

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ КИЇВСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. ТАРАСА ГРИГОРОВИЧА
ШЕВЧЕНКА
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗВІТ
до лабораторної роботи №3:
«Операційні підсилювачі з негативним зворотним зв'язком»

Косинський Д.С

УДК 001.002 (008.21)ББК 73ЦІ-72

Укладач: Косинський Д.С. -72Звіт. Напівпровідникові діоди./ укл. Д.С.
Косинський – К. : КНУ ім. Т. Шевченка, 2021. – с. (Укр. мов.)

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

Зміст

Вступ

Теоретичні відомості

Практична частина

 I. Загальний вигляд схеми

 II. Випрямлювальний діод

 III. Стабілітрон

 IV Фотодіод

Висновок

Вступ

Мета роботи – ознайомитися з властивостями операційних підсилювачів, опанувати способи підсилення електричних сигналів схемами з ОП, охопленим негативним зворотним зв'язком та способи виконання математичних операцій за допомогою схем з ОП.

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

Операційний підсилювач(англ. operational amplifier) –це диференціальний підсилювач постійного струму, який в ідеалі має нескінченний коефіцієнт підсилення за напругою і нульову вихідну напругу за відсутності сигналу на вході, великий вхідний опір і малий вихідний, а також необмежену смугу частот підсилюваних сигналів. Раніше такі високоякісні підсилювачі використовувалися виключно в аналогових обчислювальних пристроях для виконання математичних операцій, наприклад, складання та інтегрування. Звідси і походить їх назва –операційні підсилювачі (ОП).

Створення зворотного зв'язку полягає в тому, що частина вихідного сигналу підсилювача повертається через ланку зворотного зв'язку (ЗЗ) на його вхід. Якщо сигнал зворотного зв'язку подається на вхід у протифазі до вхідного сигналу (різниця фаз 180°), то зворотний зв'язок називають негативним(НЗЗ). Якщо ж він подається на вхід у фазі до вхідного сигналу (0°), то такий зворотний зв'язок називають позитивним(ПЗЗ).

Основною інтегральною мікросхемою для створення аналогових електронних пристроїв є операційний підсилювач (ОП). ОП являє собою мікросхему, що за своїми розмірами і ціною практично не відрізняється від окремого транзистора, хоча вона й містить кілька десятків транзисторів, діодів і резисторів.

Завдяки практично ідеальним характеристикам ОП реалізація на їх основі різних схем виявляється значно простішою і дешевшою, ніж на окремих транзисторах і резисторах.

Операційним підсилювачем називають багатокаскадний диференціальний підсилювач постійного струму, який має в діапазоні частот до кількох десятків кілогерц коефіцієнт підсилення більший за 10^4 і за своїми властивостями наближається до уявного «ідеального» підсилювача. Під «ідеальним» розуміють такий підсилювач, який має:

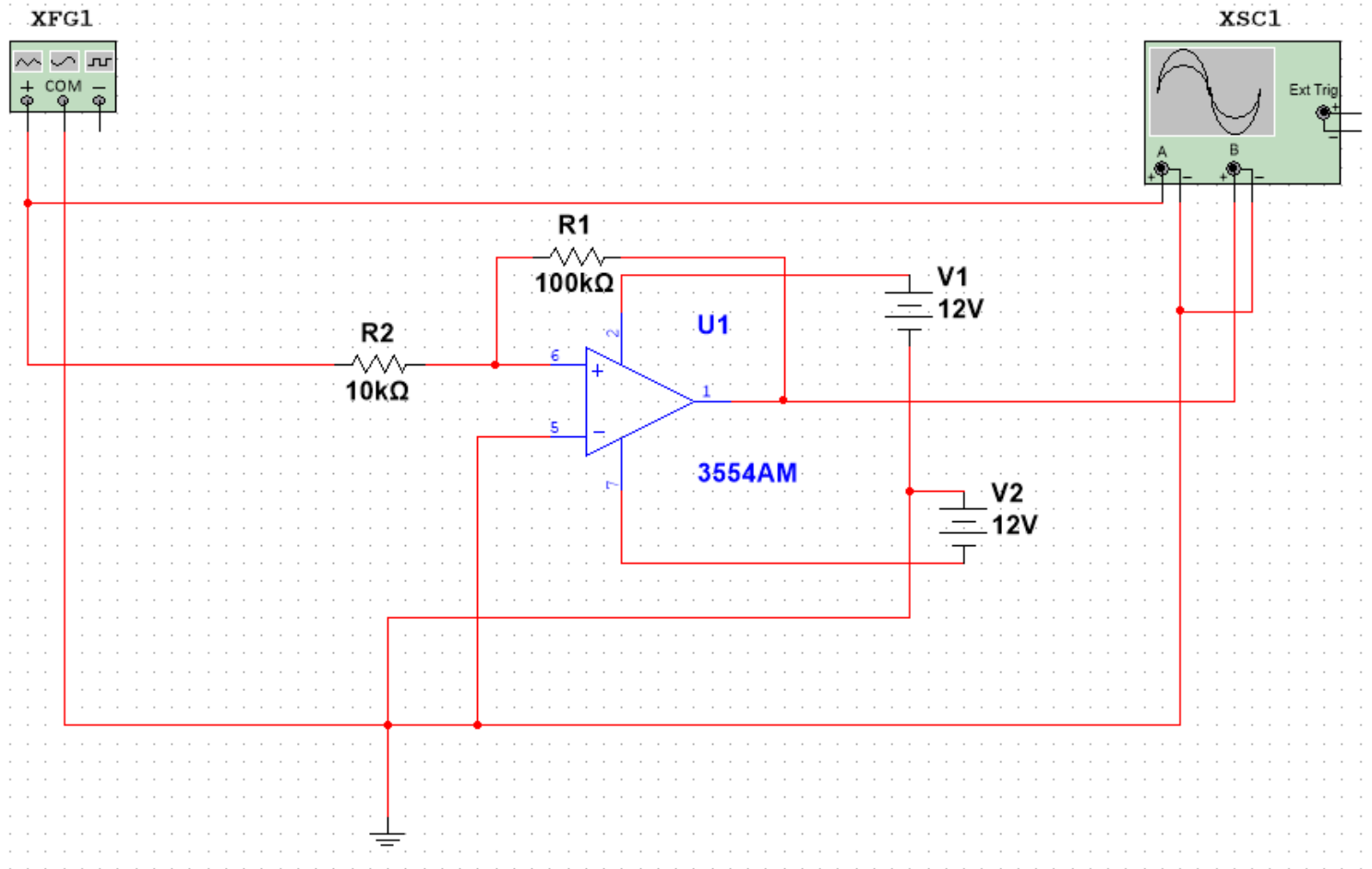
- 1) нескінченний коефіцієнт підсилення за напругою диференціального вхідного сигналу (K);
- 2) нескінченний вхідний імпеданс ($Z_{вх}$);
- 3) нульовий вихідний імпеданс ($Z_{вих} = 0$);
- 4) рівну нулеві напругу на виході ($U_{вих} = 0$) при рівності напруг на вході ($U_{вх1} = U_{вх2}$);

5) нескінченний діапазон робочих частот.

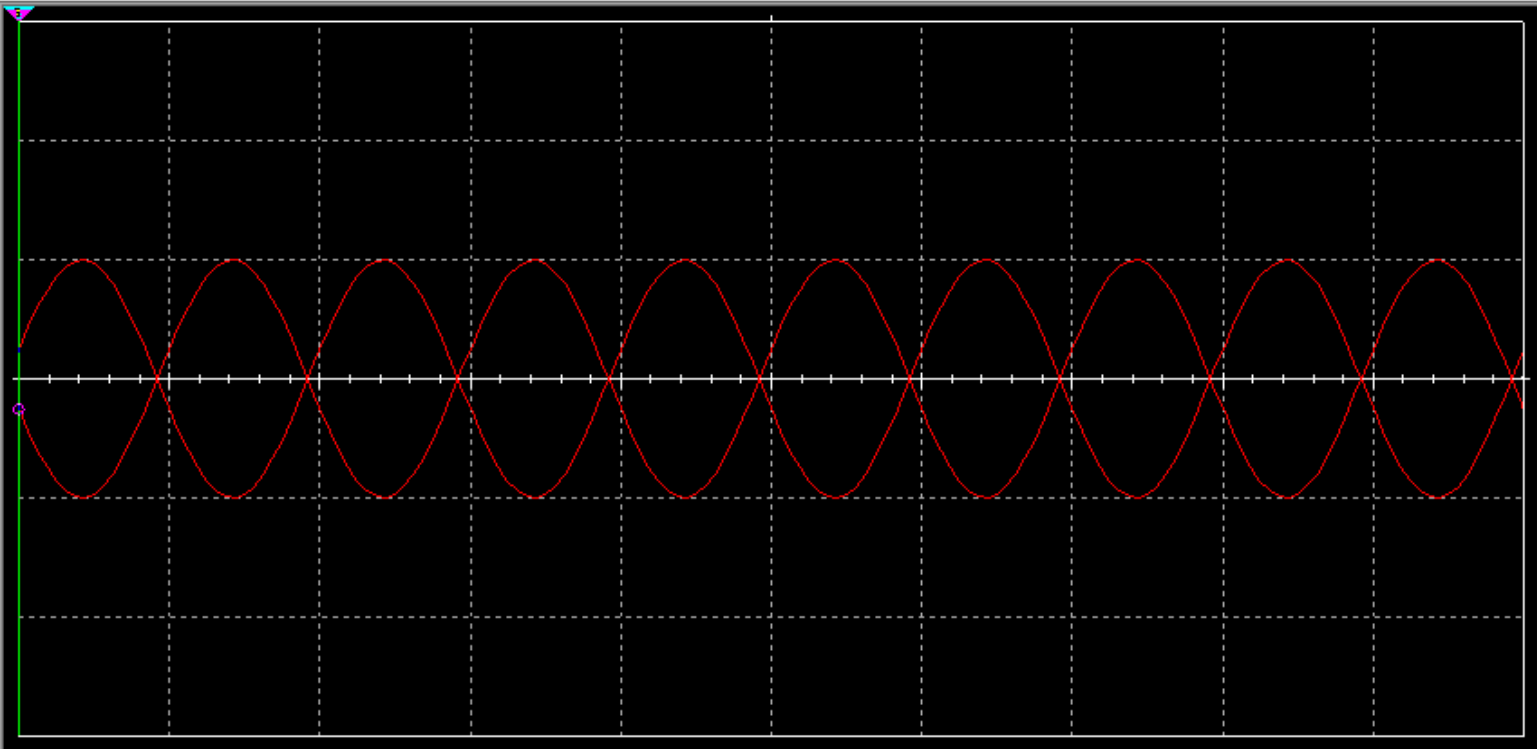
Характеристики реального ОП не такі ідеальні, як хотілося б. Однак, для практичних цілей ці характеристики близькі до ідеальних: коефіцієнт підсилення для низьких частот (за постійним струмом) $K > 10^4$; вхідний опір $R_{вх} > 10^6 \Omega$; вихідний опір $R_{вих} < 10^2 \Omega$; коефіцієнт підсилення падає до 1 на частоті порядку 10^6 Гц (1 МГц); напруга зміщення $U_{зм}$ (визначається як напруга, яку потрібно подати на вхід ОП, щоб вихідна напруга стала рівною нулеві) для більшості ОП не перевищує 10 мВ, а для прецизійних – 10 мкВ

Практична частина

1) Неінвертувальний підсилювач



(Схема неінвертувального підсилювача)



T1

←

→

T2

←

→

T2-T1

Time	Channel_A	Channel_B
45.540 s	-2.487 V	24.866 V
45.540 s	-2.487 V	24.866 V
0.000 s	0.000 V	0.000 V

Reverse

Save

Ext. trigger

Timebase

Scale: 500 ms/Div

X pos.(Div): 0

Y/T

Add

B/A

A/B

Channel A

Scale: 10 V/Div

Y pos.(Div): 0

AC

0

DC

Channel B

Scale: 100 V/Div

Y pos.(Div): 0

AC

0

DC

-

Trigger

Edge:

f

u

A

B

Ext

Level: 0 V

Single

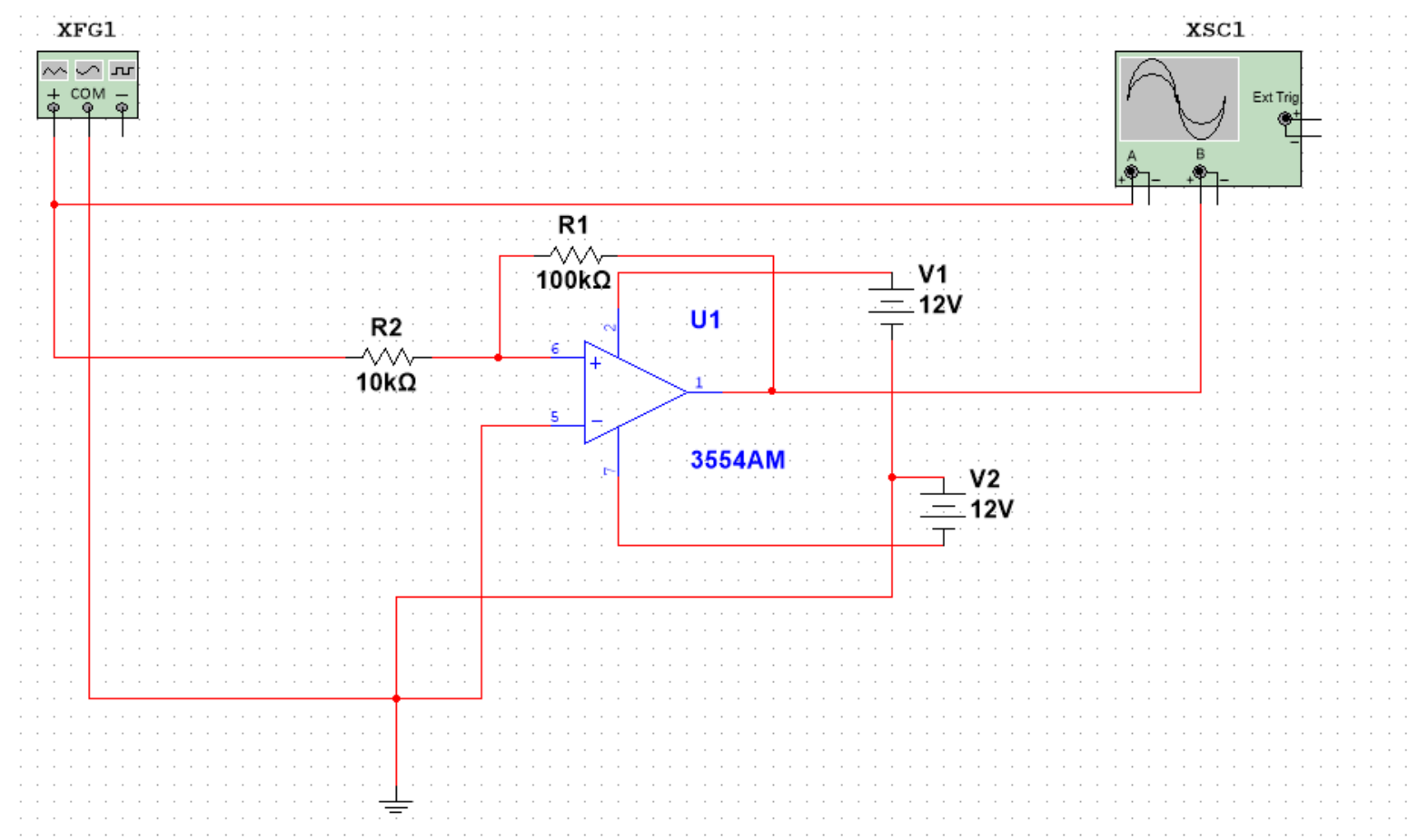
Normal

Auto

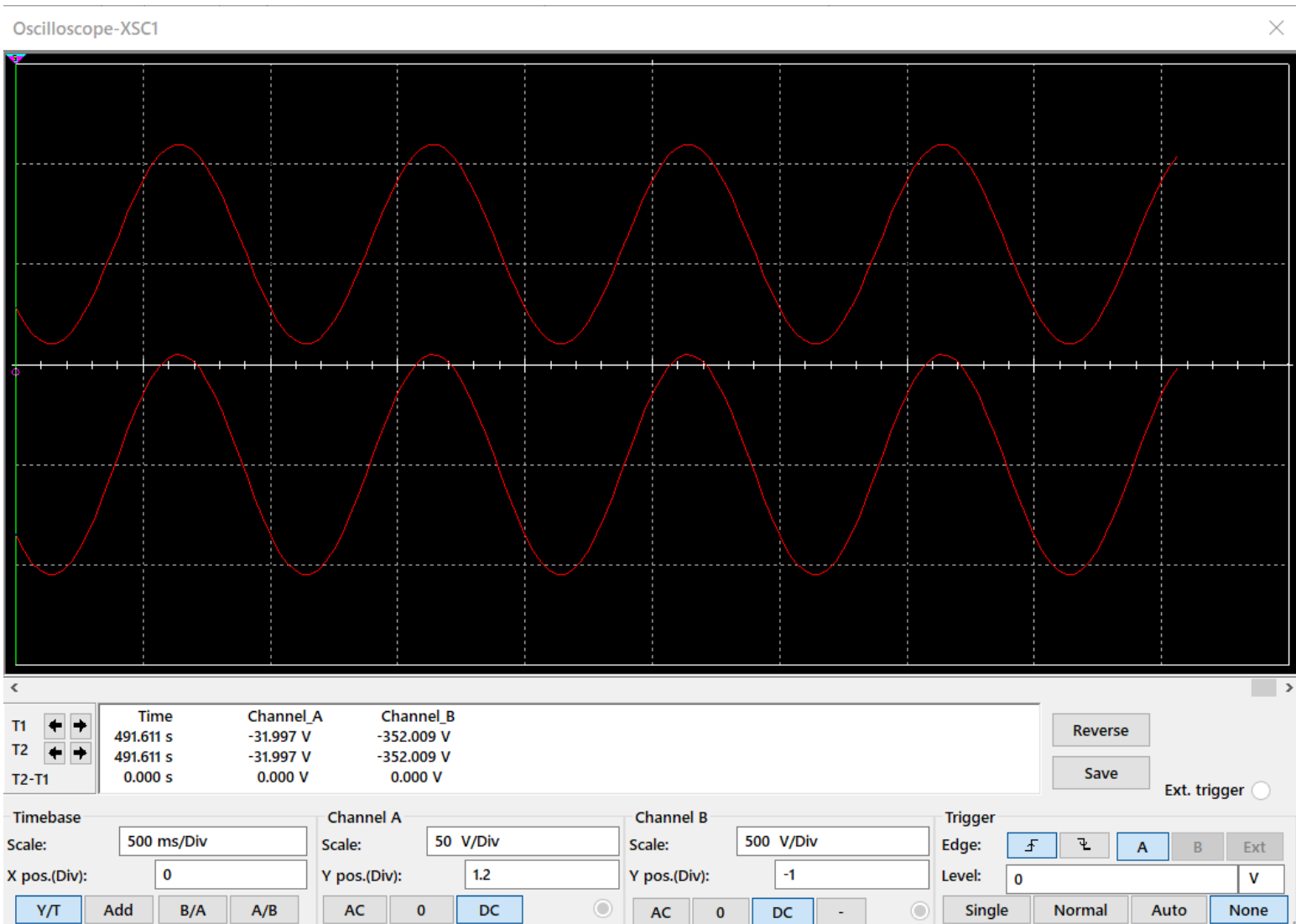
None

(Напруга на вході та на виході)

II. Інвертувальний підсилювач

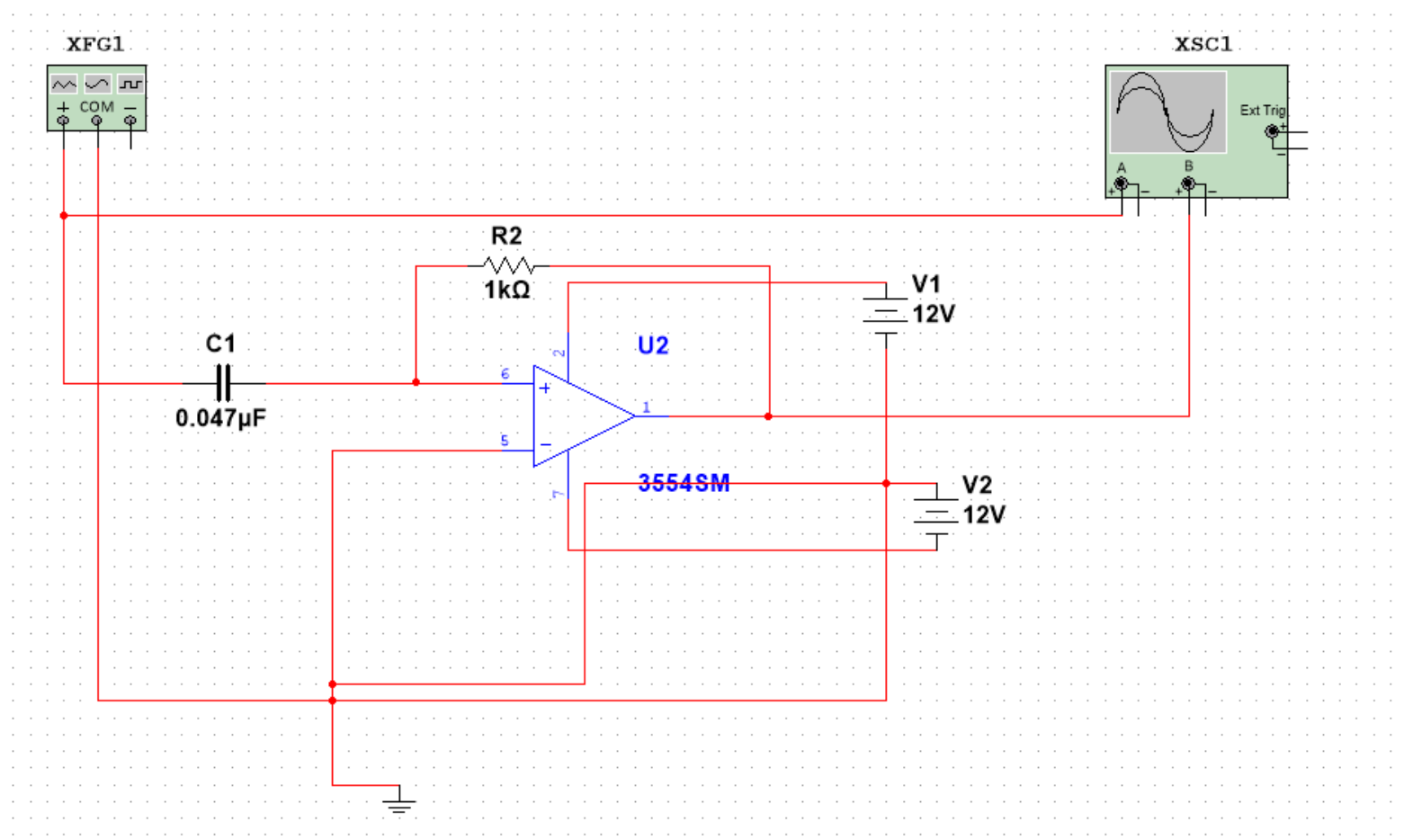


(Схема інвертувального підсилювача)

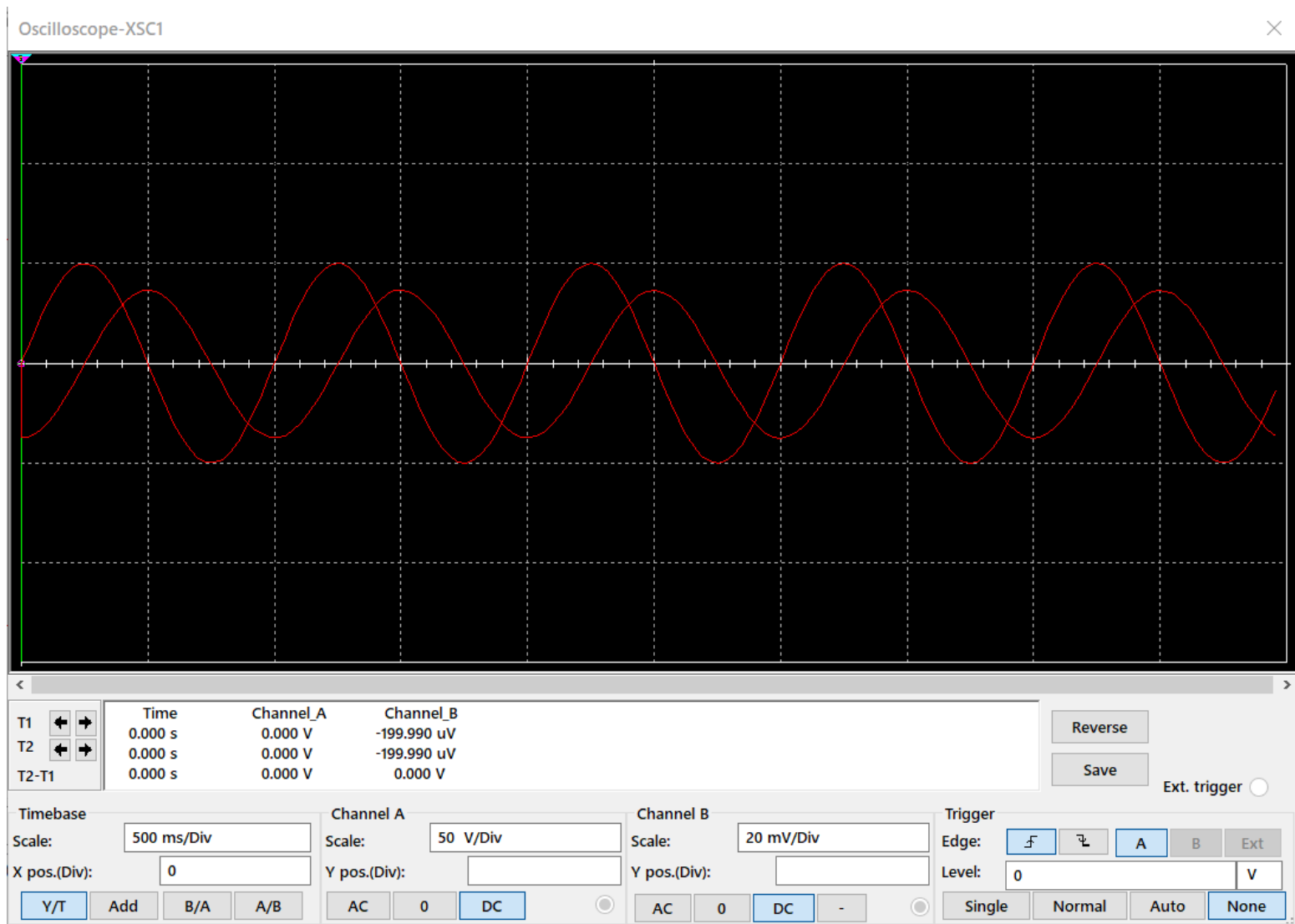


(Напруга на вході та на виході)

III. Диференціатор

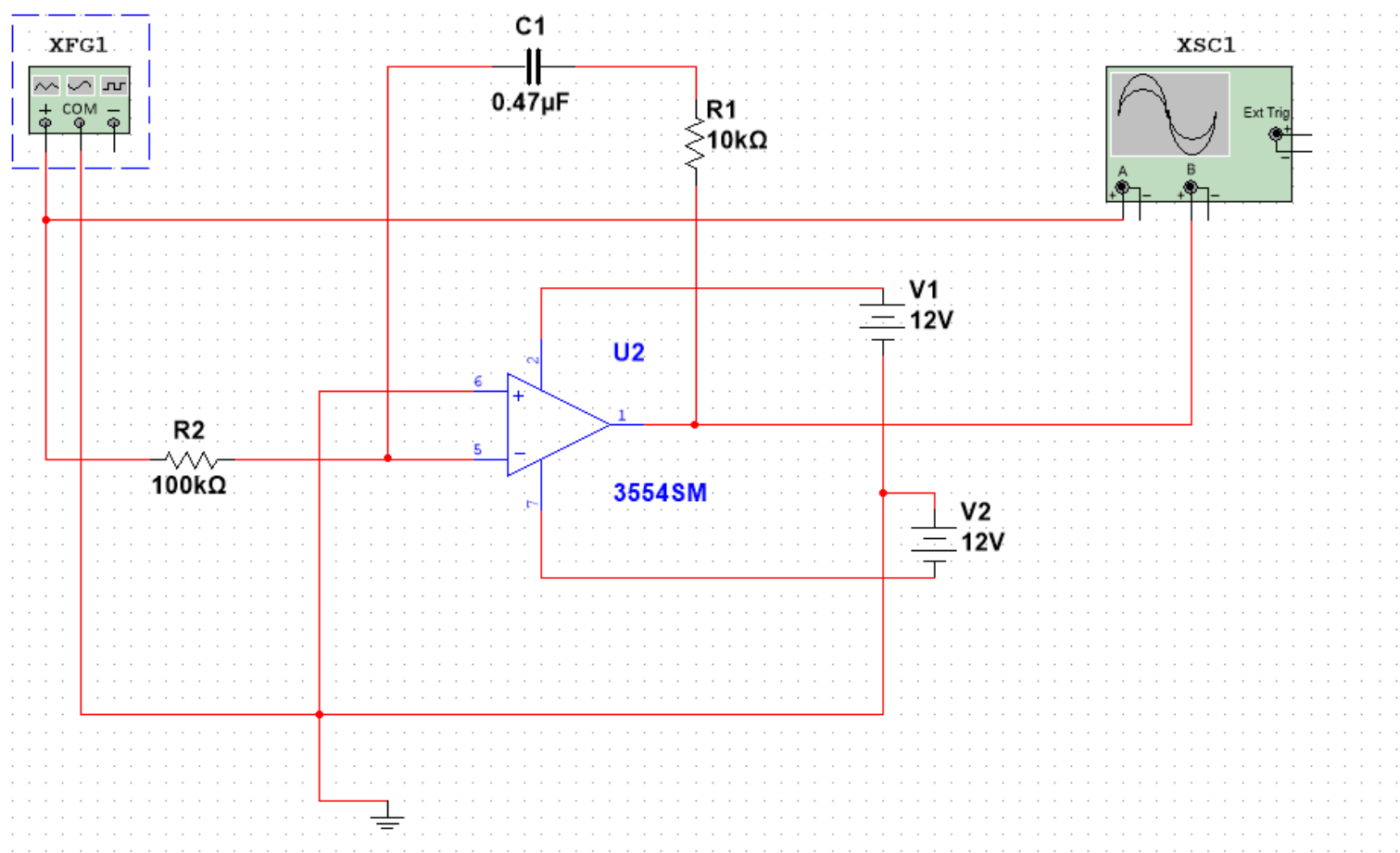


(Схема диференціатора)

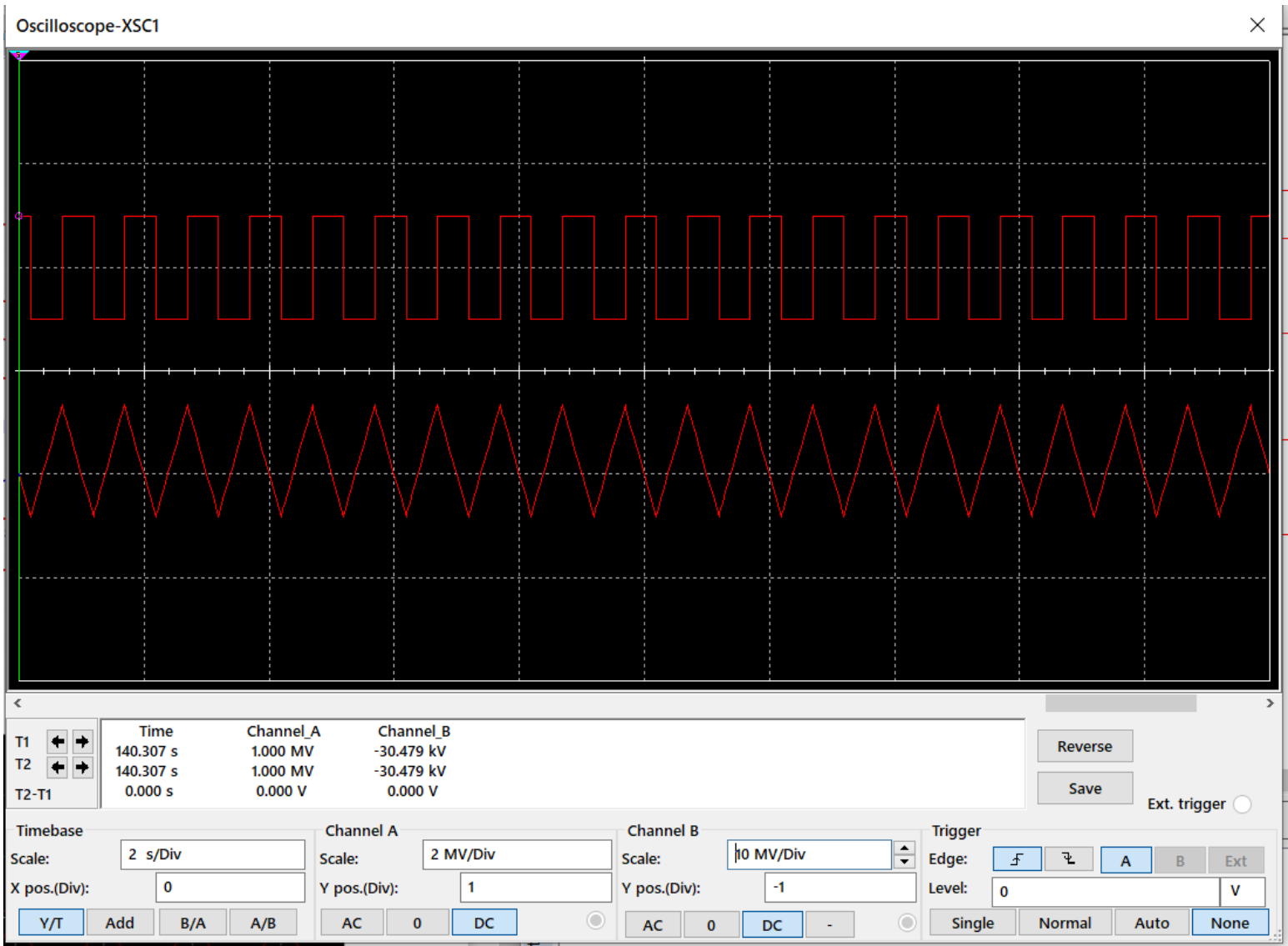


(Напруга на вході і на виході)

IV. Інтегратор



(Схема інтегратора)



(Напруга на вході та на виході)

Висновок:

У цій роботі ми провели аналіз операційних підсилювачів з негативним зворотним зв'язком, використовуючи метод співставлення, яке полягає в одночасному співставленні вхідного та вихідного сигналу. Під час дослідження ми розглянули чотири типи ОП, а саме: інвертувальний, неінвертувальний, диференціатор та інтегратор.