

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КІЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
КАФЕДРА КОНСТРУЮВАННЯ ЕОА**

ЗВІТ

з лабораторної роботи №1
по курсу «Аналогова схемотехніка»
на тему

«Дослідження схем побудованих на базі кремнієвих діодів»

Виконав:

студент гр. ДК-72

Волинко Н. А.

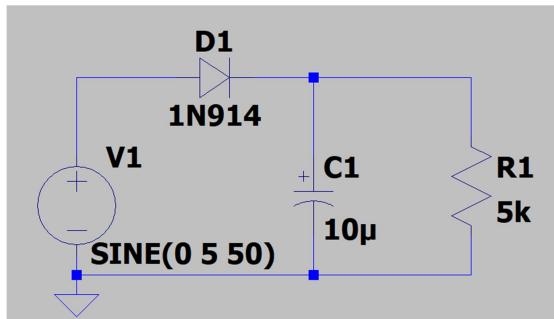
Перевірив:

доцент

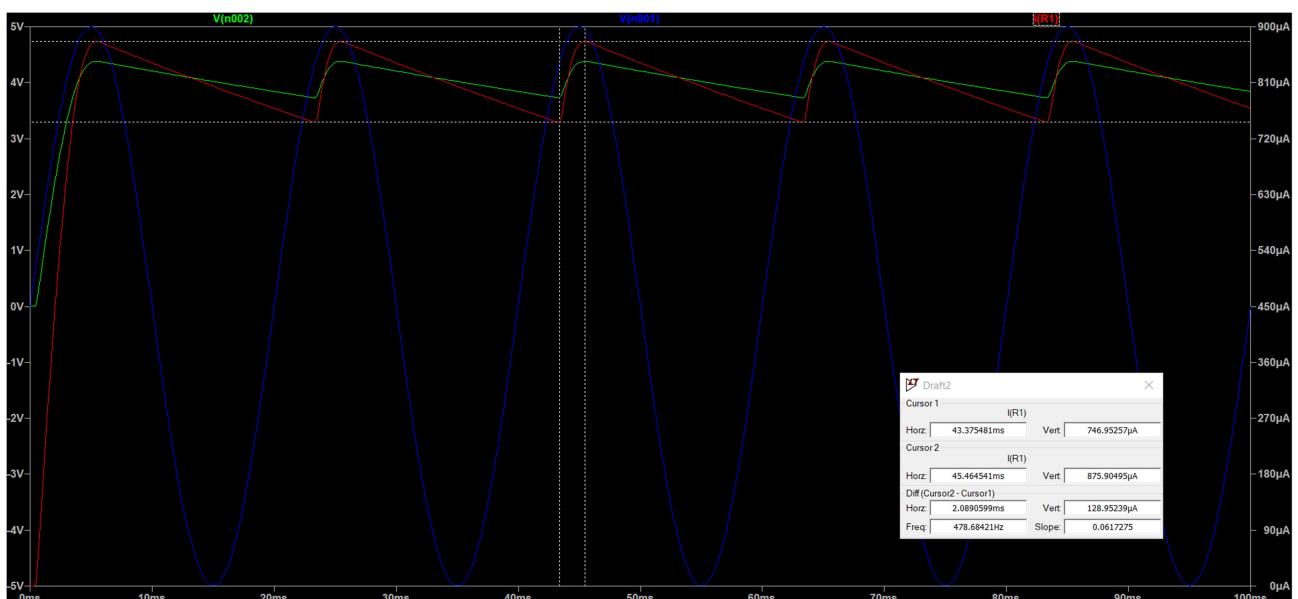
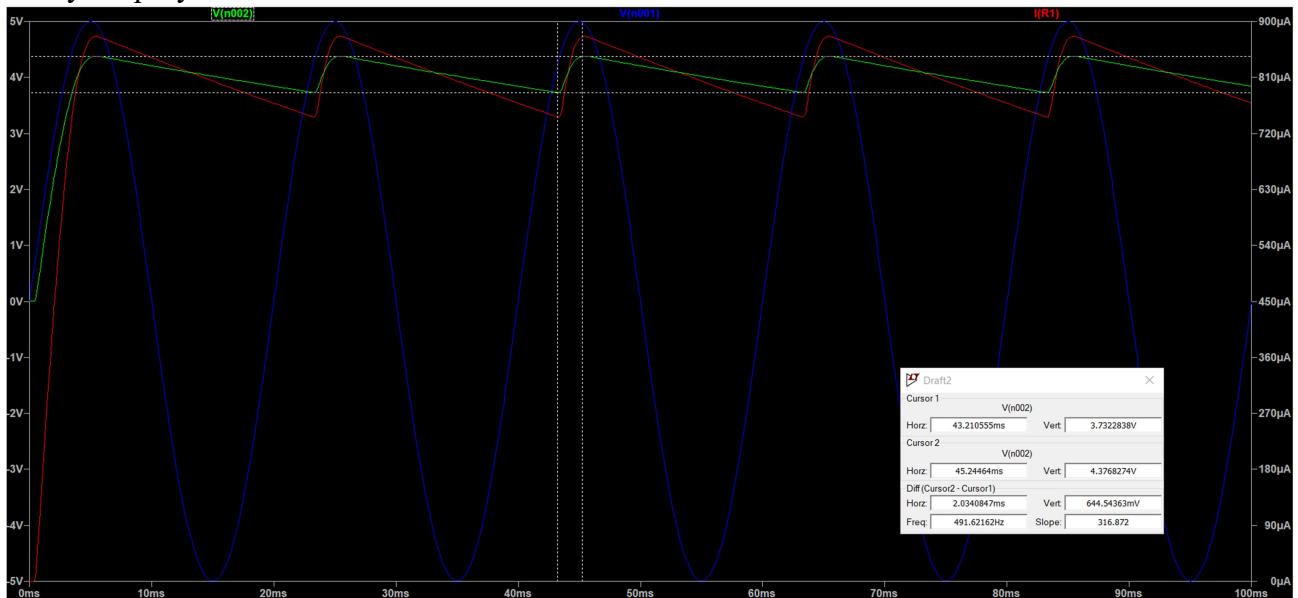
Короткий Є. В.

1. Дослідження однонапівперіодного випрямляча

a. Під час лабораторного заняття було проведено симуляцію однонапівперіодного випрямляча в середовищі LTSpice за наступною схемою:



Даний однонапівперіодний випрямляч складається з напівпровідникового діода та конденсатора. У якості входного сигналу було вибрано гармонійний біполярний сигнал, з амплітудою 5В та частотою 50Гц. Опір навантажувального резистора R було вибрано 5 кОм, а ємність згладжуючого конденсатора C – 22 мкФ. В результаті симуляції було отримано наступні результати:



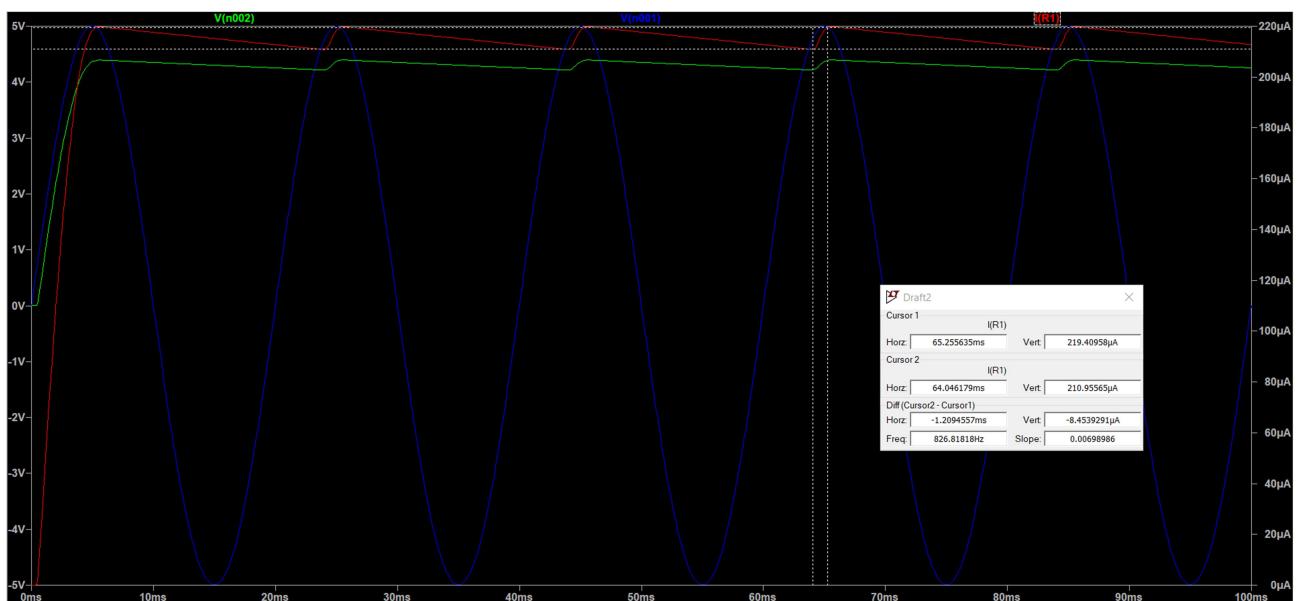
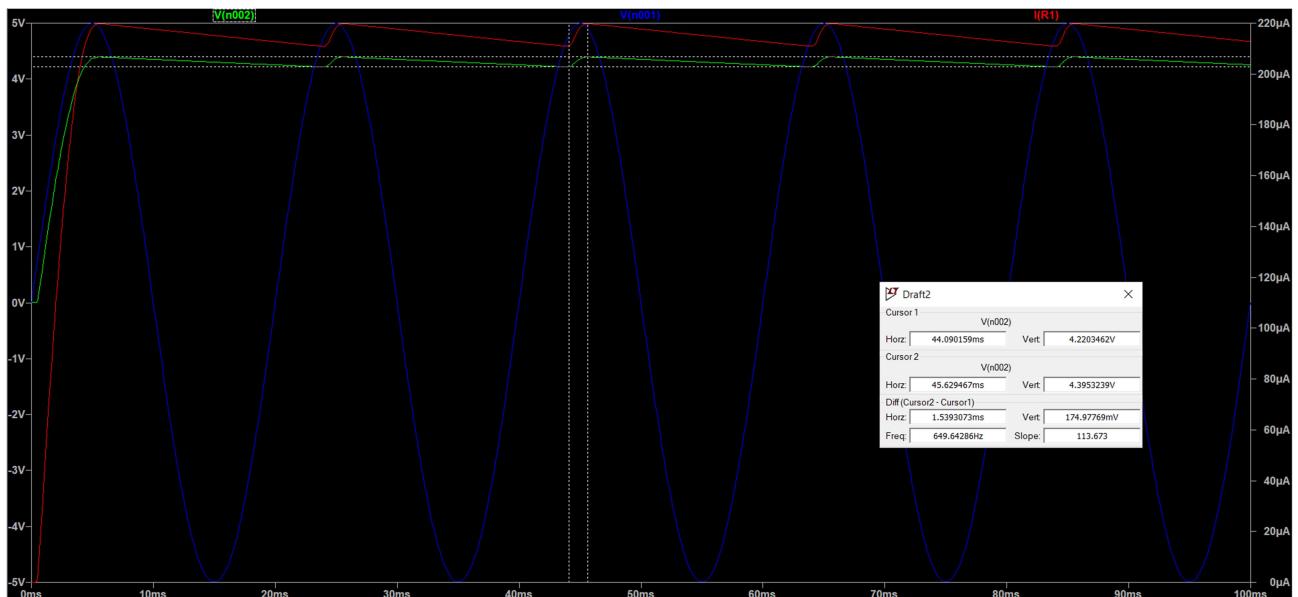
За результатами симуляції маємо амплітуду пульсацій напруги рівну 644 мВ. Середній струм через навантаження склав:

$$I = \frac{746 + 875}{2} = 810,5 \text{ [мкА]}$$

Для такого випрямляча амплітуда коливань напруги має становити:

$$\Delta U = \frac{810,5 * 10^{-6}}{22 * 10^{-6} * 50} = 736 \text{ мВ}$$

b. З 3 резистором навантаження опором 20 кОм отримали наступні результати:



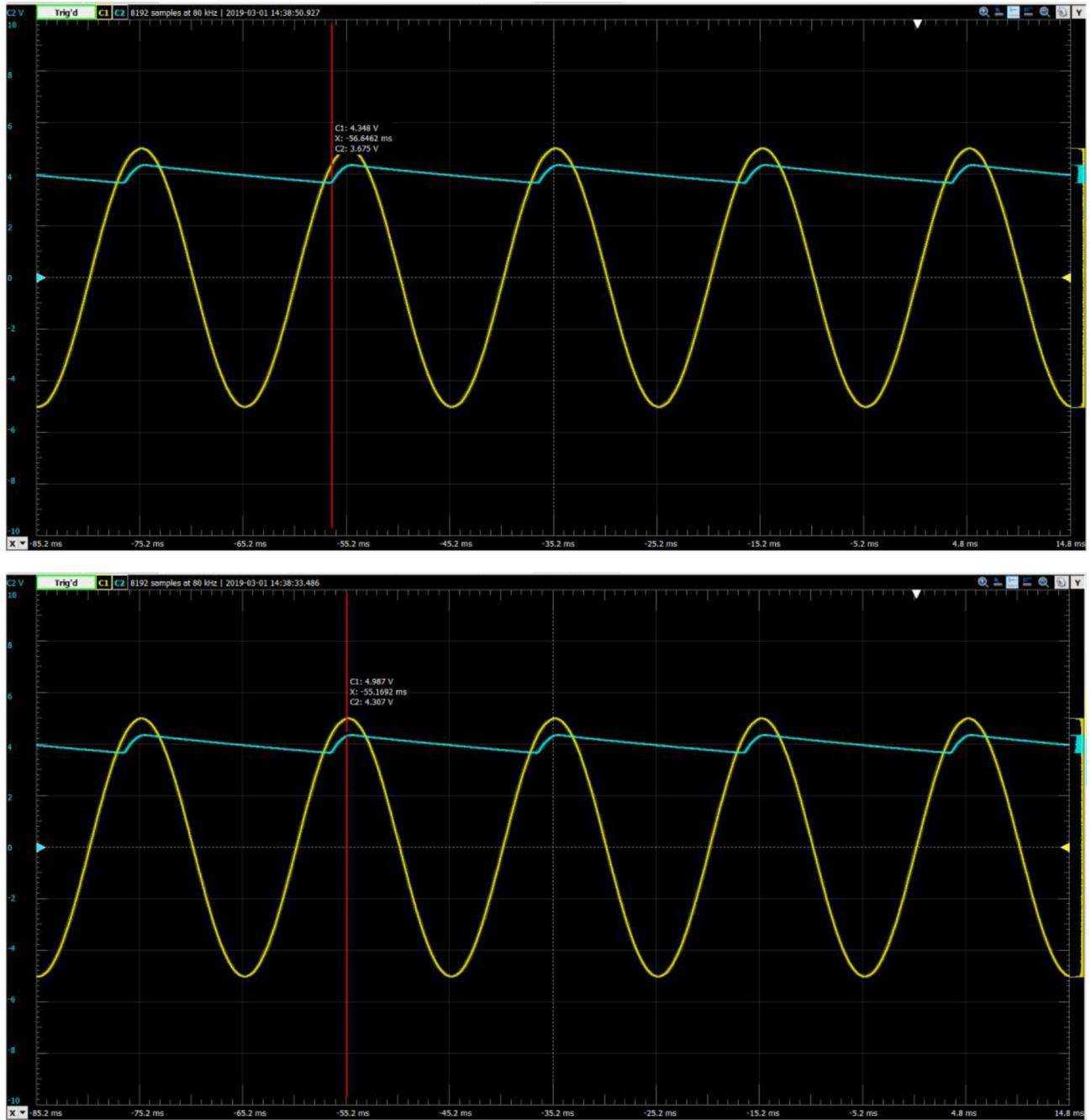
За результатами симуляції маємо амплітуду пульсацій напруги рівну 174 мВ. Середній струм через навантаження склав:

$$I = \frac{219 + 210}{2} = 214.5 \text{ [мкА]}$$

Для такого випрямляча амплітуда коливань напруги має становити:

$$\Delta U = \frac{214,5 * 10^{-6}}{22 * 10^{-6} * 50} = 195 \text{ мВ}$$

С. Потім було складено схему на макетній платі. Нами було використано наступні компоненти: згладжуючий конденсатор С з ємністю 22 мкФ та навантажувальний резистор R з опором 5 кОм. В якості генератора сигналу та осцилографу було використано пристрій Analog Discovery 2. Під час вимірювань ми отримали наступні результати:



Було отримано наступні дані:

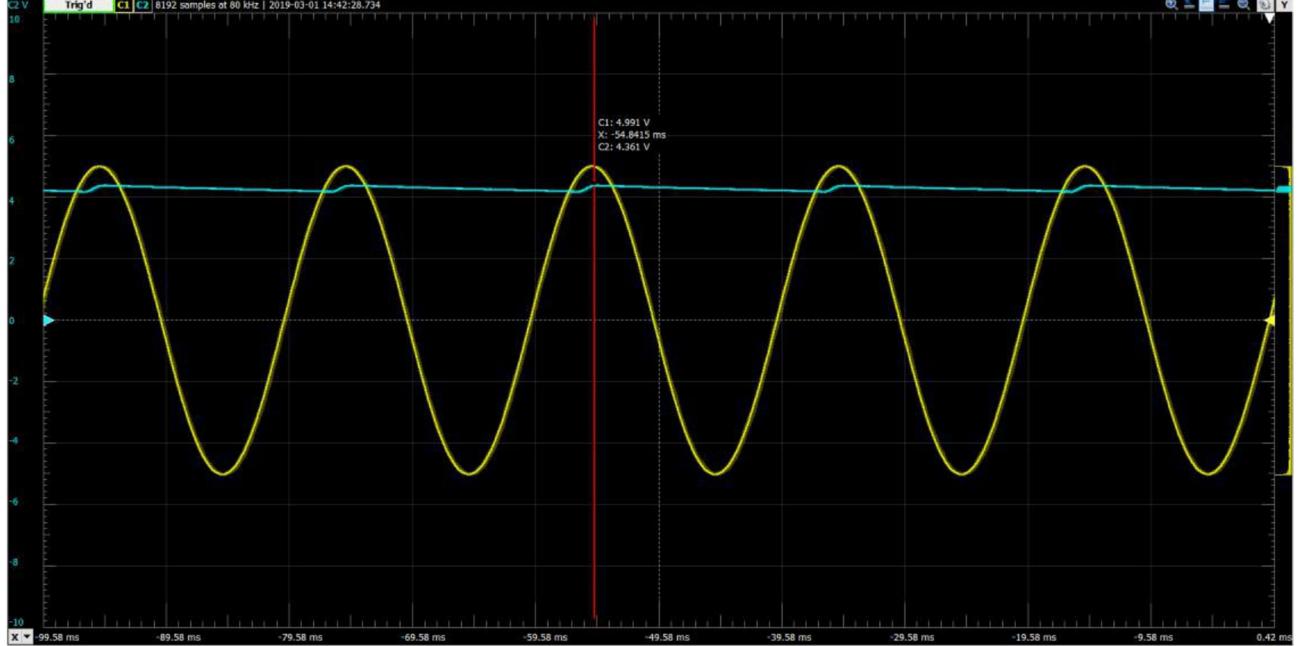
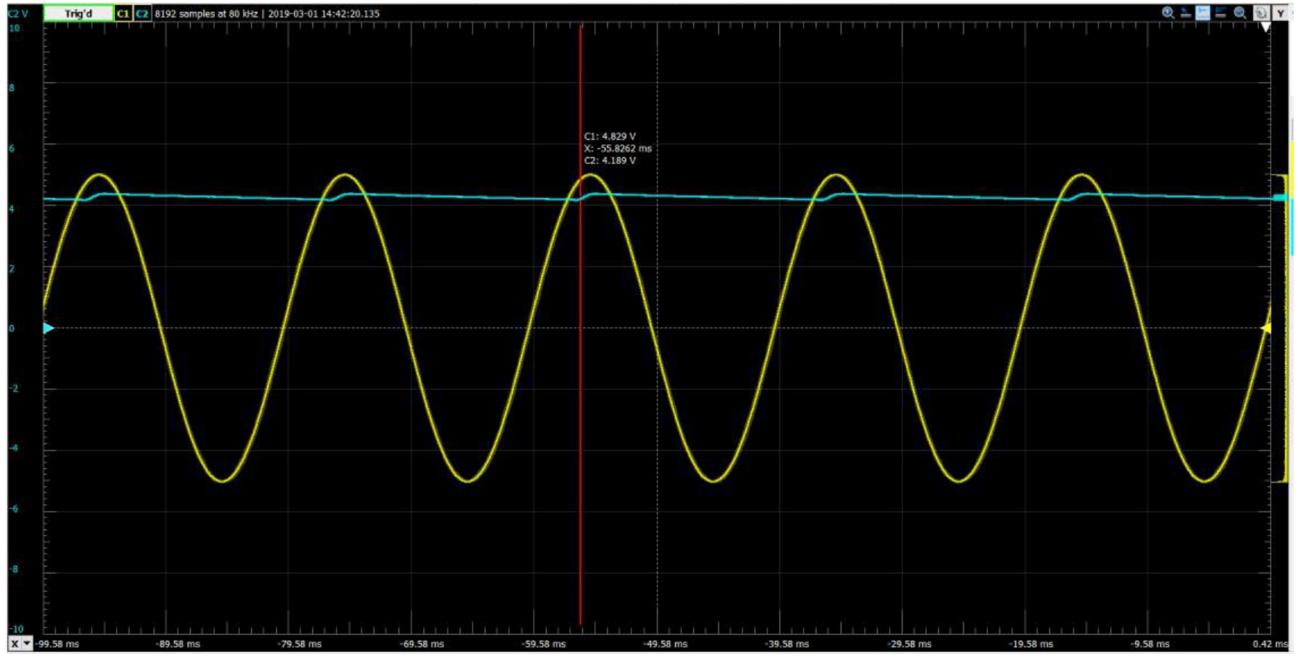
Амплітуда пульсацій: 632 мВ

$$\text{Середній струм: } I = \frac{\frac{4,307}{5*10^3} + \frac{3,675}{5*10^3}}{2} = 798,2 \text{ мкА}$$

Теоретично розрахована амплітуда пульсацій: $\Delta U = \frac{798,2 * 10^{-6}}{22 * 10^{-6} * 50} = 725 \text{ мВ}$

Амплітуда пульсацій з симулатора: $\Delta U = 644 \text{ мВ}$

d. Наступним кроком ми змінили опір навантаження на 20 кОм та отримали наступні результати:



Було отримано наступні дані:

Амплітуда пульсацій: 172 мВ

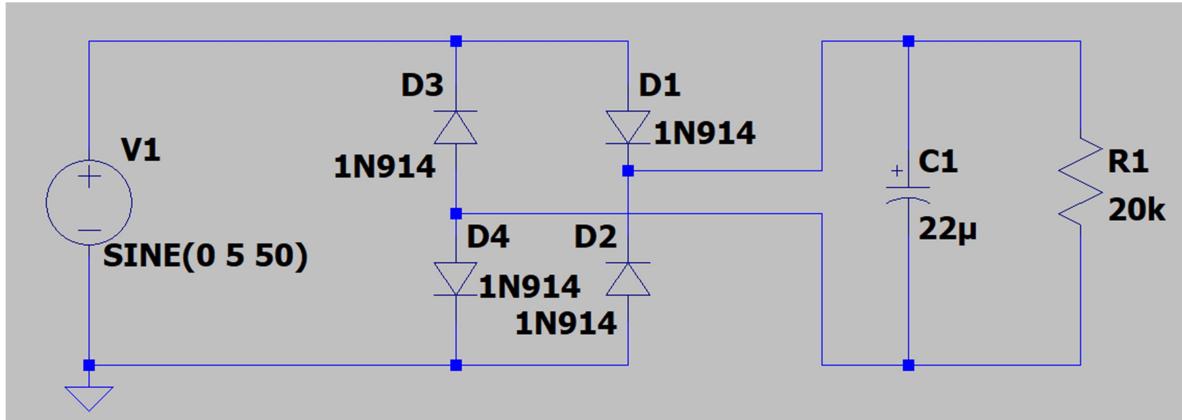
$$\text{Середній струм: } I = \frac{\frac{4,361}{20 \cdot 10^3} + \frac{4,189}{20 \cdot 10^3}}{2} = 213,7 \text{ мкА}$$

$$\text{Теоретично розрахована амплітуда пульсацій: } \Delta U = \frac{213,7 \cdot 10^{-6}}{22 \cdot 10^{-6} \cdot 50} = 194 \text{ мВ}$$

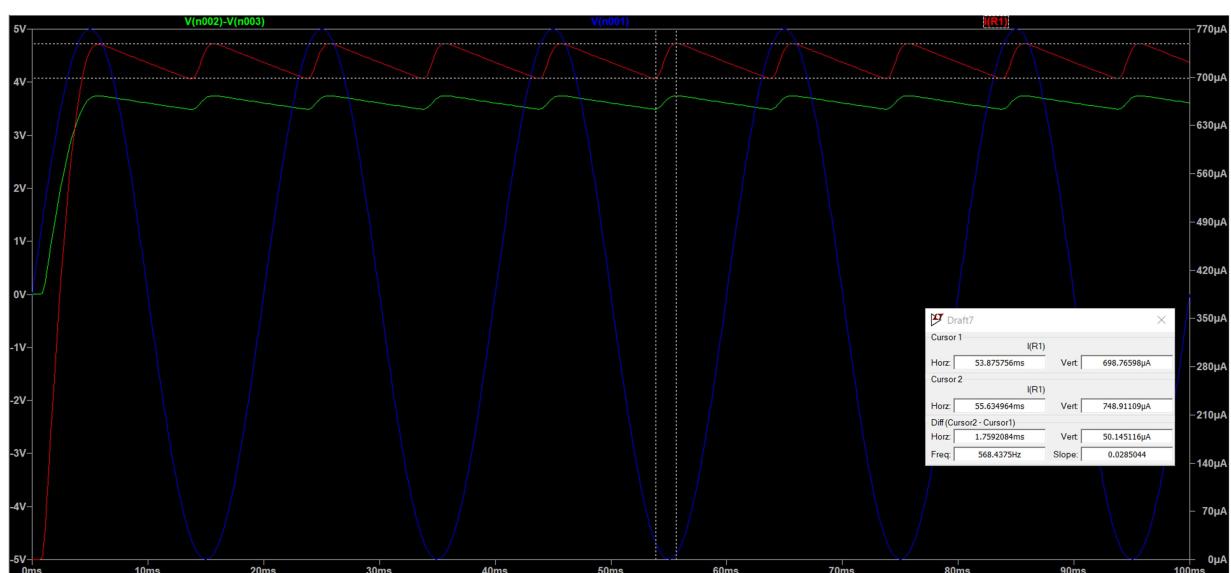
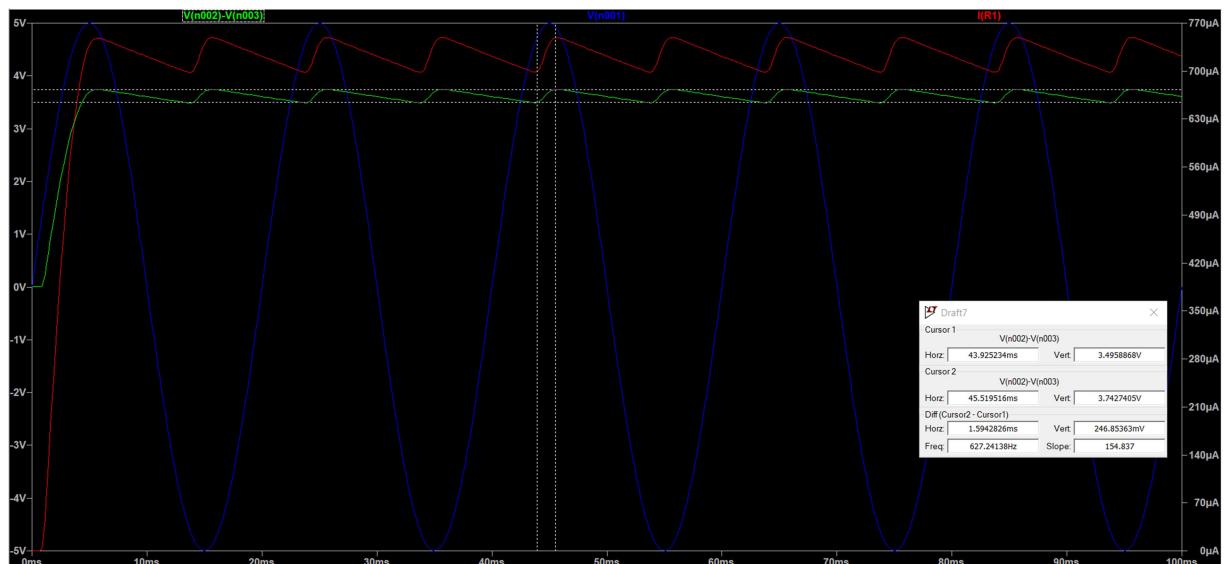
$$\text{Амплітуда пульсацій з симулатора: } \Delta U = 174 \text{ мВ}$$

2. Дослідження двонапівперіодного випрямляча

a. Було проведено симуляцію двонапівперіодного випрямляча на діодному мосту в середовищі LTSpice за наступною схемою:



Даний двонапівперіодний випрямляч складається з чотирьох напівпровідникових діодів та конденсатора. У якості входного сигналу було вибрано гармонійний біполярний сигнал, з амплітудою 5В та частотою 50Гц. Опір навантажувального резистора R було вибрано 5 кОм, а ємність згладжуючого конденсатора С – 22 мкФ. В результаті симуляції було отримано наступні результати:



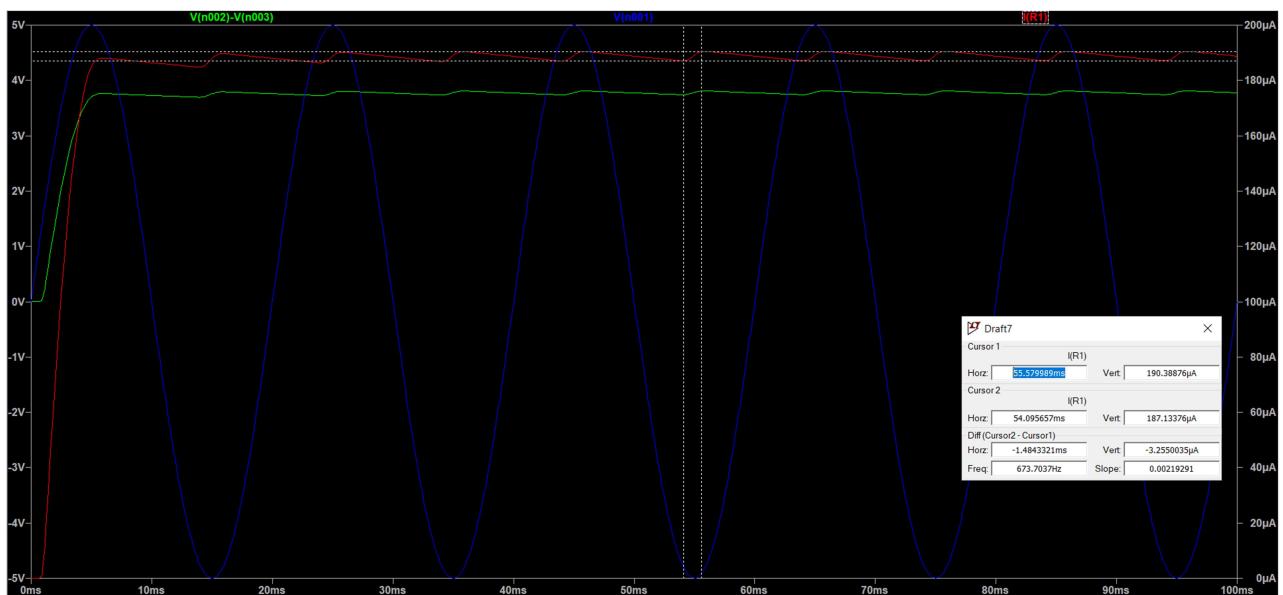
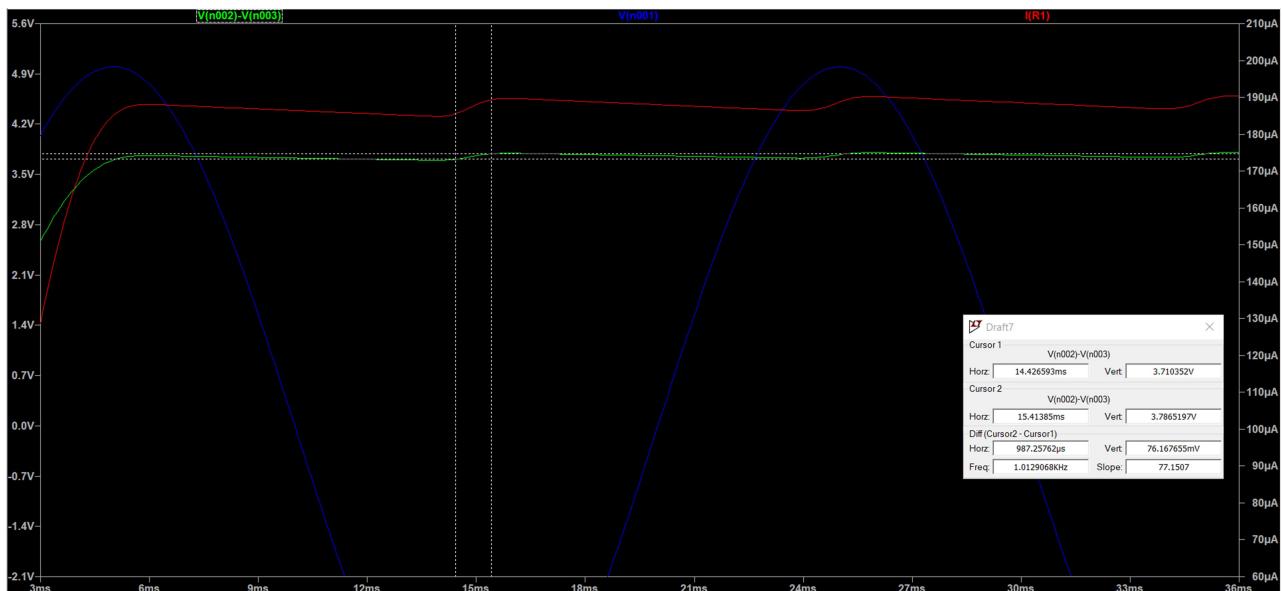
За результатами симуляції маємо амплітуду пульсацій напруги рівну 247 мВ. Середній струм через навантаження склав:

$$I = \frac{698 + 748}{2} = 723 \text{ [мкА]}$$

Для такого випрямляча амплітуда коливань напруги має становити:

$$\Delta U = \frac{723 * 10^{-6}}{2 * 22 * 10^{-6} * 50} = 328 \text{ мВ}$$

b. З резистором навантаження опором 20 кОм отримали наступні результати:



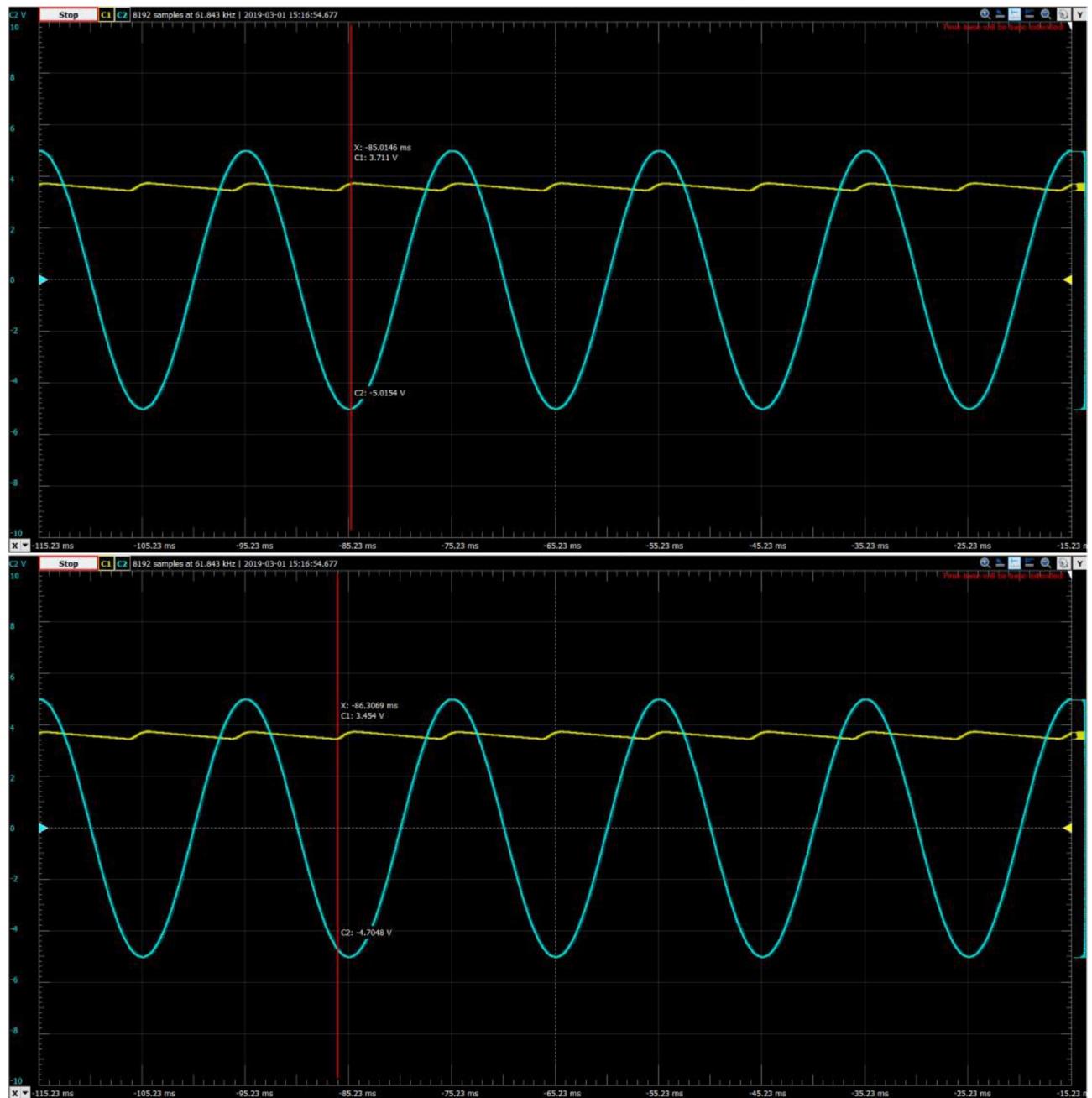
За результатами симуляції маємо амплітуду пульсацій напруги рівну 76 мВ. Середній струм через навантаження склав:

$$I = \frac{190 + 187}{2} = 188.5 \text{ [мкА]}$$

Для такого випрямляча амплітуда коливань напруги має становити:

$$\Delta U = \frac{188.5 * 10^{-6}}{2 * 22 * 10^{-6} * 50} = 85 \text{ мВ}$$

С. Далі ми склали схему двонапівперіодного випрямляча на макетній платі. Нами було використано наступні компоненти: згладжуючий конденсатор С з ємністю 22 мкФ та навантажувальний резистор R з опором 5 кОм. В якості генератора сигналу та осцилографу було використано пристрій Analog Discovery 2. Під час вимірювань ми отримали наступні результати:



Було отримано наступні дані:

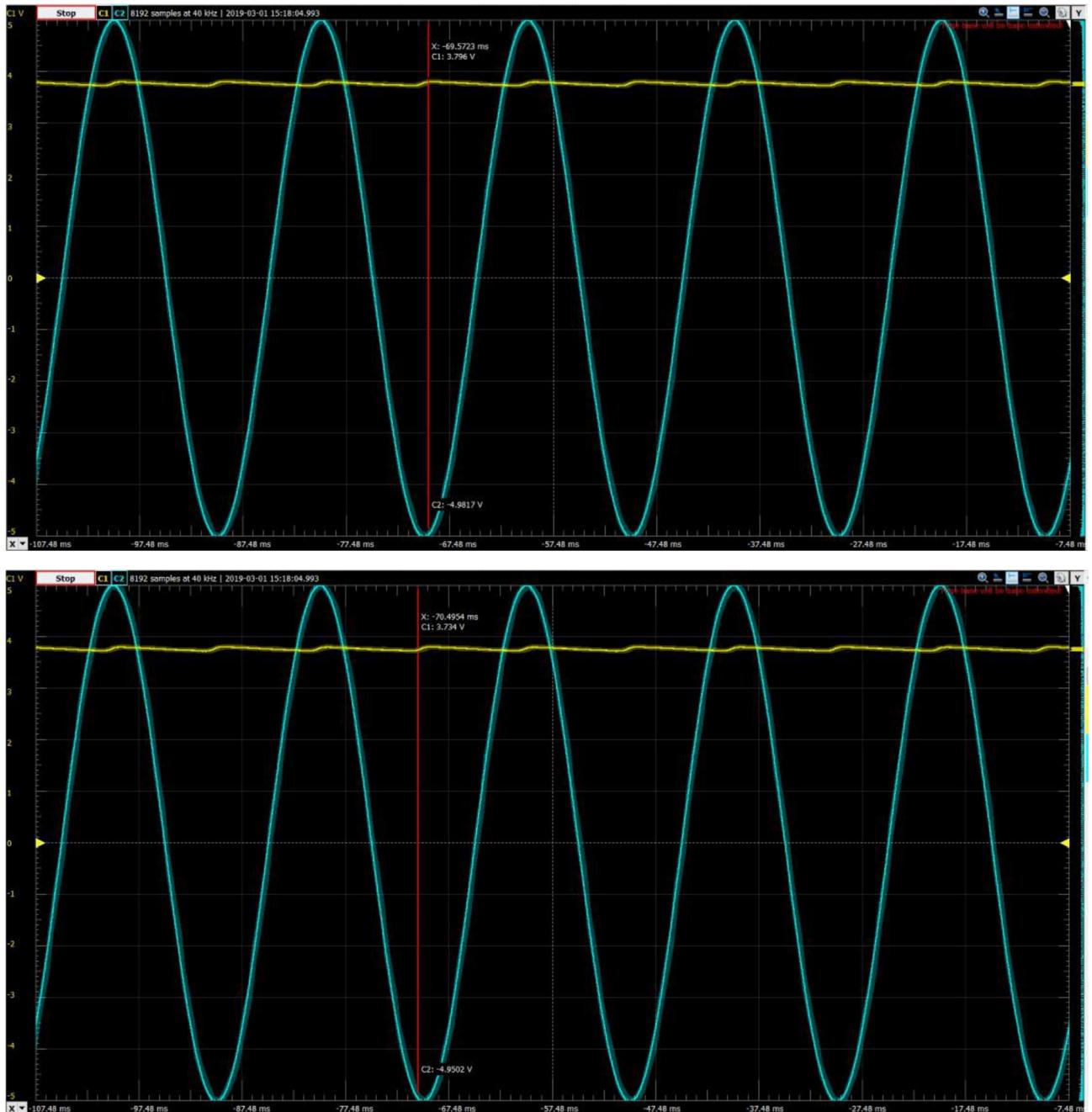
Амплітуда пульсацій: 257 мВ

$$\text{Середній струм: } I = \frac{\frac{3,711}{5*10^3} + \frac{3,454}{5*10^3}}{2} = 716,5 \text{ мкА}$$

$$\text{Теоретично розрахована амплітуда пульсацій: } \Delta U = \frac{716,5 * 10^{-6}}{2 * 22 * 10^{-6} * 50} = 325 \text{ мВ}$$

Амплітуда пульсацій з симулатора: $\Delta U = 247 \text{ мВ}$

d. Наступним кроком ми змінили опір навантаження на 20 кОм та отримали наступні результати:



Було отримано наступні дані:

Амплітуда пульсацій: 62 мВ

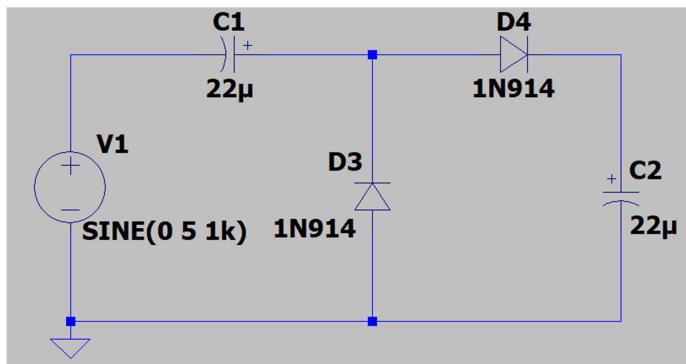
$$\text{Середній струм: } I = \frac{\frac{3,796}{20 \cdot 10^3} + \frac{3,734}{20 \cdot 10^3}}{2} = 188,3 \text{ мкА}$$

$$\text{Теоретично розрахована амплітуда пульсацій: } \Delta U = \frac{188,3 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 22 \cdot 10^{-6} \cdot 50} = 85 \text{ мВ}$$

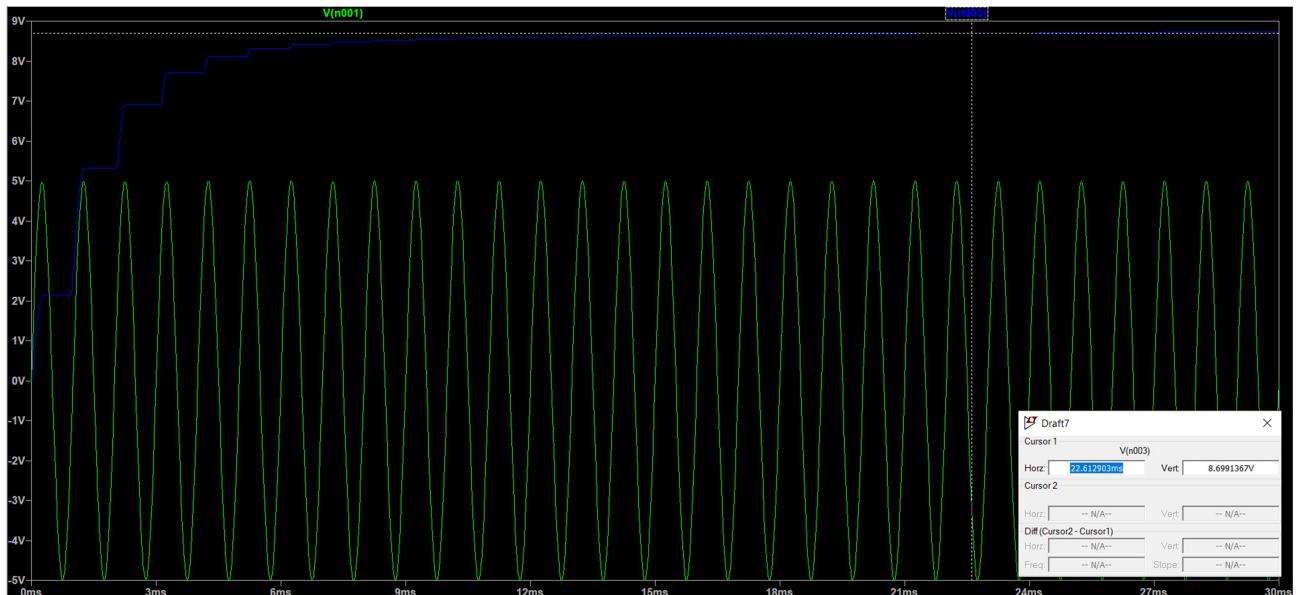
$$\text{Амплітуда пульсацій з симулятора: } \Delta U = 76 \text{ мВ}$$

3. Дослідження подвоювача напруги

a. Було проведено симуляцію подвоювача напруги в середовищі LTSpice за наступною схемою:

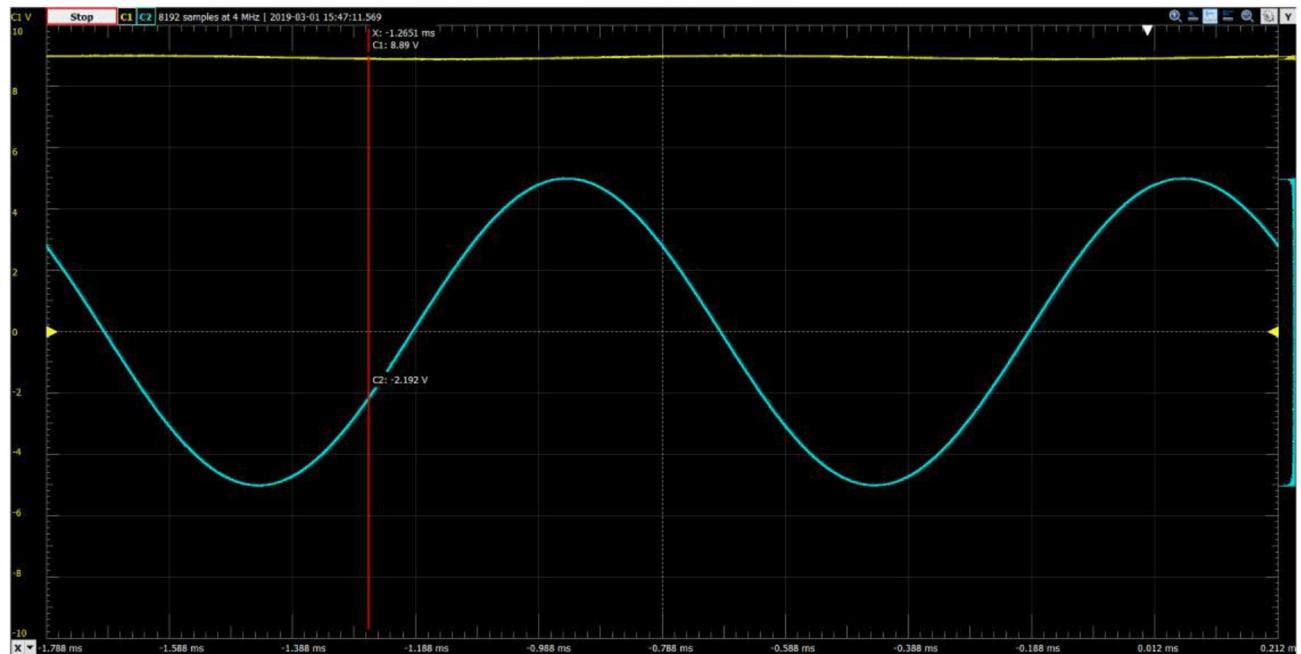


Даний подвоювач напруги складається з двох кремнієвих діодів та двох конденсаторів. У якості вхідного сигналу було вибрано гармонійний сигнал, з амплітудою 5В та частотою 1кГц. Ємність конденсаторів C1 та C2 було вибрано 22 мкФ. В результаті симуляції було отримано наступні результати:



Сигнал на виході встановлюється на рівні близько 8,8 В (в даному випадку ми маємо 8,7 В) через 10 мс після ввімкнення живлення. Саме такий рівень напруги пояснюється падінням на діодах, що використані у схемі. Напруга на вихідному конденсаторі дорівнює амплітуді вхідного сигналу мінус дві напруги прямого зміщення діоду.

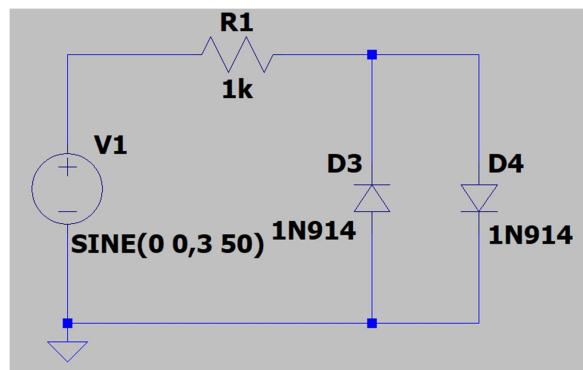
b. Далі ми склали схему подвоювача напруги на макетній платі. Нами було використано наступні компоненти: два конденсатори С з ємністю 22 мкФ та два кремнієві діоди. В якості генератора сигналу та осцилографу було використано пристрій Analog Discovery 2. Під час вимірювань ми отримали наступні результати:



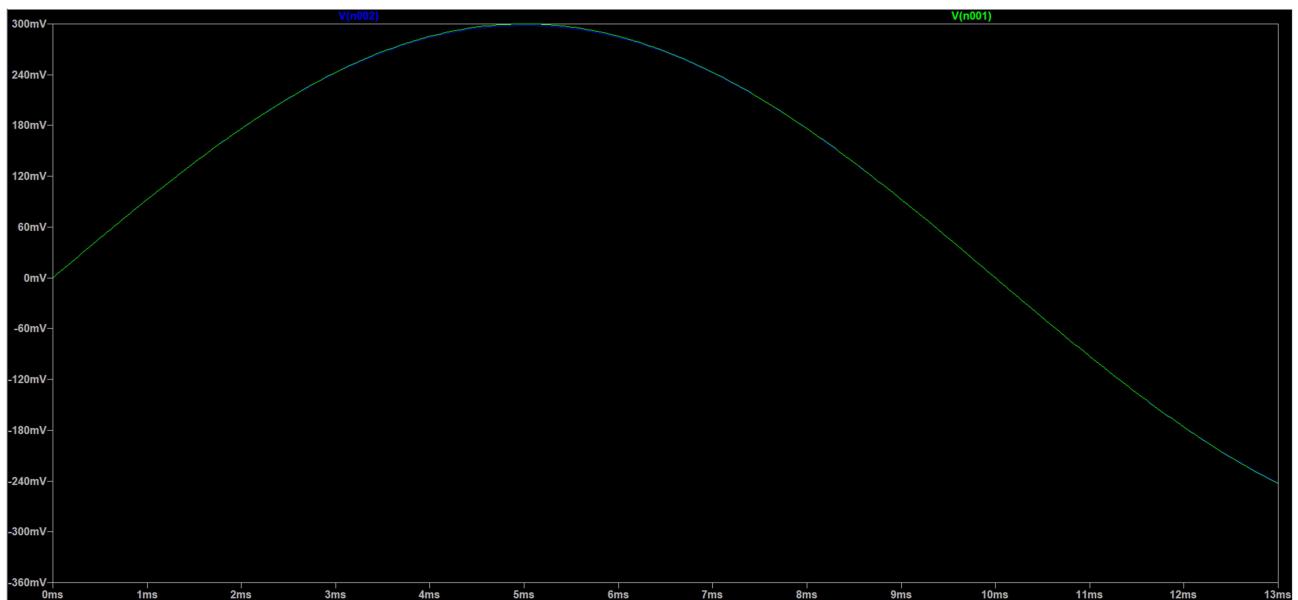
Як бачимо на макеті ми маємо на виході сигнал $U_{\text{вих.}} = 8,89$ В, що приблизно відповідає результату симуляції та теоретичним очікуванням.

4. Дослідження обмежувача напруги

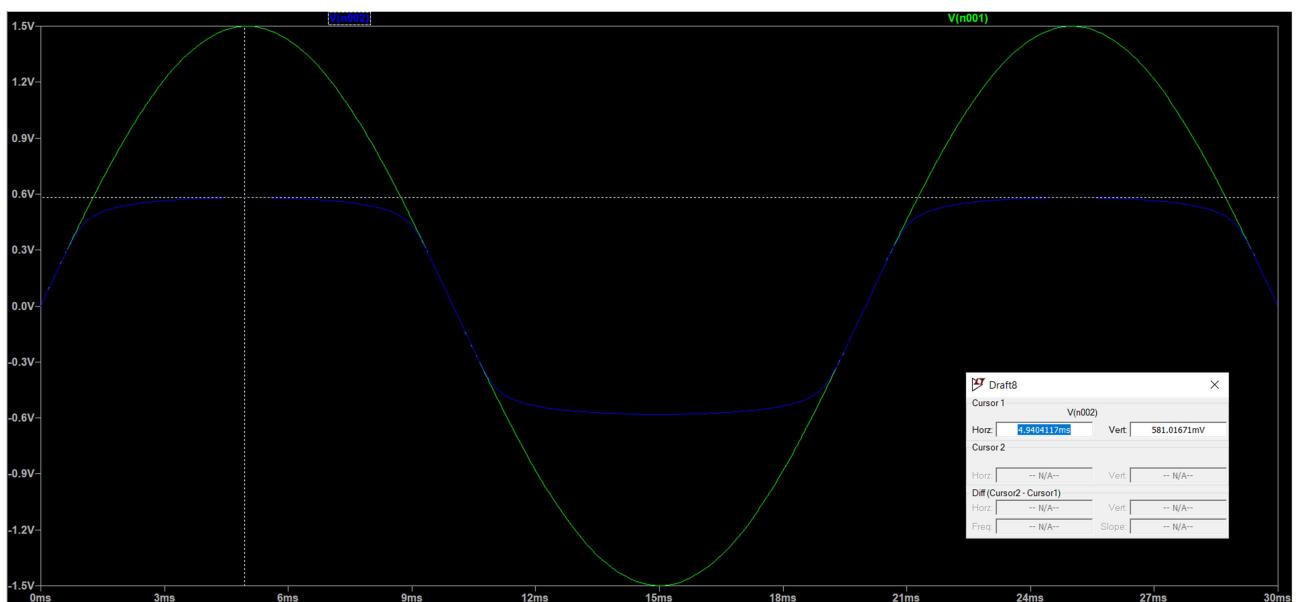
a. Було проведено симуляцію обмежувача напруги в середовищі LTSpice за наступною схемою:



Даний обмежувач напруги складається з двох кремнієвих діодів та двох конденсаторів. У якості вхідного сигналу було вибрано гармонійний сигнал, з амплітудою 0,3 В та частотою 50 Гц. Також було вибрано опір навантаження R з опором 1 кОм. В результаті симуляції було отримано наступні результати:

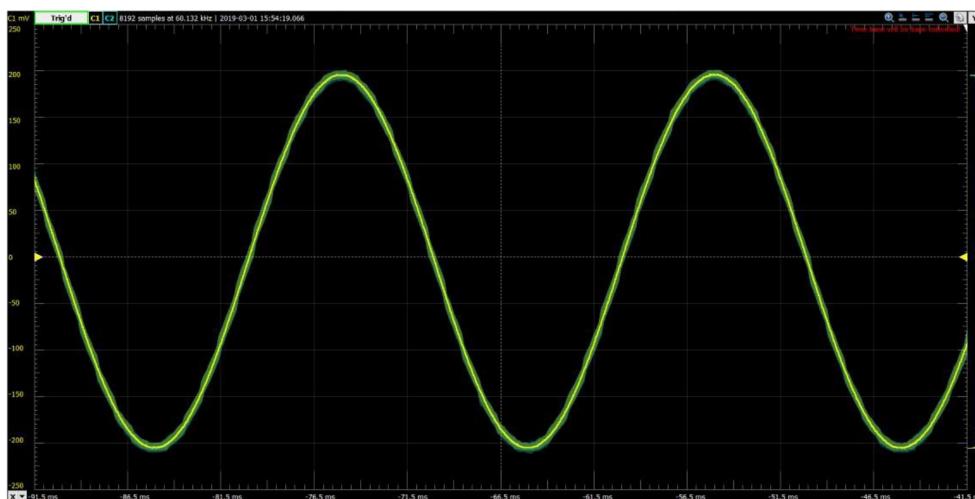


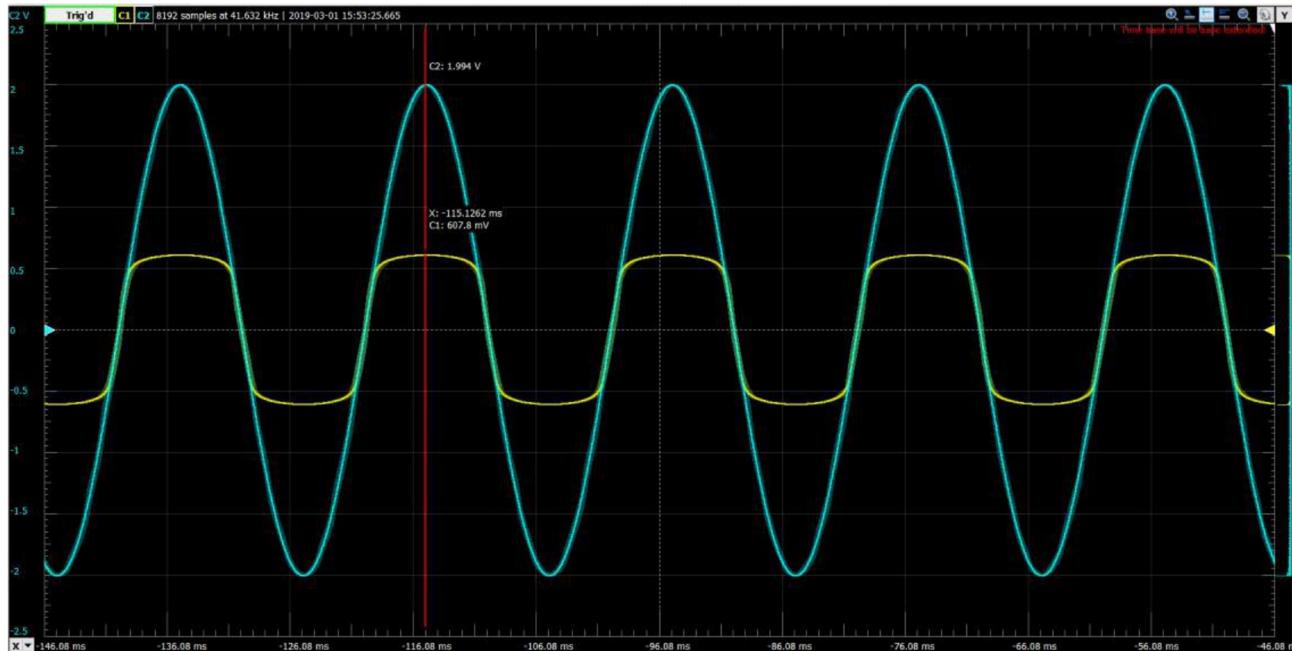
Змінили амплітуду вхідного сигналу на 1,5 В і отримали наступний результат:



Як бачимо сигнал дійсно дана схема обмежує вхідний сигнал на рівні напруги прямого зміщення діода.

b. Далі ми склали схему обмежувача напруги на макетній платі та отримали наступний результат:





Як бачимо на практиці схема теж працює аналогічно як і в симуляції, і таким чином підтверджує теоретичні очікування.

Висновки

Нами було проведено дослідження деяких широко застосованих схем на напівпровідникових діодах – випрямлячів, подвоювача, обмежувача. Поведінки схем було вивчено при різних умовах роботи – різних навантаженнях, амплітудах вхідних сигналів, тощо. Отримані в лабораторії дані продубльовані даними симуляцій, які виявили деякі похиби вимірювань.