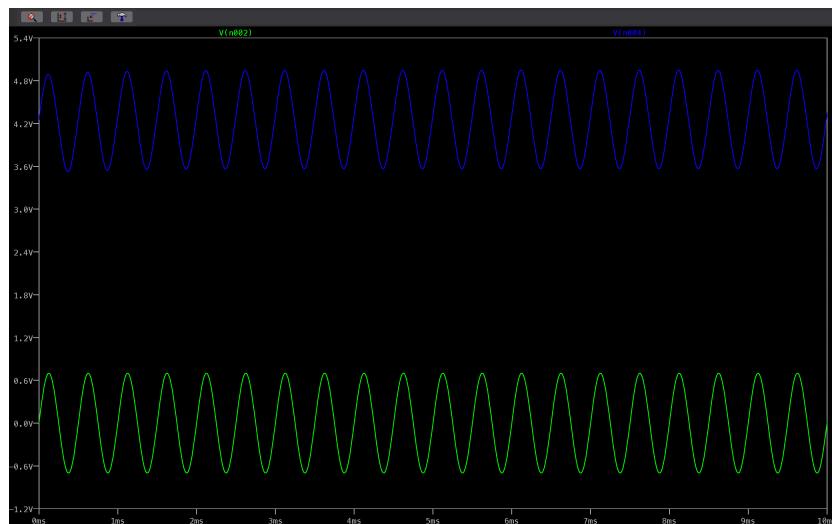


Рис. 3 ВАХ (збільшено)

## Парафазний підсилювач

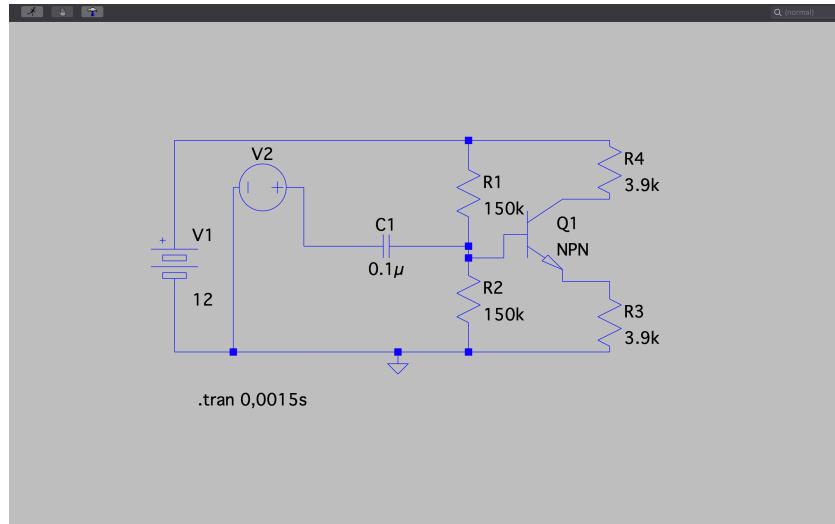


Рис. 4 Схема установки

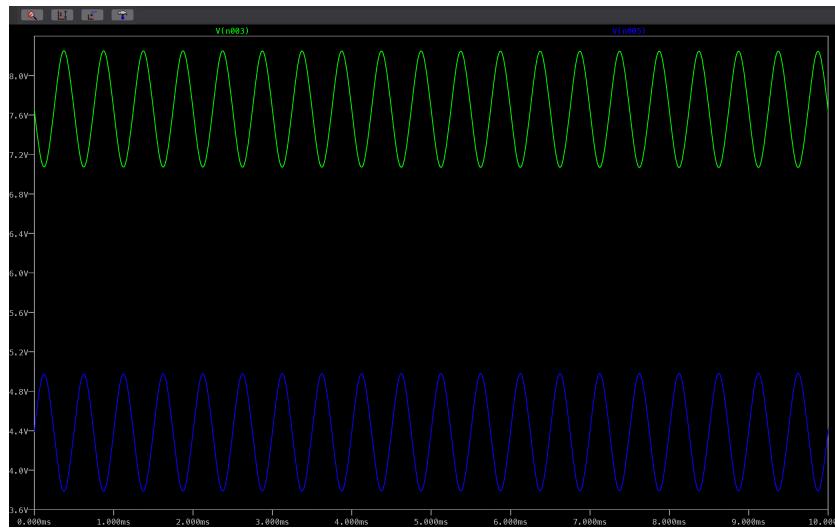
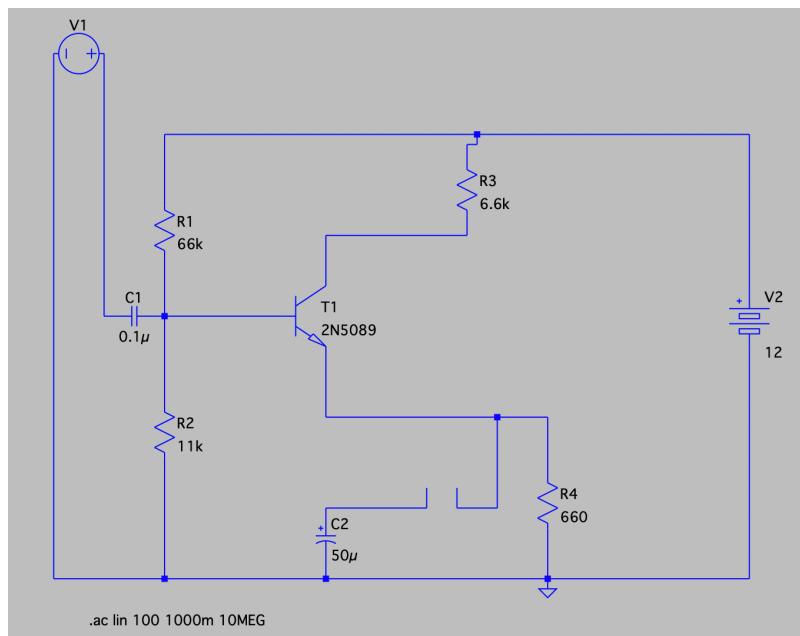


Рис. 5 ВАХ

## Підсилювач зі спільним емітером



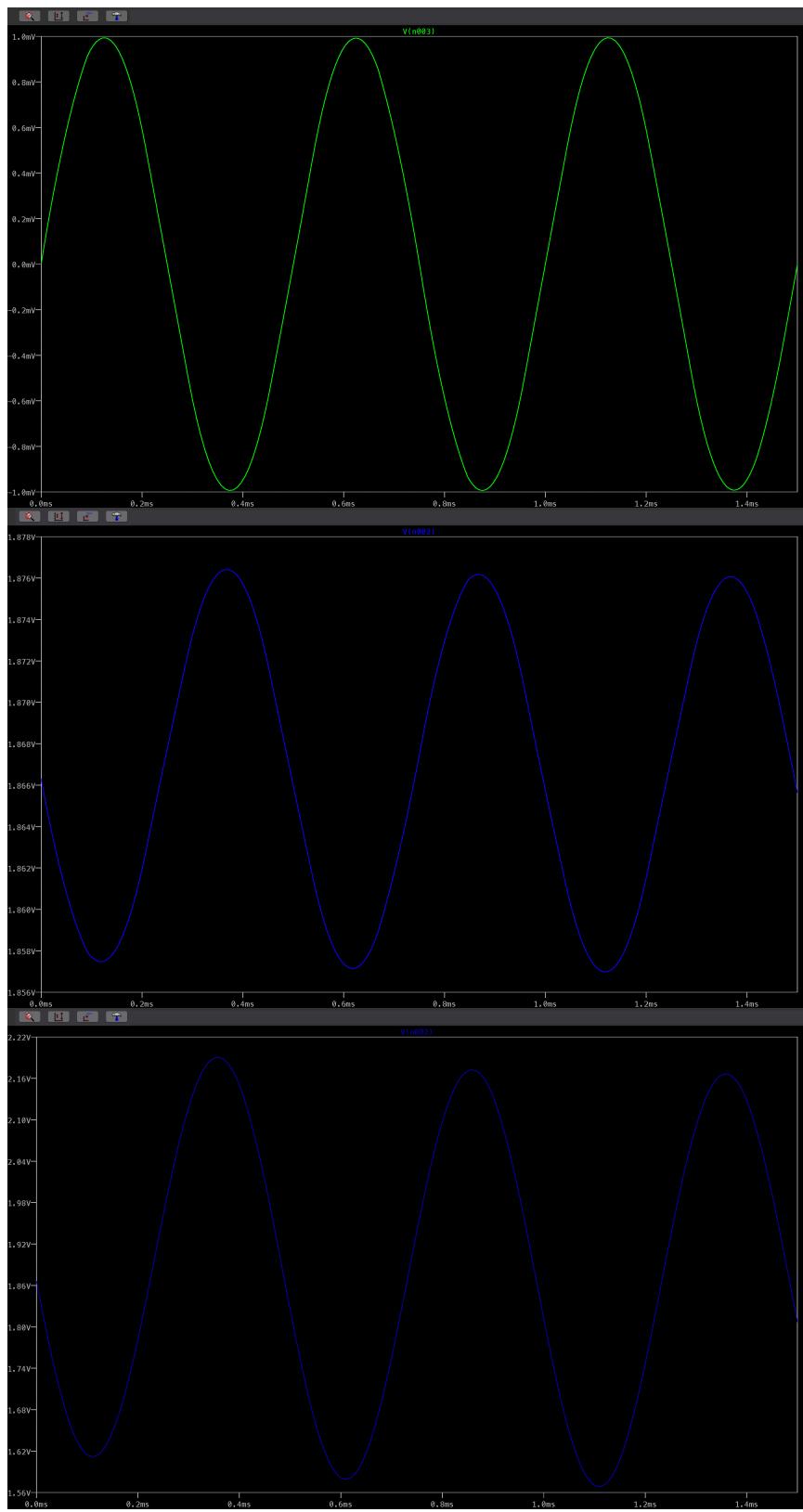


Рис. 7 ВАХ (вхід і вихід без та з конденсатором)

Як видно, у схемі з конденсатором значно збільшена амплітуда.



Рис. 8 АЧХ

Як видно, з якоїсь незрозумілої причини АЧХ підсилювача відповідає випадку ідельного підсилювача.

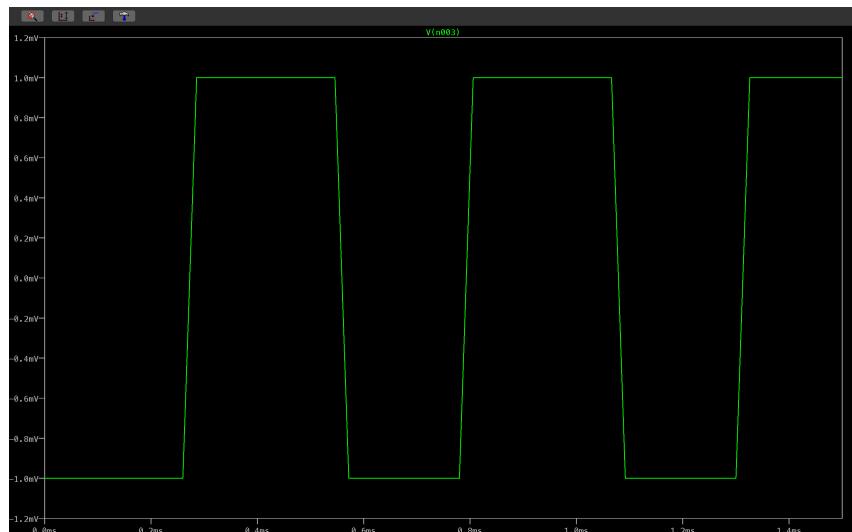


Рис. 9 ВАХ (імпульси вхід)

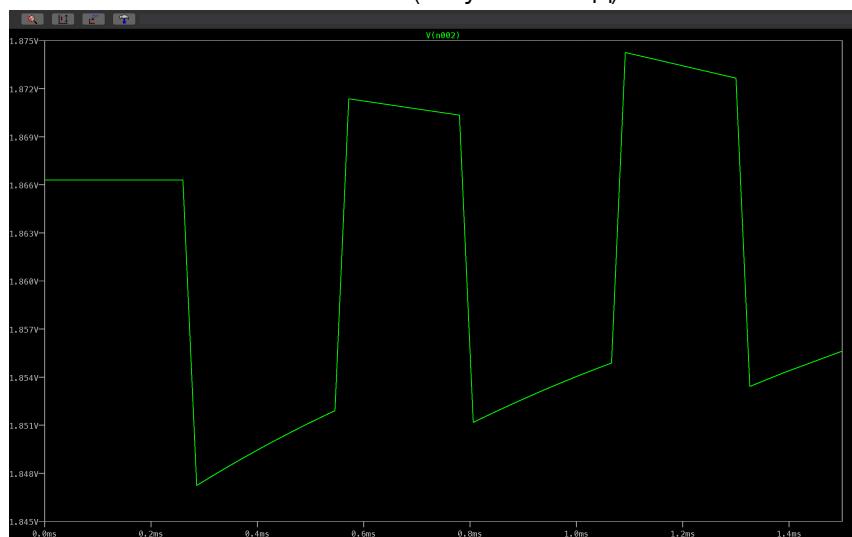


Рис. 10 ВАХ (імпульси вихід)

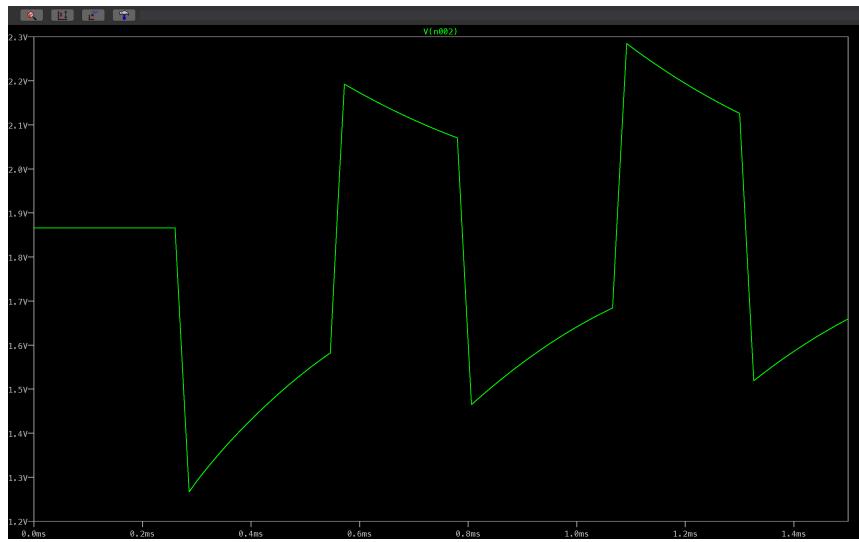


Рис. 11 ВАХ (імпульси вихід + конденсатор)

## Диференціальний підсилювач

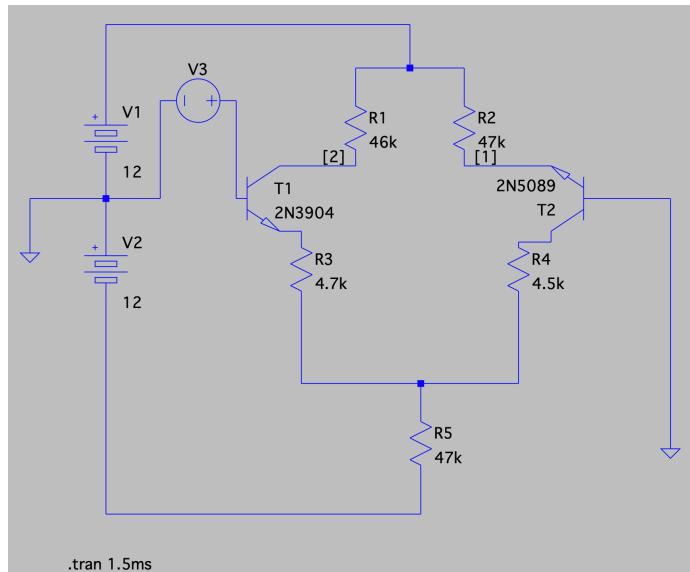
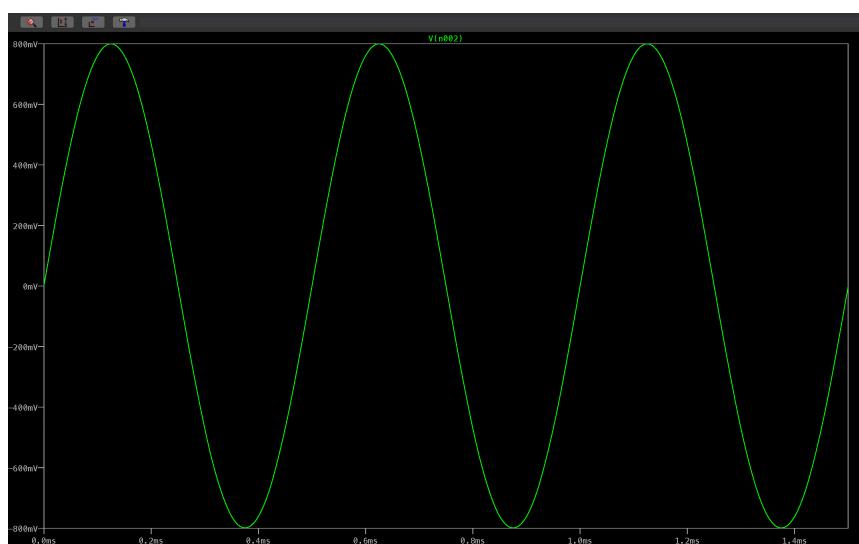


Рис. 12 Схема установки



10  
Рис. 13 ВАХ (вхід)

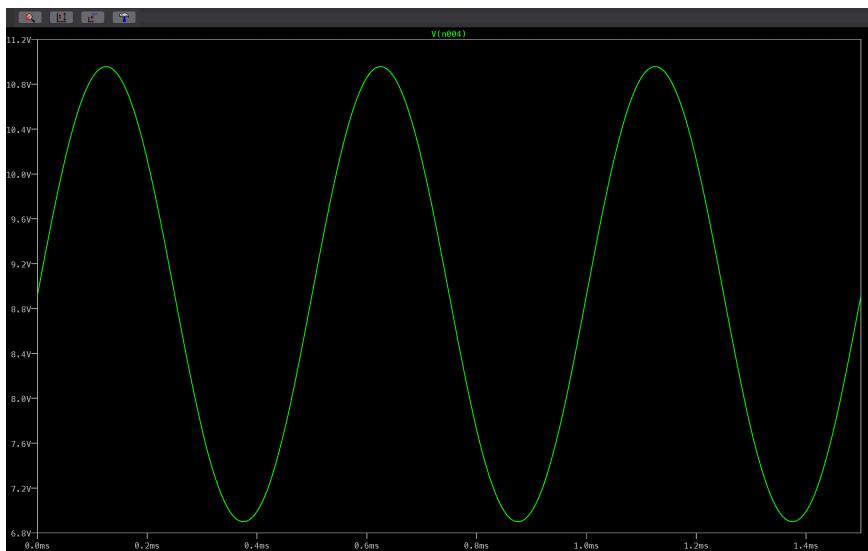


Рис. 14 ВАХ (вихід [1])



Рис. 15 ВАХ (вихід [2])

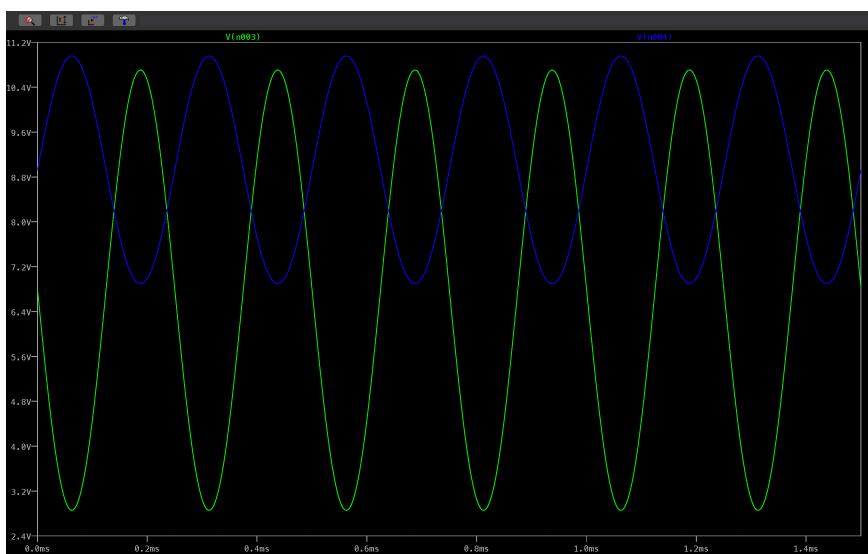


Рис. 16 ВАХ (обидва виходи)

# Диференціальний підсилювач (синфазний)

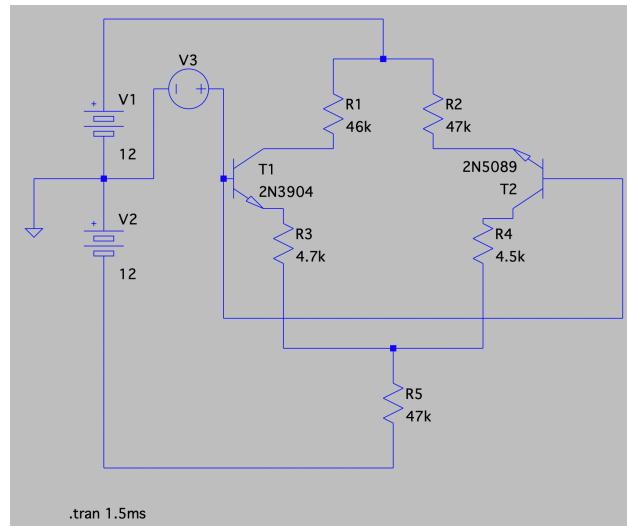


Рис. 17 Схема установки

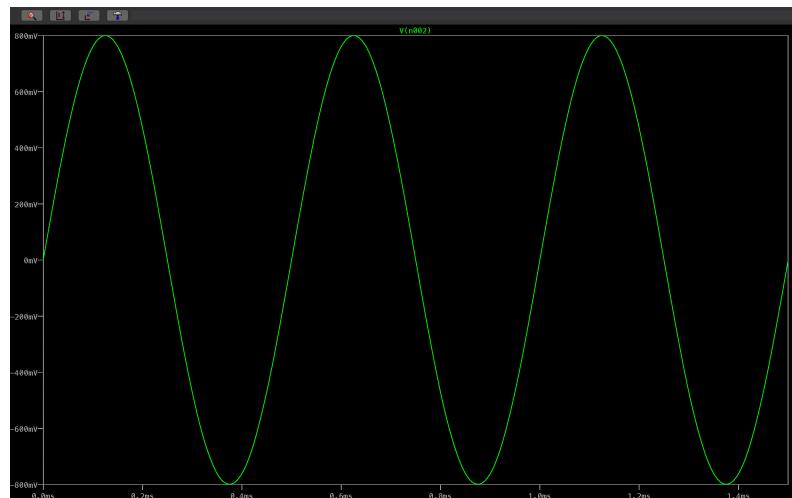


Рис. 18 ВАХ (вхід)

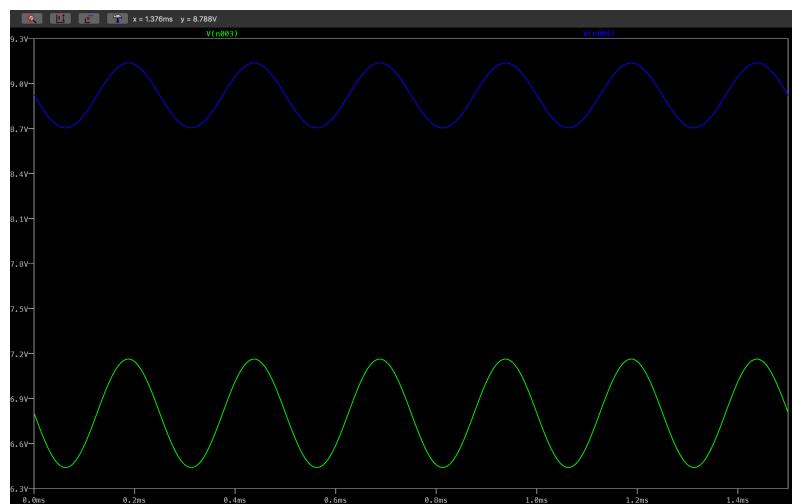


Рис. 19 ВАХ (обидва виходи)

## **Висновки**

У ході даної лабораторної роботи ми дослідили принципи роботи різних типів підсилювачів на транзисторах. Виходячи з ВАХ, наведених вище:

- Емітерний: підсилював значення на максимумах і мінімумах, але саму амплітуду не збільшував, фазу не змінював;
- Парафазний: підсилював амплітудні значення, але не саму амплітуду не збільшував, фазу змінив на протилежну;
- Зі спільним емітером: збільшував амплітуду, причому в залежності від підключення полярного конденсатора по-різному, фазу змінював на протилежну. У реакції на імпульси продеонстрував дію конденсатора, що заокруглює спадну ділянку циклів і робить їх неперіодичними, а дещо зростаючими;
- Диференціальний: видав два сигнали протилежної фази, зі збільшеними амплітудами, але в різну величину.
- Диференціальний синфазний: видав два сигнали одної фази, зі збільшеними амплітудами і значеннями на максимумах і мінімумах, але в різну величину.

## **Список використаної літератури**

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.