

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ І СПОРТУ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**  
**імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”**

**КАФЕДРА КОНСТРУЮВАННЯ ЕОА**

**ЗВІТ**

з лабораторної роботи №1  
по курсу «Аналогова електроніка - 1»  
на тему «Дослідження суматора напруг  
на резисторі та RC фільтрів»

Виконав:

студент гр. ДК-82

Сопіра Р. Я.

Перевірив:

доцент

Короткий Є. В.

## Дослідження суматора напруг на резисторах

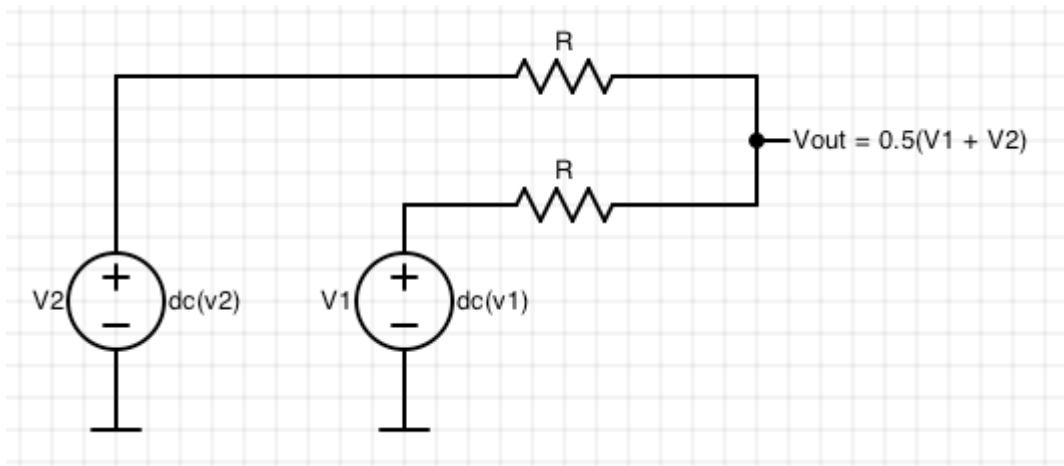
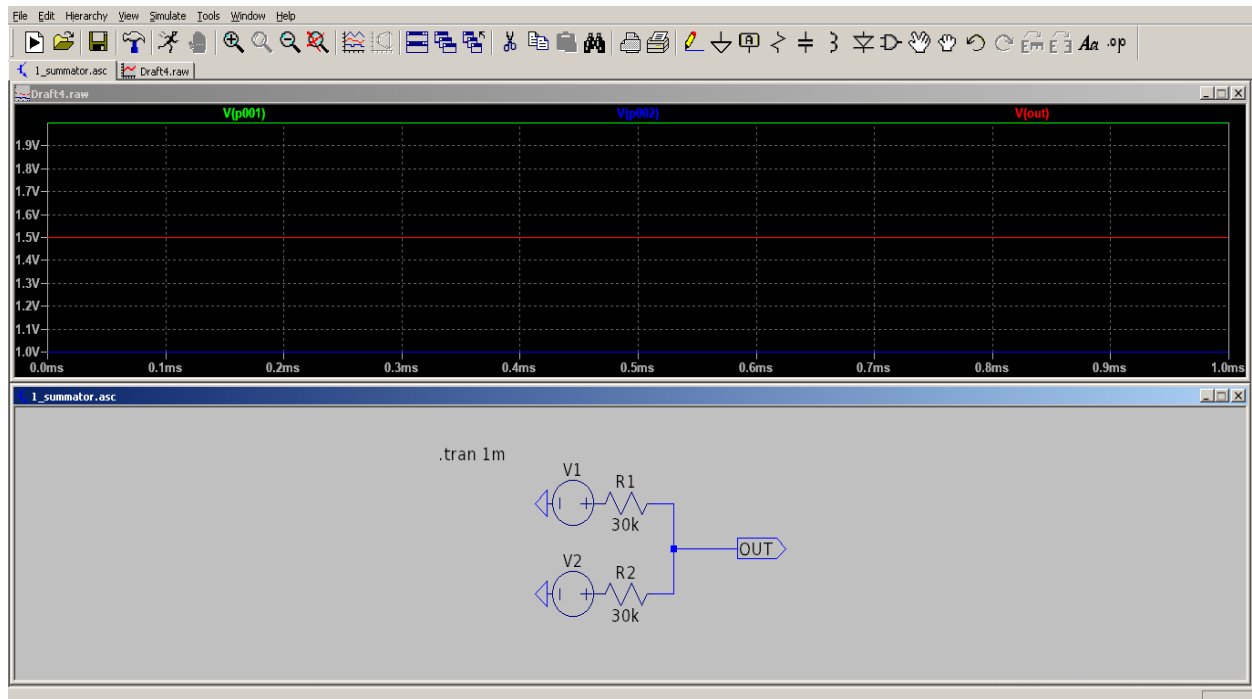


Схема суматора

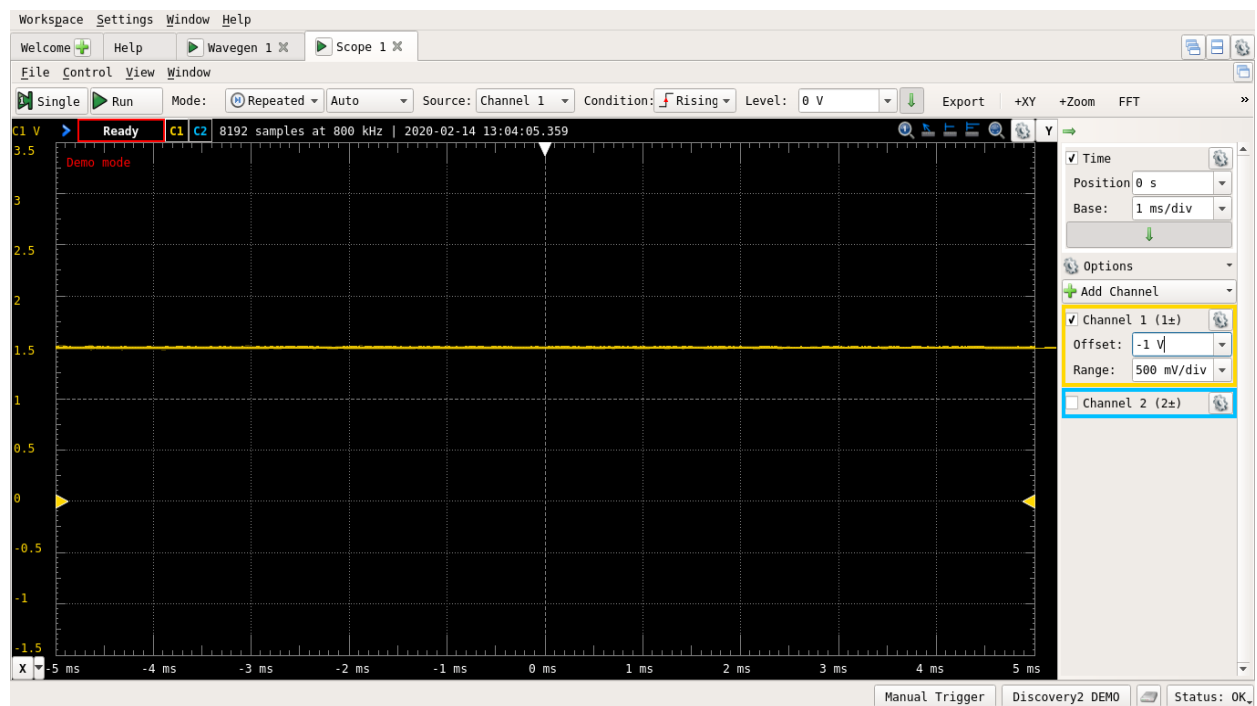
V1 = 1 В, V2 = 2 В, R = 30 кОм.

Із формули  $V_{out} = \frac{1}{2}(V1 + V2)$ , отримуємо  $V_{out} = 0.5(1 + 2) = 1.5 В$ , що

підтверджується моделюванням в LTSpice:

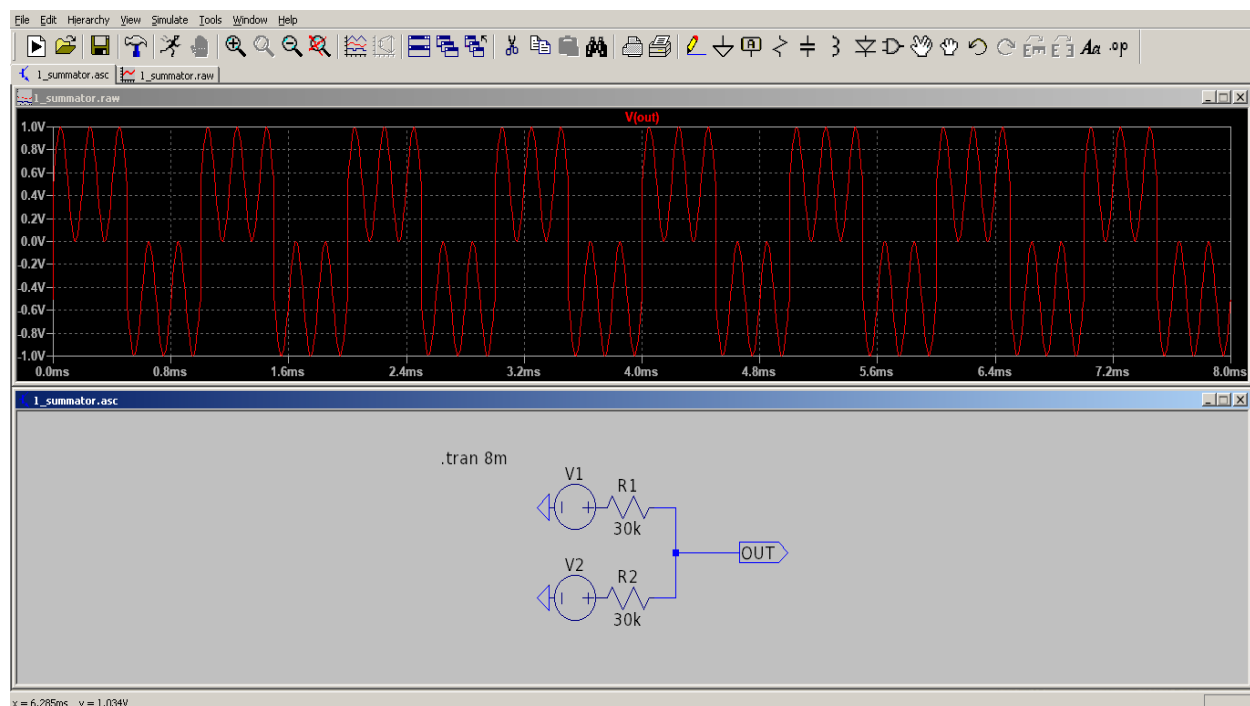
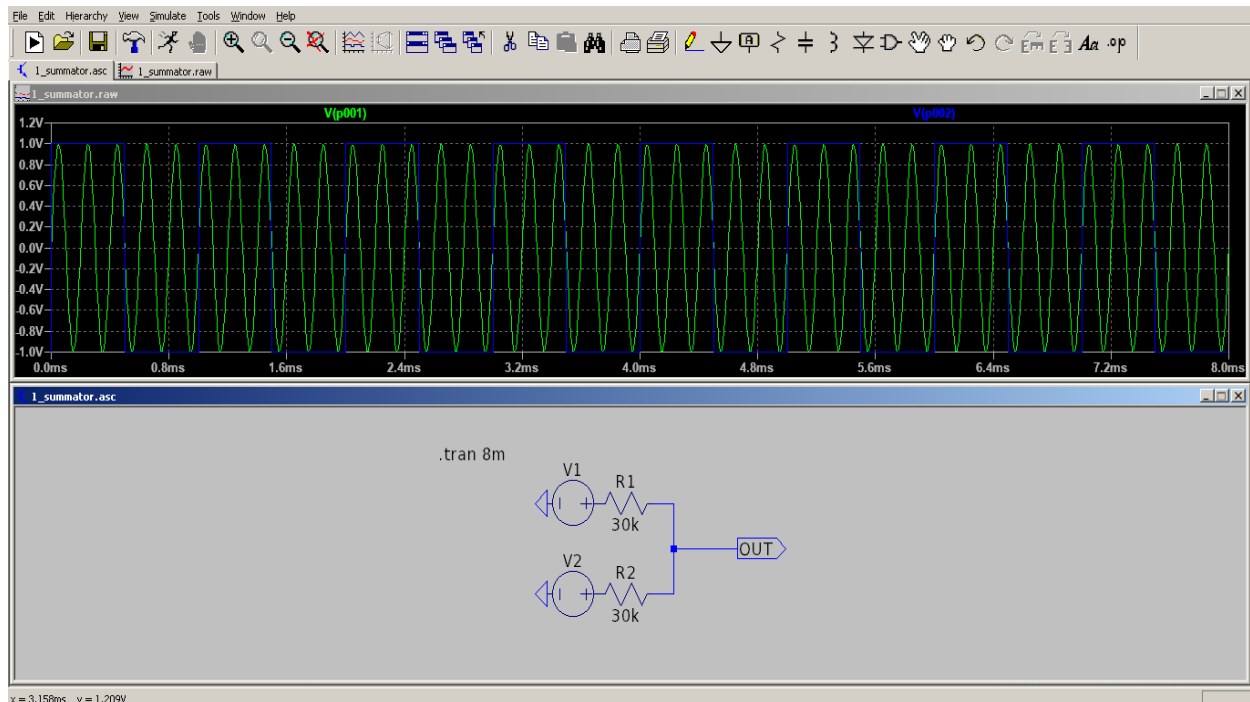


Та експериментально:

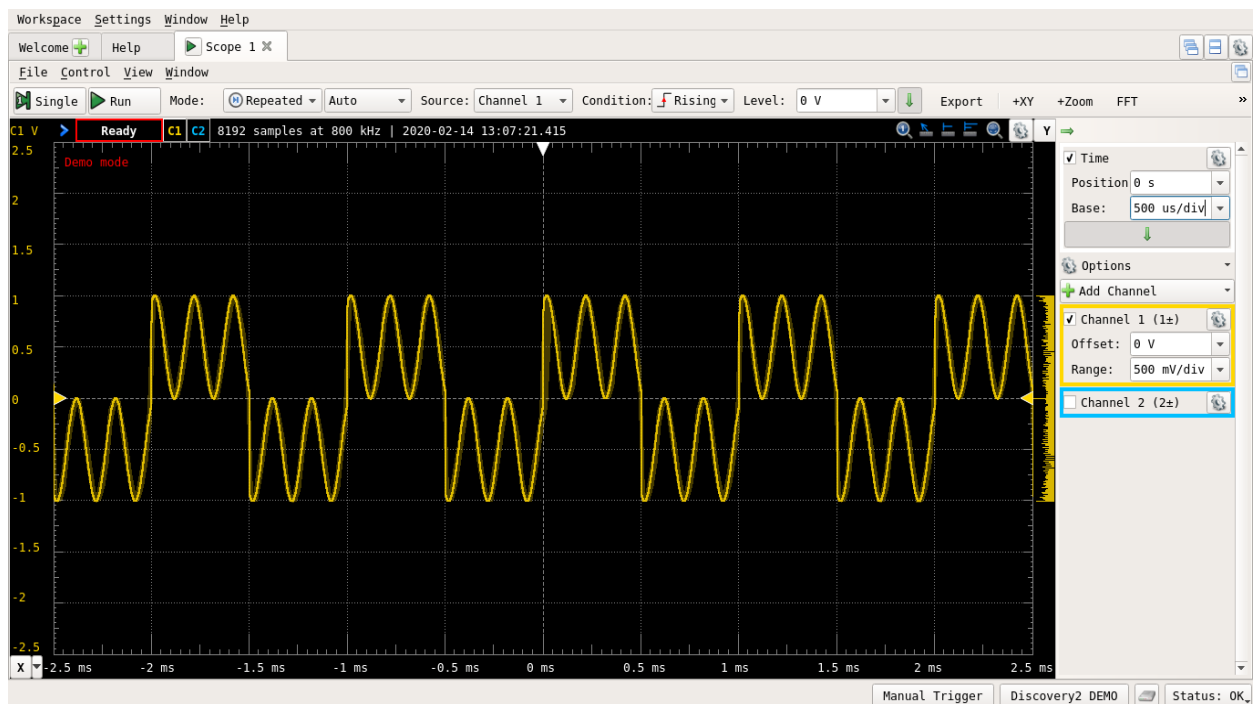
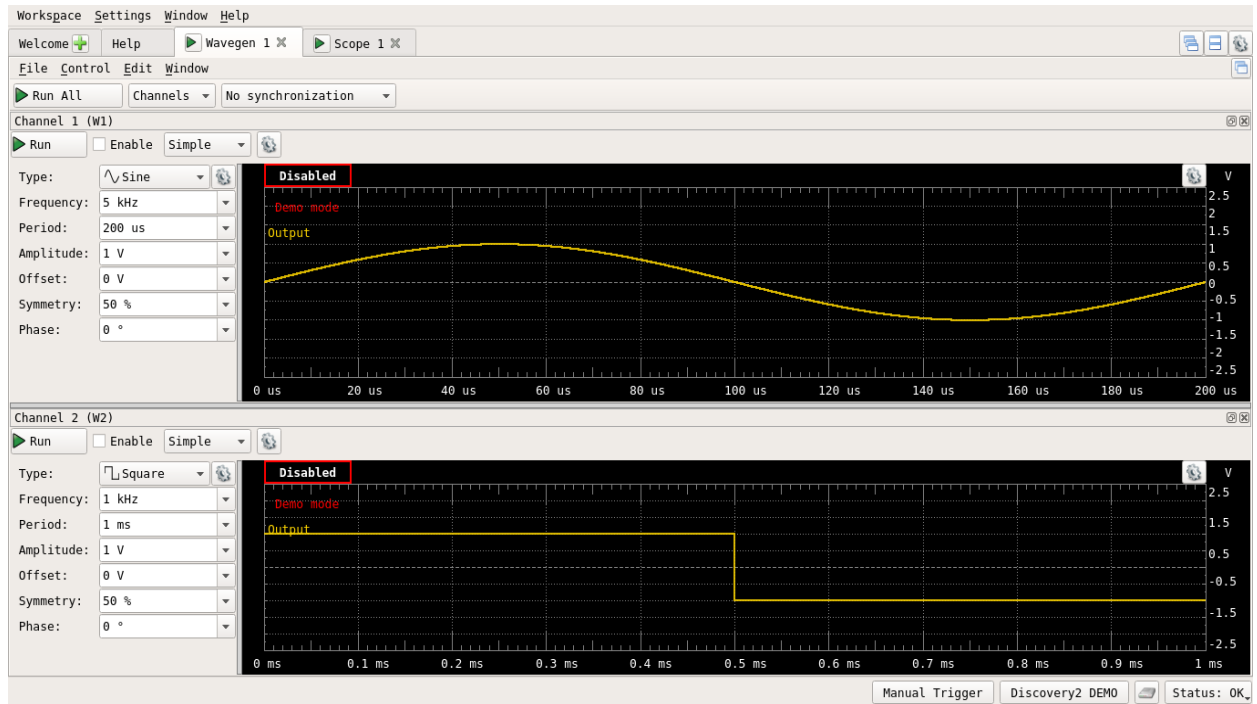


Далі, подаємо на перший вхід суматора (V1) синусоїду з частотою 1 кГц та амплітудою 1 В, а на другий (V2) - меандр з частотою 1 кГц та амплітудою 1 В.

Моделювання:



## Експериментальне:



Бачимо, що змодельований та отриманий в результаті експерименту сигнал на виході суматора практично збігаються.

## Дослідження RC ланцюжка

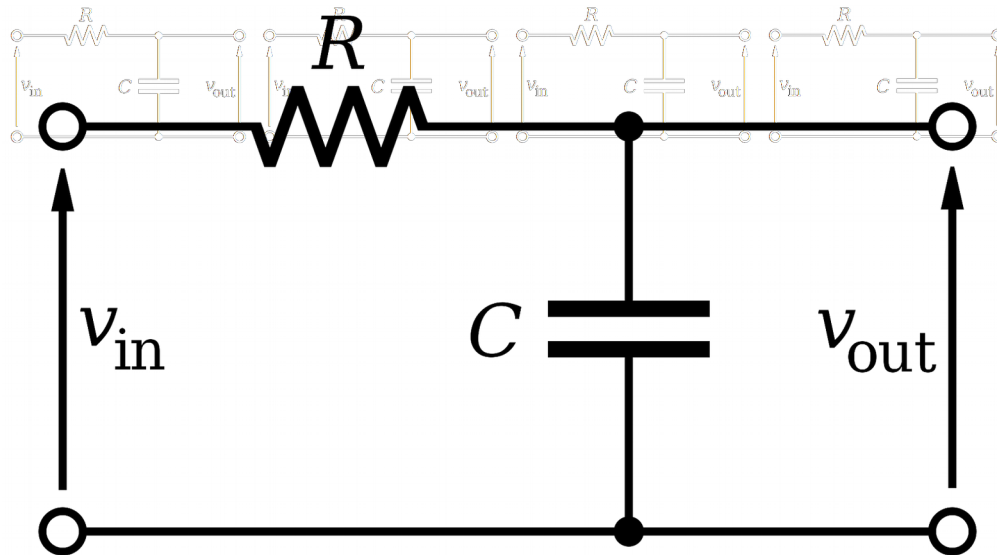


Схема RC ланцюжка

Номінальні значення  $R = 1 \text{ кОм}$ ,  $C = 150 \text{ нФ}$ .

Використовуючи значення  $R$  та  $C$  обрахуємо частоту зрізу  $f_{зр} = \frac{1}{2\pi\tau}$ ,

де  $\tau = RC$

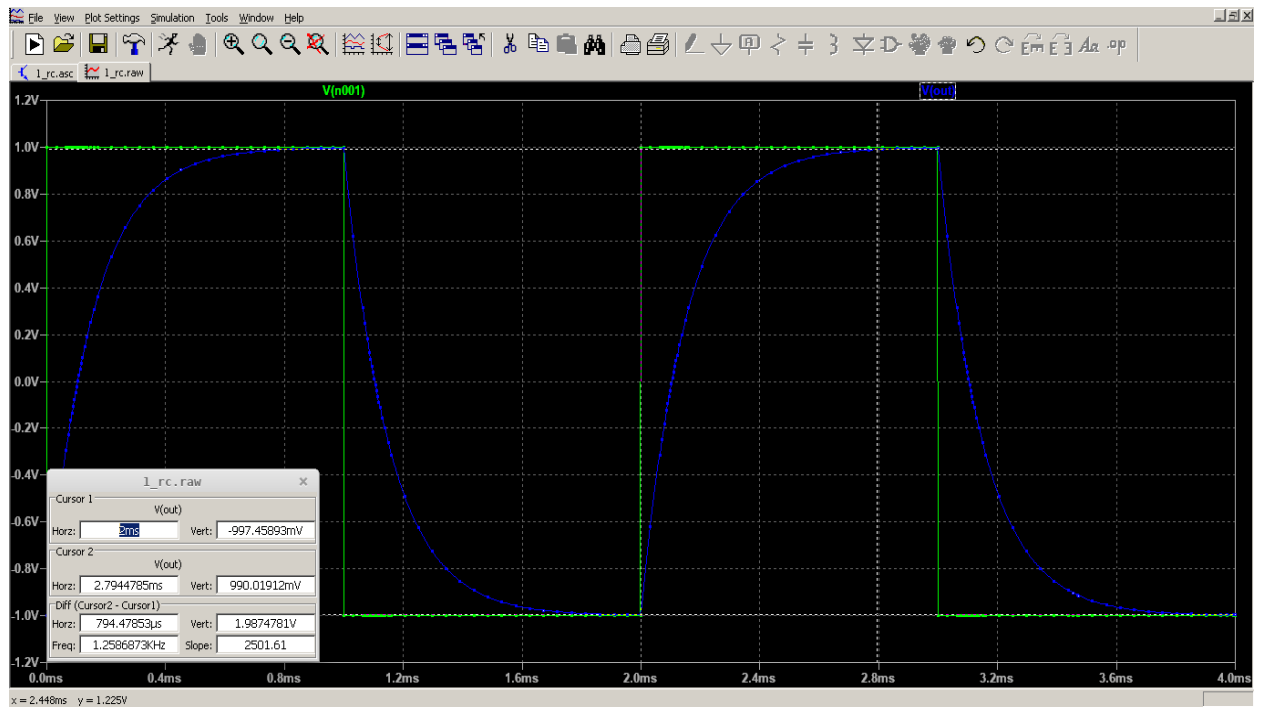
$$f_{зр} = \frac{1}{(2\pi \cdot 10^3 \cdot 150 \cdot 10^{-9})} \approx 1.062 (\text{кГц})$$

Також розрахуємо час заряду та розряду конденсатора:

$$t_3 \approx 5\tau, \quad t_3 \approx 5 \cdot 150 \cdot 10^{-9} \approx 750 (\mu\text{с})$$

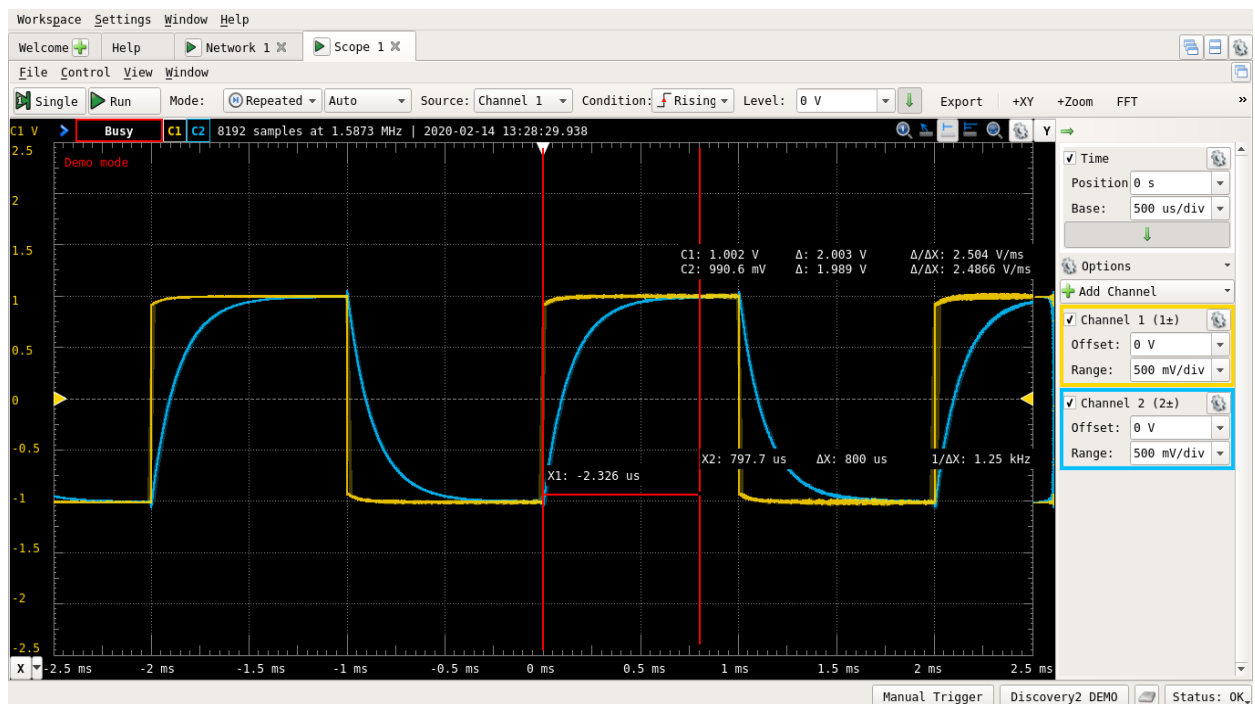
Для перевірки правильності обрахунку подамо на вхід RC ланцюжка імпульсний сигнал з трохи більшим періодом аніж час заряду-розряду.

## Моделювання:



Маємо  $\tau \approx 794 \mu\text{s}$

## Експеримент:

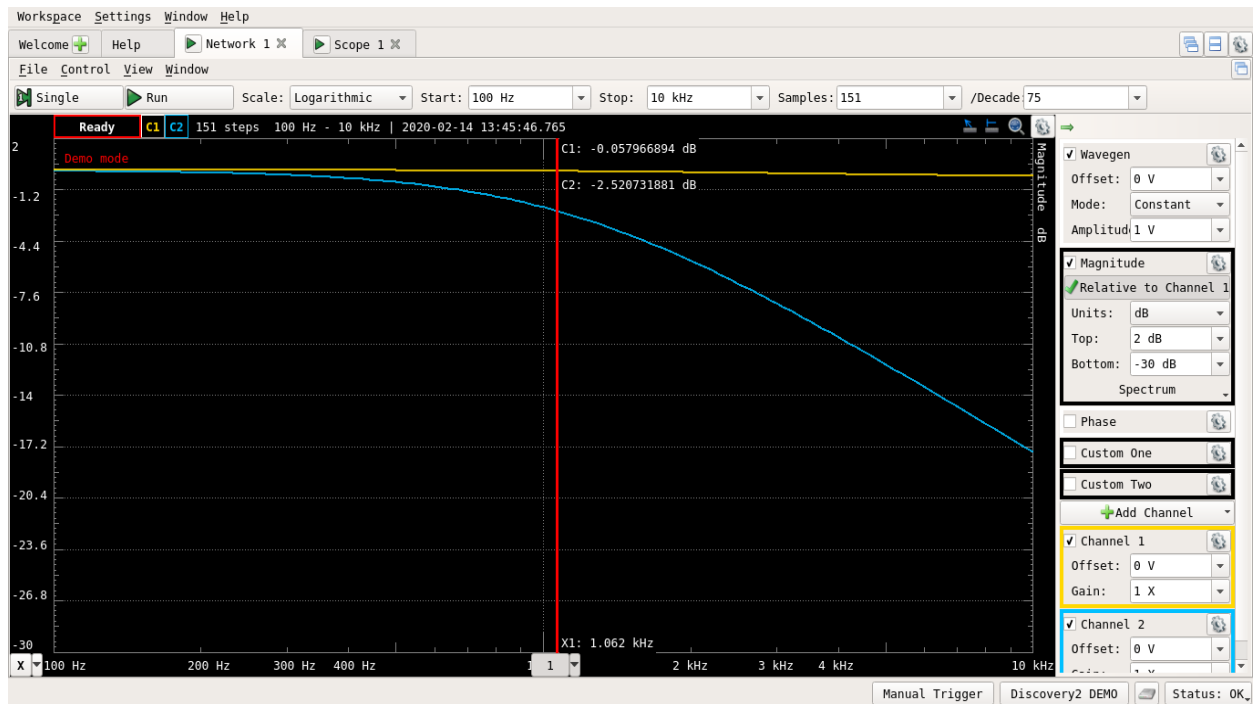


Маємо  $\tau \approx 800 \mu\text{s}$

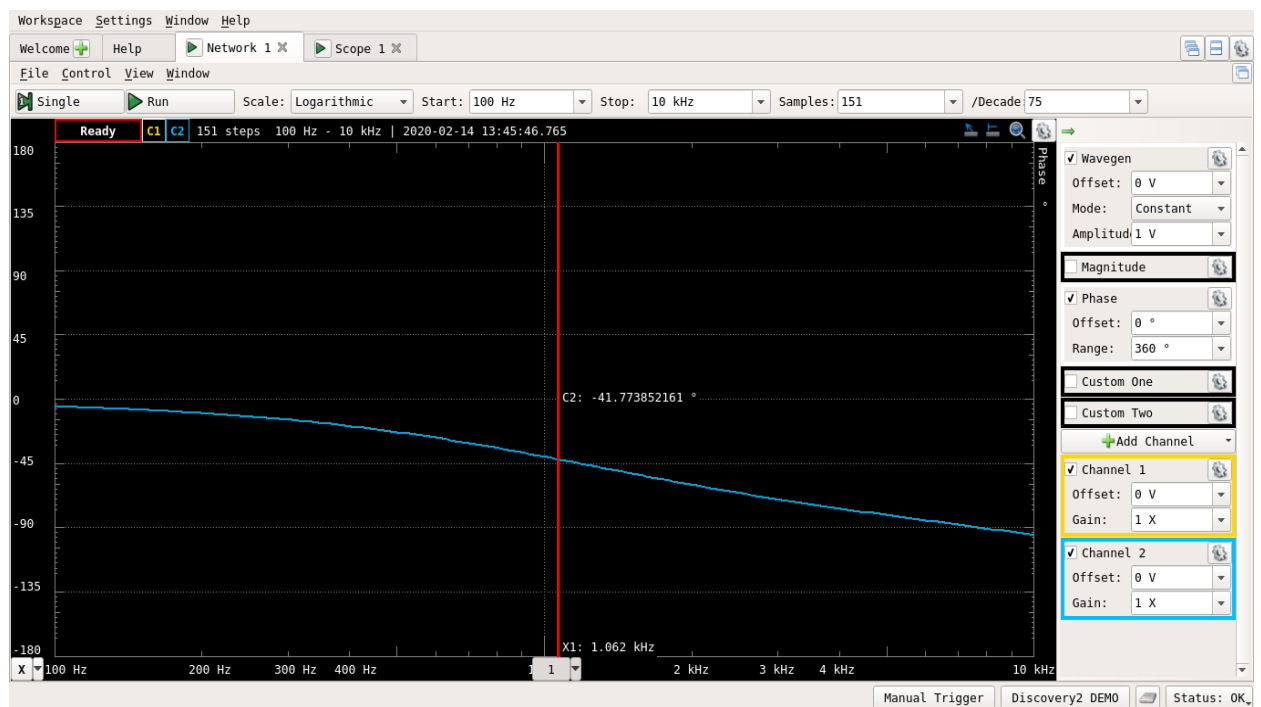
Тобто бачимо, що вимірний час заряду-розряду приблизно відповідає розрахованому.

# Дослідження RC фільтру низької частоти

## АЧХ (експериментальна)

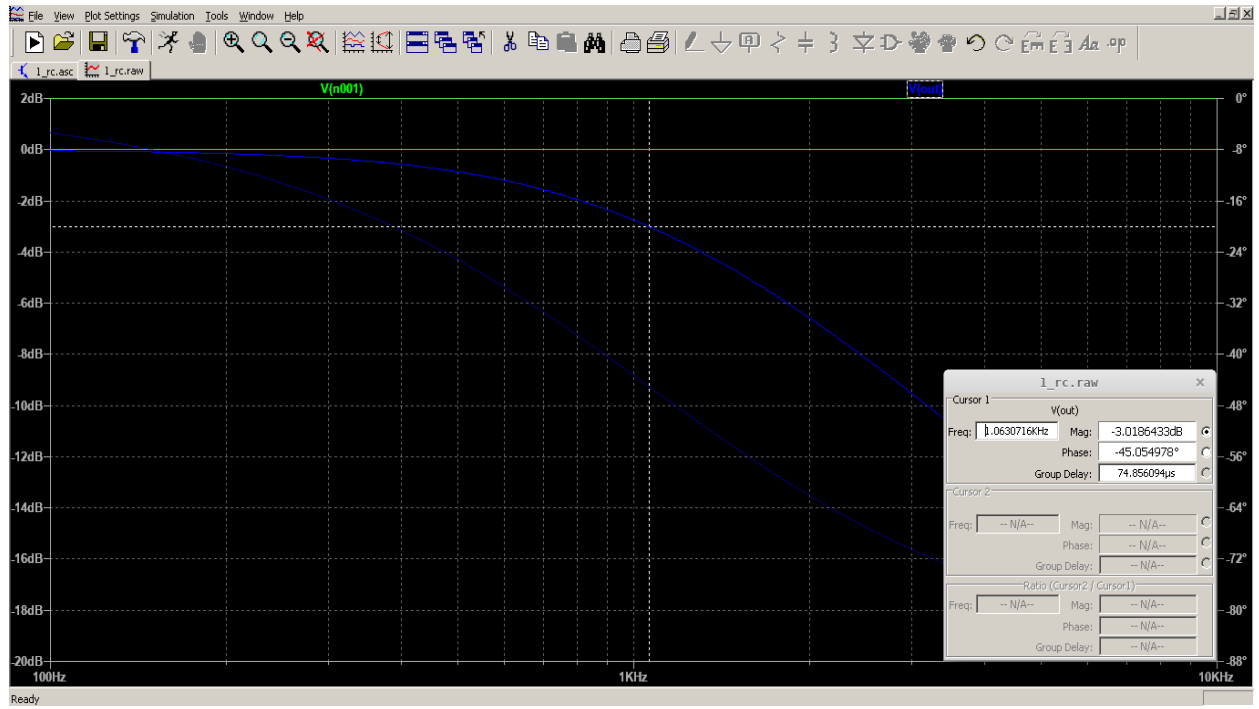


## ФЧХ (експериментальна)





# ΑΥΧ τα ΦΥΧ (LTSpice)



## Експериментальні значення $K_u(f)$

Position		C1	C2	C2 phase	
1	1 kHz	-0.0511 dB	-2.3078 dB	-40.07705 °	
2	1.05 kHz	-0.0573 dB	-2.4793 dB	-41.45288 °	
3	1.1 kHz	-0.0627 dB	-2.6526 dB	-42.78434 °	
4	1.15 kHz	-0.0654 dB	-2.8278 dB	-44.06017 °	
5	1.2 kHz	-0.0692 dB	-3.0018 dB	-45.28214 °	
6	1.25 kHz	-0.0741 dB	-3.1746 dB	-46.45846 °	
7	1.062 kHz	-0.058 dB	-2.5207 dB	-41.77385 °	

Таблиця значень  $K_u(f)$

f, Hz	A, dB	$K_u$ , exprm.	$K_u$ , theor.
1000	-2,3078	0,7667	0,7277
1050	-2,4793	0,7517	0,7108
1100	-2,6526	0,7368	0,6942
1150	-2,8278	0,7221	0,6781
1200	-3,0018	0,7078	0,6624
1250	-3,1746	0,6939	0,6471
1300	-3,3474	0,6802	0,6323

На частоті зрізу експериментальне  $K_u(f_{zp}) \approx 10^{\left(\frac{-2.5207}{20}\right)} \approx 0.7481$ , що вказує на можливі похибки вимірювань та/або відхилення номінальних значень R та C від реальних тому, що на частоті зрізу  $K_u$  має бути близьке до 0.7071 і, на мою думку, реальна частота зрізу може знаходитися на частоті 1,2 кГц, судячи за отриманими значеннями  $K_u$ :

$$K_u(1200) \approx 10^{\left(\frac{-3.0018}{20}\right)} \approx 0.7078$$

Теоретичні значення  $K_u$  розраховані за наступною формулою:

$$K_u(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^2 \tau^2}}$$

$$\text{Для } f_{рез}: K_u(\omega_{рез}) = \frac{1}{\sqrt{1 + (2\pi f_{рез} \cdot RC)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + (2\pi \cdot 1062 \cdot 150 \cdot 10^{-6})^2}} \approx 0.70695$$

## Висновок

На даній лабораторній роботі ми досліджували принцип роботи суматора напруг та RC-ланцюжка.

Побудовано суматор напруг з двох джерел та двох резисторів однакових за номіналом. Отримана на виході напруга як було розраховано отримана поділеною навпіл з мінімальними втратами.

Досліджено та промодельовано RC-ланцюжок, визначено та перевірено його час заряду та розряду. Також обраховано частоту зрізу для RC-фільтра вище якої сигнали будуть пригнічуватись.

Обидва мають незначну різницю між своїм експериментальним та теоретичним значенням, можливо через похибки вимірювань та відхилення реальних значень опору та ємності від номінальних.

Репозиторій на GitHub: [\[===\]](#)