

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

КАФЕДРА КОНСТРУЮВАННЯ ЕОА

ЗВІТ

з лабораторної роботи №2
по курсу «Аналогова електроніка - 1»
на тему «Дослідження схем побудованих на базі кремнієвих діодів»

Виконав:

студент гр. ДК-82

Сопіра Р. Я.

Перевірив:

доцент

Короткий Є. В.

Київ – 2020

1. Однонапівперіодний випрямляч

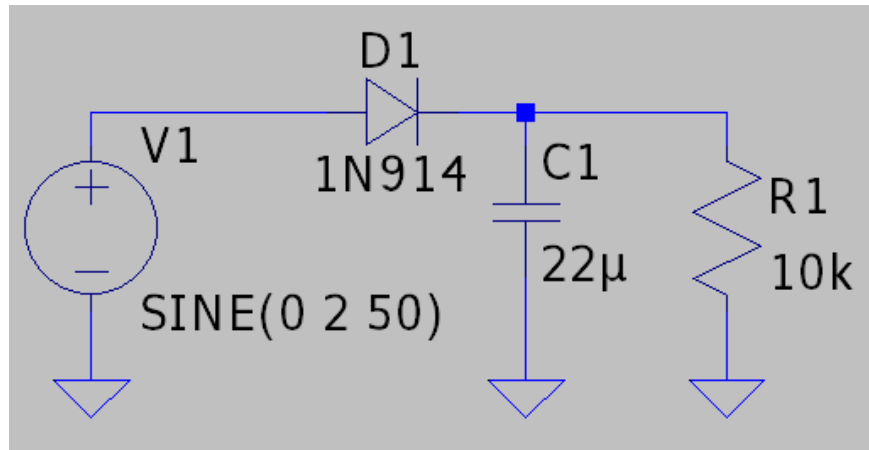


Схема 1

Використані номінали компонентів:

$R = 10 \text{ та } 30 \text{ кОм,}$

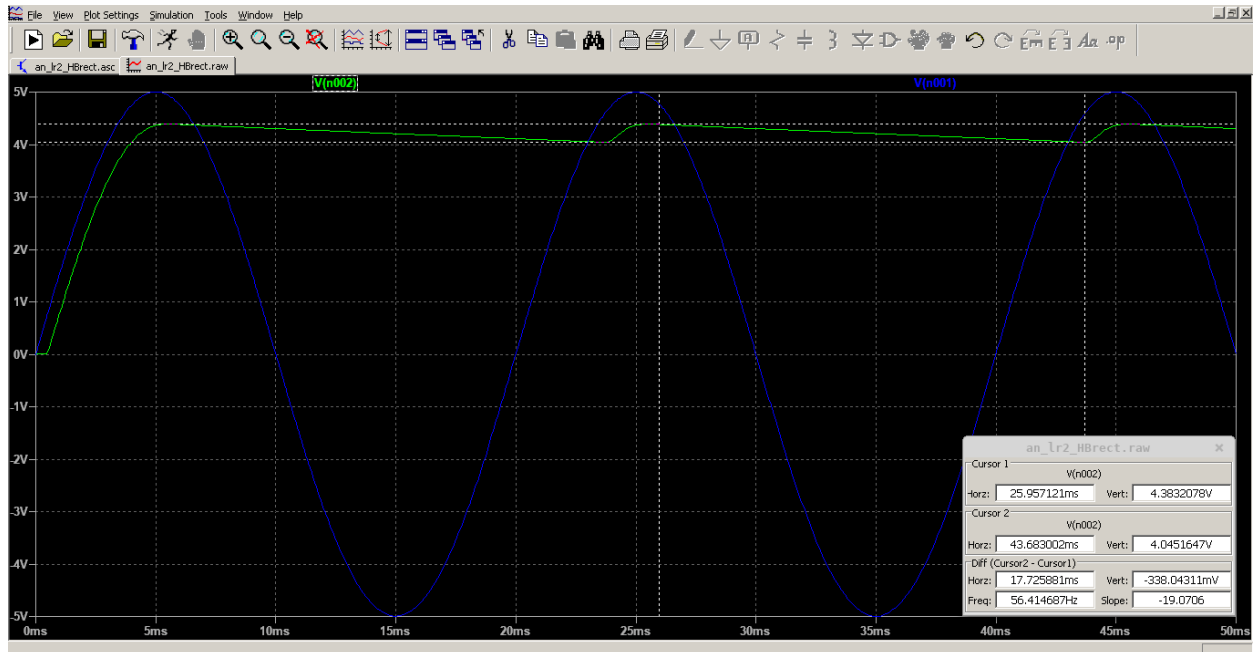
$C = 22 \text{ мкФ}$

Параметри вхідного синусоїдального сигналу:

$U_{\text{вх}} = 5 \text{ В,}$

$f = 50 \text{ Гц}$

Симуляція в LTSpice для навантаження 10 кОм:

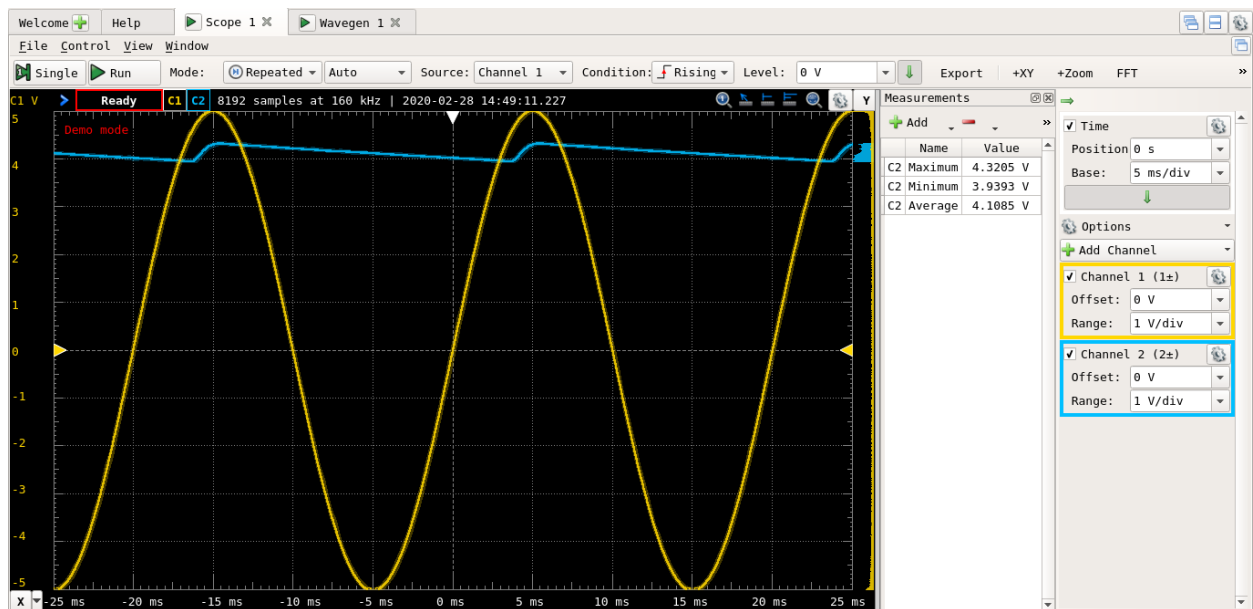


Амплітуда пульсацій: $\Delta U = 4.3832 - 4.0452 = 0.338 (В)$

Середній струм: $I_{av} = \frac{U_1 + U_2}{2R} = \frac{4.3832 + 4.0452}{2 \cdot 10^4} = 421.42 (\mu A)$

Очікувана амплітуда пульсацій: $\Delta U = \frac{I_{av}}{f \cdot C} = \frac{421.42}{50 \cdot 22} = 0.3831 (В)$

Експериментальне:

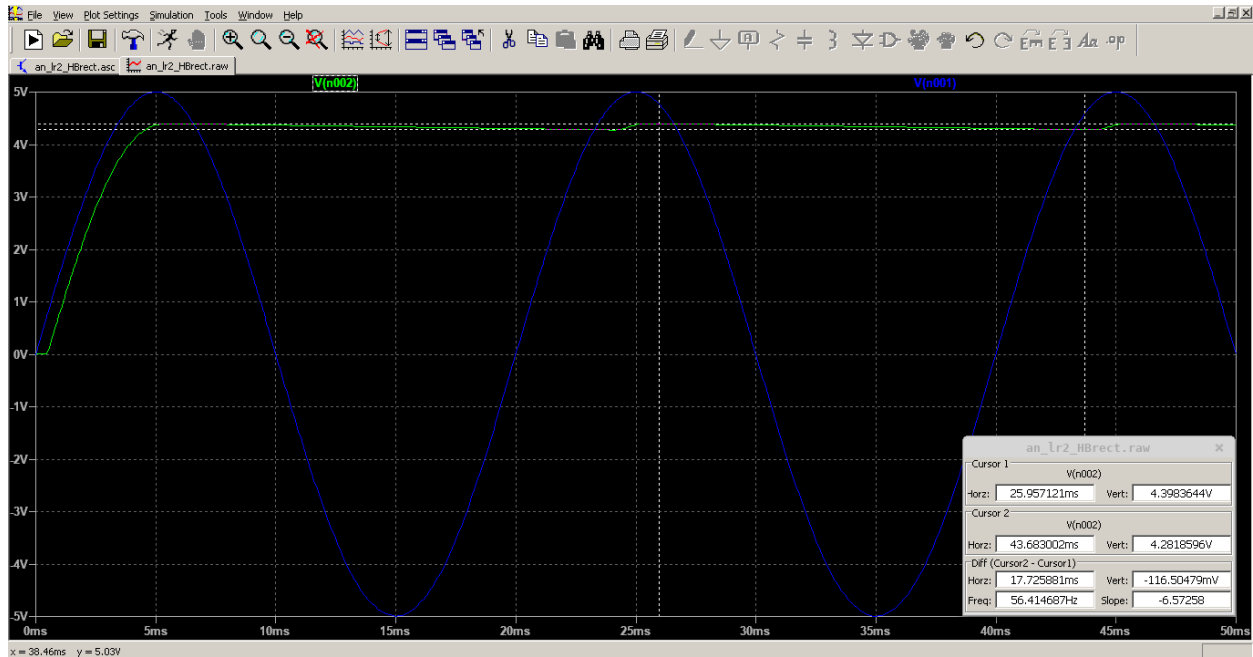


Амплітуда пульсацій: $\Delta U = 4.3205 - 3.9393 = 0.3812 (В)$

Середній струм: $I_{av} = \frac{U_1 + U_2}{2R} = \frac{4.3205 + 3.9393}{2 \cdot 10^4} = 412.99 (\mu A)$

Очікувана амплітуда пульсацій: $\Delta U = \frac{I_{av}}{f \cdot C} = \frac{412.99}{50 \cdot 22} = 0.3754 (В)$

Симуляція в LTSpice для навантаження 30 кОм:

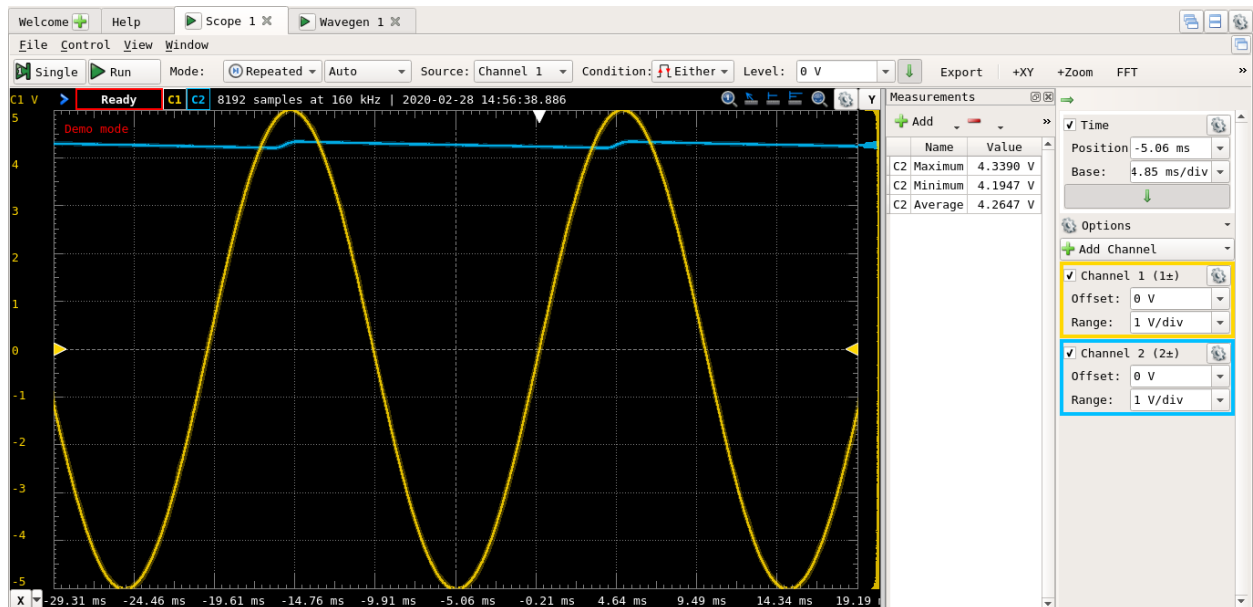


Амплітуда пульсацій: $\Delta U = 4.3984 - 4.2819 = 0.1165 (V)$

Середній струм: $I_{av} = \frac{U_1 + U_2}{2R} = \frac{4.3984 + 4.2819}{2 \cdot 3 \cdot 10^4} = 144.67 (\mu A)$

Очікувана амплітуда пульсацій: $\Delta U = \frac{I_{av}}{f \cdot C} = \frac{144.67}{50 \cdot 22} = 0.1315 (V)$

Експериментальне:



Амплітуда пульсацій: $\Delta U = 4.3390 - 4.1947 = 0.1443 (V)$

Середній струм: $I_{av} = \frac{U_1 + U_2}{2R} = \frac{4.339 + 4.1947}{2 \cdot 3 \cdot 10^4} = 142.23 (\mu A)$

Очікувана амплітуда пульсацій: $\Delta U = \frac{I_{av}}{f \cdot C} = \frac{142.23}{50 \cdot 22} = 0.1293 (V)$

2. Двонапівперіодний випрямляч

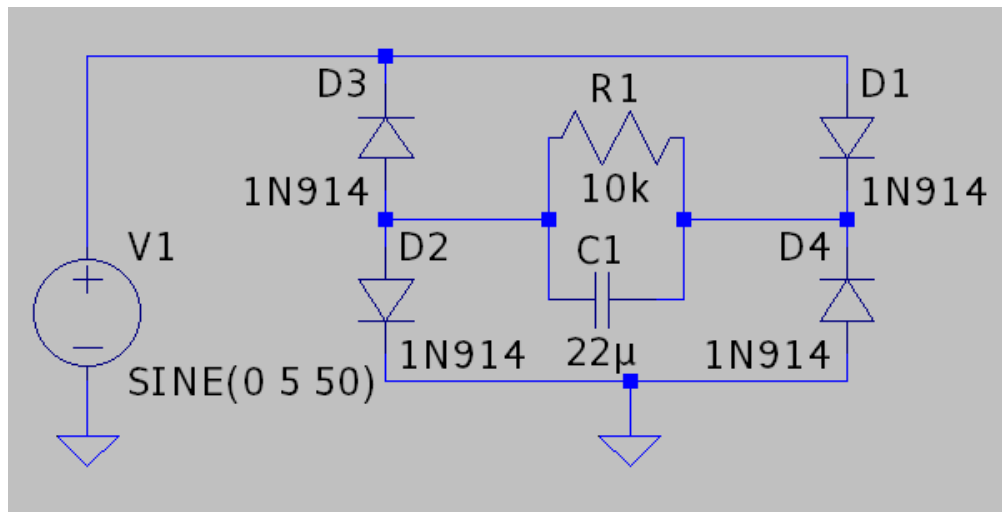


Схема 2

Використані номінали компонентів:

$R = 10 \text{ та } 30 \text{ кОм,}$

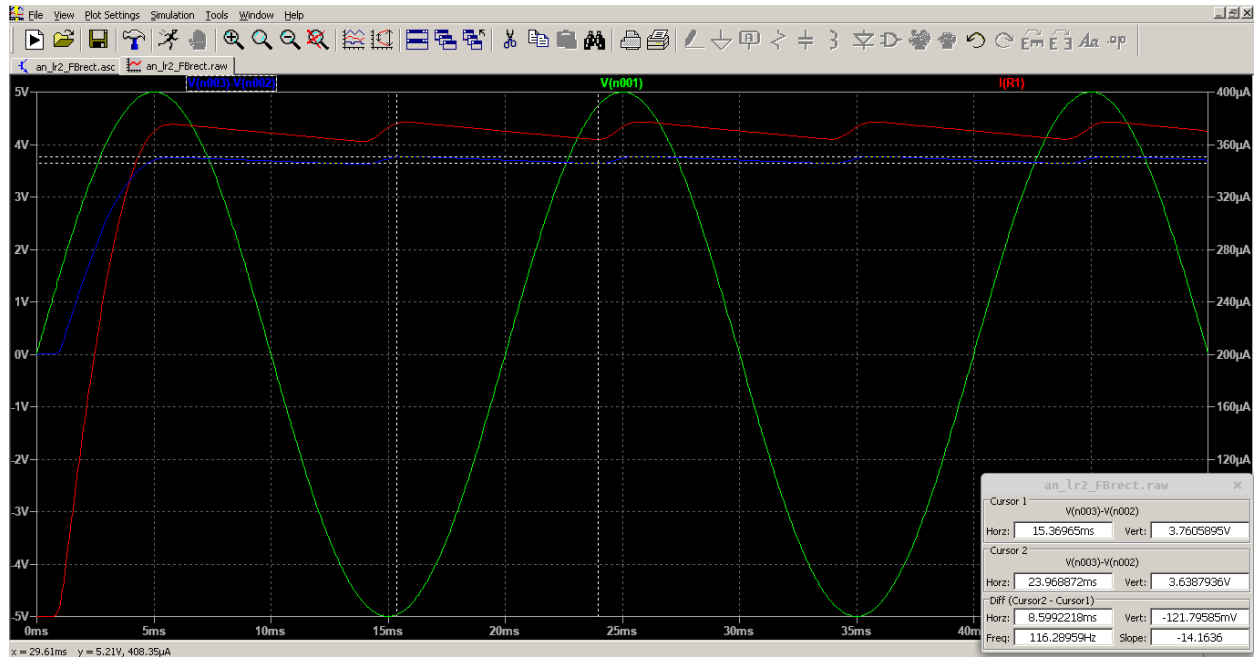
$C = 22 \text{ мкФ}$

Параметри вхідного синусоїдального сигналу:

$U_{\text{вх}} = 5 \text{ В,}$

$f = 50 \text{ Гц}$

Симуляція в LTSpice для навантаження 10 кОм:

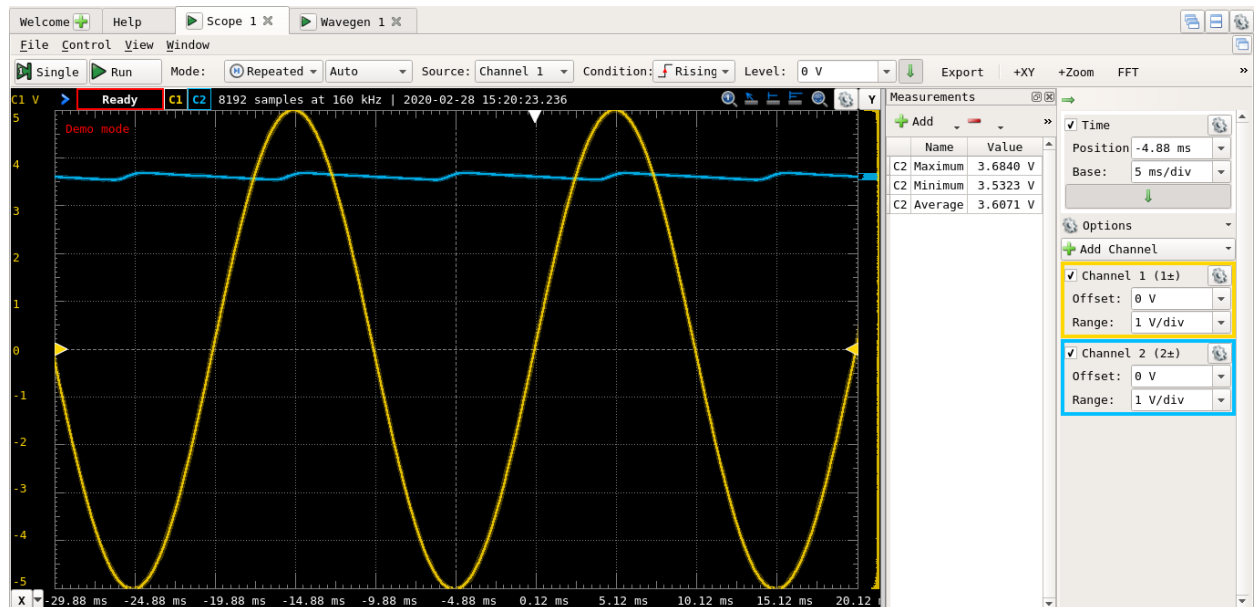


Амплітуда пульсацій: $\Delta U = 3.7606 - 3.6388 = 0.1218 (V)$

Середній струм: $I_{av} = \frac{U_1 + U_2}{2R} = \frac{3.7606 + 3.6388}{2 \cdot 10^4} = 369.97 (\mu A)$

Очікувана амплітуда пульсацій: $\Delta U = \frac{I_{av}}{2 \cdot f \cdot C} = \frac{369.97}{2 \cdot 50 \cdot 22} = 0.1682 (V)$

Експериментальне:

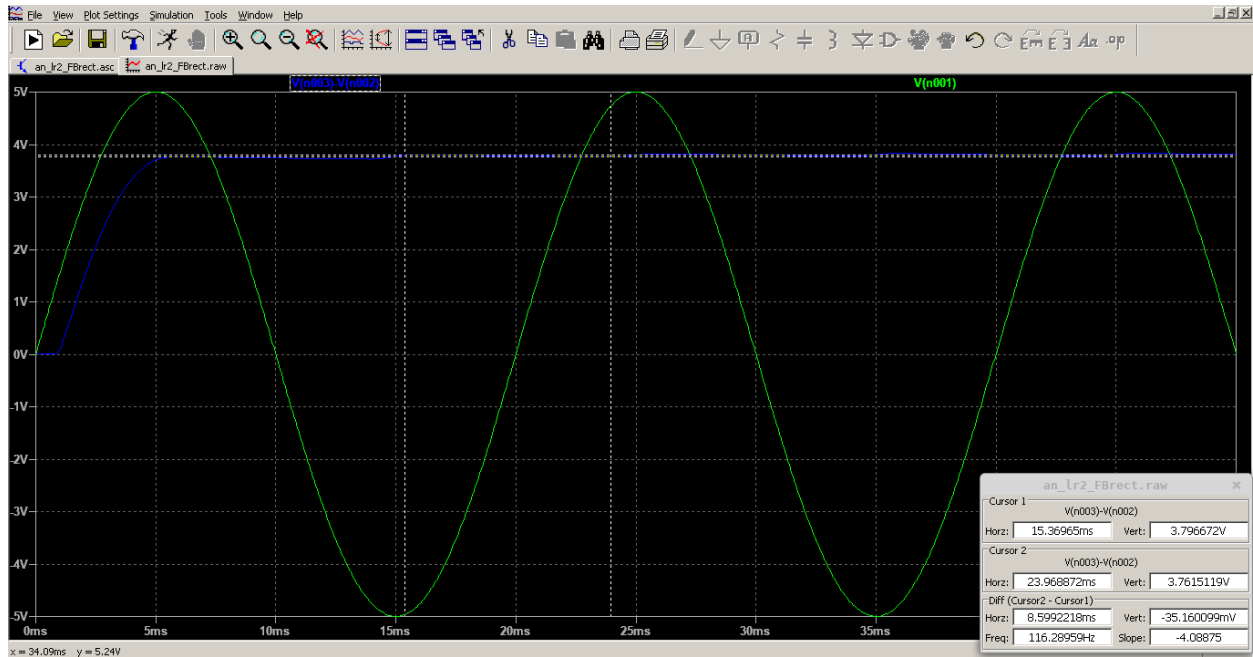


Амплітуда пульсацій: $\Delta U = 3.684 - 3.5323 = 0.1517 (V)$

Середній струм: $I_{av} = \frac{U_1 + U_2}{2R} = \frac{3.684 + 3.5323}{2 \cdot 10^4} = 360.82 (\mu A)$

Очікувана амплітуда пульсацій: $\Delta U = \frac{I_{av}}{2 \cdot f \cdot C} = \frac{360.82}{2 \cdot 50 \cdot 22} = 0.1640 (V)$

Симуляція в LTSpice для навантаження 30 кОм:

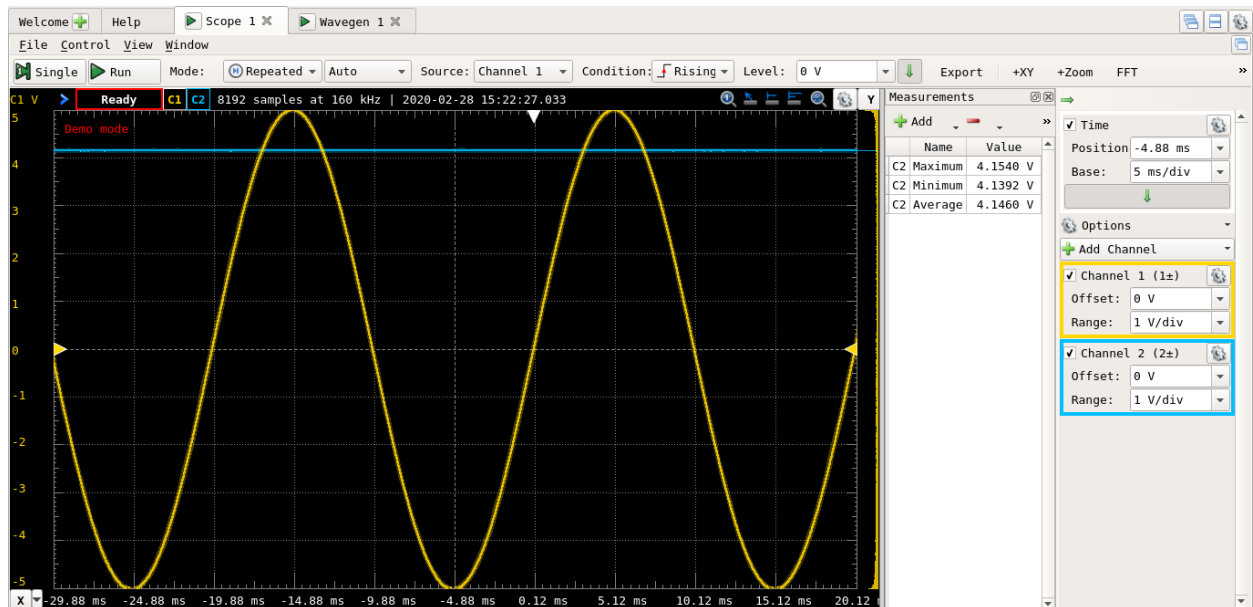


Амплітуда пульсацій: $\Delta U = 3.7967 - 3.7615 = 0.0352 (B)$

Середній струм: $I_{av} = \frac{U_1 + U_2}{2R} = \frac{3.7967 + 3.7615}{2 \cdot 3 \cdot 10^4} = 125.97 (\mu A)$

Очікувана амплітуда пульсацій: $\Delta U = \frac{I_{av}}{2 \cdot f \cdot C} = \frac{125.97}{2 \cdot 50 \cdot 22} = 0.0573 (B)$

Експериментальне:



Амплітуда пульсацій: $\Delta U = 4.1540 - 4.1392 = 0.0148 (B)$

Середній струм: $I_{av} = \frac{U_1 + U_2}{2R} = \frac{4.1540 + 4.1392}{2 \cdot 3 \cdot 10^4} = 138.22 (\mu A)$

Очікувана амплітуда пульсацій: $\Delta U = \frac{I_{av}}{2 \cdot f \cdot C} = \frac{138.22}{2 \cdot 50 \cdot 22} = 0.0628 (B)$

3. Подвоювач напруги

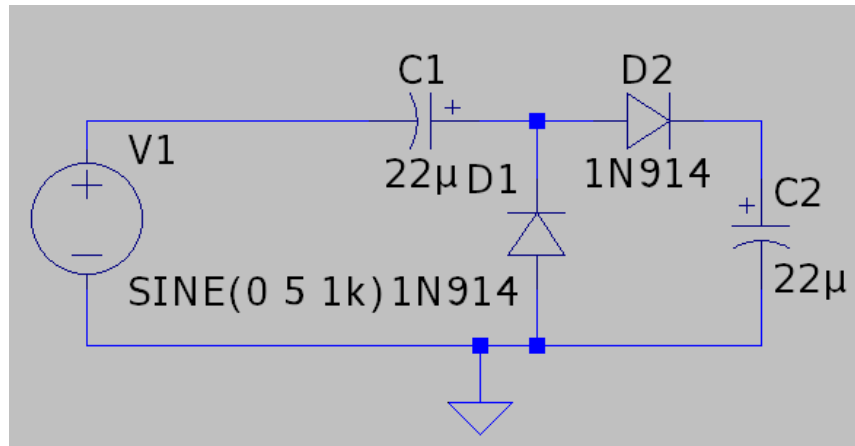


Схема 3

Використані номінали компонентів:

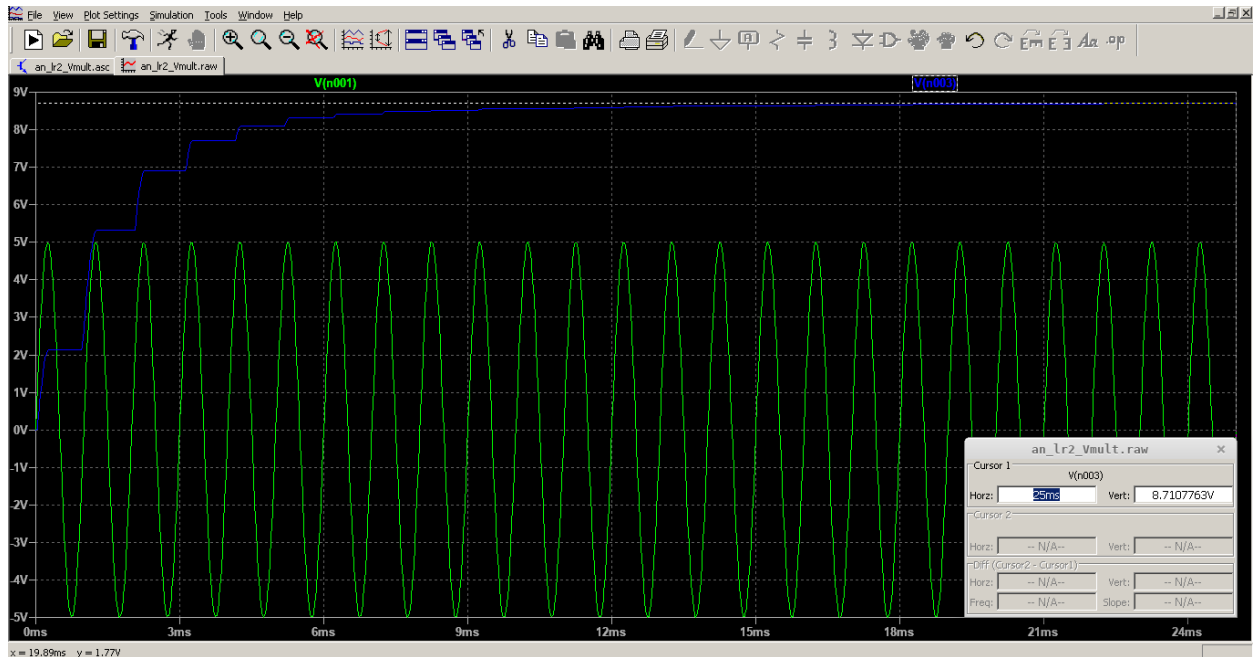
$$C_1 = C_2 = 22 \text{ мкФ}$$

Параметри вхідного синусоїдального сигналу:

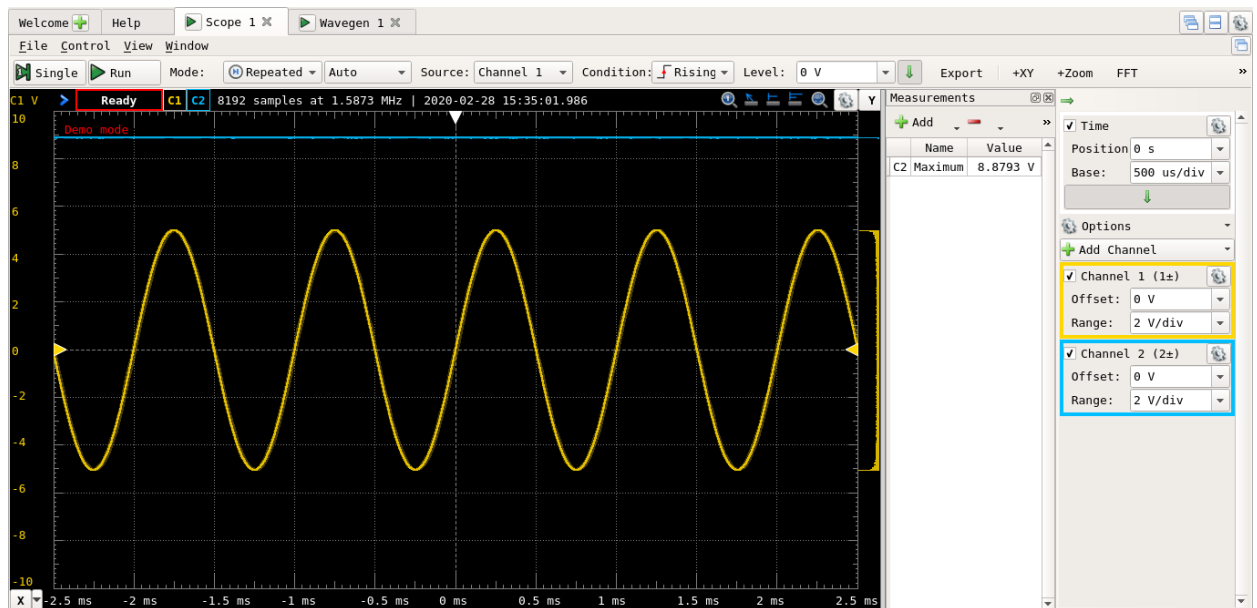
$$U_{\text{вх}} = 5 \text{ В,}$$

$$f = 1 \text{ кГц}$$

Симуляція в LTSpice:



Експериментальне:



Спостерігаємо, що вхідна напруга збільшилась майже у два рази, а падіння приблизно на 1.3 В викликано втратами на відкривання двох кремнієвих діодів.

4. Обмежувач напруги

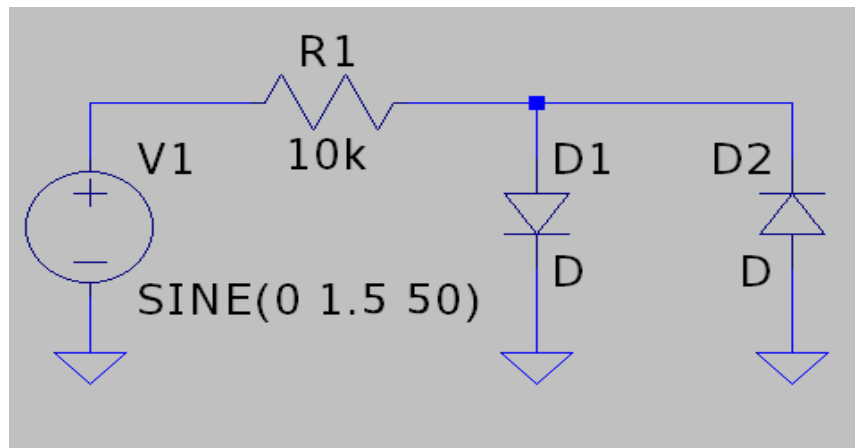


Схема 3

Використані номінали компонентів:

$$C_1 = C_2 = 22 \text{ мкФ}$$

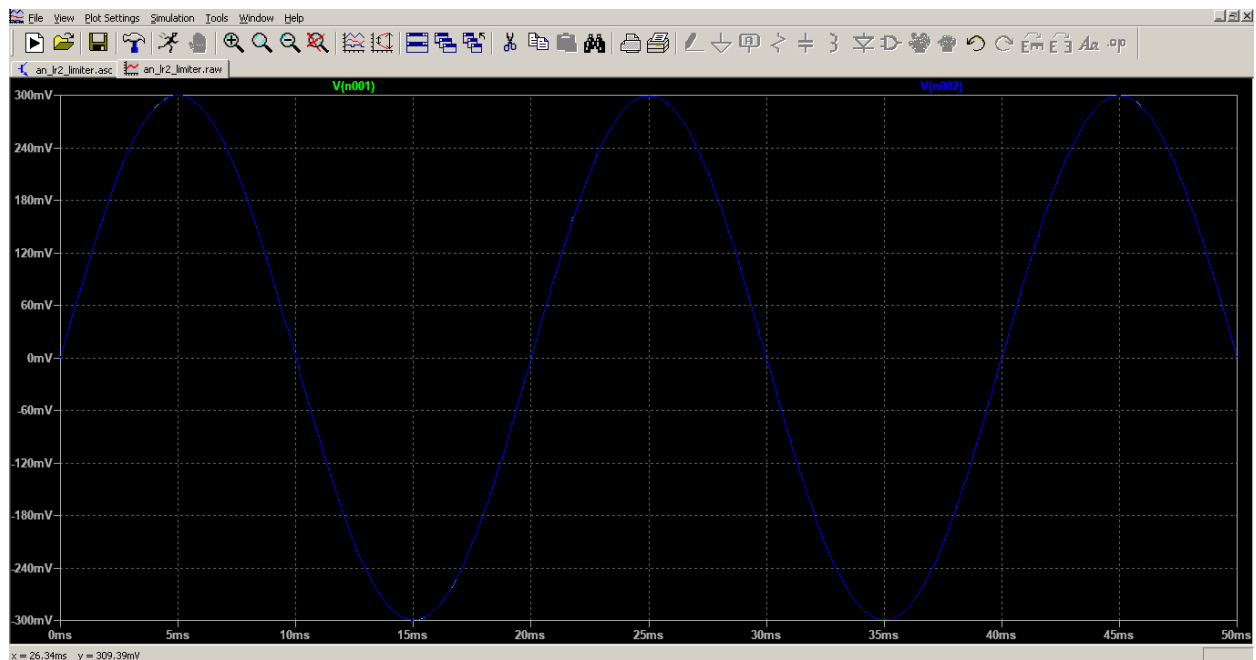
Параметри вхідного синусоїдального сигналу:

$$U_{\text{вх}} = 5 \text{ В},$$

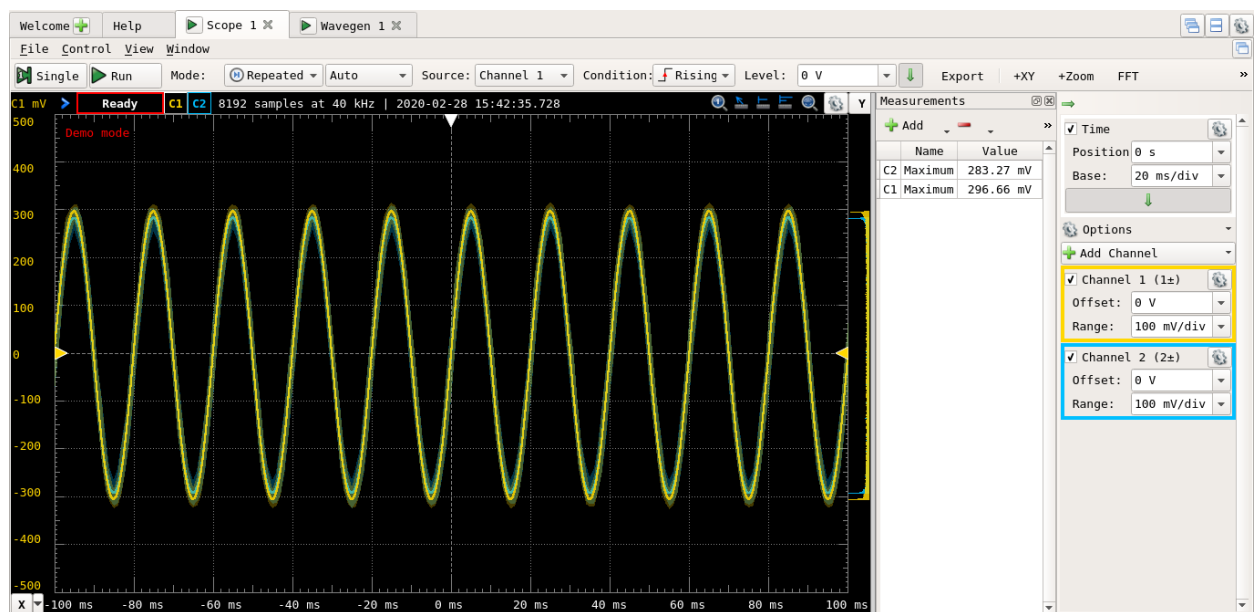
$$f = 1 \text{ кГц}$$

Спершу подамо на вхід обмежувача сигнал з амплітудою 0.3 В та частотою 50 Гц.

Симуляція в LTSpice:

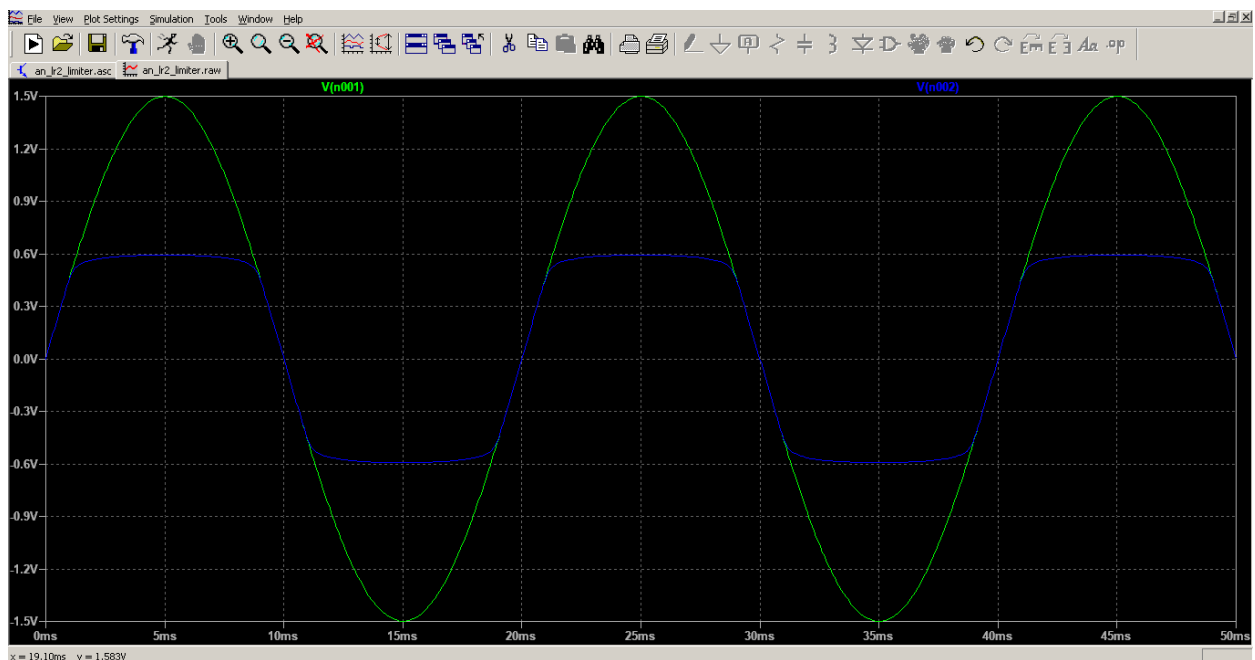


Експериментальне:

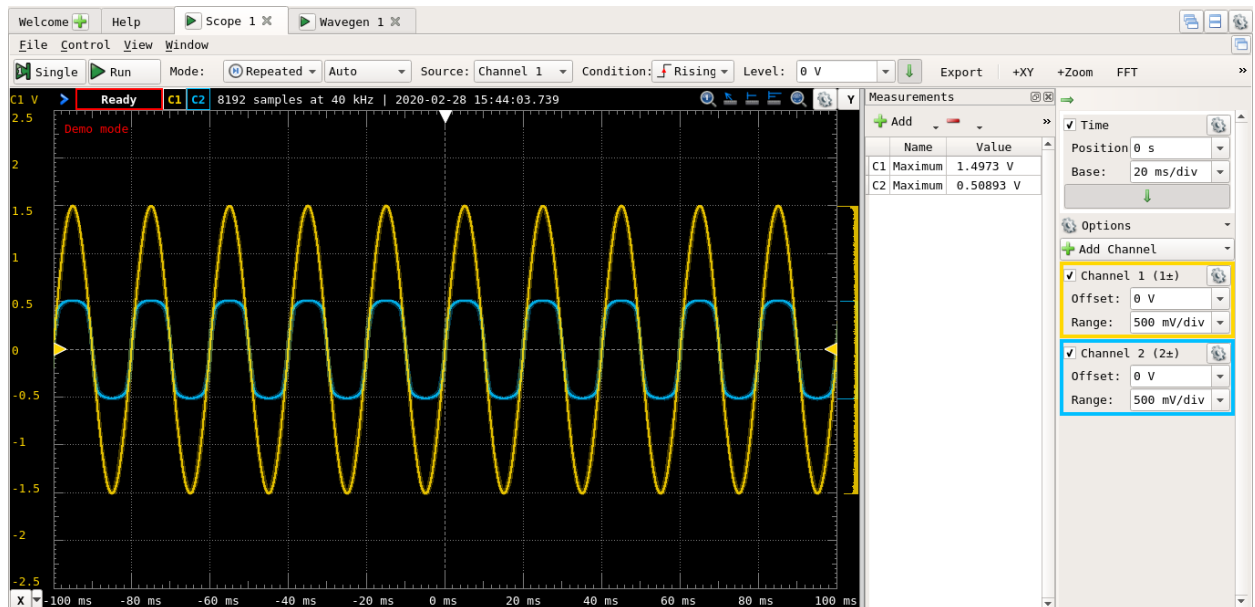


Тепер збільшимо амплітуду вхідного сигналу до 1.5 В.

Симуляція в LTSpice:



Експериментальне:



Бачимо, що сигнал з амплітудою більшою за напругу відкриття діода “зрізається” до цієї напруги (для кремнієвих діодів $U_d \approx 0.6$ В).

Висновок

На даній лабораторній роботі було проведено дослідження деяких розповсюджених схем на напівпровідникових діодах, а саме одно- та двонапівперіодних випрямлячів, подвоювача та обмежувача напруги. Поведінку схем було вивчено при різних умовах роботи — різні навантаження, параметри вхідних сигналів.

Для одно- та двонапівперіодного випрямлячів було перевірено розрахункову формулу для знаходження амплітуди пульсацій напруги на резисторі навантаження.

Репозиторій на GitHub: [\[===\]](#)