

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ТАРАСА
ШЕВЧЕНКА

ЗВІТ

Моделювання транзисторних підсилювачів

Київ. КНУ ім. Т. Шевченка, 2021

УДК 053.08 (002.21)

ББК 73Ц

I-72

Укладачі: М.В. Цисін.

I-72 Звіт. Моделювання транзисторних підсилювачів./ укл. М.В. Цисін. –К. :КНУ ім.
Т.Шевченка, 2021. – 15 с. (Укр. мов.)

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

УДК 053.08 (002.21)

ББК 73Ц

©Київський Національний Університет імені Тараса Шевченка, 2021

Звіт

Звіт. Моделювання транзисторних підсилювачів: 21 с.

Мета роботи – дослідити зміну параметрів гармонічних сигналів та прямокутних імпульсів при їх проходженні через пасивні лінійні чотириполіусники, опанувати методи вимірювання амплітудно-частотних та фазо-частотних характеристик пасивних RC-фільтрів та їх перехідних характеристик

Об'єкт дослідження – пасивні RC фільтри: ФНЧ, ФВЧ, смуговий та загороджувальний

Предмет дослідження – теоретичні основи, принципи роботи, фізичний зміст і застосування пасивних RC-фільтрів

Методи дослідження:

- 1) **Метод співставлення**, тобто одночасного спостереження вхідного та вихідного сигналів на екрані двоканального осцилографа із наступним вимірюванням і порівнянням їх параметрів
- 2) **Метод фігур Лісажу**, який полягає у спостереженні на екрані двоканального осцилографа замкнених кривих, які є результатом накладання двох коливань, що відбуваються у двох взаємно перпендикулярних напрямках (вхідний і вихідний сигнали подаються на пластини горизонтального та вертикального відхилення осцилографа відповідно)

Зміст

Теоретичні відомості	5
Виконання роботи.	6
Емітерний повторювач	6
Парафазний підсилювач.	7
Підсилювач зі спільним емітером	8
Диференціальний підсилювач.....	11
Синфазний диференціальний підсилювач	13
Висновки	15
Джерела	15

Теоретичні відомості

Підсилювач електричних сигналів — це радіоелектронний пристрій, що перетворює вхідний електричний сигнал, який являє собою залежність від часу напруги $U_{bx}(t)$ або струму $I_{bx}(t)$, у пропорційний йому вихідний сигнал $U_{bux}(t)$ або $I_{bux}(t)$, 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 — відношення амплітуди вихідного напруги підсилювача до амплітуди вхідної

Класифікація, будова та принцип роботи транзисторів

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 стрибків сигналу. Відповідно можна досліджувати **частотні характеристики** підсилювача (його відгук на гармонічний сигнал певної частоти), **імпульсні характеристики** (відгук на одиничний імпульсний сигнал у вигляді -функції) або **перехідні характеристики** (відгук на ступінчасту зміну вхідного сигналу). Всі ці характеристики взаємопов'язані і знаючи одну з них, можна одержати інші.

Найширше використовується спектральний метод. На кожній частоті підсилювач можна охарактеризувати такими параметрами, як основна передавальна функція (коефіцієнт передачі) $\tilde{K}(w)$ (у загальному випадку комплексна) та вхідний і вихідний комплексні опори $\tilde{Z}_{in}(w)$ і $\tilde{Z}_{out}(w)$ відповідно.

Коефіцієнтом передачі за напругою називають відношення напруг сигналів на виході і на вході підсилювача:

$$\tilde{K}_u(w) = \frac{\tilde{U}_{out}(w)}{\tilde{U}_{in}(w)} = K_u(w)e^{i\phi(w)}$$

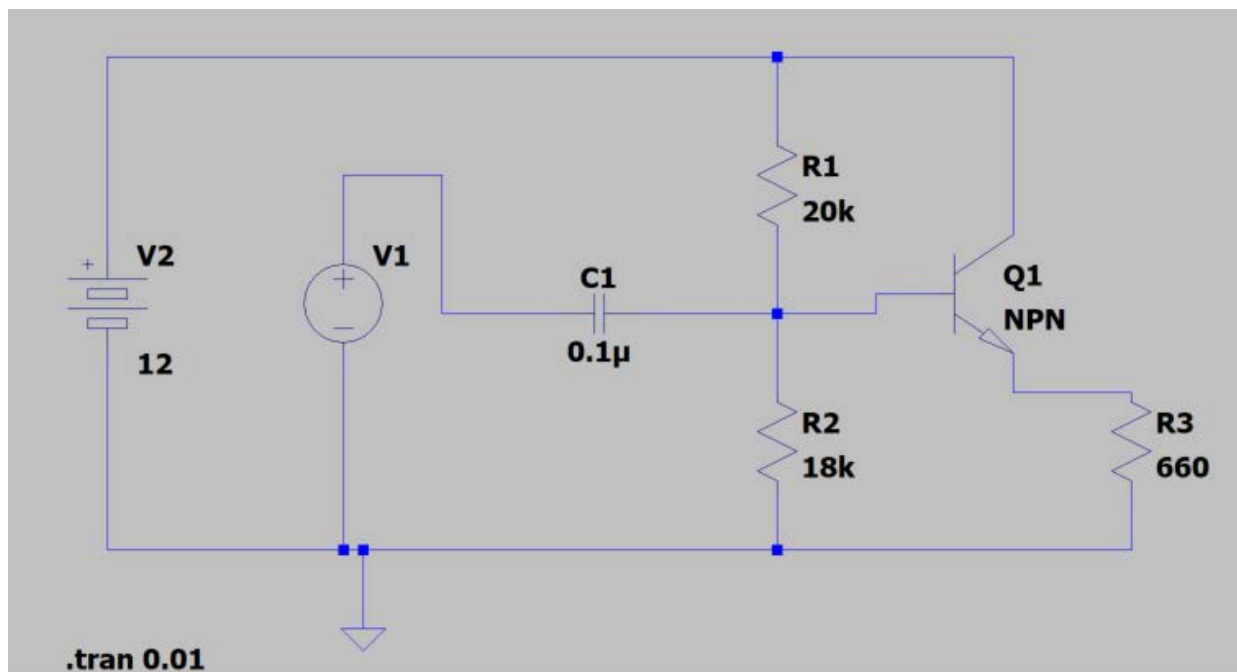
Цю залежність називають частотною характеристикою підсилювача. При цьому залежність $K_u(w)$ називається амплітудно-частотною характеристикою (АЧХ), а залежність $\phi(w)$ — фазо-частотною характеристикою (ФЧХ) підсилювача.

Виконання роботи.

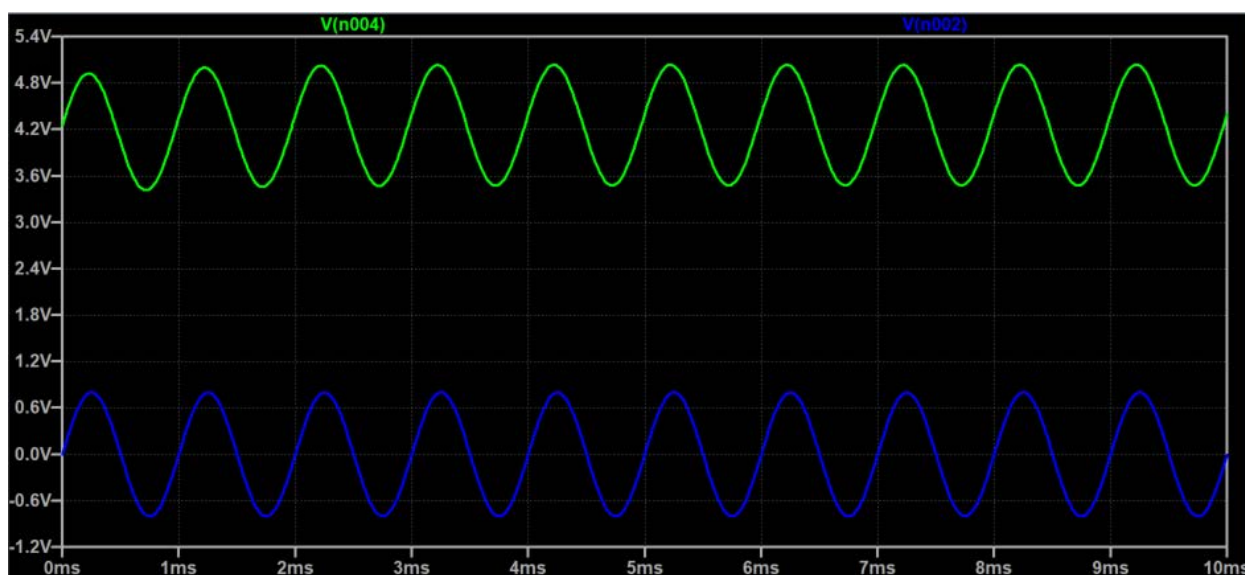
Емітерний повторювач

Головне – підібрати значення частоти і конденсатора, щоб опір конденсатора для змінного сигналу був досить малий.

Досліджувана схема:

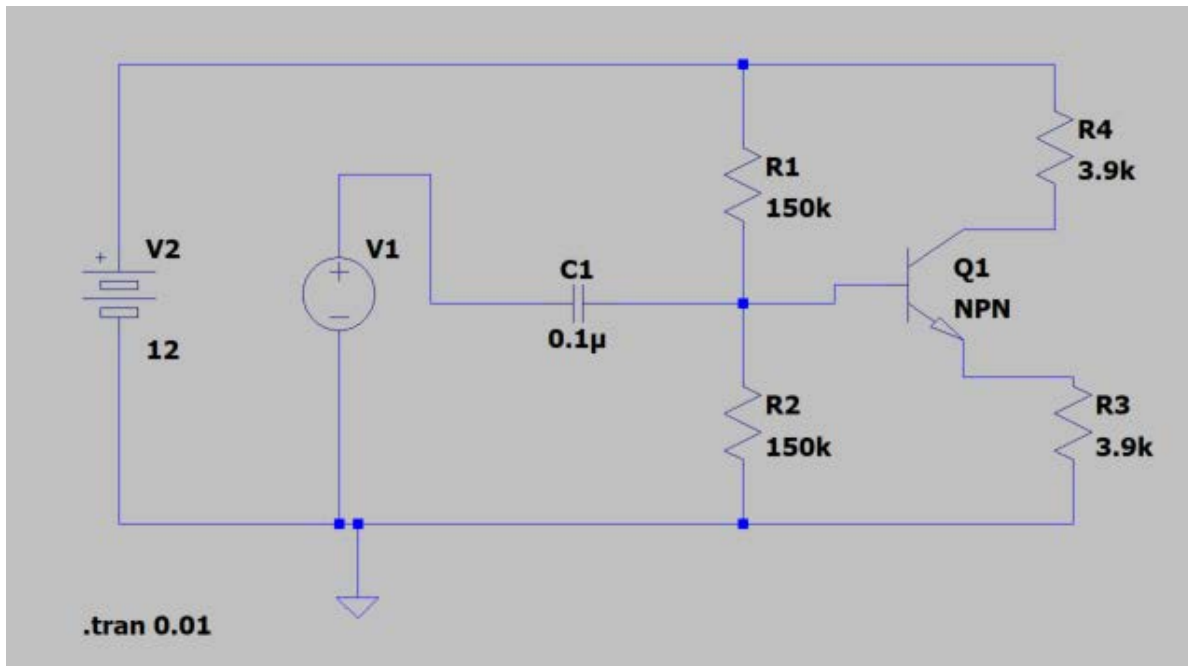


Вхідний сигнал (знизу) і вихідний (зверху):

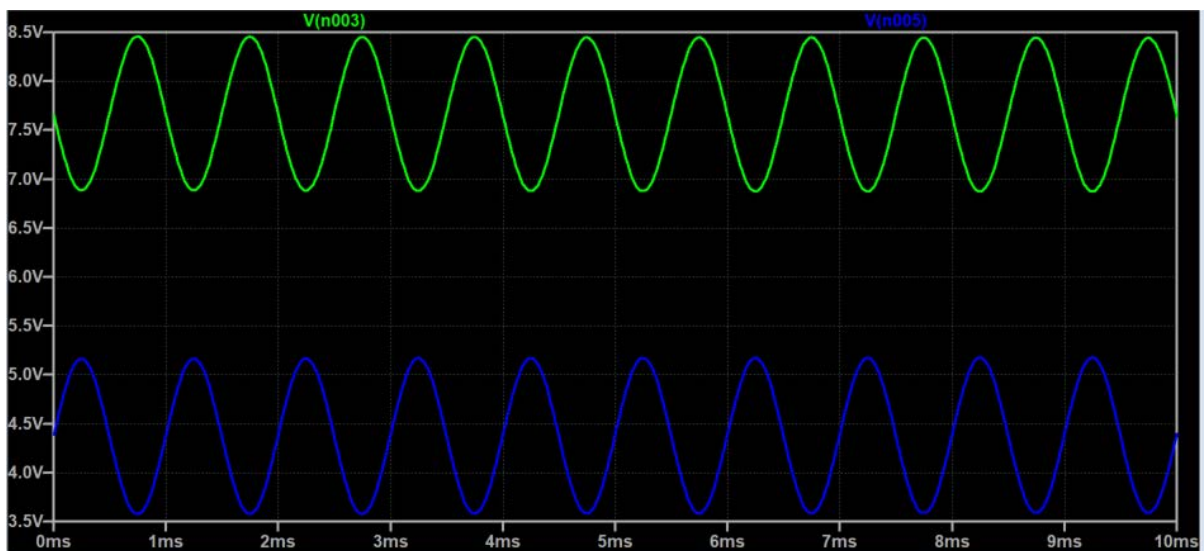


Парафазний підсилювач.

Схема:

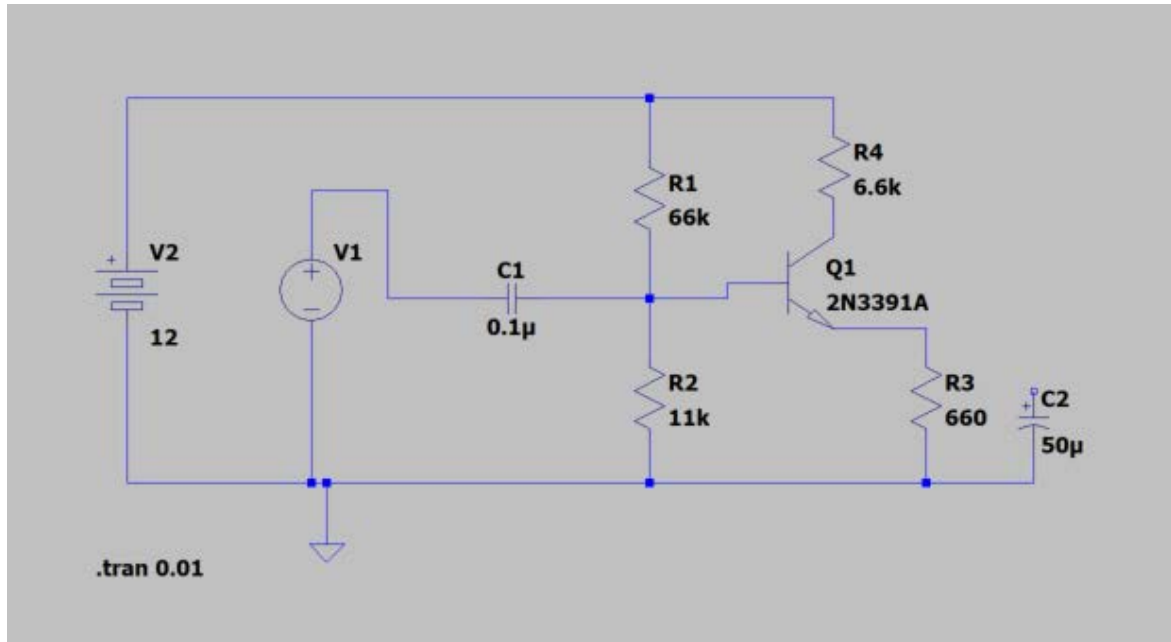


Вхідний сигнал (знизу) і вихідний (зверху):

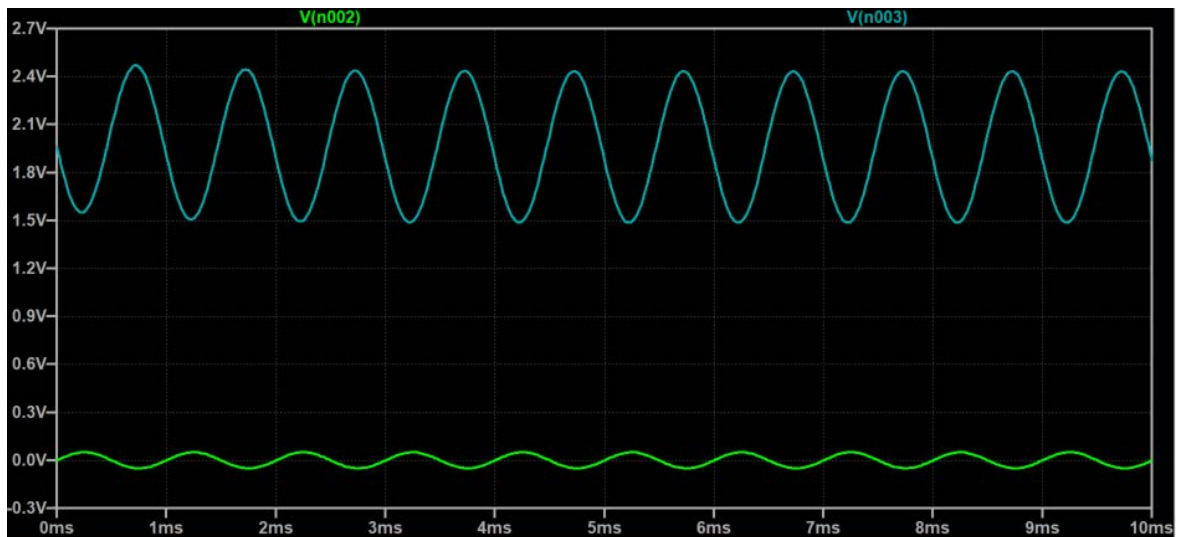


Підсилювач зі спільним емітером

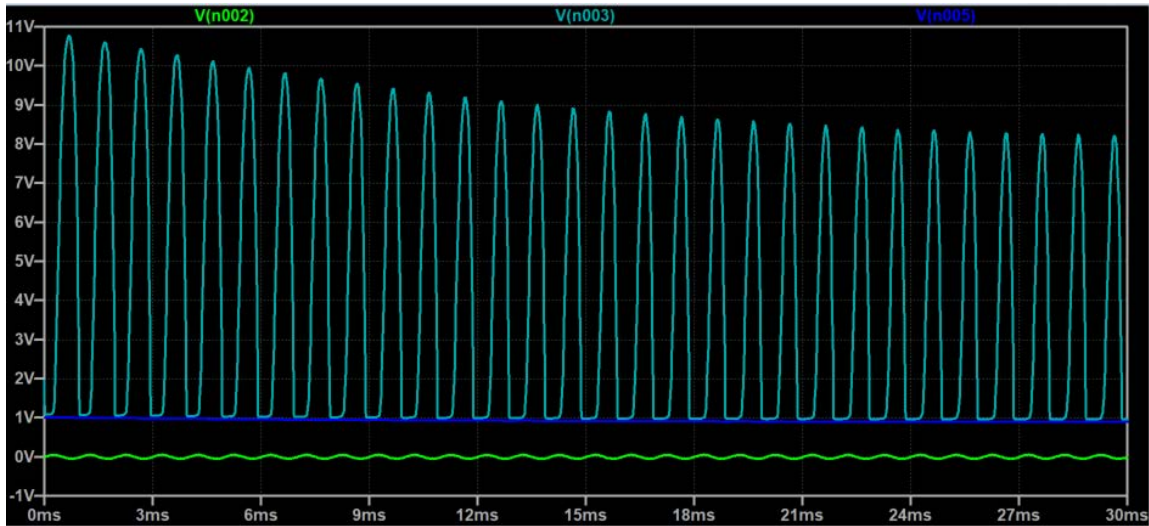
Схема:



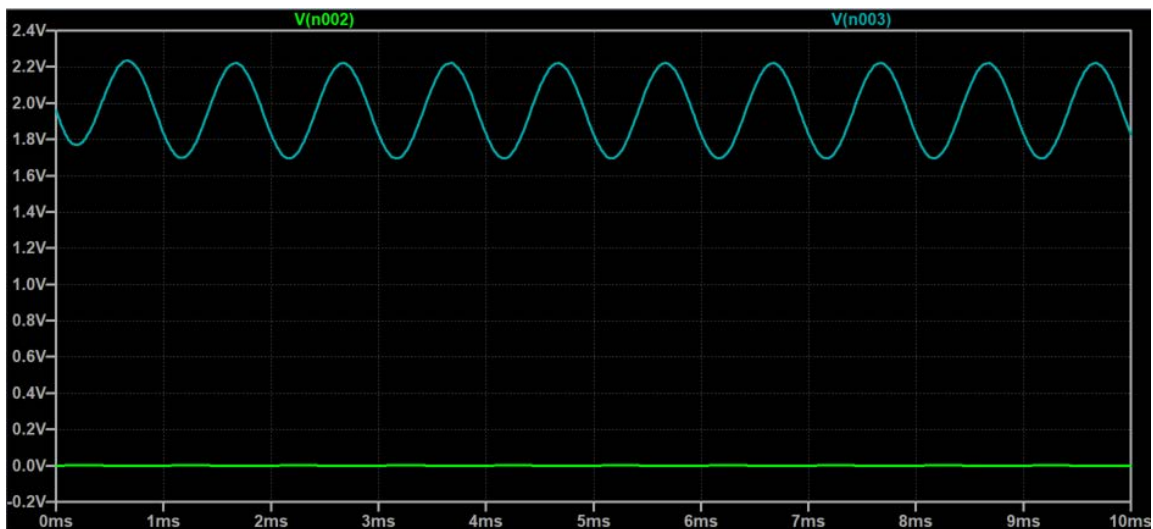
Вхідний сигнал (знизу) і вихідний (зверху):



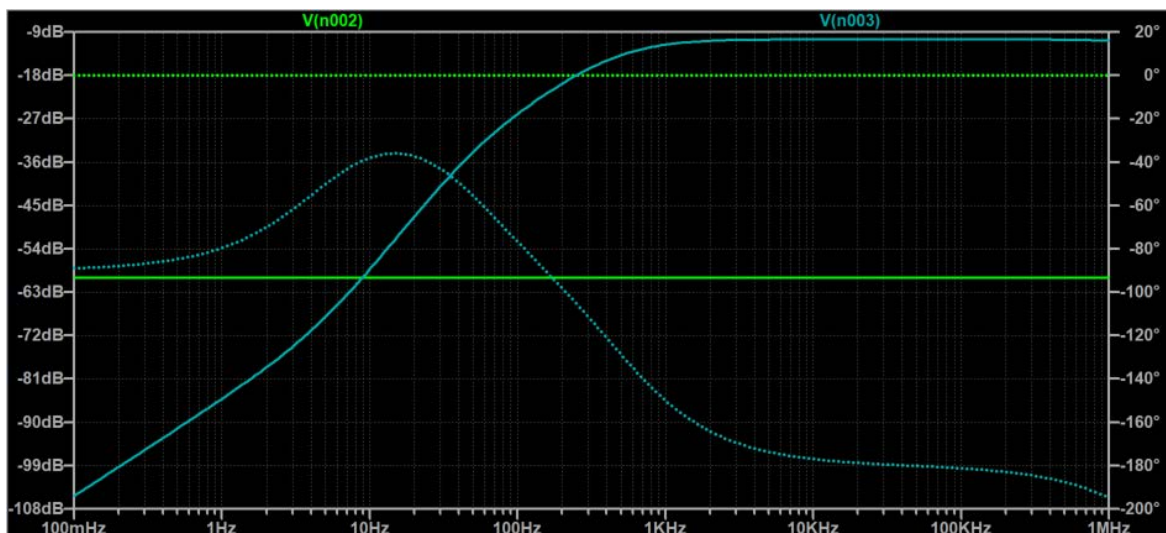
Тепер від'єднуємо конденсатор:



Бачимо, що сигнал підсилюється сильніше і напруга переводить транзистор в насичення. Тому знизимо трішки напругу на вході (до 1 мВ):

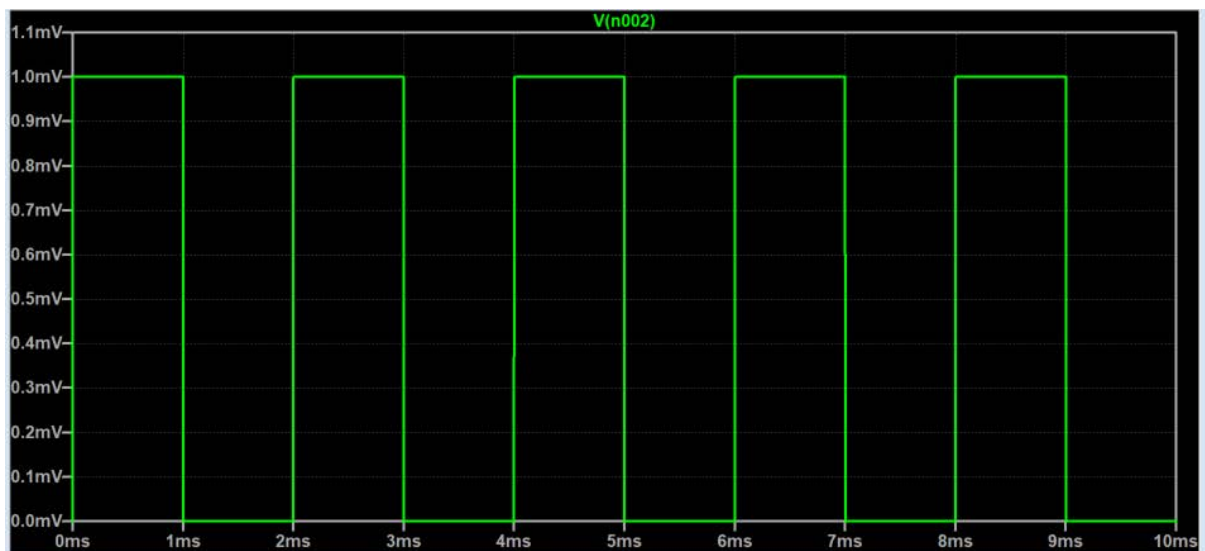


Частотна характеристика повинна бути близькою до характеристики ідеального підсилювача. Але амплітудна залежить від параметрів конденсаторів. (Характеристика для варьанта за конденсаторами)



Також подамо прямокутні імпульси.

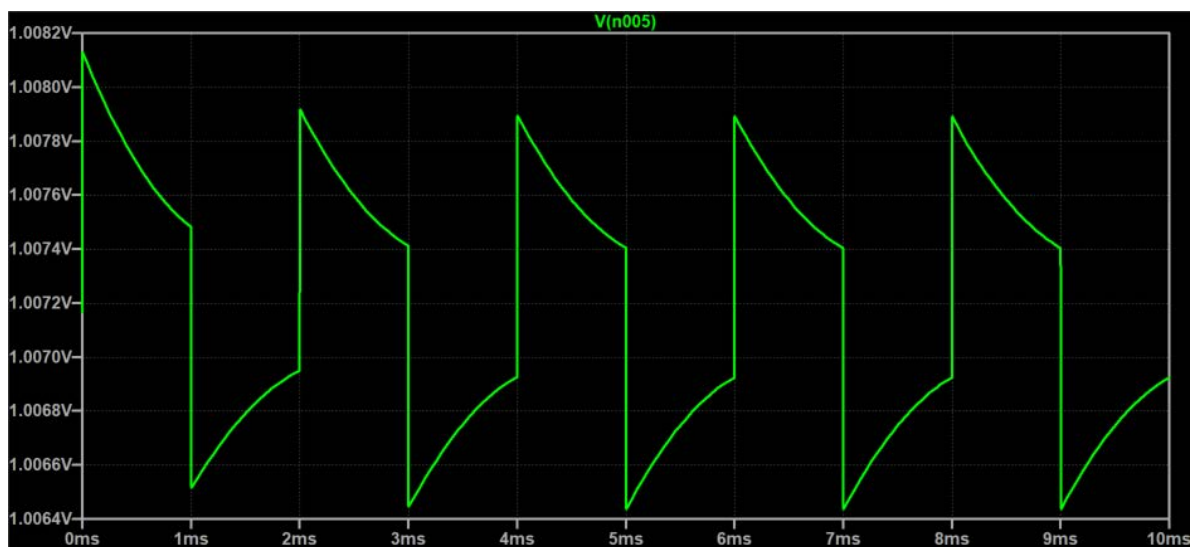
Вхід:



Вихід з конденсатором:

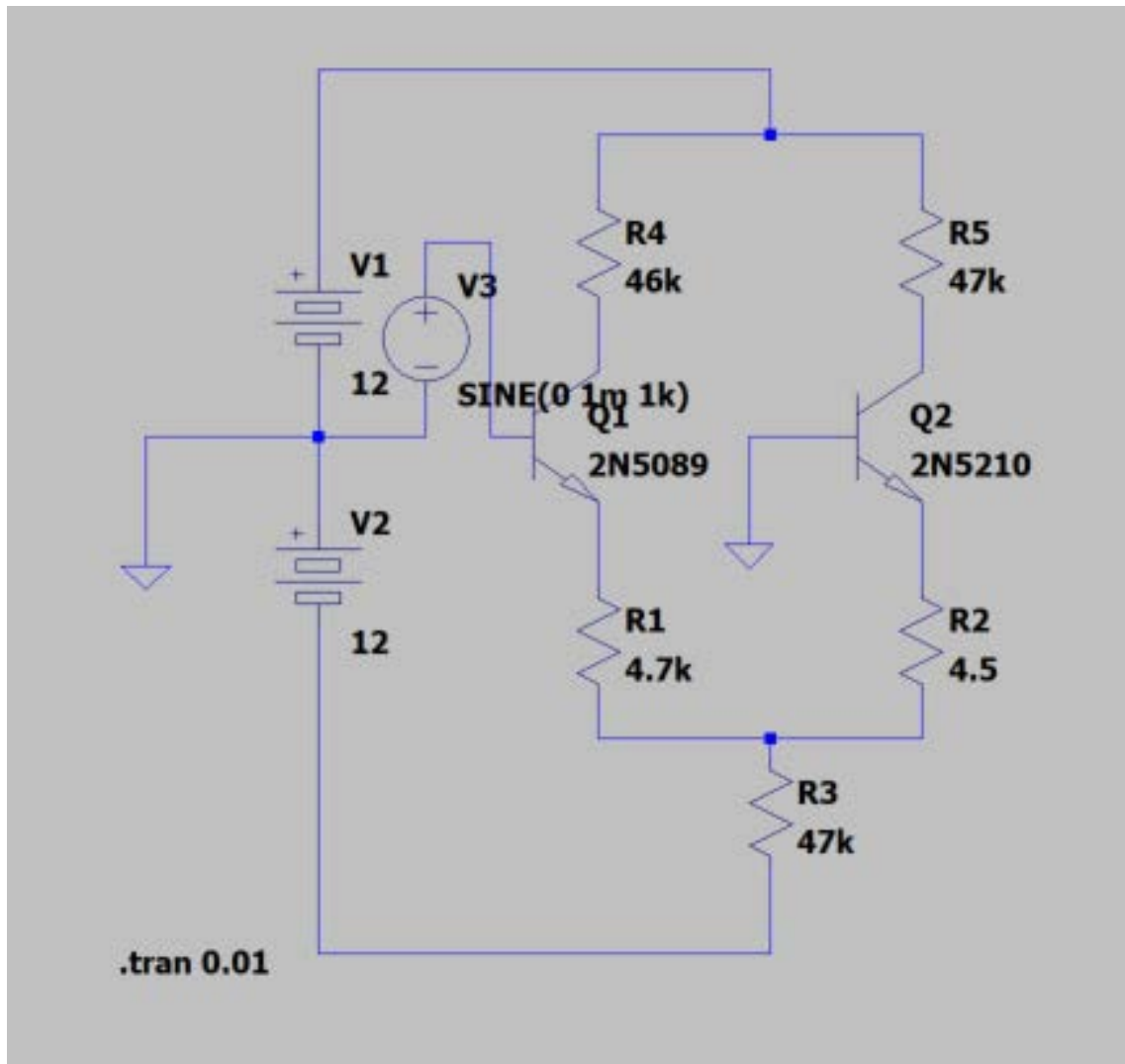


Вихід без конденсатора:

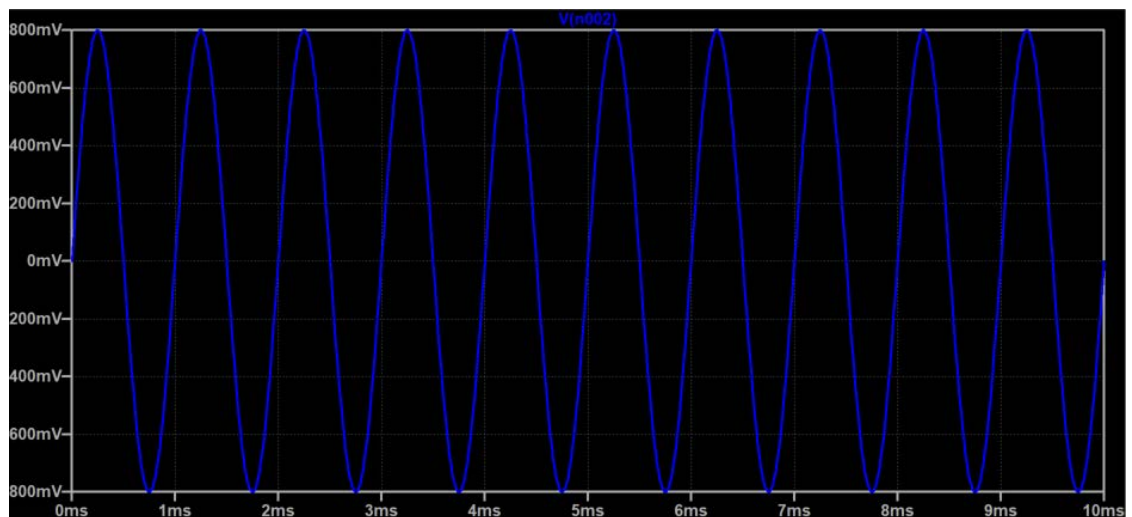


Диференціальний підсилювач

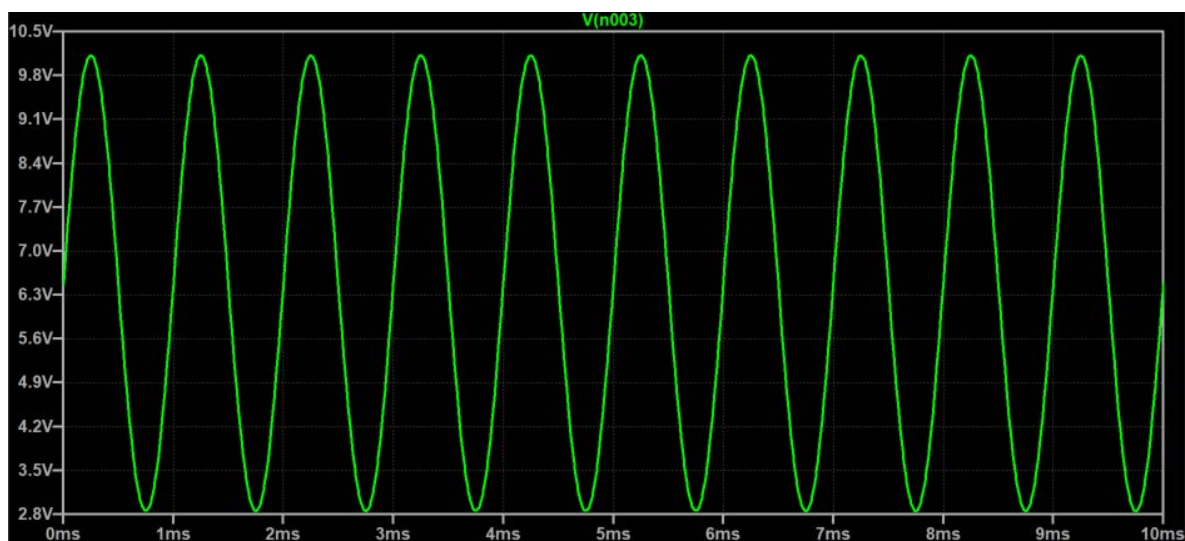
Схема:



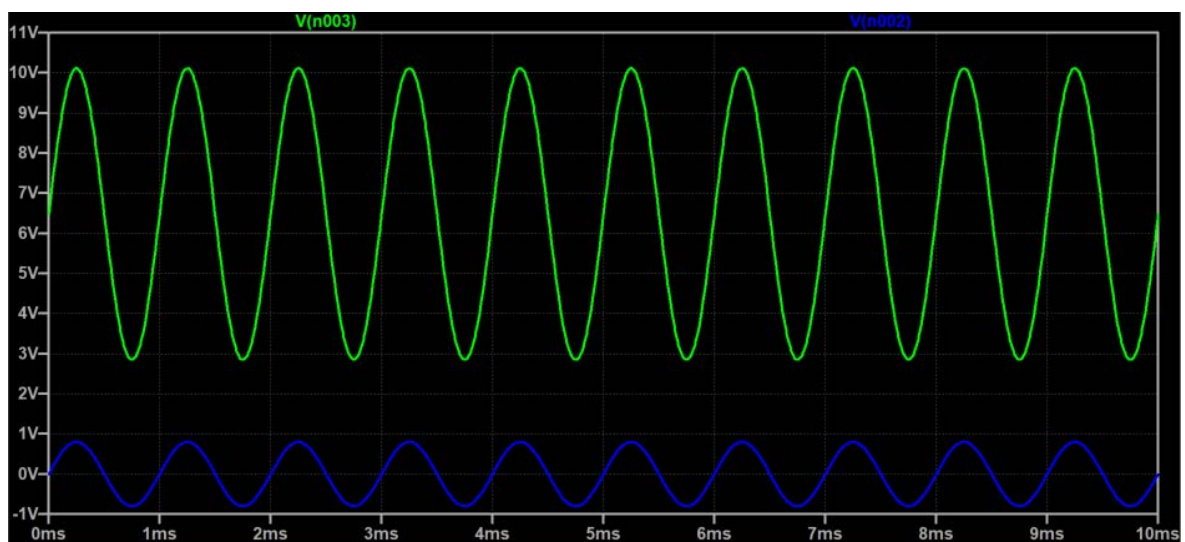
Вхід:



Вихід:

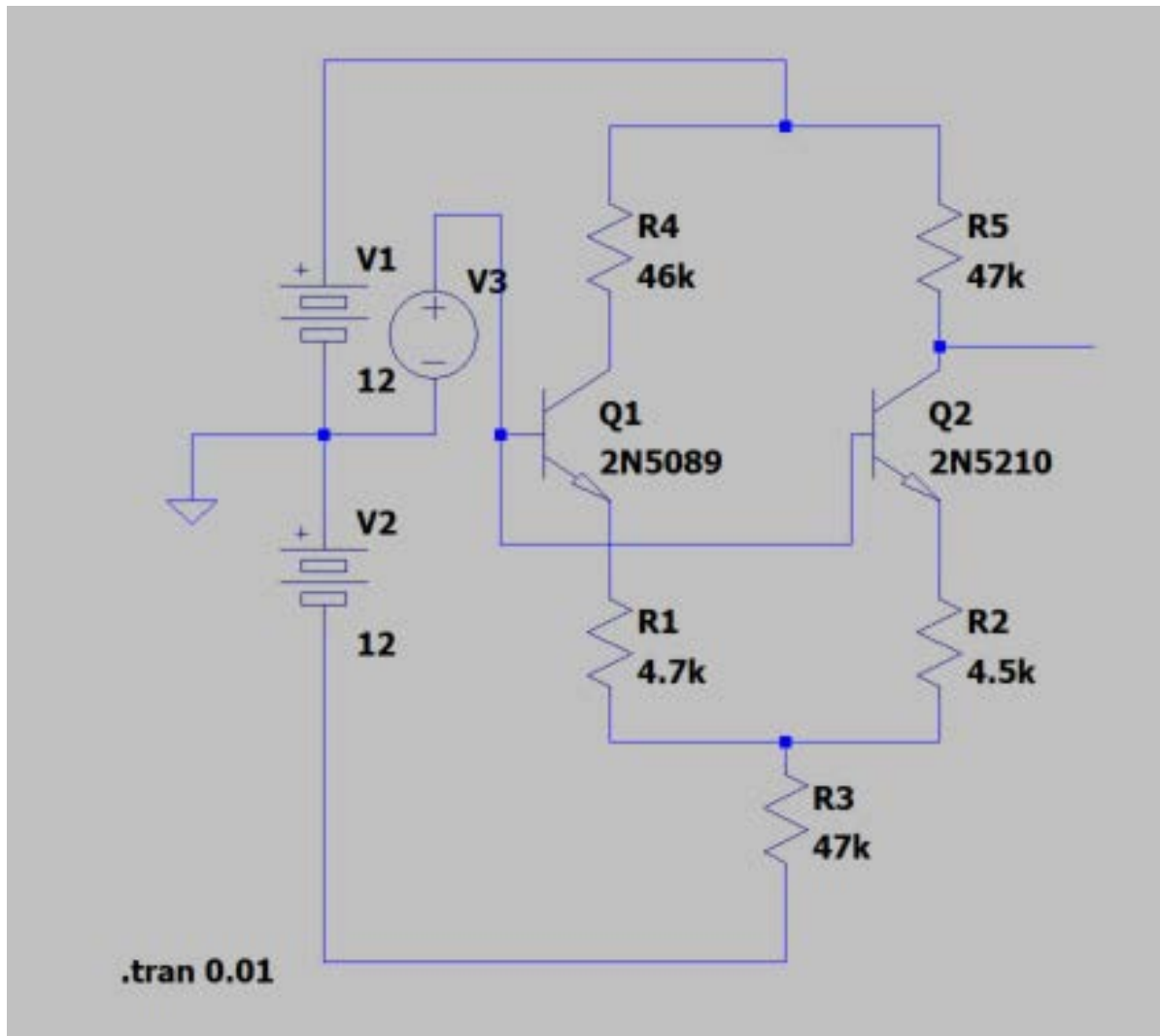


Разом:

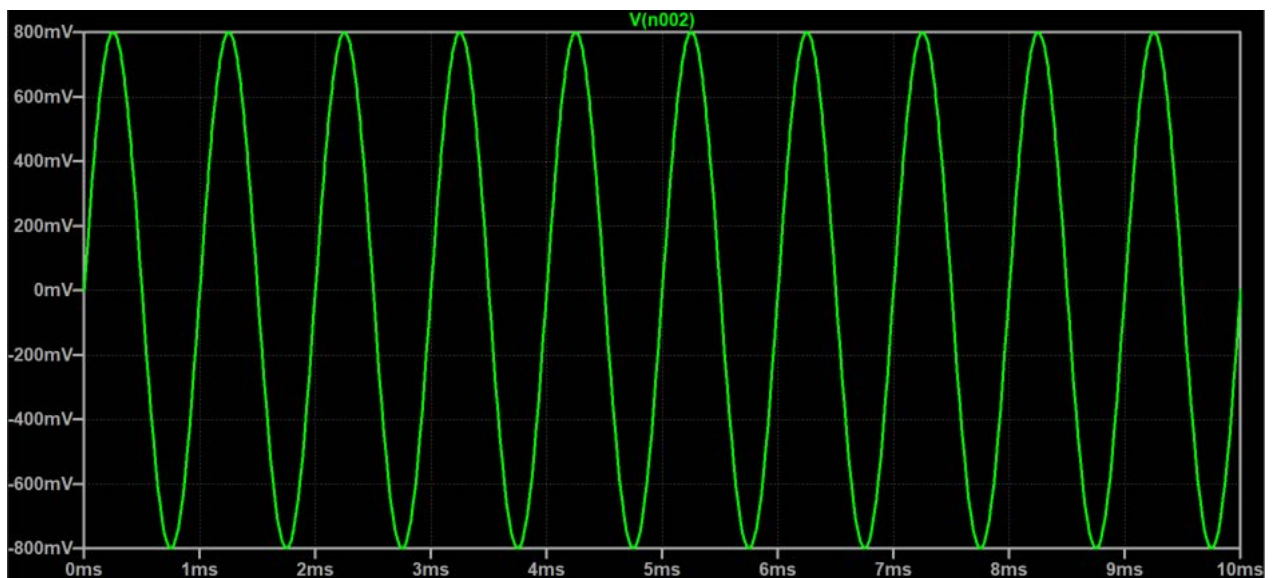


Синфазний диференціальний підсилювач

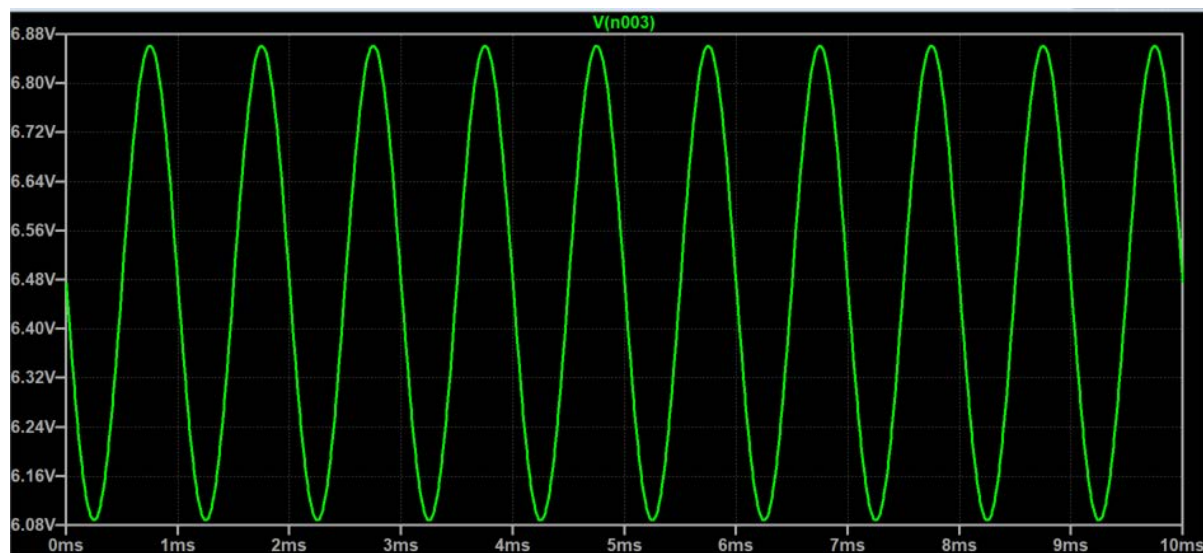
Схема:



Вхід:



Вихід:



Висновки

В цій роботі ми дослідили різні типи підсилювачів, а саме емітерний повторювач, парафазний підсилювач, підсилювач зі спільним емітором, диференціальний підсилювач, синфазний диференціальний підсилювач. Для підсилювача зі спільним емітором було досліджено два різних стани (з замкненим ключем та розімкненим, що відповідають під'єднанню конденсатора), а також для двох типів сигналів (гармонічного та імпульсного).

Як можна бачити, підсилювачі можуть змінювати фазу та амплітуду поданого сигналу, а також рівноважне значення поданого сигналу.

Джерела

- Методичні вказівки до практикуму «Основи радіоелектроніки» для студентів фізичного факультету. Слободянюк О.В.
- Вивчення радіоелектронних схем методом комп'ютерного моделювання. Ю. О. Мягченко