

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"**

**Інститут КНІТ  
Кафедра ПЗ**

**ЗВІТ**

До лабораторної роботи № 4

**З дисципліни:** *“Основи електроніки”*

**На тему:** *“Дослідження напівпровідникових випрямлячів”*

**Лектор:**  
проф. каф. ПЗ  
Фечан А. В.

**Виконав:**  
ст. гр. ПЗ-22  
Чаус Олег

**Прийняв:**  
доц. каф. ПЗ  
Коцун В. І.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

$\Sigma$  = \_\_\_\_ .

Львів – 2023

**Тема роботи:** Аналіз перехідних процесів у колах із зосередженими параметрами засобами програмного продукту Multisim Live

**Мета роботи:** Проаналізувати перехідні процеси у колах із зосередженими параметрами засобами програмного продукту Multisim Live.

### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Для перетворення змінної напруги в постійну напругу застосовують випрямні пристрої. У випрямний пристрій звичайно входять трансформатор, один або кілька діодів, фільтр, що згладжує, електронний стабілізатор постійної напруги. Залежно від умов роботи окремі елементи випрямного пристрою можуть бути відсутніми. Вибір тієї або іншої схеми джерела напруги вторинного живлення обумовлений параметрами живильної мережі, вимогами до вихідних електричних параметрів, конструктивним особливостями пристрою, температурним діапазоном роботи, терміном служби, гарантованою надійністю і переліком дозволених до застосування елементів. У більшості випадків для живлення вимірювальних приладів використовується однофазна мережа, з діючим значенням напруги 220 В, 50 Гц.

При проектуванні однопівперіодних випрямлячів важливо правильно вибрати тип діода, що задовільно працював би в такій схемі. Цей вибір проводять на основі двох міркувань. По-перше, припустимий струм діода повинен перевищувати величину  $I_t$ . По-друге, діод повинен мати певну електричну міцність. Останнє пов'язане з тим, що протягом тих півперіодів, коли діод закритий, до нього прикладена напруга, рівна напрузі на вторинній обмотці трансформатора, причому ця напруга має зворотну для діода полярність («мінус» на аноді).

Застосування ємнісного фільтра більш ефективно при високоомному навантажувальному резисторі, тому що випрямлена напруга і коефіцієнт згладжування мають більші величини, чим при низькоомному навантажувальному резисторі. При роботі випрямляючого пристрою частина випрямленої напруги падає на активному опорі вторинної обмотки трансформатора і на прямому опорі відкритого діода. Отже, з ростом величини випрямленого струму не збільшується спадання напруги на цих опорах і напруга на навантажувальному пристрої не зменшується.

Розглянемо роботу схеми двопівперіодного випрямляча. Нехай у деякий момент часу змінна напруга на вторинній обмотці трансформатора така, що потенціал точки а вище потенціалу точки в. Тоді від точки + струм буде проходити через діод VDX до точки г, далі через навантаження до точки б і через діод VD3 до точки -. Протягом наступного півперіоду, коли потенціал точки в вище потенціалу точки а, струм від точки в буде проходити через діод VD4 навантаження і діод VD2 до точки +. Для першого півперіоду напрям струму показаний суцільними стрілками, для другого півперіоду - пунктирними стрілками. У будь-який півперіод струм через навантаження проходить в одному напрямку.

## ЗАВДАННЯ

1. Запустіть Electronics Workbench за допомогою ярлика.
2. Завдання 1: Дослідити вольт-амперні характеристики діода, стабілітрона (діода Зенера) та світлодіода (LED).
  - 2.1. Складіть схему, наведену на рис. 6, яка дозволяє досліджувати вольт-амперні характеристики різних діодів (1N4148 – звичайний діод; 1N4733 – стабілітрон; green\_LED – світлодіод).
  - 2.2. Використовуючи осцилограми напруги на діодах як аналоги струму через ці діоди ( $I = U/R$ , де  $R = 1 \text{ Ohm}$ ), визначіть на збільшеній осцилограмі значення порогової напруги ( $U_0$ ); внутрішнього опору  $R_{вн}$  діода при апроксимації його математичною моделлю виду  $U_d = U_0 + R_{вн} \cdot I_d$ . Порівняйте отримані залежності  $U_d(I_d)$  для досліджуваних діодів.
3. Завдання 2: Дослідити роботу однопівперіодного випрямляча змінної напруги із ємнісним фільтром.
  - 3.1. Складіть схему, наведену на рис. 7, яка моделює однопівперіодний випрямляч із ємнісним фільтром.
  - 3.2. Змінюючи опір навантаження  $R_{ch}$  від  $10 \text{ kOhm}$  до  $500 \text{ Ohm}$ , при ємності фільтра  $C_{filtr} = 100 \text{ }\mu\text{F}$ , зафіксувати показання вольтметрів, що вимірюють постійну  $U_{con}$  і змінну  $U_{alt}$  складові вихідної напруги. Дані звести в таблицю.
  - 3.3. Побудуйте залежності  $K_p(I_{ch})$  і  $U_{con}(I_{ch})$ . Визначіть внутрішній опір випрямляча.
- Змалювати осцилограми  $U_{\sim}(t)$  і  $U_{ch}(t)$  при  $R_{ch} = 10 \text{ kOhm}$  і  $R_{ch} = 500 \text{ Ohm}$ .
- 3.4. Повторіть п.п. 9.3.2÷9.3.3 при  $C_{filtr} = 100 \text{ pF}$ . Визначіть вплив величини  $C_{filtr}$  на якість випрямленої напруги.
- 9.4. Завдання 2: Дослідити роботу двопівперіодного випрямляча змінної напруги із ємнісним фільтром.
  - 4.1. Складіть схему, наведену на рис. 8, яка моделює двопівперіодний випрямляч із ємнісним фільтром.
  - 4.2. Повторіть для схеми на рис. 8 п.п. 3.2÷3.3.

## ХІД ВИКОНАННЯ

1. Склад схему, яка дозволяє досліджувати вольт-амперні характеристики різних діодів (1N4148 – звичайний діод; 1N4733 – стабілітрон; green\_LED – світлодіод).

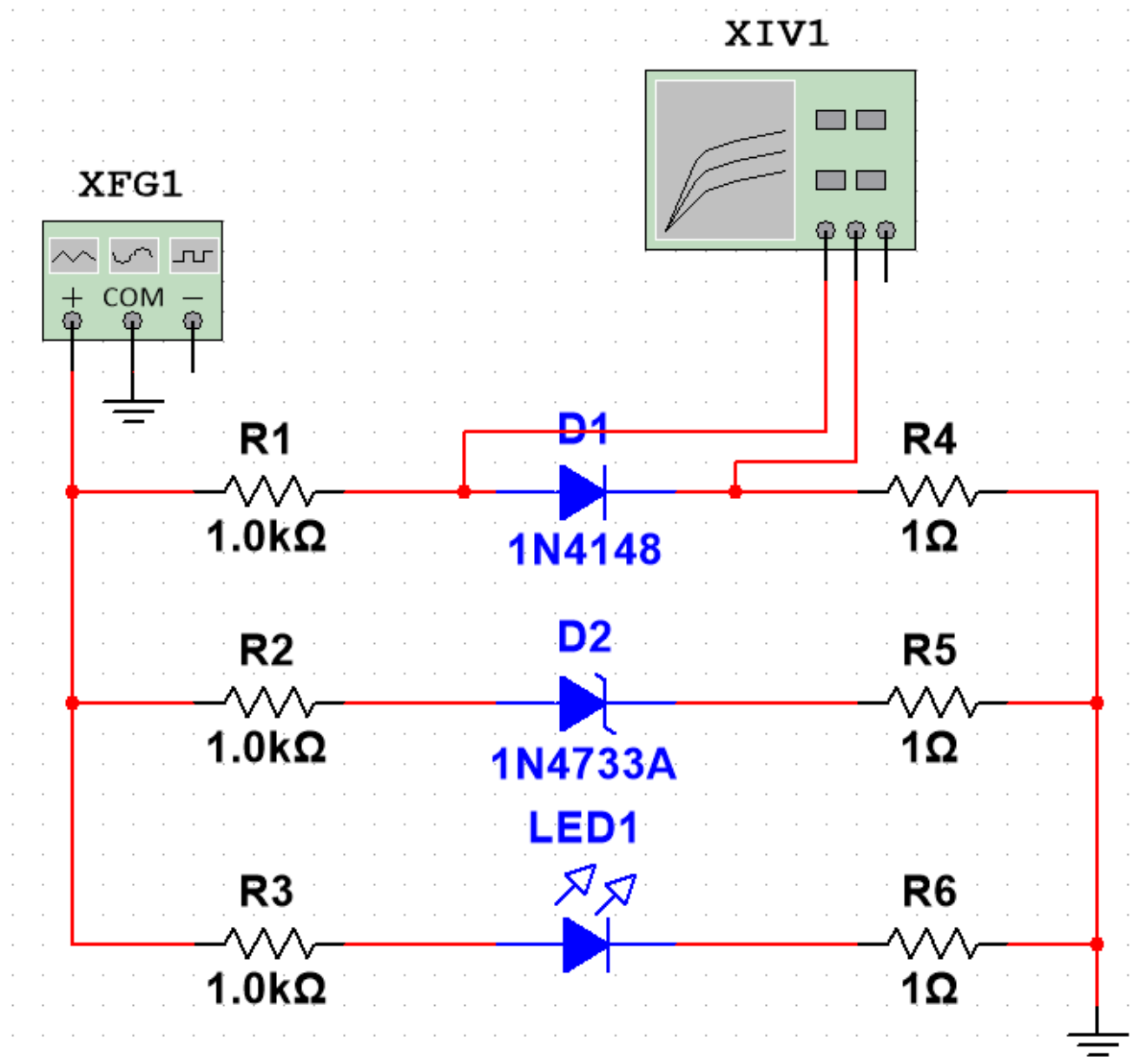


Рис. 1. Схема для дослідження діодів

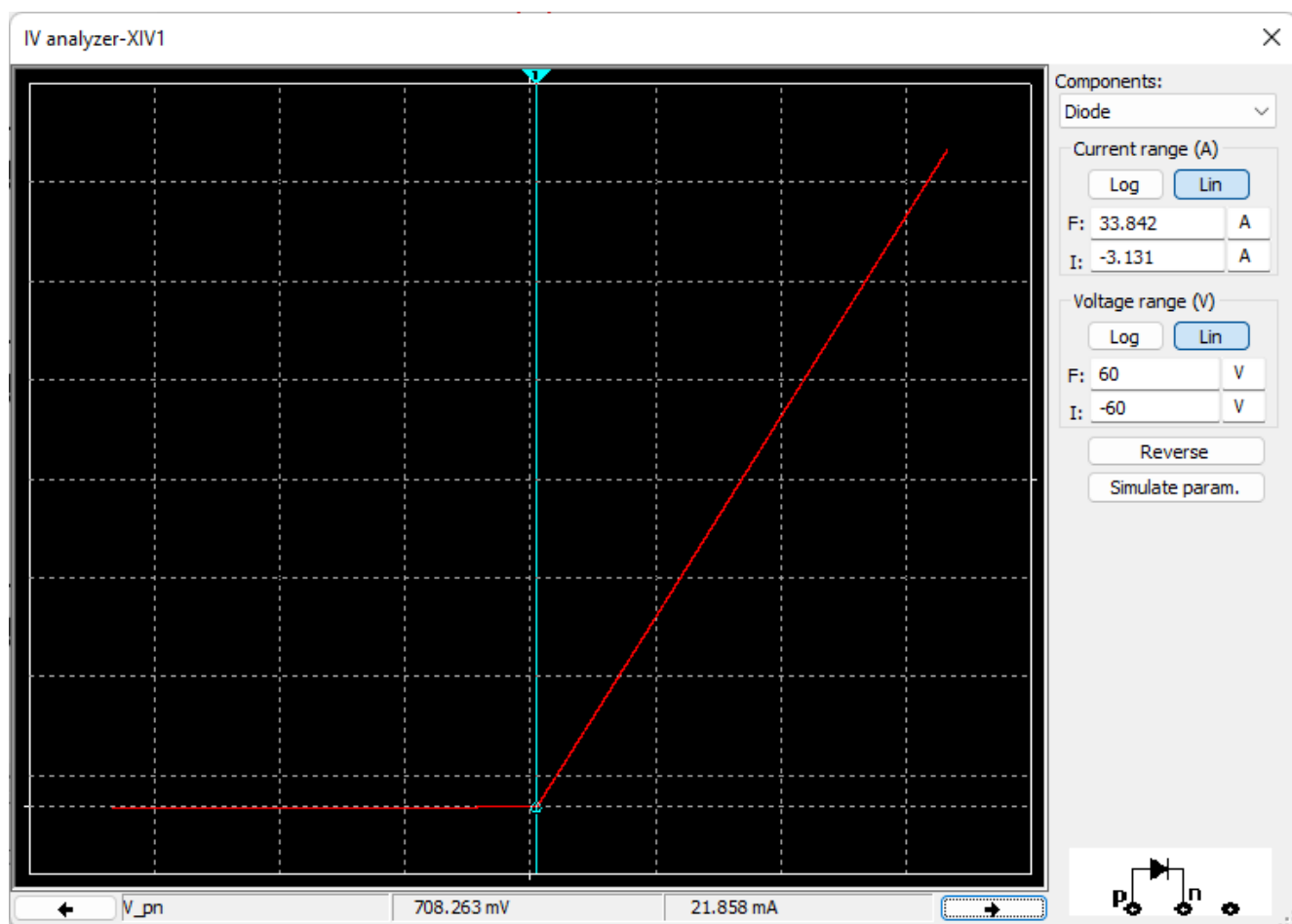


Рис. 2. Вольт-амперна характеристика діода

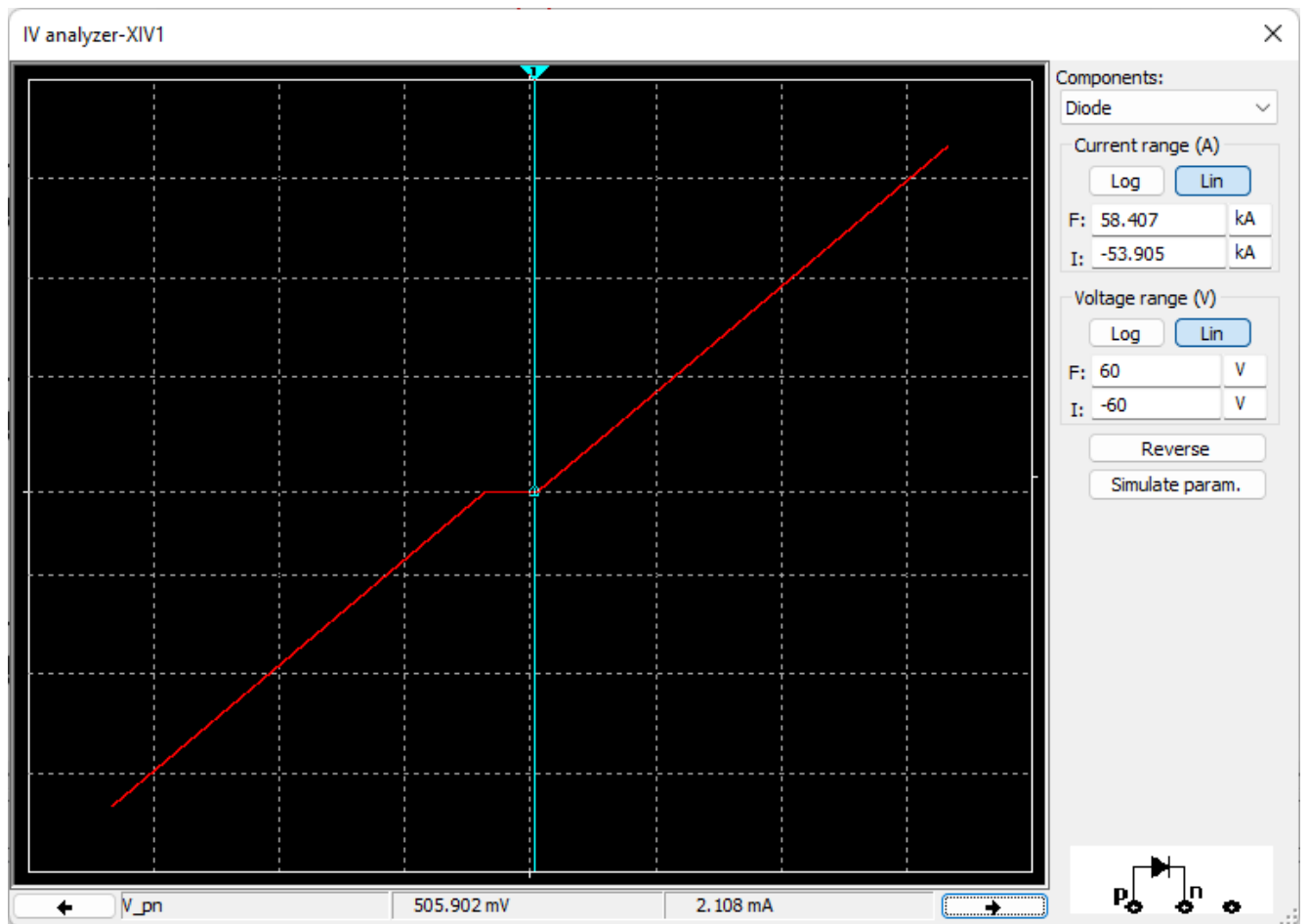


Рис. 3. Вольт-амперна характеристика діода Зенера.

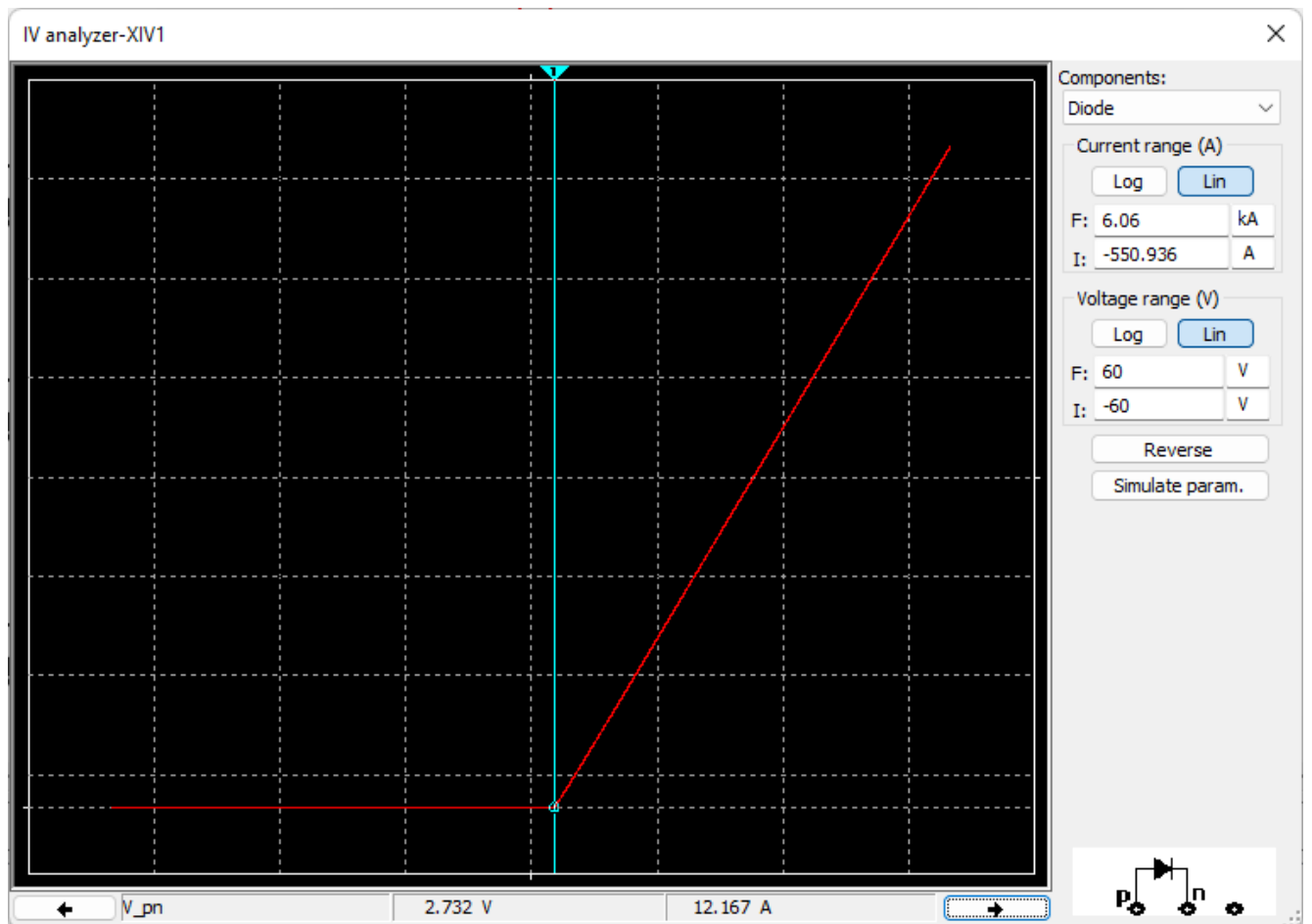


Рис. 4. Вольт-амперна характеристика світлодіода.  
Знайшов порогові значення напруг діодів.

Діод	0.708V
Стабілітрон	0.506V
Світлодіод	2.7V

2. Склав схему, яка моделює однопівперіодний випрямляч із ємнісним фільтром.

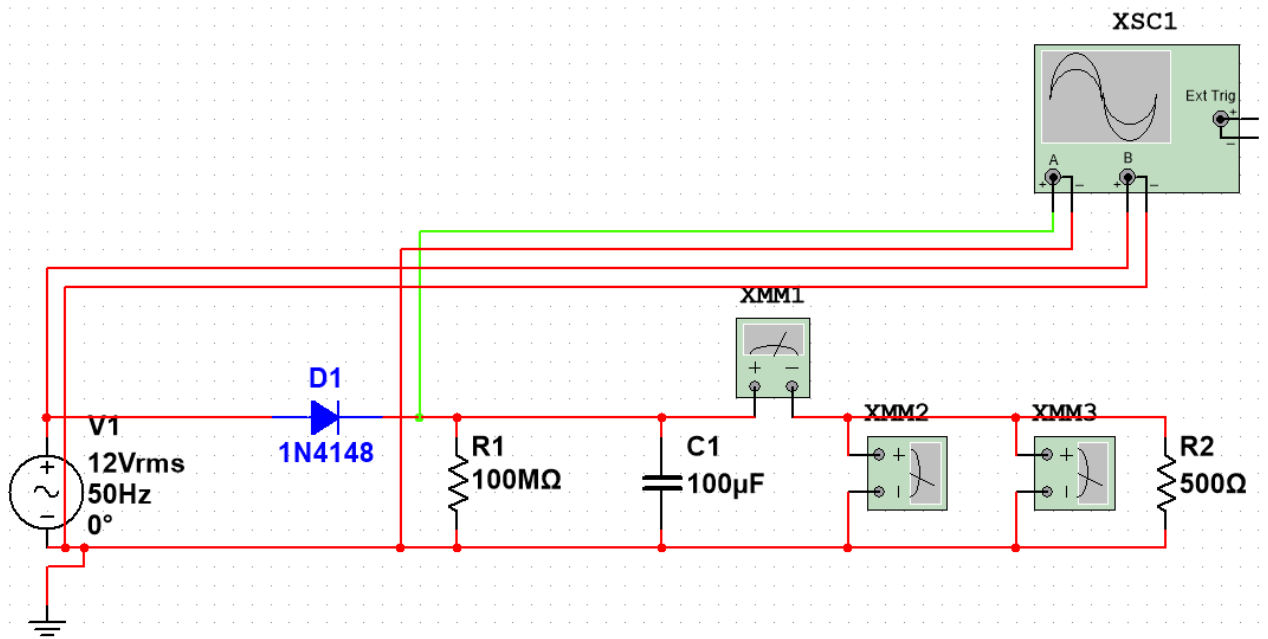


Рис. 5. Схема однопівперіодного випрямляча з фільтром.

Змінюючи опір навантаження  $R_{ch}$  від 10 kΩ до 500 Ω, при ємності фільтра  $C_{filtr} = 100 \mu F$ , зафіксував показання вольметрів, що вимірюють постійну  $U_{con}$  і змінну  $U_{alt}$  складові вихідної напруги. Дані ввів в таблицю.

Таблиця 1.

$R_{ch}$ , kΩ	10	5	2	1	0.5
$I_{ch}$ , mA	1.122	2.226	5.417	10.373	19.235
$U_{con}$ , V	11.221	11.13	10.831	10.373	9.618
$U_{alt}$ , V	0.062	0.121	0.291	0.547	0.981
$K_{\Pi} = U_{con} / U_m$	128	65.04	26.32	13.41	6.93



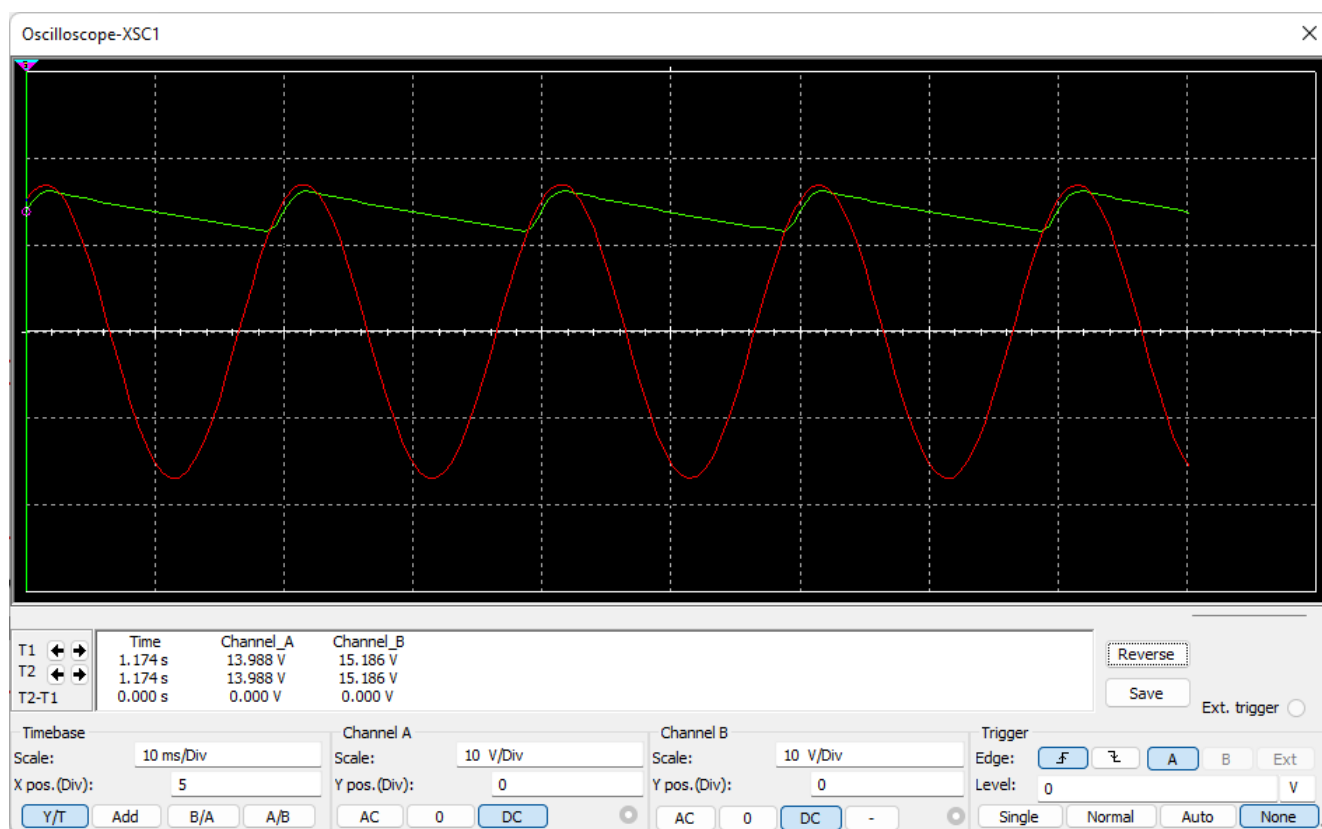


Рис. 6. Осцилограма при Rch 0.5k Ом.

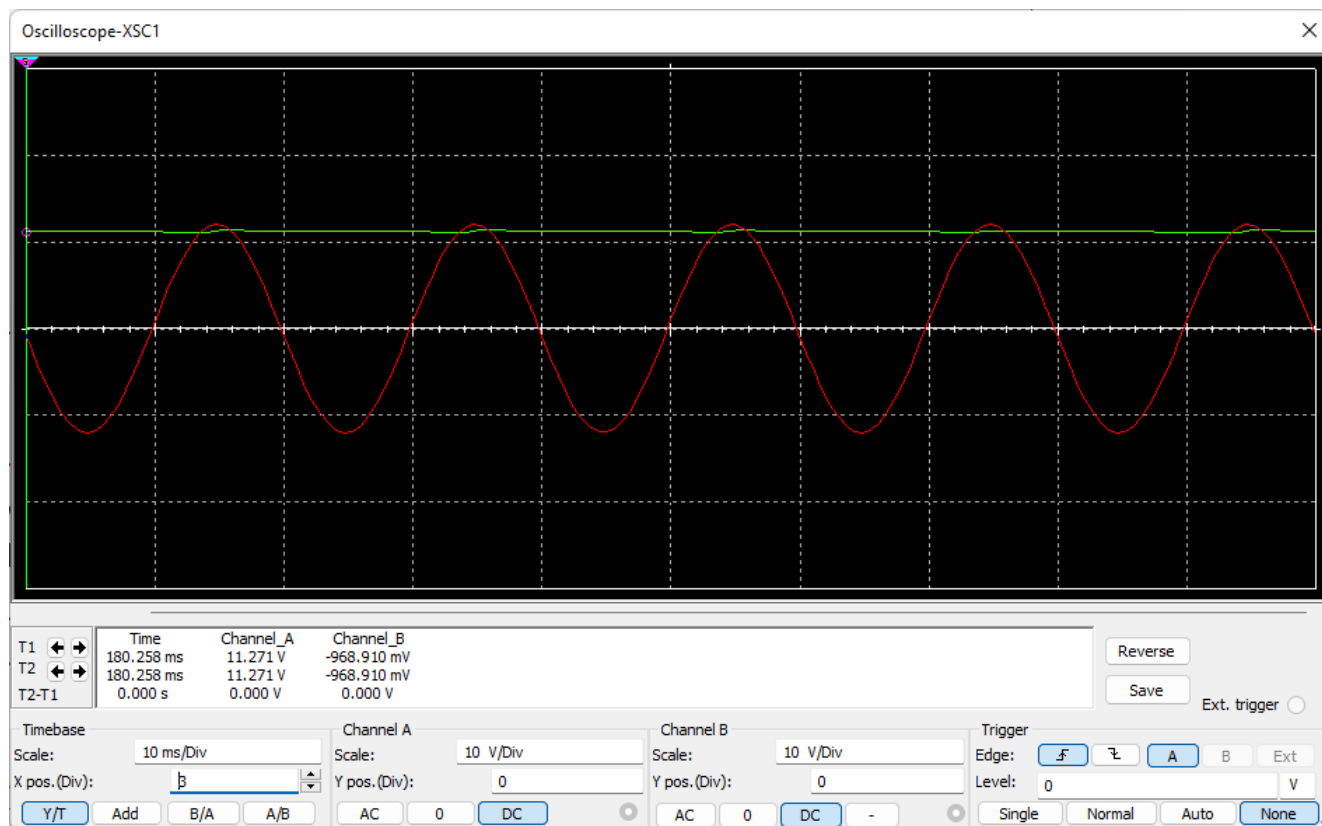
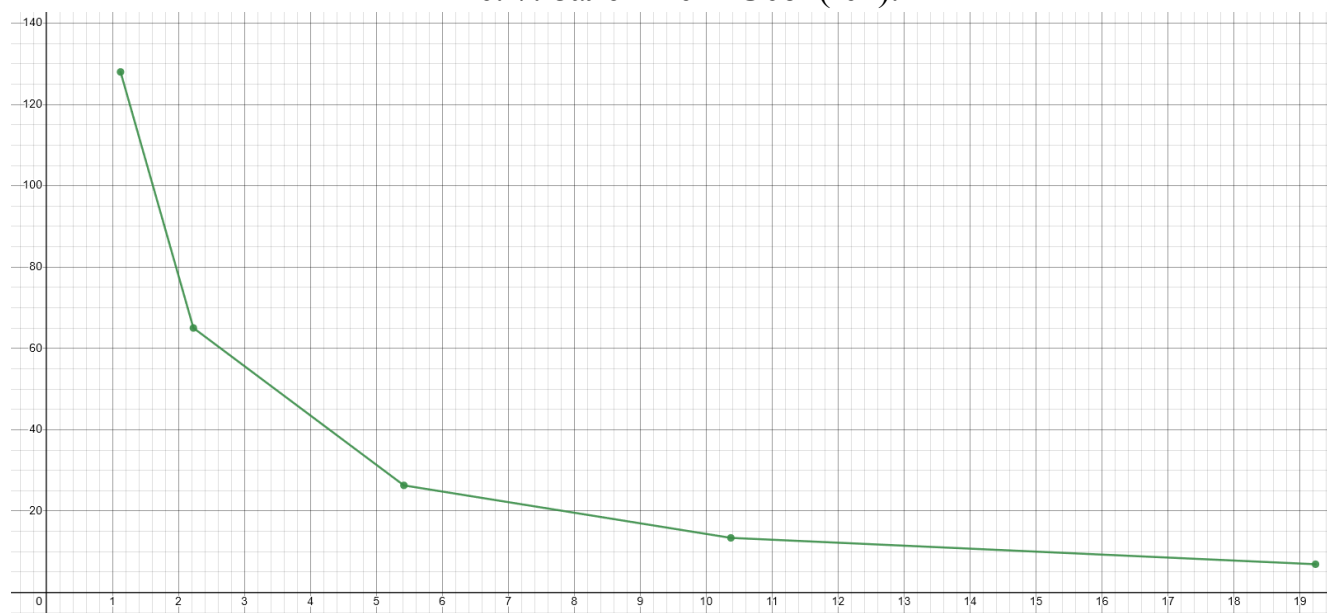
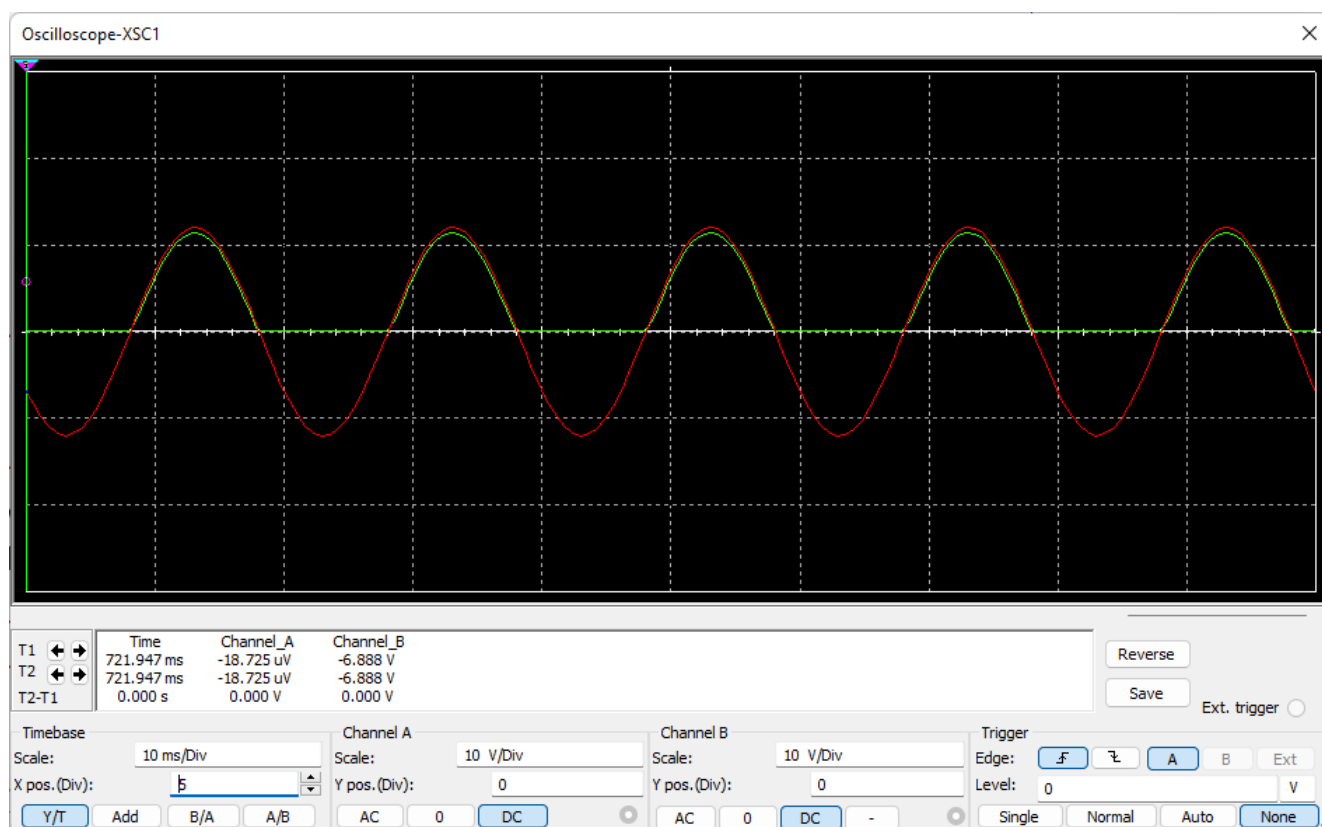
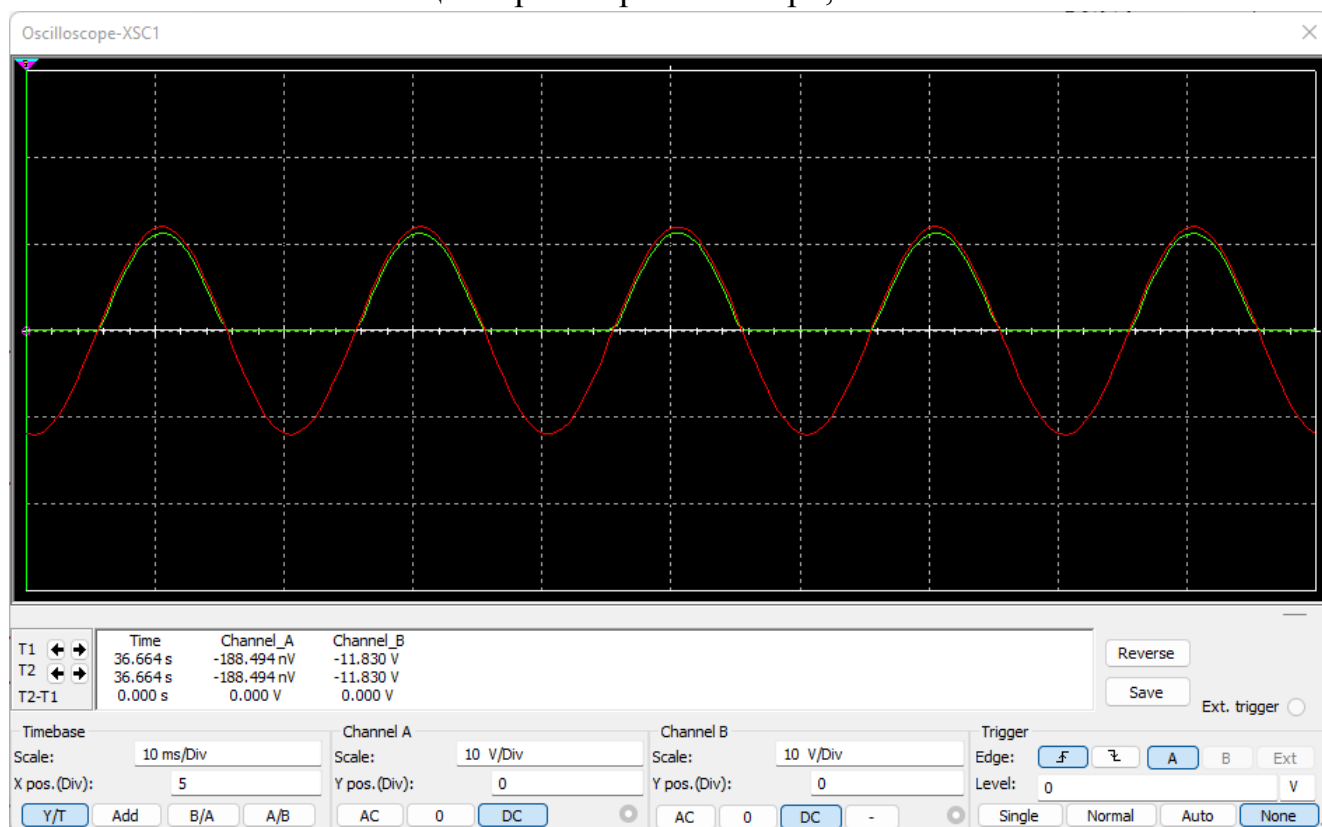


Рис. 6. Осцилограма при Rch 10k Ом.

Рис. 7. Залежність  $U_{con}(I_{ch})$ .Рис. 8. Залежність  $K_p(I_{ch})$ .

3. Повторив при  $C_{filtr} = 100 \text{ pF}$ . Визначіть вплив величини  $C_{filtr}$  на якість випрямленої напруги.

Рис. 9. Осцилограмма при  $C = 100\text{pF}$ ,  $R_{ch} = 10\text{k}\text{ Ом}$ .Рис. 10. Осцилограмма при  $R_{ch} = 500\text{ Ом}$ .

4. Склад схему, яка моделює двохпівперіодний випрямляч із ємнісним фільтром.

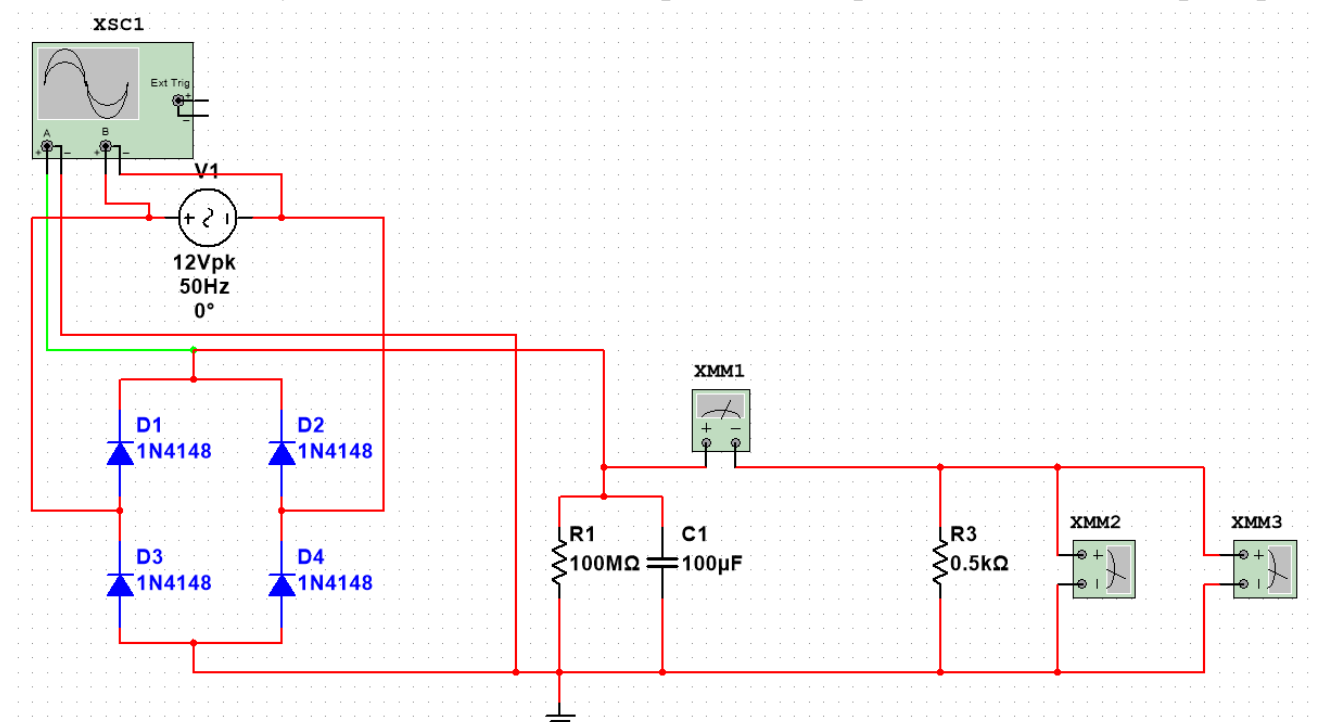


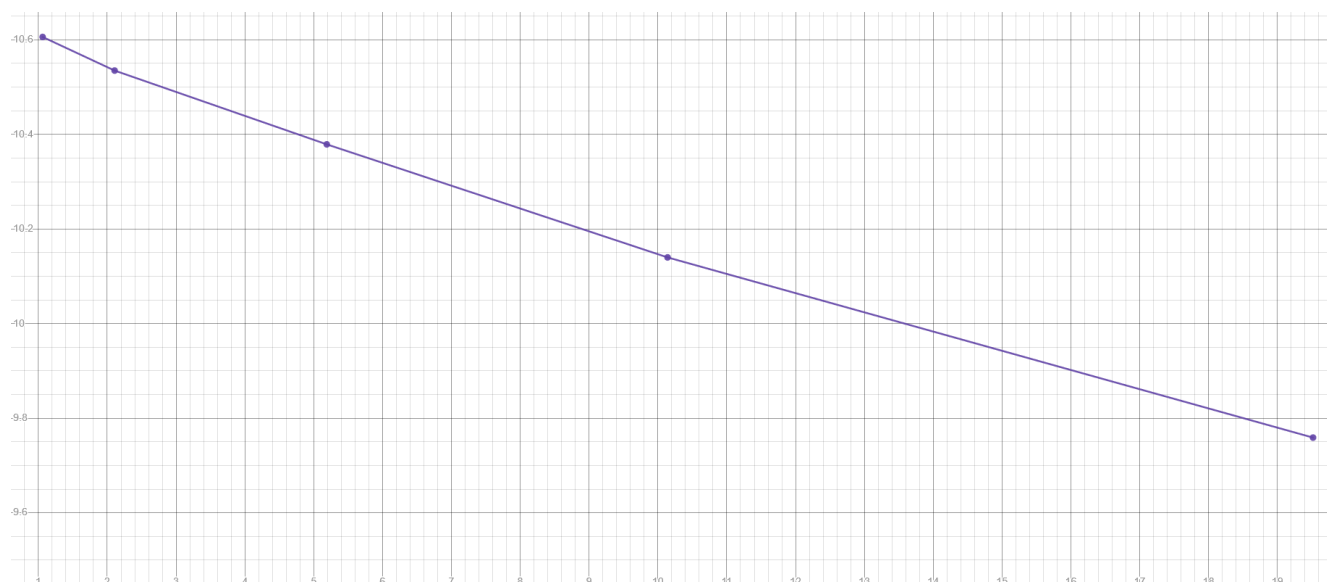
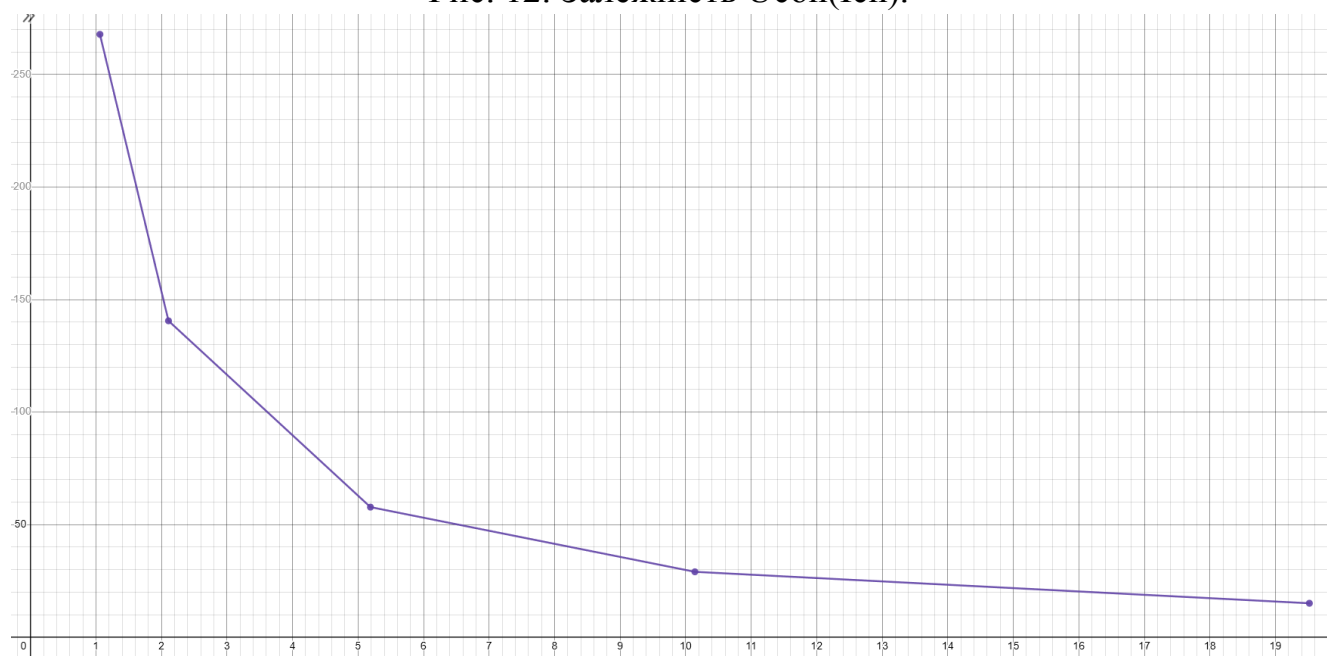
Рис. 11. Схема двохпівперіодного випрямляча

Змінюючи опір навантаження  $R_{ch}$  від 10 kOhm до 500 Ohm, при ємності фільтра  $C_{filtr} = 100 \mu F$ , зафіксував показання вольметрів, що вимірюють постійну  $U_{con}$  і змінну  $U_{alt}$  складові вихідної напруги. Дані ввів в таблицю.

Таблиця 2.

$R_{ch}, k\Omega$	10	5	2	1	0.5
$I_{ch}, mA$	1.061	2.107	5.189	10.14	19.517
$U_{con}, V$	10.606	10.535	10.379	10.14	9.759
$U_{alt}, V$	0.028	0.053	0.127	0.247	0.458
$K_{\Pi} = U_{con} / U_m$	267.84	140.55	57.78	29.03	15.06

Побудував залежності.

Рис. 12. Залежність  $U_{con}(I_{ch})$ .Рис. 13. Залежність  $K_p(I_{ch})$ .

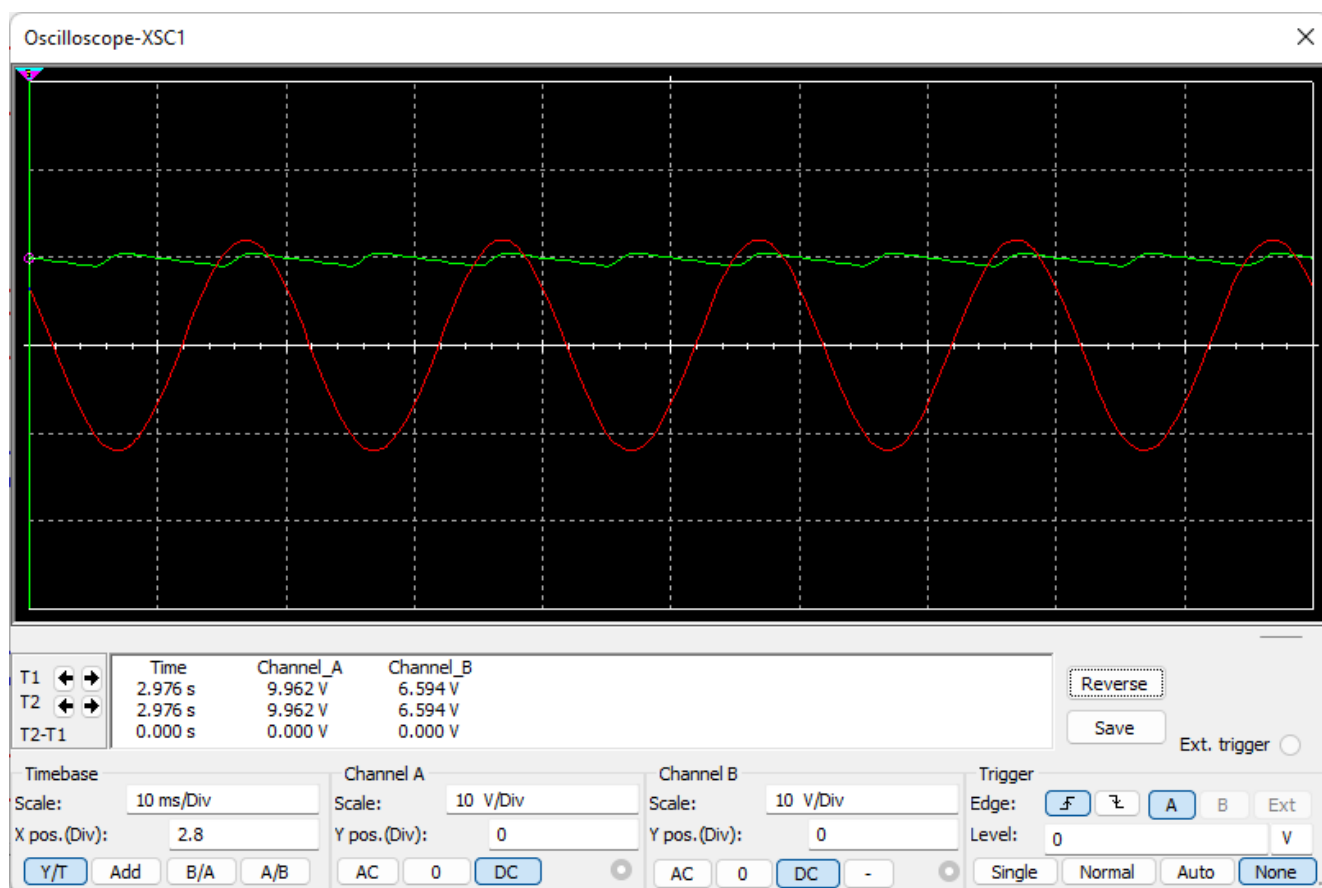


Рис. 14. Осцилограма двопівперіодного випрямляча.

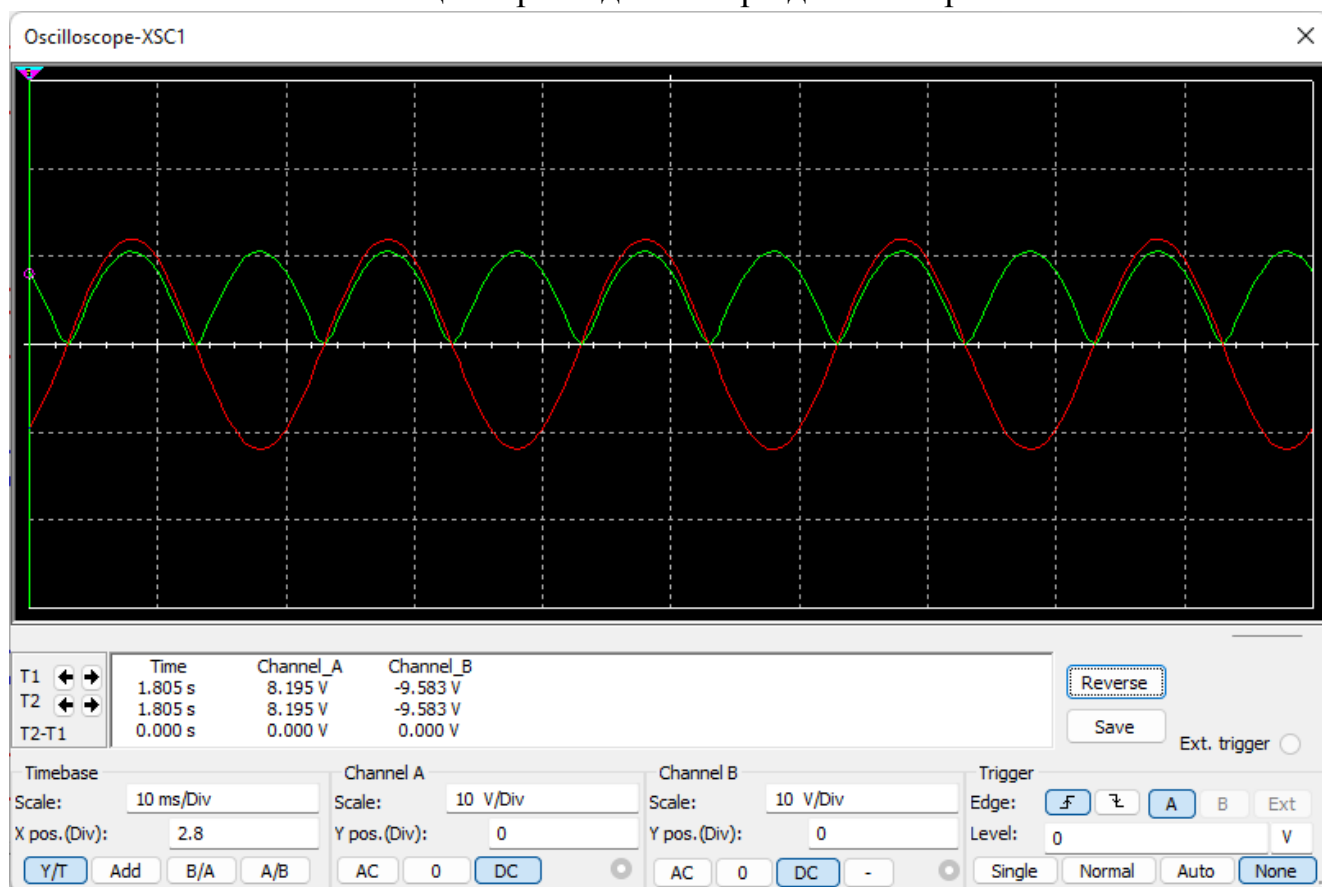


Рис. 14. Осцилограма двопівперіодного випрямляча без фільтра.

## **ВИСНОВКИ**

Дослідив роботу випрямлячів змінної напруги на прикладі схем: однопівперіодної, двопівперіодної із середньою точкою, однофазної мостової. Ознайомився із принципом дії і основними характеристиками фільтрів, що згладжують.