

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА КЕОА

Лабораторна робота 1

Тема

Дослідження суматора напруг на резисторі та RC фільтрів

Виконав:

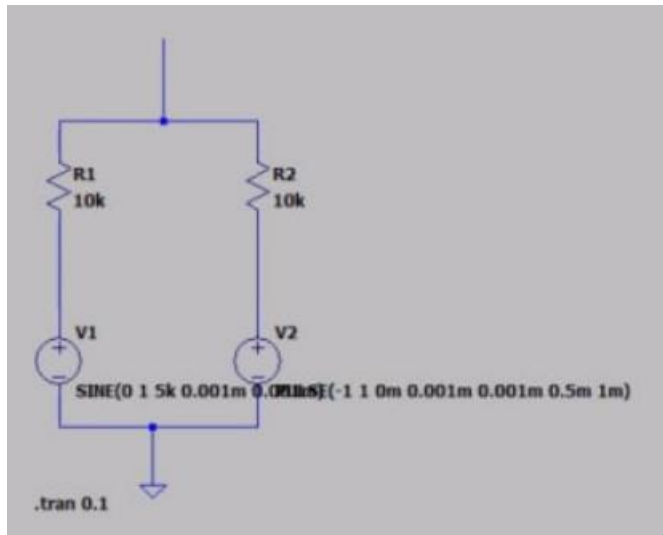
студент II -го курсу ФЕЛ

гр. ДК-92

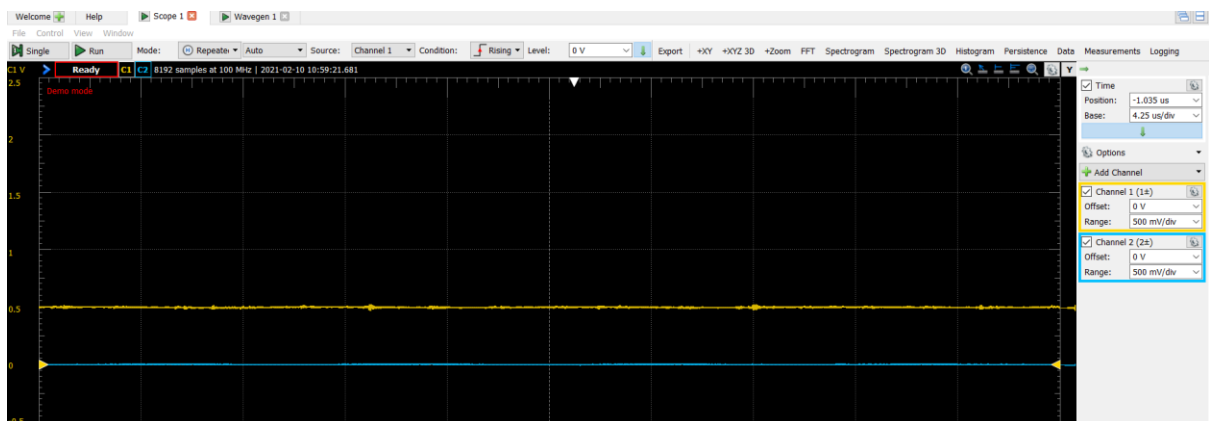
Загреба А.Я.

Київ - 2021

1.1 Побудувати суматор напруг на 2 входи з резисторів однакових номіналів (рис.1.1). Для гарного узгодження за напругою та з метою зниження струму, що протікатиме у колі, номінали резисторів необхідно обирати порядку кількох десятків КОм (50-100 КОм); Рис.1.1. Схема суматора напруг на резисторах

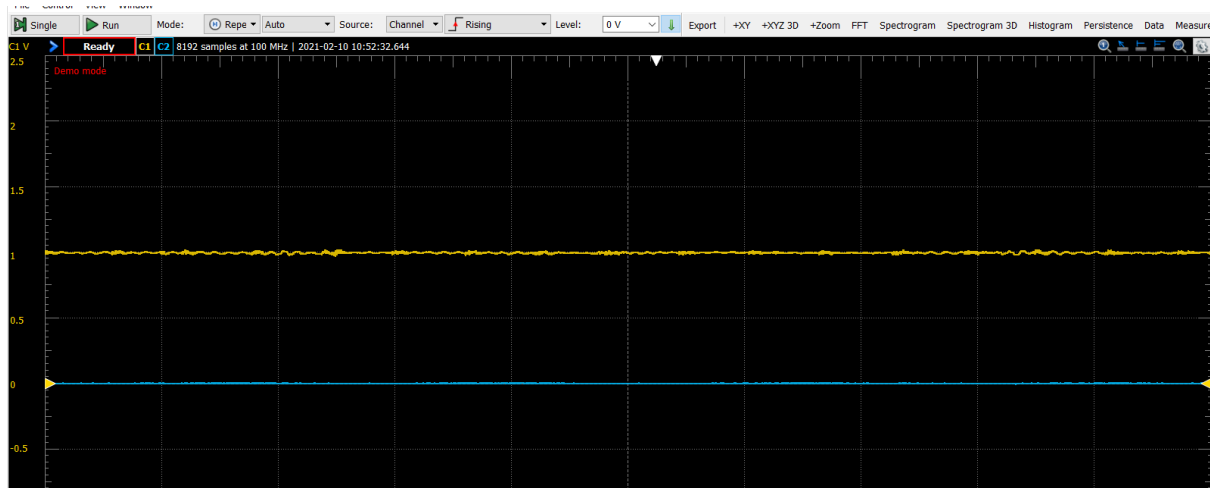


1.2. Подати на вхід дві довільні напруги з джерел постійної напруги та за допомогою вольтметра виміряти напругу на виході суматора. Порівняти одержане значення з теоретичним результатом $U_{\text{вих}} = (U_1 + U_2)/2$. Результати вимірювань занести до протоколу.



1В и 0В

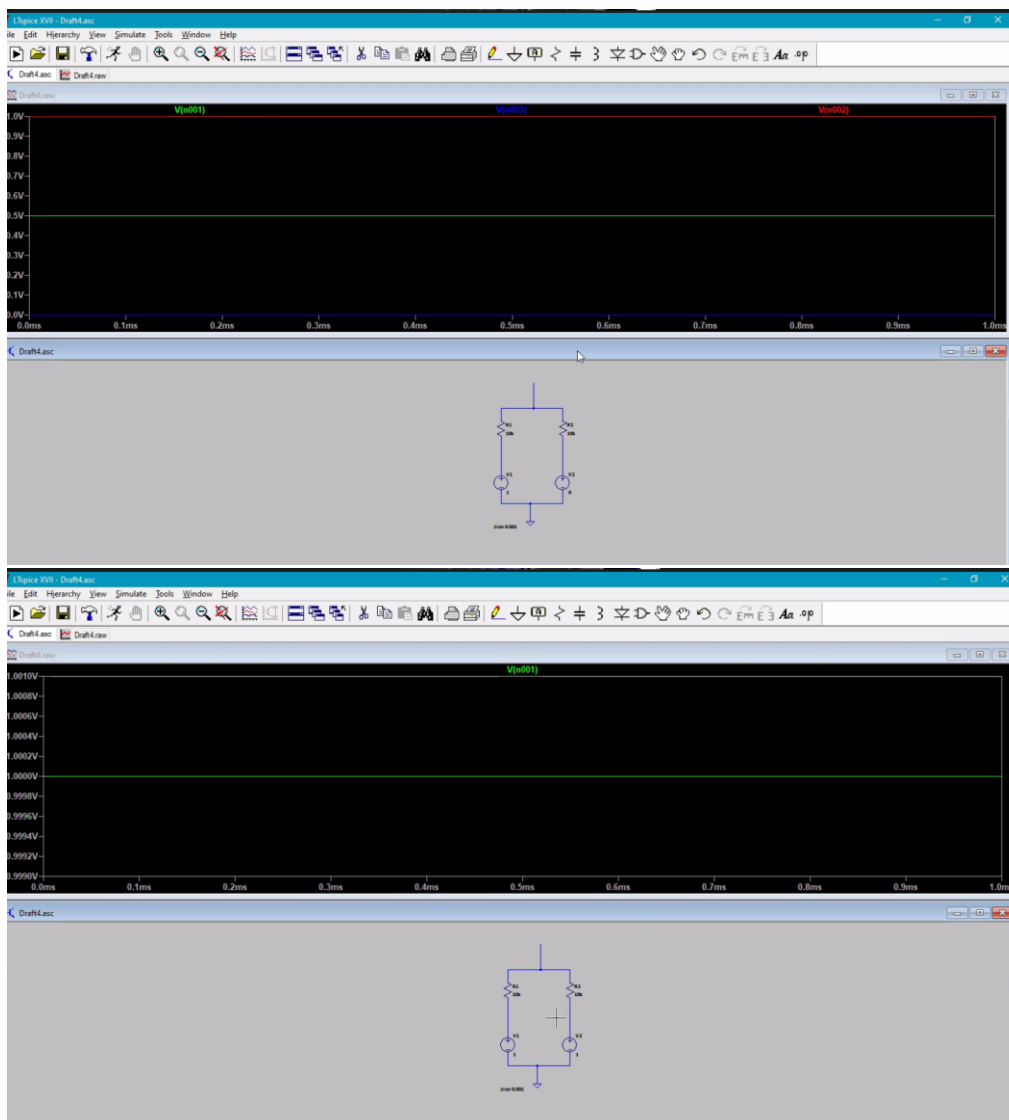
$$(1В + 0В) / 2 = 0.5 В$$



1В и 1В

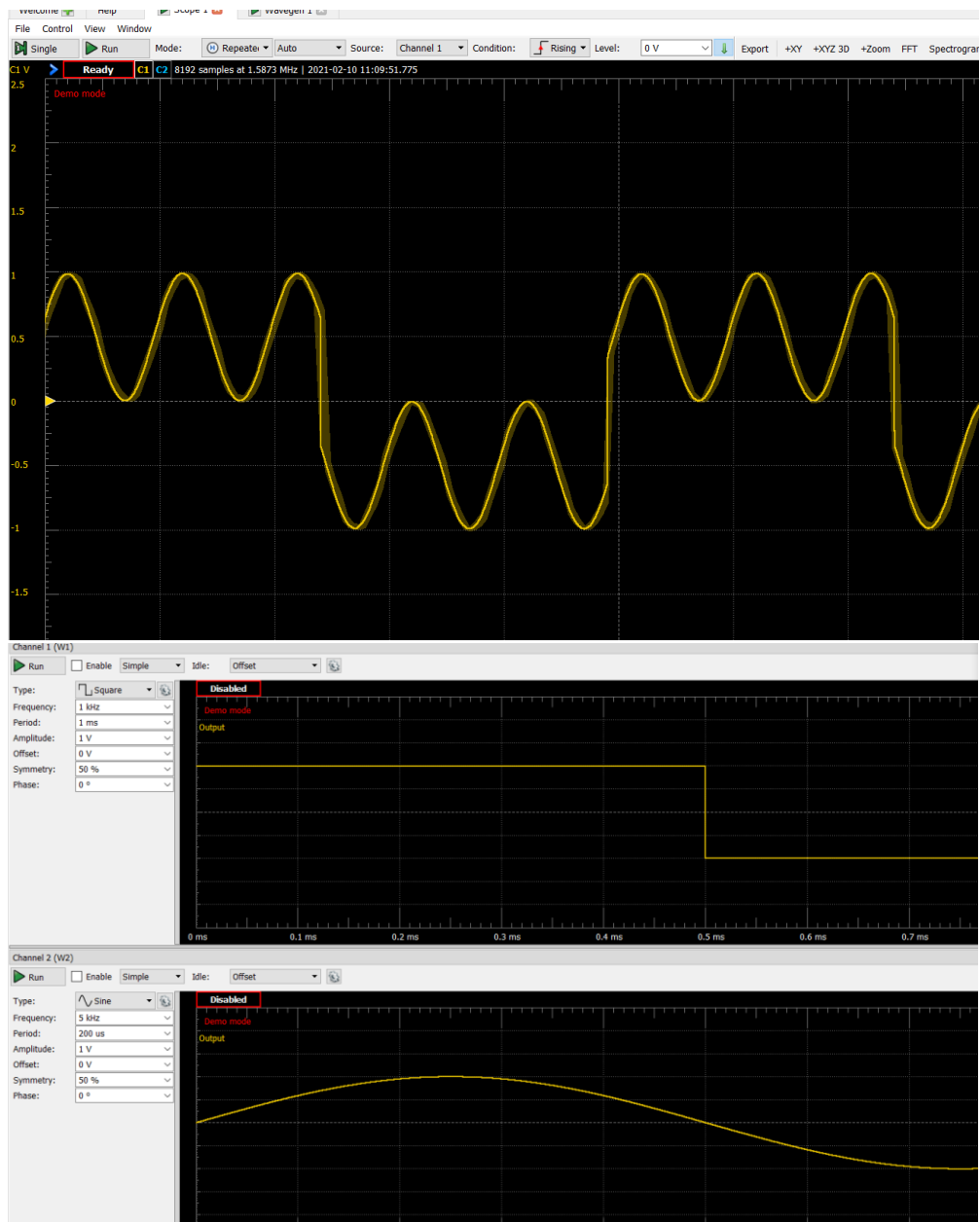
$$(1В + 1В) / 2 = 1 В$$

1.3. Промодельовати роботу суматора в LTSpice для тих же вхідних напруг, що були використані при проведенні вимірювань на реальних приладах. Порівняти одержані результати з результатами реальних вимірювань. Результати симуляції (схема, графіки) занести до протоколу.



1.4. Подати на входи суматора два сигнали з генераторів ГЗ-112. Перший сигнал імпульсний (меандр) з частотою 1 КГц, амплітудою 1В. Другий сигнал синусоїдальний з частотою 5 КГц, амплітудою 1В. За допомогою двохпроменевого осцилографа необхідно зафіксувати сигнали на входах суматора (сфотографувати картинку) та сигнал на виході суматора (сфотографувати картинку). При цьому необхідно записати налаштування осцилографа на яких ви проводили вимірювання (В/поділку, час/поділку) та параметри сигналів, що подаються на входи суматора (частота, амплітуда). Результати занести до протоколу.

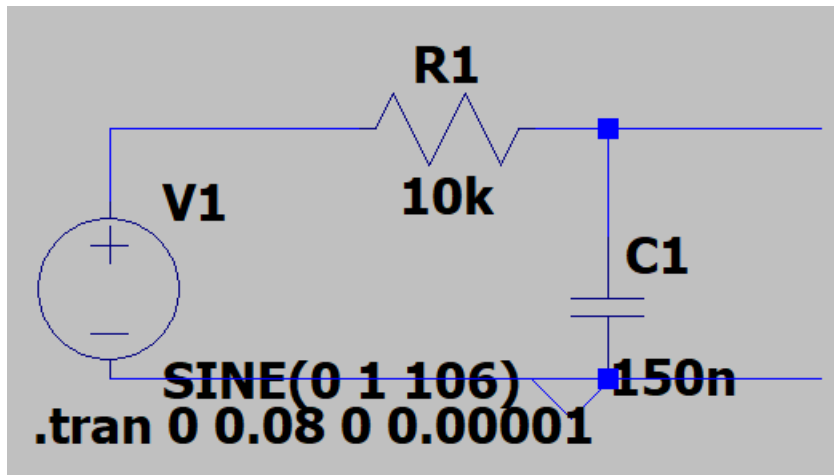




1.5. Промодельовати роботу суматора в LTSpice для тих же змінних вхідних сигналів, що були використані при проведенні вимірювань на реальних приладах у попередньому завданні. Результати симуляції занести до протоколу. Порівняти сигнал, одержаний шляхом моделювання, з результатами реальних вимірювань.

2. Дослідження RC ланцюжка

2.1. Скласти схему RC ланцюжка для довільних значень ємності і опору (опір резистора можна брати порядку кілоома, ємність конденсатора порядку десятків нанофарад).



2.2. Розрахувати тривалість заряду та розряду ємності для цього ланцюжка. Результати занести до протоколу.

$$\tau = RC = 10\,000 * 150 * 10^{-9} = 1,5 * 10^{-3} = 1,5 \text{ мс}$$

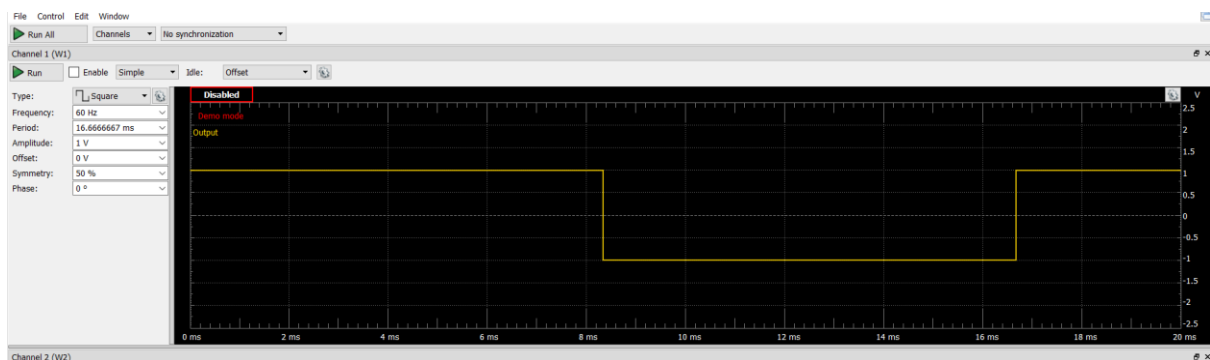
2.3. Подати на вхід RC ланцюжка імпульсну напругу з генератора ГЗ-112 з амплітудою 1 В та такою частотою, щоб період був в 4-6 разів більший за розраховану тривалість заряду-розряду. На двохпроменевому осцилографі подивитися на вхідний та вихідний

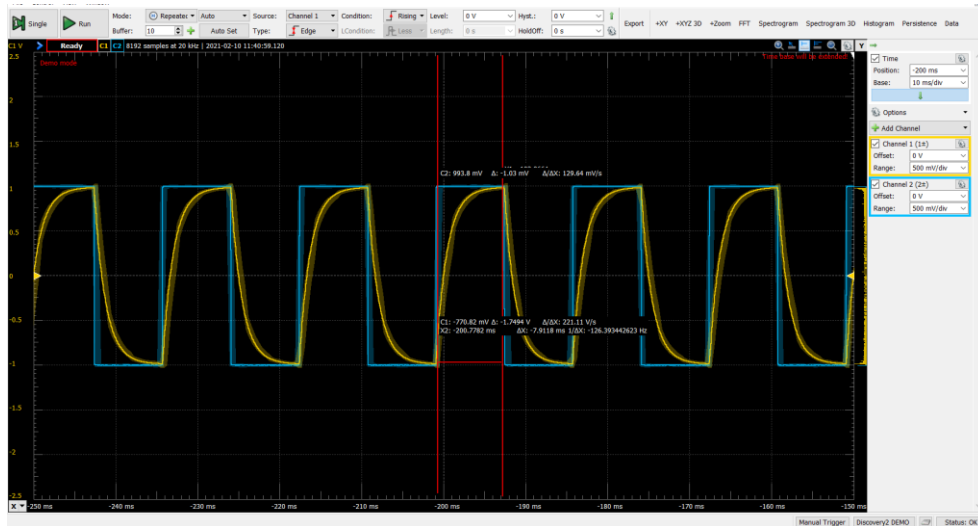
сигнали RC ланцюжка (сфотографувати картинку). Записати налаштування осцилографа на яких ви проводили вимірювання (В/поділку, час/поділку) та параметри імпульсного сигналу. Перевірити, що тривалість заряду-розряду дорівнює розрахованому значенню. Результати вимірювань занести до протоколу.

$$5 \tau = 5 * 1,5 = 7,5 \text{ мс}$$

Ввізьму в 2 рази більше 15мс

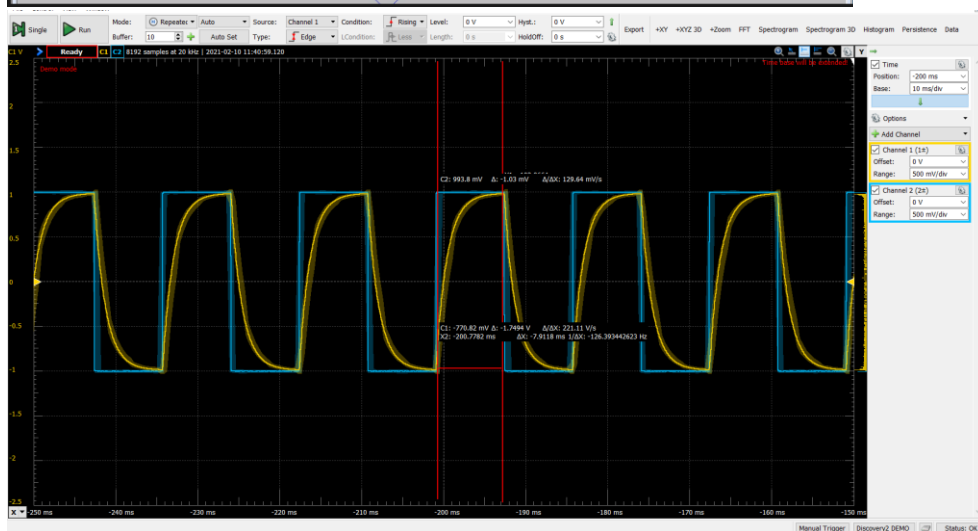
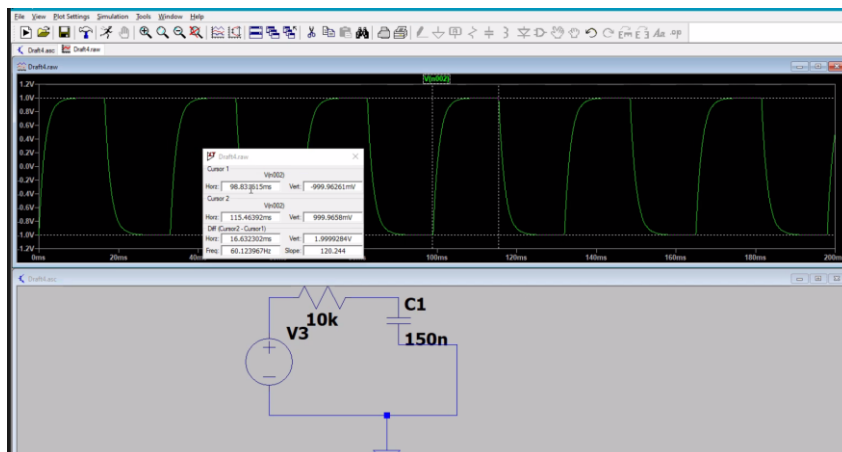
$$f = 1000 / 15 = 66 \text{ Гц}$$

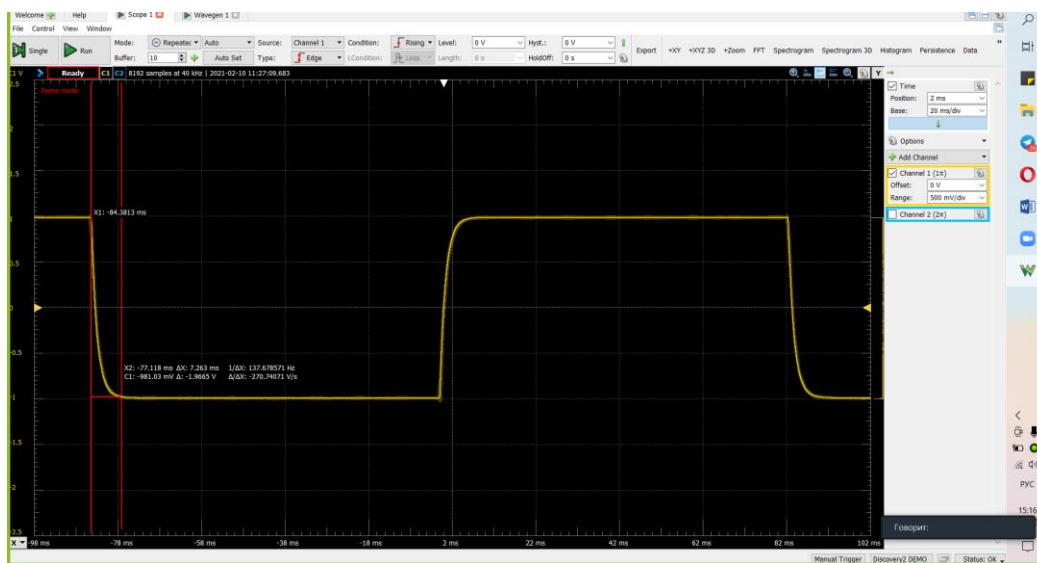
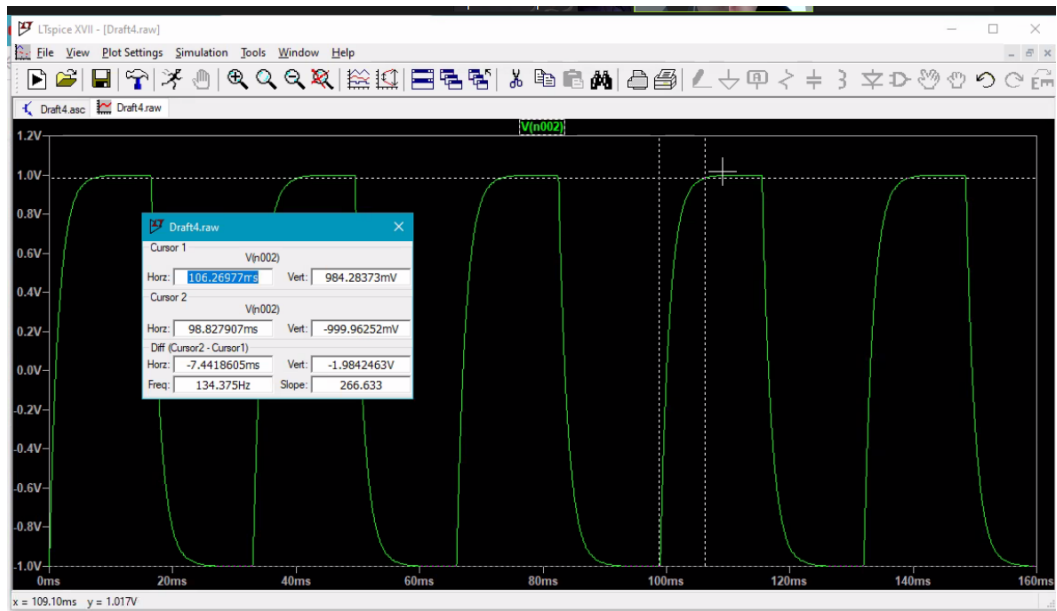




2.4. Промоделювати роботу схеми в LTSpice. Пересвідчитись, що затримка заряду-розряду ємності при симуляції дорівнює затримці заряду при реальних вимірюваннях.

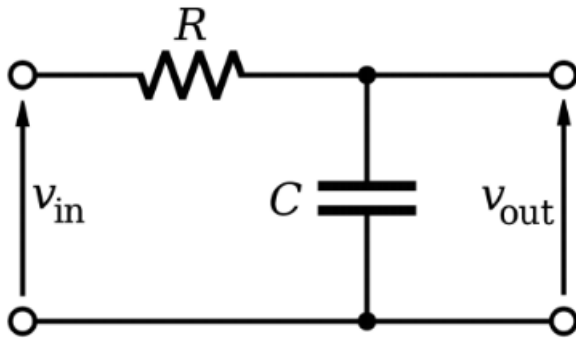
Результати симуляції занести до протоколу.





На скріншотах видно, що реальний і теоретичний час заряду/розряду співпадають.

3.1. Скласти схему RC фільтру низької частоти для довільних значень опору і ємності.



$$R=10 \text{ кОм}$$

$$C=150 \text{ нФ}$$

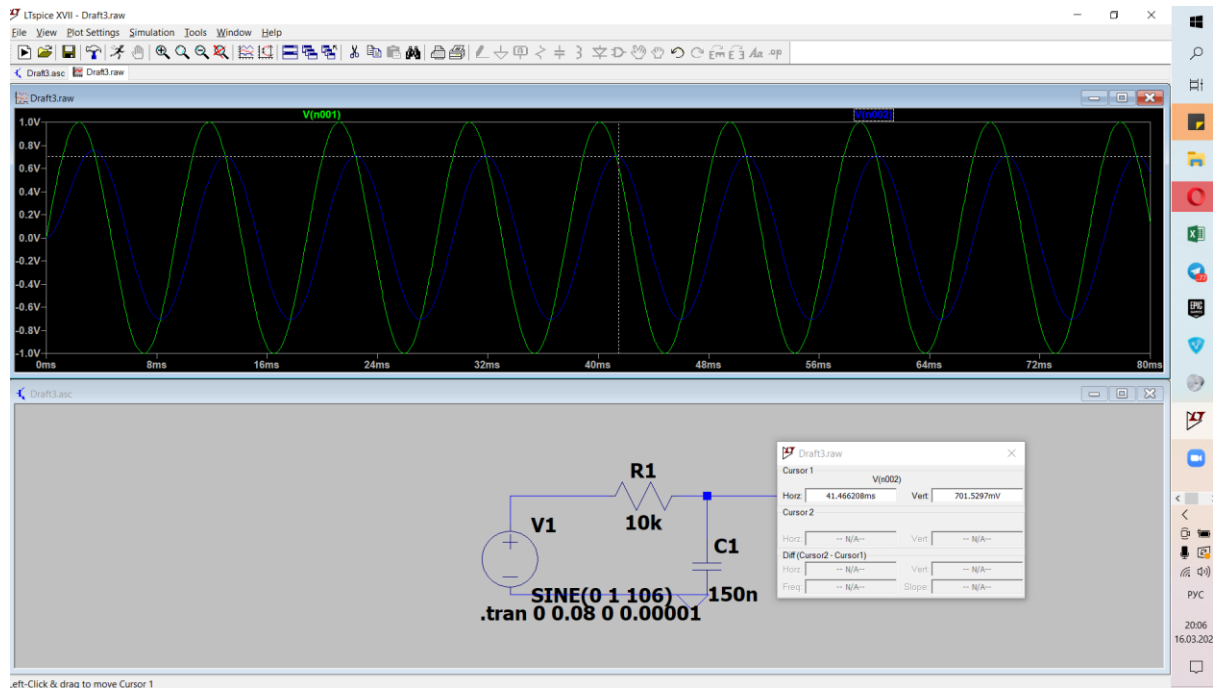
3.2. Розрахувати значення частоти зрізу. Результат занести до протоколу.

$$\tau=RC=10\,000*150*10^{-9}=1,5 \text{ (мс)}$$

$$f=1/2\pi\tau=1000/(6.28*1,5)=1000/9,42=106.157 \text{ (Гц)}$$

3.3. Виміряти амплітудно-частотну характеристику фільтра. Для цього необхідно подати на вхід фільтра синусоїдальний сигнал з генератора ГЗ-112 з амплітудою 1В та частотою зрізу. Визначити амплітуду синусоїдального сигналу на виході фільтра. Розрахувати коеф. передачі за напругою (K_u) для даної частоти (відношення амплітуди вихідного сигналу до амплітуди вхідного сигналу). Розбити інтервал частот від 0 до частоти зрізу на 3-4 відрізки і для частот на кінцях цих відрізків визначити значення K_u . При цьому необхідно слідкувати, щоб амплітуда вхідного сигналу завжди дорівнювала 1 В.

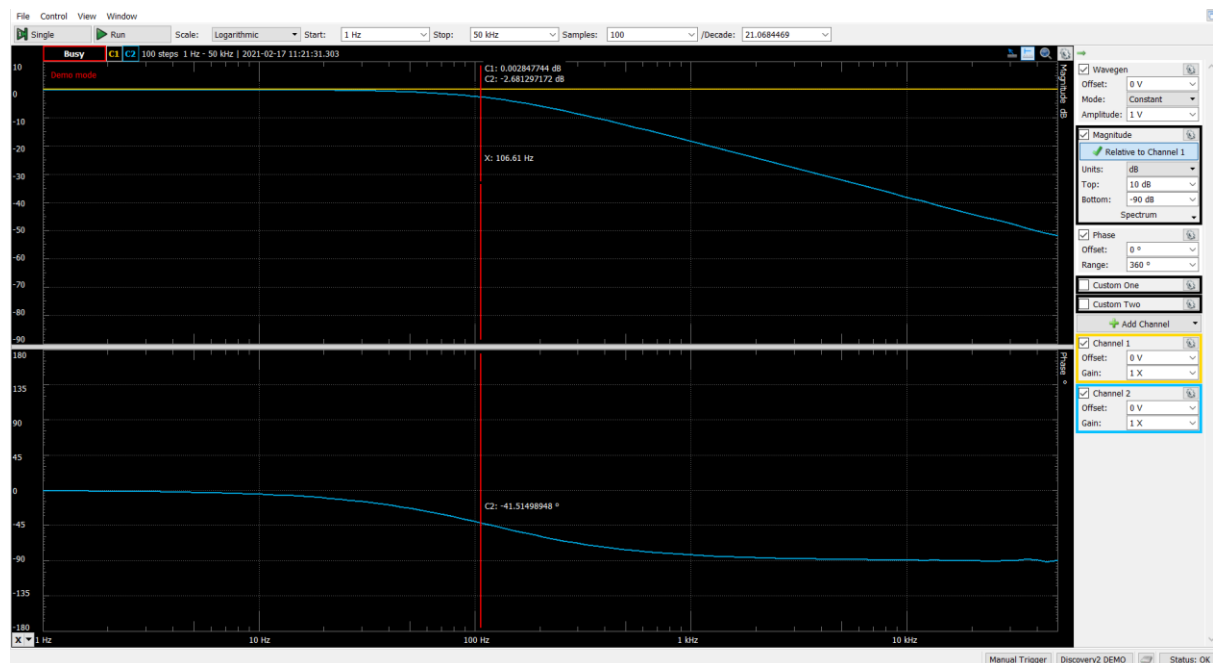
Розрахувати K_u для нульової частоти. Взяти 4-5 значень частоти вище частоти зрізу та визначити для них K_u . Перевірити, що K_u на частоті близькій до нуля в корінь з двох раз більший ніж K_u на частоті зрізу. Результат вимірів занести до протоколу у вигляді таблиці частота-> K_u . Побудувати графік амплітудно-частотної характеристики.



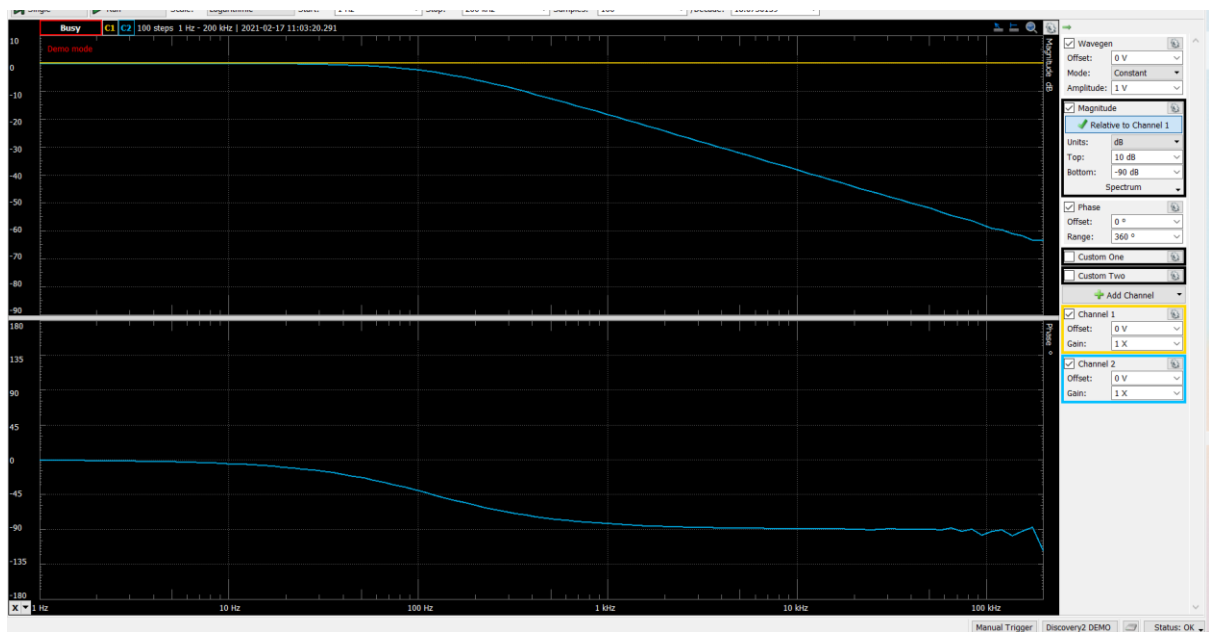
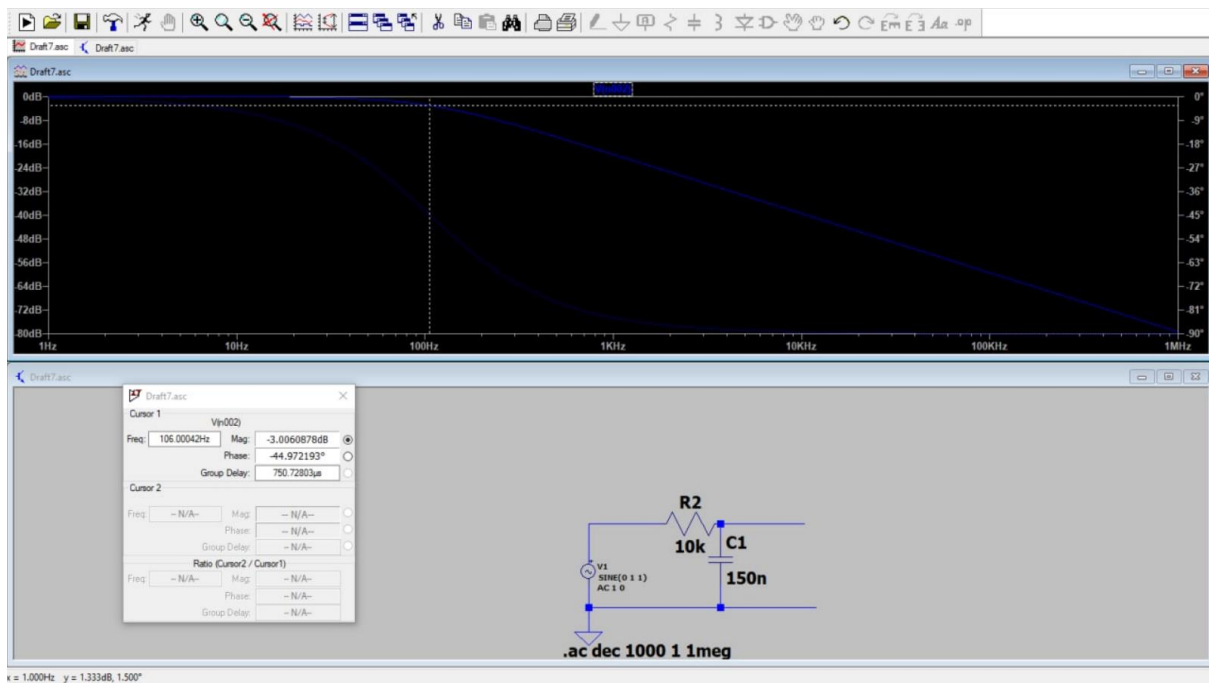
На частоті зрізу вхідна напруга 1В, а вихідна $\approx 0,7$, це $1 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$, таким чином частота зрізу розрахована вірно.

Далі опір конденсатора сильно падає, а оскільки це подільник напруги то напруга на конденсаторі також сильно падає.

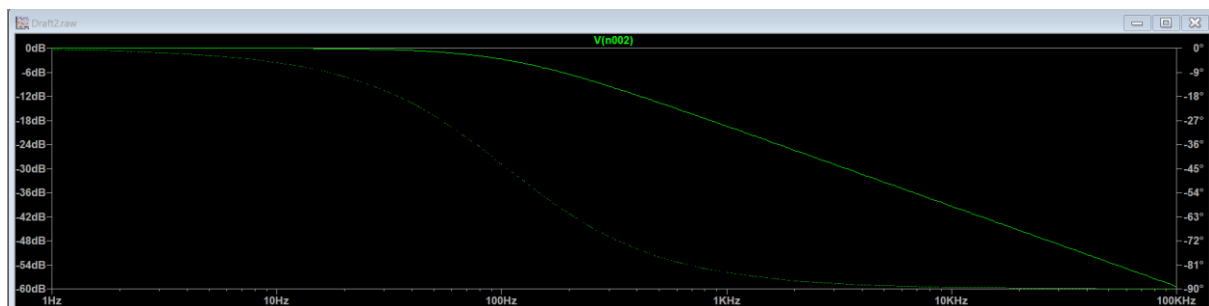
Затухання на частоті зрізу в dB знаходиться за формулою $V = 20 \lg(U_{\text{вих}} / U_{\text{вх}}) = 20 \lg(0,7) \approx 20 \cdot (-0,15) = -3\text{dB}$



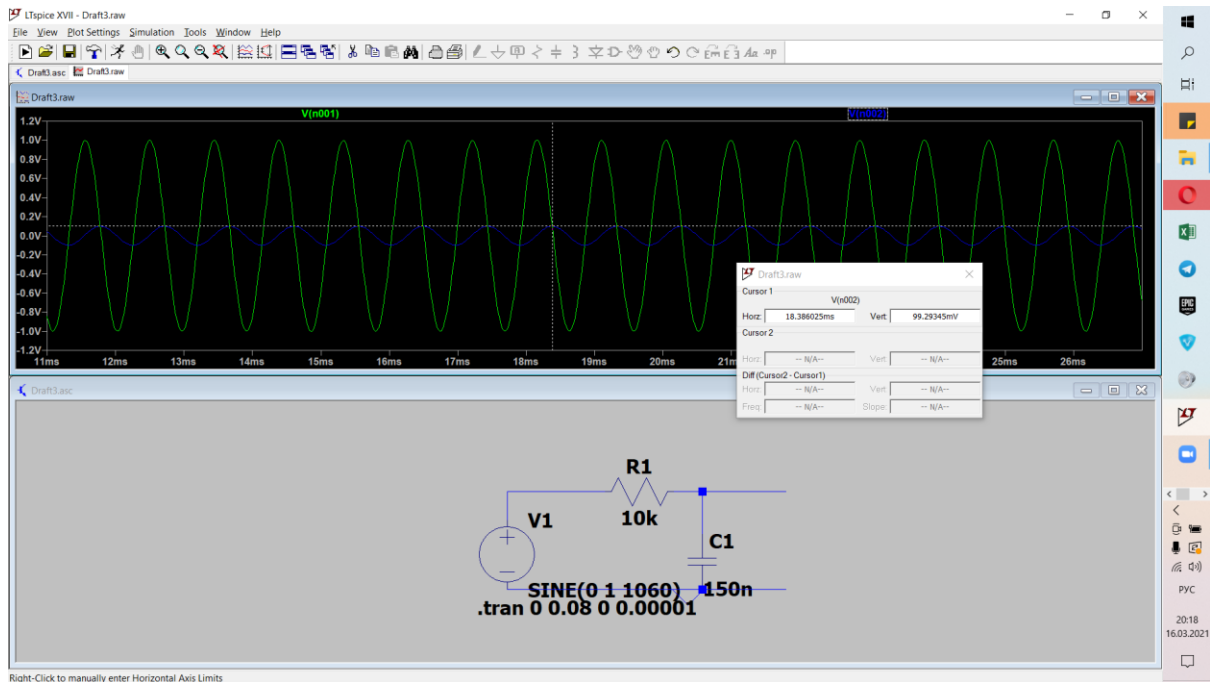
3.4. Побудувати графік амплітудно-частотної характеристики в LTSpice. Додати цей графік до протоколу. Порівняти з графіком одержаним для реальних вимірювань.



В ЛТспайс ачх виміряно до 1МГц, а при реальних вимірюваннях вже на 100кГц почалися завади, через не ідеальність приладів, та з'єднань.



Затухання для частоти зрізу = $20\lg(0.7/1) = -3.098$ dB



Затухання на частоті в 10 разів більше ніж частота зрізу = $20\lg(0.1/1) = -20$ dB

Результат співпав з очікуваним (-20 dB на декаду)

Висновок:

При виконанні цієї лабораторної, я зібрав суматор напруги на двох резисторах, за формулою розрахував вихідну напругу при різних вхідних, перевірив розрахунки практично та у Ltspice.

Склав RC ланцюжок, розрахував постійну часу та час заряду конденсатора, звірив практично та у Ltspice.

Склав RC фільтр низької частоти, розрахував частоту зрізу, виміряв K_u біля частоти зрізу, вона співпала з теоретичною (В корінь з 2х раз менше ніж при частоті близької до 0), перевірив затухання у разях в децибелах. Розрахував затухання у децибелах на частоті зрізу. Впервиннявся що швидкість затухання -20 dB на декаду.