

# ЗВІТ

## Симуляція підсилювачів на транзисторах

Норенко Артем  
2 курс, 5Б група

24 квітня 2021

# **1 Реферат**

## **1.1 Об'єкт дослідження:**

Підсилювачі на транзисторах

## **1.2 Мета роботи:**

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

## **1.3 Метод вимірювання:**

метод співставлення за допомогою двоканального осцилографа, метод симуляції AC frequency analysis, transient analysis

## **Зміст**

<b>1</b>	<b>Реферат</b>	<b>2</b>
1.1	Об'єкт дослідження: . . . . .	2
1.2	Мета роботи: . . . . .	2
1.3	Метод вимірювання: . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Теоретичні відомості</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Хід роботи</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Висновок</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Експериментальна частина</b>	<b>6</b>

## 2 Теоретичні відомості

Лабораторна робота №4 використовує такі прилади та конструкції: : емітерний повторювач, підсилювач зі спільним емітером з конденсатором і без, функціональний генератор, осцилограф.

В лабораторній роботі номер чотири використовуються декілька означень. 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. Зрозуміло, що це досягається за рахунок наявності некомпенсованої внутрішньої ЕРС такого підсилювача (або ж активного чотириполосника), яка в свою чергу береться з перерозподіленої зовнішньої ЕРС джерела сигналу (функціонального генератора) за допомогою транзисторів. Тобто сам транзистор не підсилює, він є лише регулювальним елементом. 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. Проходження сигналу через такий чотириполосник можна розглядати за допомогою тих самих методів, які застосовувались для пасивних чотириполосників. 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 дельта функції) або перехідні характеристики (відгук на ступінчасту зміну вхідного сигналу). Всі ці характеристики взаємопов'язані і знаючи одну з них, можна одержати інші

## 3 Хід роботи

Скористайтесь програмою EWB. Зберімо в ній робочу схему для еміторного повторювача згідно методички. Замість традиційного осцилографа, скористайтесь програмними методами. Вихідні сигнали та характеристики будемо знімати за допомогою діалогових вікон Transient Analysis та AC Frequency Analysis, що знаходяться в меню Analysis. Transient

Analysis (аналіз перехідних процесів) використовують для побудови вихідних та вхідних сигналів у вибраних контрольних вузлах на схемі, за заданий проміжок часу (Start та End time). В меню Analysis активуємо вікно Transient Analysis, в якому із віконця Nodes in circuit за допомогою Add (Remove для видалення) переміщуємо вибрані для аналізу номери вузлів у віконце Nodes for analysis. Для запуску на виконання натискаємо Simulate. AC Frequency Analysis (частотний аналіз змінного струму) потрібний для побудови АЧХ та ФЧХ у вибраних вузлах схеми, та діапазоні частот (Start та End Frequency). Отже, ознайомившись з Transient Analysis та AC Frequency Analysis, почнімо виконання роботи й отримання результатів.

Таким чином, для еміторного повторювача отримали залежність від часу вхідного та вихідного сигналу - бачимо "дзеркальне відбивання або зміщення фаз на  $\pi$  з коеф. відб. 1.

Для підсилювача зі спільним емітором, отримали графік з осцилографа, де видно, що коефіцієнт підсилення приблизно дорівнює 10. Це можна обрахувати усно за допомогою методу співставлення на екрані двоканального осцилографа та функції зміни показника  $V/div$ . Наклавши дві хвилі з однаковими на вигляд амплітудами одна на одну - бачимо зміщення фаз, а також бачимо, що відношення показника  $V/div$  вихідного сигналу до вхідного становить 10, що і є підсиленням.

Під'єднавши конденсатор до семи за допомогою вимикача, аналогічним чином знаходимо значення підсилення - приблизно 200. Тобто під'єднання конденсатора збільшує підсилення на порядок. Зміщення фаз також змінилось - видно на малюнку.

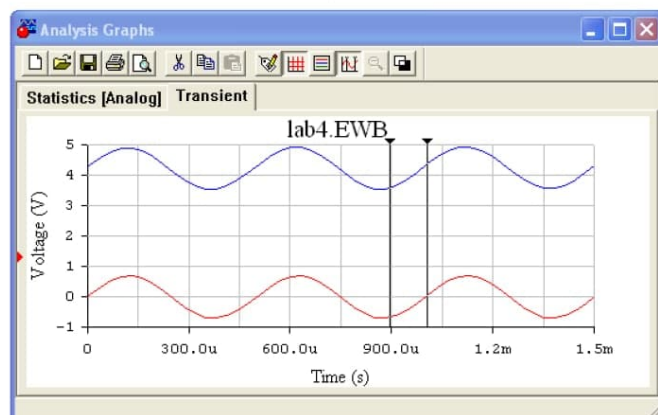
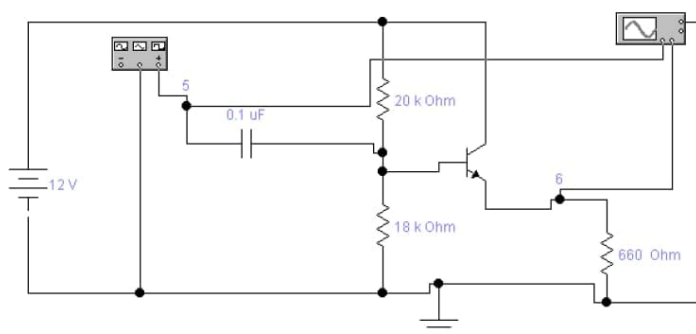
Залежності амплітуди вихідного сигналу від частоти та зсуву фаз між вхідним та вихідним сигналами (АЧХ та ФЧХ) одержуємо шляхом використання діалогового вікна AC Frequency Analysis. Вони зображені на малюнках. Бачимо, що форма сигналу відрізняється, однак коефіцієнти підсилення залишаються в тому ж діапазоні.

## 4 Висновок

Сьогодні я виконував лабораторну роботу номер чогтири, з побудовою транзисторних підсилювачів, зафіксував Вольт-часову характеристику для вхідного і вихідного сигналу декількома способами, побачив зсув фаз, оцінив коеф. підсилення. Дізнався про нові методи симуляції у програмі EWB- AC Frequency Analysis, Transient Analysis; навчився їх

використовувати. Перефотографувавши всі результати, вдалося їх обробити, визнавши задовільними. Робота виконувалась у програмі EWB, тому наслідком роботи є підвищення досвіду роботи в ній.

## **5 Експериментальна частина**



x1	896.0389u
y1	-662.9071m
x2	1.0072m
y2	62.8101m
dx	111.1111u
dy	725.7172m
1/dx	9.0000K
1/dy	1.3779
min x	0.0000
max x	1.5000m
min y	-697.1764m
max y	697.1764m

Рис. 1: емітерний повторювач

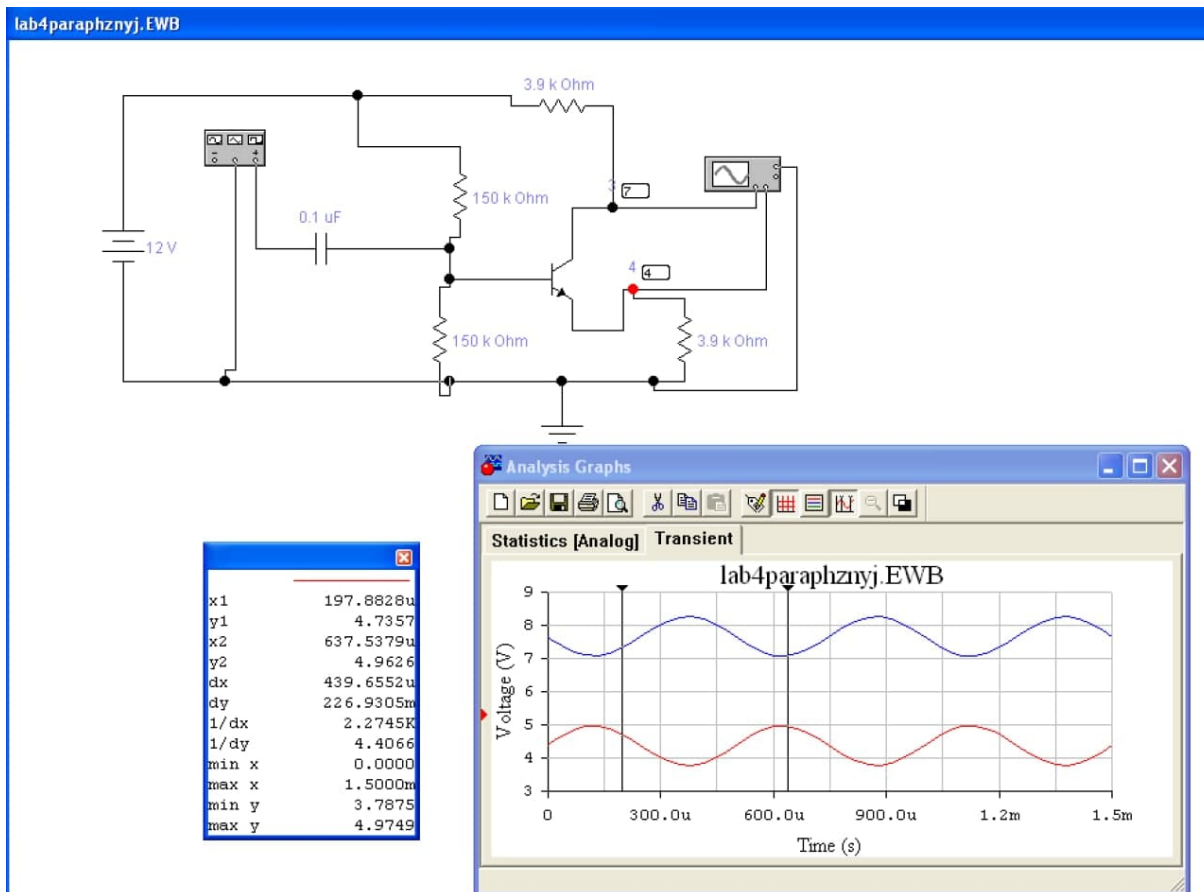


Рис. 2: емітерний повторювач



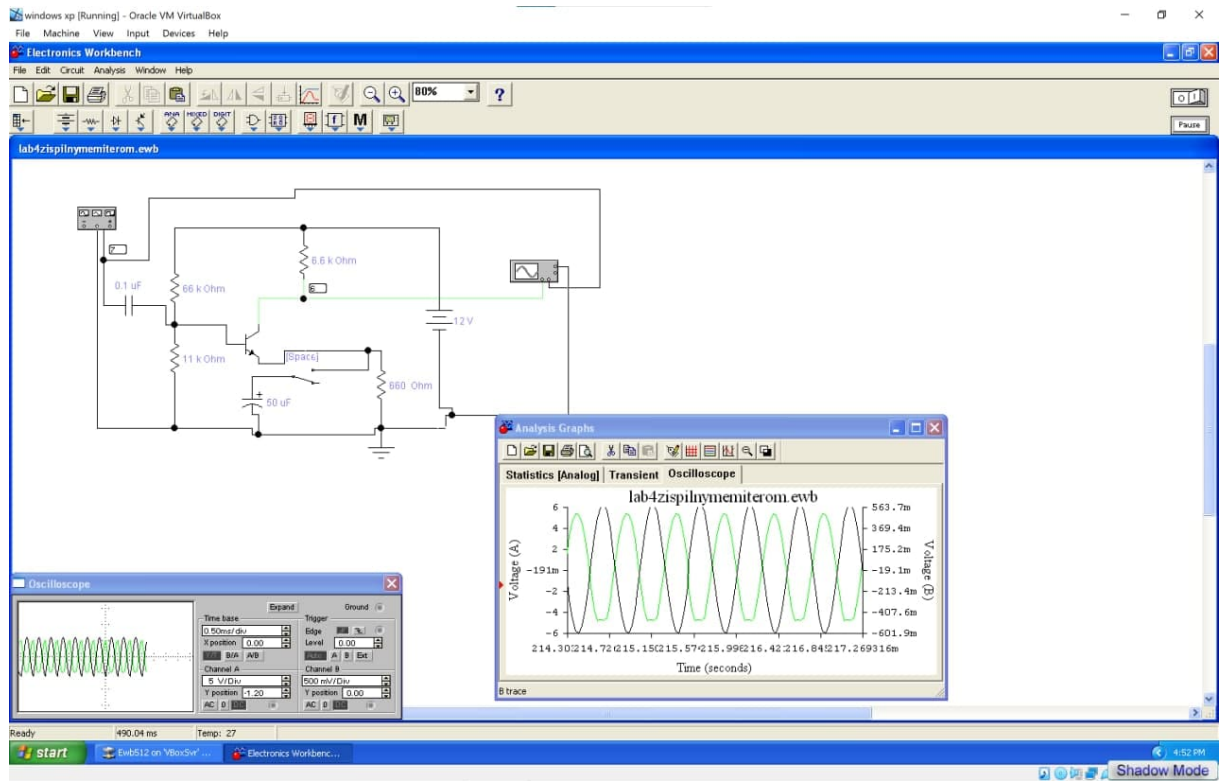


Рис. 3: підсилювач зі спільним емітером без конденсатора

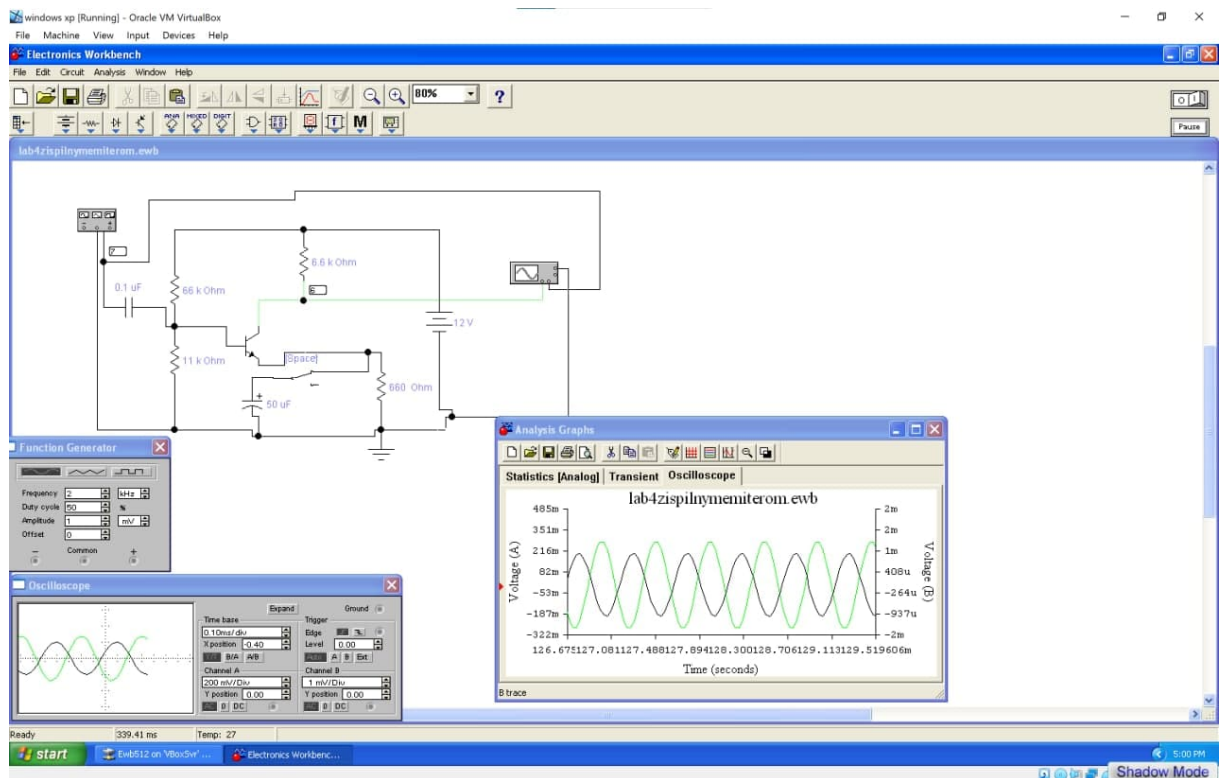


Рис. 4: підсилювач зі спільним емітером з конденсатором

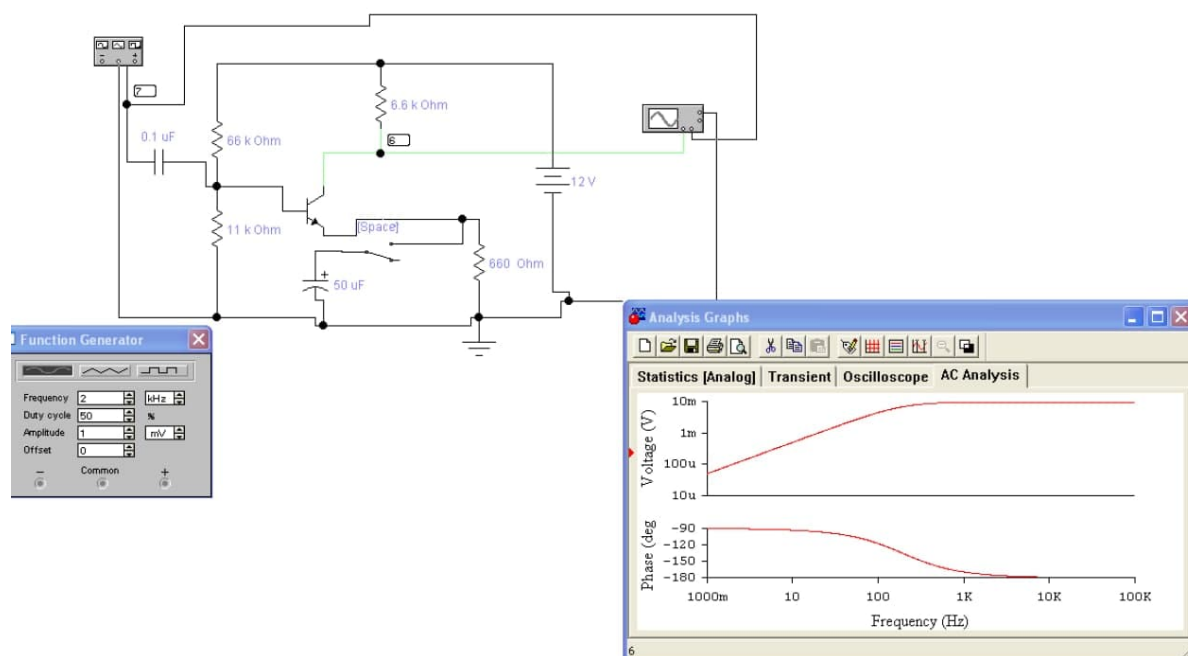


Рис. 5: ФЧХ та АЧХ без конденсатора

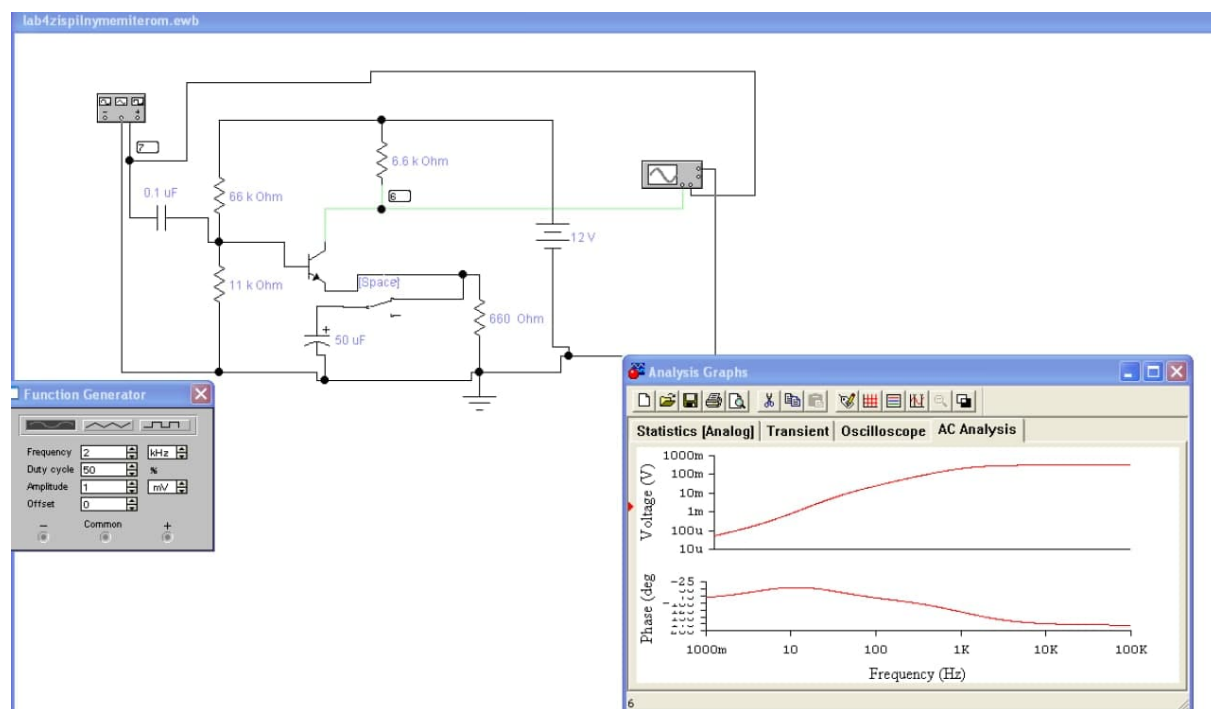


Рис. 6: ФЧХ та АЧХ х конденсатором

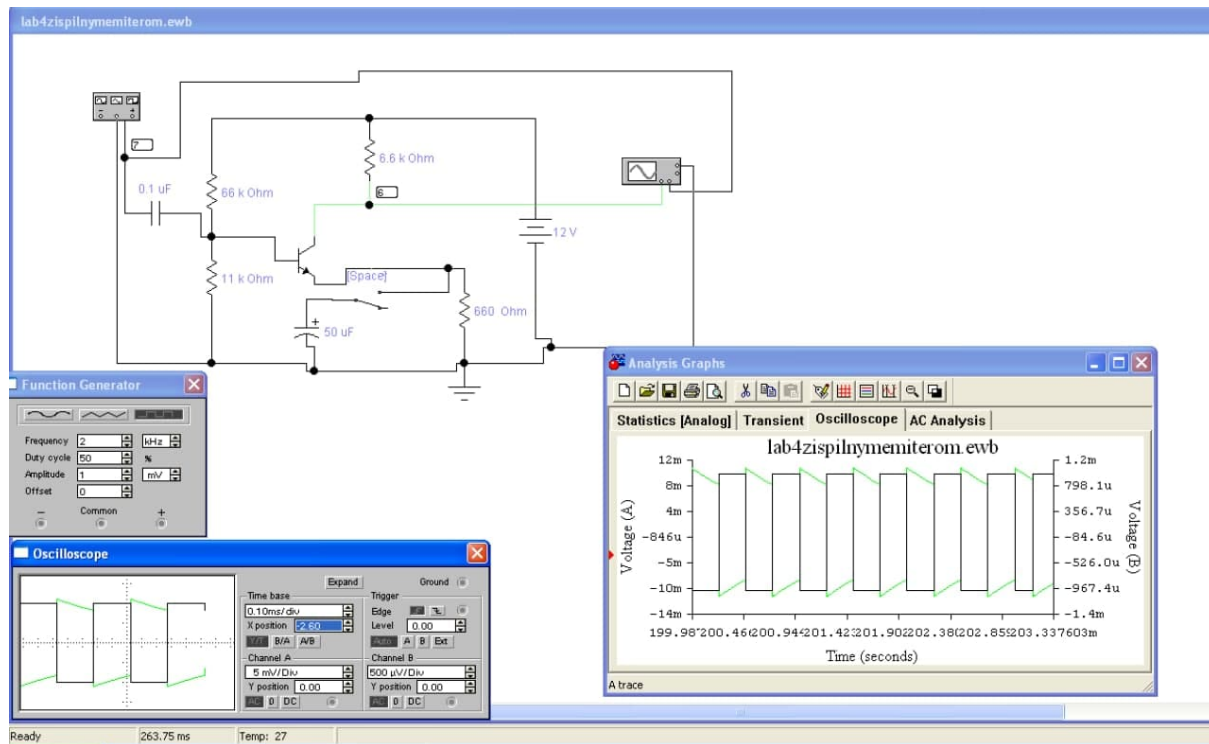


Рис. 7: реакція на прямокутний сигнал без конденсатора

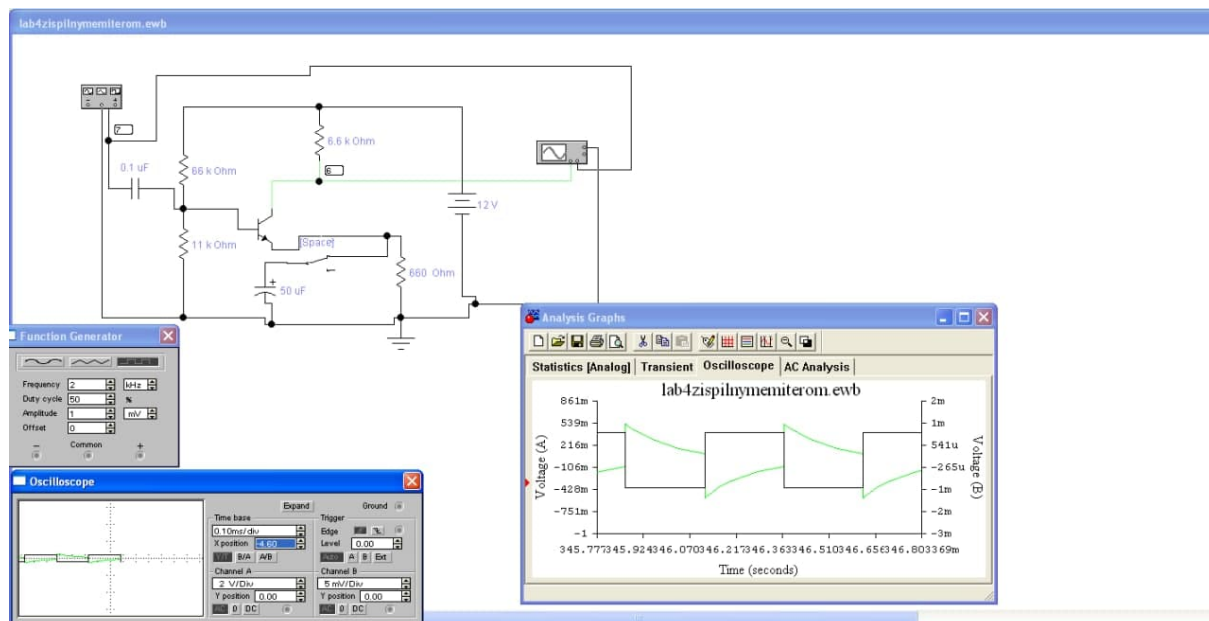


Рис. 8: реакція на прямокутний сигнал з конденсатором