

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-51

Якименко О. О.

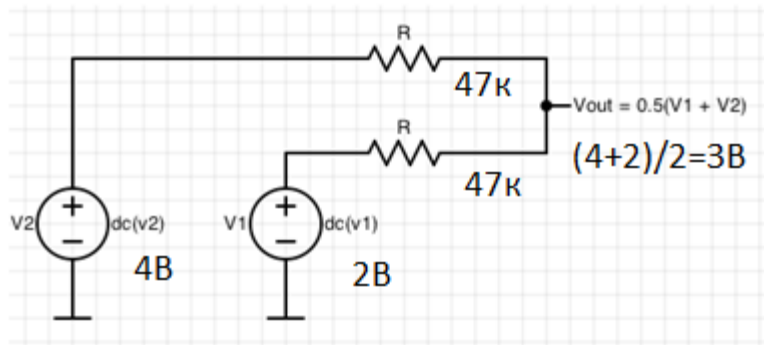
Перевірив:

доц. Короткий Є В.

Для вимірів та генерацій сигналів, побудови графіка АЧХ було використано плату Analog Discovery2

## 1. Дослідження суматора напруг на резисторах

1.1) Було побудовано суматор напруг на двох резисторах по 47кОм та двома джерелами напруги - одне 4В інше 2В.



1.2) Теоретичне значення напруги в точці  $V_{out} = 0.5(2+4) = 3V$

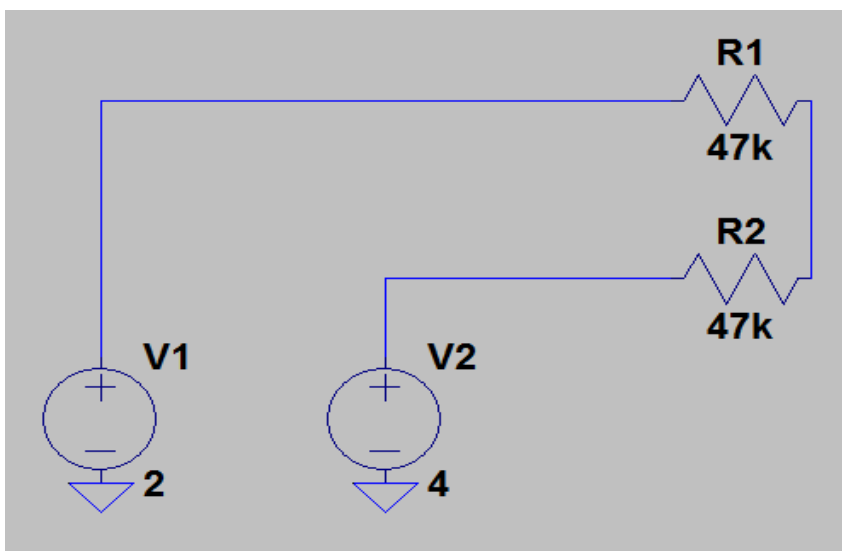
Виміри

Channel 1	
DC	2.927 V
True RMS	2.927 V
AC RMS	2 mV

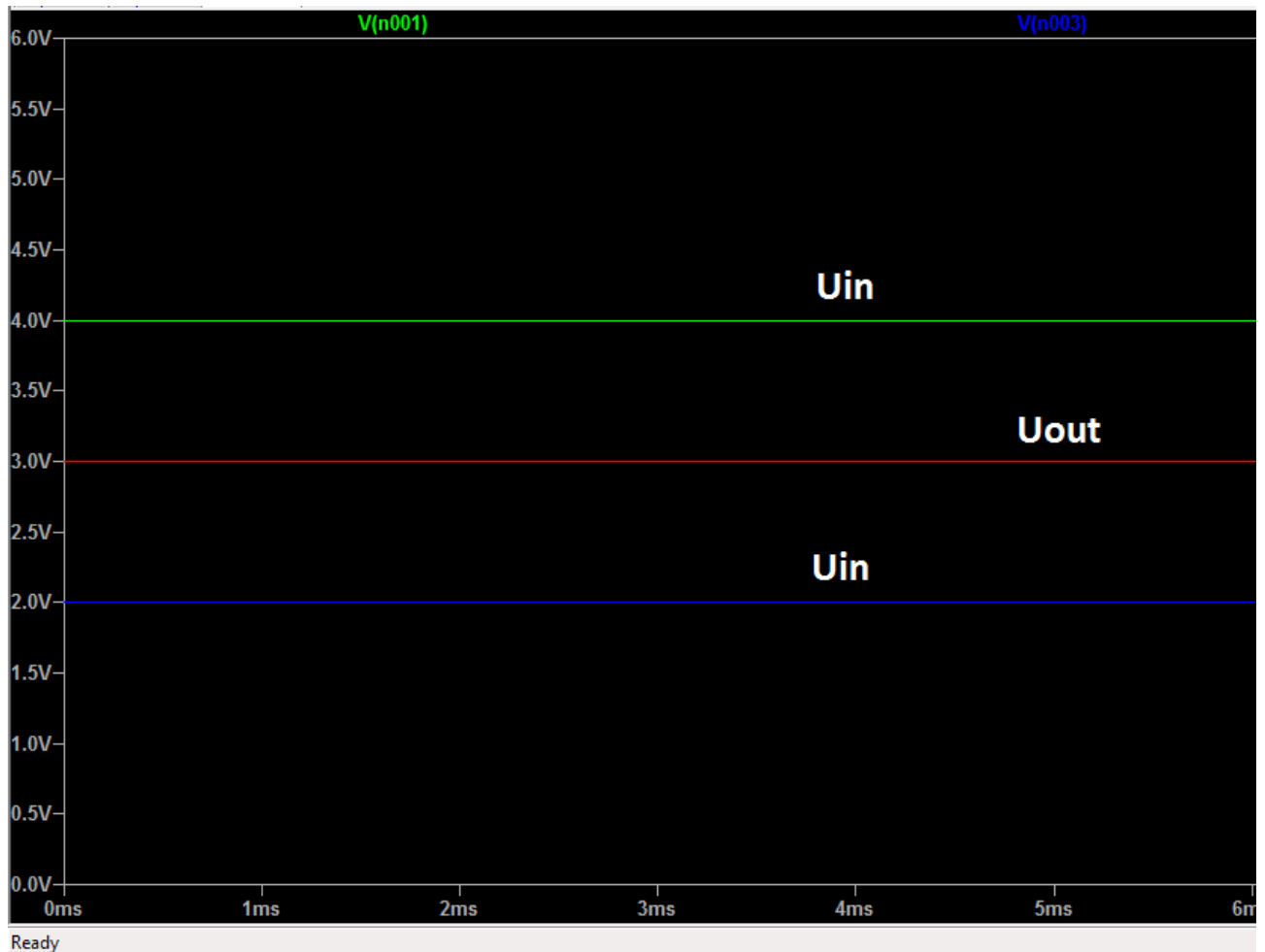
Як бачимо - трохи менше за 3В, але з урахуванням деяких похибок, значення відповідає теоретичним розрахункам.

1.3) Симуляція в LTSpice

Схема



## Сигнали

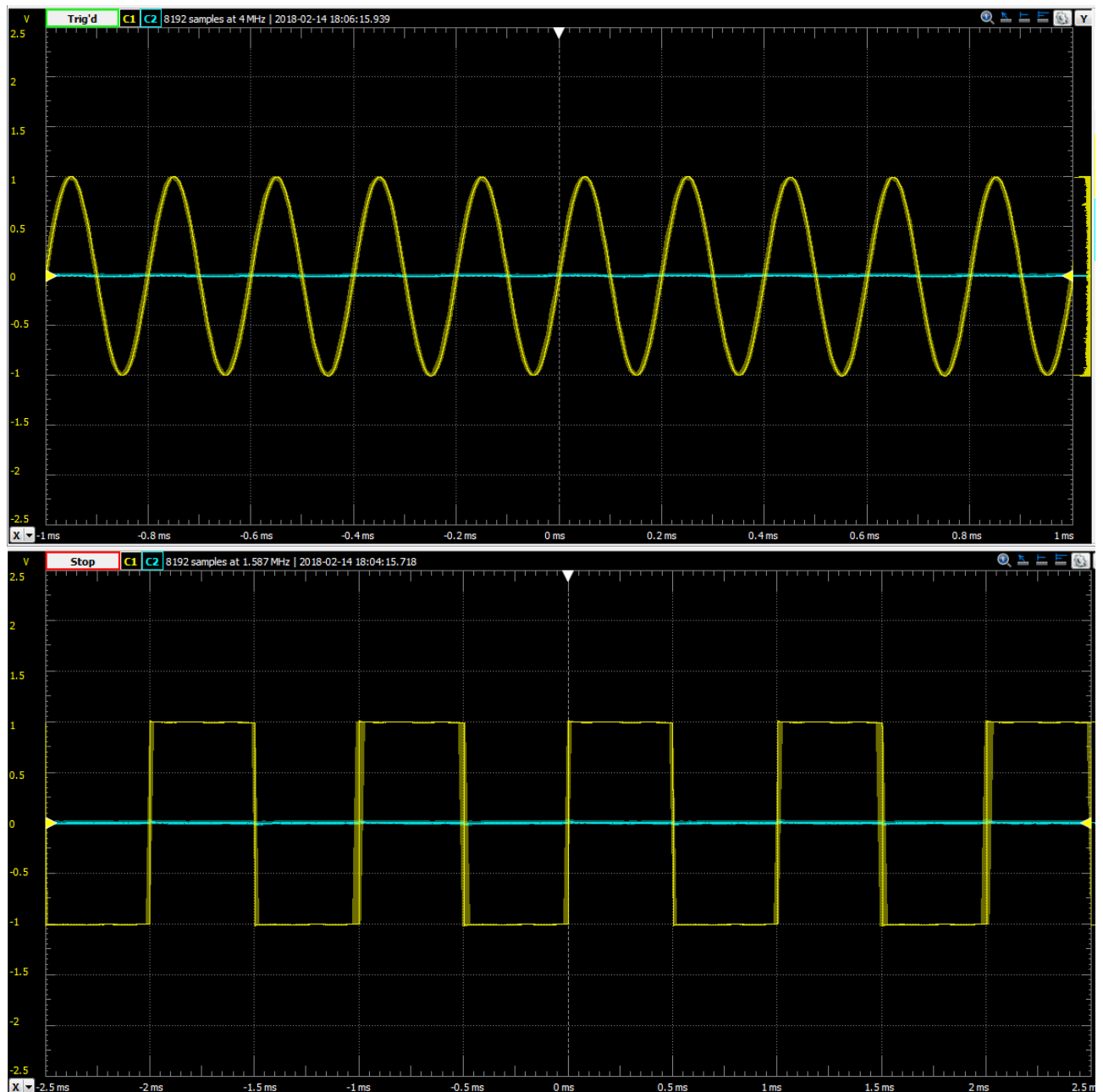


Порівнюючи симуляцію та реальні виміри можемо сказати, що симуляція це ідеальна модель, яка побудована на теоретичних формулах і завжди видає точний результат, але в моделях зазвичай не враховуються побічні фактори, які впливають на реальні показники, тому ми й маємо невеличкі розбіжності (модель 3В, реальний тест 2.927В) в результатах. Але результат реальних тестів менший ніж в симуляції, бо поки сигнал дійде до точки виміру, напруга може виділитись ще десь. В даній ситуації скоріш за все впливають 50 омні щупи + точність вимірювання приладу. Також впливати може ще внутрішній опір джерела.

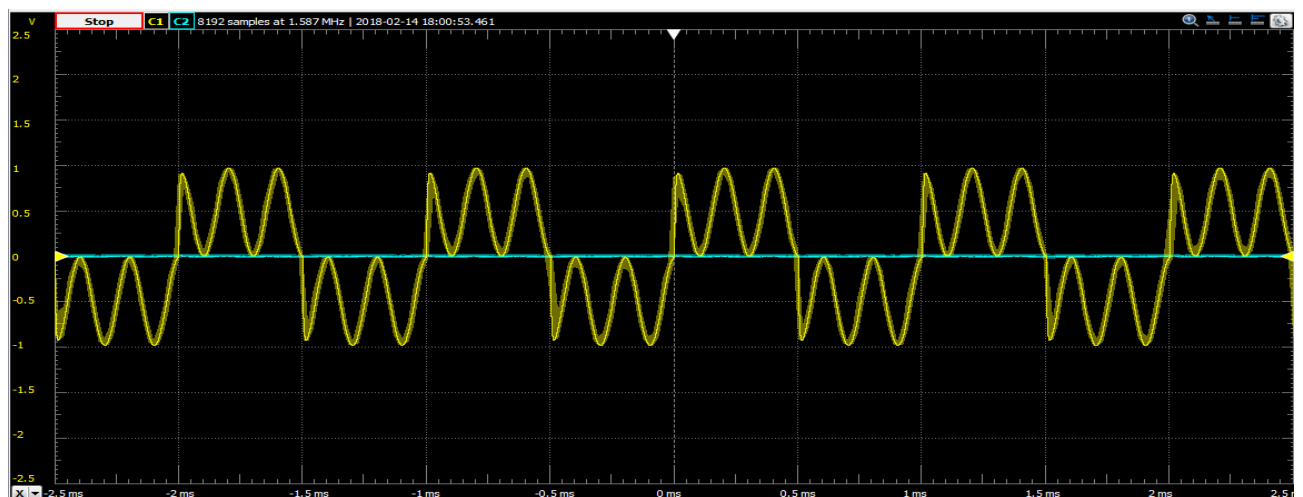
1.4) На суматор згідно з завданням було подано 2 сигнали (1 - імпульсний, амплітуда 1В, мінімум -1В, частота 1кГц, коеф заповнення 0.5; 2 - синусоїдальний, 5кГц, амплітуда 1В)

Параметри осцилографа: 0.5 В/клітинка, 0.5 мс/клітинка

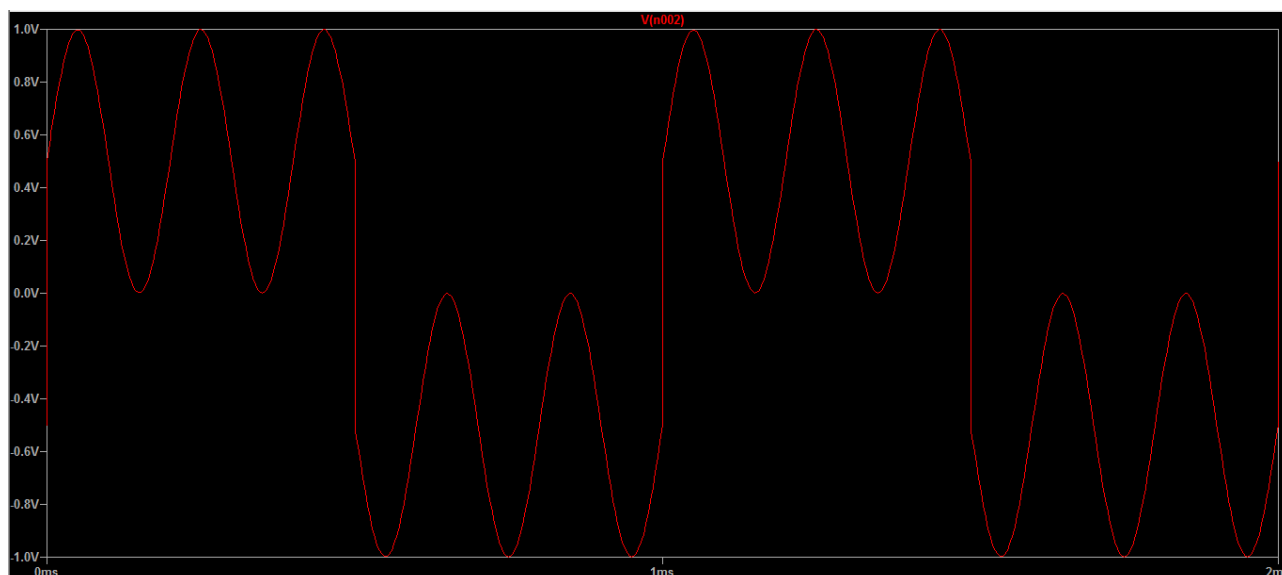
## Вхідні сигнали



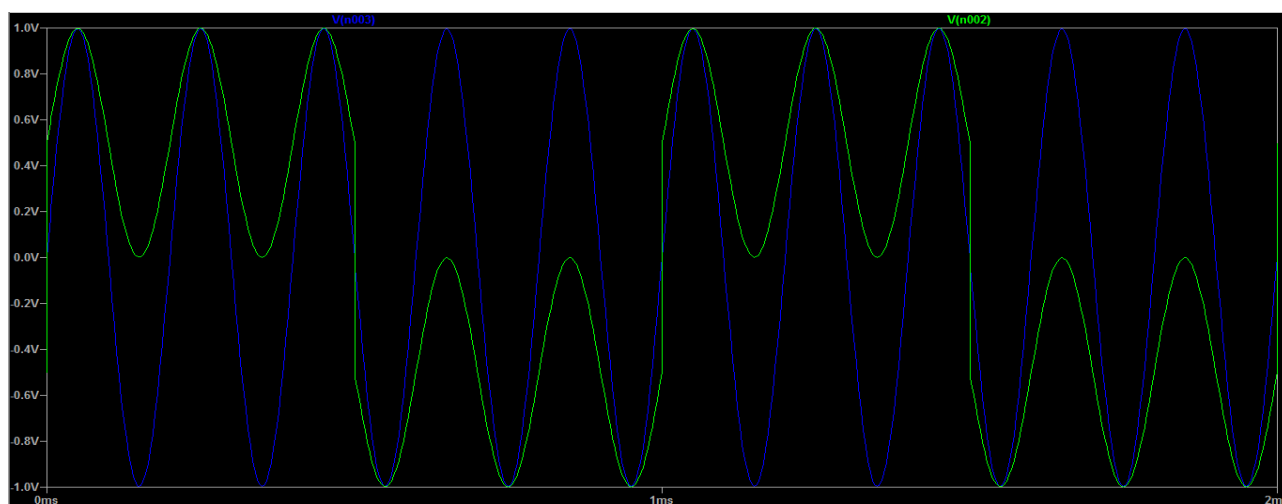
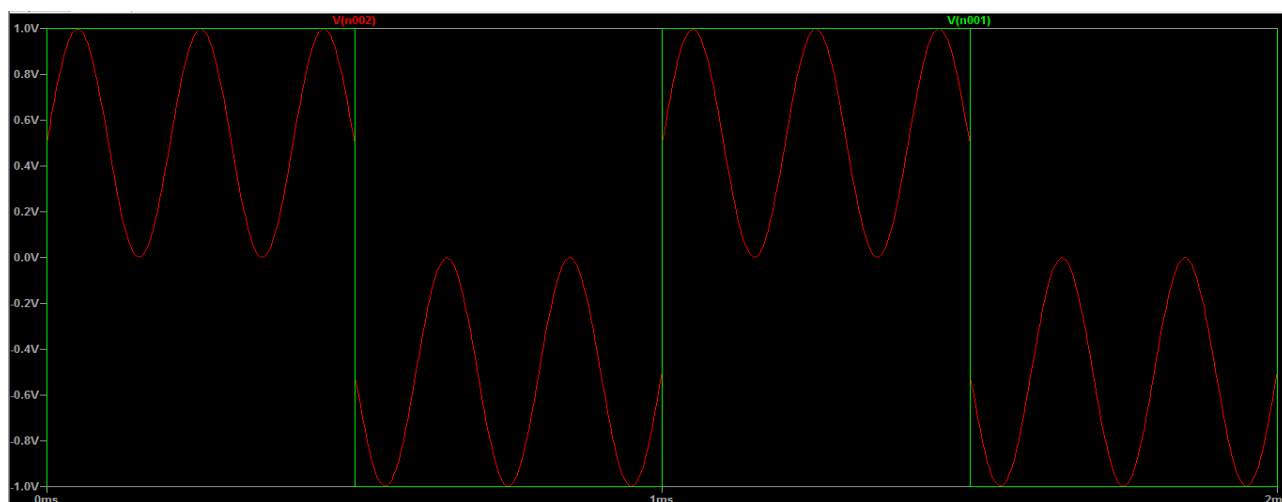
Результат. Спостерігаєм змішування сигналів



1.5) Симуляція - всі налаштування налаштовано аналогічно з налаштуваннями в реальному досліді. За формою сигнали ідентичні, хоча при переходу імпульсного сигналу з 1В в -1В в реальному досліді спостерігається на цій ділянці деяка кривизна, а в симуляції там вертикальна лінія. Скоріш за все це обумовлено особливостями перехідних процесів в реальному джерелі сигналів

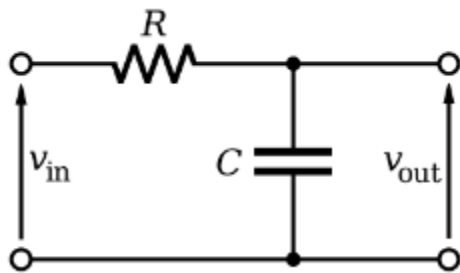


Ще декілька фото для візуалізації



## 2. Дослідження RC ланцюжка

2.1) Було складено RC ланцюжок



З параметрами

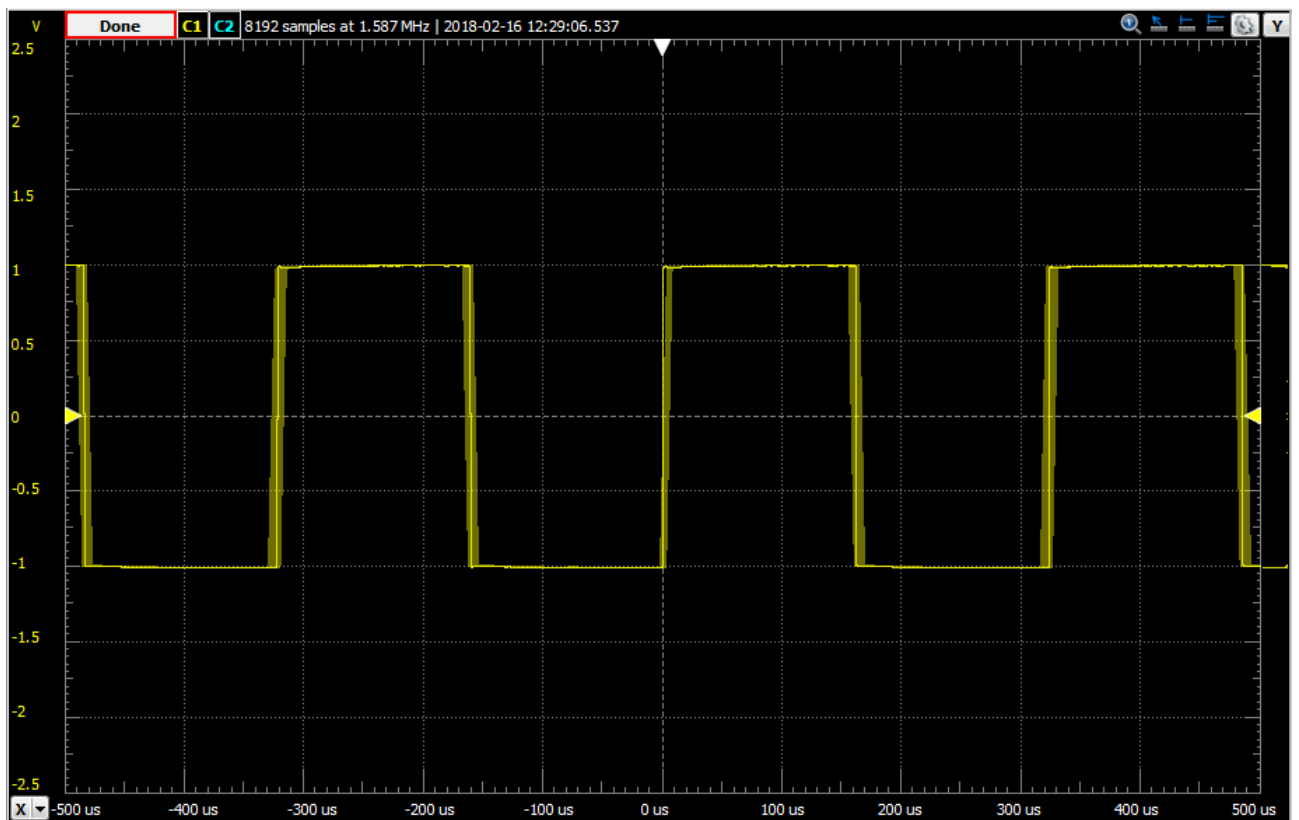
$R=1\text{кОм}$

$C=15\text{нФ}$

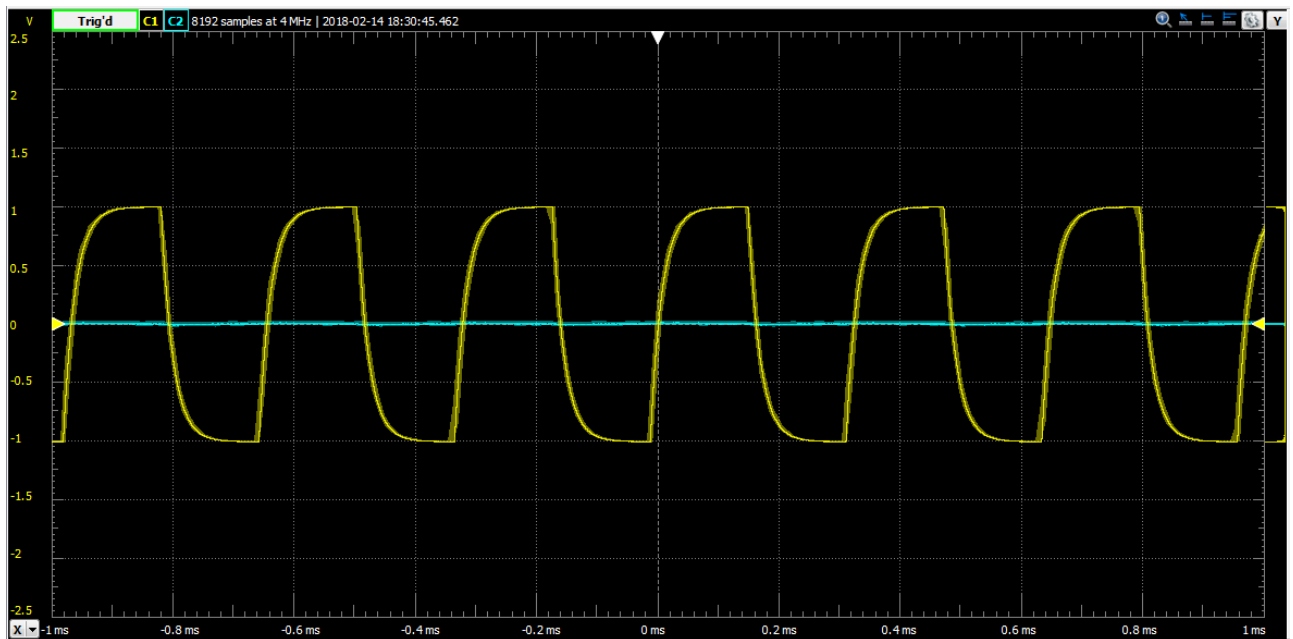
2.2) Щоб конденсатор досягнув 0.99Е потрібен час  $5RC$

$$5RC=5\cdot 10^3\cdot 15\cdot 10^{-9}=75\text{мкс}$$

2.3) На вхід подано імпульсний сигнал, амплітуда 1В , мінімум -1В, частота 3.1кГц (частота при якій період в 5 разів більший за розраховану тривалість заряду-розряду)

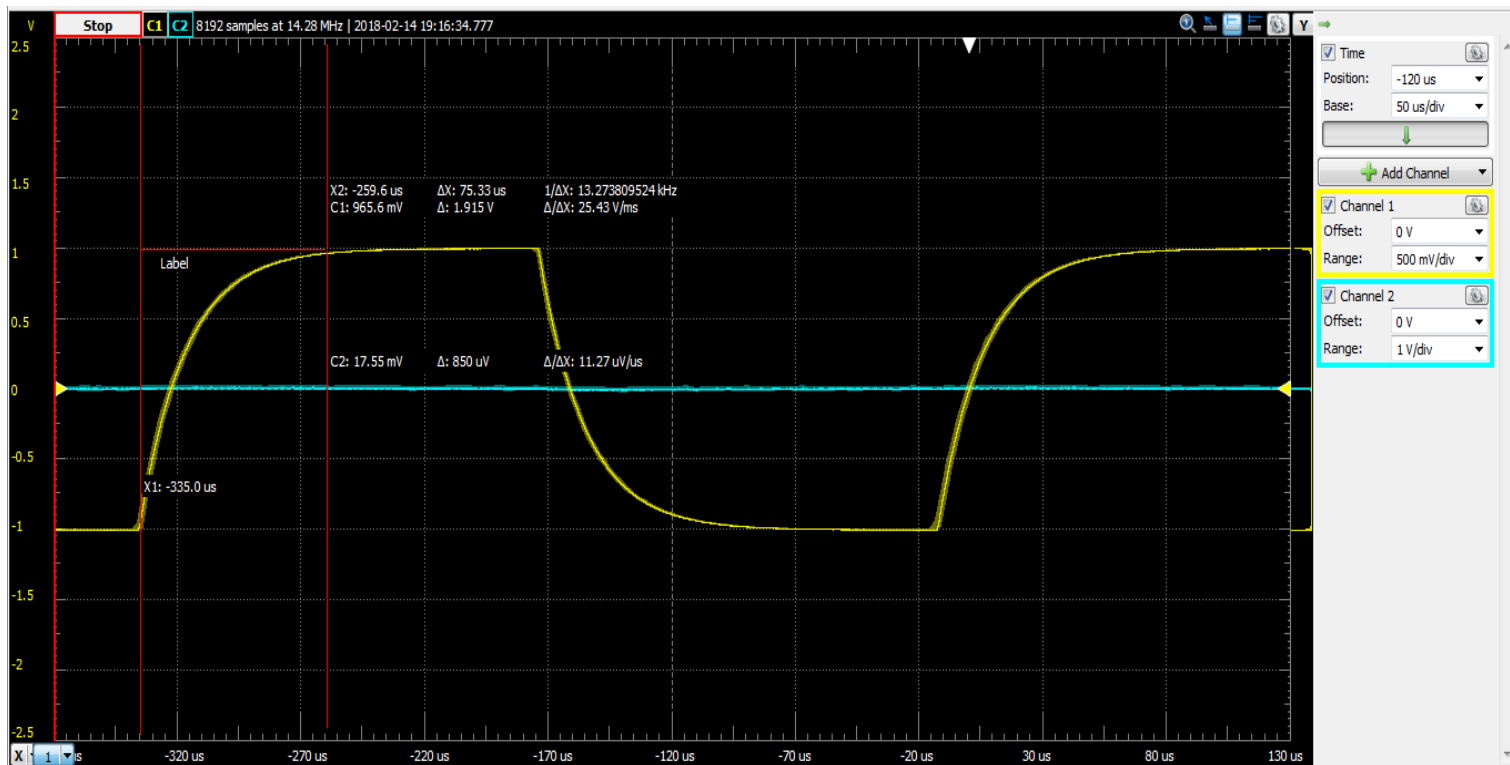


на виході отримали



Тут Параметри осцилографа: 0.5 В/клітинка , 0.2мс/клітинка

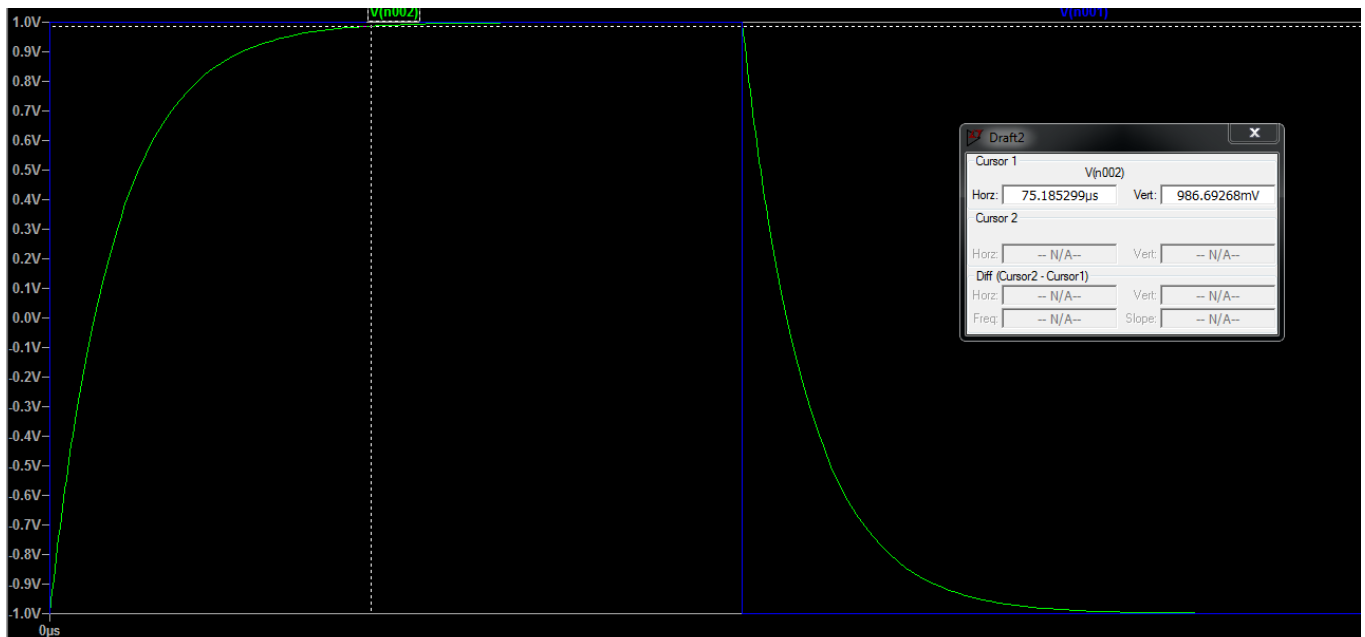
Перевірка часу заряду-розряду конденсатора



Тут Параметри осцилографа: 0.5 В/клітинка , 50мкс/клітинка

В даному випадку, в реальному досліді за 75мкс конденсатор зарядився до 965.6мВ, що відповідає теоретичним очікуванням.

2.4)Симуляція в LTSpice повністю відповідає теоретичним очікуванням та реальному досліді. При 75мкс зарядився до 986мВ



### 3. Дослідження RC фільтру низької частоти.

3.1)Використано схему, яка побудована в завданні 2

3.2)Розрахунок частоти зрізу

$$f_3 = \frac{1}{2\pi \times R \times C} = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 1 \times 10^3 \times 15 \times 10^{-9}} \approx 10.6\text{кГц}$$

3.3) Було розраховано ряд значень  $K_d$ теоретичного фільтру та порівняно з даними, отриманими експериментально. Результати наведено у таблиці:

№	$f$ , кГц	$K_d$ теоретичне	$K_d$ експеримент.	Похибка, %
1	0	1	1	-
2	0.5	0,999	0,999	0
3	1	0,996	0,994	0,2
4	2.5	0,973	0,959	1,4
5	5	0,905	0,863	4,6
6	7.5	0,817	0,752	8
7	<b>10.6</b>	<b>0,707</b>	<b>0,651</b>	<b>7,9</b>
8	12	0,662	0,582	12,1
9	15	0,577	0,497	13,9
10	20	0,469	0,396	15,7
11	30	0,333	0,277	16,8
12	50	0,208	0,171	17,8

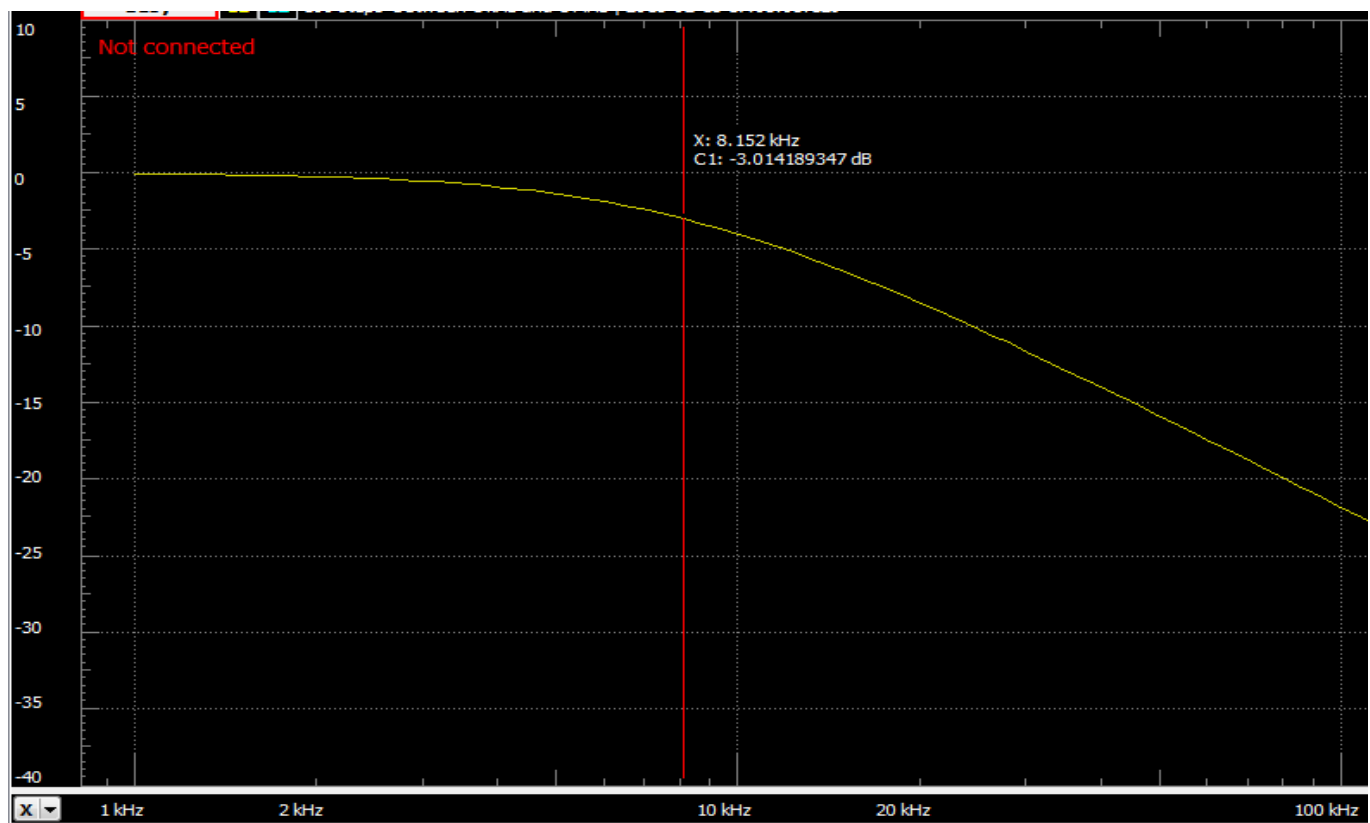


Виділено жирним частоту зрізу.

Перевірка: чи при частоті близькій до нуля  $K_u$  більше в корінь з двох раз  
більший ніж  $K_u$  на частоті зрізу

$0.651 \cdot 1.41 = 0.918$  це майже дорівнює 0.999, що з урахуванням деяких похибок  
підтверджує теорію

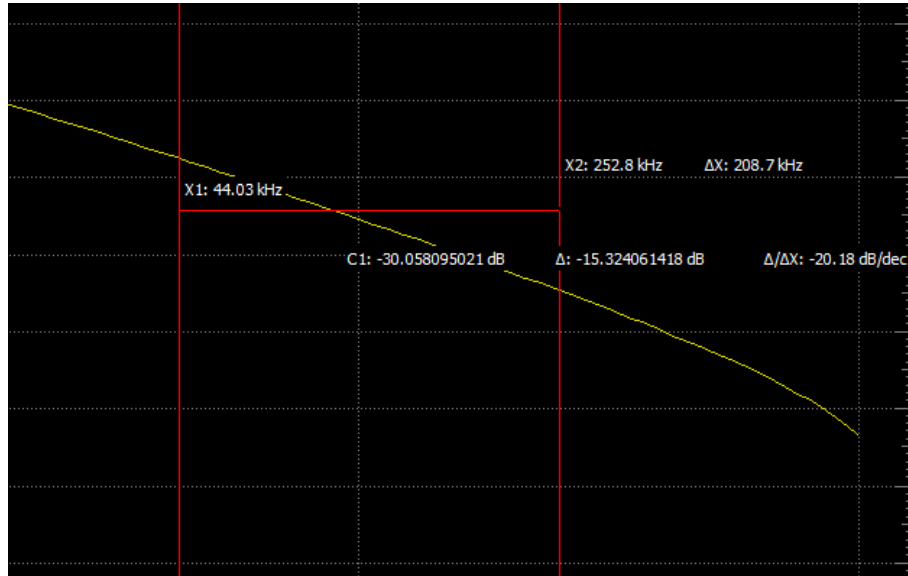
АЧХ



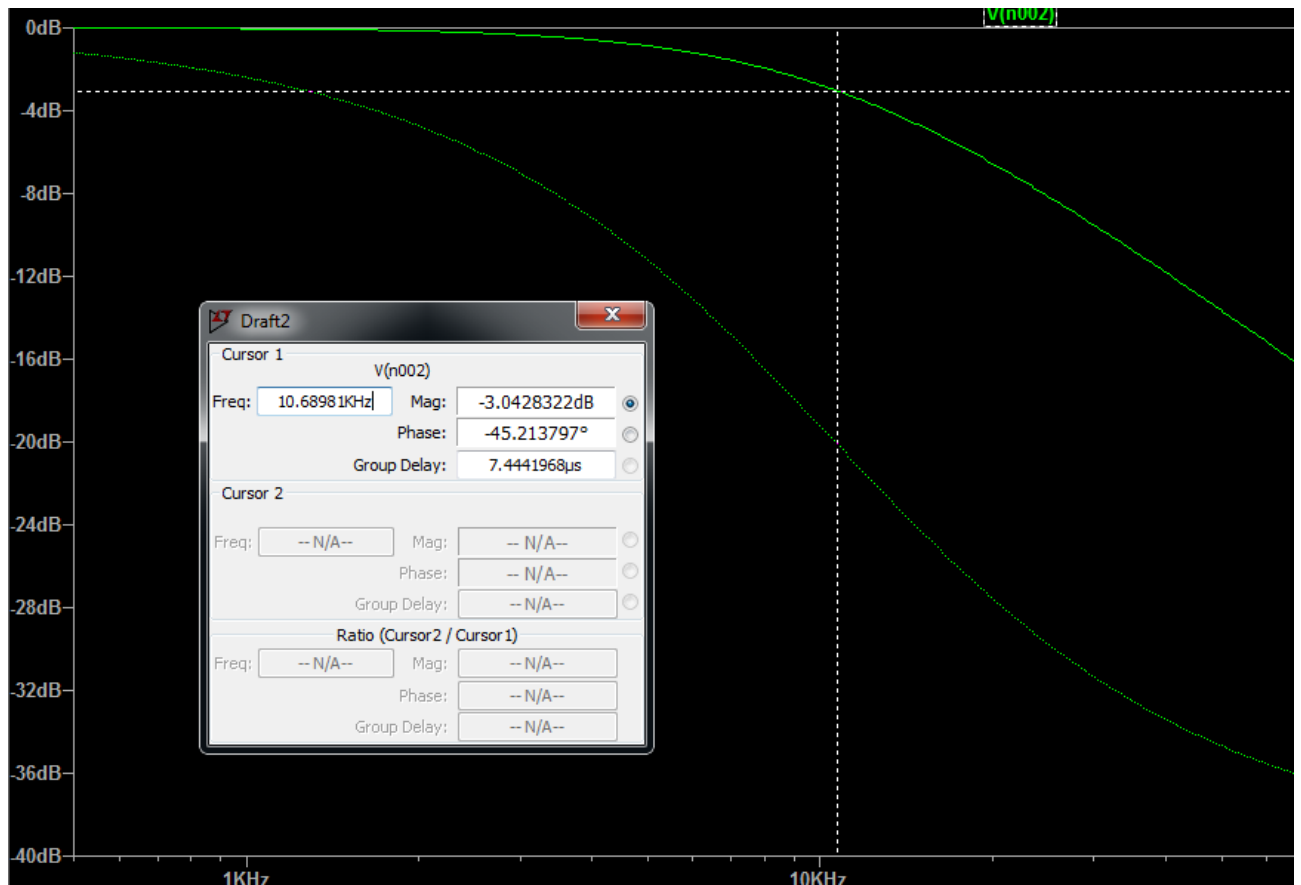
Загальна форма АЧХ відповідає теоретичній

Точка частоти зрізу(-3дБ) знаходиться на частоті 8.152кГц, що трохи не відповідає теоретичним розрахункам(10.6кГц), але значення доволі близьке до розрахованого, тому з урахуванням похибок можна сказати, що відповідає очікуванням.

Швидкість спадання -20дБ як і зазначено в теорії



3.4)Було симульовано АЧХ в LTSpice і форма сигналу повністю відповідає теорії, також значення частоти зрізу(10.6кГц) знаходиться саме у точці -3дБ, що абсолютно точно відповідає розрахункам



## Висновок

Отже, в цій лабораторній роботі ми дослідили суматор напруги на резисторах, та RC ФНЧ. Спочатку виконали завдання за допомогою Analog Discovery2, а потім провели симуляцію в LTSpice. Всюди результати реальних вимірів майже зійшлися з розрахунками.

Збіжність розрахунків з реальними дослідженнями підтверджує коректність теорії.