

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

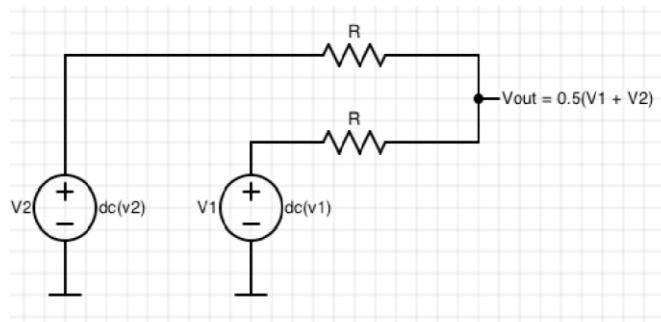
Звіт  
З виконання лабораторної роботи №1  
з дисципліни “Аналогова електроніка - 1”

Виконав:  
студент групи ДК-62  
Сокол Я. В.

Перевірив:  
доц. Короткий Є В.

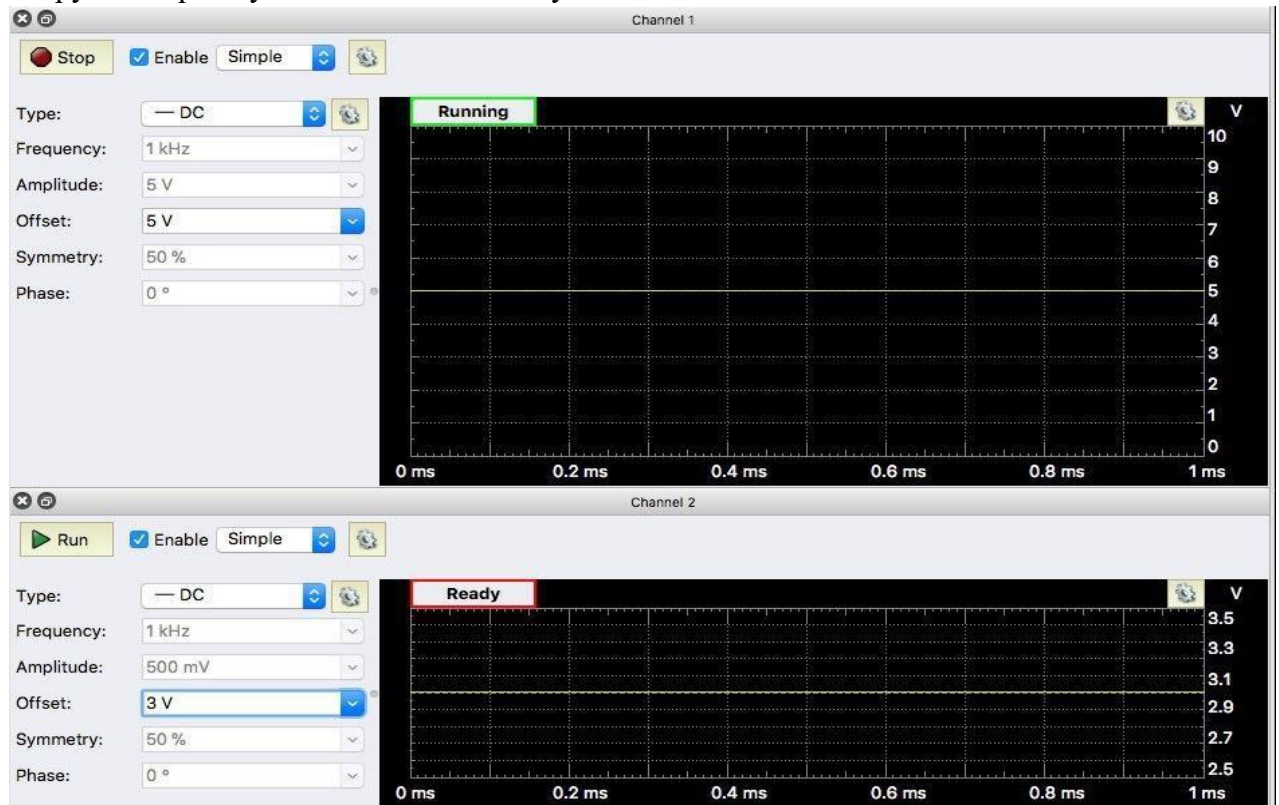
## 1) Дослідження суматора напруги на резисторі

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



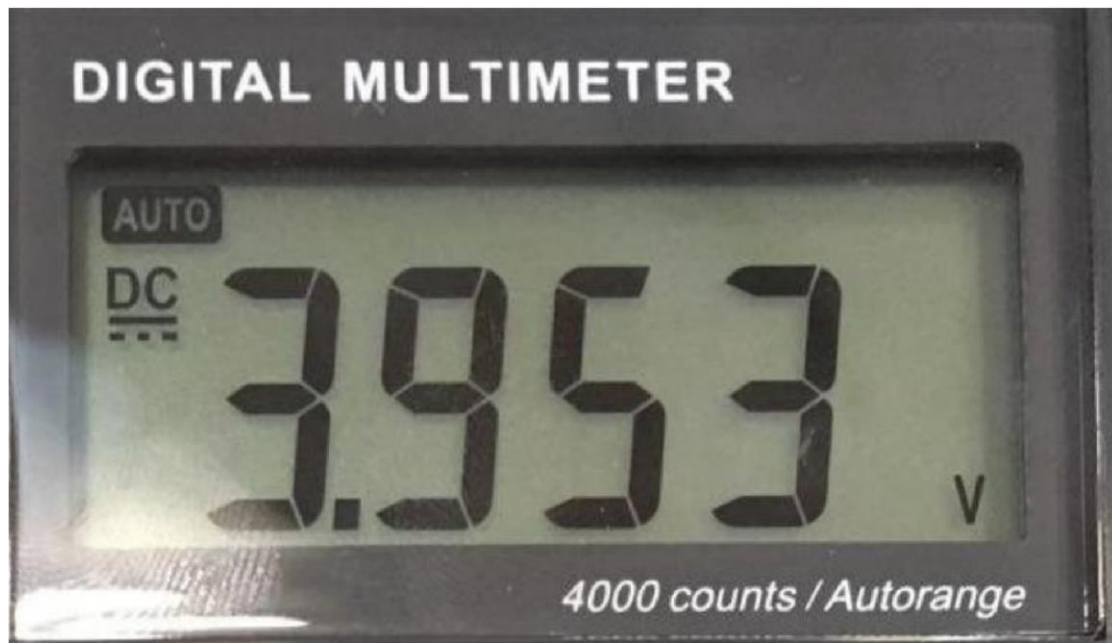
У якості джерел напруги було використано керовані джерела, включенні в плату Analog Discovery 2. Резистори були вибрані з номіналами 200кОм, які є значно більшими за внутрішній опір джерел.

Напруги джерел було налаштовано наступним чином:



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

Результати вимірювань склали 3,953 В, що з урахуванням похибок, відповідає теоретичним передбаченням:

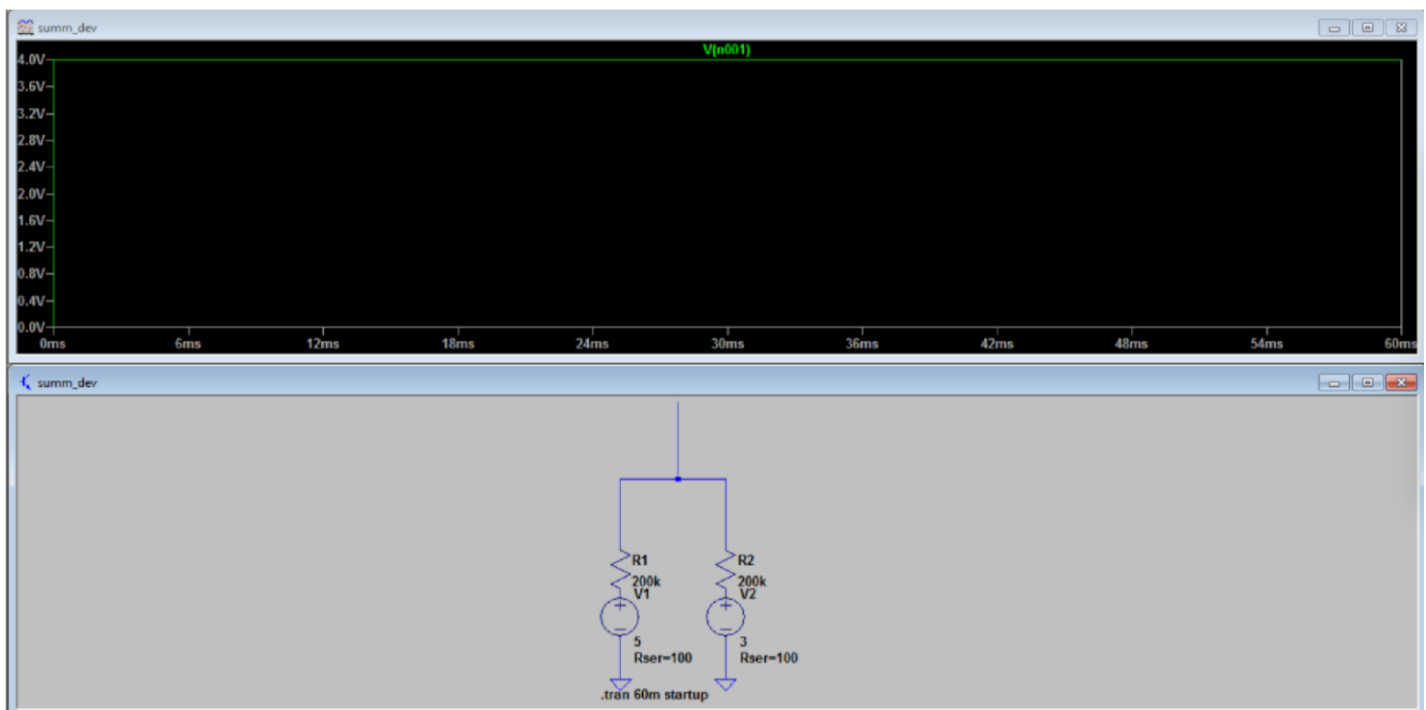


б) Симуляція суматора в LTspice для постійного сигналу

$$V_1 = 5V$$

$$V_2 = 3V$$

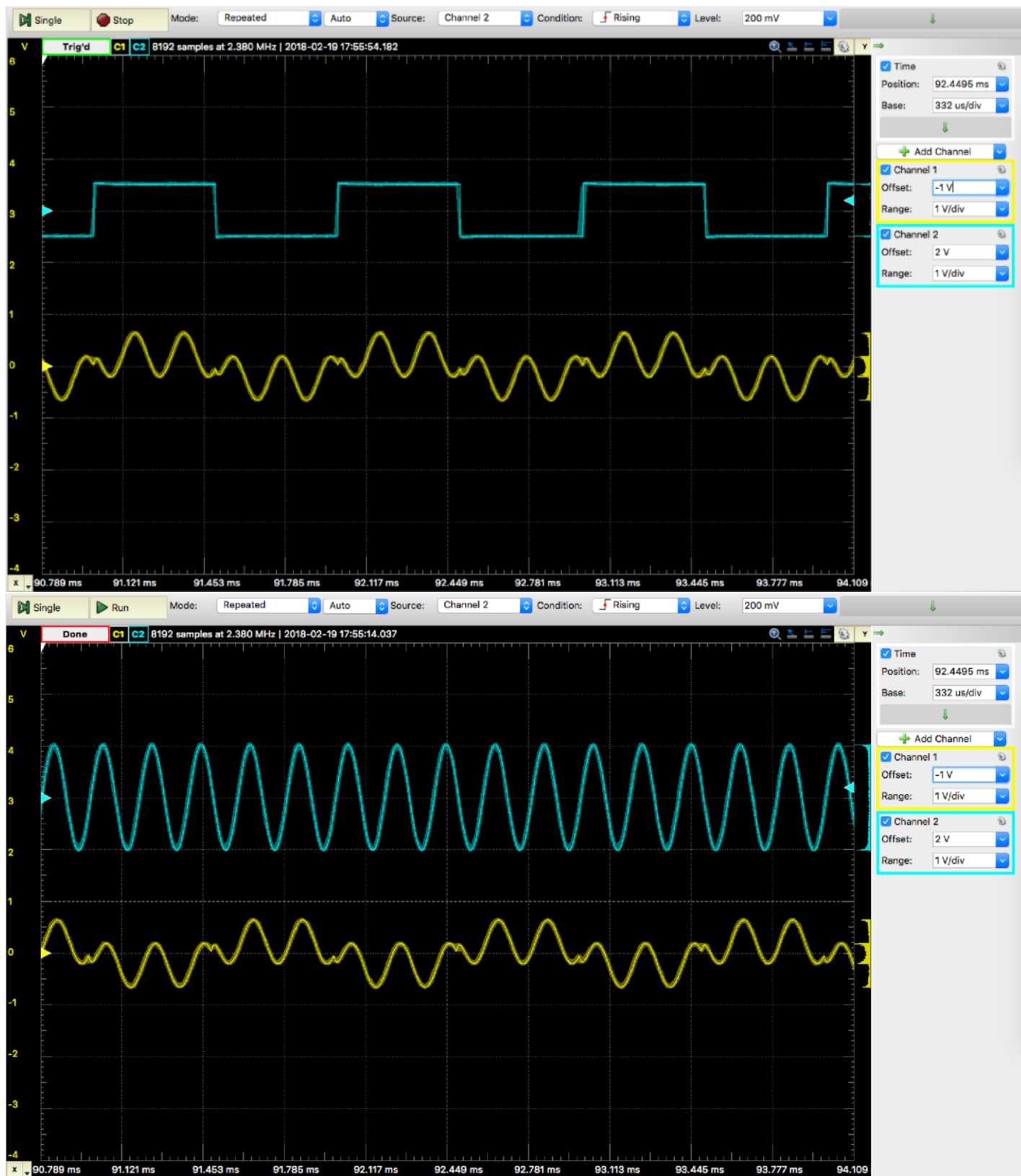
$$V_{out} = 4V$$



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

с) На суматор було подано два сигнали – імпульсний, амплітудою 1В, частотою 1 кГц та коефіцієнтом заповнення 50%, та синусоїдальний, амплітудою 1В та частотою 5 кГц.

д) До виходу суматора було під'єднано один зі входів осцилографу, інший вхід було підключено до виходу генератора:

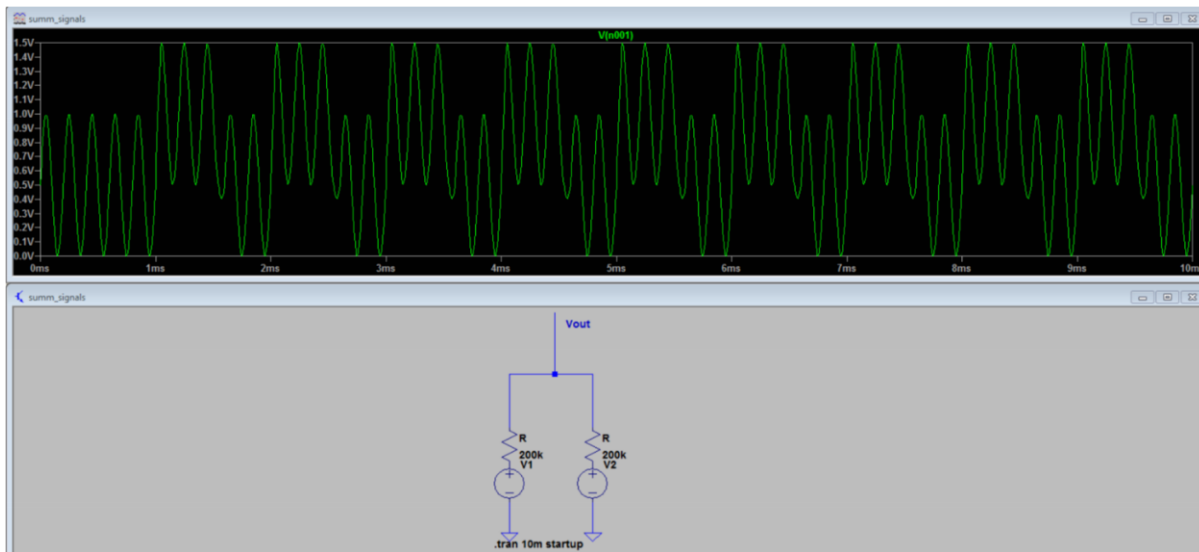


На виході суматора спостерігали комбінацію двох вхідних сигналів, що відповідає теоретичним очікуванням.

е) 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 з наступними параметрами:  $C = 4.7 \text{ мкФ}$

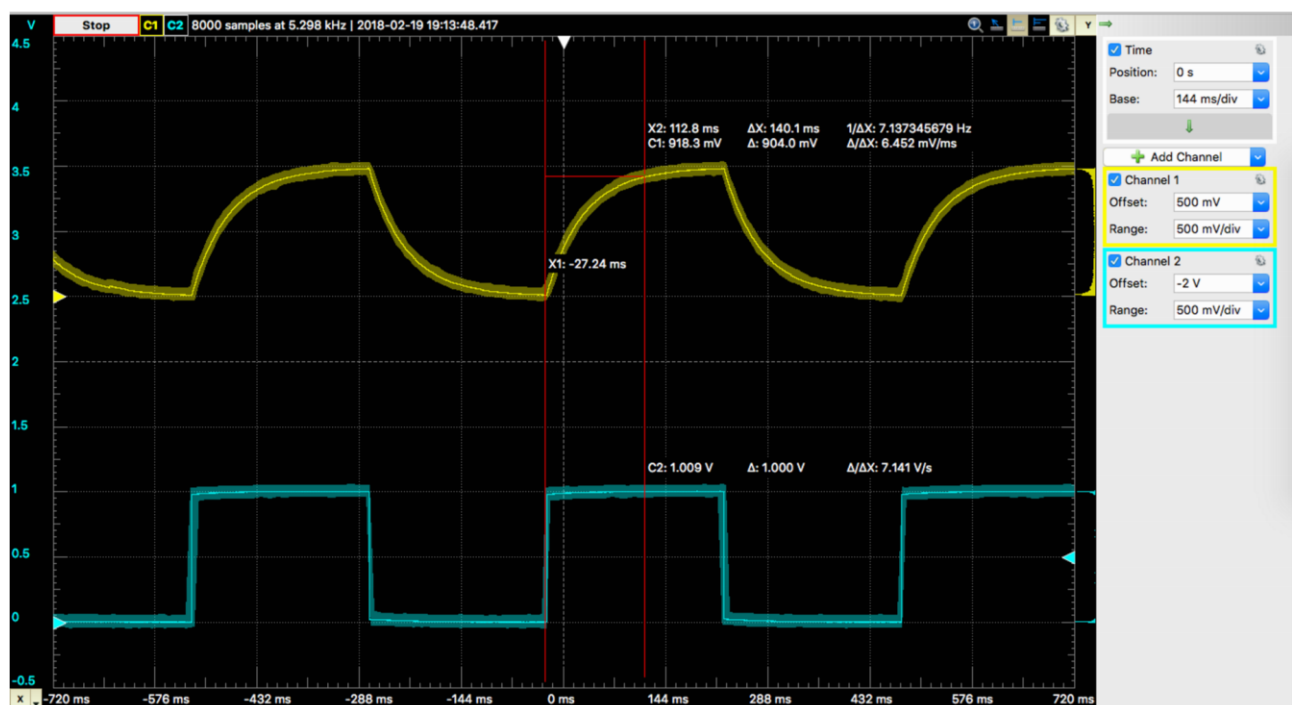
$$R = 10 \text{ кОм}$$

б) Тривалість заряду/розряду до 95% складає:

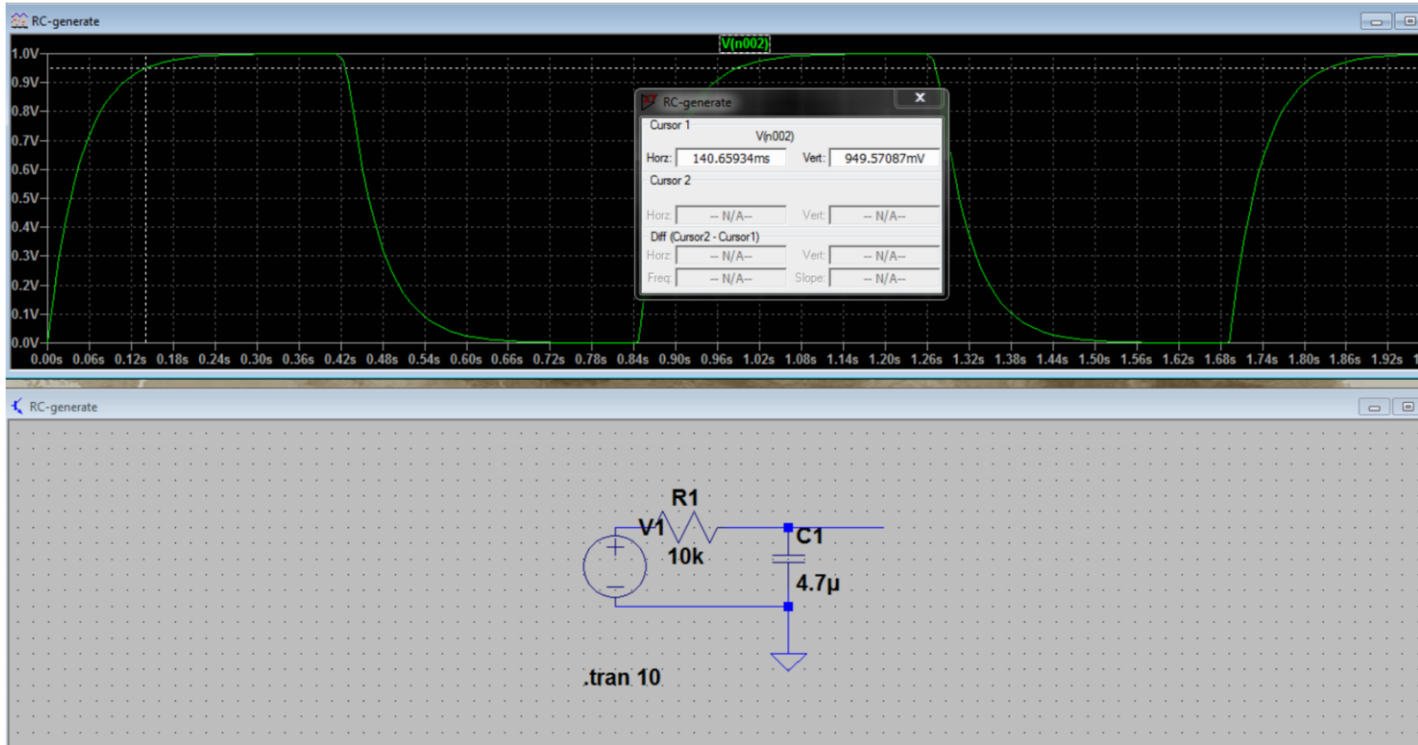
$$t = 3\tau = 3 \times R \times C = 3 \times 4,7 \times 10^{-6} \times 10 \times 10^3 = 140 \text{ мс}$$

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

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



d) 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:

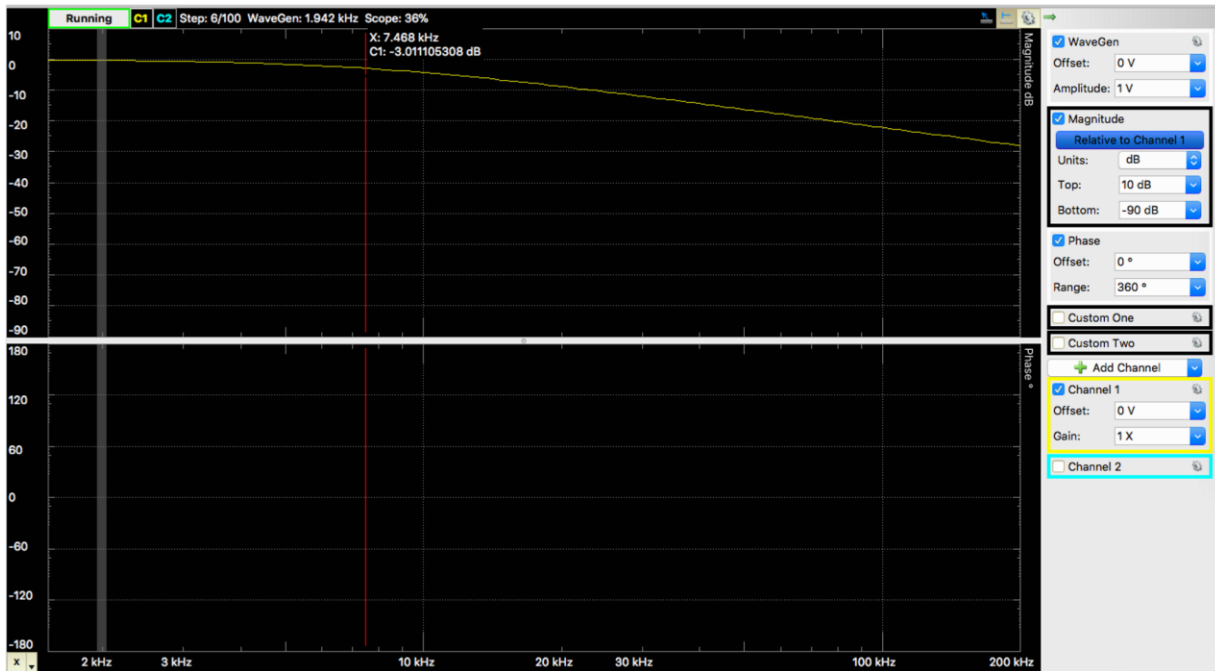
$$C = 2 \text{ нФ}$$

$$R = 10 \text{ кОм}$$

Частота зрізу такого фільтру:

$$f_3 = \frac{1}{2\pi \times R \times C} = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 10 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-9}} \approx 7,96 \text{ кГц}$$

б) Для визначення АЧХ фільтру, що було складено, використали Network Analyzer у складі плати Analog Discovery.

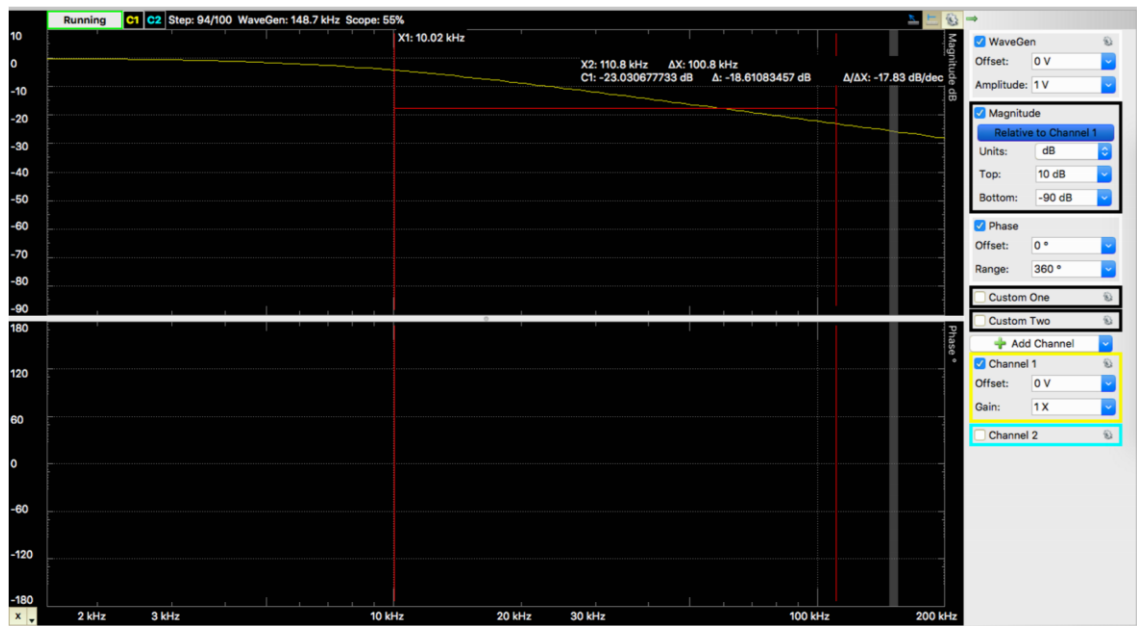


с) Було отримано наступні результати:

Загальна форма АЧХ відповідає формі з теоретичної бази.

Точка частоти зрізу (-3 дБ) знаходиться на частоті 7.468 кГц, що, з урахуванням похибки, відповідає очікуванням.

Швидкість спадання АЧХ - 20дБ/дек. також спостерігається у виміряній АЧХ, що відповідає очікуванням:





d) 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	10	0,966	1	3,5
2	3000	0,918	0,871	5,1
3	4000	0,873	0,871	0,2
4	5000	0,823	0,822	0,1
5	6000	0,768	0,773	0,7
6	7000	0,716	0,725	1,3
7	<b>7300</b>	<b>0,735</b>	<b>0,721</b>	<b>1,9</b>
8	8000	0,703	0,68	3,3
9	9000	0,661	0,64	3,2
10	10000	0,621	0,6	3,4
11	11000	0,584	0,57	2,4

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

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



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

### Висновки

Було виконано дослідження роботи суматора на резисторах та RC-ланцюжка в умовах роботи з гармонійним і імпульсним сигналом. Під час роботи зняли вихідну осцилограму суматора при постійних та змінних сигналах на вході, частотну та перехідну характеристики RC-фільтру. Проведенні експерименти повторили у симуляторі та порівняли результати. Збіжність даних симуляції та експерименту підтверджують коректність експериментів при урахуванні деякої похибки вимірювань.