

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”

Виконали:  
студенти групи ДК-82  
Краповницький Є. І.  
Бобронніков А.

Перевірів:  
доц. Короткий Є В.

Київ – 2020

## 1. Дослідження однонапівперіодного випрямляча

А) В симуляторі LTSPICE була побудована схема однонапівперіодного випрямляча. Компоненти мають такі параметри:

$R=10\text{k}\Omega$

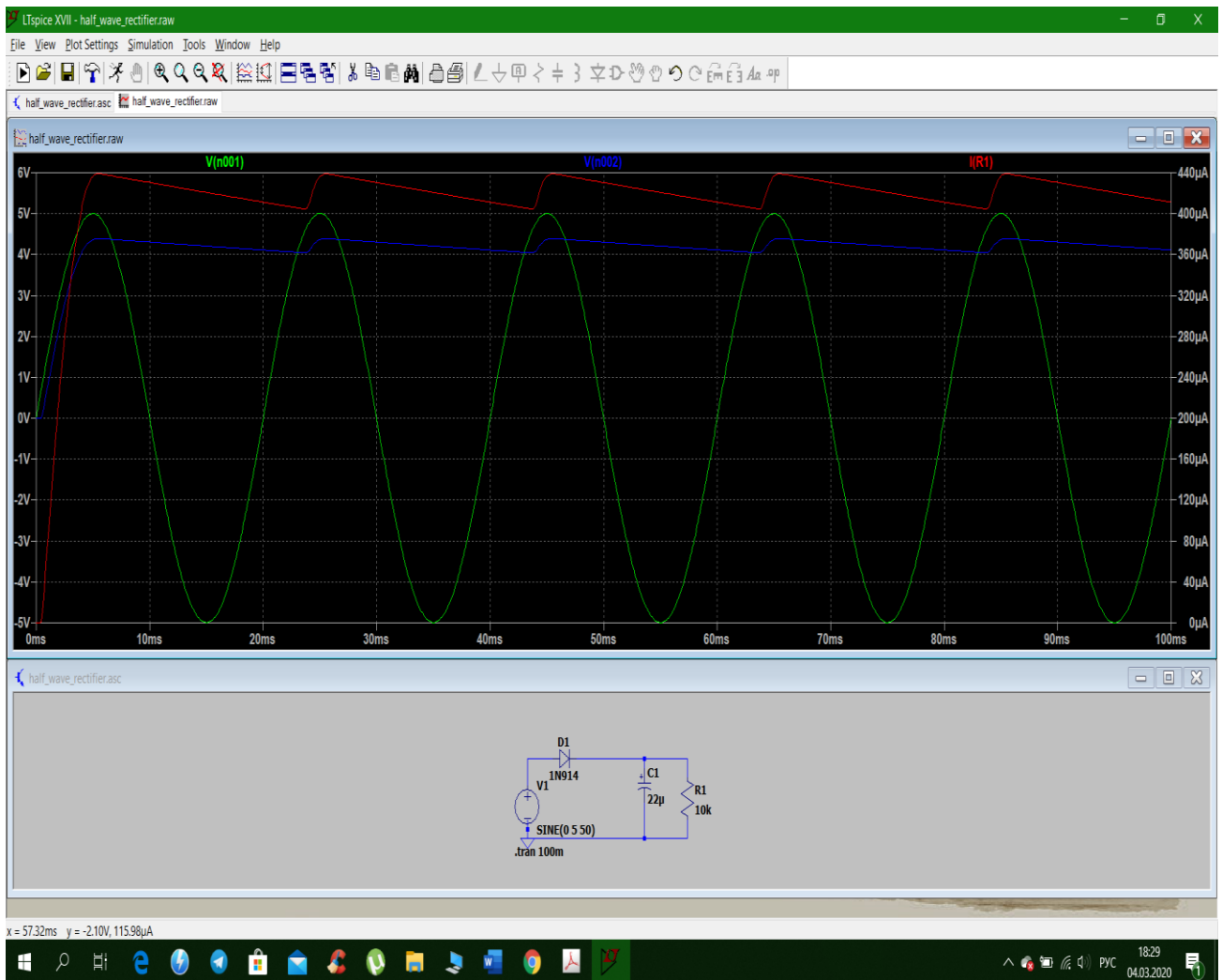
$C=22\mu\text{F}$

$f=50\text{Hz}$

Амплітуда 5V

Діод кремнієвий з прямим падінням напруги 0.7V.

Були отримані такі результати симуляції.



Амплітуда пульсації напруги:

$$\Delta U = U_{max} - U_{min} = 4.385 - 4.05 = 0.335V$$

Середній струм через навантаження:

$$I_{avg} = \frac{(I_{max} + I_{min})}{2} = \frac{440 + 404}{2} = 422 \mu A$$

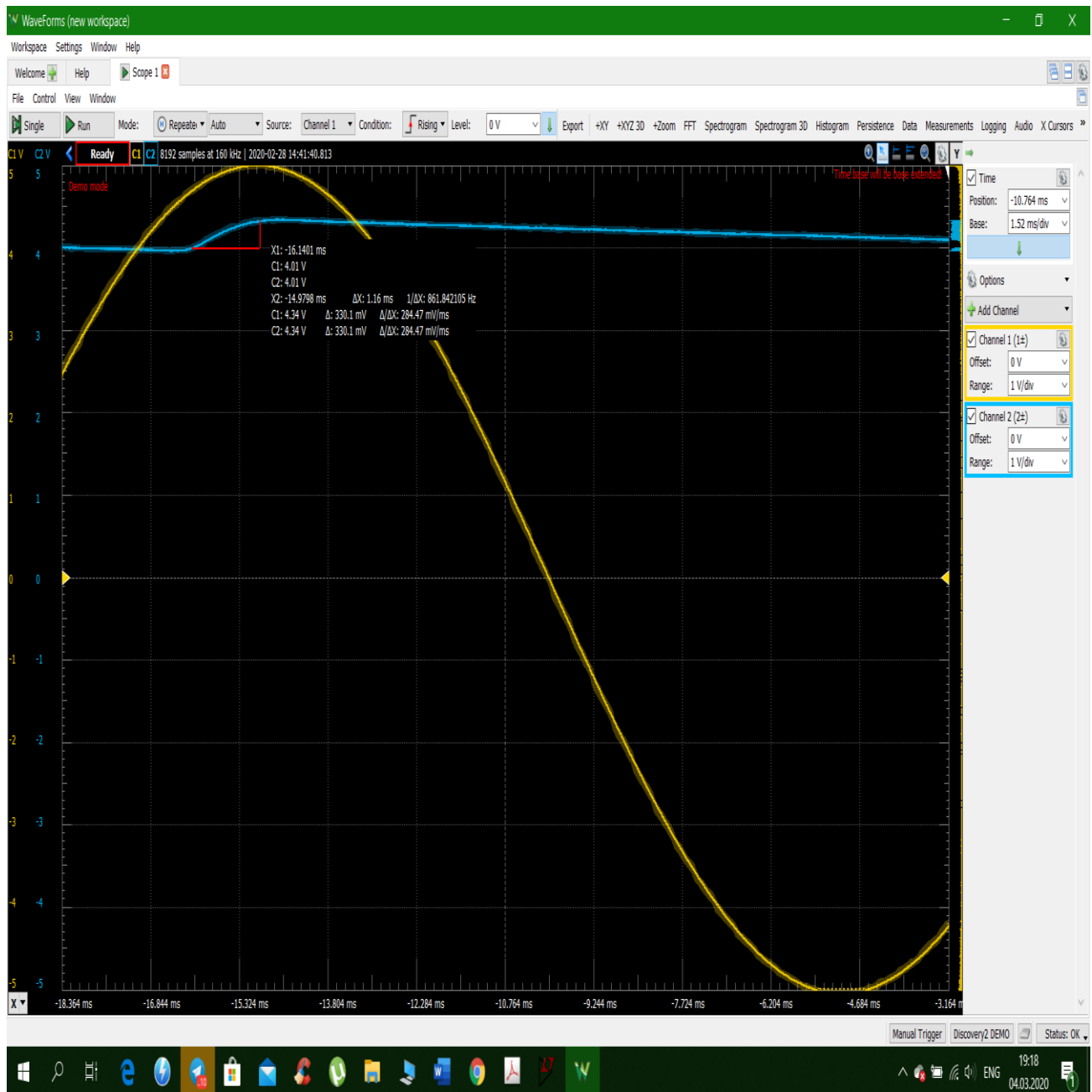
Тоді якщо розрахувати амплітуду пульсації напруги отримаємо:

$$\Delta U = \frac{I_{avg}}{C * f} = \frac{422 * 10^{-6}}{50 * 22 * 10^{-6}} = 0.383 V$$

З урахуванням похибки цей результат збігається з отриманим з графіка.



На макетній платі була зібрана схема з такими самими параметрами. Напруга на резисторі має такий вигляд:



Амплітуда пульсації напруги: 330мВ(позначено Δ)

Середній струм через резистор буде: 
$$I_{avg} = \frac{U_{max} + U_{min}}{2} = \frac{4.35}{10000} + \frac{3.97}{10000} = 416 \mu\text{A}$$

Цей результат майже ідеально збігається к результатом симуляції.

Б) В симуляторі LTSPICE була побудована схема однонапівперіодного випрямляча. Компоненти мають такі параметри:

$R=10\text{k}\Omega$

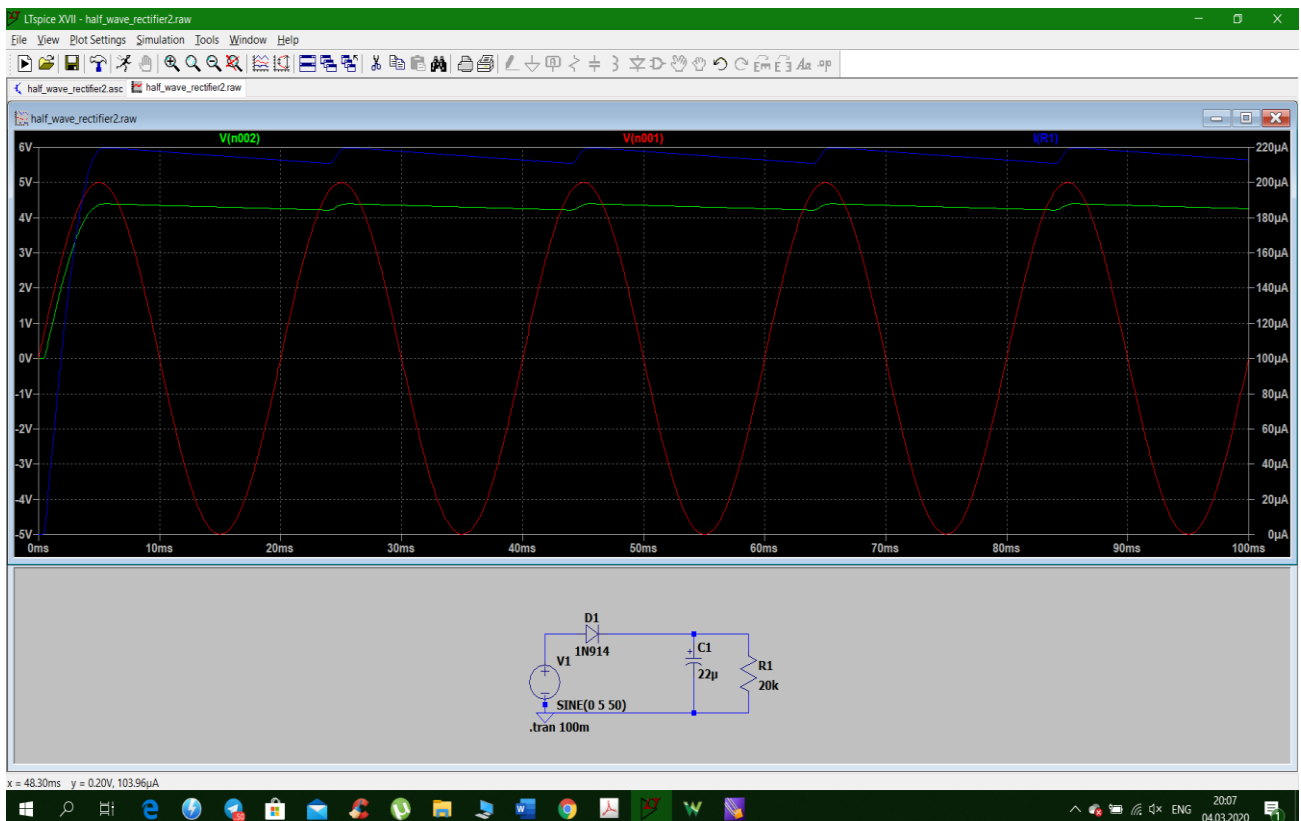
$C=22\mu\text{F}$

$f=50\text{Hz}$

Амплітуда 5В

Діод кремнієвий з прямим падінням напруги 0.7В.

Були отримані такі результати симуляції.



Амплітуда пульсації напруги:

$$\Delta U = U_{max} - U_{min} = 4.390 - 4.22 = 0.168\text{V}$$

Середній струм через навантаження:

$$I_{avg} = \frac{(I_{max} + I_{min})}{2} = \frac{220 + 210}{2} = 215\mu\text{A}$$

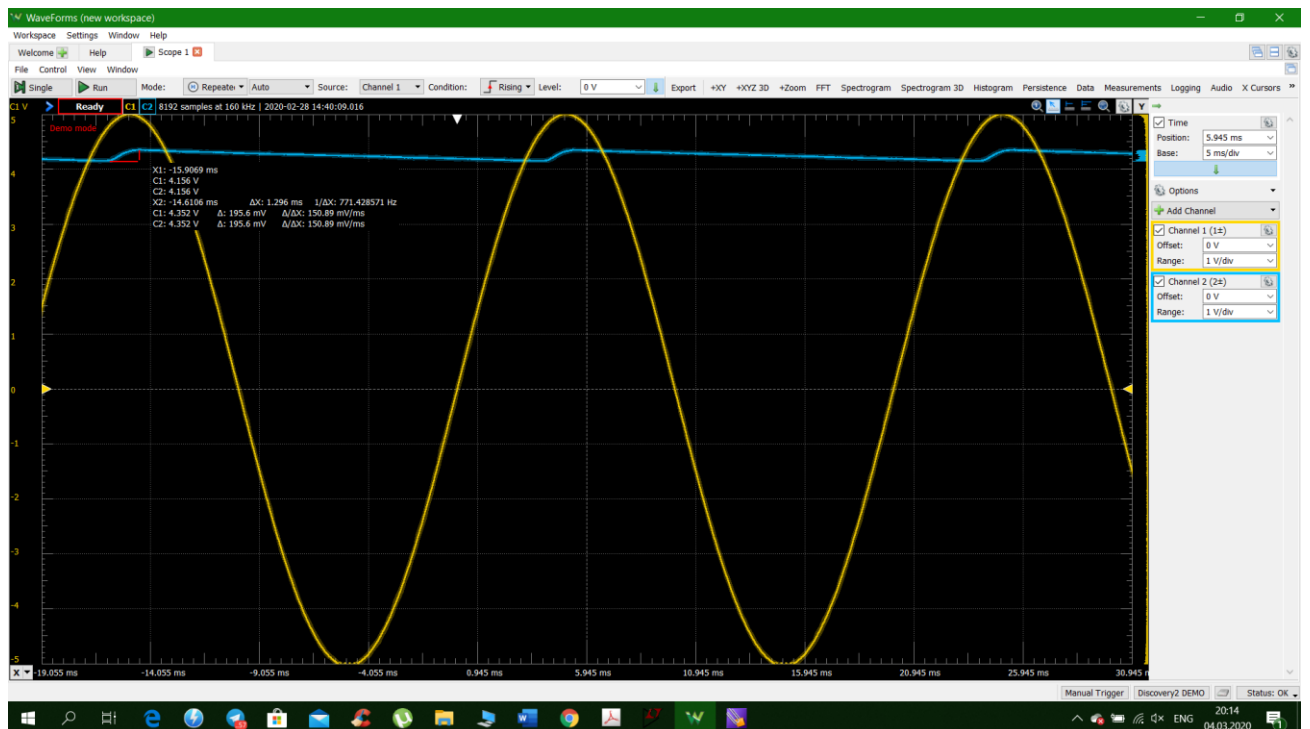
Тоді якщо розрахувати амплітуду пульсації напруги отримаємо:

$$\Delta U = \frac{I_{avg}}{C * f} = \frac{215 * 10^{-6}}{50 * 22 * 10^{-6}} = 0.195\text{V}$$

З урахуванням похибки цей результат збігається з отриманим з графіка.



На макетній платі була зібрана схема з такими самими параметрами. Напряга на резисторі має такий вигляд:



Амплітуда пульсації напруги: 195мВ(позначено  $\Delta$ )

Середній струм через резистор буде:  $I_{avg} = \frac{\frac{U_{max}}{R} + \frac{U_{min}}{R}}{2} = \frac{\frac{4.35}{20000} + \frac{3.97}{20000}}{2} = 212 \mu A$

Цей результат майже ідеально збігається к результатом симуляції.

## 2. Дослідження двонапівперіодного випрямляча

А) В симуляторі LTSPICE була побудована схема двонапівперіодного випрямляча. Компоненти мають такі параметри:

$R=10k\Omega$

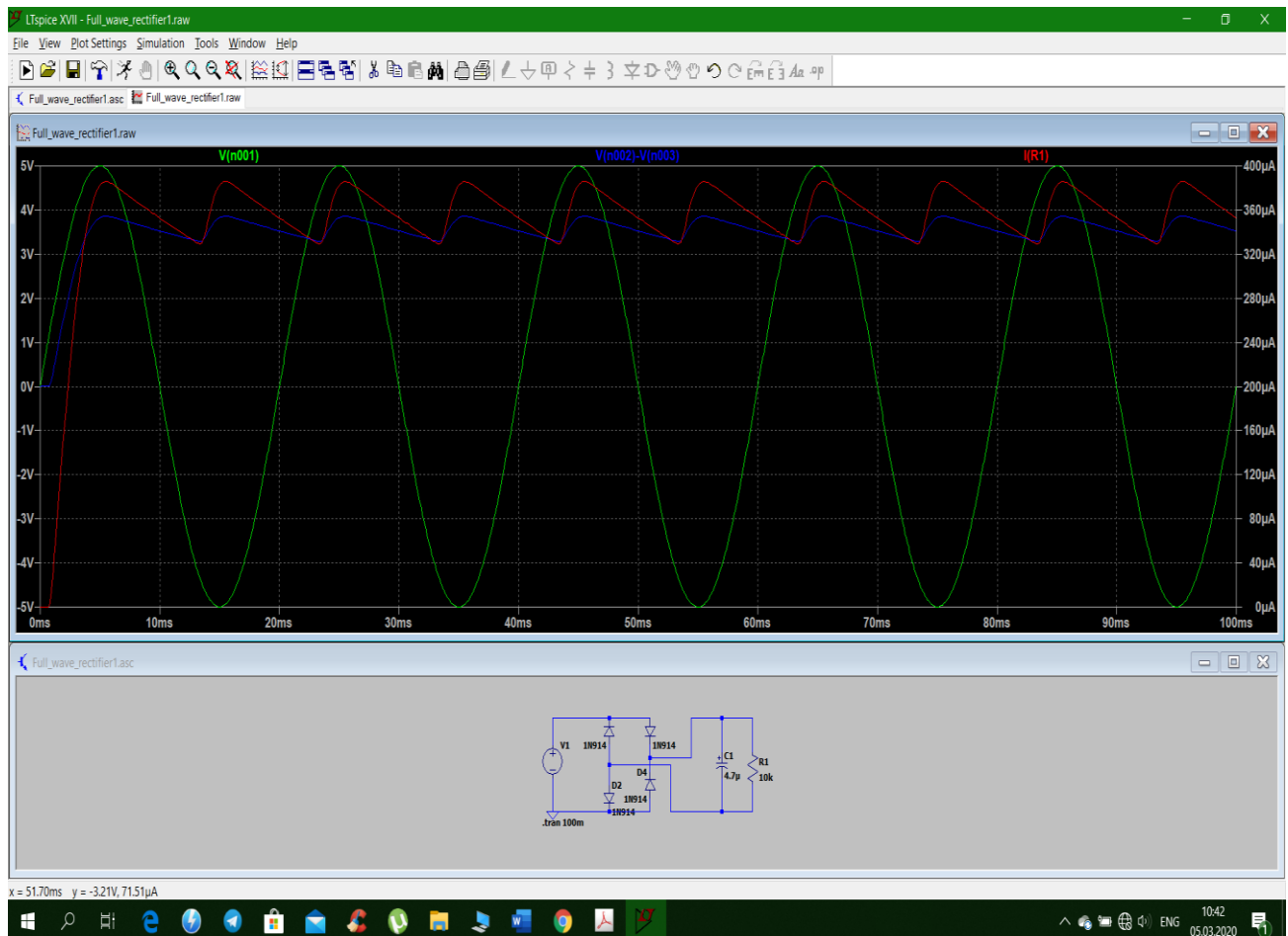
$C=4.7\mu F$

$f=50Hz$

Амплітуда 5В

Діод кремнієвий з прямим падінням напруги 0.7В.

Були отримані такі результати симуляції.



Амплітуда пульсації напруги:

$$\Delta U = U_{max} - U_{min} = 3.85 - 3.30 = 0.55V$$

Середній струм через навантаження:

$$I_{avg} = \frac{(I_{max} + I_{min})}{2} = \frac{386 + 330}{2} = 358 \mu A$$

Тоді якщо розрахувати амплітуду пульсації напруги отримаємо:

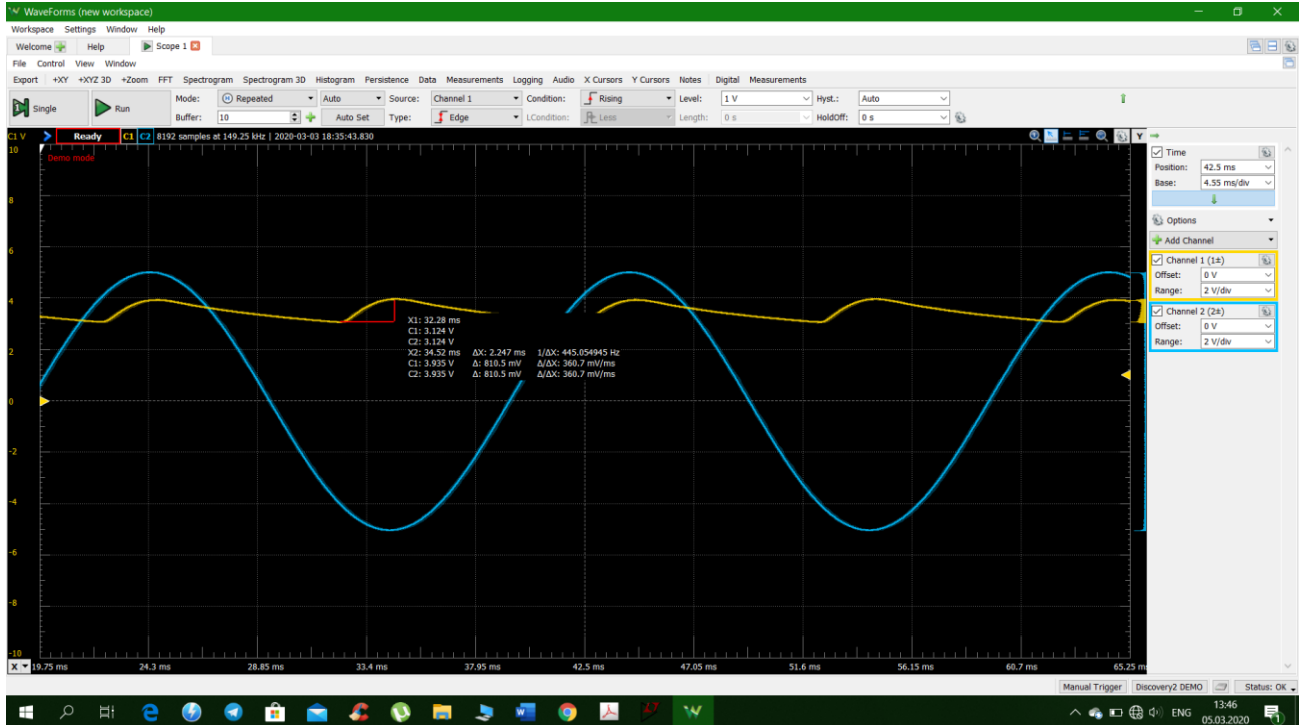
$$\Delta U = \frac{I_{avg}}{2 * C * f} = \frac{358 * 10^{-6}}{2 * 50 * 4.7 * 10^{-6}} = 0.76V$$

З першого боку здається що цей результат не надто збігається з попереднім, але якщо врахувати що час розряду конденсатора лише приблизно дорівнює  $T/2$ , то цей результат можна вважати правильним.





На макетній платі була зібрана схема з такими самими параметрами. Напруга на резисторі має такий вигляд:



Амплітуда пульсації напруги: 810мВ(позначено Δ)

$$\text{Середній струм через резистор буде: } I_{avg} = \frac{\frac{U_{max}}{R} + \frac{U_{min}}{R}}{2} = \frac{\frac{4}{10000} + \frac{3.1}{10000}}{2} = 355 \mu\text{A}$$

Цей результат майже ідеально збігається к результатом симуляції.

Б) В симуляторі LTSPICE була побудована схема двонапівперіодного випрямляча. Компоненти мають такі параметри:

R=20кОМ

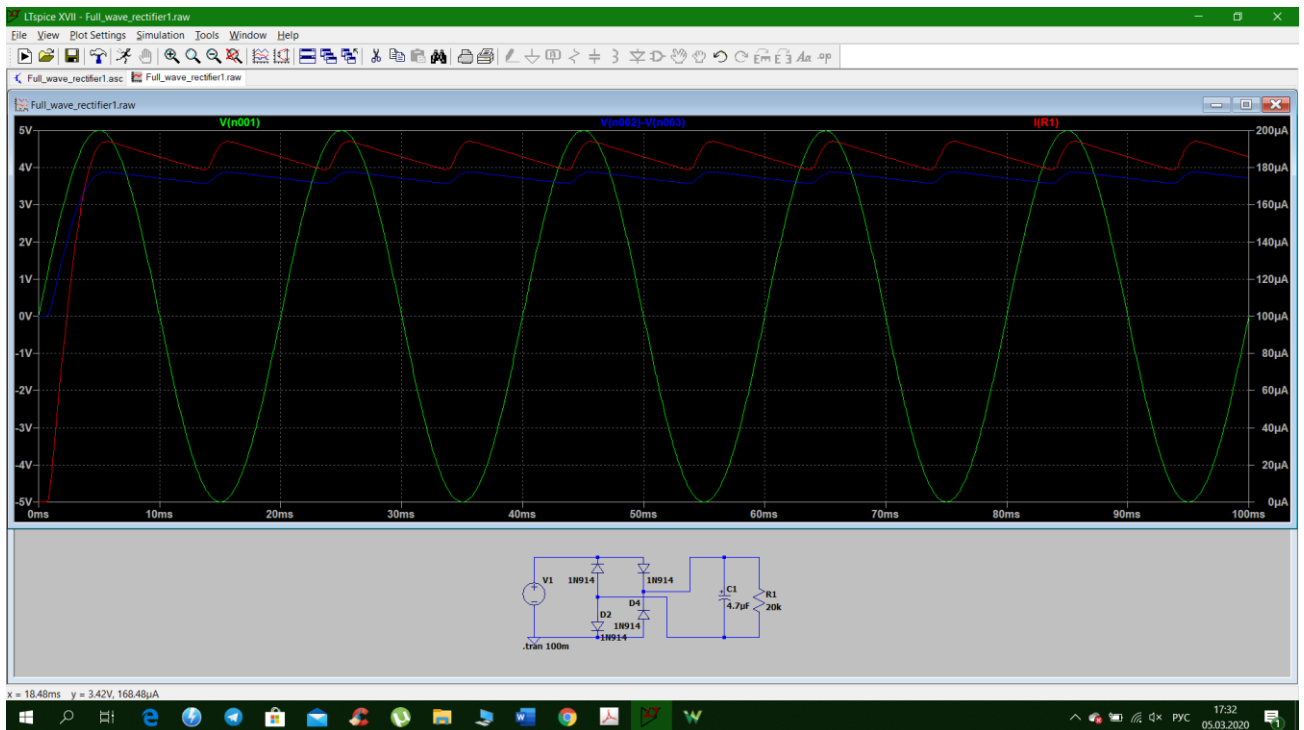
C=4.7uF

f=50Hz

Амплітуда 5В

Діод кремнієвий з прямим падінням напруги 0.7В.

Були отримані такі результати симуляції.



Амплітуда пульсації напруги:

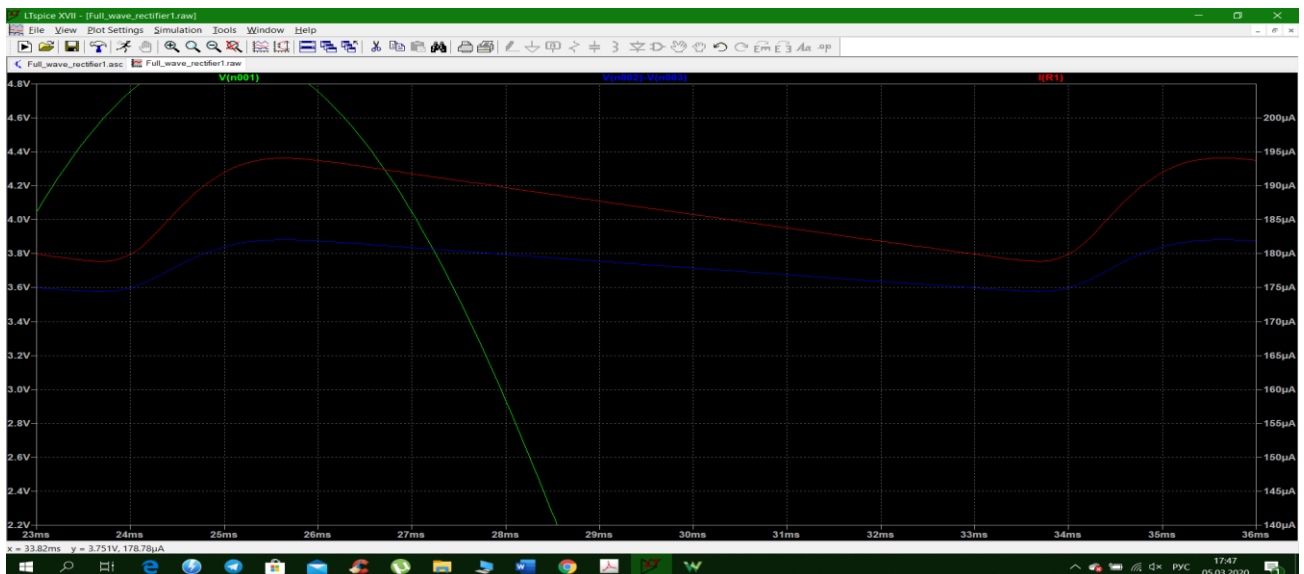
$$\Delta U = U_{max} - U_{min} = 3.88 - 3.58 = 0.3B$$

Середній струм через навантаження:

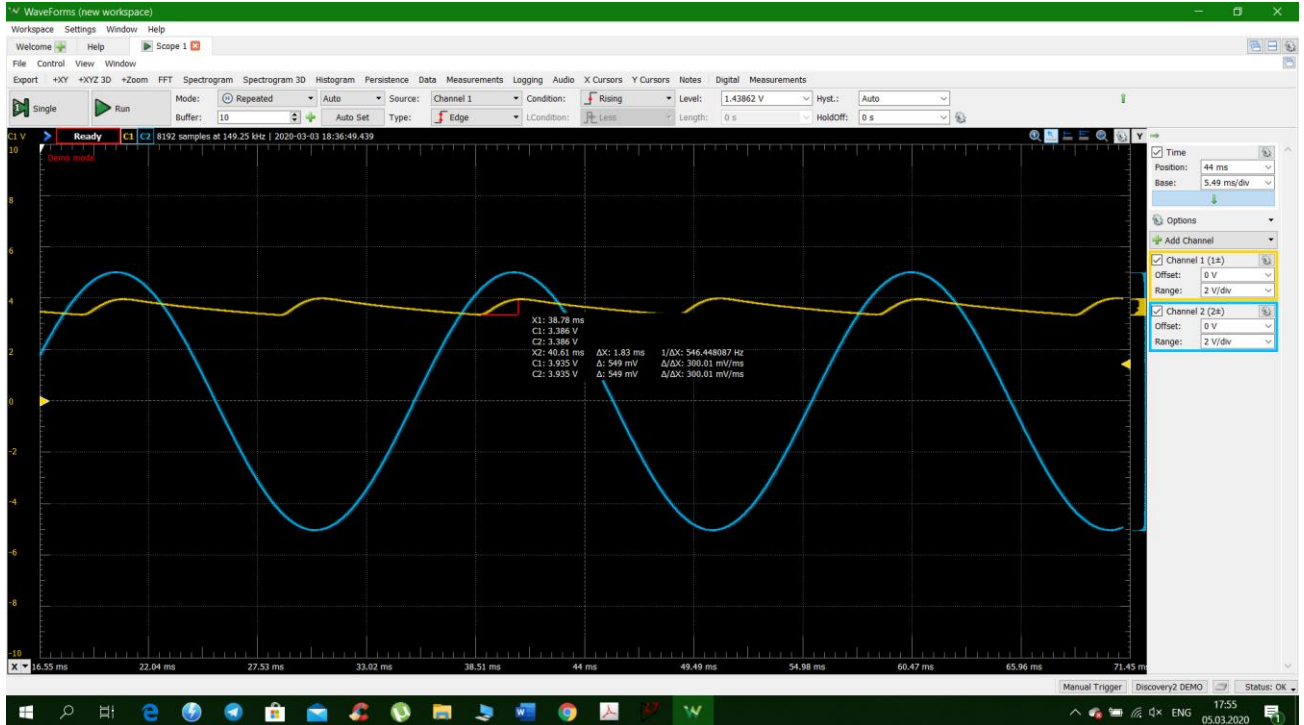
$$I_{avg} = \frac{(I_{max} + I_{min})}{2} = \frac{194 + 179}{2} = 187 \mu A$$

Тоді якщо розрахувати амплітуду пульсації напруги отримаємо:

$$\Delta U = \frac{I_{avg}}{2 * C * f} = \frac{187 * 10^{-6}}{2 * 50 * 4.7 * 10^{-6}} = 0.39B$$



На макетній платі була зібрана схема з такими самими параметрами. Напруга на резисторі має такий вигляд:



Амплітуда пульсації напруги: 550мВ(позначено Δ)

Середній струм через резистор буде: 
$$I_{avg} = \frac{\frac{U_{max}}{R} + \frac{U_{min}}{R}}{2} = \frac{\frac{4}{20000} + \frac{3.33}{20000}}{2} = 183\mu A$$

Цей результат майже ідеально збігається к результатом симуляції.

### 3. Дослідження подвоювача напруги

В симуляторі LTSPICE була побудована схема подвоювача напруги.

Компоненти мають такі параметри:

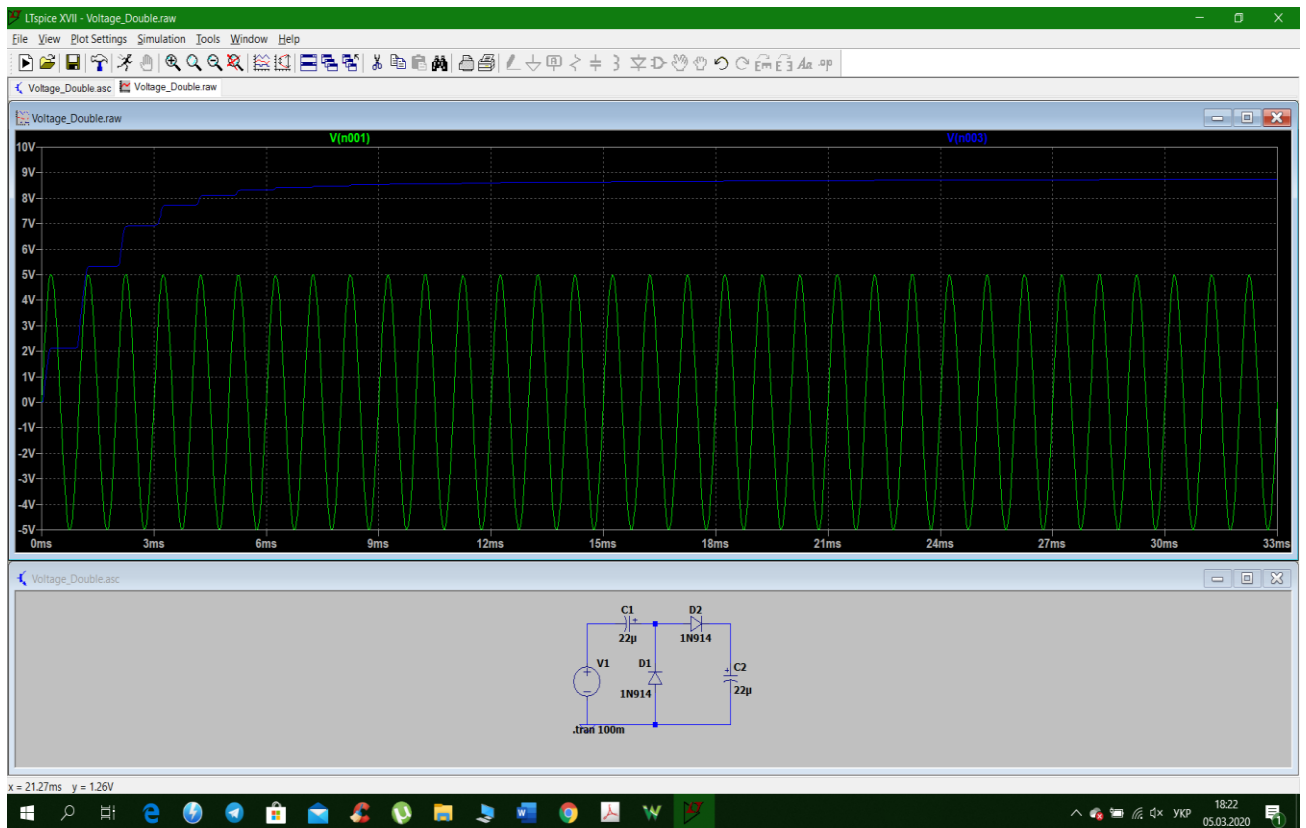
C=22uF

f=1kHz

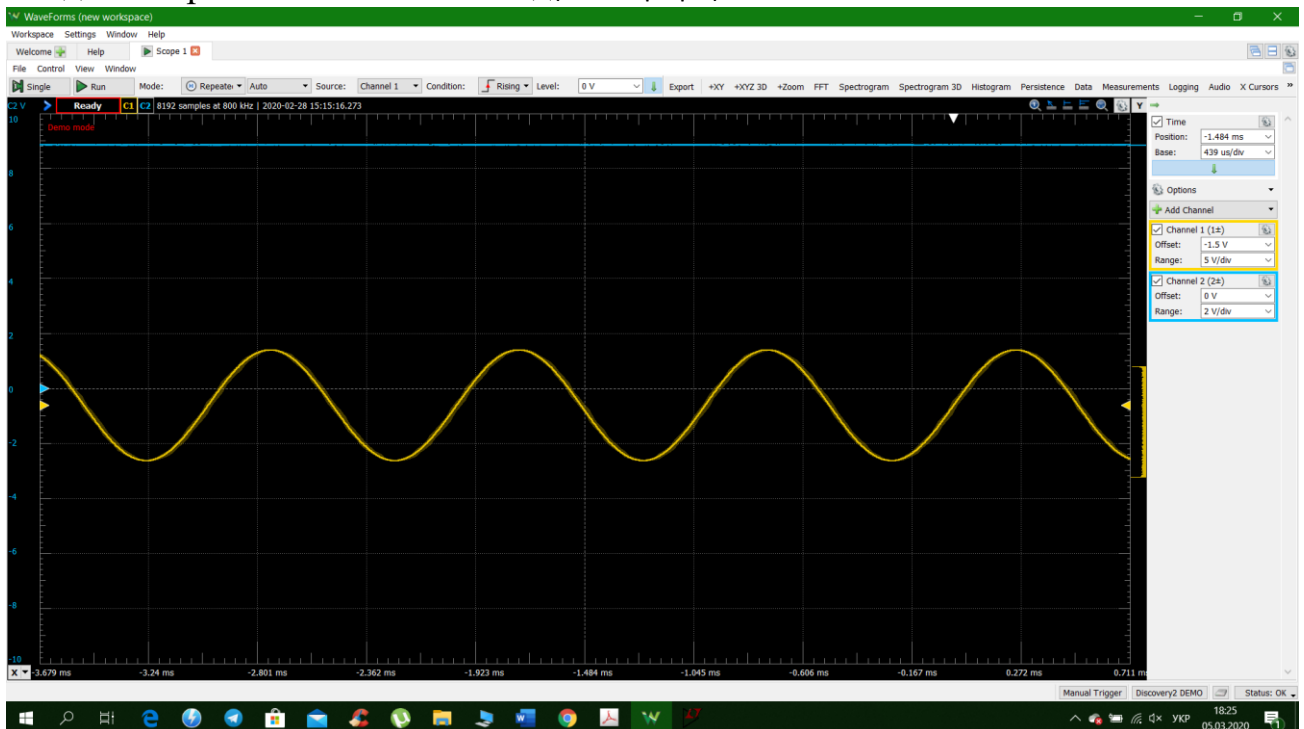
Амплітуда 5V

Діод кремнієвий з прямим падінням напруги 0.7В.

Були отримані такі результати симуляції.



На макетній платі була зібрана схема з такими самими параметрами. Напруга на конденсаторі C2 має такий вигляд(синій графік):



Її значення дорівнює 8.8В, а не 10 В. Це пов'язано з тим що 1.2В падають на діодах D1 і D2, для яких напруга відкриття складає приблизно 0.65В.

Загалом результати вимірів майже сходяться з результатами симуляції.

#### 4. Дослідження обмежувача напруги

А) В симуляторі LTSPICE була побудована схема обмежувача напруги. Компоненти мають такі параметри:

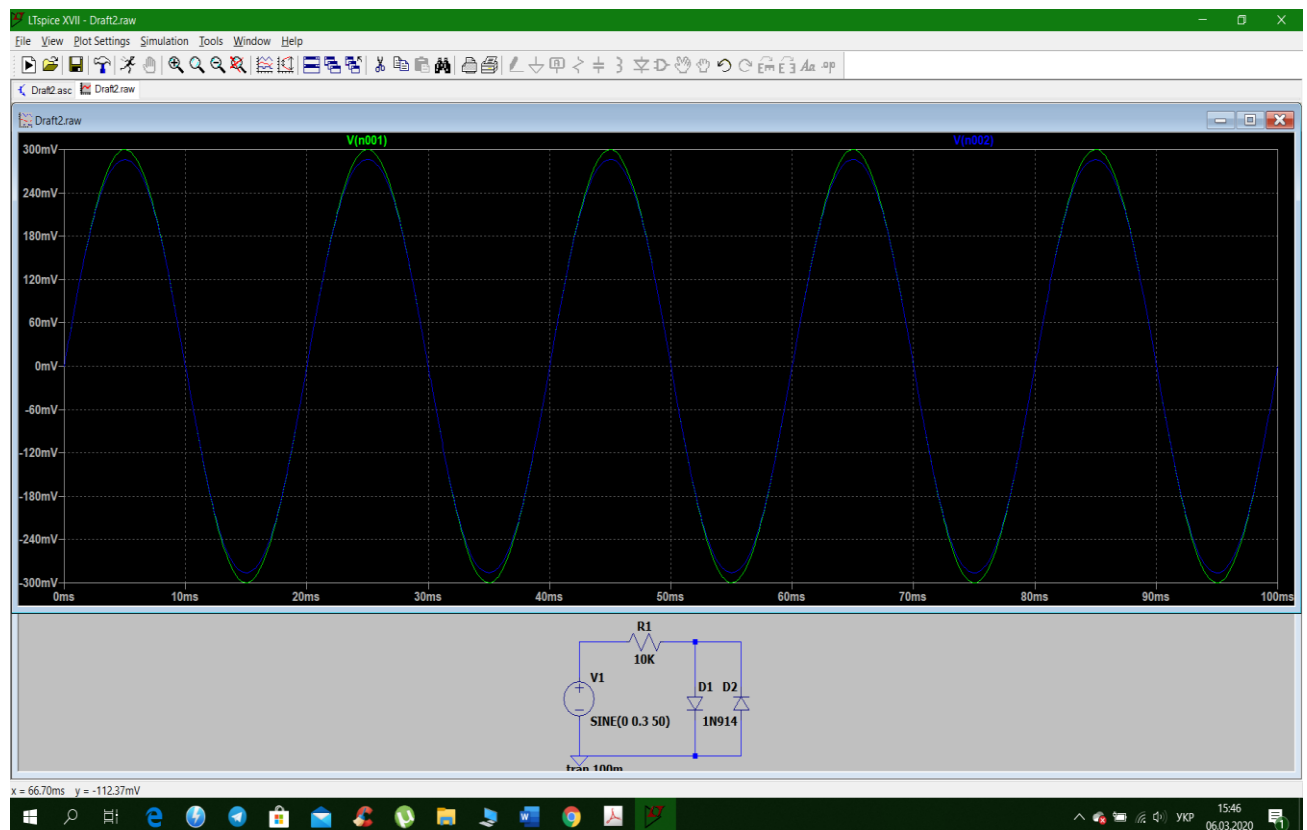
$R=10\text{k}\Omega$

$f=50\text{Hz}$

Амплітуда  $0.3\text{V}$

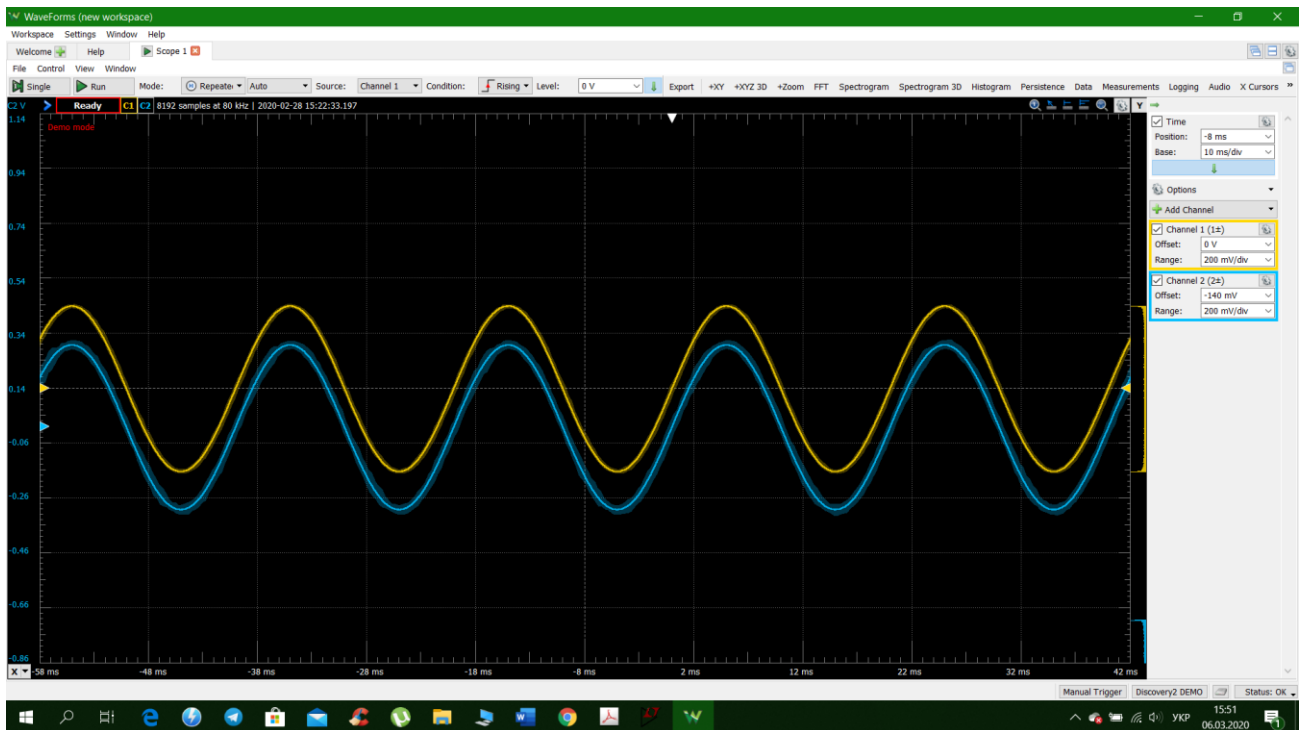
Діод кремнієвий з прямим падінням напруги  $0.7\text{V}$ .

Результат симуляції:



Бачимо, що сигнал на виході майже повторює сигнал на вході.

На макетній платі була зібрана схема з такими самими параметрами, напруга на виході схеми буде мати такий характер:



Це підтверджує теоретичні очікування.

Б)В симуляторі LTSPICE була побудована схема обмежувача напруги. Компоненти мають такі параметри:

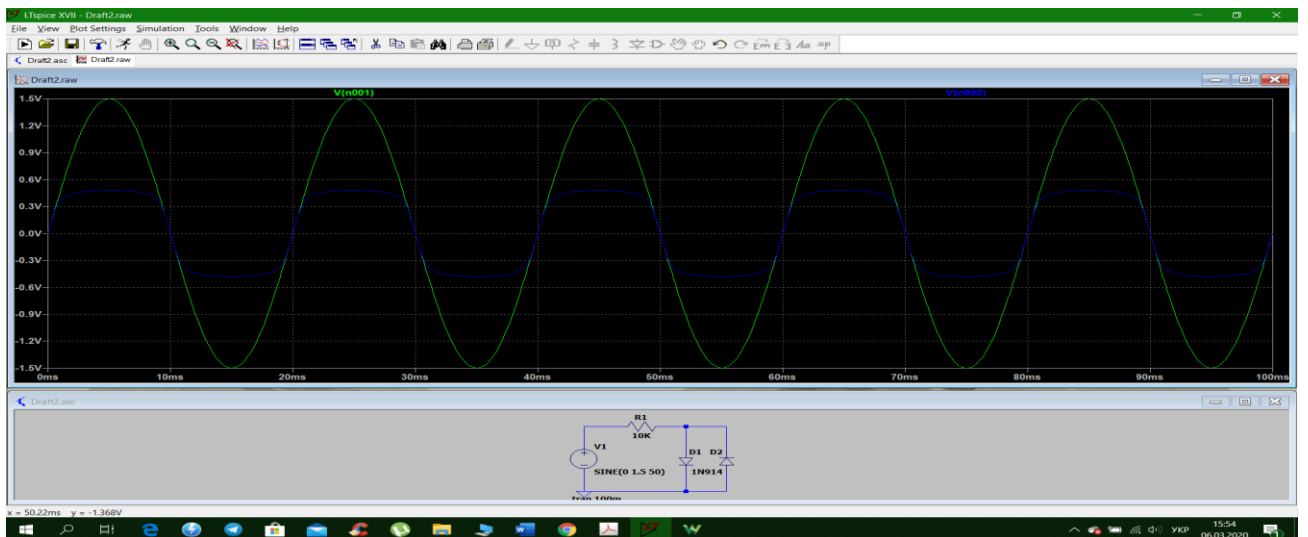
$R=10\text{k}\Omega$

$f=50\text{Hz}$

Амплітуда 1.5В

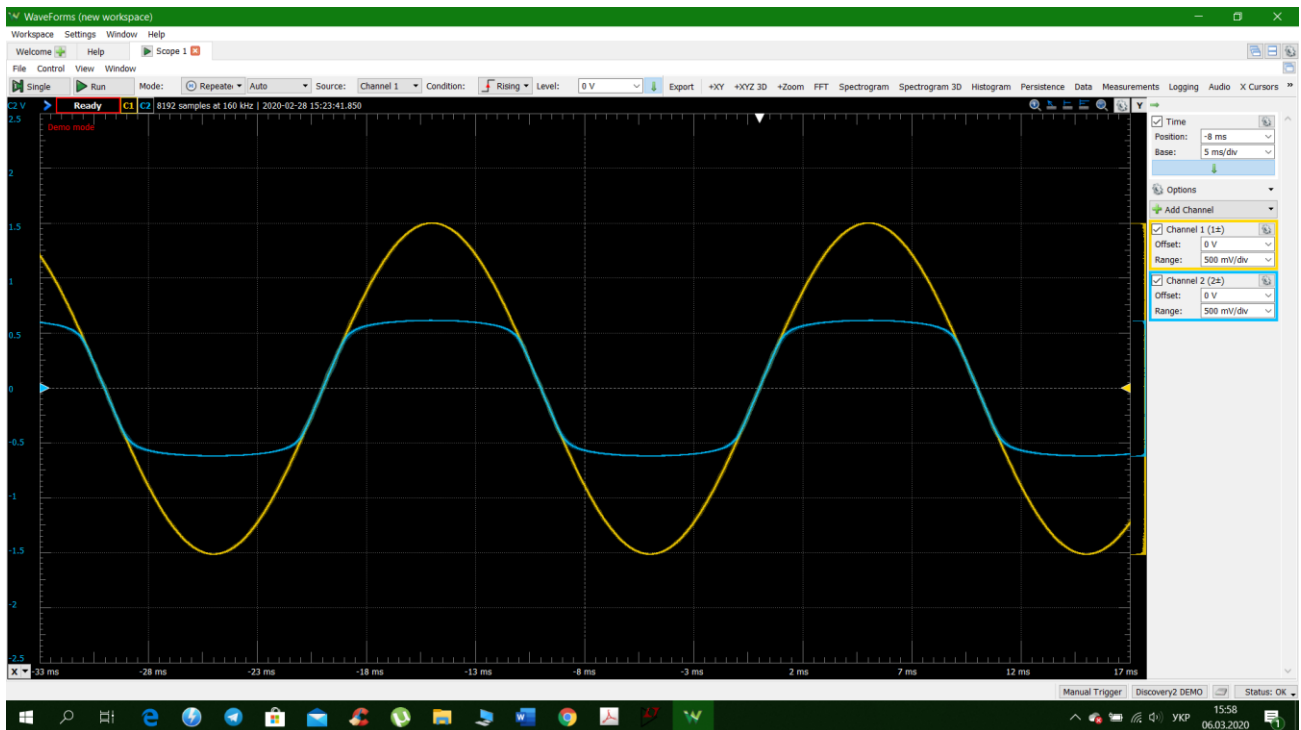
Діод кремнієвий з прямим падінням напруги 0.7В.

Результат симуляції:



Бачимо, що сигнал на виході за межі 0.6V по абсолютному значенню. На макетній платі була зібрана схема з такими самими параметрами, напруга на виході схеми буде мати такий характер:

В



Як бачимо результати симуляції і реальних вимірювань майже збігаються.

## Висновок

Я виконав лабораторну роботу і дослідив схеми з напівпровідниковими діодами такі як випрямлячі, обмежувачі та подвоювачі. В схемах я використовував лише кремнієві діоди з прямим падінням напруги 0.65V. Загалом, результати симуляцій і вимірювань були майже однаковими, з урахуванням похибок.

Також можна сказати, що двонапівперіодний випрямляч є в 2 рази ефективніший за однонапівперіодний, бо здатен випрямляти обидва напівперіоди гармонічного сигналу. Схема обмежувача на стабілітронах була б на багато ефективнішою за просту схему на діодах, бо дозволяє стабілізувати більшу напругу.