

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КІЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
КАФЕДРА КОНСТРУЮВАННЯ ЕОА**

ЗВІТ

з лабораторної роботи №1
по курсу «Аналогова схемотехніка»
на тему

«Дослідження суматора напруг на резисторах, RC ланцюжка та RC фільтрів»

Виконав:

студент гр. ДК-72

Волинко Н. А.

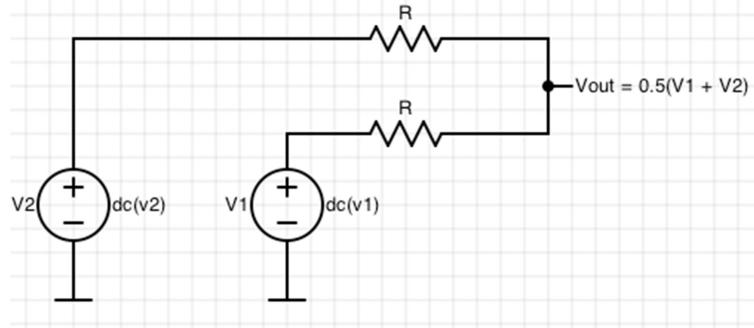
Перевірив:

доцент

Короткий Є. В.

1. Дослідження суматора напруги на резисторі

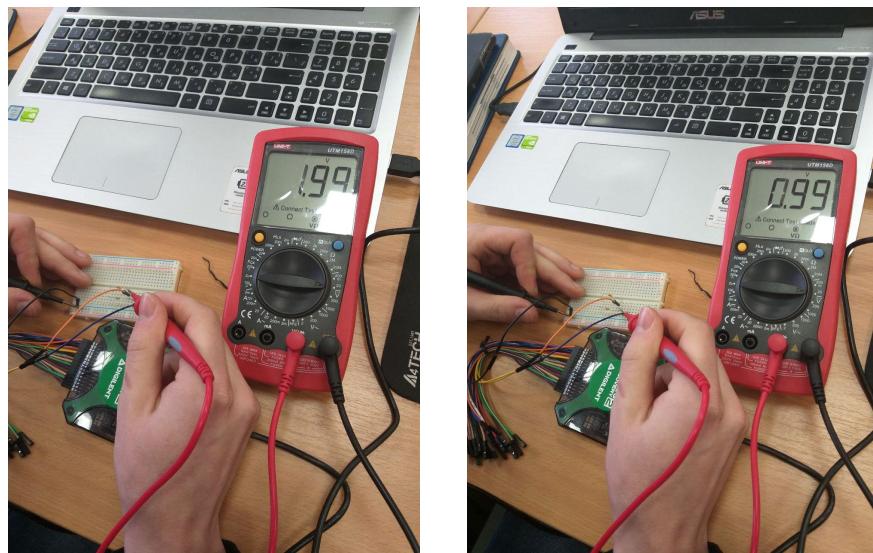
а. Під час лабораторного заняття було складено суматор напруги за наступною



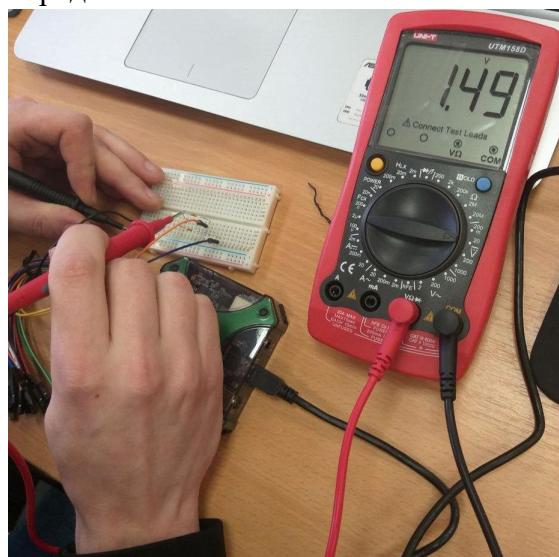
схемою:

У якості джерел напруги було використано керовані джерела, включені в плату Analog Discovery 2. Опір резистора R було вибрано 30 кОм, як значно більші за внутрішній опор джерел.

Напруги джерел було налаштовано наступним чином: $U_1 = 2 \text{ В}$; $U_2 = 1 \text{ В}$;



Для вимірювання вихідної напруги було використано мультиметер. Щуп вольтметру Unit-T було підключено до точки V_{out} . Результати вимірювань склали 1.49 В, що з урахуванням похибок, відповідає теоретичним передбаченням:

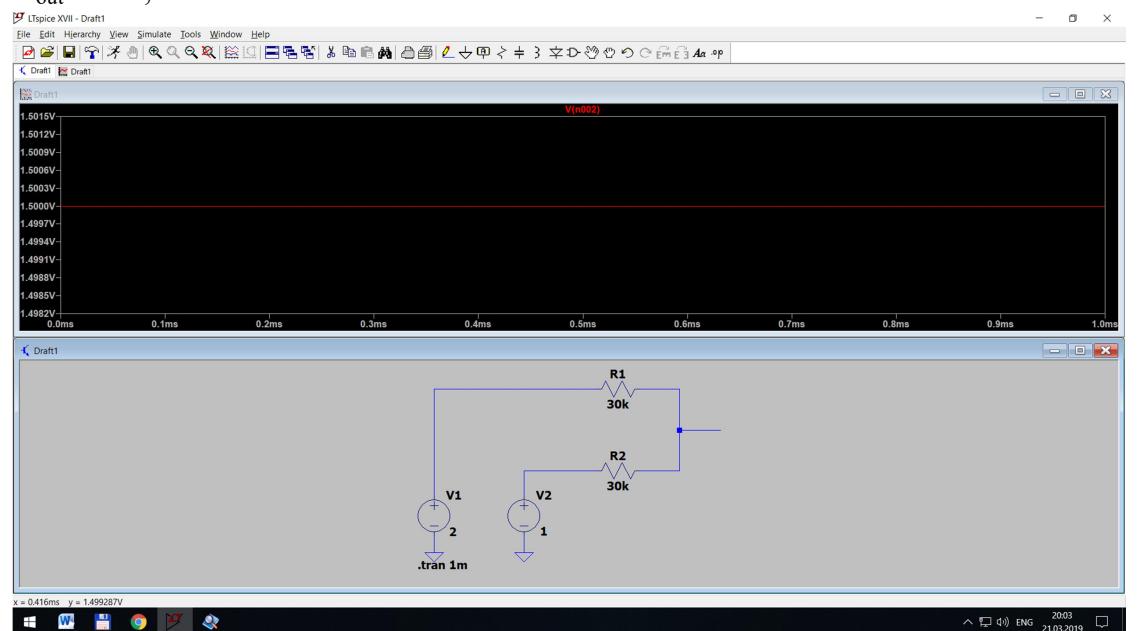


b. Симуляція суматора в LTspice для постійного сигналу

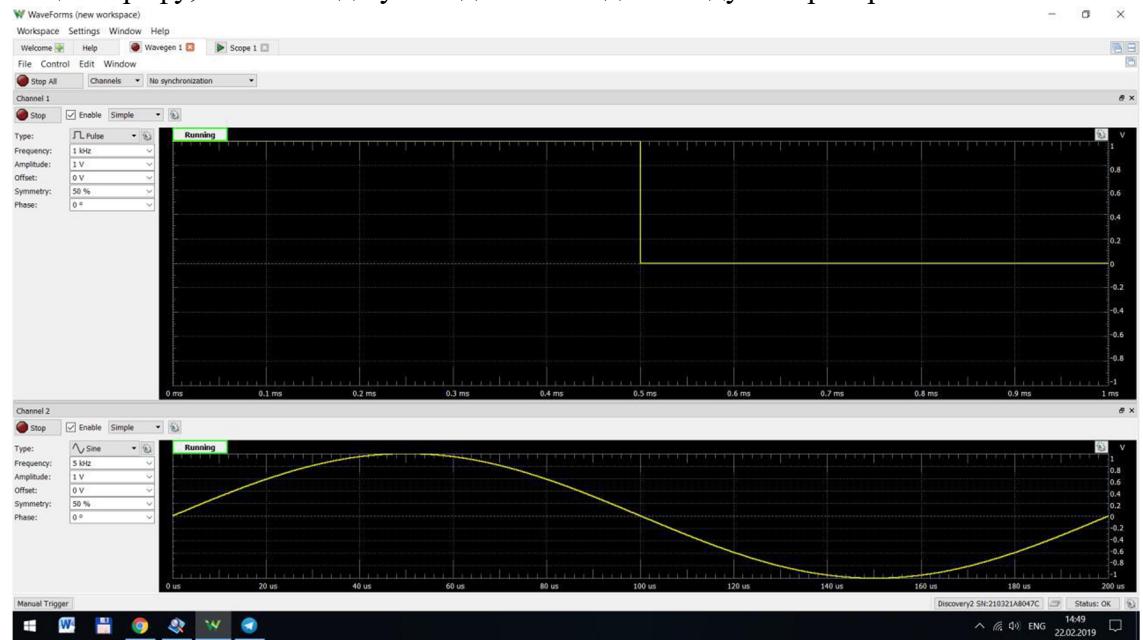
$$V_1 = 2 \text{ V};$$

$$V_2 = 1.5 \text{ V};$$

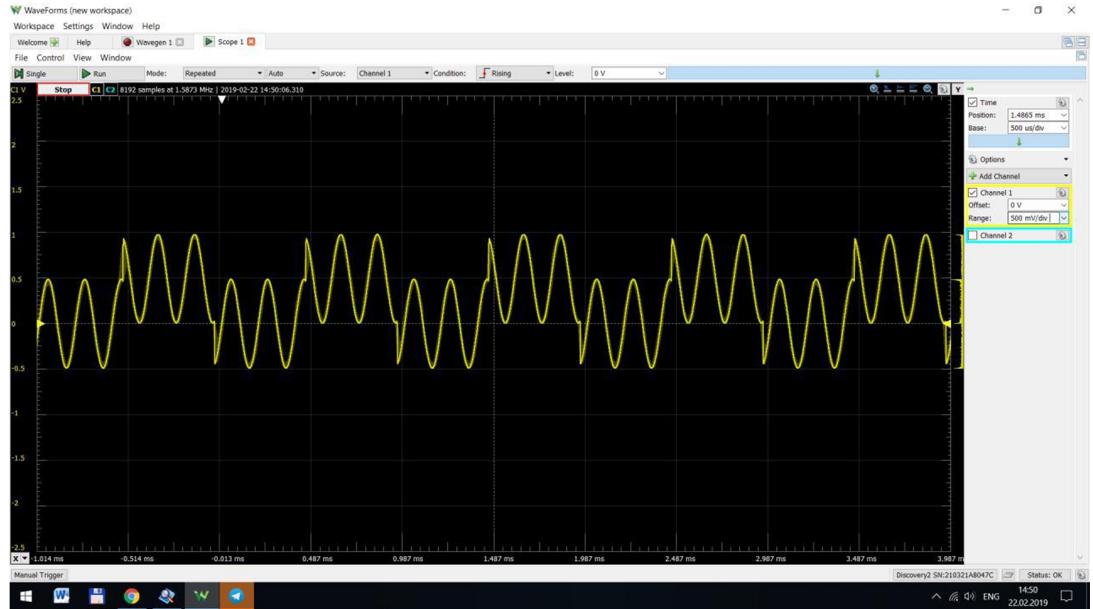
$$V_{\text{out}} = 1 \text{ V};$$



На суматор було подано два сигналу – імпульсний, амплітудою 1В, частотою 1 кГц та коефіцієнтом заповнення 50%, та синусоїдальний, амплітудою 1В та частотою 5 кГц. До виходу суматора було під'єднано один зі входів осцилографу, інший вхід було підключено до виходу генератора:



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



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

Налаштування осцилографу: 0.5В/клітинка, 500 мкс/клітинка вертикальне зміщення 0.5В;

- Симуляція суматора в LTspice для змінного сигналу:



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

3. Дослідження RC-ланцюжка.

- Під час лабораторної роботи було складено інтегруючий RC-ланцюжок с наступними параметрами:
 $C = 150\text{nF}$;
 $R = 1 \text{k}\Omega$;
- Тривалість заряду/розряду до 99% складає:

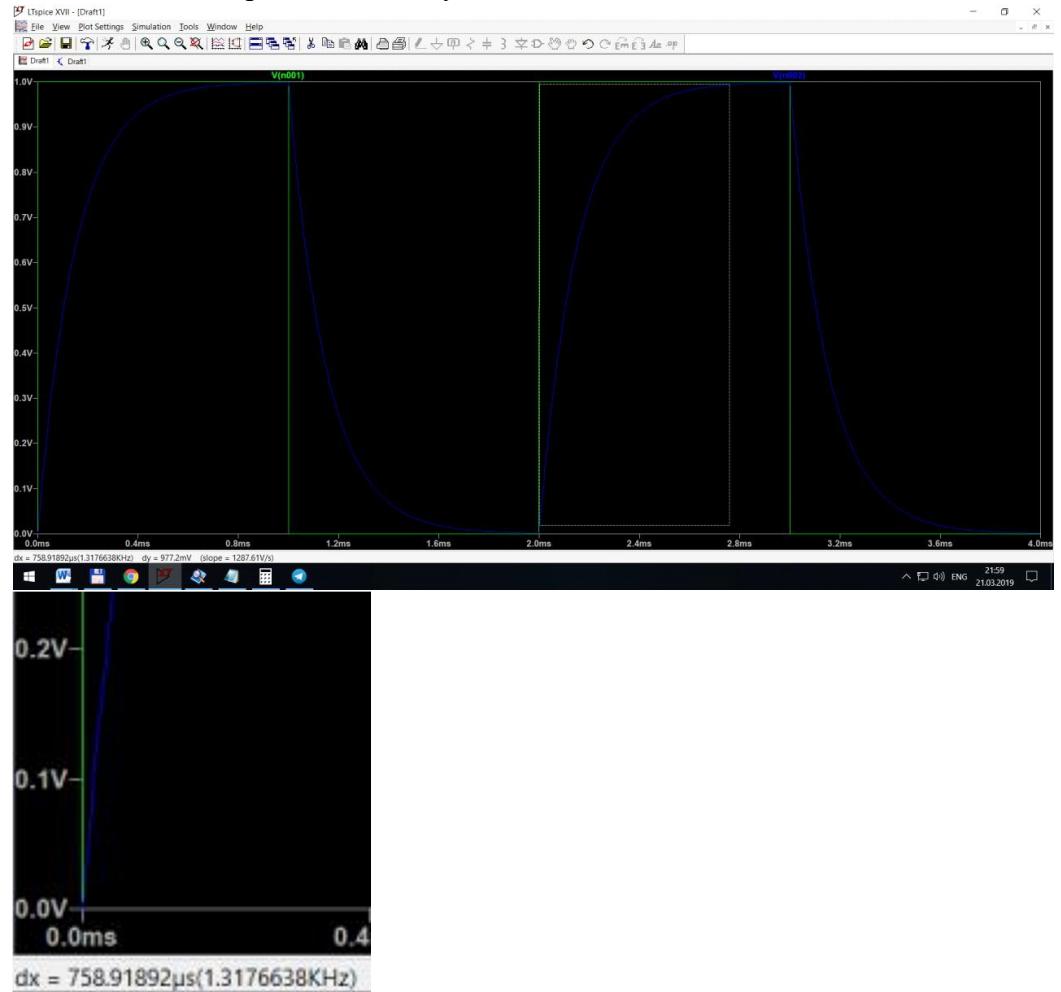
$$t = 5\tau = 5 \times R \times C = 5 \times 150 \times 10^{-9} \times 1 \times 10^3 = 0,75 \text{ мс}$$
- На вхід RC-ланцюжка подали імпульсний сигнал з частотою 1,3 кГц, амплітудою 1В та коефіцієнтом заповнення 50%.

Два щупи осцилографа було підключено відповідно до входу та виходу RC-ланцюжка, параметри осцилографа: 500 мкс/клітинку, 0.5 В/клітинку:



Можемо бачити, що при вимірюванні лінійку було поставлено не в точку повного заряду конденсатора і тому час заряду не співпадає з розрахованим і рівний 581 мкс, але якщо лінійку поставити в правильну точку, то можна сказати, що в такому разі час приблизно зійдеться. І тоді час 750 мкс відповідає 99% заряду/розряду конденсатору, що відповідає теоретичним очікуванням.

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



4. Дослідження RC-фільтру низької частоти

- a. Під час лабораторної роботи будо складено RC-ФНЧ з наступними параметрами:

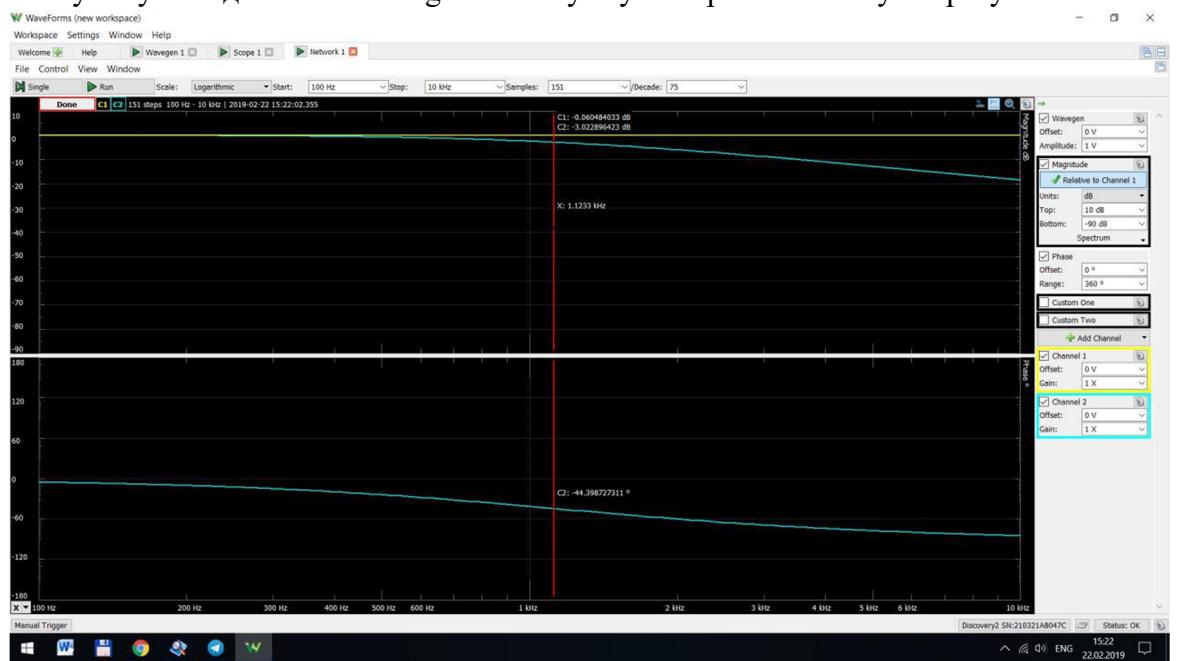
$$C = 150 \text{ нФ};$$

$$R = 1 \text{ кОм};$$

Частота зрізу такого фільтру:

$$f_3 = \frac{1}{2\pi \times R \times C} = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 1 \times 10^3 \times 150 \times 10^{-9}} \approx 1062 \text{ Гц}$$

- b. 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.

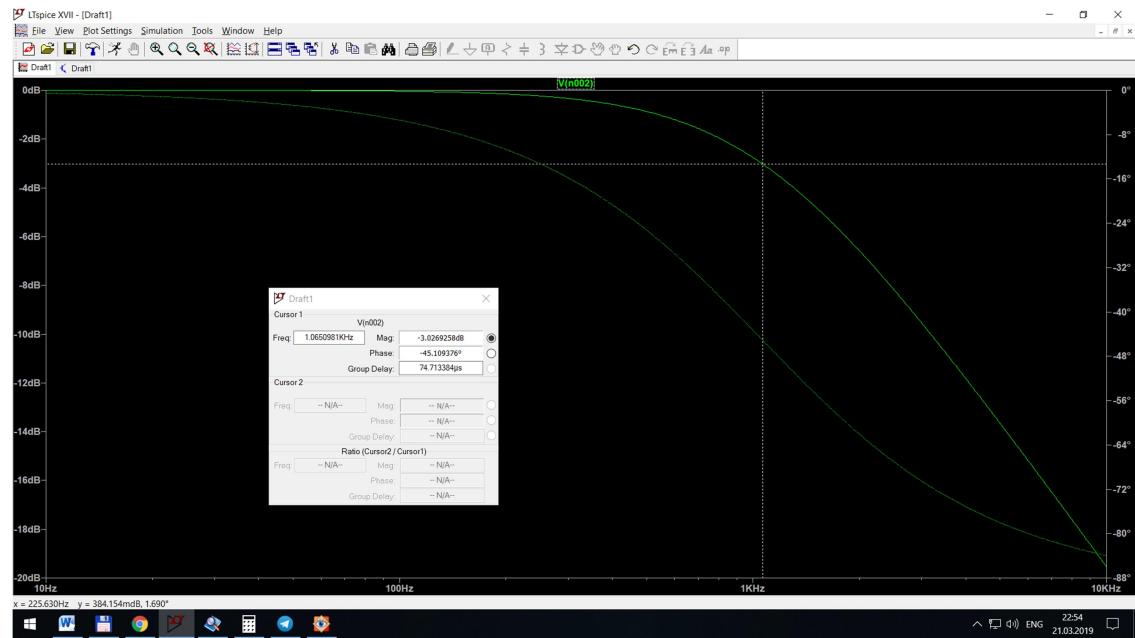
Точка частоти зрізу (-3 дБ) знаходиться на частоті 1123 Гц, що, з урахуванням похибки, відповідає очікуванням.

- c. 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	1-0	-
2	200	0,981	0,979	0,20
3	400	0,935	0,937	1,03
4	600	0,870	0,879	2,58
5	800	0,798	0,814	2,00
6	900	0,762	0,781	2,49
7	1062	0,706	0,730	3,33
8	1200	0,662	0,688	3,93
9	1400	0,603	0,633	4,97
10	1600	0,552	0,583	5,62
11	1800	0,507	0,539	6,31

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 вимірюваною 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 синалах на вході, частотну та переходну характеристики RC-фільтру. Проведенні експерименти повторили у симуляторі та порівняли результати. Збіжність даних симуляції та експерименту підтверджують коректність експериментів при урахуванні деякої похибки вимірювань