

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського»
Кафедра конструювання електронно-обчислювальної апаратури

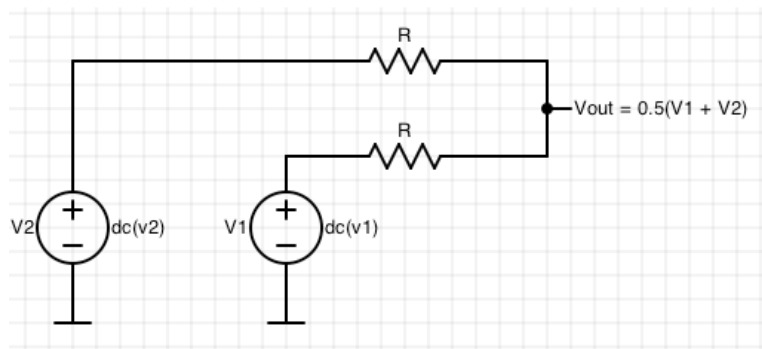
Звіт
З виконання лабораторної роботи №1
з дисципліни “Схемотехніка аналогової та цифрової радіоелектронної апаратури - 1”

Виконав:
студент групи ДК-62
Шашков А.В.

Перевірив:
доц. Короткий Є В.

1. Дослідження суматора напруги на резисторі

а. Під час лабораторного заняття було складено суматор напруги за наступною схемою:



У якості джерел напруги було використано керовані джерела, включенні в плату Analog Discovery 2. Опір було вибрано $R_1 = 74,4 \text{ кОм}$ та $R_2 = 76,2 \text{ кОм}$ які значно більші за внутрішній опір джерел.

Напруги джерел було налаштовано як показано на зображенні :



Щуп вольтметра Analog Discovery було підключено до точки V_{out} .

048 kHz	
Channel 1	Channel 2
	2.874 V
	2.874 V
	1 mV

Результати вимірювань склали 2,874V, що з урахуванням похибок, відповідає теоретичним передбаченням

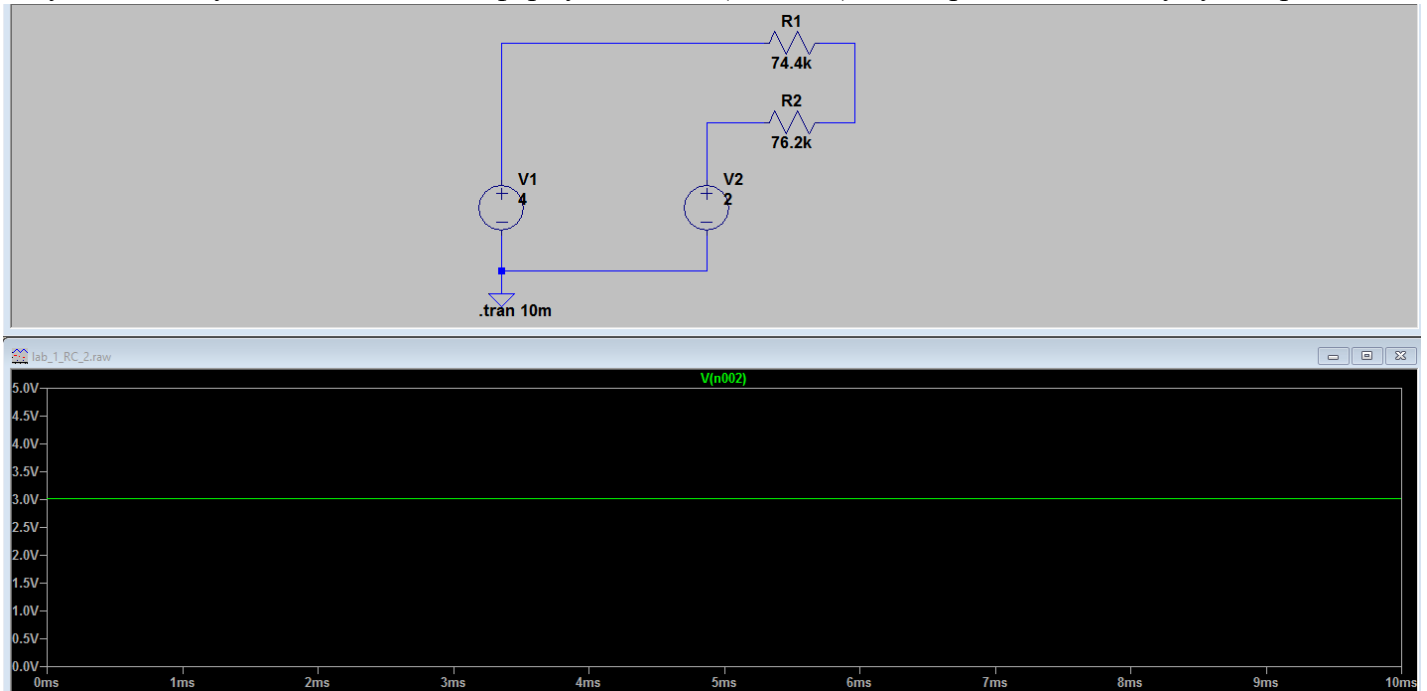
Симуляція суматора в LTspice для постійного сигналу

$$V_1 = 4V$$

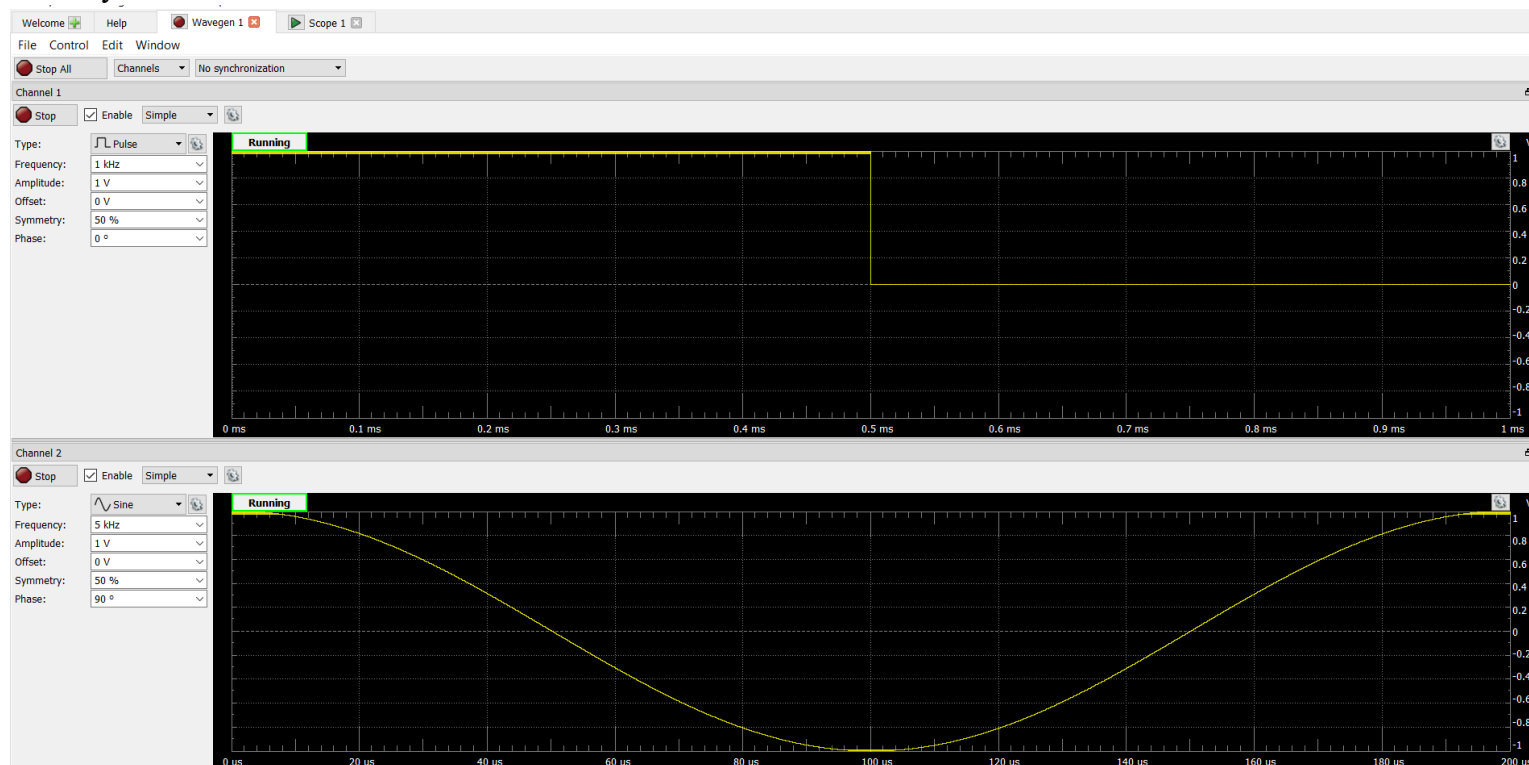
$$V_2 = 2V$$

$$V_{out} = 3V$$

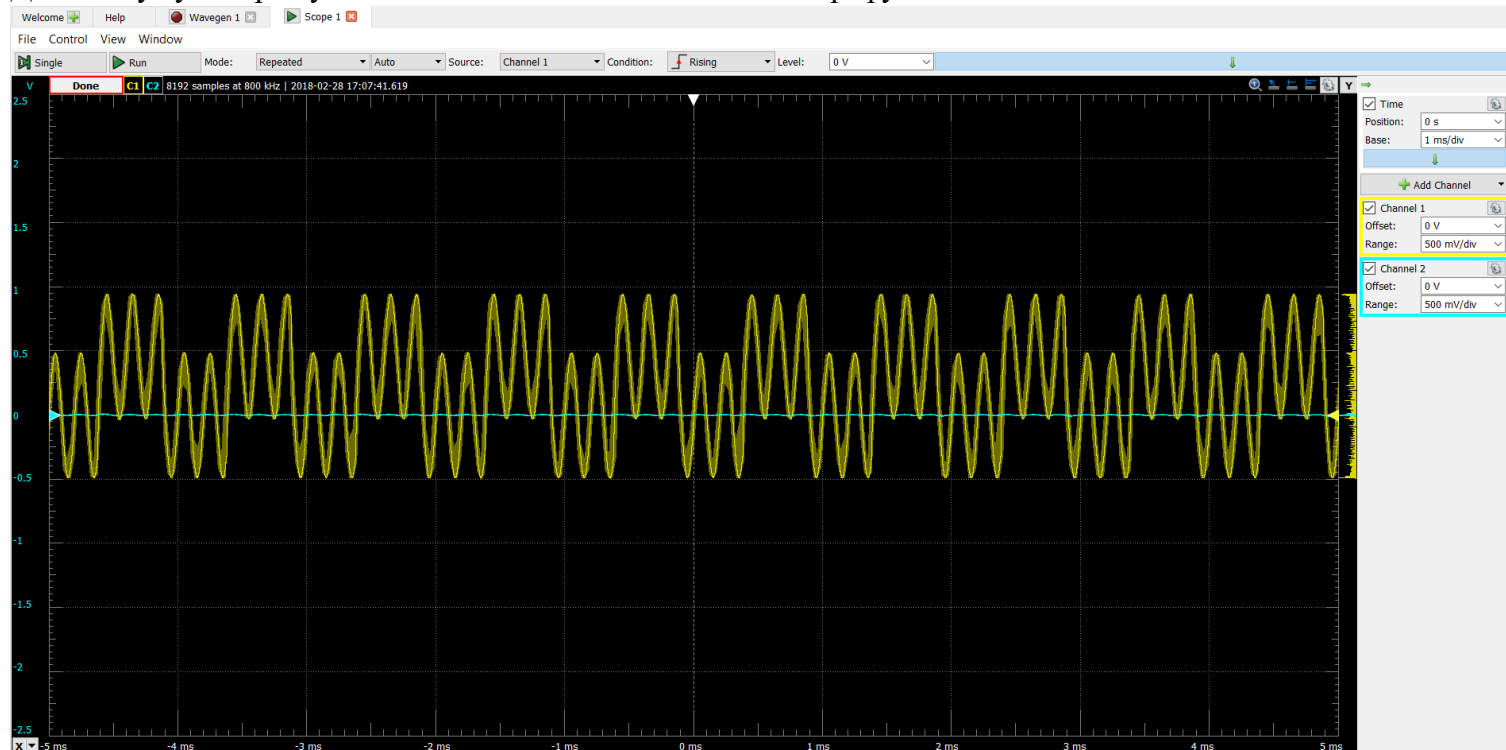
Результати симуляції відповідають формулі $U_{вих} = (U_1 + U_2)/2$ з теоретичного опису суматора.



На суматор було подано два сигналу – імпульсний, амплітудою 1В, частотою 1 кГц, та синусоїдальний, амплітудою 1В та частотою 5 кГц:



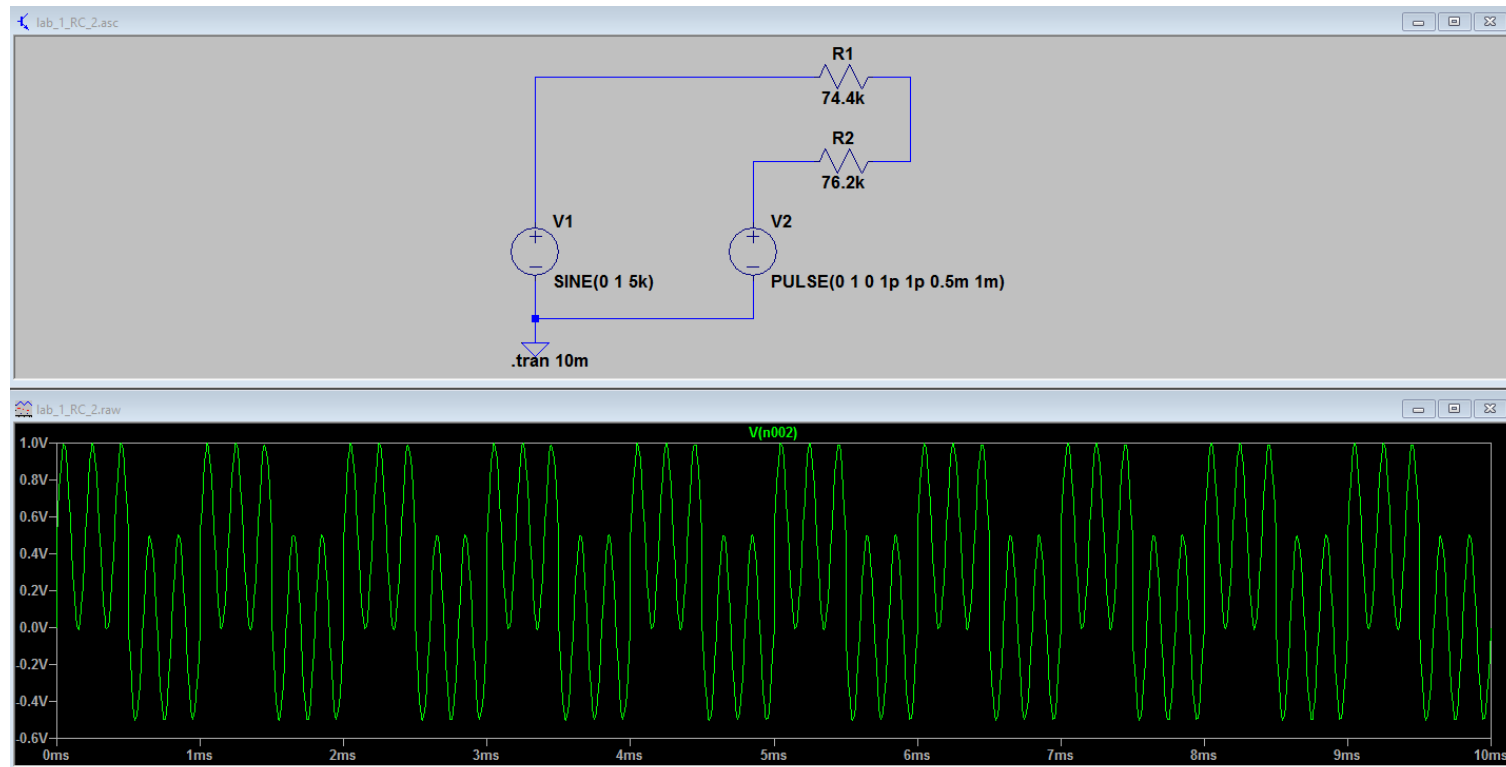
До виходу суматора було під'єднано один із входів осцилографу:



На виході суматора спостерігали комбінацію двох вхідних сигналів, що відповідає теоретичним очікуванням.

Симуляція суматора в LTspice для змінного сигналу:

Джерела налаштовано аналогічно до налаштувань генератору під час лабораторного дослідження. Отриманий вихідний сигнал відповідає за формою сигналу, такому що було отримано у лабораторних дослідженнях:



2. Дослідження RC-ланцюжка.

- а. Під час лабораторної роботи було складено інтегруючий RC-ланцюжок с наступними параметрами:

$C = 101,6 \text{ нФ}$

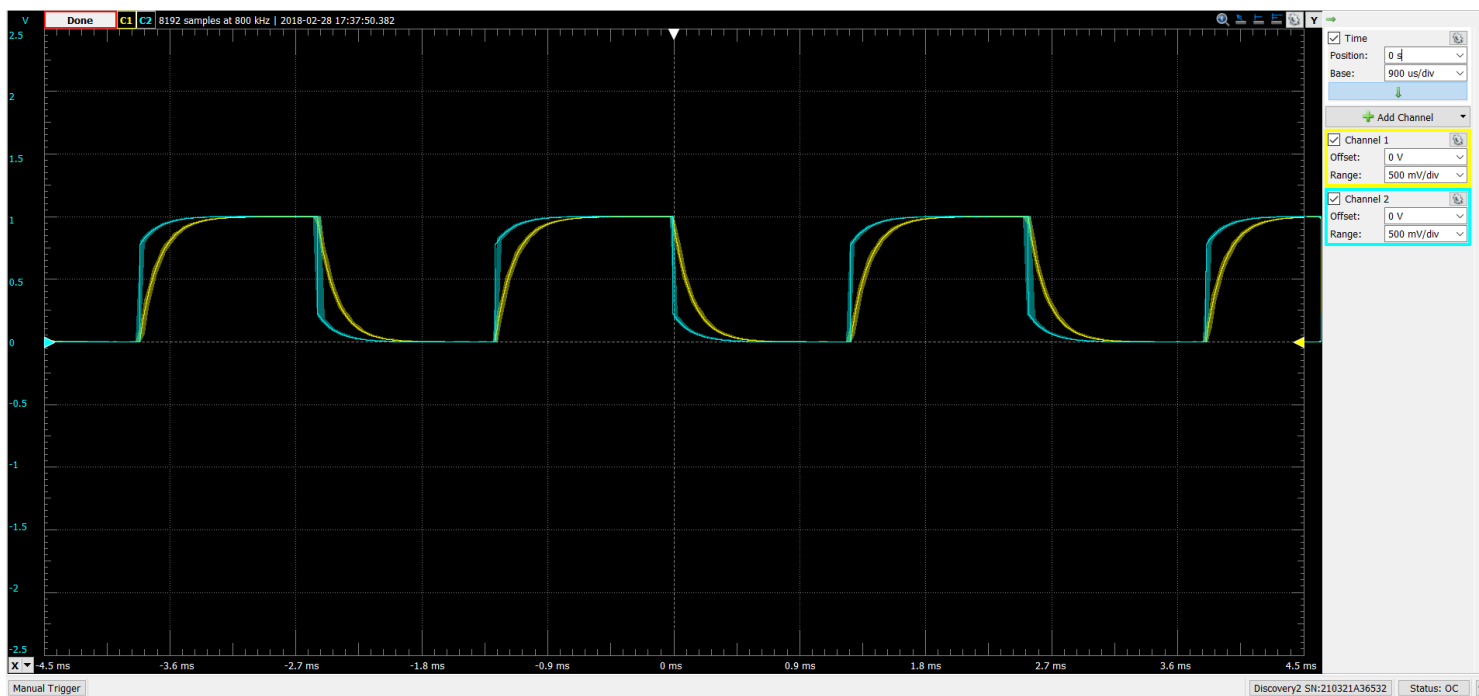
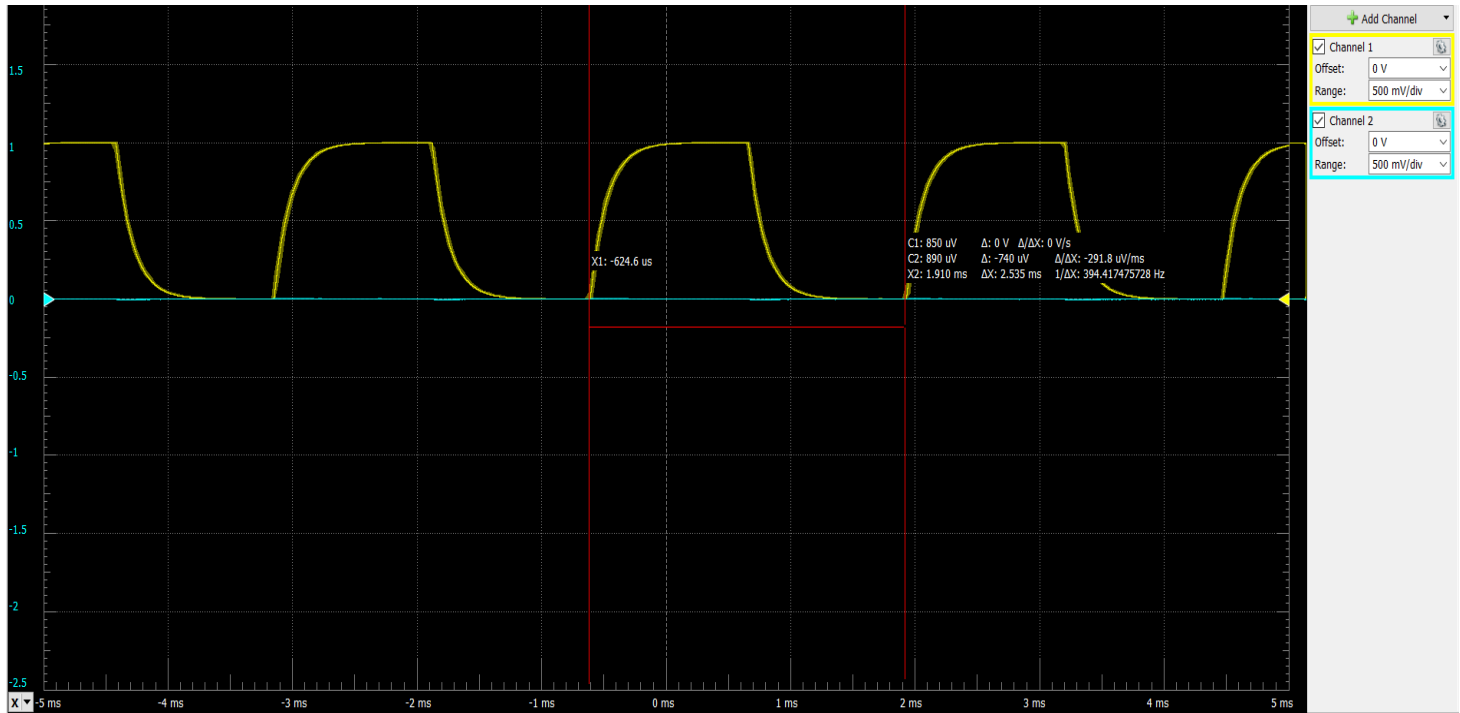
$R = 0,997 \text{ кОм}$

- б. Тривалість заряду/розряду до 99% складає:

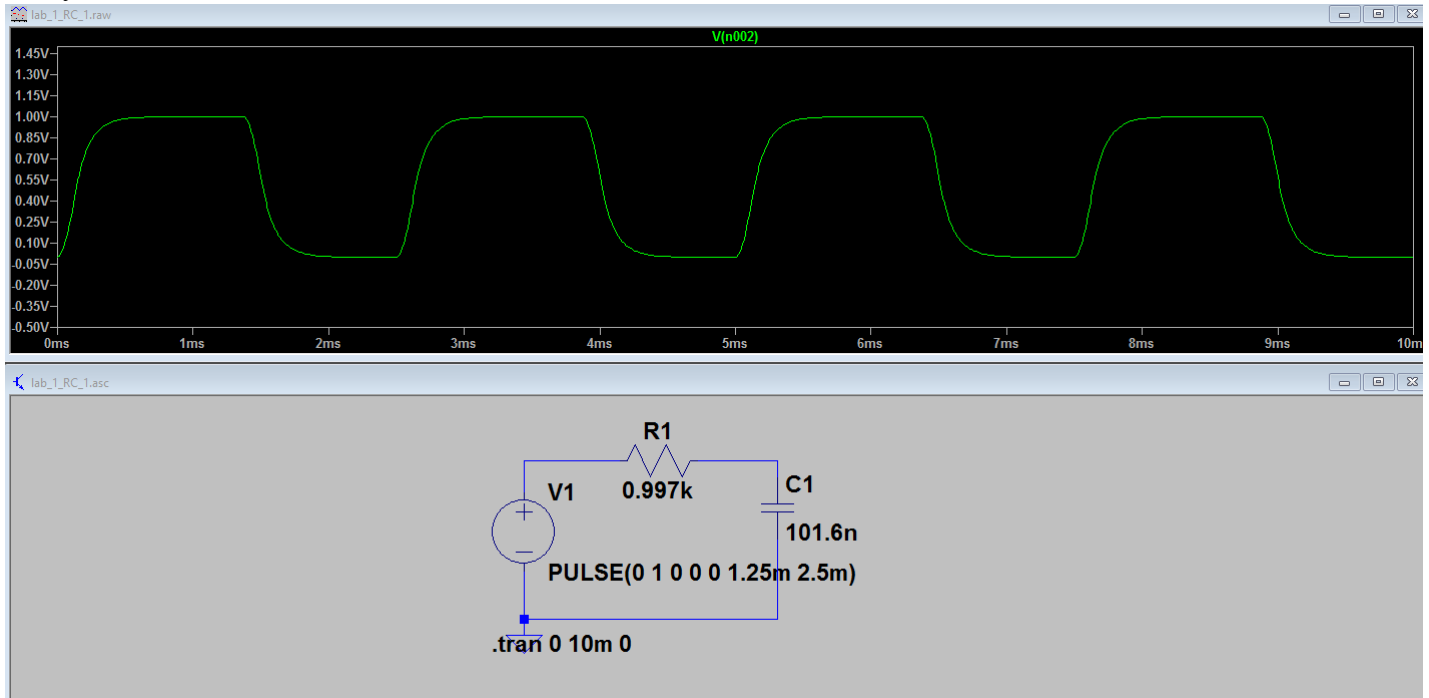
$$t = 5\tau = 5 \times R \times C = 5 \times 101,6 \times 10^{-9} \times 0,997 \times 10^3 = 0,506 \text{ мс}$$

- с. На вхід RC-ланцюжка подали імпульсний сигнал з частотою 0,395 кГц, амплітудою 1В та коефіцієнтом заповнення 50%.

Два щупи осцилографа було підключено відповідно до входу та виходу RC-ланцюжка:



Було проведено симуляцію схеми в LTspice, результати якої також відповідають теоретичним очікуванням:



3. Дослідження RC-фільтру низької частоти

- а. Під час лабораторної роботи було складено RC-ФНЧ з наступними параметрами:

$C = 82 \text{ нФ}$

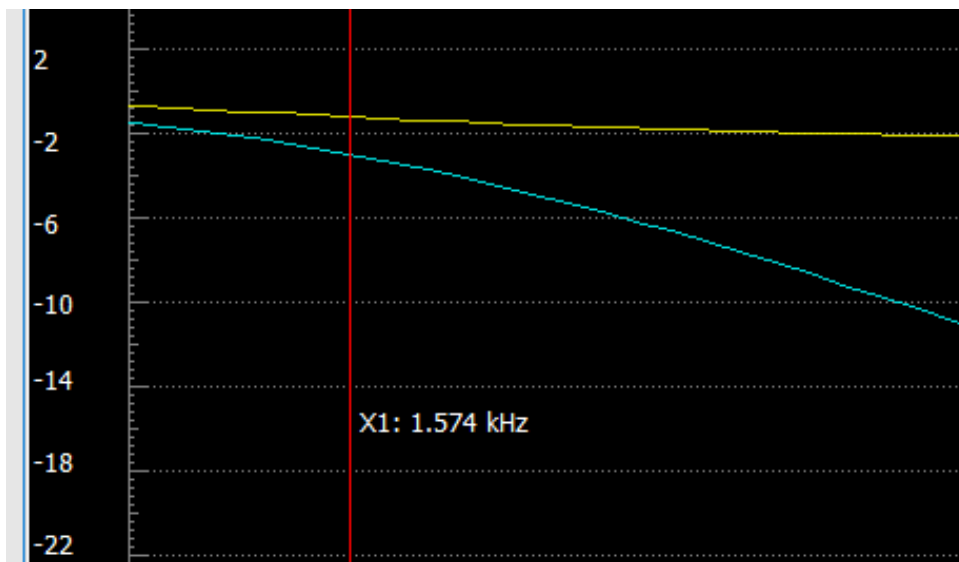
$R = 3,9 \text{ кОм}$

Частота зрізу такого фільтру:

$$f_3 = \frac{1}{2\pi \times R \times C} = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 0,997 \times 10^3 \times 101,6 \times 10^{-9}} \approx 1,571 \text{ кГц}$$

- б. Для визначення АЧХ фільтру, що було складено, використали Network Analyzer у складі плати Analog Discovery. Було отримано наступні результати:





Загальна форма АЧХ відповідає формі з теоретичної бази.

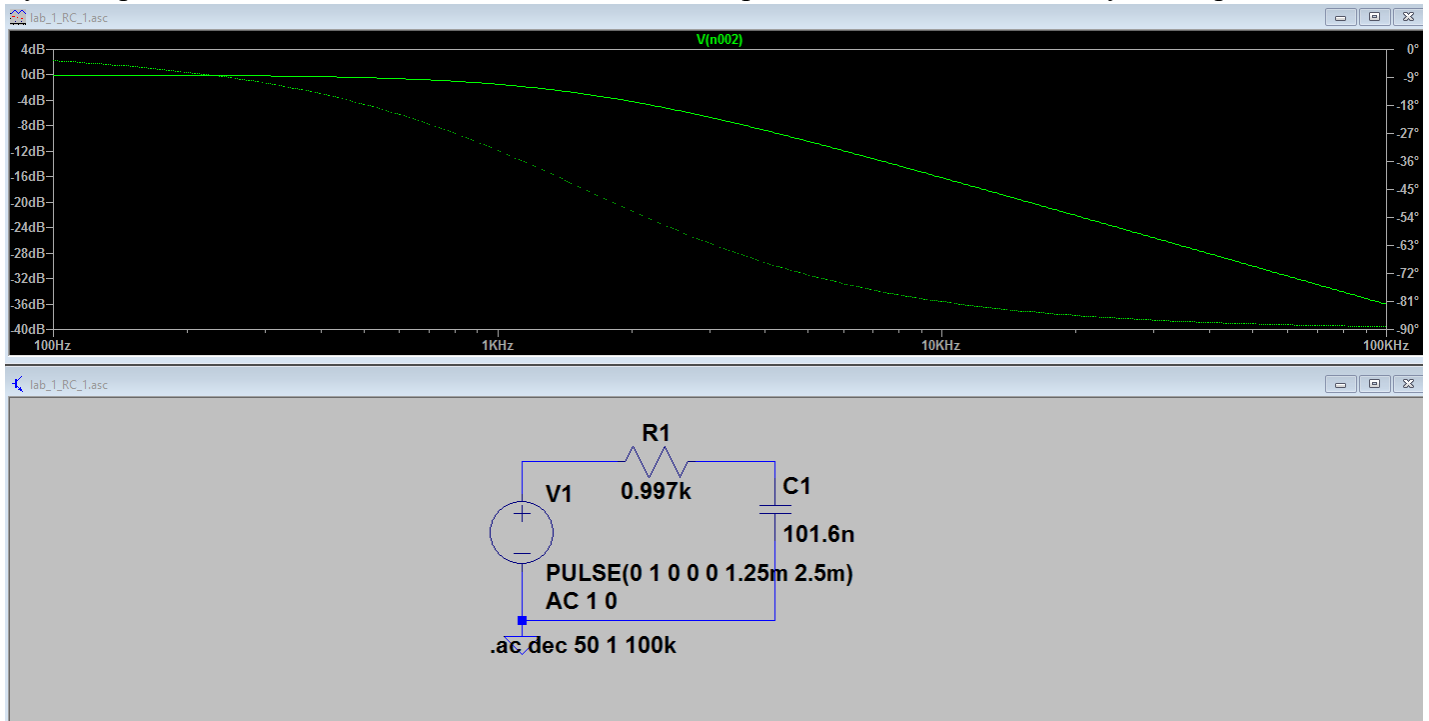
Точка частоти зрізу (-3 дБ) знаходиться на частоті 1,574 кГц, що, з урахуванням похибки, відповідає очікуванням.

- с. Було розраховано ряд значень K_u теоретичного фільтру та порівняно з даними, отриманими експериментально. Результати наведено у таблиці:

№	f , Гц	K_u теоретичне	K_u експеримент.	Похибка, %
1	0	1,000	1	0
2	0,3	0,982	0,983	0,07
3	0,6	0,934	0,935	0,08
4	0,9	0,869	0,88	1,27
5	1,2	0,795	0,801	0,72
6	1,574	0,708	0,709	0,15
7	1,8	0,656	0,662	0,89
8	2,1	0,599	0,601	0,32
9	2,4	0,548	0,55	0,43
10	2,7	0,502	0,505	0,53

Виділено K_u на частоті зрізу. Аналіз похибки вимірювань свідчить про коректність отриманих даних.

d. Було проведено моделювання RC-ФНЧ в LTspice, під час якого було отримано АЧХ:



Форма АЧХ відповідає теоретичній та загалом співпадає з виміряною з урахуванням масштабу.

Висновки

Було проведено дослідження роботи суматора на резисторах та RC-ланцюжка. Під час проведення лабораторної роботи зняли вихідну осцилограму суматора при постійному та змінному сигналі на вході, частотну та перехідну характеристики RC-фільтру. Такі ж самі експерименти повторили у LTspice XVII та порівняли результати. Те що данні отримані в наслідок експеременту та симуляції збігаються, за винятком похибки вимірювань та розрахунків, підтверджує правильне виконання експеременту.