



Міністерство освіти і науки України

**ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет енергетики, робототехніки та
комп'ютерних технологій**

**Кафедра електромеханіки, робототехніки, біомедичної
інженерії та електротехніки**

**ЕЛЕКТРОТЕХНІКА, ЕЛЕКТРОНІКА
ТА МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА**

**Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи
«Дослідження випрямлячів та згладжуючих фільтрів»**

**для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та
(заочної) форми навчання, технічних спеціальностей**

**Харків
2023**

Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет енергетики, робототехніки та комп'ютерних технологій
Кафедра електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та
електротехніки

ЕЛЕКТРОТЕХНІКА, ЕЛЕКТРОНІКА
ТА МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА

Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи
«Дослідження випрямлячів та згладжуючих фільтрів»

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та (заочної)
форми навчання, технічних спеціальностей

Затверджено
рішенням Науково-методичної
ради факультету ЕРКТ
Протокол № 3 від 22 лютого 2023 р.

Харків
2023

УДК 621.38+681.3
Е 50

Схвалено
на засіданні кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії
та електротехніки
Протокол № 5
від 16 лютого 2023 р.

Рецензент:

О.М. Мороз, д-р тех. наук, проф. кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту Державний біотехнологічний університет.

Е 50 Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка: метод. вказівки до виконання лабораторної роботи «Дослідження випрямлячів та згладжуючих фільтрів» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та (заоч.) форми навч., техн. спец. / Державний біотехнологічний університет; уклад. Н.Г. Косуліна, М.О. Чорна, В.В. Сухін, К.С. Коршунов. – Харків: [б. в.], 2023. – 13 с.

Методичні вказівки по виконанню лабораторної роботи «Дослідження випрямлячів та згладжуючих фільтрів» з дисципліни «Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка» розроблено відповідно до навчальної програми. Видання включає загальні питання по методиці виконання лабораторного практикуму, мету роботи і опис лабораторної установки, послідовність виконання роботи, звіт виконання лабораторної роботи, контрольні питання, основні стандарти, що використовуються при оформленні лабораторних робіт, буквені позиційні позначення елементів та список використаних джерел.

Видання призначене здобувачам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та (заочної) форми навчання, технічних спеціальностей.

УДК 621.38+681.3

Відповідальний за випуск: В.В. Сухін, ст. викл.

© Н.Г. Косуліна, 2023
© М.О. Чорна, 2023
© В.В. Сухін, 2023
© К.С. Коршунов, 2023
© ДБТУ, 2023

Зміст

1. Загальні питання по методиці виконання лабораторного практикуму	4
2. Мета роботи	6
3. Опис лабораторної установки	6
4. Послідовність виконання роботи.....	6
5. Звіт виконання лабораторної роботи	9
6. Контрольні питання	11
Додаток А.....	12
Список використаних джерел	13

ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ПО МЕТОДИЦІ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

Практичні навички по експериментальному дослідженню студенти одержують у лабораторії кафедри.

Підготовка до лабораторної роботи

При підготовці до лабораторної роботи необхідно вивчити відповідний теоретичний матеріал, засвоїти мету, суть роботи і її зміст, виконати домашнє завдання, що містить розрахунок параметрів досліджуваних схем, підготувати бланк звіту.

Допуск до виконання лабораторної роботи

До виконання роботи допускаються студенти, які не мають заборгованостей за попередні лабораторні роботи.

Студенти, які не допущені до роботи залишаються в лабораторії для самостійної підготовки до виконання лабораторної роботи. Якщо студент підготувався, він може бути допущений до роботи, у іншому випадку – відпрацювання призначається на додатковий час.

Порядок виконання роботи

Лабораторний практикум побудований так, що всі роботи виконують по бригадам, фронтальним методом, тобто всі бригади виконують аналогічні роботи.

При необхідності, перед початком виконання робіт, студенти вивчають методику користування вимірювальними приладами.

У процесі експерименту перевіряються результати розрахунків, фіксуються осцилограми, що дають уяву про фізичну суть процесів у схемах, з'ясовується вплив елементів схеми на параметри вихідних сигналів.

Робота вважається закінченою, якщо протокол досліджень перевірений та підписаний викладачем.

На виконання експериментальної частини роботи студенти витрачають 2–4 учбових години.

Протоколи досліджень і пропоновані розрахунки схем по всіх роботах заносяться в зошит, що є єдиним для бригади і зберігається до кінця лабораторного практикуму.

Оформлення звіту

Звіт про лабораторну роботу, що складається студентами, повинен відповідати протоколу проведеного експерименту. Звіт повинен містити досліджувані схеми, мету роботи, перелік використаних приладів, таблиці вимірюваних та обчислених параметрів, часові діаграми напруг, що дають уявлення про фізичні процеси в схемі, висновки по кожному пункту роботи.

При оформленні звіту необхідно дотримуватись ДСТУ (креслення схем, літерні позначення основних величин, елементів схем та ін.). Найменування ДСТУ та буквені позиційні позначення елементів приведені в додатку А.

Правила безпеки роботи в лабораторії

Щоб запобігти ураження електричним струмом під час проведення лабораторних робіт і забезпечення збереження приладів та устаткування, необхідно дотримуватись наступних правил:

- до лабораторних робіт допускаються студенти, що пройшли інструктаж з техніки безпеки, про що виконується запис у спеціальному журналі;

- виконання експерименту проводиться бригадами, що складаються не менш чим з 2-х студентів;

- перед виконанням роботи кожен студент зобов'язаний ознайомитися з правилами експлуатації всієї наявної на робочому місці апаратури;

- зібрану схему дозволяється вмикати тільки після перевірки її викладачем або лаборантом;

- при виявленні оголених провідників або інших неполадок апаратури студент зобов'язаний вимкнути схему і доповісти про це викладачу або лаборанту;

- категорично забороняється під час роботи з електронною чи радіовимірювальною апаратурою доторкатися до радіаторів центрального опалення;

- у випадку ураження електричним струмом негайно вимкнути електроживлення робочого місця, потерпілому надати першу допомогу, у важких випадках викликати лікаря;

- при виникненні пожежі вимкнути електроживлення робочого місця і погасити вогонь вогнегасником;

- під час виконання лабораторних робіт не дозволяється вести голосну розмову, займатися сторонніми справами.

Лабораторна робота

Дослідження випрямлячів та згладжуючих фільтрів

Мета роботи

1. Дослідити роботу випрямлячів: однопівперіодного та двопівперіодного.
2. Електронним вольтметром та осцилографом виміряти амплітудне та середнє значення напруги на вихідних клеммах випрямлячів:
 - а) без фільтрів згладжування;
 - б) при приєднанні фільтрів до виходу випрямлячів.
3. Розрахувати середньо–випрямлене та діюче значення напруги за формулами, порівняти розрахунки з експериментальними даними.
4. Замалювати часові діаграми напруги в контрольних точках (КТ) випрямлячів.
5. Розрахувати коефіцієнт пульсації та згладжування при приєднанні до випрямляча різноманітних фільтрів.

Опис лабораторної установки

До складу лабораторної установки входить:

1. Лабораторний стенд з принциповими електричними схемами випрямлячів, множник напруги, фільтри згладжування (L , C , RC , LC , CRC , LCL).
2. Електронний вольтметр В7–16А (В7–21).
3. Двопроменевий електронний осцилограф С1–93, С1–77 та ін.

Послідовність виконання роботи

1. Тумблери $SA1 \div SA4$ на панелі стенду поставити в положення “Вимкнено”.
2. Перемикач $SA6$ поставити на мітку “1”. Відлік позицій перемикача $SA6$ вести за годинниковою стрілкою.
3. Підготувати до роботи електронні прилади.
4. Увімкнути канали I та II осцилографа: для цього натиснути кнопку $\rightarrow\rightarrow$ на передній панелі осцилографа. Ручками \downarrow (переміщення лінії розгортки “вгору–вниз”) звести обидві лінії розгортки в одну лінію. Перемикач режимів роботи “ $\simeq \perp \sim$ ” поставити в позицію “ \sim ” (“закритий вхід”).
5. Вхід каналу I осцилографу приєднати до контрольних точок $KT1'$, $KT2'$ (вихідні клеми вторинної обмотки трансформатора $TP1$). Потенціальний провідник приєднати до $KT1'$, “земляний” – до $KT2'$.
6. Тумблер $SA5$ перевести в позицію “Вимкнено” (випрямляч відокремлений від фільтрів згладжування).
7. Подати змінну напругу на однопівперіодний випрямляч, для цього перевести тумблер $SA1$ в позицію “Увімкнено”.

На екрані осцилографа з'явиться осцилограма – синусоїдна напруга рис. 1.

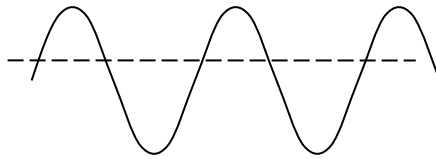


Рисунок 1 – Осцилограма синусоїдної напруги

Органами керування осцилографа: “ $V/дел$ ”, “Развертка” та ін. відрегулювати зображення на екрані по горизонтальній та вертикальній шкалі (вісі) таким чином, щоб зображення синусоїди не виходило за межі екрану по вертикалі – тим самим уникаємо перевантаження вхідного кола осцилографа.

Виміряти за допомогою осцилографа амплітудне значення синусоїдної напруги, а діюче значення напруги в $KT1'$, $KT2'$ – електронним вольтметром. Тумблер $SA1$ перевести в положення “Вимкнено”.

8. Перенести потенціальний провідник $C1-93$ в точку $KT1$, “земляний” – в точку $KT2$.

Тумблер $SA1$ перевести в положення “Увімкнено”.

На екрані з'явиться осцилограма рис. 2.



Рисунок 2 – Випрямлена напруга

Відрегулювати зображення на екрані (див. п. 7). Виміряти амплітудне значення випрямленої (пульсуючої) напруги по осцилографу. Визначити постійну складову (середньо випрямленої напруги – U_o) за виразом:

$$U_o \approx 0,318U_m \quad (1)$$

9. Знайти постійну складову випрямленої напруги U_o за допомогою осцилографа, для цього перевести перемикач “ $\sim \perp \sim$ ” в положення “ \sim ” (“відкритий вхід”).

10. Осцилограма на екрані зміститься на величину $\Delta l [см]$ відносно лінії розгортки каналу II. Виміряти величину цього зміщення в одиницях напруги – вольтах: зміщення Δl перемножити на значення поділки перемикача “ $V/дел$ ”.

Наприклад: на рис. 3 зміщення осцилограми від початкового стану $\Delta l = 1,1 \text{ см}$ (по масштабній шкалі на екрані), а перемикач “ $V/\text{дел}$ ” знаходиться в позиції “ $5B/\text{дел}$ ”.

Тоді: $U_o = \Delta l \cdot 5B = 1,1 \cdot 5 = 5,5 \text{ В}$.

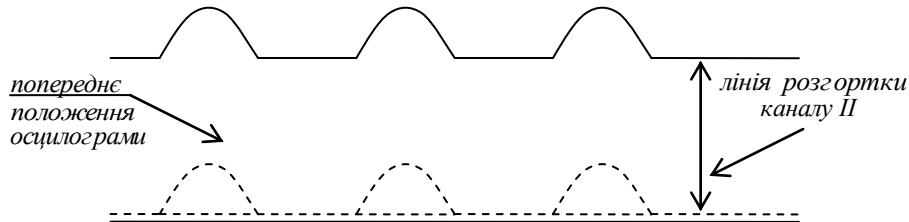


Рисунок 3 – Середньо випрямлена напруга

11. Від’єднати вимірювальні провідники осцилографа від $KT1, KT2$, а вольтметром В7–16А виміряти в цих точках значення напруги U_o .

Результати вимірів та розрахунків занести в табл. 1.

12. Тумблер $SA5$ перевести в положення “Увімкнено” [угору]. Вихід випрямляча, при цьому, буде приєднано до того чи іншого фільтру згладжування в залежності від позиції перемикача $SA6$.

13. Переводячи послідовно перемикач з позиції “1” в “2”, “3”, “4”, “5”, “6”, приєднуємо до виходу випрямляча різні типи фільтрів згладжування.

Одночасно переносимо вимірювальний провідник I каналу в контрольні точки $[KT7, KT8] \div [KT15, KT16]$, замальовуємо відповідні осцилограми в лабораторний зошит.

Зробити висновки, аналізуючи кожну осцилограму, про вплив того чи іншого фільтру на форму вихідної напруги та її величину в порівнянні з випрямленою напругою без фільтрів згладжування.

14. В кожній позиції перемикача $SA6$ виміряти середньо випрямлену напругу U_o осцилографом та вольтметром В7–16А (див. пункт 10). Результати вимірів занести в табл. 1.

15. Для дослідження мостової схеми випрямляча (двопівперіодного) тумблер $SA1$ перевести в положення “Вимкнено”.

Перемикач $SA6$ повернути в вихідний (початковий) стан на позначку “1”.

Тумблер $SA2$ поставити в положення “Вимкнено”.

Вимірювальні провідники осцилографа приєднати до точок $KT3', KT4'$ – вторинної обмотки $TP2$, виміряти амплітудне значення напруги на вході двопівперіодного випрямляча.

16. Тумблер $SA2$ поставити в положення “Вимкнено”. Перенести вимірювальний провідник осцилографу в контр. точки $KT3, KT4$; $SA2, SA4$ – поставити в положення “Вімкнено”.

На екрані повинна з’явитися осцилограма пульсуючої напруги з подвійною частотою пульсації – 100 Гц рис. 4.

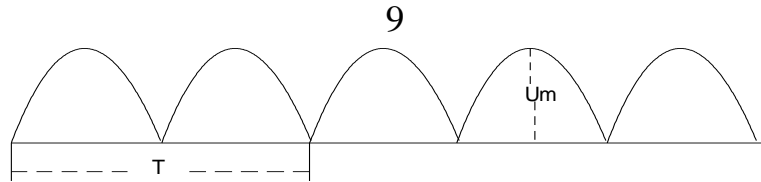


Рисунок 4 – Пульсуюча напруга

Органами керування на передній панелі осцилографа встановити зображення зручним для спостереження.

Перед проведенням вимірів за допомогою осцилографа, щоб уникнути похибки, необхідно перевірити положення ручок плавного регулювання амплітуди вхідного сигналу та тривалості розгортки (вони повинні бути в крайньому правому положенні).

17. Для мостового випрямляча виконати аналогічно виміри та замалювати осцилограми як і для однопівперіодного випрямляча (див. пункти 10÷14). Результати вимірів та розрахунків занести в табл. 1.

18. Дослідження множника напруги (в лабораторному стенді це подвоювач напруги), складається з виміру напруги на вході ($KT5', KT6'$) та виході $KT5, KT6$, розрахувати коефіцієнт множення:

$$K \approx U_{\text{вих}} / U_{\text{вх}} \quad (2)$$

Звіт виконання лабораторної роботи

В зошиті для лабораторних робіт повинні бути:

- електричні схеми одно– та двопівперіодного випрямлячів, множника напруги, фільтрів згладжування;
- осцилограми напруги на вході та виході випрямлячів без фільтрів згладжування та з ними для кожного типу випрямлячів рис. 5.

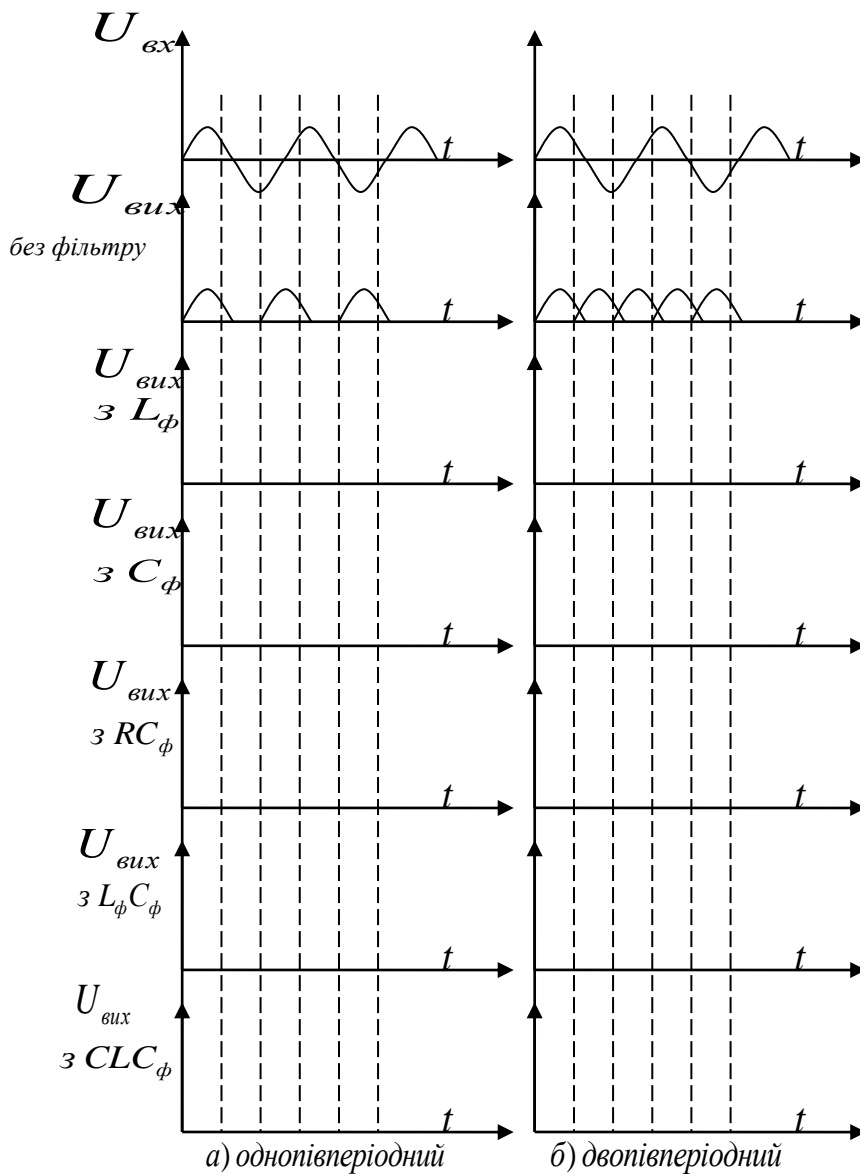


Рисунок 5 – Приклад оформлення знятих осцилограм

Таблиця 1 – Результати дослідів та розрахунків

Тип випрямляча	Напруга U_2 , В	Напруга U_0 до фільтру, В	Напруга U після фільтру, В	Коефіцієнт пульсацій	Коефіцієнт згладжування
<i>Однопівперіодний</i>					
фільтр L					
фільтр C					

фільтр RC					
фільтр LC					
Фільтр CRC					
фільтр CLC					
<i>Двопівперіодний</i>					
фільтр L					
фільтр C					
фільтр LC					
фільтр CLC					
Множник ($U_0 \times 2$)					

Контрольні питання

1. Утворення $p-n$ переходу. Процеси в $p-n$ переході при дії прямої та зворотної напруги.
2. Принцип роботи випрямляючого діоду. Вольт–амперна характеристика (ВАХ).
3. Пробій $p-n$ переходу (лавинний, тунельний, тепловий).
4. Типи діодів. Принцип роботи (тип діоду вказує викладач).
5. Принцип роботи фільтрів згладжування: індуктивного L, ємнісного C – подібних: RC, LC; П – подібних: RCR, LCL.
6. Коефіцієнт пульсації, порядок обрахування при одно–та двопівперіодному випрямленні змінної напруги.
7. Коефіцієнт згладжування. Розрахувати коефіцієнт для C_ϕ (ємнісного) або LC фільтру (необхідні дані для розрахунку надає викладач).
8. Множники напруги. По принциповій схемі пояснити роботу множника (подвоєння, потроєння напруги).
9. Принцип роботи випрямлячів (однопівперіодного, двопівперіодного, трифазного), переваги та недоліки, сфера використання.
10. Навести основні дані (параметри) діодів: випрямляючих (силових), стабілітронів, варикапів, фотодіодів, світлодіодів. Пояснити принцип роботи діоду (тип вказує викладач).
11. Розрахувати одно(дво)півперіодний випрямляч, якщо відомо:
 - а) R_H (опір навантаження);
 - б) $P_{вих}$ (потужність, що розсіюється на R_H);
 - в) U_1 (напруга на первинній обмотці трансформатора).
12. По довіднику вибрати необхідні діоди для випрямлячів.
13. Уміти: розрізняти типи діодів по їх зовнішньому вигляді, розшифровувати написи на корпусі діоду.

Основні стандарти, що використовуються при оформленні лабораторних робіт

1. ДСТУ 2.702-75. Правила виконання електричних схем.
2. ДСТУ 2.701-76. Схеми. Види і типи. Загальні вимоги до виконання.
3. ДСТУ 2.747-68. Позначення. Умовні, графічні в схемах. Розміри умовних графічних позначень.
4. ДСТУ 2.743-72. Позначення умовні графічні в схемах. Двійкові логічні елементи.
5. ДСТУ 18.630-73. Трансформатори імпульсні. Основні параметри.

Буквені позиційні позначення елементів:

конденсатор – C ;
логічний елемент, мікросхема – D ;
резистор – R ;
потенціометр – RP ;
трансформатор, автотрансформатор – TV ;
діод, стабілітрон – VD ;
транзистор – VT ;
тиристор – VS .

Список використаних джерел

1. Г.П. Балан, П.О. Кравченко, Ю.Ф. Свєргун, О.Є. Щєрбаков. Теоретичні основи електротехніки / Г.П. Балан, П.О. Кравченко, Ю.Ф. Свєргун, О.Є. Щєрбаков. – Київ, 2008. – 320 с.
2. Колонтаєвський Ю.П. Промислова електроніка та мікросхемотехніка / Колонтаєвський Ю.П. – Київ, видавництво «Каравела», 2004. – 430 с.
3. Свєргун Ю.Ф. Аналіз електричних кіл на персональному комп'ютері / Ю.Ф. Свєргун – Харків «Факт», 2008. – 296 с.

Навчальне видання

ЕЛЕКТРОТЕХНІКА, ЕЛЕКТРОНІКА
ТА МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА

Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи
«Дослідження випрямлячів та згладжуючих фільтрів»

КОСУЛІНА Наталія Геннадіївна
ЧОРНА Марія Олександрівна
СУХІН Віталій Володимирович
КОРШУНОВ Костянтин Сергійович

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. 0,76

Наклад 50 пр.

Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44