

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

Звіт

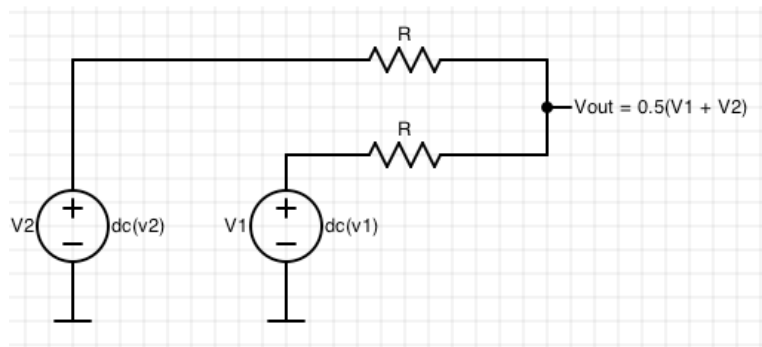
З виконання лабораторної роботи №1

з дисципліни “Схемотехніка аналогової та цифрової радіоелектронної апаратури - 1”

Виконав:
студент групи ДК-61
Гловацький Д.Ю.

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. R було вибрано 47.7 кОм, як значно більші за внутрішній опір джерел.

Напруги джерел було налаштовано наступним чином:

- 1) На перше джерело був поданий постійний сигнал 2V.
- 2) На друге джерело був поданий постійний сигнал 4V.

Щуп вольтметра було підключено до точки V_{out} .

Результати вимірювань склали 2.98 В, що з урахуванням похибок, відповідає теоретичним передбаченням:

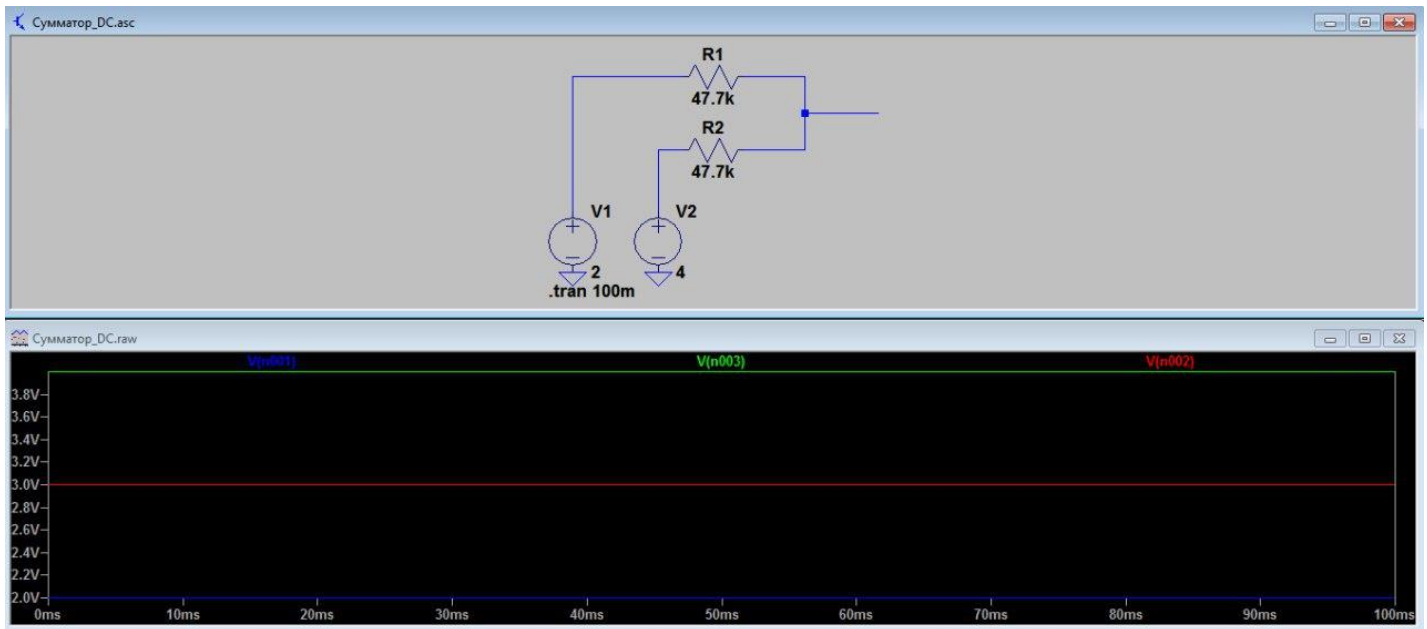


б. Симуляція суматора в LTspice для постійного сигналу

$$V_1 = 2V$$

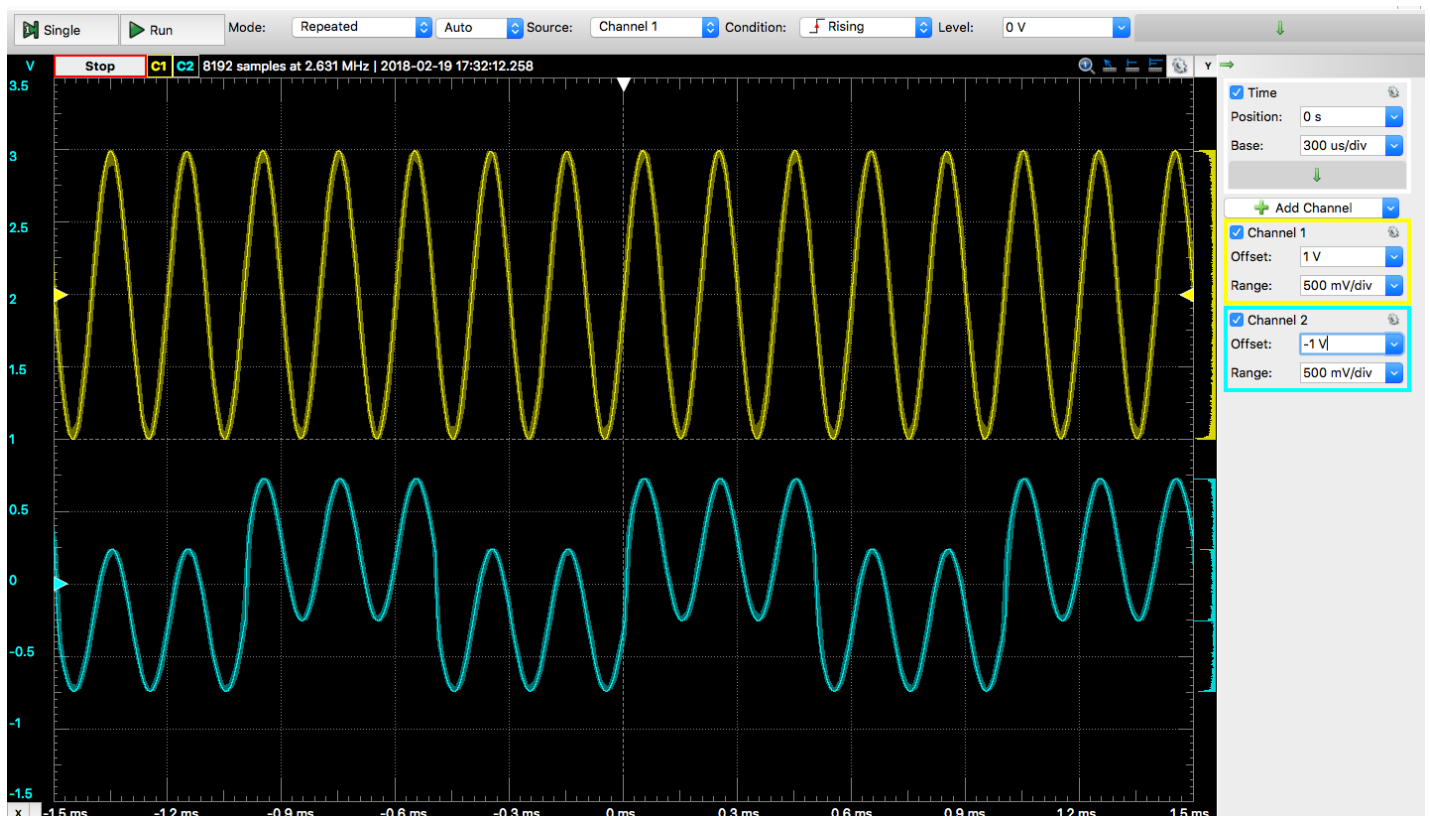
$$V_2 = 4V$$

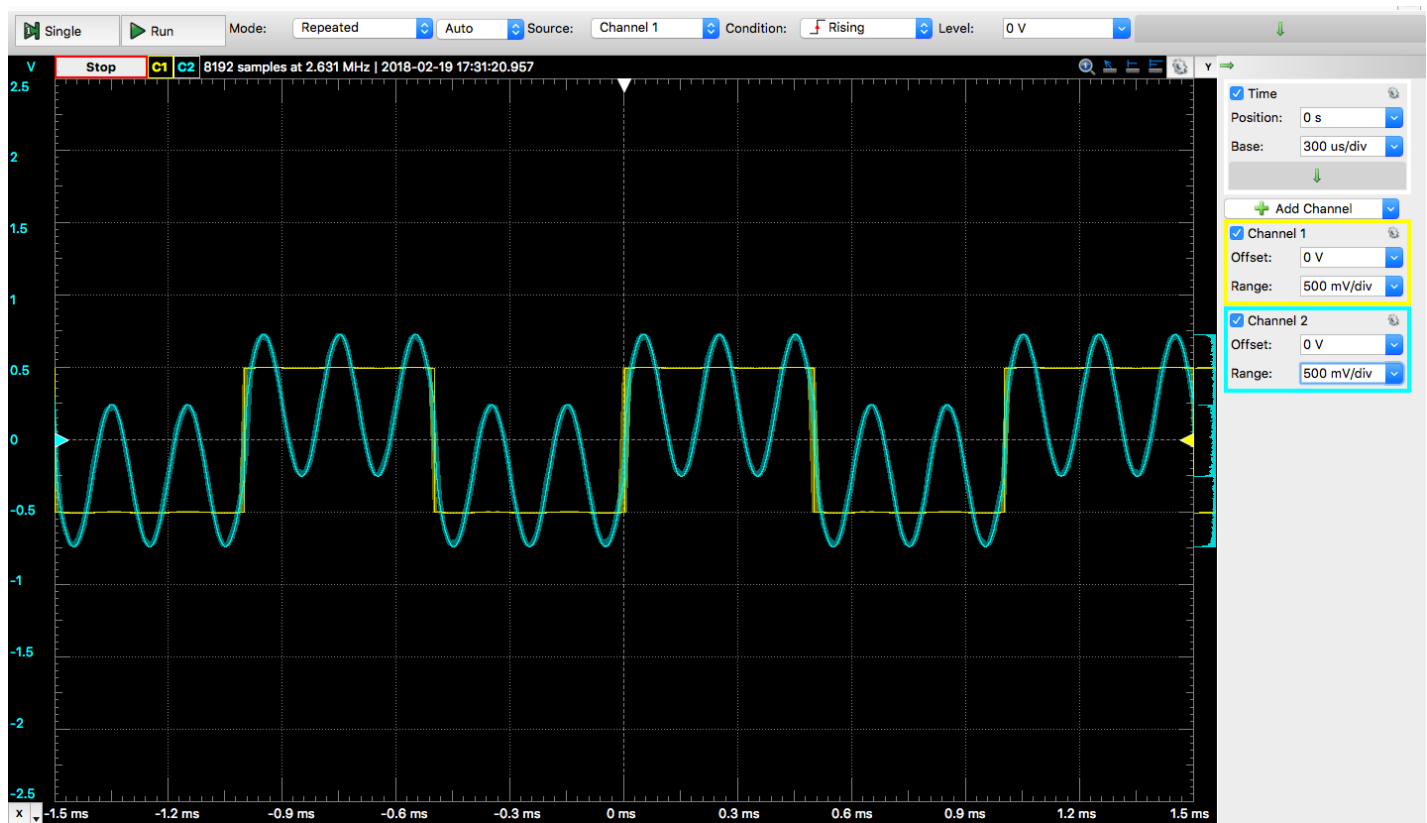
$$V_{out} = 3V$$



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

На суматор було подано два сигнали – 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:





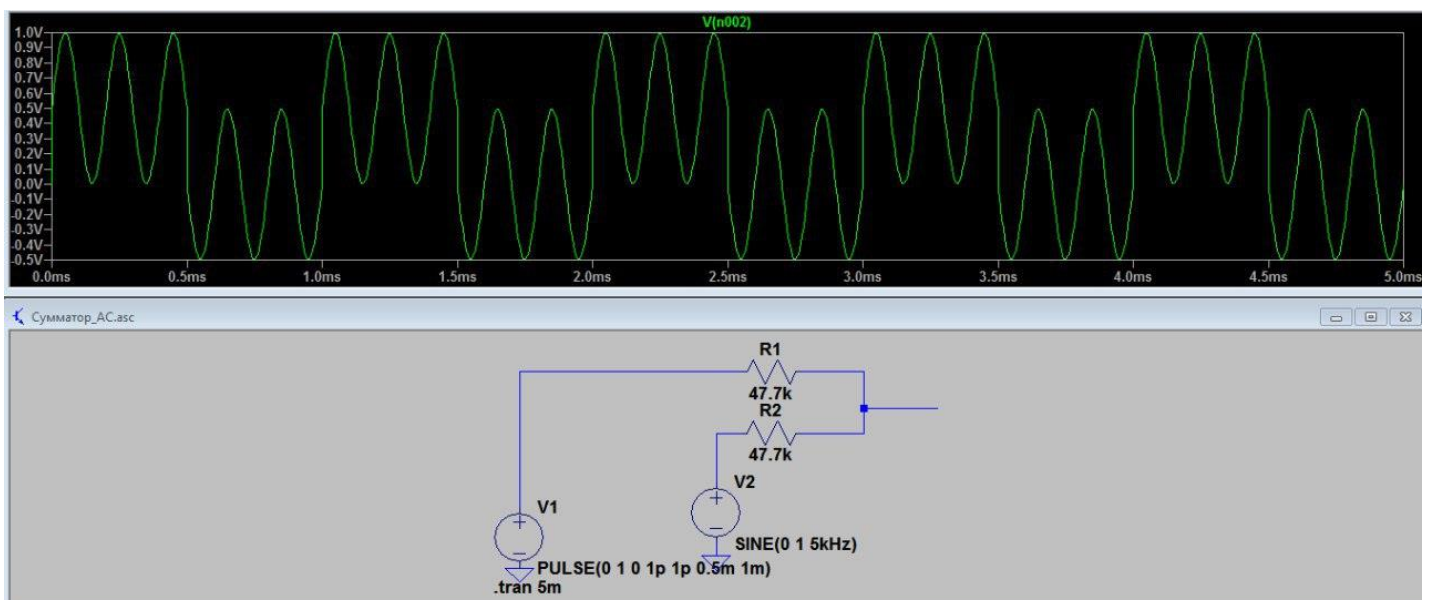
На виході суматора спостерігали комбінацію двох вхідних сигналів, що відповідає теоретичним очікуванням.

Налаштування осцилографу: 0.5В/клітинка, 0.3 мс/клітинка.

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:

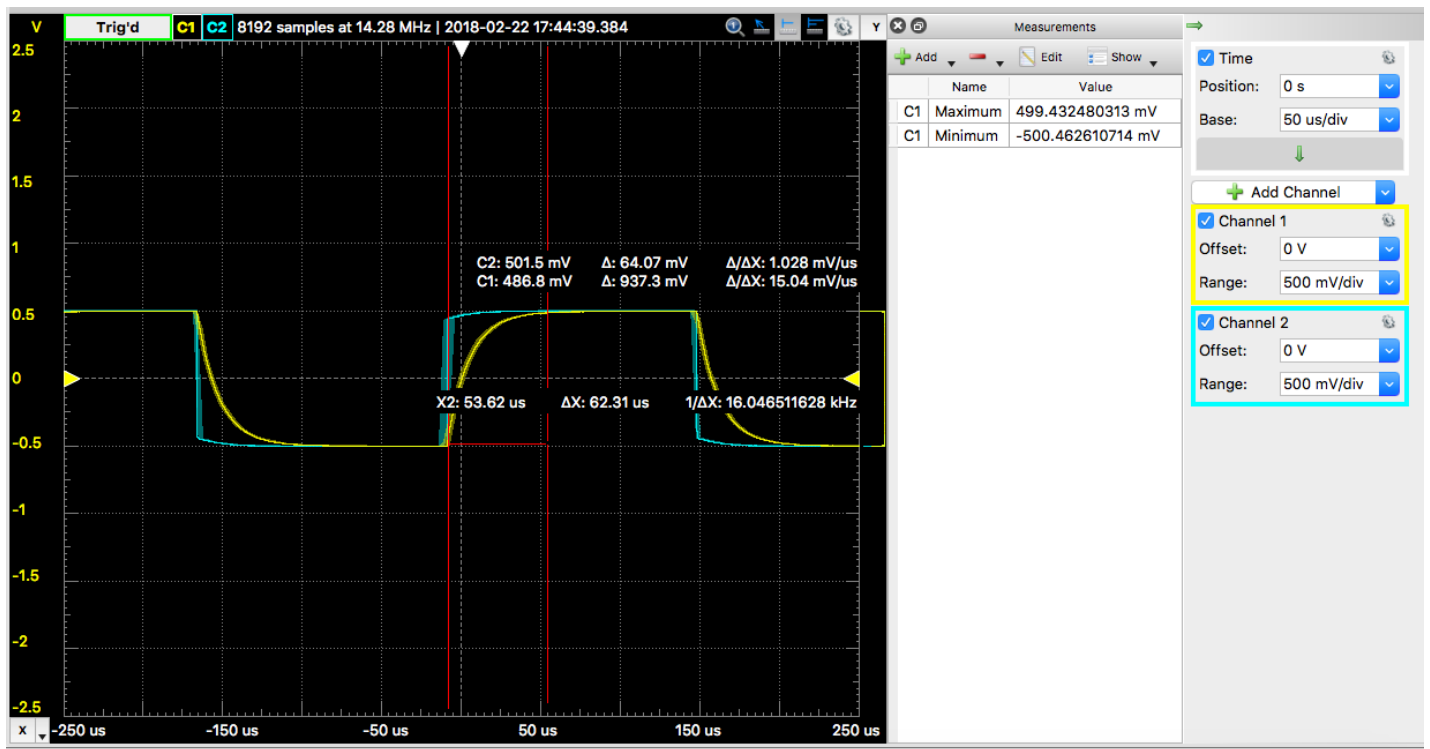
$$C = 3.22 \text{ нФ}$$

$$R = 3.95 \text{ кОм}$$

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

$$t = 5\tau = 5 \times R \times C = 5 \times 3.22 \times 10^{-9} \times 3.95 \times 10^3 = 62.79 \text{ мс}$$

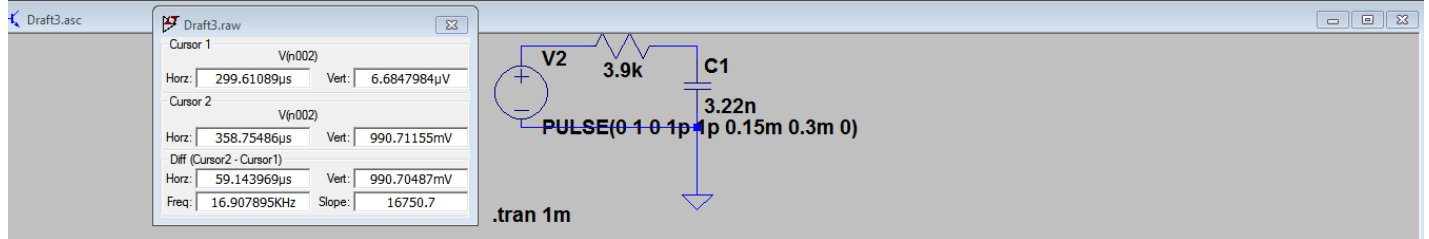
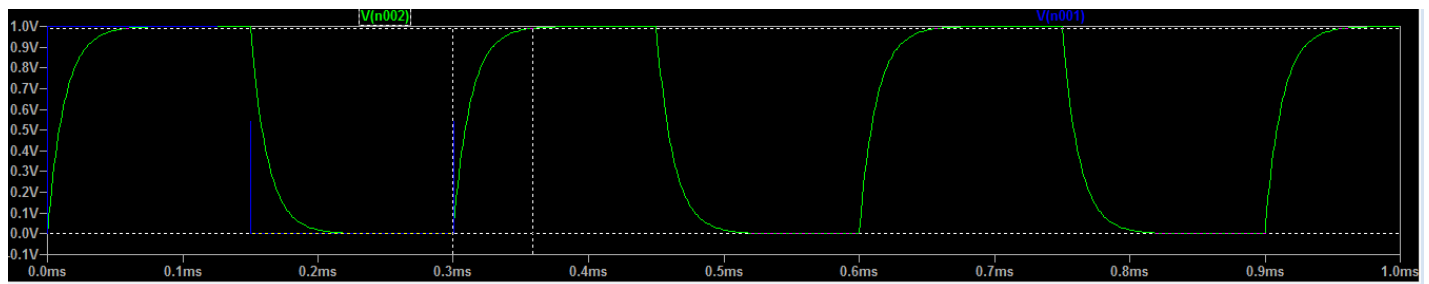
- с. На вхід RC-ланцюжка подали імпульсний сигнал з частотою 3185 Гц, амплітудою 1В та коефіцієнтом заповнення 50%.



Два щупи осцилографа було підключено відповідно до входу та виходу RC-ланцюжка, параметри осцилографа: 0.05 мс/клітинку, 0.5 В/клітинку:

Точка 62.31 мс після фронту вхідного сигналу відповідає 98% заряду/розряду конденсатору, що майже 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:

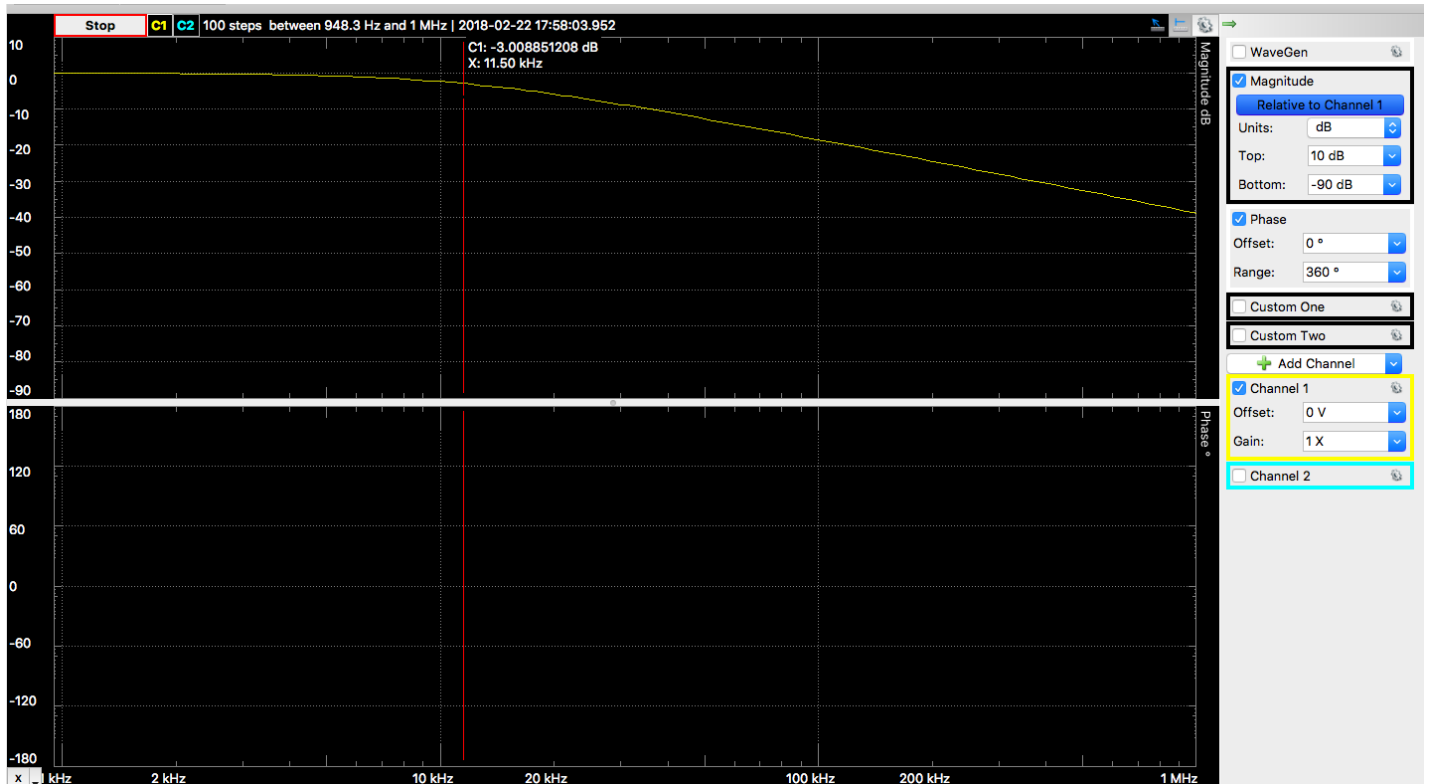
$$C = 3.22 \text{ нФ}$$

$$R = 3.95 \text{ кОм}$$

Частота зрізу такого фільтру:

$$f_3 = \frac{1}{2\pi \times R \times C} = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 3,95 \times 10^3 \times 3,22 \times 10^{-9}} \approx 12673 \text{ Гц}$$

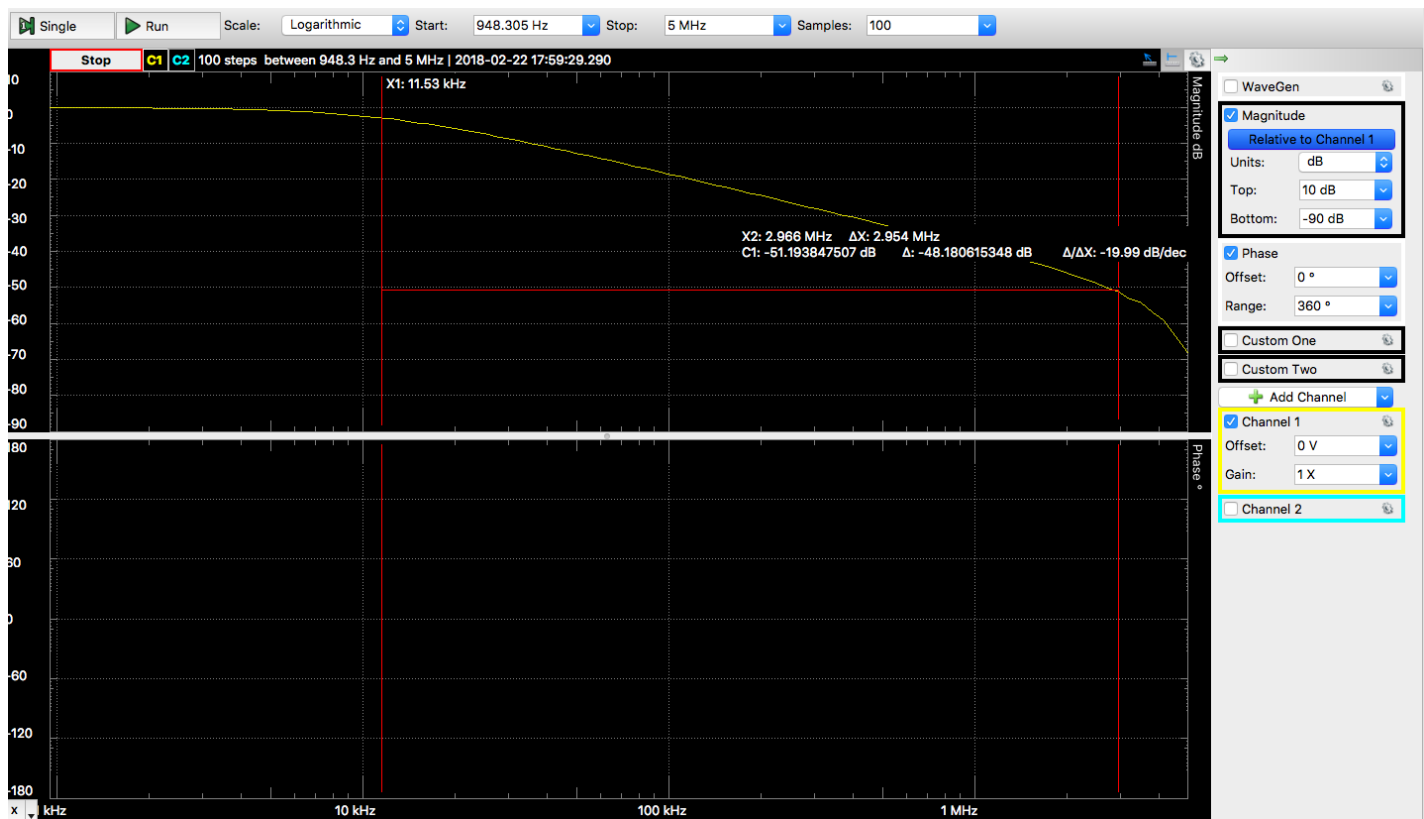
- б. Для визначення АЧХ фільтру, що було складено, використали Network Analyzer у складі плати Analog Discovery. Було отримано наступні результати:



- с. Загальна форма АЧХ відповідає формі з теоретичної бази.

Точка частоти зрізу (-3 дБ) знаходиться на частоті 11500 Гц, що, має похибку 9.26% відносно теоретичного значення.

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

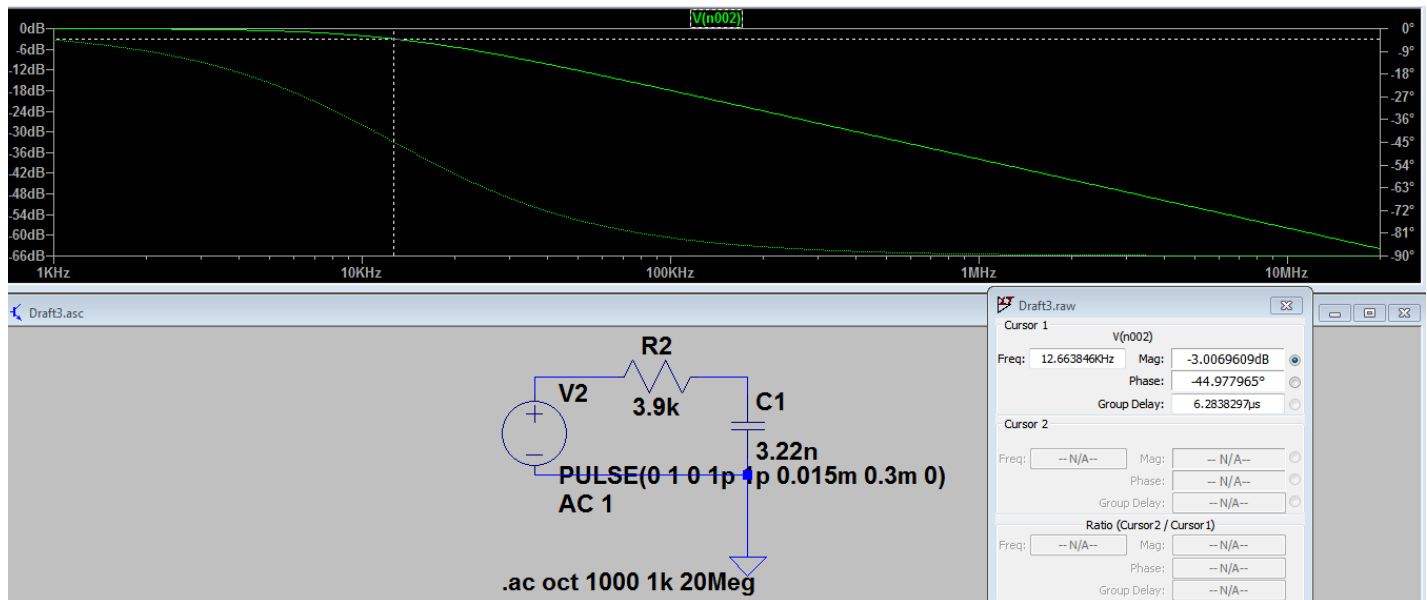


- d. Було розраховано ряд значень K_u теоретичного фільтру та порівняно з даними, отриманими експериментально. Результати наведено у таблиці:

Виділено K_u на частоті зрізу.

№	f, Hz	K_u	K_{u_teor}	похибка, %
1	22813	0,457	0,486	5,90
2	20278	0,500	0,530	5,66
3	17744	0,550	0,581	5,37
4	15209	0,607	0,640	5,18
5	12674	0,674	0,707	4,68
6	10139	0,750	0,781	3,95
7	7604	0,832	0,857	2,97
8	5070	0,911	0,928	1,88
9	2535	0,972	0,981	0,88
10	0	-	1,000	-

- е. 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

Отже, були досліджені суматор на резисторах та RC-ланцюжок в умовах роботи з гармонійним і імпульсним сигналом. Під час роботи була отримана вихідна осцилограма суматора при постійних та змінних сигналах на вході, частотна та перехідна характеристики RC-фільтру. Проведені експерименти повторили у симуляторі LTSpice та порівняли результати. Результати симуляцій відповідають експерименту з урахуванням похибки вимірювань.