

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

Сергієнко А.В.

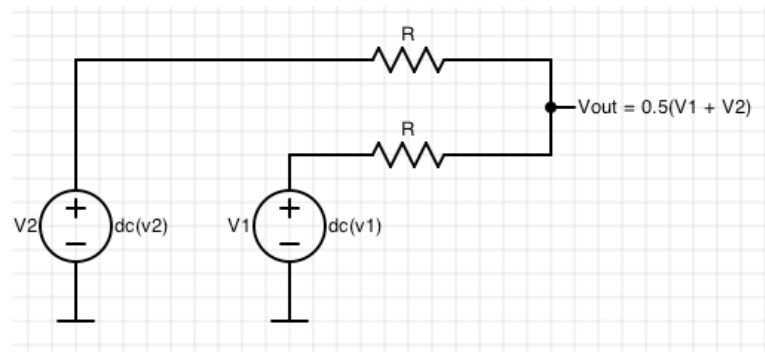
Перевірив:

доц. Короткий Є В.

Київ – 2017

## 1. Дослідження суматора напруги на резисторі

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

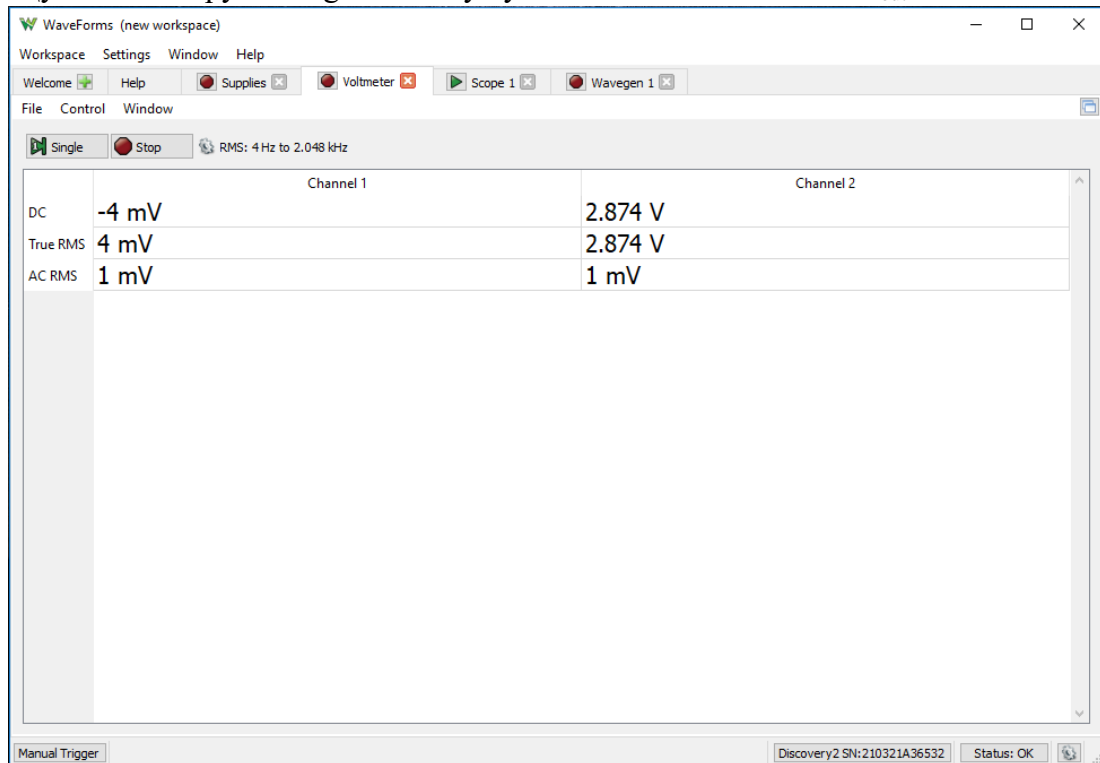


У якості джерел напруги було використано керовані джерела, включенні в плату Analog Discovery 2. R було вибрано 99 кОм, як значно більші за внутрішній опір джерел.

Напруги джерел було налаштовано наступним чином:



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



Результати вимірювань склали -2.874 В, що з урахуванням похибок, відповідає теоретичним передбаченням:

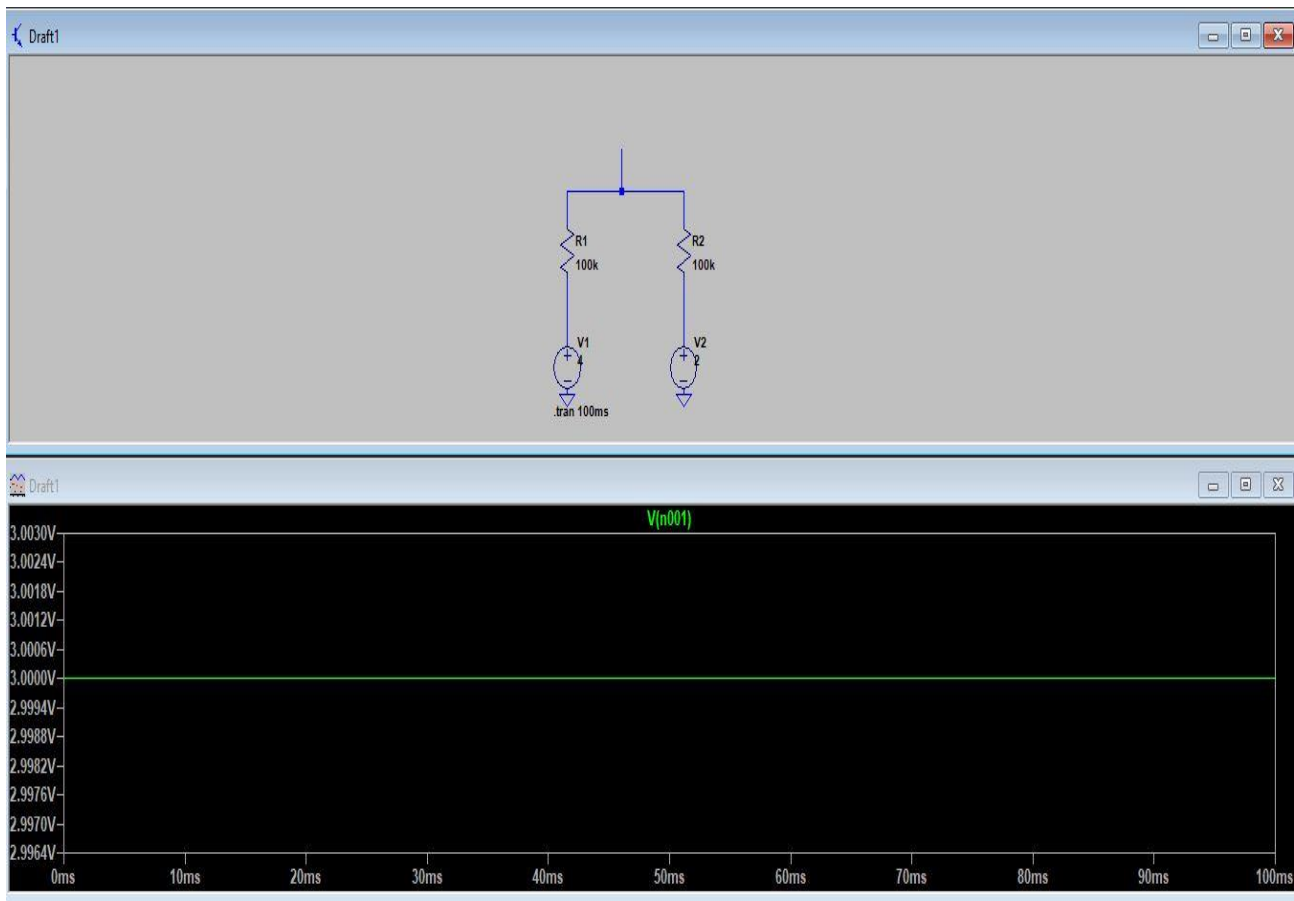
- b. Симуляція суматора в LTspice для постійного сигналу

$$V_1 = 4V$$

$$V_2 = 2V$$

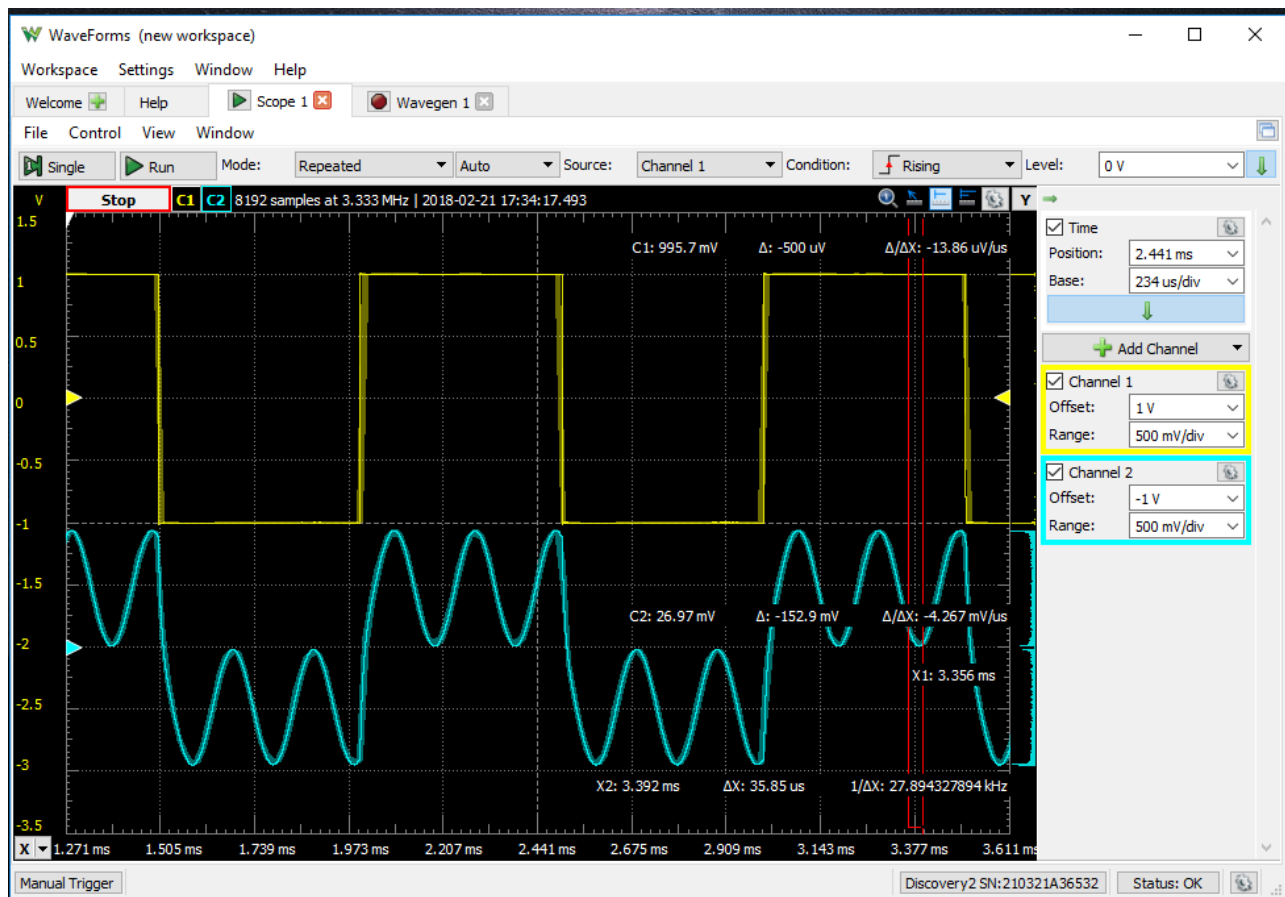
$$V_{out} = 3V$$

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



На суматор було подано два сигналу – імпульсний, амплітудою 2В, частотою 1 кГц та коефіцієнтом заповнення 50%, та синусоїдальний, амплітудою 2В та частотою 2 кГц. До виходу суматора було під'єднано один зі входів осцилографу, інший вхід було підключено до виходу генератора:



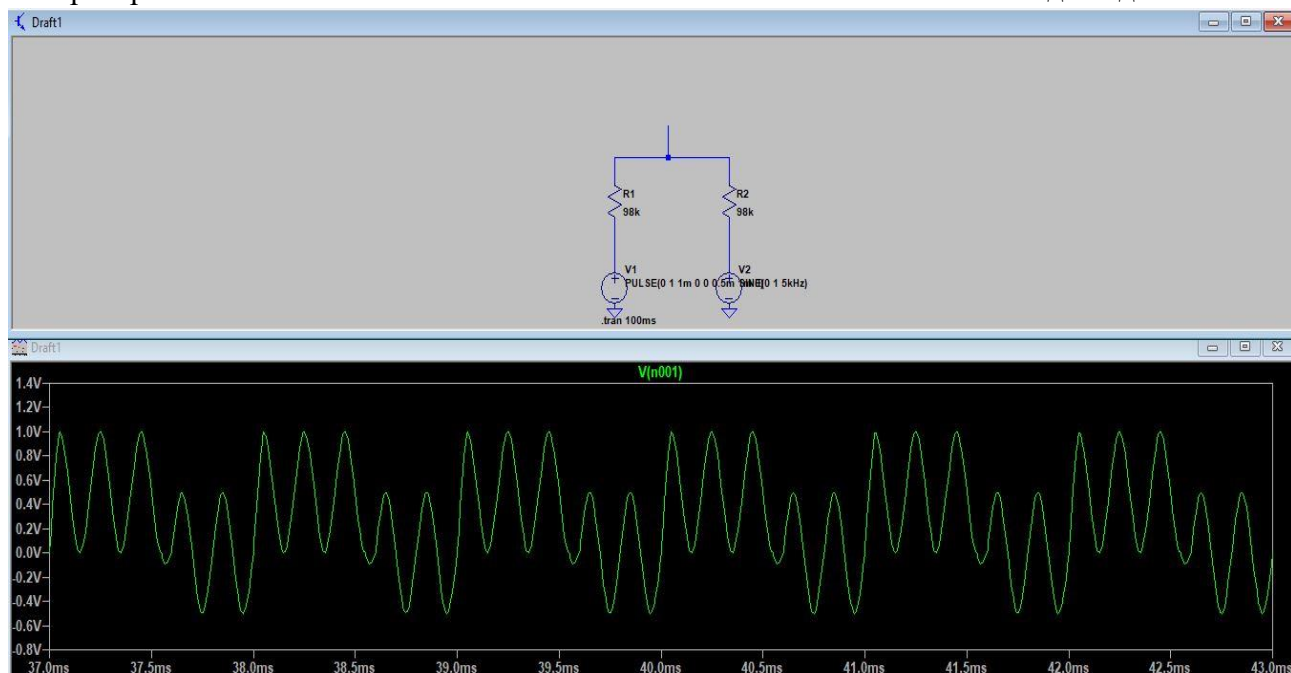


спостерігали комбінацію двох вхідних сигналів, що відповідає теоретичним очікуванням.

Налаштування осцилографу: 1В/клітинка, 234 мкс/клітинка вертикальне зміщення 0.5В, -0.5В для каналів відповідно.

с. Симуляція суматора в LTspice для змінного сигналу:

Джерела налаштовано аналогічно до налаштувань генератору під час лабораторного дослідження. Отриманий вихідний сигнал відповідає за формою сигналу з лабораторних досліджень:



## 2. Дослідження RC-ланцюжка.

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

$$C = 90 \text{ нФ}$$

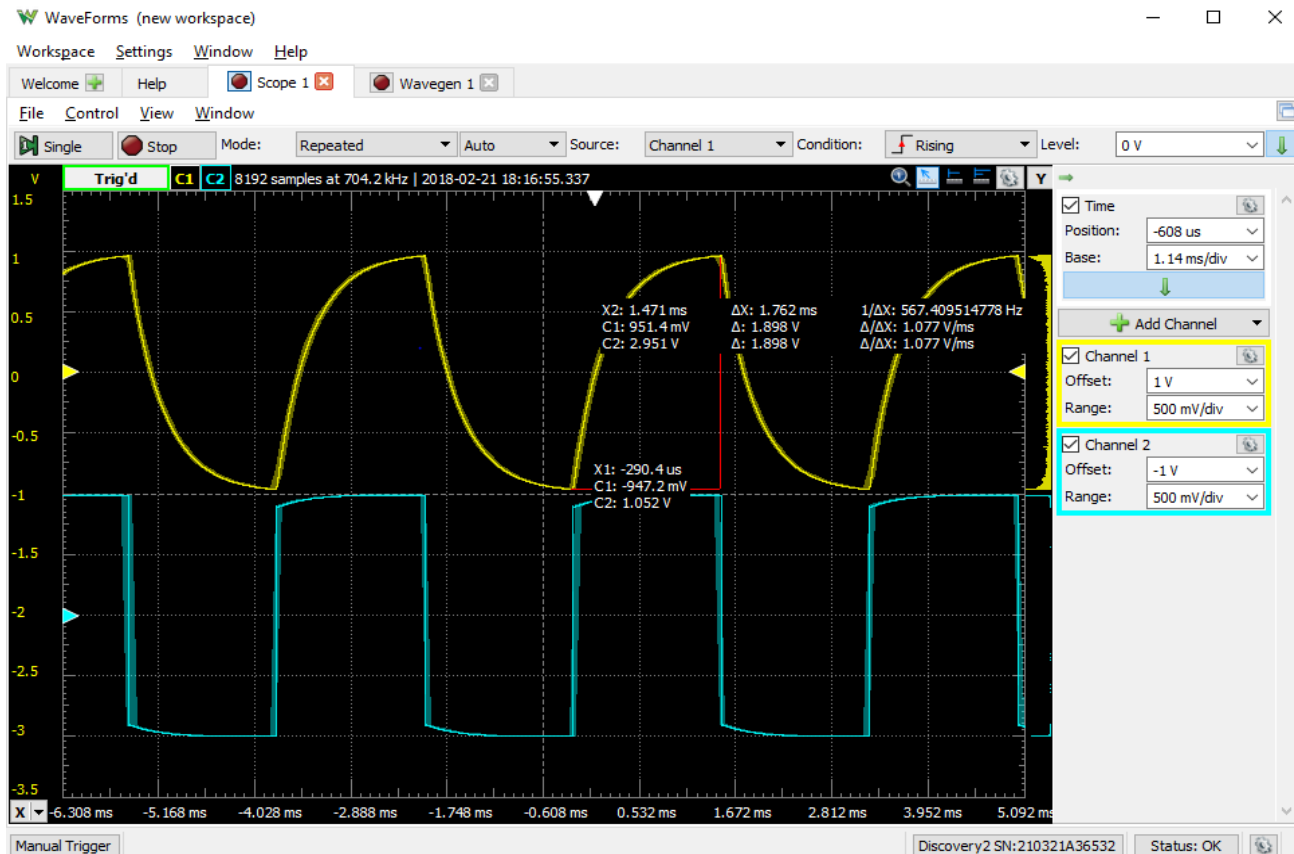
$$R = 3,9 \text{ кОм}$$

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

$$t = 5\tau = 5 \times R \times C = 5 \times 90 \times 10^{-9} \times 3,9 \times 10^3 = 1,75 \text{ мс}$$

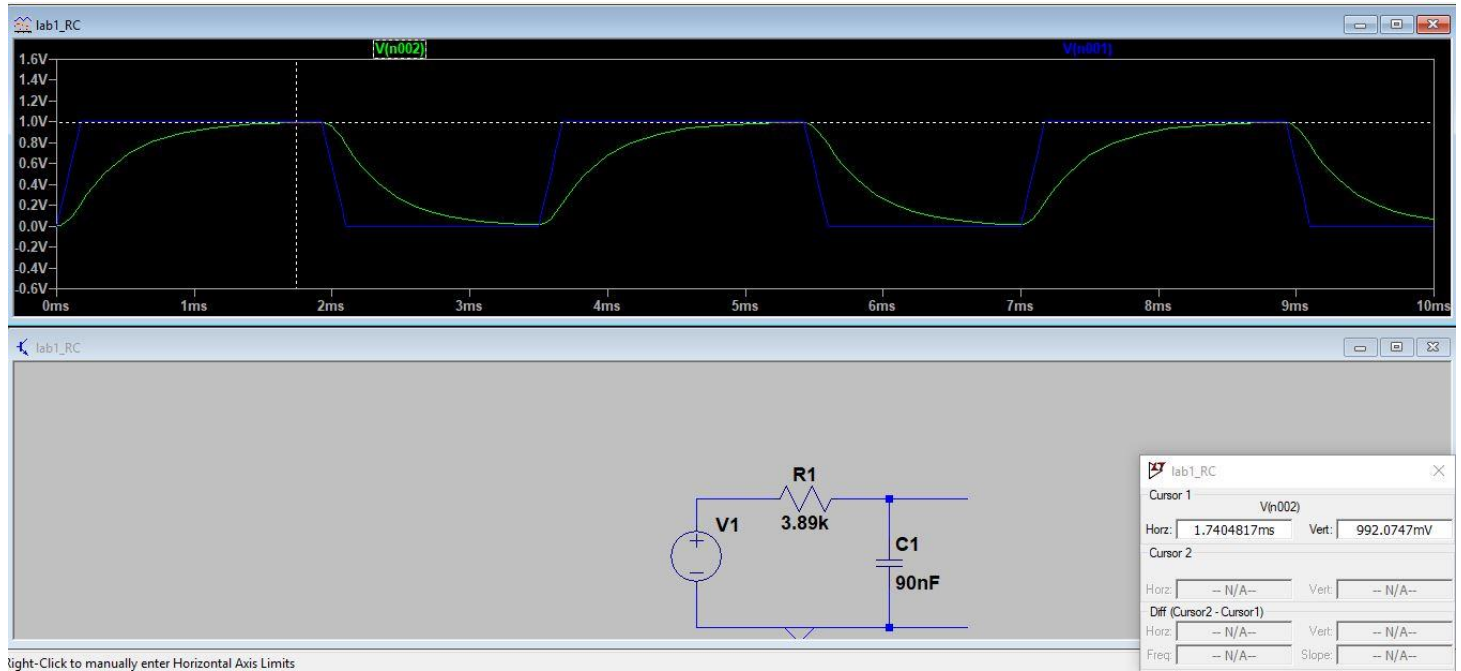
- с. На вхід RC-ланцюжка подали імпульсний сигнал з частотою 285 Гц, амплітудою 1В та коефіцієнтом заповнення 50%.

Два щупи осцилографа було підключено відповідно до входу та виходу RC-ланцюжка, параметри осцилографа: -608 мкс/клітинку, 0.5 В/клітинку:



Після фронту вхідного сигналу відповідає 99% заряду/розряду конденсатору, що відповідає теоретичним очікуванням.

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:

$C = 90 \text{ нФ}$

$R = 3,9 \text{ кОм}$

Частота зрізу такого фільтру:

$$f_z = \frac{1}{2\pi \times R \times C} = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 3,9 \times 10^3 \times 90 \times 10^{-9}} \approx 454 \text{ Гц}$$

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



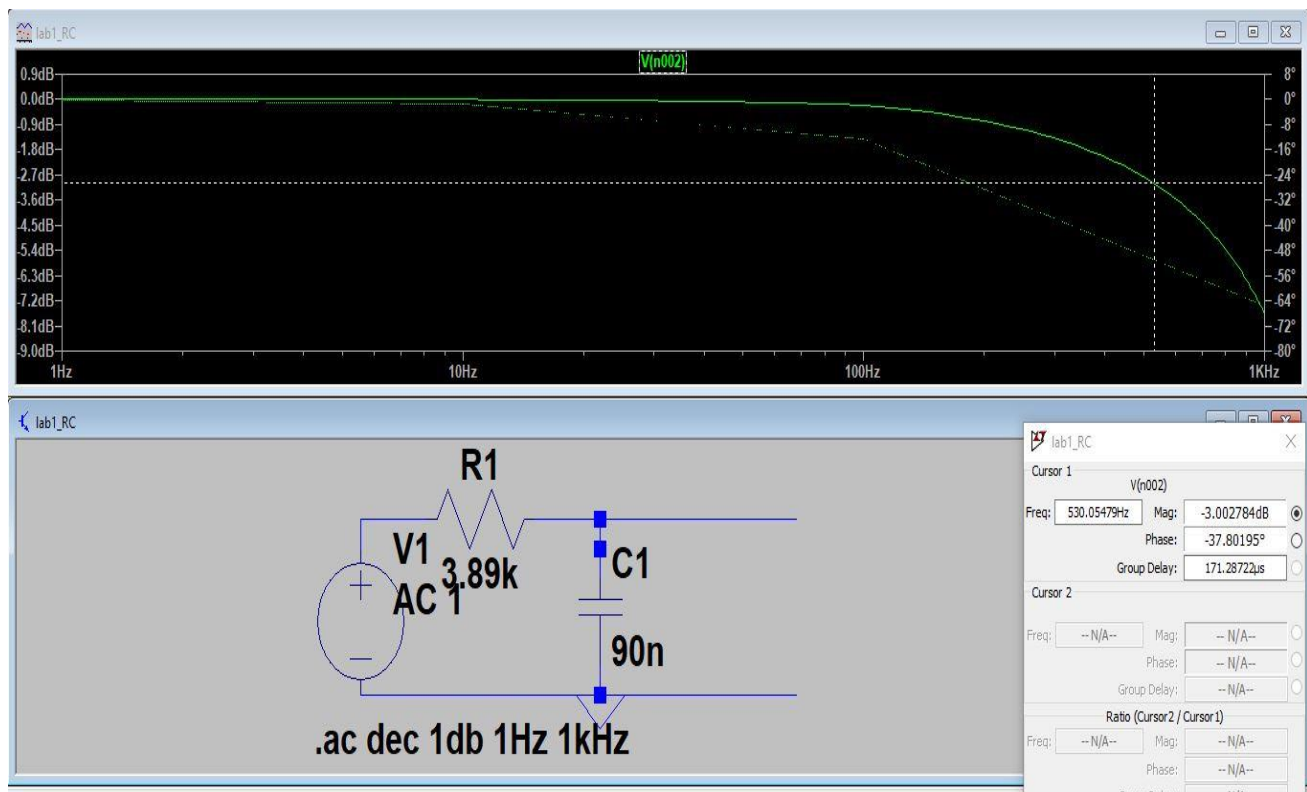
Загальна форма АЧХ відповідає формі з теоретичної бази.

Точка частоти зрізу (-3 дБ) знаходиться на частоті 530 Гц, що, з урахуванням похибки, відповідає очікуванню.

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	1	1	1 <sub>0</sub>	-
2	100	0,967	0,962	0,5
3	200	0,893	0,882	1,23
4	300	0,809	0,787	2,72
5	400	0,711	0,698	1,83
6	454	0,669	0,654	2,24
7	500	0,634	0,62	2,21
8	600	0,557	0,553	0,72
9	700	0,505	0,497	1,58
10	800	0,454	0,45	0,88

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



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**