

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

**Білінський І. О.**

**ЗВІТ**

**ОПЕРАЦІЙНІ ПІДСИЛЮВАЧІ З**  
**НЕГАТИВНИМ ЗВОРОТНИМ ЗВ'ЯЗКОМ**

**Київ. КНУ ім. Т. Шевченка, 2021**

УДК 001.002 (008.21)

ББК 73Ц

I-72

**Укладачі:** Білінський І. О.

I-72            Звіт. Операційні підсилювачі зі зворотним негативним зворотним зв'язком./ укл. І. О. Білінський. – К. : КНУ ім. Т. Шевченка, 2021. – 17 с. (Укр. мов.)

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

**УДК 001.008 (002.21)**

**ББК 73Ц**

©        Київський        Національний  
Університет імені Тараса Шевченка,  
2021

## РЕФЕРАТ

Звіт про дослідження операційних підсилювачів зі зворотним негативним зворотним зв'язком: 17 с., 15 рис.

**Об'єкт дослідження:** операційні підсилювачі зі зворотним негативним зворотним зв'язком.

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

В роботі використано програмне забезпечення для моделювання електронних схем NI Multisim™.

Ключові слова: ІМ – інтегральна мікросхема; НЗЗ – негативний зворотній зв'язок; ПЗЗ – позитивний зворотній зв'язок

## ЗМІСТ

ВСТУП. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ.....	5
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.....	6
1. Випрямляючий діод.....	7
2. Стабілітрон.....	7
3. Світлодіод.....	8
4. Фотодіод.....	8
ВИСНОВКИ.....	9
ВІДПОВІДІ НА ТЕОРЕТИЧНІ ПИТАННЯ.....	9

## ВСТУП. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

**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  $\Phi = 180^\circ$ ), то зворотний зв'язок називають *негативним* (НЗЗ). Якщо ж він подається на вхід у фазі до вхідного сигналу ( $\Phi = 0^\circ$ ), то такий зворотний зв'язок називають *позитивним* (ПЗЗ)

## ЗМІСТ

### ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Уся інформація і дані наведені на рисунках та графіках.

#### 1. Неінвертувальний підсилювач

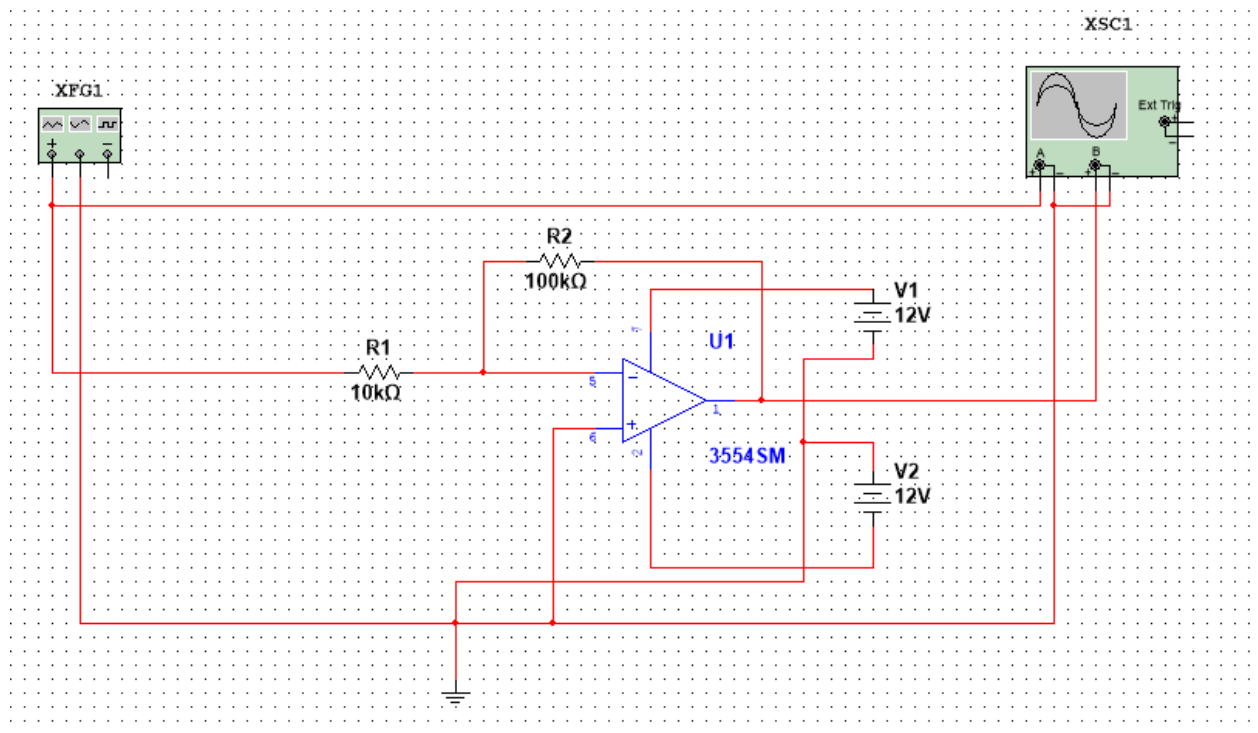


Рисунок 1.1. Схема

OPAMP						
Label	Display	Value	Fault	Pins	Variant	User fields
Value:		3554SM				
Footprint:		TO-3(LMF)				
Manufacturer:		Texas Instruments				
Function:		Wideband, Fast-Settling Operational Amplifier				

Рисунок 1.2. Параметри IM

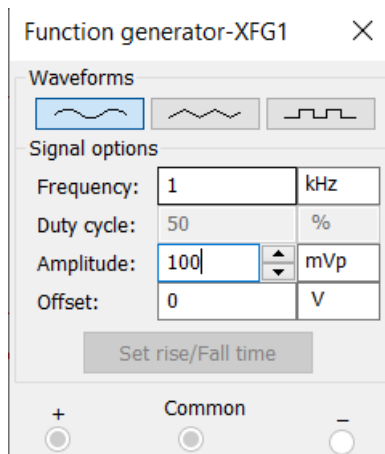


Рисунок 1.3. Параметри генератора

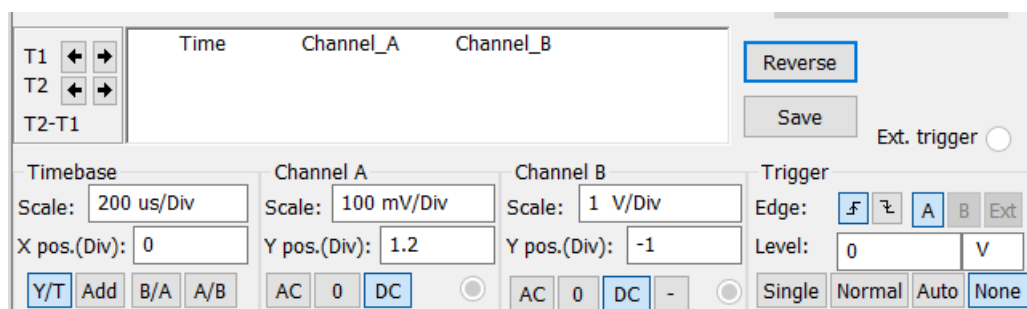


Рисунок 1.4. Параметри осцилографа

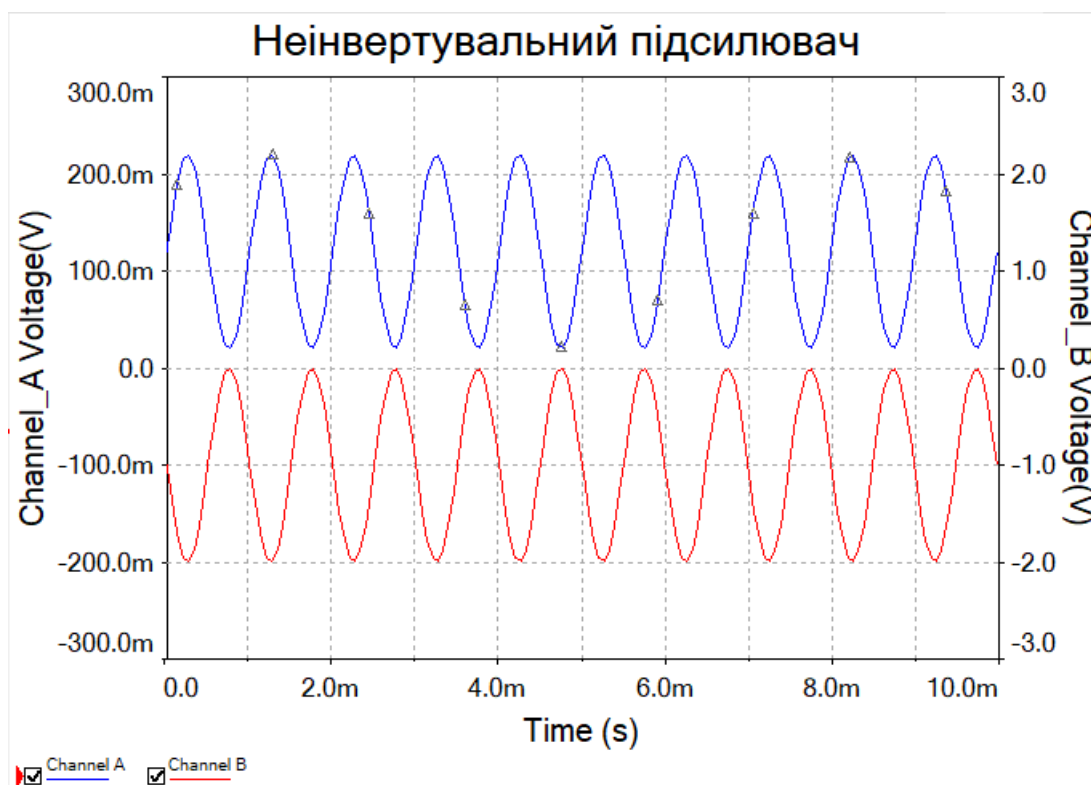


Рисунок 1.5. Дані спостережень для гармонічного сигналу

## 2. Інвертувальний підсилювач

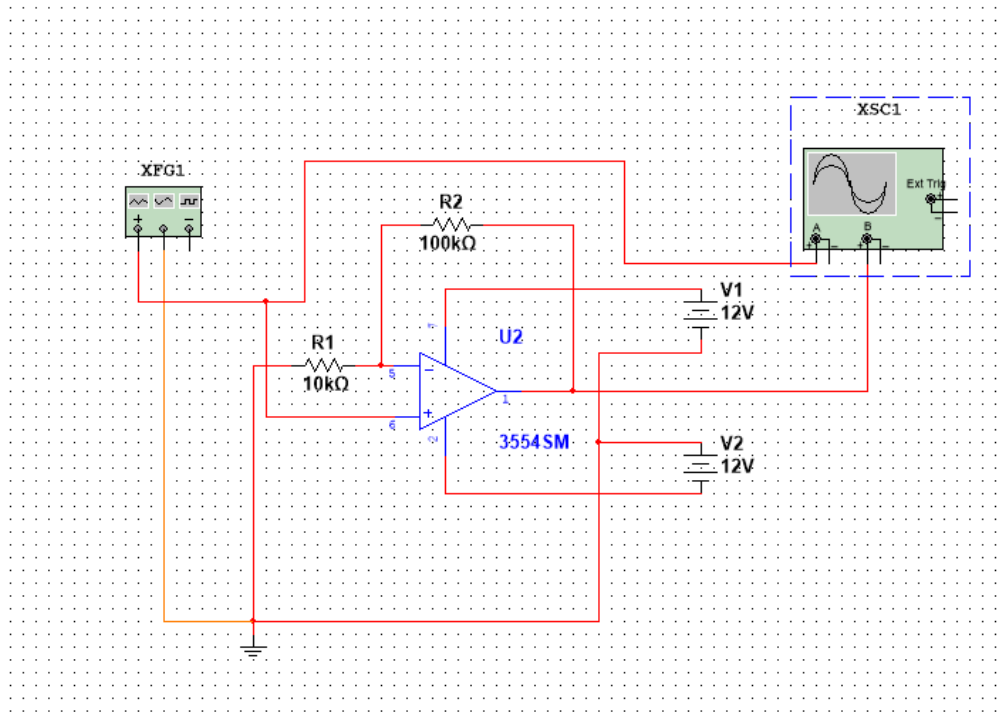


Рисунок 2.1. Схема інвертувального підсилювача

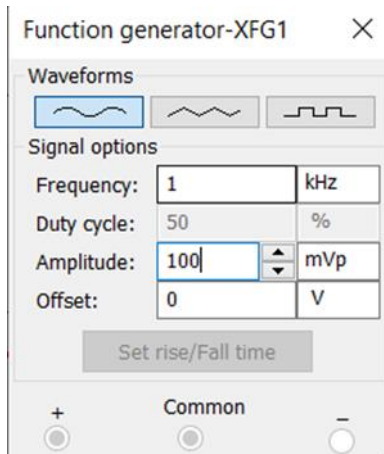


Рисунок 2.2. Параметри генератора



Value:	3554SM
Footprint:	TO-3(LMF)
Manufacturer:	Texas Instruments
Function:	Wideband, Fast-Settling Operational Amplifier

Рисунок 2.3. Параметри ІМ

T1	← →	Time	Channel_A	Channel_B	Reverse
T2	← →	1.857 ms	-77.044 mV	-845.278 mV	
T2-T1		0.000 s	0.000 V	0.000 V	
		Save		Ext. trigger <input type="radio"/>	

Timebase		Channel A	Channel B	Trigger	
Scale:	200 us/Div	Scale:	100 mV/Div	Scale:	1 V/Div
X pos.(Div):	0	Y pos.(Div):	1.2	Y pos.(Div):	-1
Y/T	Add	B/A	A/B	AC	0
		DC	AC	0	DC
				Single	Normal
				Auto	None

Рисунок 2.4. Параметри осцилографа

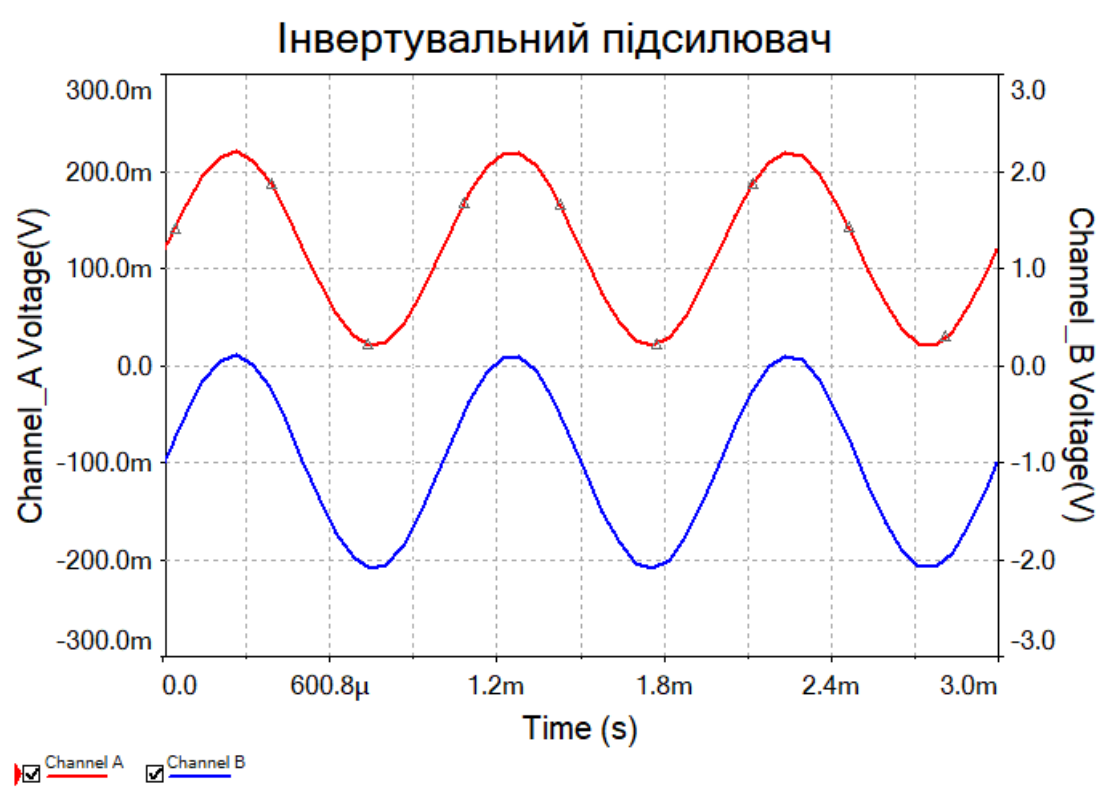


Рисунок 2.5. Дані досліджень інвертувального підсилювача

3. Інтегратор на базі інвертувального підсилювача

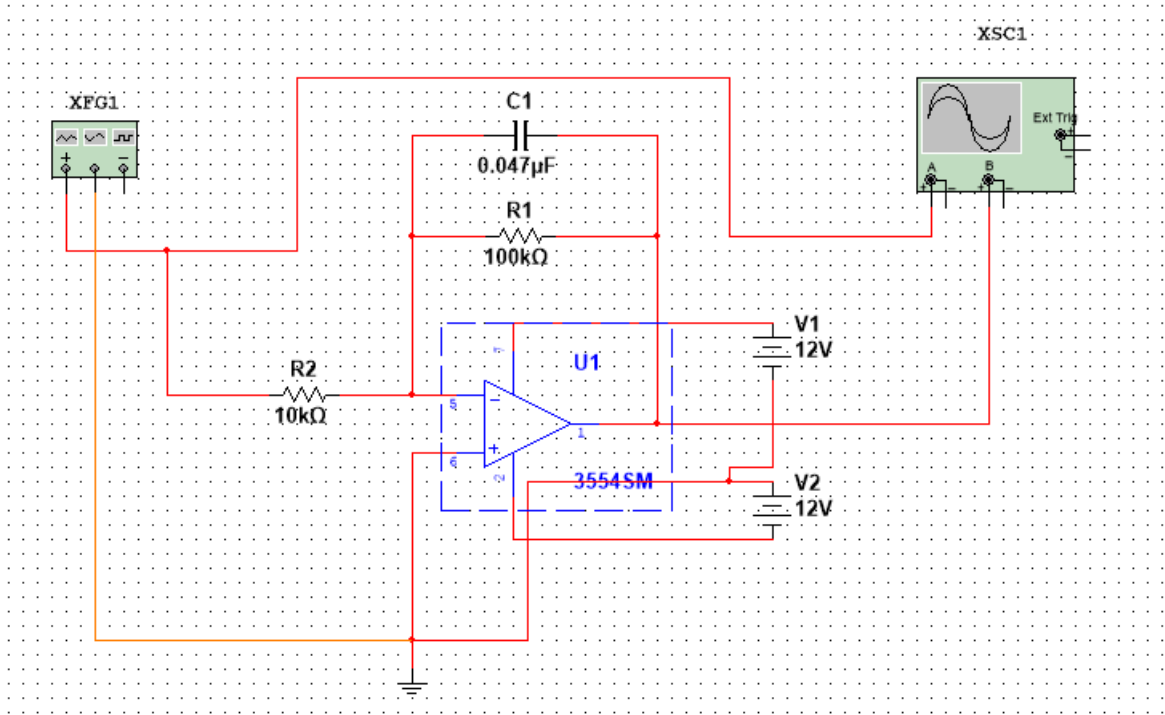


Рисунок 3.1. Схема інтегратора на базі інвертуючого підсилювача

Value:	3554SM
Footprint:	TO-3(LMF)
Manufacturer:	Texas Instruments
Function:	Wideband, Fast-Settling Operational Amplifier

Рисунок 3.2. Параметри ІМ

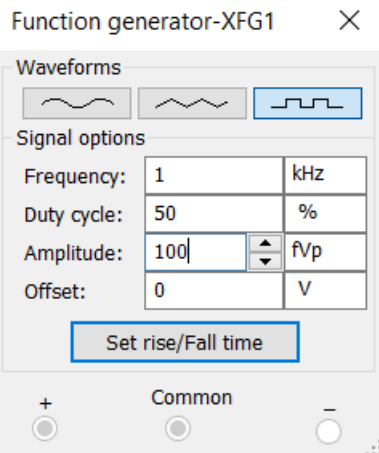


Рисунок 3.3. Параметри генератора

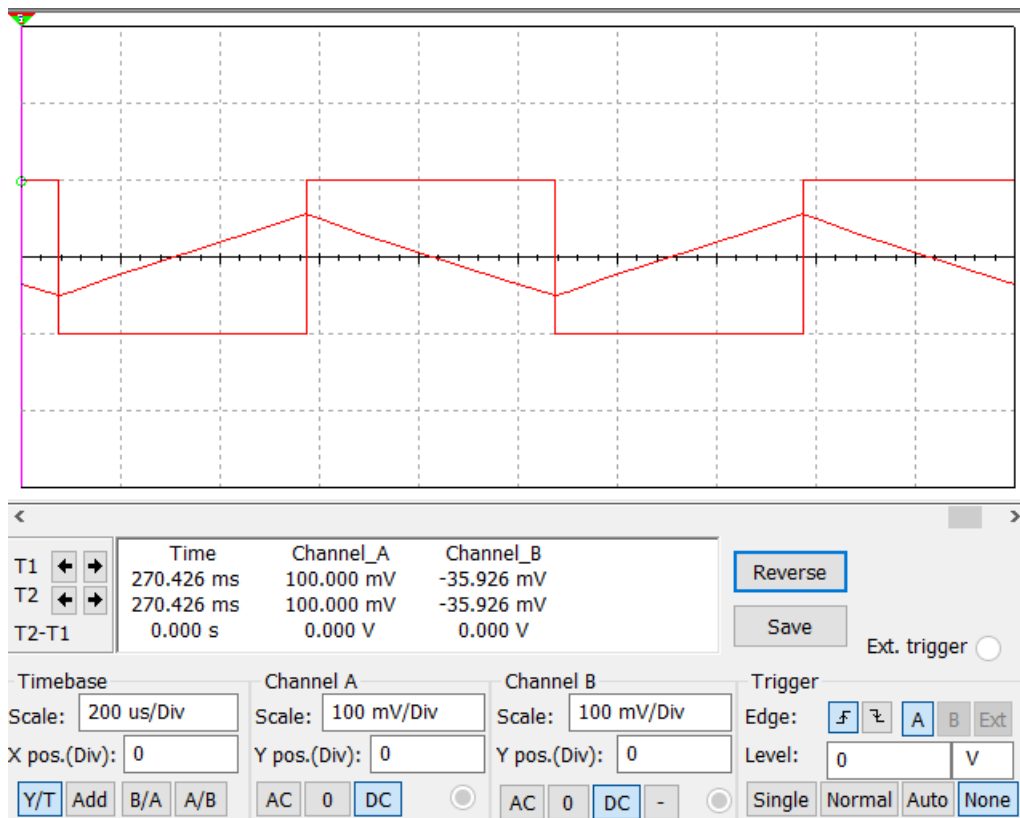


Рисунок 3.4. Дані з осцилографа та його та його параметри

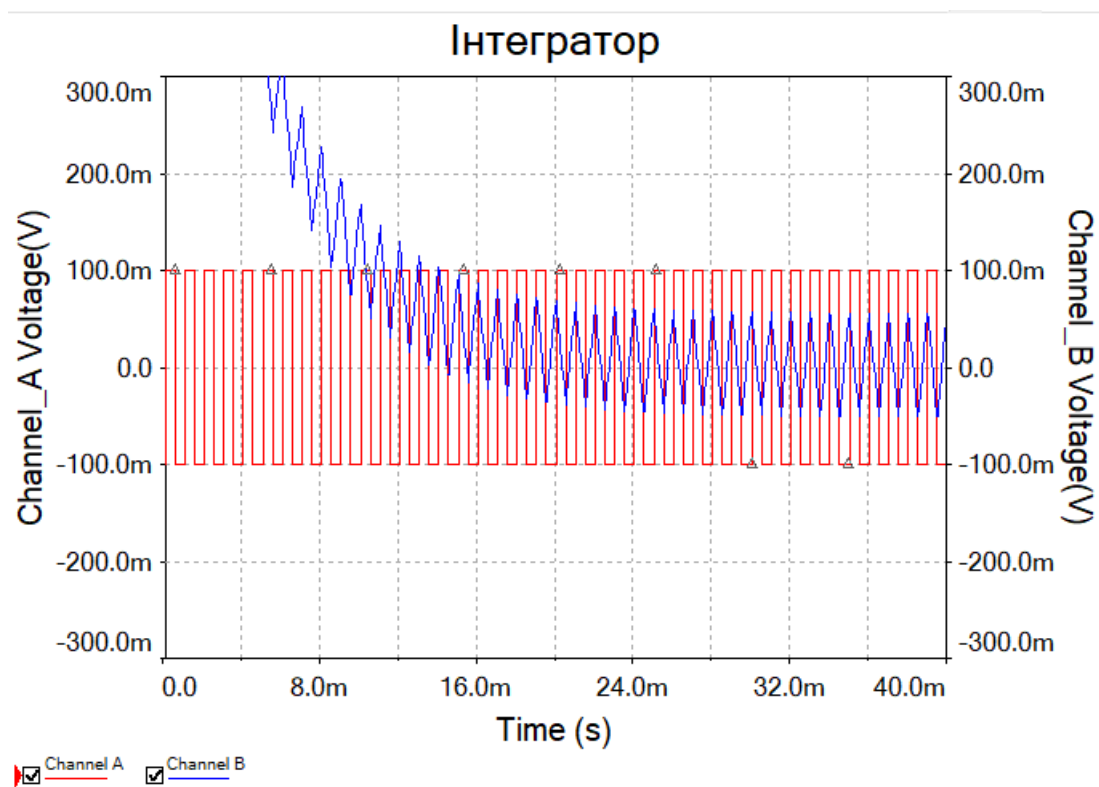


Рисунок 3.5. Дані дослідження інтегратора.

## 4. Диференціатор

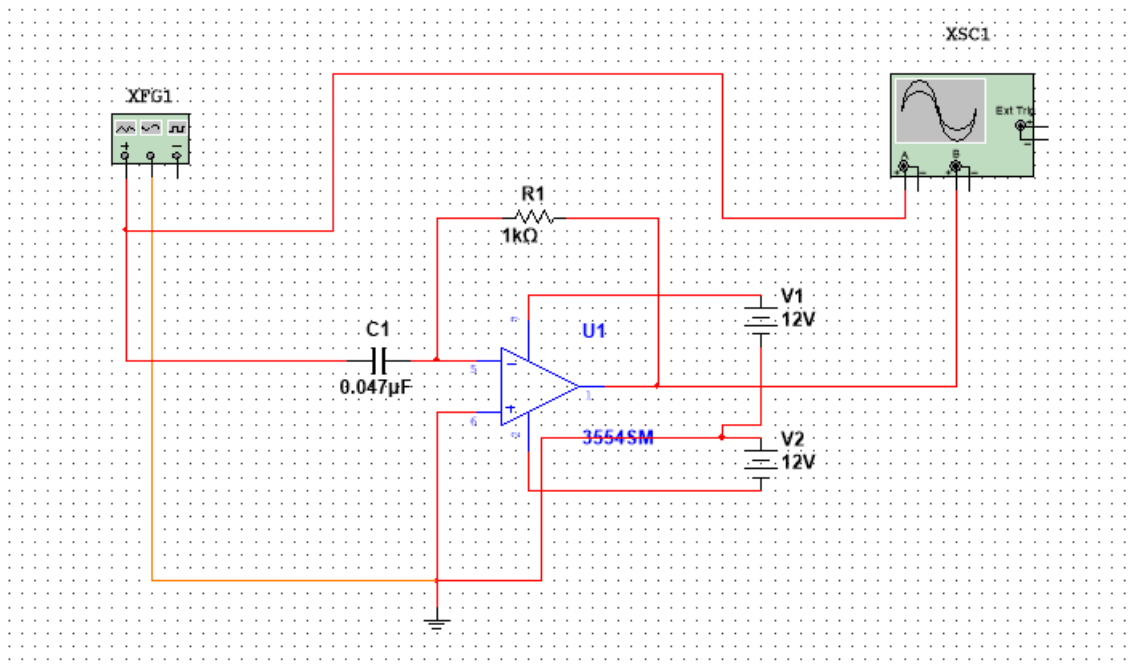


Рисунок 4.1. Схема диференціатора на базі інвертувального підсилювача

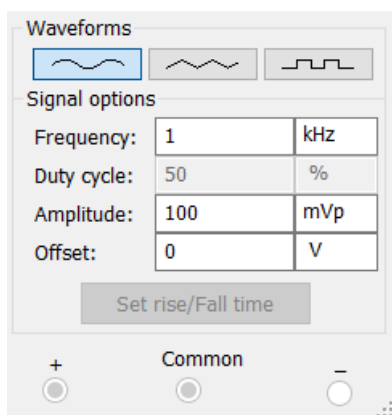


Рисунок 4.2. Параметри генератора

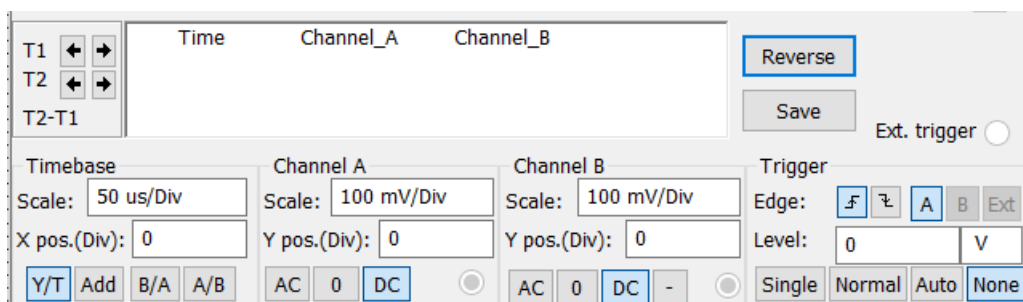


Рисунок 4.3. Параметри осцилографа

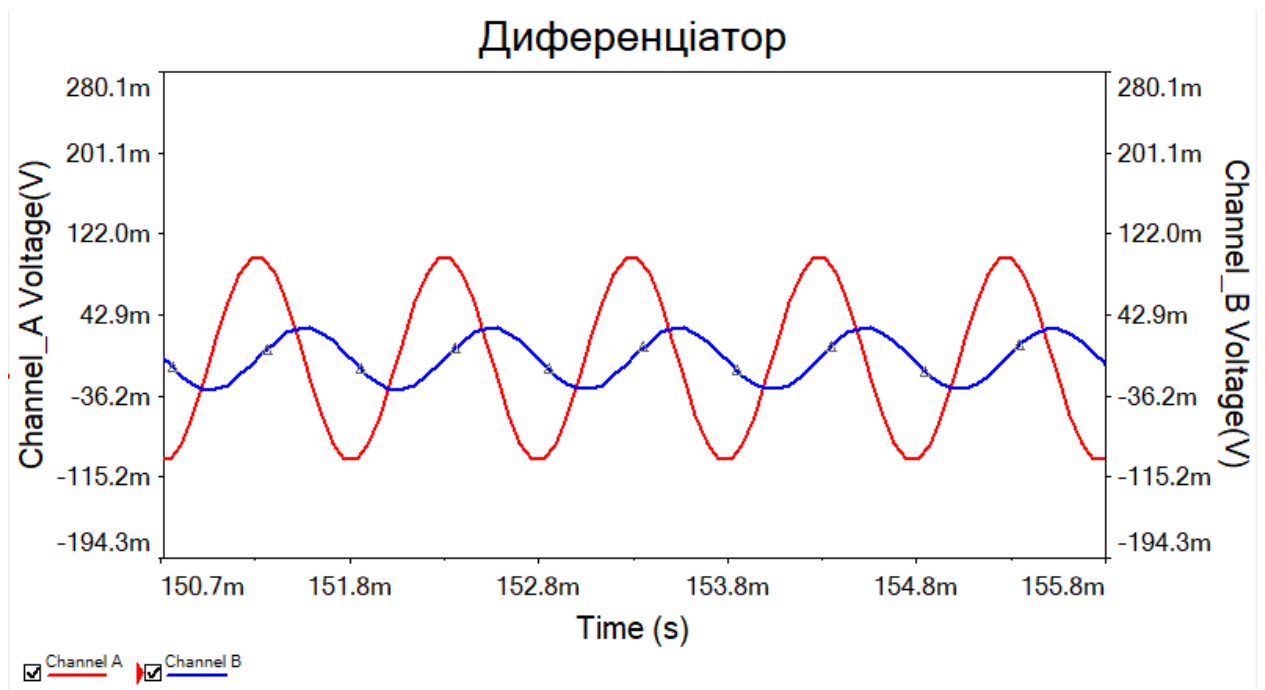


Рисунок 4.4. Дія диференціатору на гармонічний сигнал

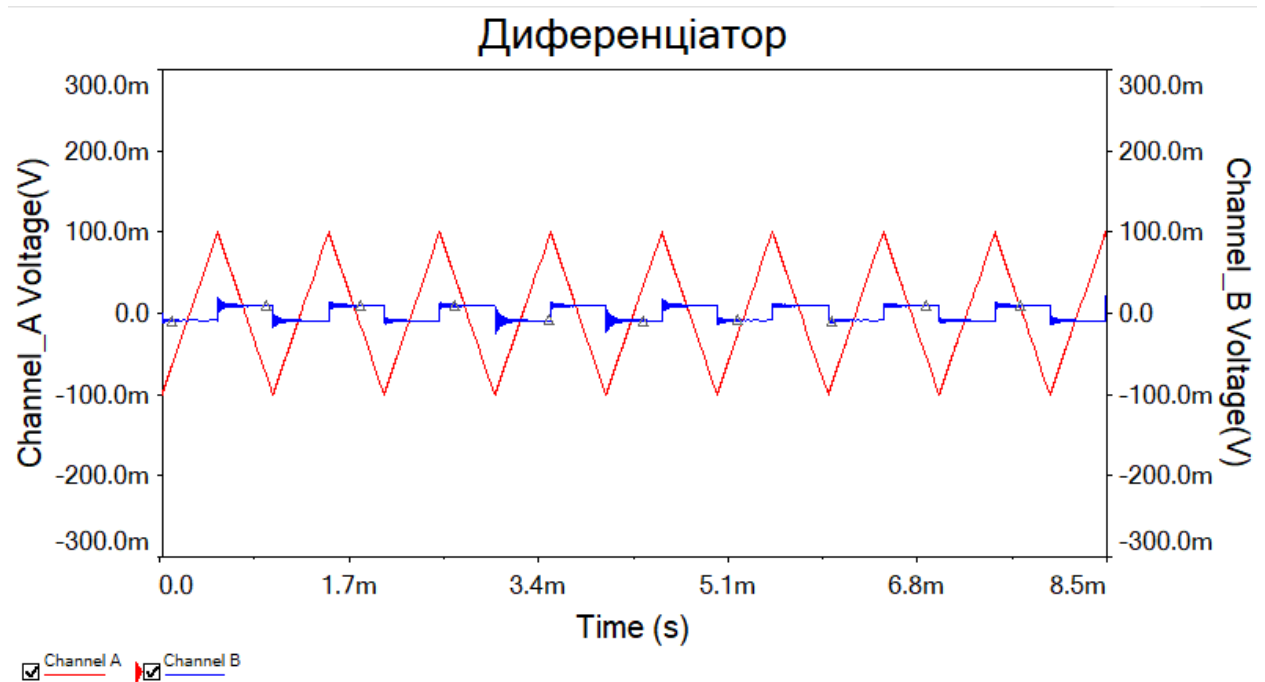


Рисунок 4.5. Дія диференціатору на трикутні сигнали

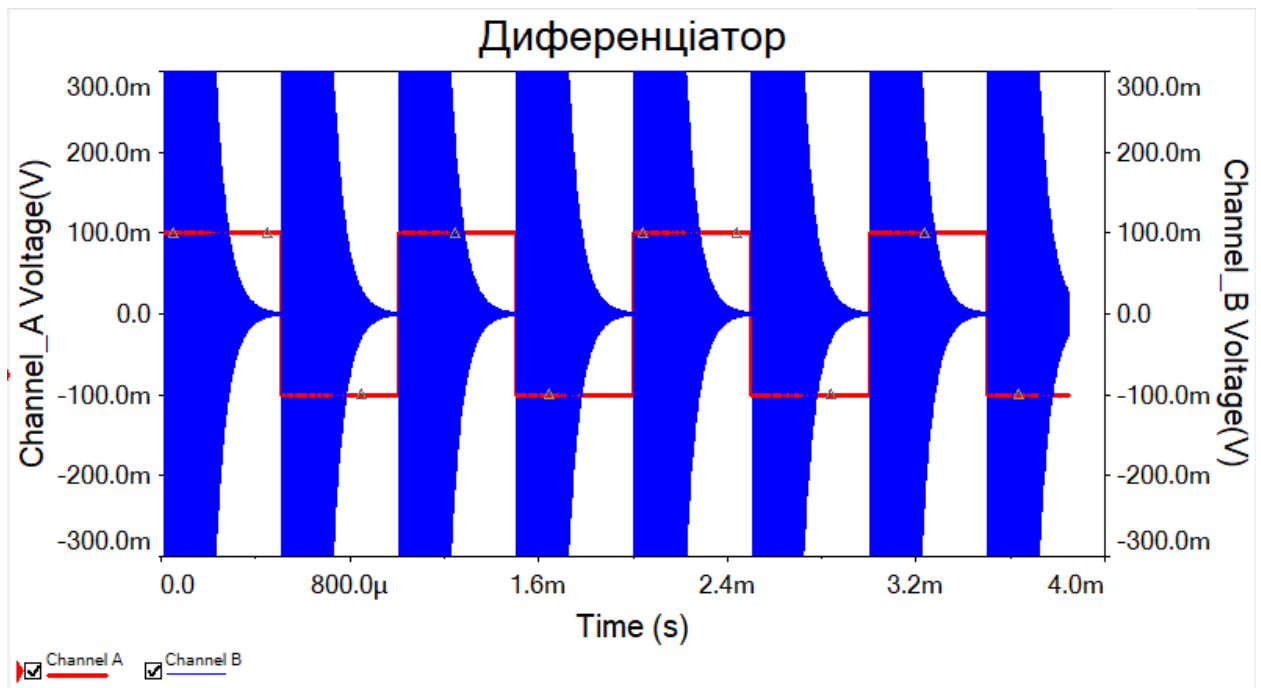


Рисунок 4.6. Дія диференціатора на послідовність прямокутних імпульсів

### ВИСНОВКИ

В ході роботи ми провели дослідження операційних підсилювачів зі зворотним негативним зворотним зв'язком, оцінили характер поведінки сигналу після проходження крізь них. В ході роботи був використаний метод співставлення – метод одночасного спостереження вхідного та вихідного сигналів на екрані двоканального осцилографа із наступним вимірюванням і порівнянням їх параметрів.

Як результат, ми наочно пересвідчилися у дії інтегратора та диференціатора, результати схожі до описаних теоретично.

### 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.