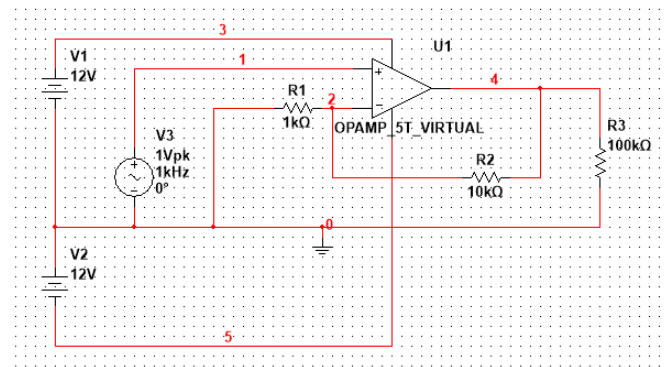
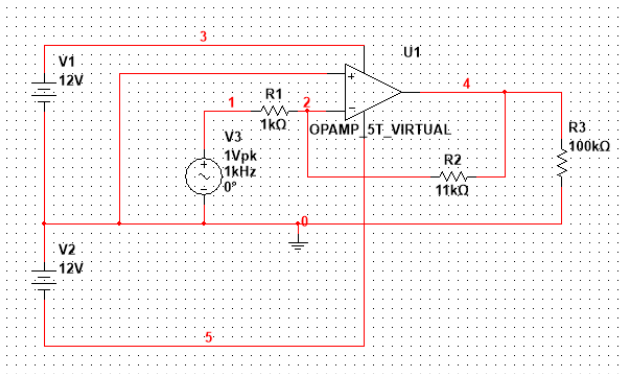


Лабораторна робота з ФОКЕ №4
Тема. Схеми на операційних підсилювачах
Виконав студент групи ІПС-11
Факультету комп'ютерних наук
та кібернетики
Міцкевич Костянтин

Перед початком роботи складемо схему інверсного і не інверсного підключення ОП та забезпечимо коефіцієнт підсилення для обох випадків рівний 11.



Інверсне підключення

Не інверсне підключення

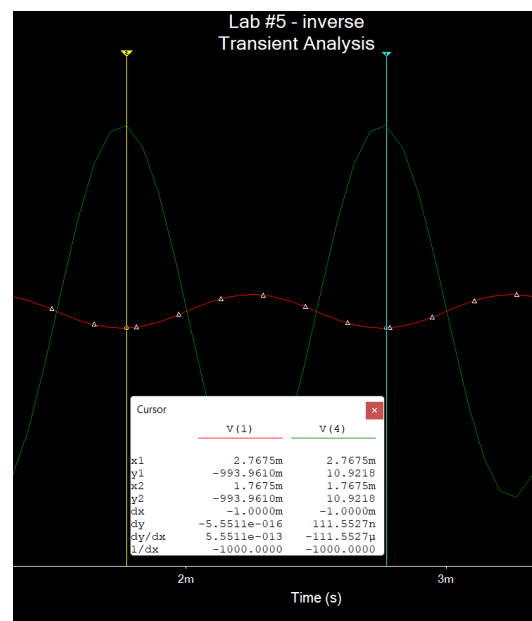
Також прикріпимо до роботи параметри нашого ОП.

1.
інверсного

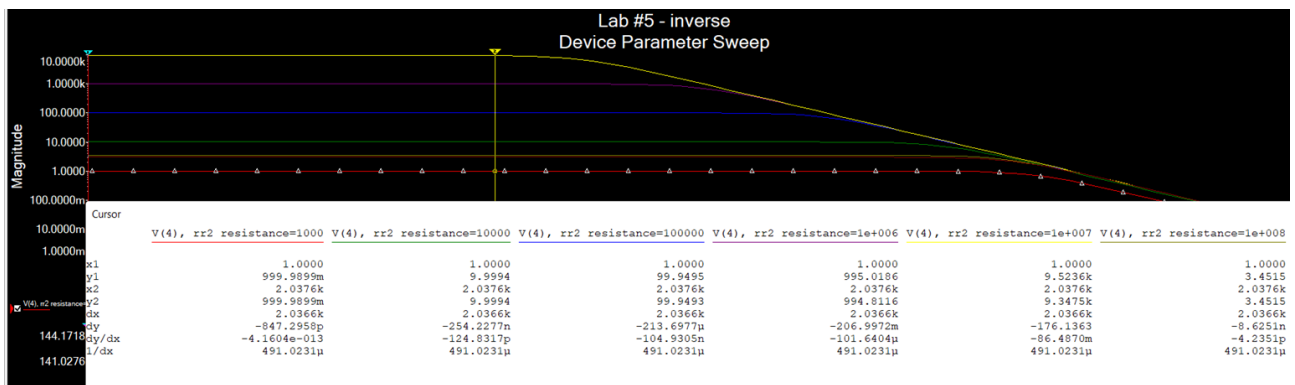
Label	Display	Value	Fault	Pins	Variant	User fields
Input offset voltage (VOS):		1m			V	
Input bias current (IBS):		80n			A	
Input offset current (IOS):		20n			A	
Open loop gain (A):		200k			V/V	
Unity-gain bandwidth (FU):		100M			Hz	
Slew rate (SR):		1M			V/s	
CMRR (in dB):		100				
Output short circuit current:		25m			A	
Input resistance (RI):		10M			Ω	
Output resistance (RO):		10			Ω	

Дослідження
підключення.

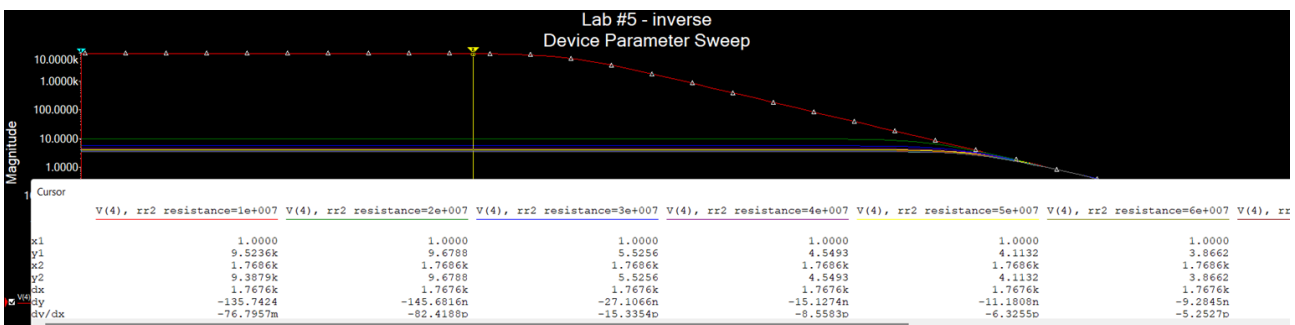
Проведемо Transient Analysis
Із Transient Analysis бачимо, що
вхід і вихід знаходяться в
протифазі. Поділимо y_2 на y_1
переконаємося, що коефіцієнт
підсилення рівний близько 11.



Проведемо дослідження Parametr Sweep для зміни
співвідношення R_2/R_1 в межах від 0kΩ до 1GΩ

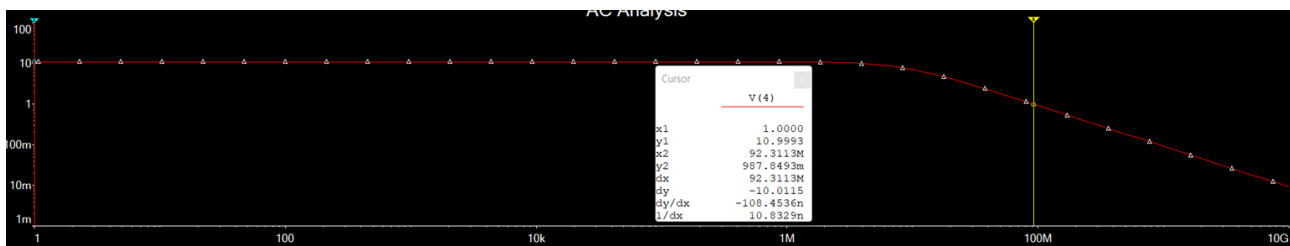


Побачимо, що формула перестає працювати в межах від 10МОm до 100МОm. Проведемо знову дослідження Parametr Sweep для зміни співвідношення R2/R1 в цих межах.



З результату Parametr Sweep помітимо, що формула перестає працювати між 10МОm і 20МОm, коли коефіцієнт підсилення має бути 20 тисяч, але він стає 10. Це тому, що при коефіцієнті 200 тисяч вхідний сигнал не повинен перевищувати 60 мкpВ, а напруга зміщення виставлена 1 мВ. Що на порядок вище, що нам потрібно. При коефіцієнті підсилення 10 тисяч похибка складає 4,8%.

2. Проведемо AC Analysis та визначимо граничну частоту

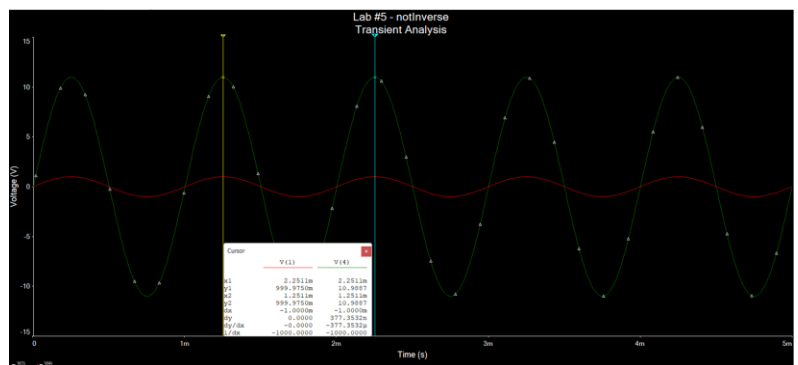


Гранична частота — 92,311 MHz, а задана гранична частота в параметрах дорівнює 100MHz

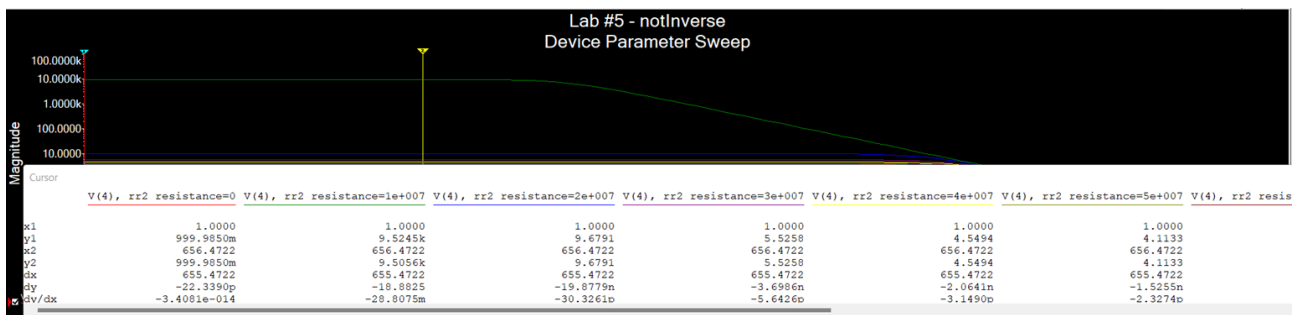
3. Дослідження не інверсного ОП.

Проведемо Transient Analysis

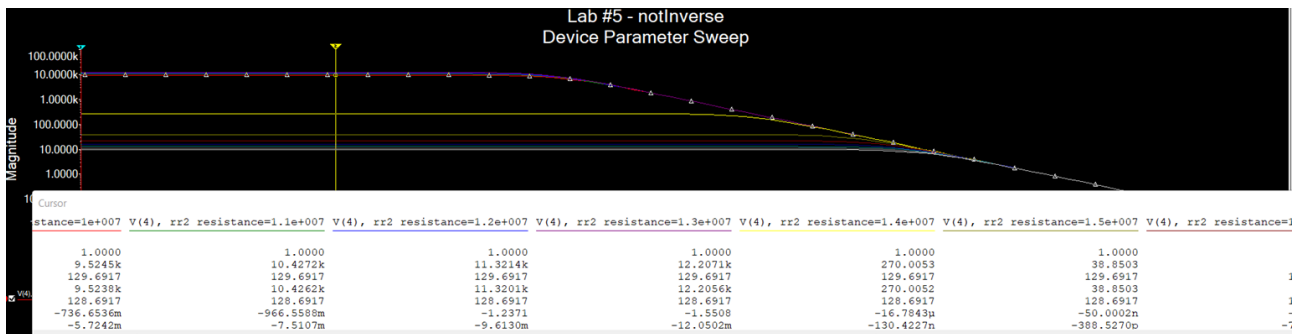
Із Transient Analysis бачимо, що вхід і вихід не знаходяться в протифазі. Поділимо u_2 на u_1 переконаємося, що коефіцієнт підсилення рівний близько 11.



Проведемо дослідження Parametr Sweep для зміни співвідношення R_2/R_1 в межах від 0kOm до 100MOm

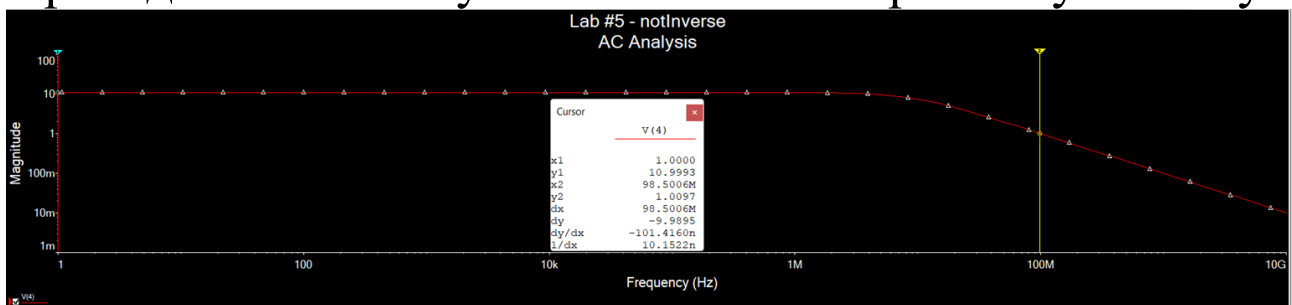


Побачимо, що формула перестає працювати в межах від 10МОm до 20МОm. Проведемо знову дослідження Parametr Sweep для зміни співвідношення R2/R1 в цих межах.



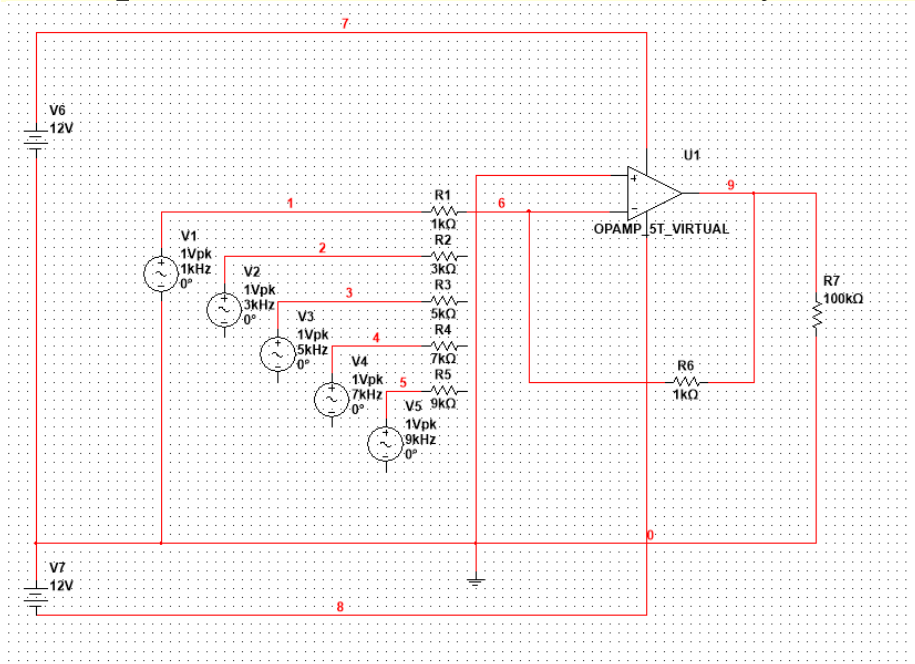
З результату Parametr Sweep помітимо, що формула перестає працювати між біля 1.4, коли коефіцієнт підсилення має бути 14 тисяч, але він стає 270. Причина неточності та ж, що й в інверсному підключенні. Тепер проведемо AC Analysis та визначимо верхню граничну частоту. При коефіцієнті підсилення 10 тисяч похибка складає 4,8%.

Проведемо AC Analysis та визначимо граничну частоту

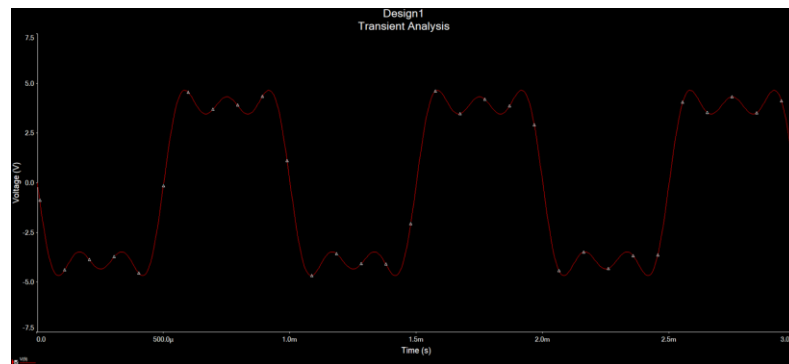
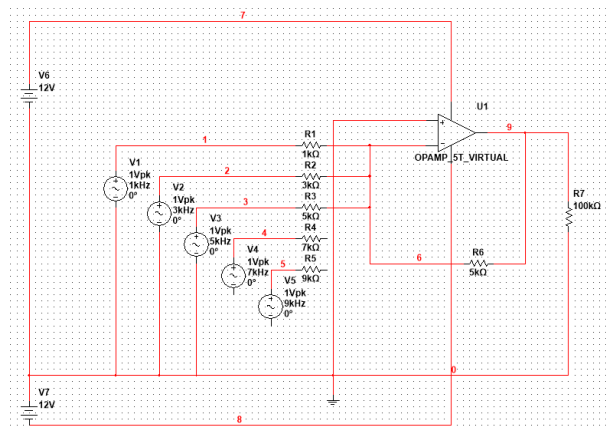
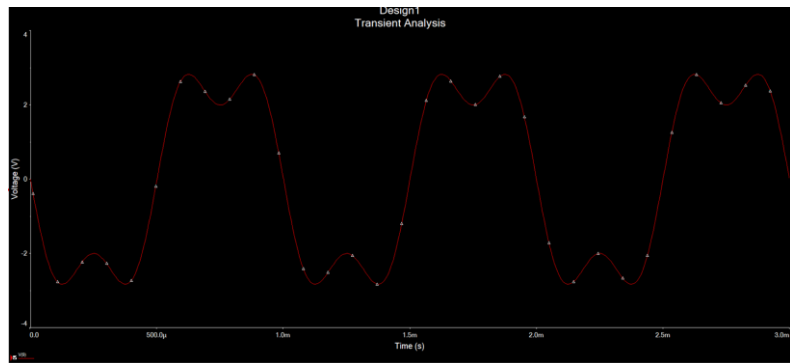
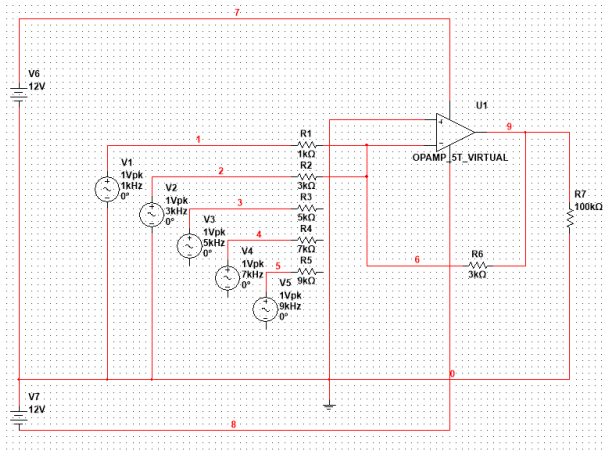


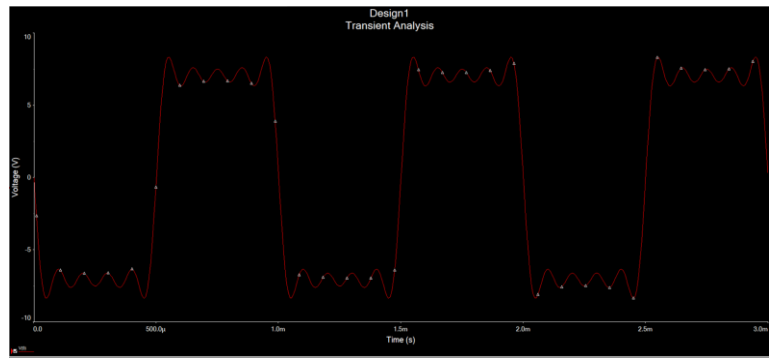
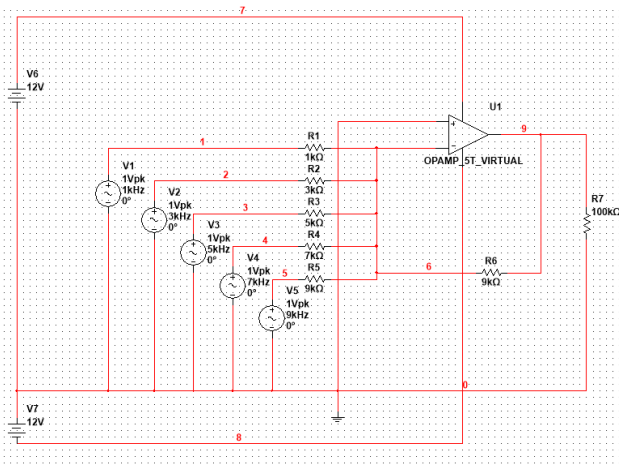
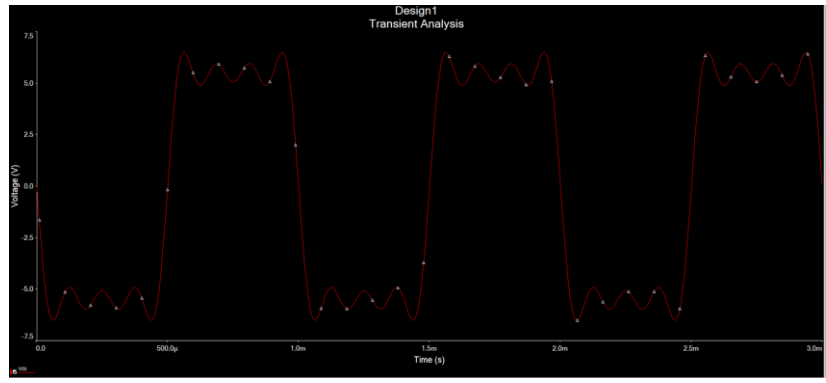
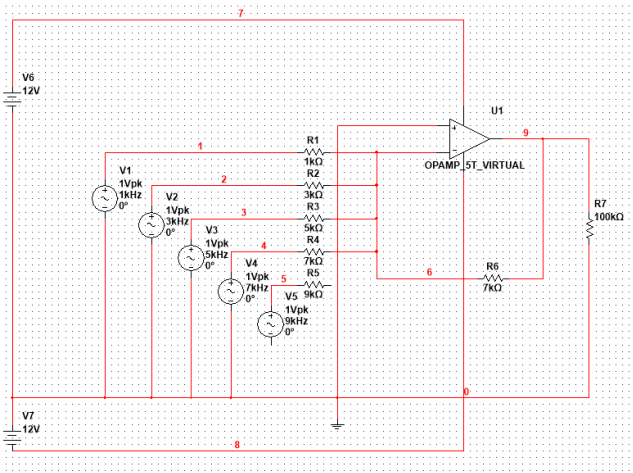
Гранична частота — 98,5 MHz, а задана гранична частота в параметрах дорівнює 100MHz

4. Перед початком складемо схему для Фур'є синтезу.



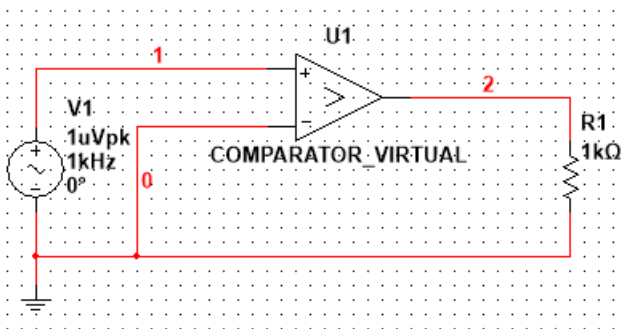
Тепер додаючи до схеми ланку будемо проводити Transient Analysis



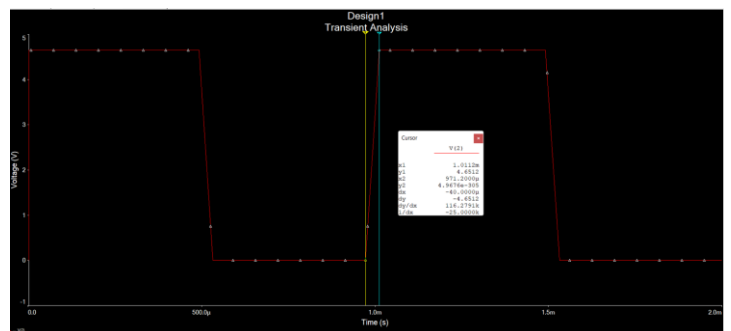


Тепер порівняємо отримані графіки. Помітимо, що при збільшенні ланок збільшується кількість гармонік збільшується на одну, а форма стає більш прямокутною. Тобто при n ланках кількість гармонік буде рівна $n-1$, а форму буде складно відрізнити від прямокутної. Також при збільшенні кількості ланок збільшується напруга на виході.

5. Зберемо схему для дослідження компаратор



Проведемо Transient Analysis щоб дізнатись нижній та верхній граничні рівні вихідного сигналу.



Результат:

Верхній рівень (y_1) = 4.65

Нижній (y_2) = 0

6. У цьому пункті зменшимо амплітуду вхідного джерела до значень порядку 1 мкВ. Зменшимо до 1 мкВ.

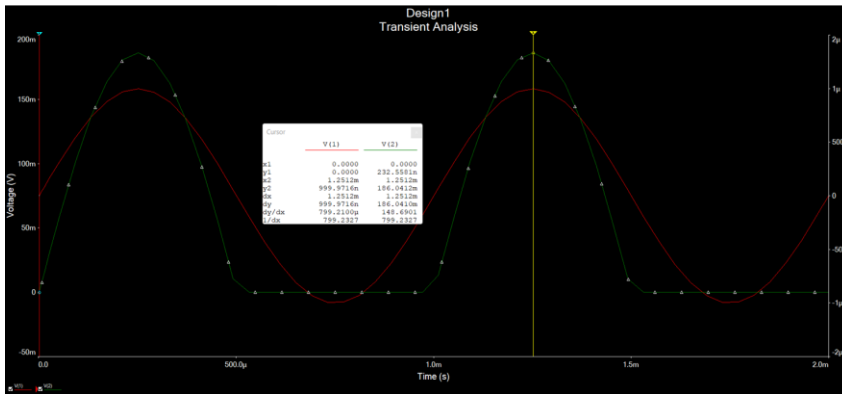
Label	Display	Value	Fault	Pins	Variant	User fields
Voltage (Pk):		1u				V
Voltage offset:		0				V
Frequency (F):		1k				Hz
Time delay:		0				s
Damping factor (1/s):		0				
Phase:		0				°
AC analysis magnitude:		1				V
AC analysis phase:		0				°
Distortion frequency 1 magnitude:		0				V
Distortion frequency 1 phase:		0				°
Distortion frequency 2 magnitude:		0				V
Distortion frequency 2 phase:		0				°
Tolerance:		0				%

Label	Display	Value	Fault	Pins	Variant	User fields
Input offset voltage (VOS):		0				V
Gain (K):		200k				V/V
Sourcing resistance:		75				Ω
Sinking resistance:		75				Ω
Current sourcing limit:		20m				A
Current sinking limit:		20m				A
Slew rate (SR):		5M				V/s
Positive supply voltage:		5				V
Negative supply voltage:		0				V

Нові значення Компаратора
Компаратора

Параметри

Проведемо Transient Analysis та визначимо коефіцієнт підсилення для нашого Компаратора



З графіку бачимо, що коефіцієнт (y_2/y_1) буде рівний близько 186000, що відрізняється від заданого значення 200000 на 14000.

Висновок.

У даній лабораторній роботі я дослідив інверсне та не інверсне підключення ОП. У результаті дослідження я отримав, що поріг, коли формули для підрахунку коефіцієнту підсилення перестають працювати для обох випадків, співпадає. Крім того співпадає і верхня гранична частота при двох варіантах підключення ОП. Також у цій лабораторній роботі я дослідив схему Фур'є-синтезу та дійшов до висновку, що чим більше ланок, тим більше форма сигналів буде походити на прямокутну. Крім цього я ще дослідив схему компаратора. У результаті Transient Analysis я отримав, що верхній рівень вихідного сигналу = 4.65, а нижній рівень вихідного сигналу = 0. В завершені роботи я, зменшивши амплітуду вхідного джерела до значень порядку 1 мкВ, оцінив власний коефіцієнт підсилення

ОП, на базі якого побудовано компаратор. Одержаний результат 186000, що відрізняється від заданого на 7%. Похибка можлива через неточні обчислення або неточність симуляції.