

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 «Аналогова електроніка»

Виконав:

Ст. гр. ДК-81

Шунь П. О.

Перевірив:

Ас. Короткий Є. В.

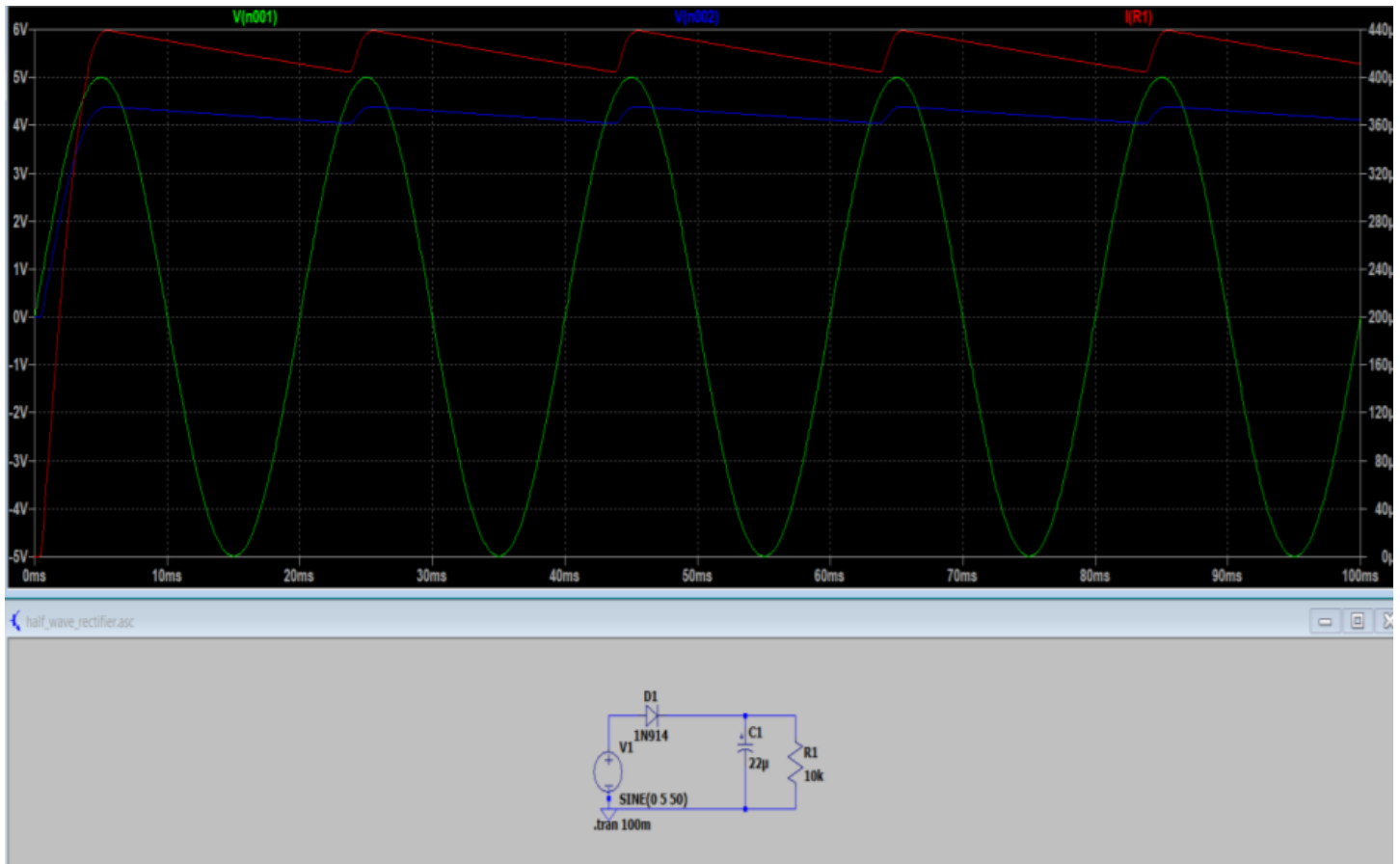
Київ 2020

## 1. Дослідження однонапівперіодного випрямляча

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

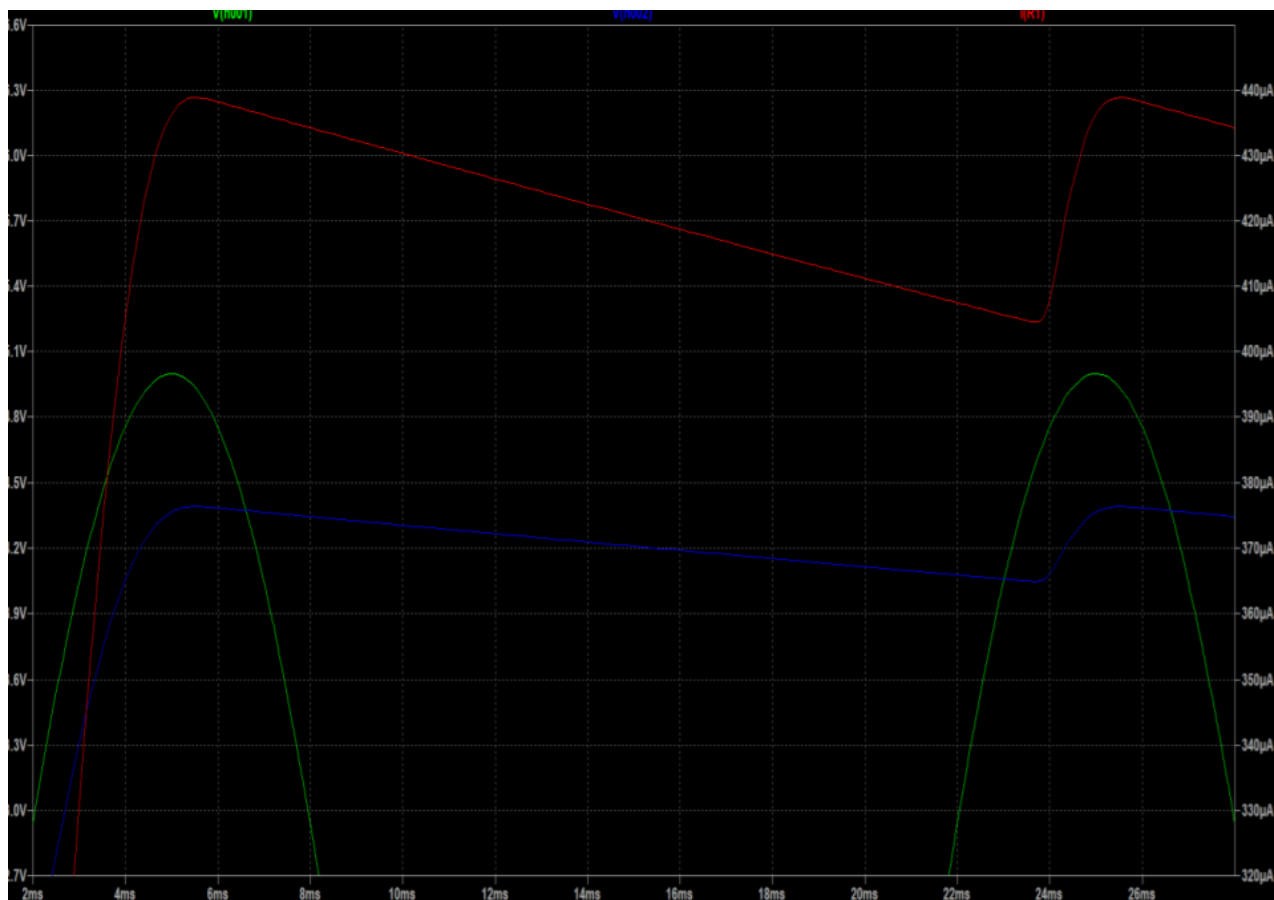
Середній струм через навантаження:

$$I_{\text{ср}} = (I_{\text{max}} + I_{\text{min}}) / 2 = (440 + 404) / 2 = 422 \mu\text{A}$$

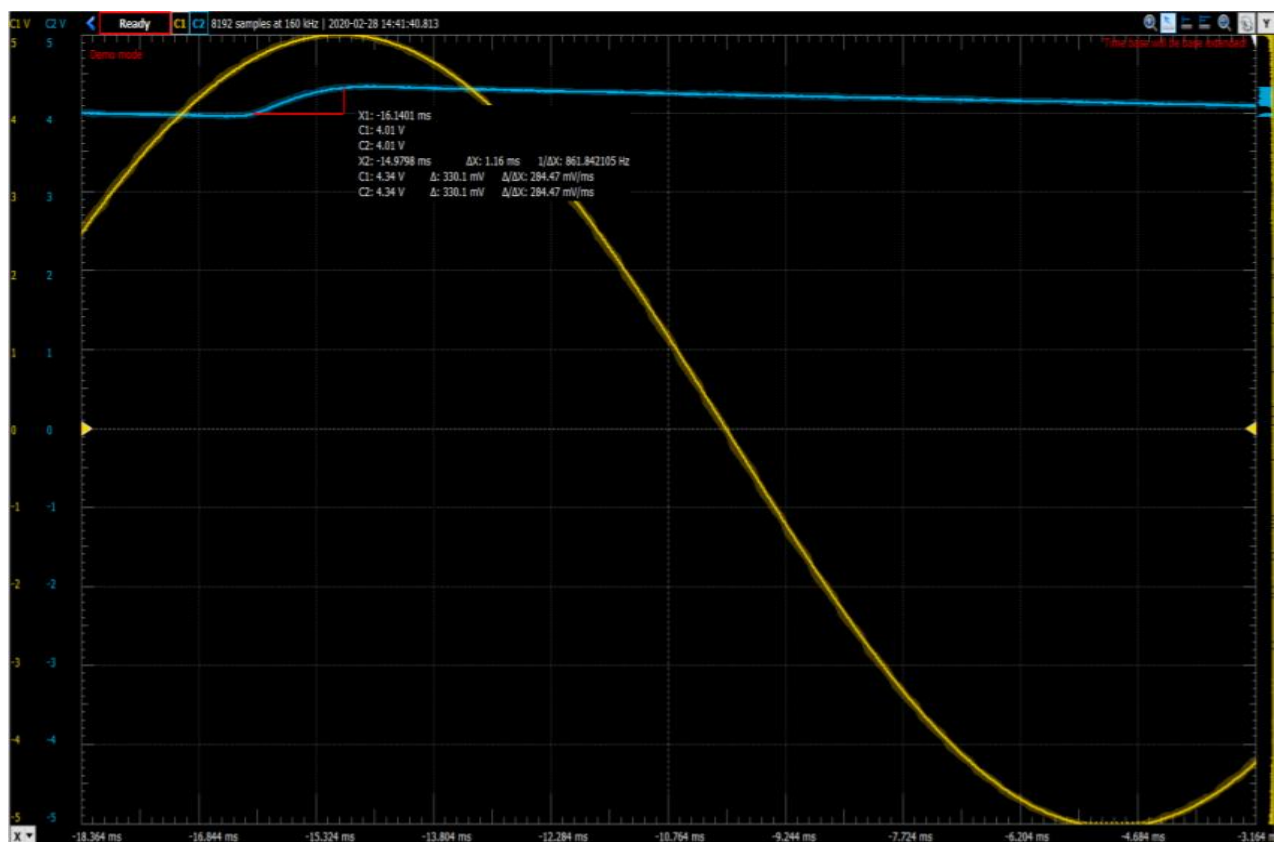
Тоді якщо розрахувати амплітуду пульсації напруги отримаємо:

$$\Delta U = I_{\text{ср}} / (C * f) = (422 * 10^{-6}) / (50 * 22 * 10^{-6}) = 0.383\text{V}$$

З урахуванням похибки цей результат збігається з отриманим з графіка.



Після цього ми зібрали таку ж схему на макетній платі, та зняли сигнал на резисторі.



Амплітуда пульсації напруги: 330мВ(позначено Δ)

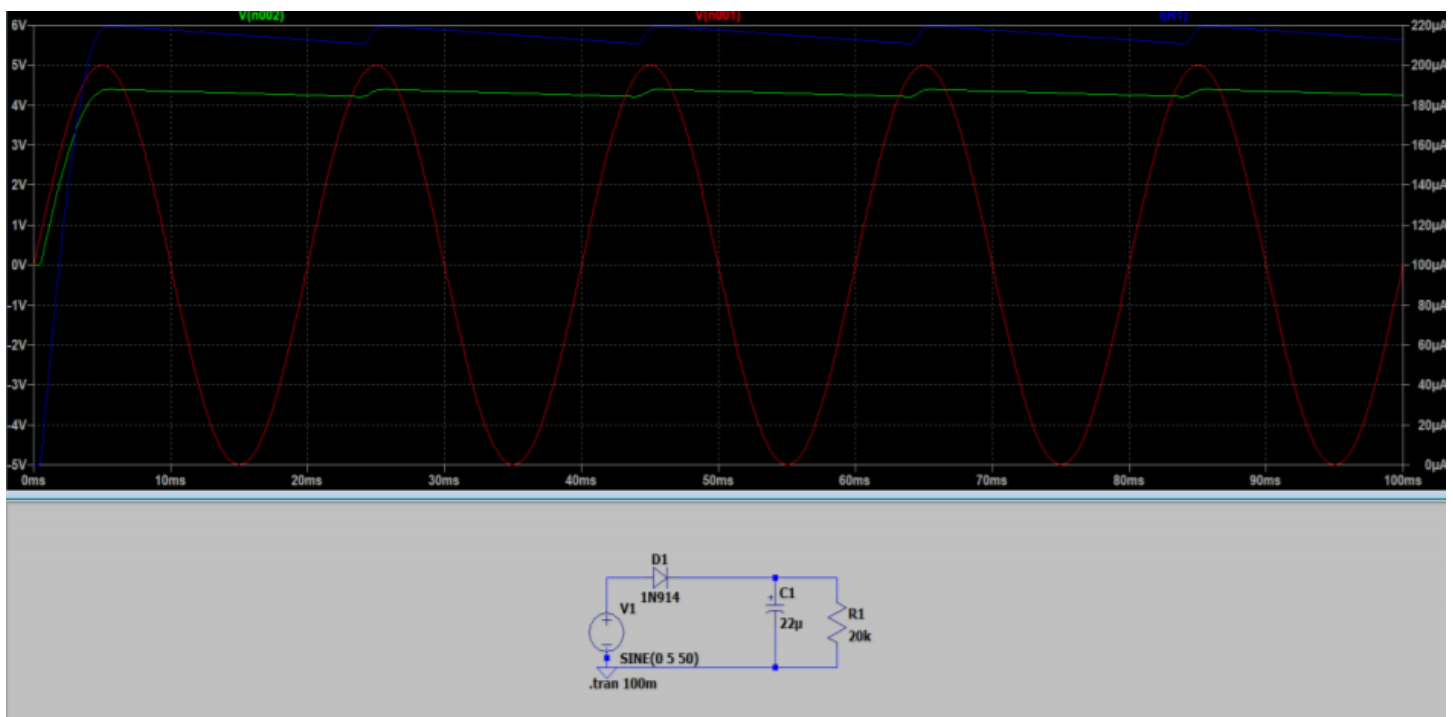
Середній струм через резистор буде:  $I_{сеп} = ((U_{max} / R) + (U_{min} / R)) / 2 = (4.35 / 10000 + 3.97 / 10000) / 2 = 416 \mu A$

Б) В симуляторі LTSPICE була побудована схема однонапівперіодного випрямляча.

Компоненти мають такі параметри: R=10кОМ C=22μF f=50Hz

Амплітуда 5В, Діод кремнієвий з прямим падінням напруги 0.7В.

Були отримані такі результати симуляції.

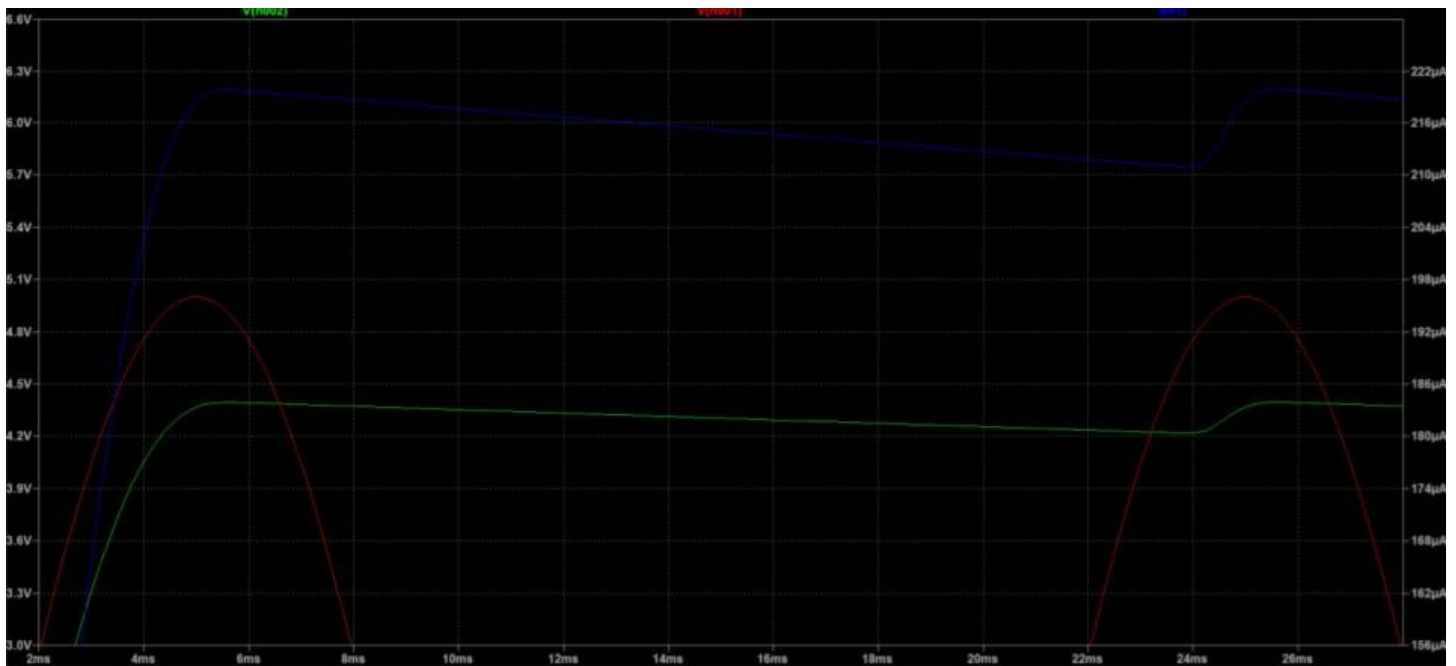


Амплітуда пульсації напруги:  $\Delta U = U_{max} - U_{min} = 4.390 - 4.22 = 0.168V$

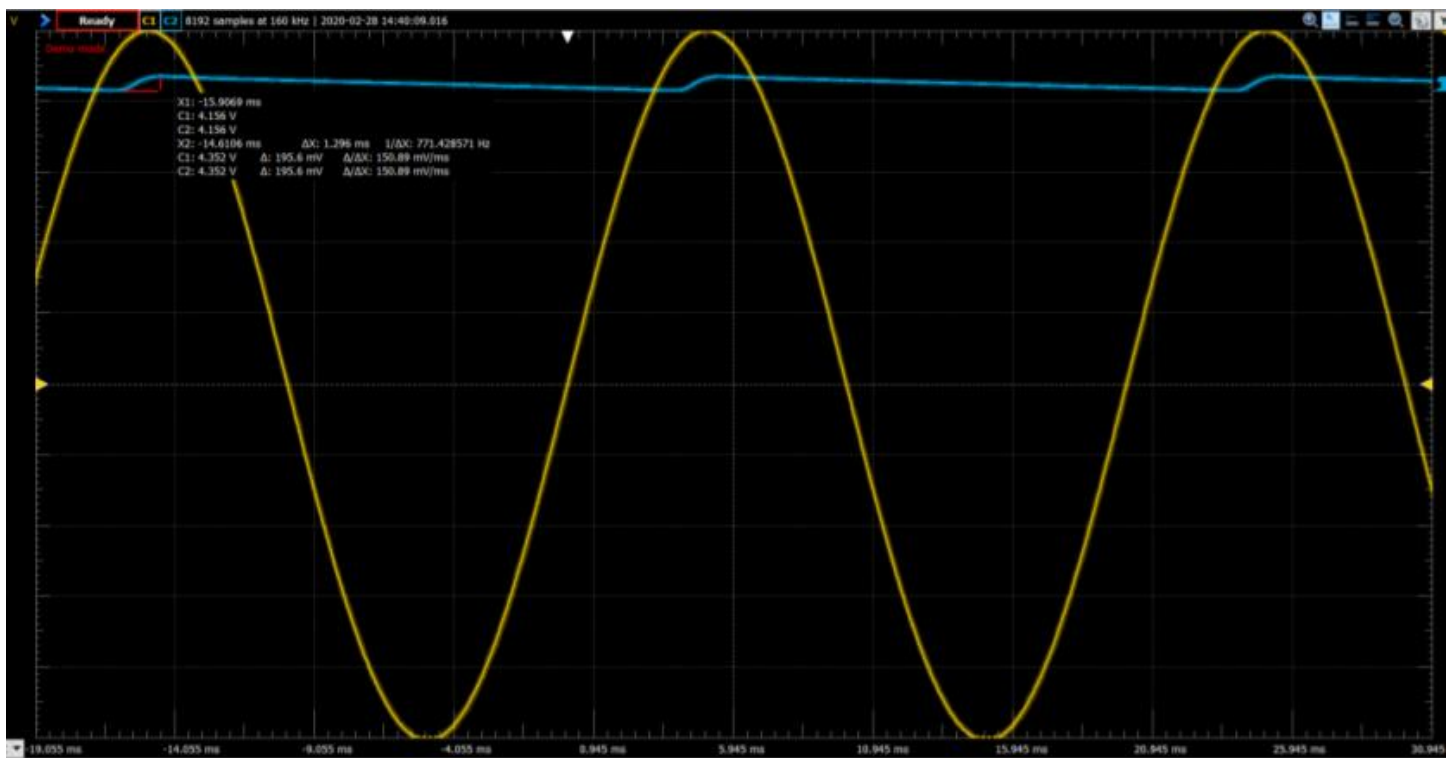
Середній струм через навантаження:  $I_{сеп} = (I_{max} + I_{min}) / 2 = (220 + 210) / 2 = 215 \mu A$ . Тоді якщо розрахувати амплітуду пульсації напруги отримаємо:

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

З урахуванням похибки цей результат збігається з показаним на графіку.



Зібравши на макетній платі таку схему отримаємо:



Амплітуда пульсації напруги: 195мВ(позначено Δ)

Середній струм через резистор буде:  $I_{\text{сеп}} = ((U_{\text{max}} / R) + (U_{\text{min}} / R)) / 2 = (4.35 / 20000 + 3.97 / 20000) / 2 = 212 \mu\text{A}$

Цей результат майже ідеально збігається к результатом симуляції.

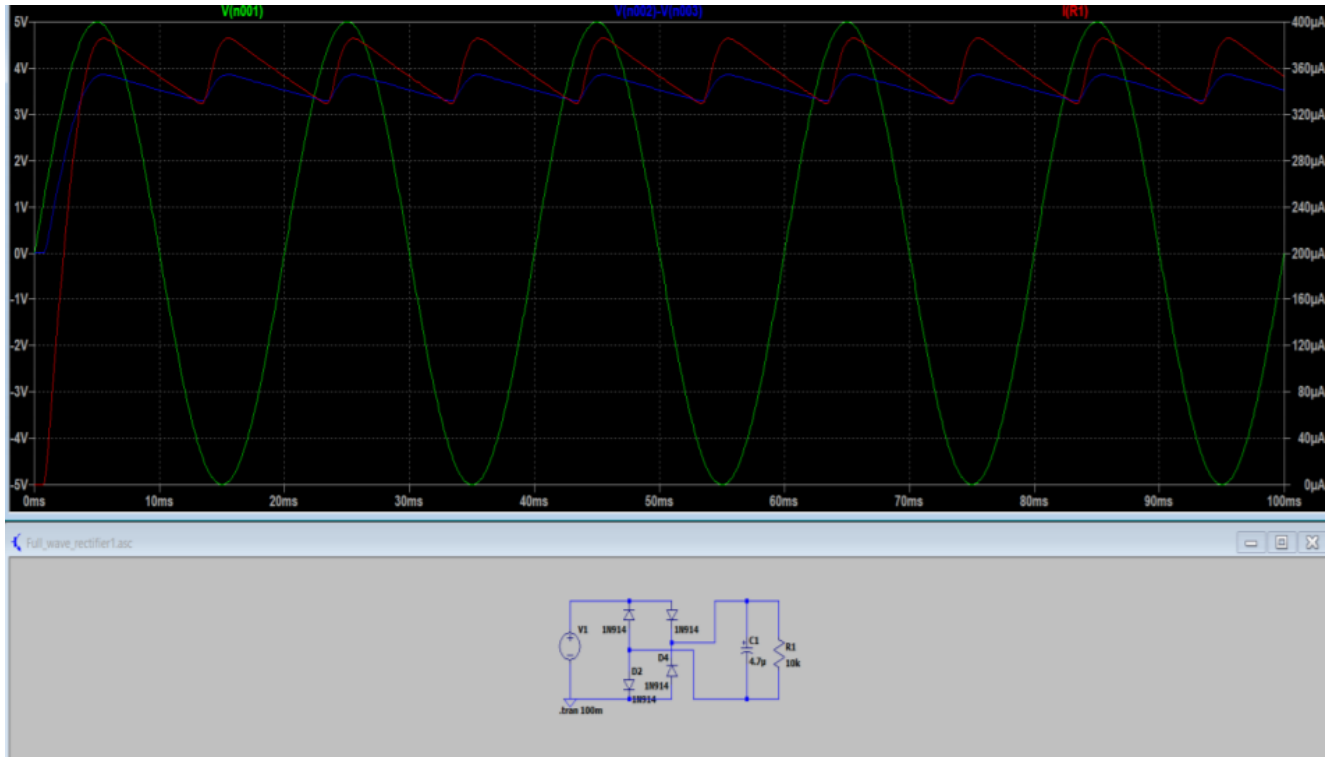
## 2. Дослідження двонапівперіодного випрямляча

А) В симуляторі LTSPICE була побудована схема двонапівперіодного випрямляча.

Компоненти мають такі параметри:  $R=10\text{k}\Omega$   $C=4.7\mu\text{F}$   $f=50\text{Hz}$

Амплітуда 5В Діод кремнієвий з прямим падінням напруги 0.7В.

Були отримані такі результати симуляції.



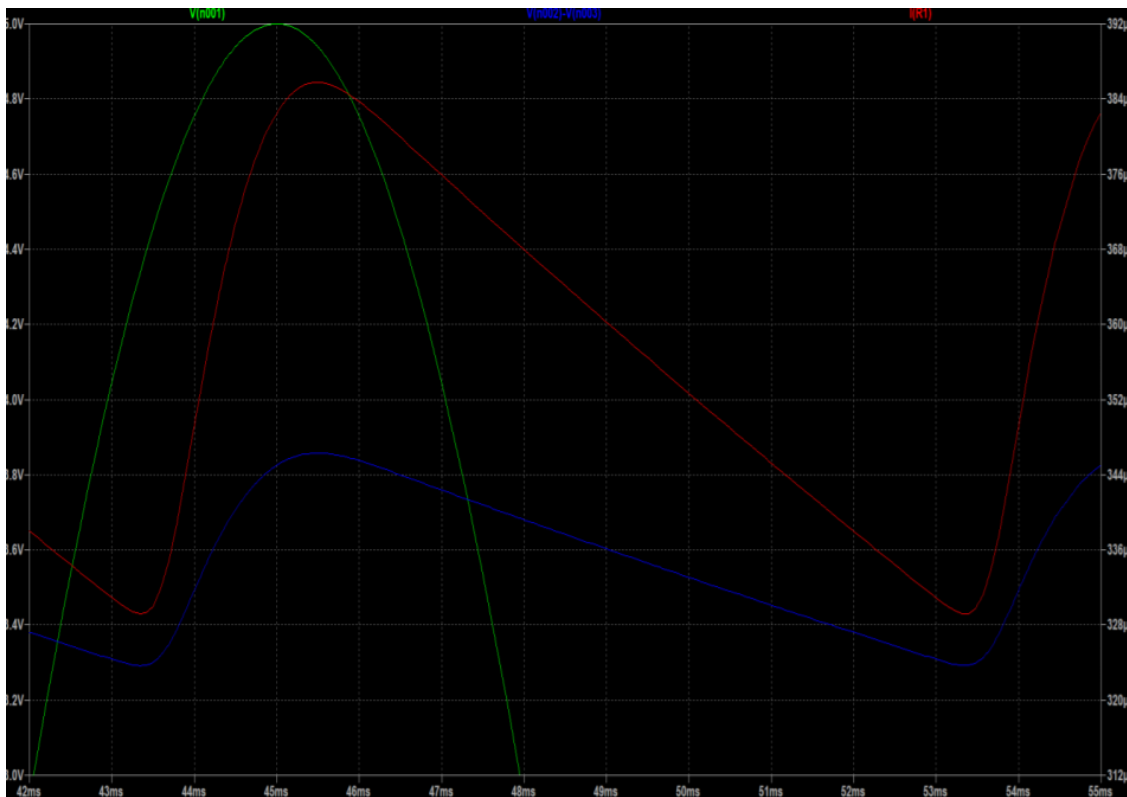
Амплітуда пульсації напруги:  $\Delta U = U_{max} - U_{min} = 3.85 - 3.30 = 0.55\text{V}$

Середній струм через навантаження:

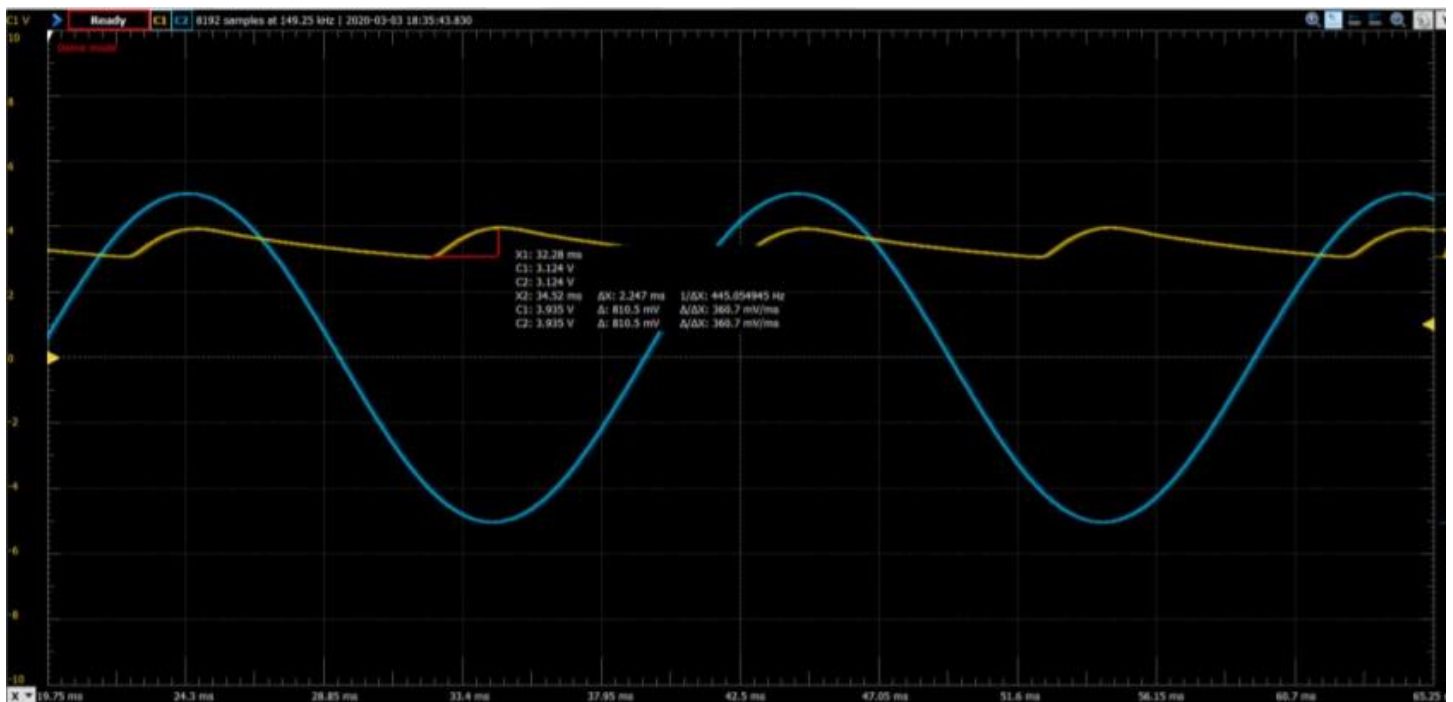
$$I_{\text{сеп}} = (I_{\text{max}} + I_{\text{min}}) / 2 = (386 + 330) / 2 = 358\mu\text{A}$$

Тоді якщо розрахувати амплітуду пульсації напруги отримаємо:

$$\Delta U = I_{\text{сеп}} / (2 * C * f) = (358 * 10^{-6}) / (2 * 50 * 4.7 * 10^{-6}) = 0.76\text{V}$$

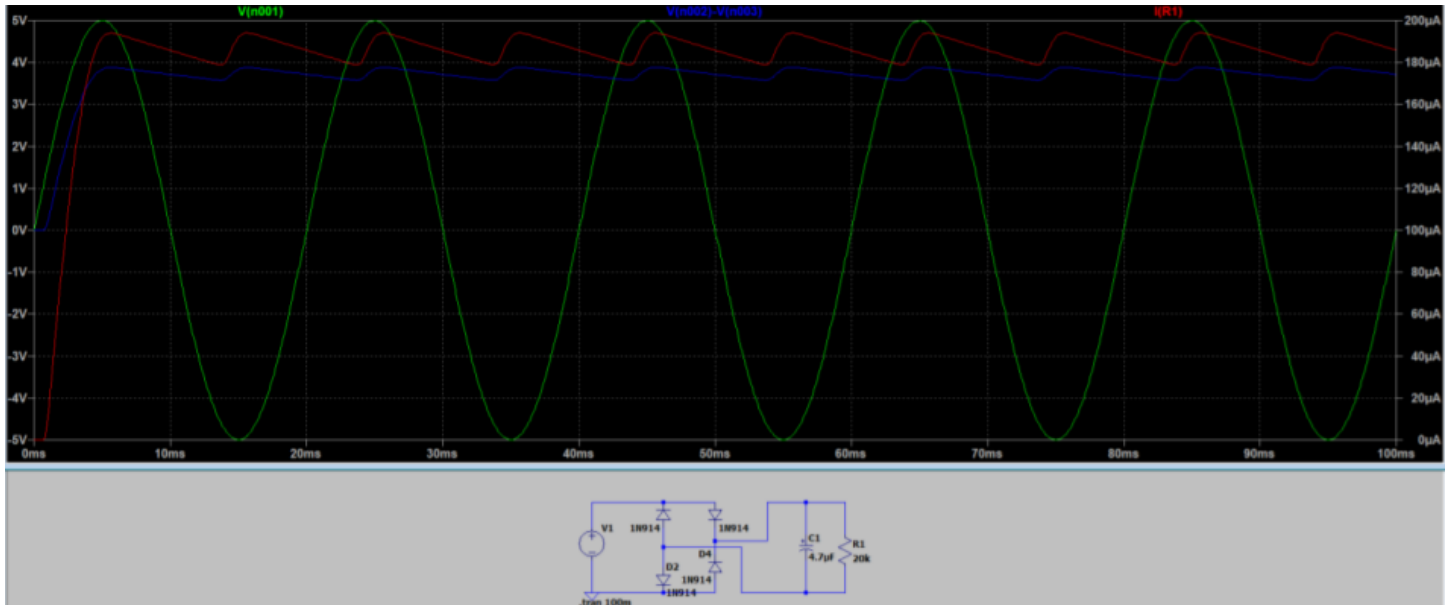


На макетній платі була зібрана схема з такими самими параметрами.  
Напруга на резисторі має такий вигляд:



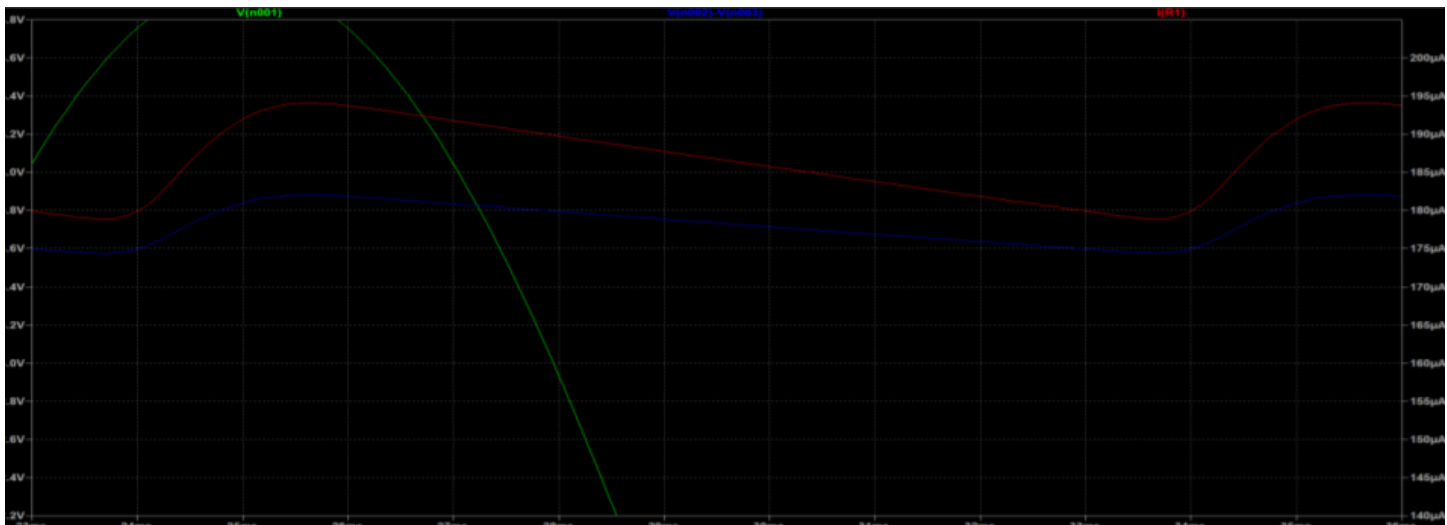
Амплітуда пульсації напруги: 810мВ(позначено Δ) Середній струм через резистор буде:  $I_{\text{сеп}} = ((U_{\text{max}} / R) + (U_{\text{min}} / R)) / 2 = (4 / 10000 + 3.1 / 10000) / 2 = 355 \mu\text{A}$  Цей результат майже ідеально збігається к результатом симуляції.

Б) В симуляторі LTSPICE була побудована схема двонапівперіодного випрямляча. Компоненти мають такі параметри:  $R=20\text{k}\Omega$   $C=4.7\mu\text{F}$   $f=50\text{Hz}$  Амплітуда 5В ,Діод кремнієвий з прямим падінням напруги 0.7В. Були отримані такі результати симуляції.



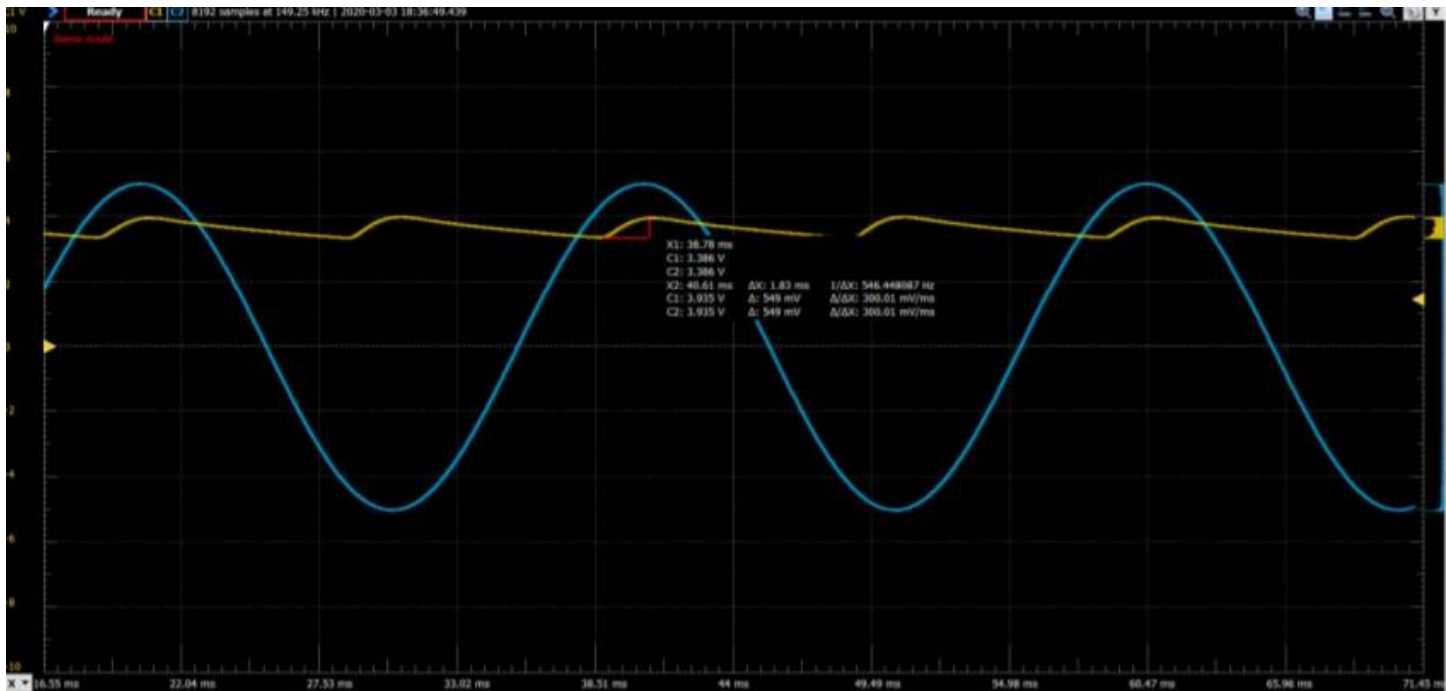
Амплітуда пульсації напруги:  $\Delta U = U_{max} - U_{min} = 3.88 - 3.58 = 0.3\text{В}$

Середній струм через навантаження:  $I_{сеп} = (I_{max} + I_{min}) / 2 = (194 + 179) / 2 = 187\mu\text{A}$  Тоді якщо розрахувати амплітуду пульсації напруги отримаємо:  $\Delta U = I_{сеп} / (2 * C * f) = (187 * 10^{-6}) / (2 * 50 * 4.7 * 10^{-6}) = 0.39\text{В}$



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





Амплітуда пульсації напруги: 550мВ(позначено Δ)

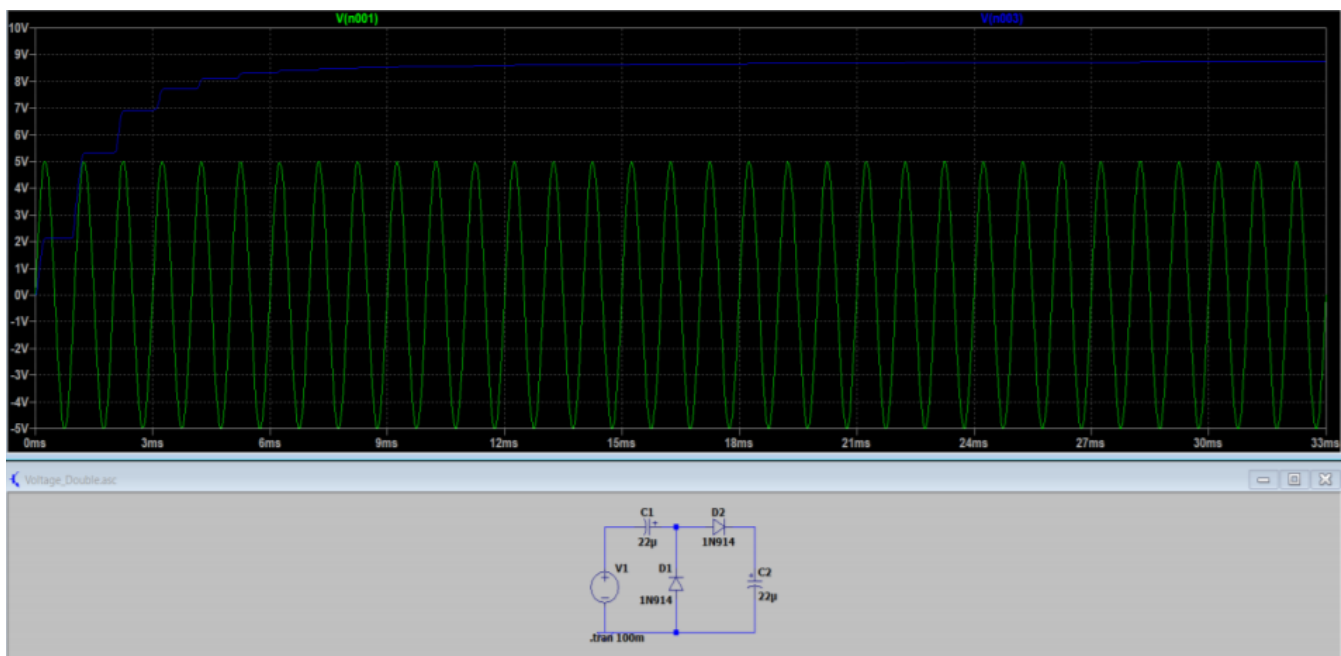
Середній струм через резистор буде:  $I_{\text{сеп}} = (U_{\text{max}} / R + U_{\text{min}} / R) / 2 = (4 / 20000 + 3.33 / 20000) / 2 = 183 \mu\text{A}$

### 3. Дослідження подвоювача напруги

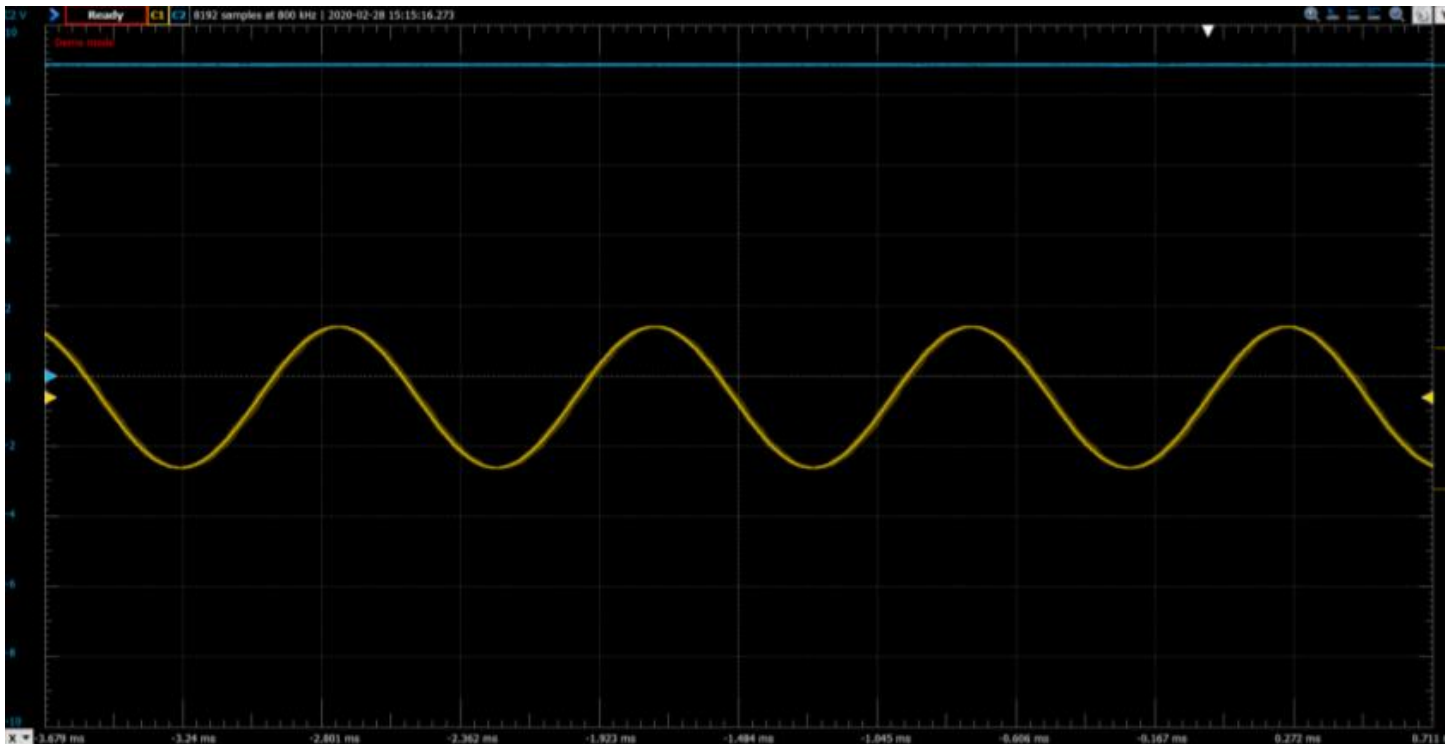
В симуляторі LTSPICE була побудована схема подвоювача напруги.

Компоненти мають такі параметри: C=22uF f=1kHz

Амплітуда 5В Діод кремнієвий з прямим падінням напруги 0.7В. Були отримані такі результати симуляції.



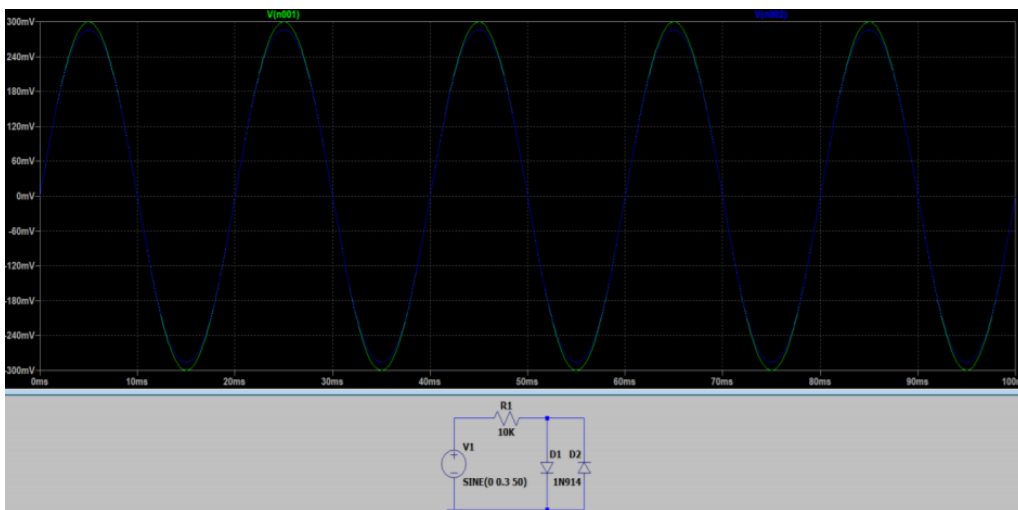
На макетній платі була зібрана схема з такими самими параметрами. Напруга на конденсаторі C2 має такий вигляд(синій графік):



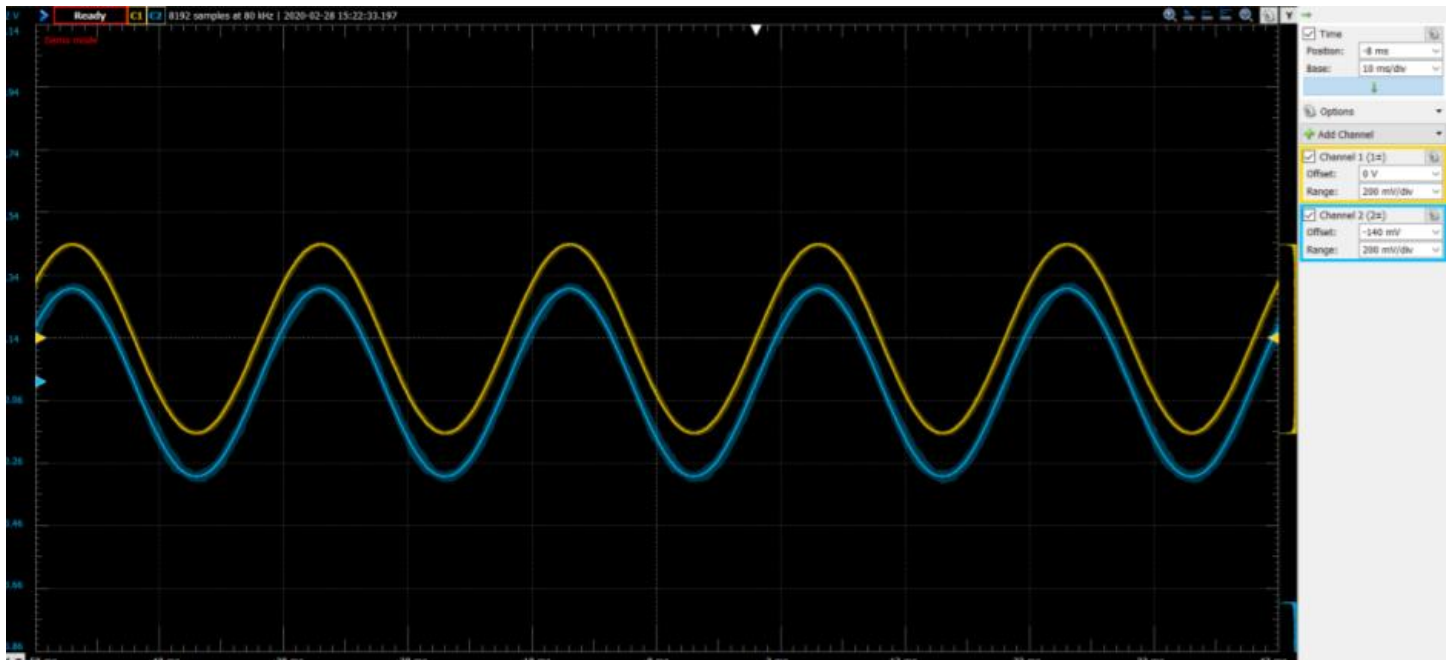
Значення напруги дорівнює 8.8V, а не 10 V. Це пов'язано з тим що 1.2V падають на діодах D1 і D2, для яких напруга відкриття складає приблизно 0.65V. Загалом результати вимірів майже сходяться з результатами симуляції.

#### 4. Дослідження обмежувача напруги

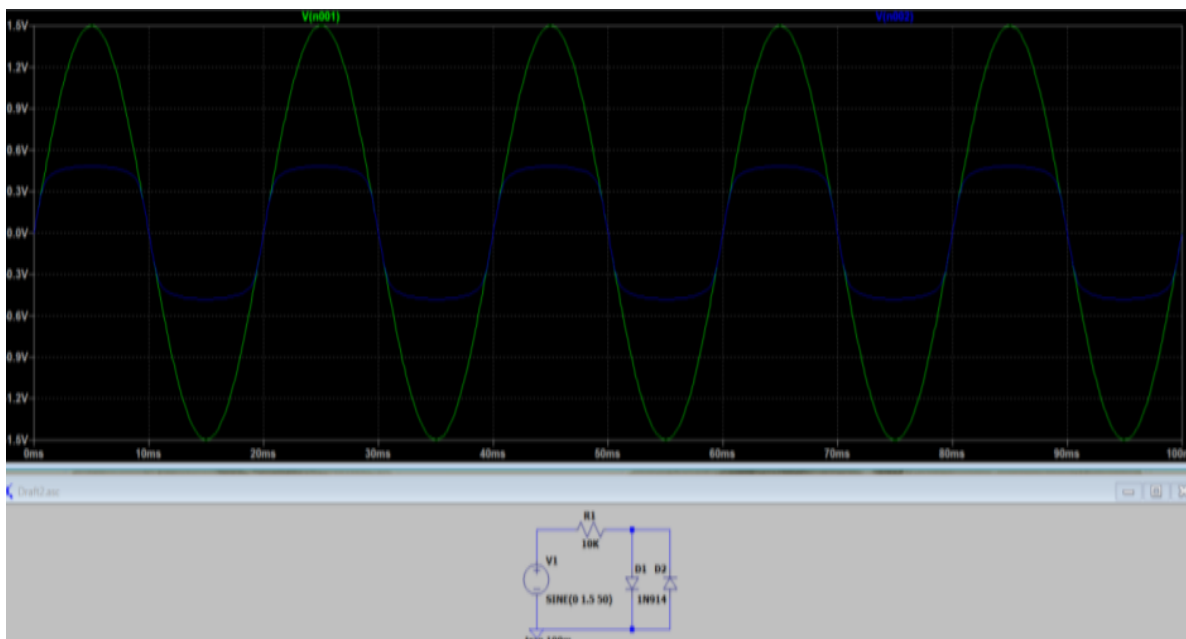
В симуляторі LTSPICE була побудована схема обмежувача напруги. Компоненти мають такі параметри:  $R=10\text{k}\Omega$   $f=50\text{Hz}$  Амплітуда 0.3V Діод кремнієвий з прямим падінням напруги 0.7V.



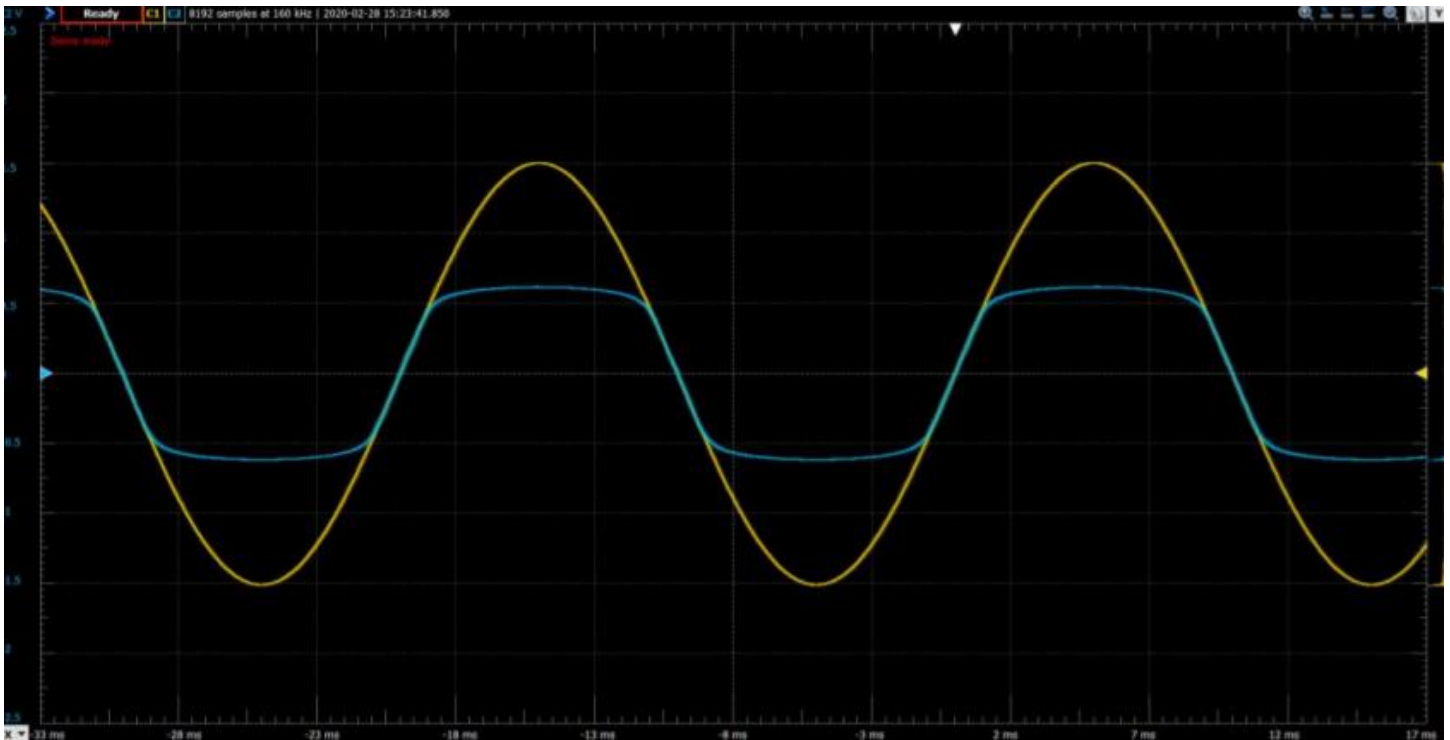
Бачимо, що сигнал на виході майже повторює сигнал на вході. На макетній платі була зібрана схема з такими самими параметрами, напруга на виході схеми буде мати такий характер:



В симуляторі LTSPICE була побудована схема обмежувача напруги. Компоненти мають такі параметри:  $R=10\text{k}\Omega$   $f=50\text{Hz}$  Амплітуда 1.5V Діод кремнієвий з прямим падінням напруги 0.7V. 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:



**Висновок:** на цій лабораторній роботі я 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.