Лабораторна робота №2

Тема: Дослідження напівпровідникових діодів.

Мета: Поглиблення і закріплення знань про основні процеси, що протікають у напівпровідникових діодах (НД), особливостях їх як елементів електронних ланцюгів, про граничні експлуатаційні дані, про особливості роботи таких приладів у динамічному режимі, а також придбання навичок проведення експериментальних досліджень роботи діодів в різноманітних схемах.

Хід роботи

1. Запустити програму Multisim.
2. Вивчити призначення елементів схеми (рис.2.1).

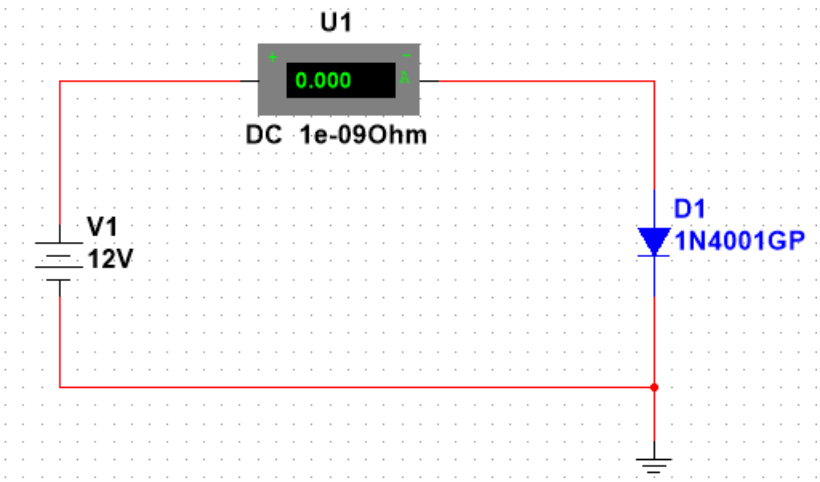

Рис 2.1 – Електрична принципова схема виміру вольт-амперної характеристики напівпровідникових діодів

3. Дослідити вольт-амперну характеристику напівпровідникового діоду 1N4001GP. Для цього:

					ММТ.420.011.011 – ЗЛ2		
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Коваль Д.О.			*Електроніка та мікропроцесорна техніка*	Літ.	Арк. 1 / Аркушів 18
Перевір.		Воронова Т.С.					
Н. Контр.						**ДУ “Житомирська політехніка”, МТ-5**	
Затверд.							

- встановити значення напруги джерела V1 0,1В;
- увімкнути моделювання;
- занести показники амперметру (U1) та значення напруги генератора (V1) до протоколу;

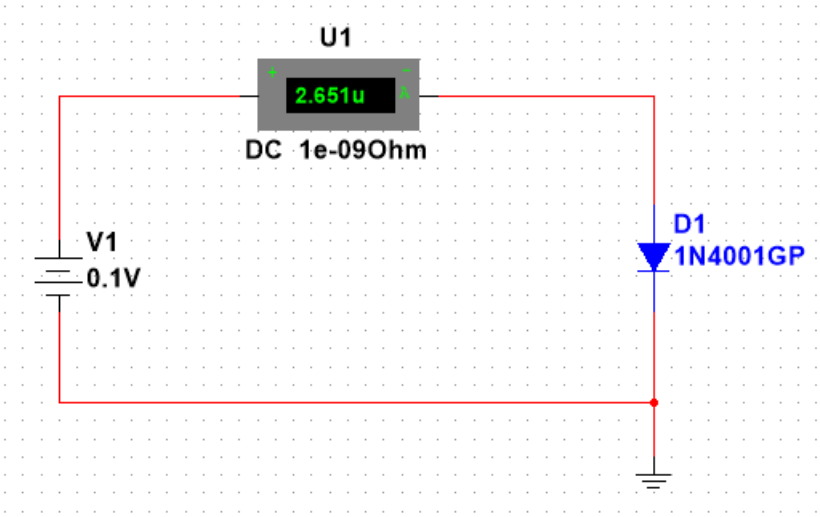

Рис 2.2

- вимкнути моделювання;
- повторити вищеназвані дії для наступних напруг генератора: 0,3В; 0,7В; 2В; 5В; 7В;

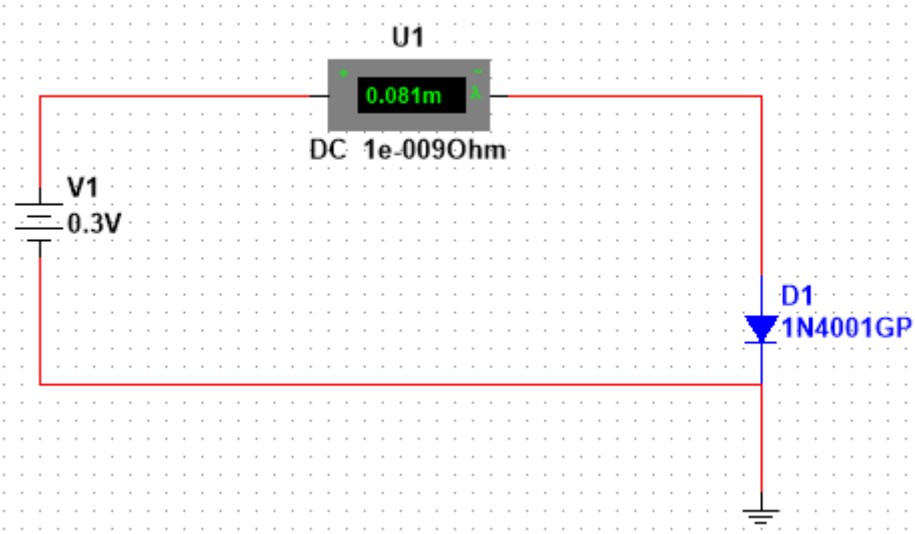

Рис 2.3

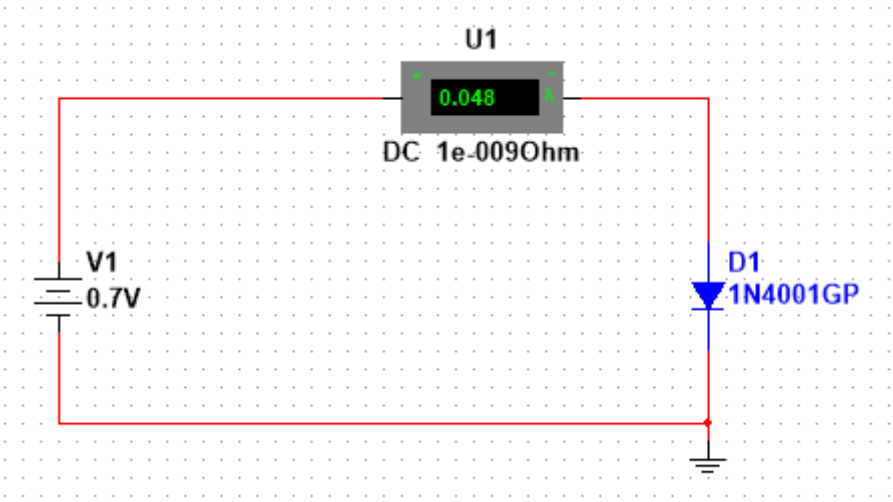

Рис 2.4

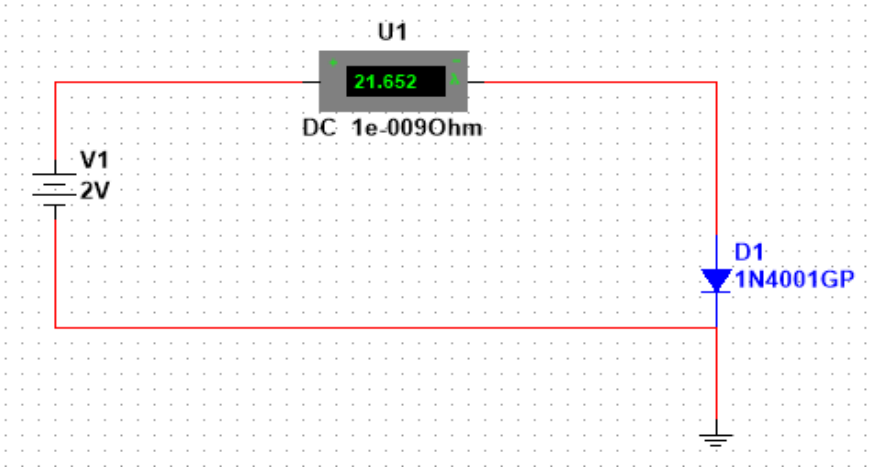

Рис 2.5

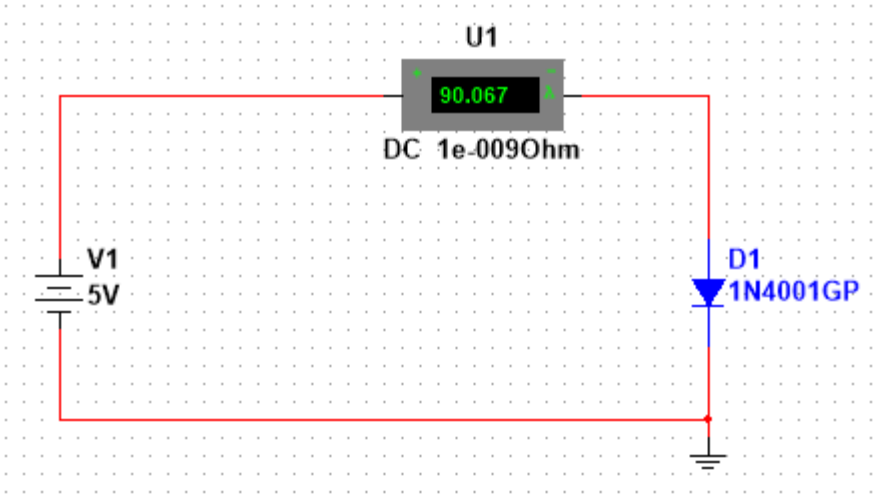

Рис 2.6

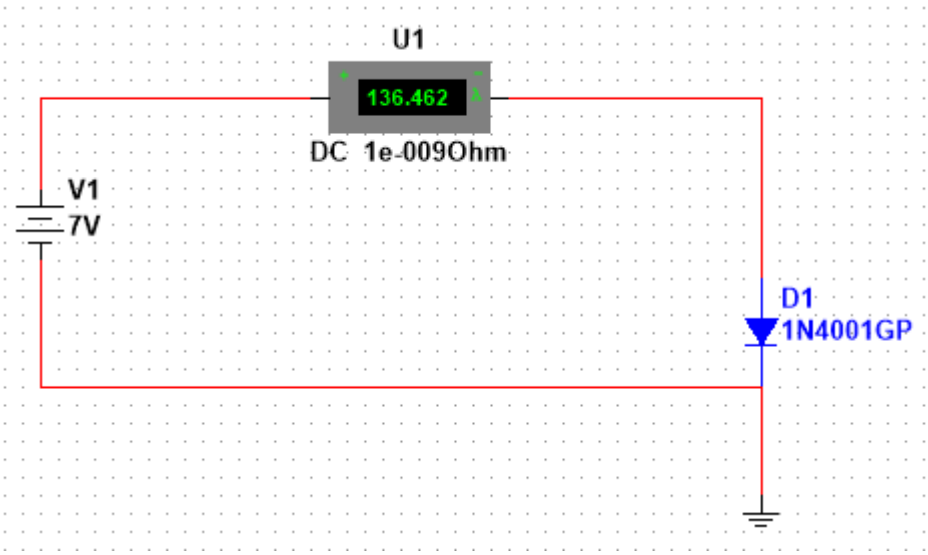

Рис 2.7

Табл 2.1

Значення джерела напруги	Покази амперметра
0,1 В	2,651 пА
0,3 В	0,081 мА
0,7 В	0,048 А
2 В	21,652 А
5 В	90,067 А
7 В	136,462 А

- змінити полярність увімкнення генератора у схемі;
- заміряти значення напруг та струмів на діоді при наступних значеннях напруг генератора: 0,1В; 0,5В; 1В; 5В;
- занести показники амперметра та значення напруг генератора до протоколу;

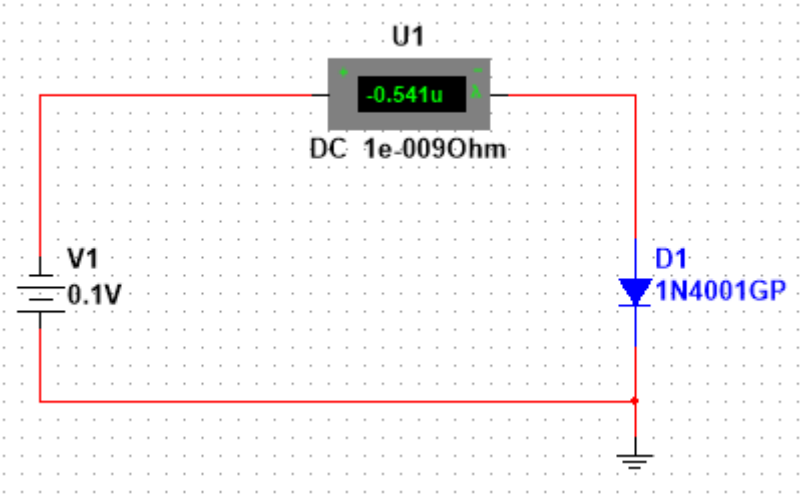

Рис 2.8

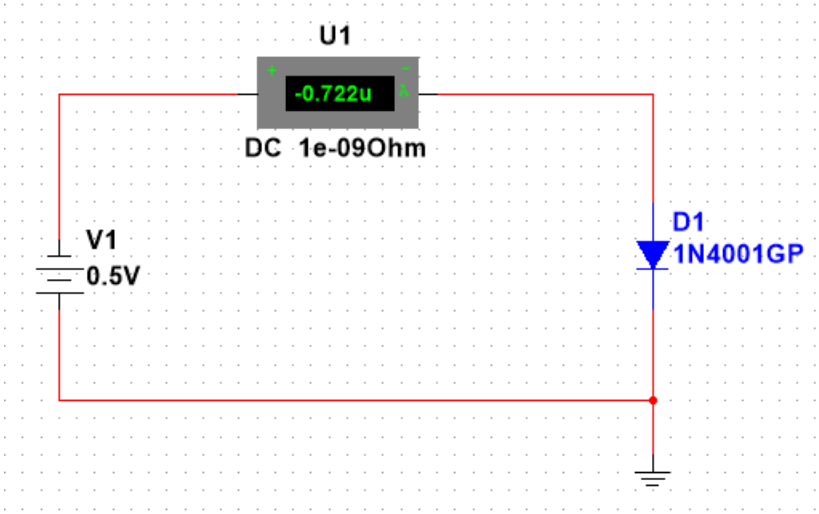

Рис 2.9

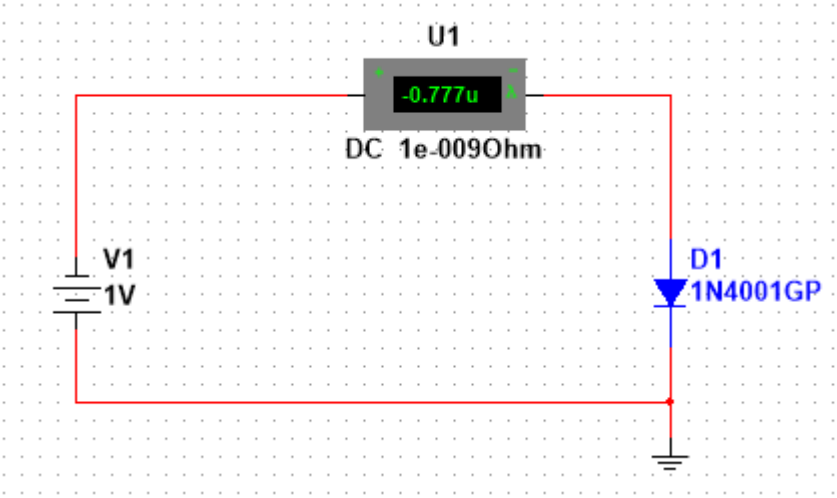

Рис 2.10

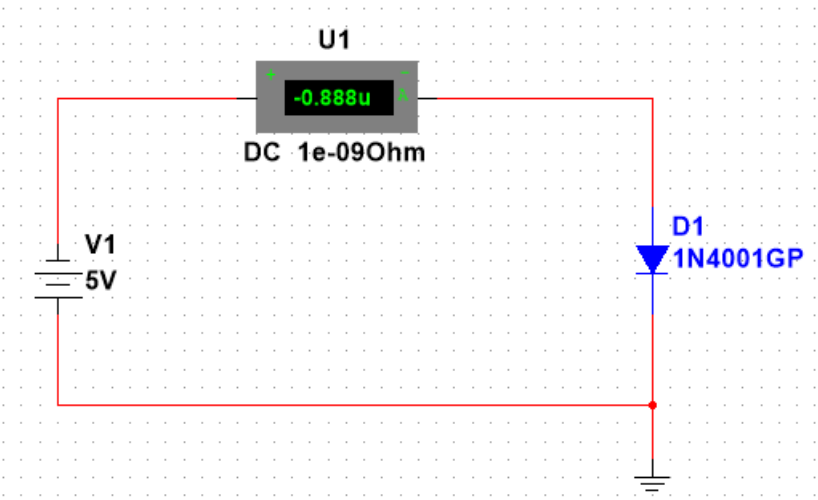

Рис 2.11

Таблиця 2.2

Значення джерела напруги	Покази амперметра
0,1 В	-0,541 пА
0, 5 В	-0,722 пА
1 В	-0,777 пА
5 В	-0,888 пА

- побудувати вольт-амперну характеристику;

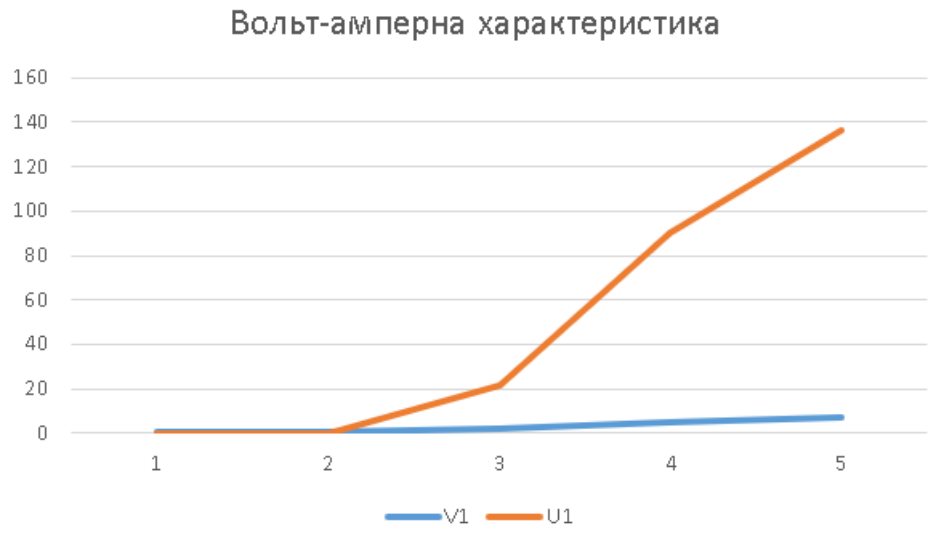

Рис 2.11 – Вольт-амперна характеристика звичайної полярності увімкнення генератора

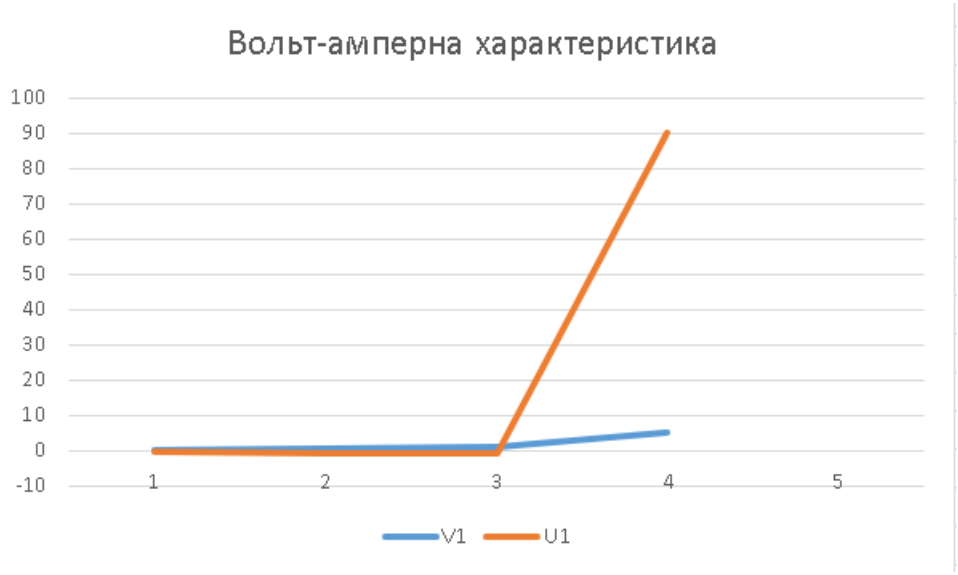

Рис 2.12 – Вольт-амперна характеристика оберненої полярності увімкнення генератора

4. Побудувати схему однонапівперіодного випрямляча. Вивчити призначення всіх елементів схеми (рис. 2.13). Ключ DIPSW1 знаходиться в бібліотеці Basic, група SWITCH.

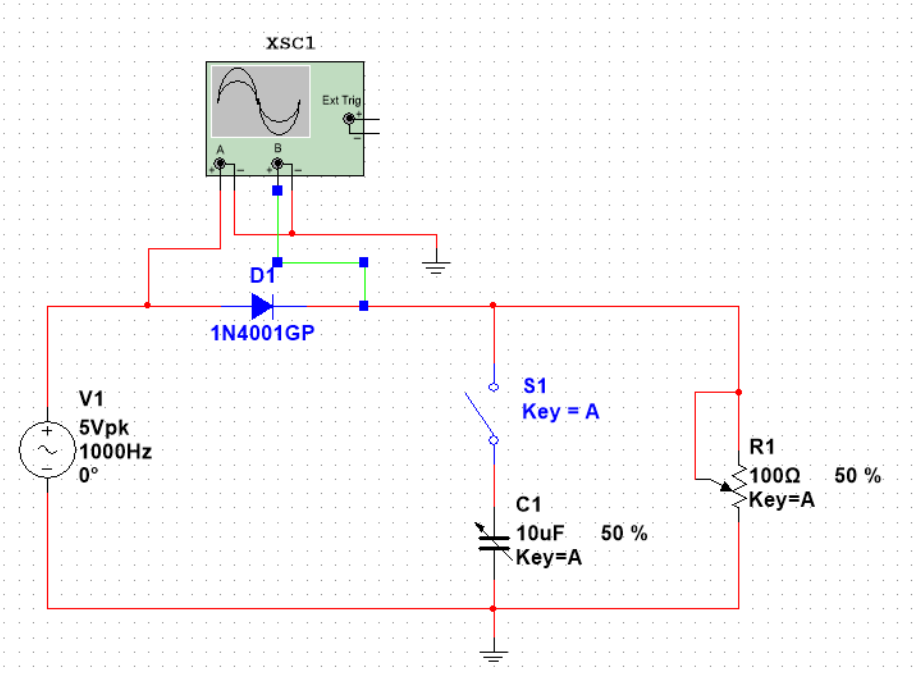

Рис 2.13 – схема електрична принципова однонапівпровідного випрямляча на напівпровідниковому діоді

5. Дослідити роботу діода 1N4001GP в схемі однонапівперіодного випрямляча. Для цього:

- увімкніть моделювання. Занести в протокол скріншот осцилографа вхідною та вихідною напруг;

- за допомогою моделі осцилографа виміряти та занести в протокол максимальні вхідну та пряму вихідну напруг;
- за допомогою моделі осцилографа виміряти та занести в протокол період вихідного сигналу. Обчислити частоту вихідного сигналу;
- за допомогою моделі осцилографа виміряти та занести в протокол максимальну зворотну напругу на діоді;

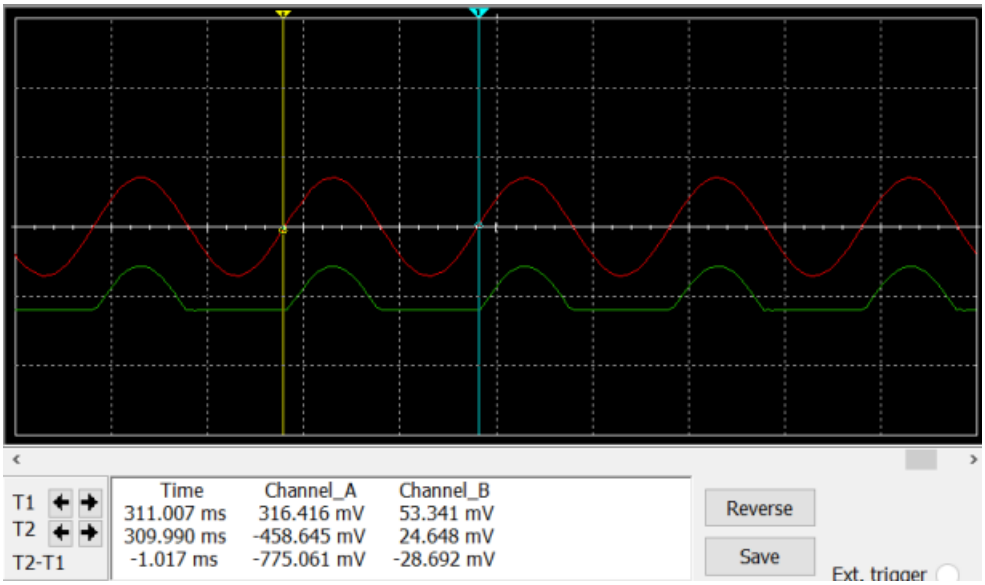

Рис 2.14

Максимальна вхідна напруга: 7,038 В
Пряма вихідна напруга 82,322 пВ
Період вихідного сигналу: 1,017 мс
Частота сигналу: $V = \frac{1}{T} = \frac{1}{1{,}017} = 0{,}983$ кГц
Максимальна зворотня напруга на діоді: 6,326 В

- вимкнути моделювання;
- обчислити середнє значення вихідної напруги U_d;

$$\mathrm{U_d} = \frac{\mathrm{U_{max}}}{\pi} = \frac{6{,}326}{3{,}14} = 2{,}0146\ \text{В}$$

6. Дослідити вплив ємнісного фільтра на роботу однонапівперіодного випрямляча. Для цього:
- за допомогою клавіші «Space» замкнути ключ S1;
- увімкнути моделювання. Занести в протокол скріншоти осцилограми вхідної та вихідної напруг;

- за допомогою моделі осцилографа виміряти та занести в протокол максимальну вихідну напругу U_{2max} і різницю між мінімумом та максимумом вихідної напруги ΔU_2;

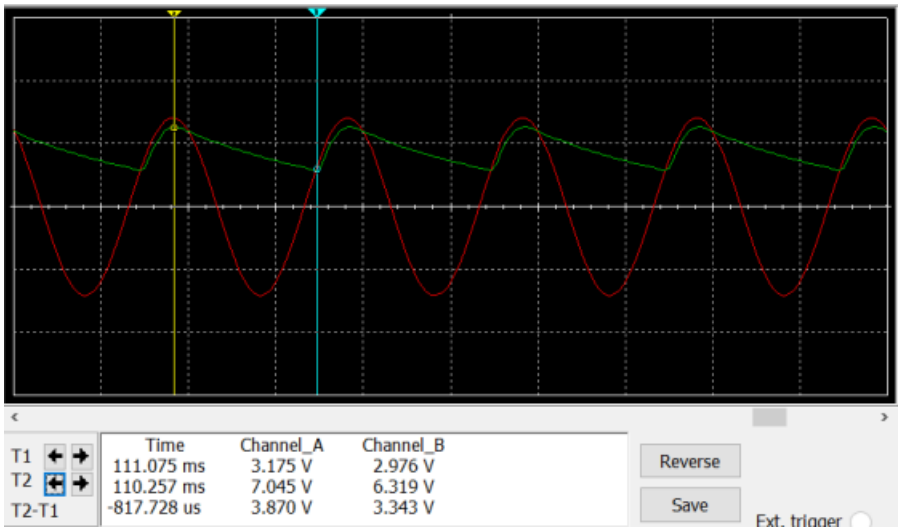

Рис 2.15

Максимальна вихідна напруга: 6,319 В
Різниця між мінімальною та максимальною вихідними напругами: 3,343 В

- обчислити середнє значення вихідної напруги U_d;

$$U_d = \frac{U_{max}}{\pi} = \frac{6{,}319}{3{,}14} = 2{,}012$$

- обчислити коефіцієнт пульсацій вихідного сигналу;

$$q = \left(\frac{\Delta U_2}{U_d}\right) * 100\% = 1{,}66\%$$

- зробити скріншоти осцилограми вихідного сигналу при наступних значеннях вихідних ємності та опору: (C1; R1) = (100%; 100%), (100%; 75%), (100%; 50%), (100%; 25%), (75%; 100%), (50%; 100%), (25%; 100%);

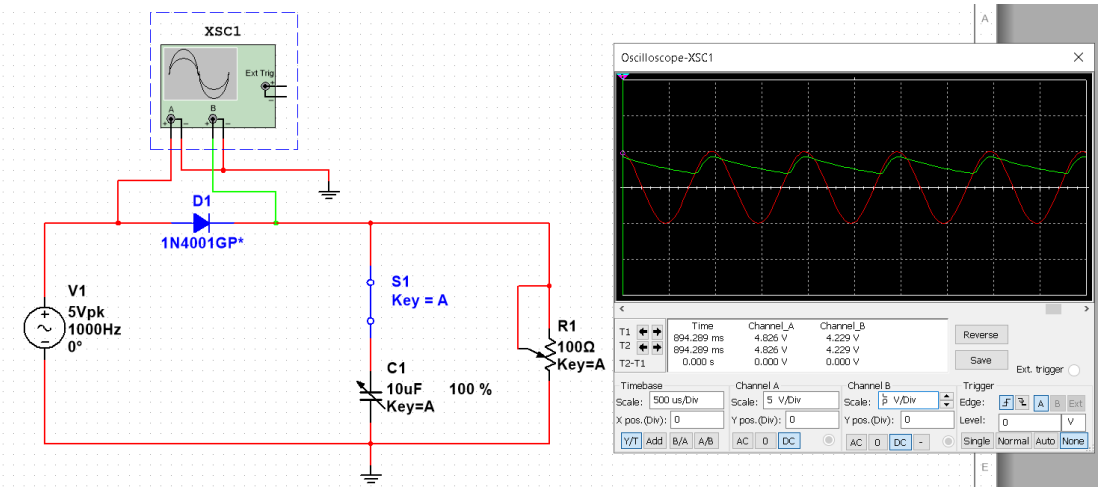

Рис 2.16 – осцилограф при значеннях (100%; 100%)

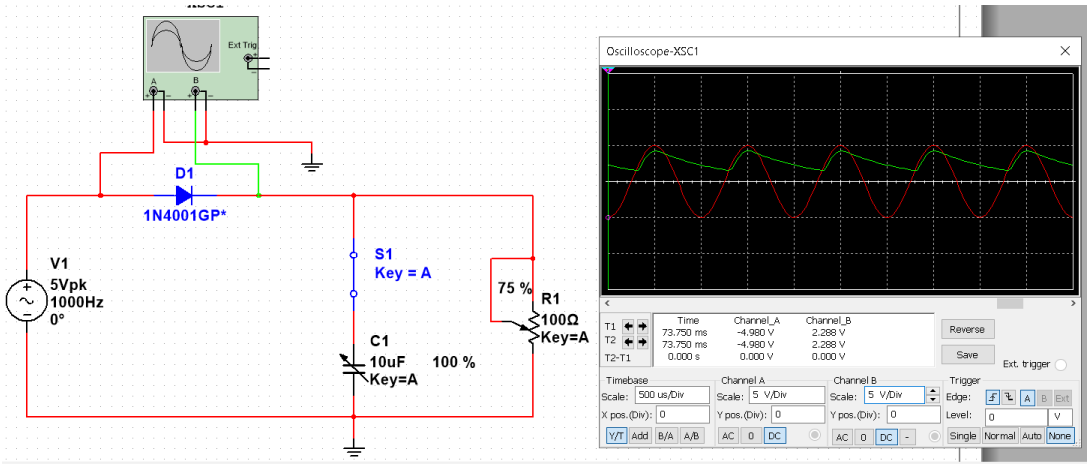

Рис 2.17 – осцилограф при значеннях (100%; 75%)

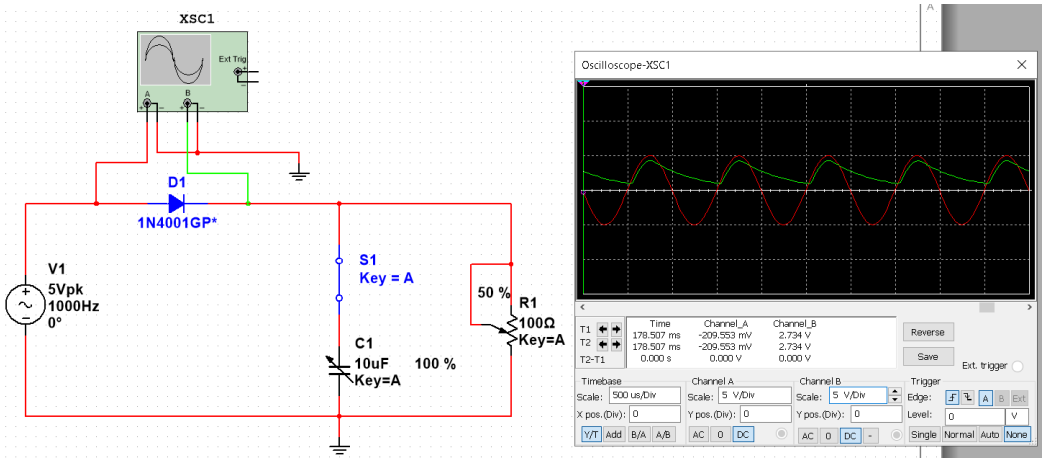

Рис 2.18 – осцилограф при значеннях (100%; 50%)

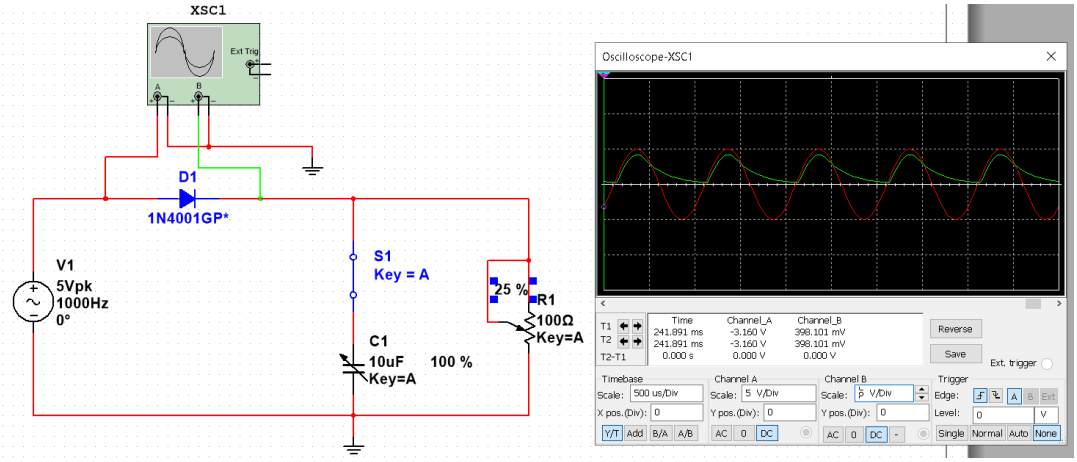

Рис 2.19 – осцилограф при значеннях (100%; 25%)

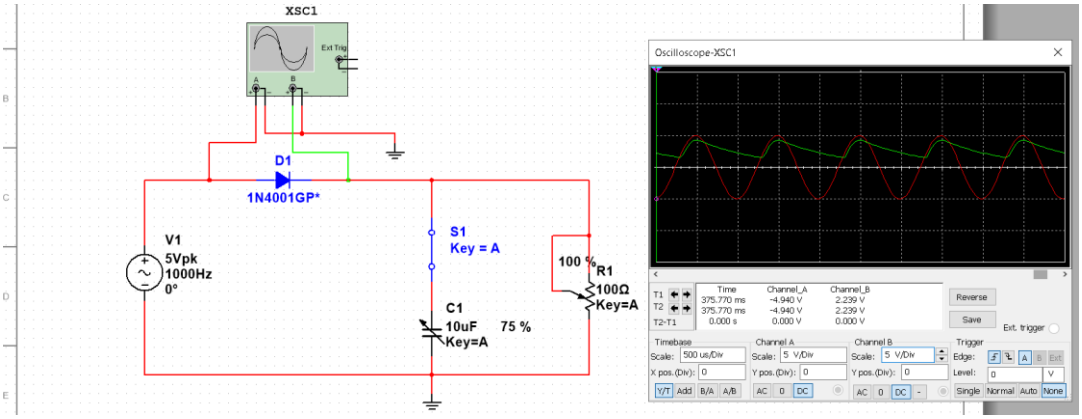

Рис 2.20 – осцилограф при значеннях (75%; 100%)

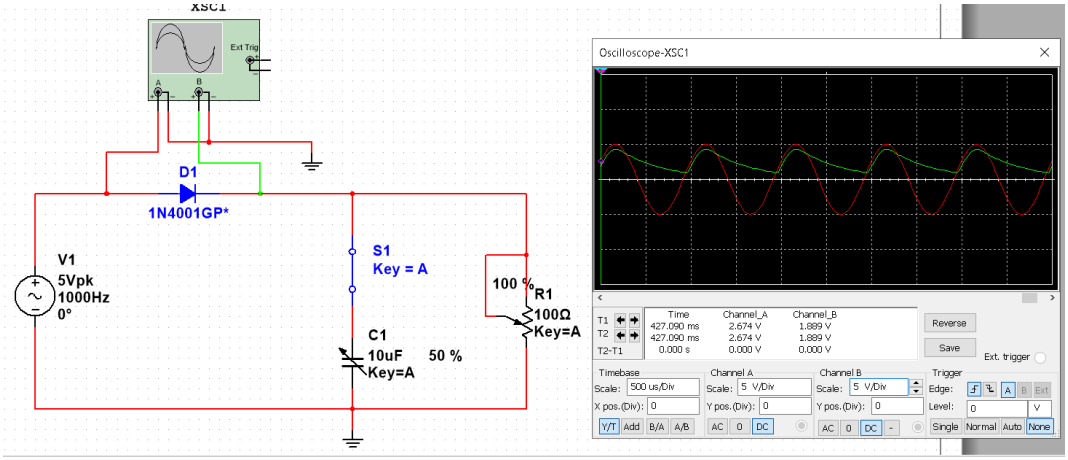

Рис 2.21 – осцилограф при значеннях (50%; 100%)

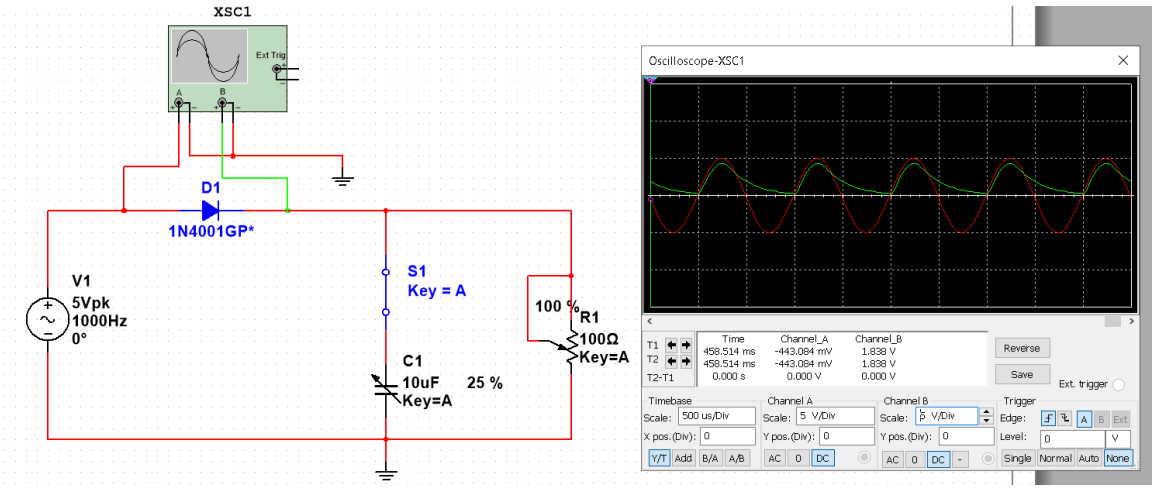

Рис 2.22 – осцилограф при значеннях (25%; 100%)

- вимкнути моделювання;

7. Порівняти результати вимірів та обрахунків, отриманих у пунктах 5,6.

Таблиця 2.3

	Пункт 5	Пункт 6
Максимальна вихідна напруга	6,326	6,319
Середнє значення вихідної напруги	2,0136	2,012

З отриманих осцилографом результатів можемо помітити, що при підключені діода ми отримуємо пульсуючий струм. Ємнісний фільтр, в свою чергу, вирівнює цей струм, наближає до постійного струму.

8. Побудувати схему двонапівперіодного випрямляча. Вивчити призначення всіх елементів схеми (рис. 2.27).

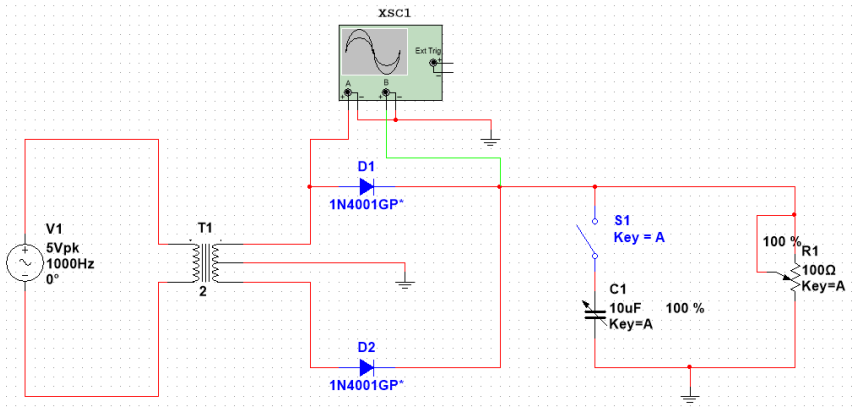

Рис 2.23 – схема електрична принципова двохнапівперіодного випрямляча на напівпровідниковому діоді

9. Дослідити роботу діода 1N4001GP вхемі двохнапівперіодного випрямляча. Для цього:

- увімкнути моделювання. Занести в протокол скріншот осцилограми вхідної та вихідної напруги;
- за допомогою осцилографа виміряти та занести в протокол максимальні вхідну та пряму вихідну напруги;
- за допомогою моделі осцилографа виміряти та занести в протокол період вихідного сигналу. Обчислити частоту вихідного сигналу;
- за допомогою моделі осцилографа виміряти та занести в протокол максимальну зворотну напругу на діоді;

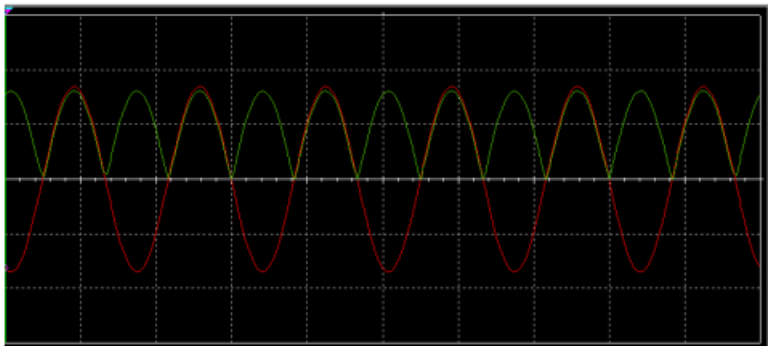

Рис 2.24

Максимальна вихідна напруга: 16,914 В
Пряма вихідна напруга: 59,601 мВ
Період вихідного сигналу: 8,240 мс
Частота вихідного сигналу: $V = \frac{1}{T} = \frac{1}{8{,}240} = 121{,}36$ Гц
Максимальна зворотня напруга: 1,67 мкВ
Середнє значення вихідної напруги:

$$U_d = \frac{U_{max}}{\pi} = \frac{16{,}914}{3{,}14} = 5{,}387 \text{ В}$$

- *вимкнути моделювання;*

10. Дослідити виплив ємнісного фільтра на роботу двонапівперіодного випрямляча. Для цього:

- за допомогою клавіш «Space» замкнути ключ S1;
- увімкнути моделювання. Занести в протокол скріншоти осцилограми вхідної та вихідної напруг;
- за допомогою моделі осцилографа виміряти та занести в протокол максимальну вихідну напругу U_{2max} і різницю між мінімумом та максимумом вихідної напруги ΔU_2;
- обчислити середнє значення вихідної напруги U_d;

- обчислити коефіцієнт пульсацій вихідного сиганалу;

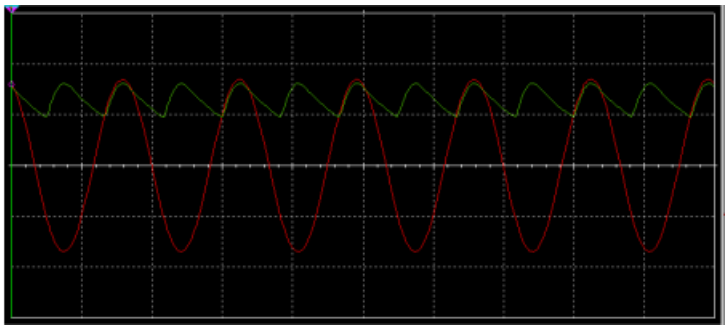

Рис 2.25

Максимальна вихідна напруга: 15,488 В
Різниця між мінімумом та максимумом вихідної напруги: 5,903 В
Середнє значення вихідної напруги:

$$U_d = \frac{U_{max}}{\pi} = \frac{15{,}488}{3{,}14} = 4{,}932 \text{ В}$$

Коефіцієнт пульсацій вихідного сигналу:

$$q = \left(\frac{\Delta U_2}{U_d}\right) * 100\% = 1{,}19\%$$

- зняти скріншоти осцилографа вихідного сигналу при наступних значеннях вихідних ємності та опору: (C1; R1) = (100%; 75%), (100%; 50%), (100%; 25%), (75%; 75%), (25%; 75%);

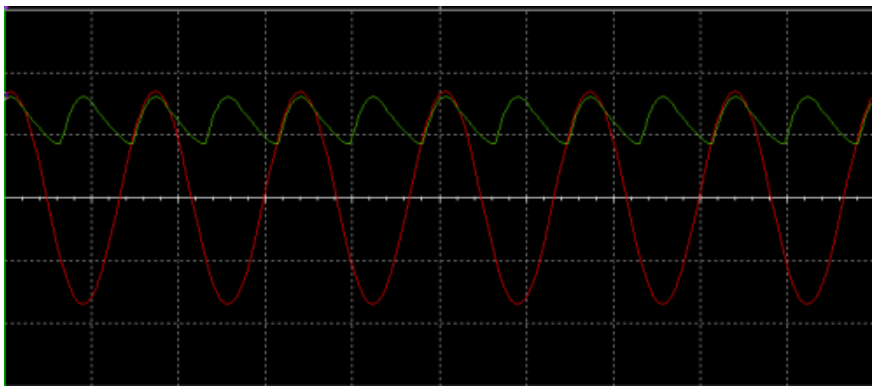

Рис 2.26 – осцилограф при значеннях (100%; 75%)

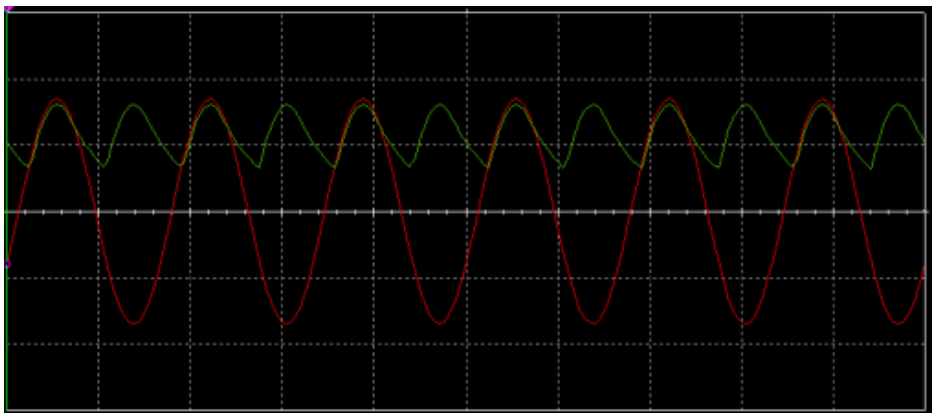

Рис 2.27 – осцилограф при значеннях (100%; 50%)

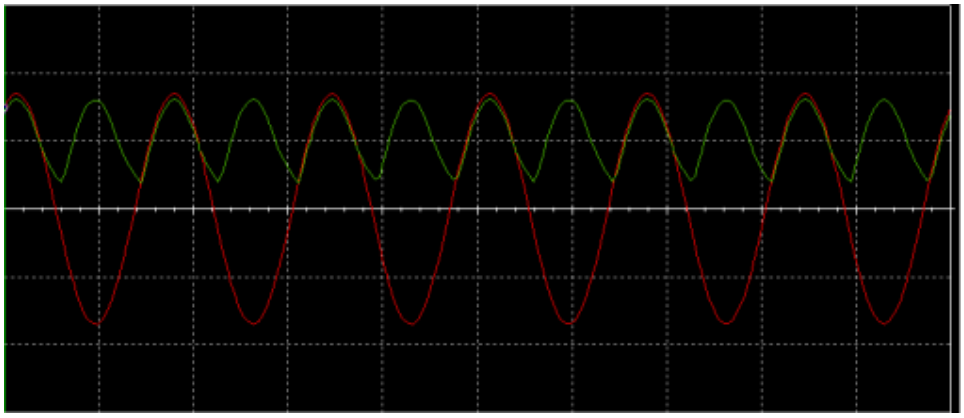

Рис 2.28 – осцилограф при значеннях (100%; 25%)

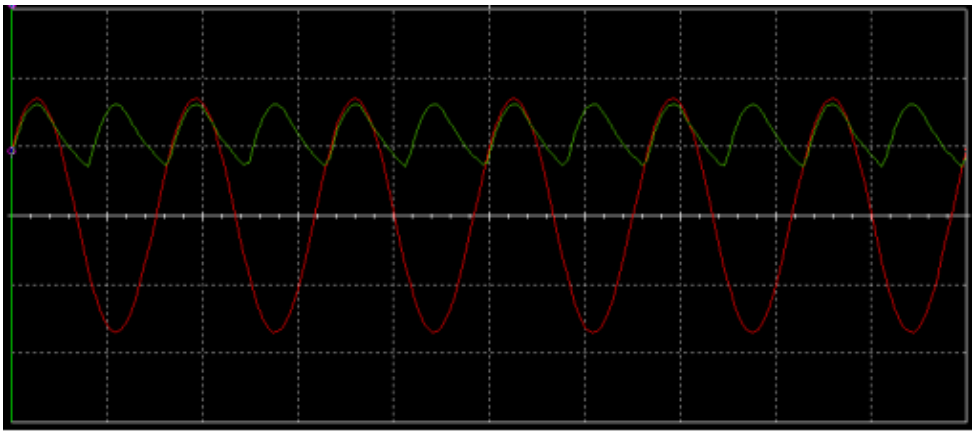

Рис 2.29 – осцилограф при значеннях (75%; 75%)

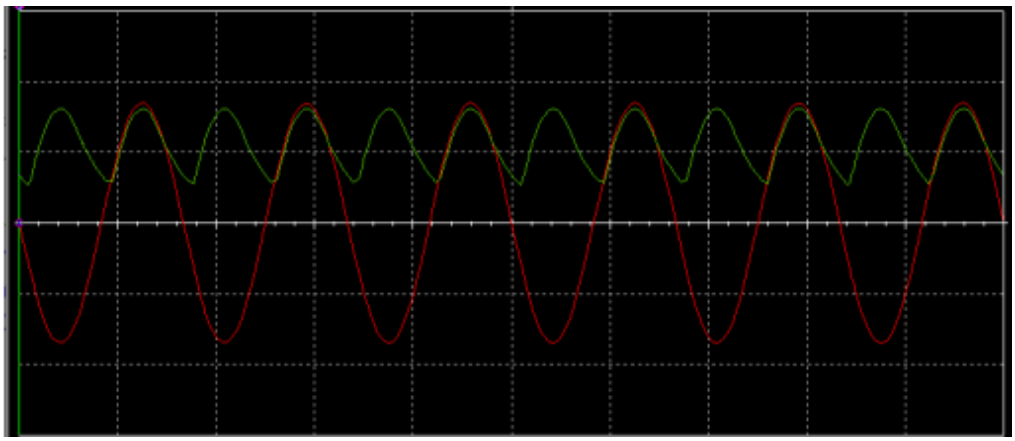

Рис 2.30 – осцилограф при значеннях (50%; 75%)

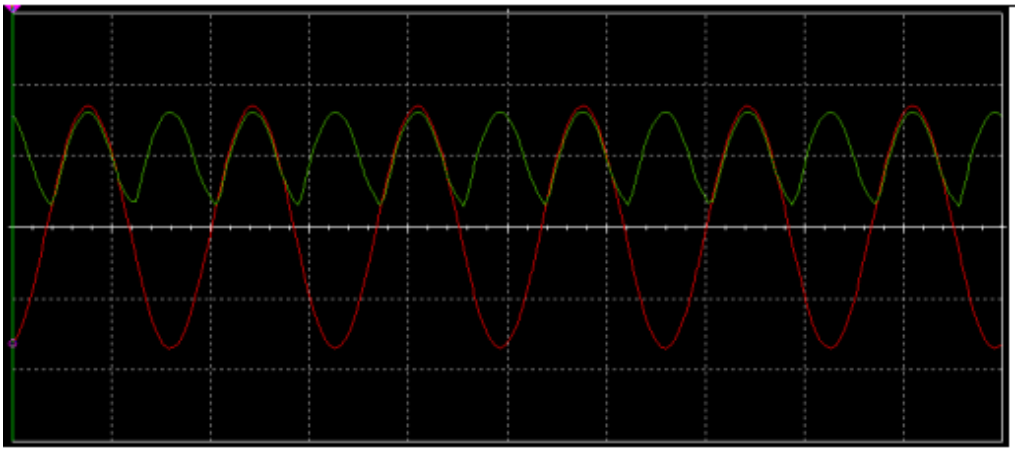

Рис 2.31 – осцилограф при значеннях (50%; 75%)

- вимкнути модулювання;

11. Порівняти результати вимірів та обрахунків, отриманих у пп. 9,10.

Таблиця 2.4

	Пункт 9	Пункт 10
Максимальна вихідна напруга	16,914 В	15,488 В
Середнє значення вихідної напруги	5,387 В	4,932 В

Ємнісний фільтр збільшує частину постійної складової та згладжує вихідний сигнал.

12. Побудувати схему діодного обмежувача. Вивчити призначення всіх елементів схеми. В початковому стані перемикачі S1 і S2 повинні бути в положенні «1».

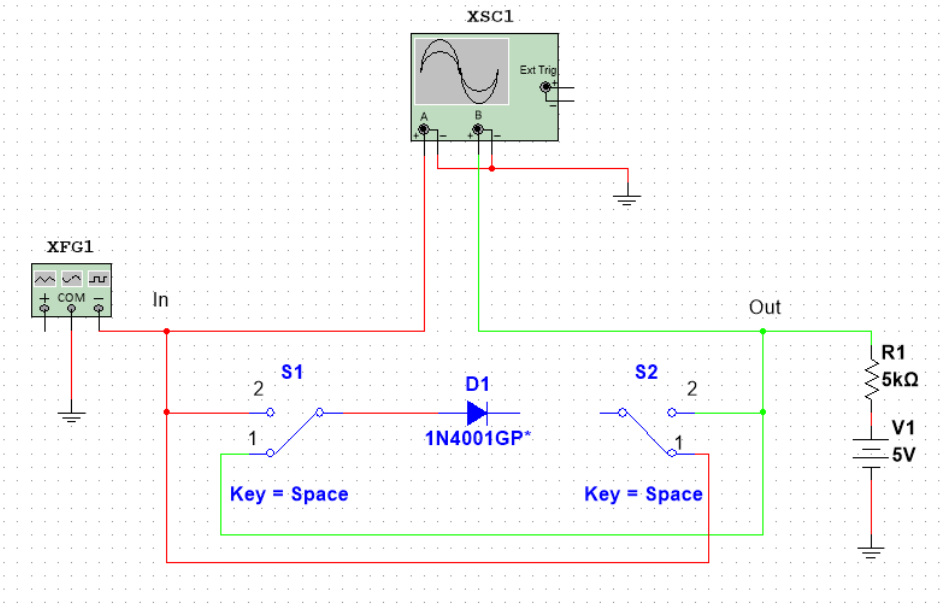

Рис 2.32 – Схема електрична принципові обмежувача на напівпровідниковому діоді

13. Дослідити роботу діода 1N4001GP в схемі обмежувача напруги. Для цього:

- увімкнути моделювання. Зарисувати в протокол осцилограми вхідної та вихідної напруг;
- за допомогою моделі осцилографа виміряти та занести в протокол максимальні вхідну, пряму та зворотну вхідні напруги;

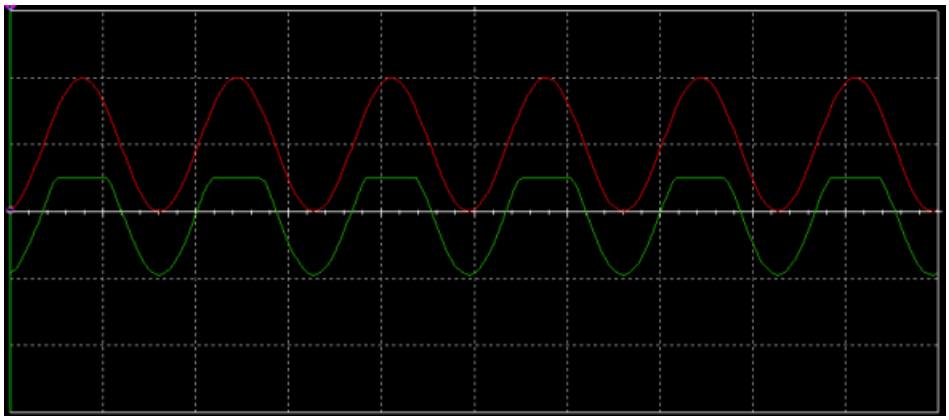

Рис 2.33 – Осцилограма на положенні «1»

Максимальна вхідна напруга: 9,998 В
Пряма вихідна напруга: 5,004 В
Зворотня вихідна напруга: 4,996 В

- вимкнути моделювання;
- за допомогою клавіші «Space» перемикнути S1 і S2 в положення «2»;
- увімкнути моделювання. Зарисувати в протокол осцилограми вхідної та вихідної напруг;
- за допомогою моделі осцилографа виміряти та занести в протокол максимальні вхідну, пряму та зворотну вихідні напруги;

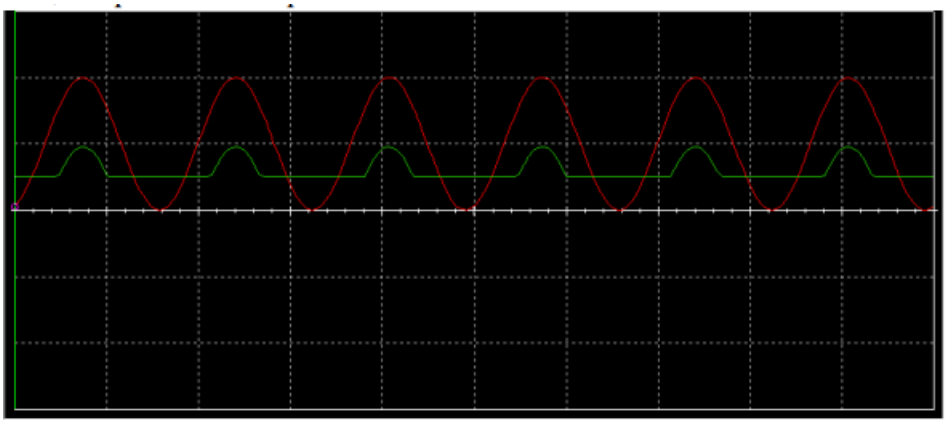

Рис 2.34 – Осцилограма на положенні «2»

Максимальна вхідна напруга: 12,348 В
Пряма вихідна напруга: 7,012
Зворотня вихідна напруга: 6,987

- вимкнути моделювання;

Висновок: Під час лабораторної роботи я поглибив і закріпив свої знання про основні процеси, що протікають у напівпровідникових діодах (НД), особливостях їх як елементів електронних ланцюгів, про граничні експлуатаційні дані, про особливості роботи таких приладів у динамічному режимі, а також здобув навички проведення експериментальних досліджень роботи діодів в різноманітних схемах. Також дослідив роботу діодів, ємнісних фільтрів та обмежувачів та визначив вплив ємнісних фільтрів та обмежувачів на сигнали вихідної напруги.