



Міністерство освіти і науки України

**ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

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

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

**ОДНОФАЗНИЙ ПАРАЛЕЛЬНИЙ
ІНВЕРТОР СТРУМУ**

**Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи**

**для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти денної та (заочної) форми навчання,
спеціальності 163 «Біомедична інженерія»**

**Харків
2023**

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

ОДНОФАЗНИЙ ПАРАЛЕЛЬНИЙ ІНВЕРТОР СТРУМУ

Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти денної та (заочної) форми навчання, спеціальності
163 «Біомедична інженерія»

Затверджено
рішенням Науково-методичної
ради факультету ЕРКТ

Протокол № 1 від 20
жовтня 2022 р.

Харків
2023

УДК 615.47+57.08
О 75

Схвалено
на засіданні кафедри електромеханіки, робототехніки,
біомедичної інженерії
та електротехніки
Протокол № 1 від 31 серпня 2022 р.

Рецензент:

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

О 75 Однофазний паралельний інвертор струму: метод. вказівки до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної (заочної) форми навч., спец. 163 «Біомедична інженерія» / Державний біотехнологічний університет; уклад.: О.Д. Черенков, М.О. Чорна – Харків: [б. в.], 2023. – 15 с.

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи на тему: «Однофазний паралельний інвертор струму» з дисципліни «Електроніка та мікросхемотехніка», розроблено відповідно до навчальної програми.

Видання призначене здобувачам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та (заочної) форми навчання, спеціальності 163 «Біомедична інженерія».

УДК 615.47+57.08

Відповідальний за випуск: М. О. Чорна, к.т.н., доцент

© О.Д. Черенков, 2023
© М.О. Чорна, 2023
© ДБТУ, 2023

ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ПО МЕТОДИЦІ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

Практичні навички по експериментальному дослідженню студенти одержують у лабораторії кафедри. Лабораторний практикум містить вісім робіт.

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 заборгованості 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 запропоновані 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. Зразок оформлення звіту приведено у додатку А.

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

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 № 7

ОДНОФАЗНИЙ ПАРАЛЕЛЬНИЙ ІНВЕРТОР СТРУМУ

Мета роботи

Вивчити і дослідити електричну схему перетворення постійного струму в енергію змінного струму за допомогою тиристорних інверторів.

Опис лабораторної роботи

Лабораторна установка включає:

- макет лабораторної установки;
- осцилограф С1–93.

Загальні відомості

Схема автономного інвертора приведена на передній панелі макета і на рис. 7.1. У схему входить генератор імпульсів, зібраний за схемою мультівібратора на мікросхемах $D1.1$; $D1.2$; $D1.3$ з навісними елементами $R1$, $R2$, і $C1$. З виходу мультівібратора (клема 8) сигнал подається на тригер, зібраний на мікросхемах $D2.1$ і $D2.2$. Стабільні по частоті й амплітуді імпульси по двох каналах подаються на підсилювач потужності, що складається з двох каналів.

Перший канал підсилювача зібраний на транзисторах $VT1$, $VT3$, другий – на транзисторах $VT2$ і $VT4$. При подачі позитивного імпульсу з клеми 8 мікросхеми $D2.1$ транзистори $VT1$ і $VT3$ відкриваються і струм протікає через них по ланцюзі +7 В джерела струму, через замкнуті контакти тумблера $S1$, резистор $R4$, первинну обмотку імпульсного трансформатора $T1$, колектор–емітер $VT1$ і колектор–емітер $VT3$ і на корпус. При подачі позитивного імпульсу з клеми II мікросхеми $D2.2$ відкриваються транзистори $VT2$ і $VT4$ другого каналу підсилювача потужності і струм протікає від джерела +7 В через $R5$, первинну обмотку імпульсного трансформатора $T2$, транзистори $VT2$, $VT4$ на корпус.

За рахунок почергового протікання струму через первинні обмотки імпульсних трансформаторів $T1$ і $T2$ у вторинних обмотках цих трансформаторів індуються імпульси, що подаються на керуючі електроди тиристорів $VS1$ – $VS4$, тиристиори, під дією цих імпульсів, відкриваються.

На тиристиори $VS1$ – $VS4$ подана напруга на анод–катод від джерела $+7$ В через тумблер $S1$ (коли він ввімкнений), дросель $L1$, вторинні обмотки трансформаторів $T1$ і $T2$, корпус.

Тиристиори відкриваються попарно ($VS2$ і $VS3$; $VS1$ і $VS4$) з відносними фазовими зсувами, рівними 180° . У вхідному ланцюгу ввімкнено дросель $L1$, індуктивність якого досить велика, завдяки чому вхідний струм i_{L1} згладжений, а струм, що протікає через тиристиори, має прямокутну форму (рис. 7.2). При відкриванні тиристорів $VS2$, $VS3$ струм i_{L1} , рівний протягом півперіоду вихідної частоти струму $i_{вих}$, розгалужується по двох вітках: струм i_H протікає через навантаження R_H а струм i_C – через конденсатор C_H , заряджаючи його полярністю (плюс угорі, мінус унизу). Через півперіод вихідної частоти відкриваються тиристиори $VS1$, $VS4$. При цьому струм розряду конденсатора, протікаючи назустріч робочому струму тиристорів $VS2$, $VS3$, зменшує його до нуля. До тиристорів прикладається зворотна напруга, що обумовлена напругою конденсатора. Швидке зростання струму в тиристорах, що відкриваються, може вивести їх з ладу внаслідок перевищення допустимої швидкості його зростання. Тому в анодні тиристорів на практиці вводять дросель $L1$, що обмежує цю величину.

Після спаду анодного струму тиристорів $VS2$, $VS3$ до нуля, до них прикладається зворотна напруга, яка обумовлена напругою на комутуючому конденсаторі C_H . При запиранні тиристорів $VS2$, $VS3$ конденсатор C_H перезаряджається від джерела живлення через тиристиори $VS1$, $VS4$, здобуваючи протилежну полярність (плюс унизу, мінус уверху). Відзначимо, що при відмиканні наступної пари тиристорів, одночасно з розрядом конденсатора, по контуру відкритих тиристорів

відбувається також його розряд на навантаження. При відкриванні тиристорів $VS2$, $VS3$ процес повторюється.

У будь-який момент часу сумарний струм на виході інвертора $i_{вих} = i_H + i_C = I_\alpha = const$, але його напрямок змінюється через кожен півперіод на протилежний (див. рис. 7.2).

Вихідна напруга інвертора повторює за формою напругу на конденсаторі і являє собою в кожен півперіод суму двох складових: постійної, рівної напрузі джерела живлення, і змінної, виникаючої за рахунок реактивної потужності конденсатора. Оскільки за півперіод вихідної частоти реактивна потужність дорівнює нулю, заштриховані площадки $S1$ і $S2$ (див. рис. 7.2), що характеризують інтегральні значення змінної складової, рівні між собою. Середнє значення вихідної напруги за півперіод дорівнює напрузі джерела живлення $U = 7 \text{ В}$.

Напруга на тиристорах $VS6$, $VS7$ ($U_{VS7,VS6}$ на рис. 7.2) після комутації змінюється від негативного значення до позитивного. Протягом часу $t_{вих}$ на тиристорах $VS6$ і $VS7$ підтримується негативна напруга і вони відновлюють замикаючі властивості. Якщо $t_{вих} > t_{відновл}$ то з відновленням позитивної анодної напруги тиристори $VS6$ і $VS7$ (див. рис. 7.2) залишаться закритими аж до приходу наступного імпульсу, що відкриває. Якщо ж цього часу виявиться недостатньо, то зазначені тиристори знову відкриються і відбудеться зрив інвертування. Комутуючий конденсатор може бути включений паралельно первинній чи вторинній обмотці трансформатора, якщо такий трансформатор є в схемі.

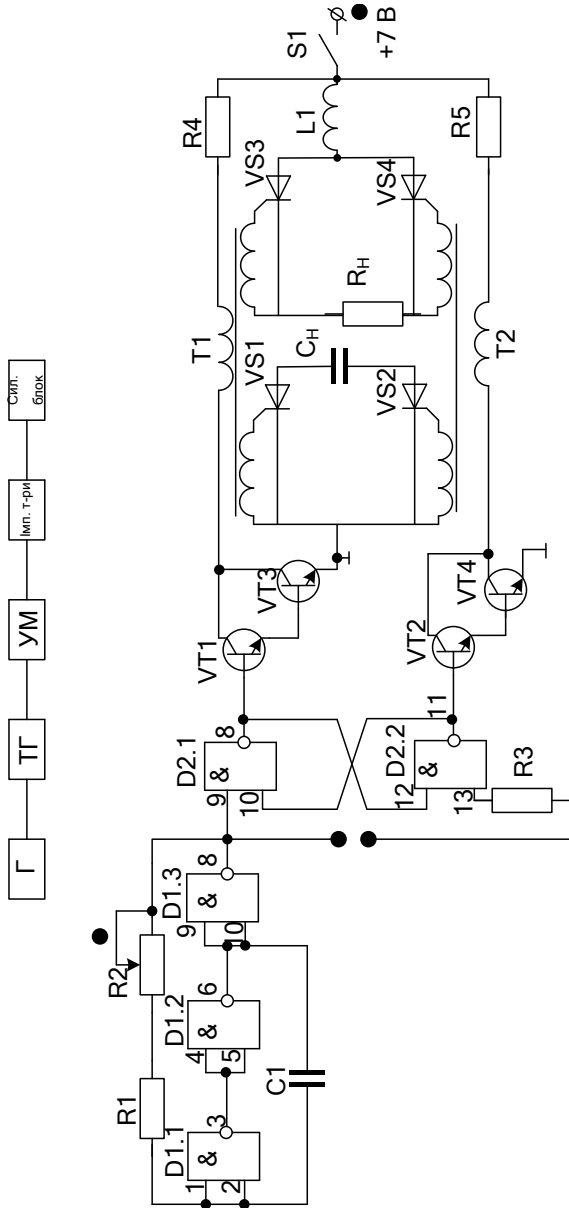


Рисунок 7.1 – Электрична схема автономного інвертора

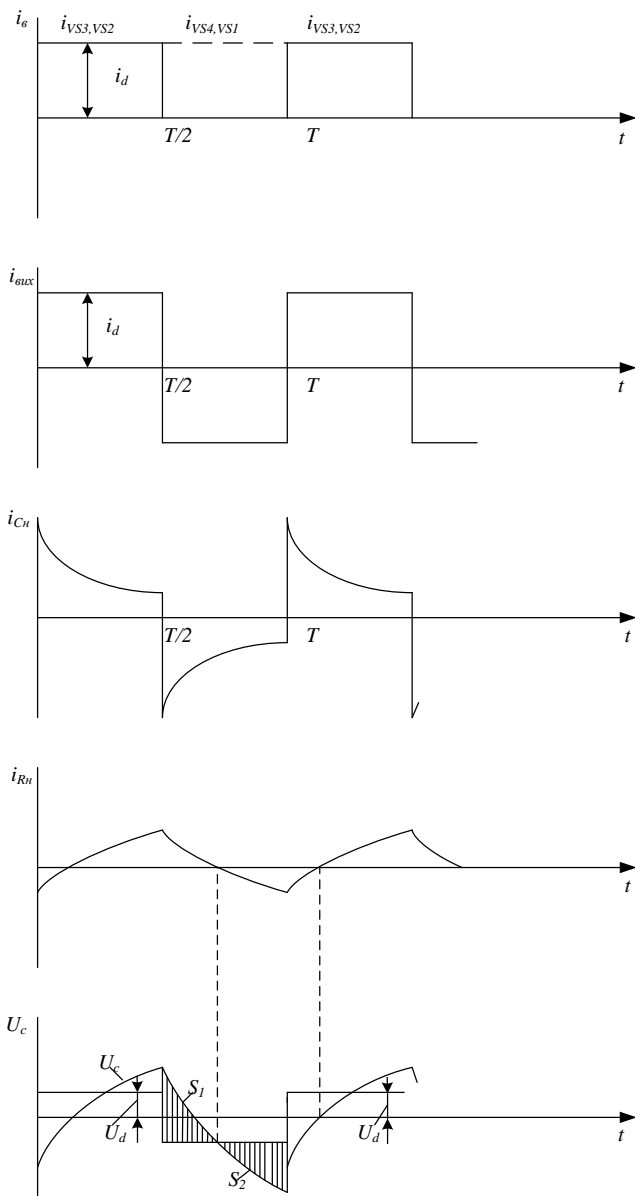


Рисунок 7.2 – Осцилограми струмів та напруги в контрольних точках інвертора

Порядок виконання роботи

1. Ввімкнути і підготувати осцилограф до роботи.
2. Ввімкнути тумблер *S1* лабораторної панелі.
3. Переглянути і замалювати епюри напруги в контрольних точках.

Контрольні питання

1. Призначення та область застосування інверторів.
2. Пояснити принцип дії інвертора по його блок-схемі.
3. Пояснити роботу інвертора за принциповою схемою.
4. Пояснити роботу інвертора за допомогою епюр, приведених на рис. 7.2.
5. Привести довідникові дані активних елементів, а також ІМС, застосованих у лабораторній роботі з урахуванням режимів роботи схеми (частоти, струму, потужності що розсіюється і прикладеної напруги).

Додаток А

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. Полупроводниковые приборы: диоды, тиристоры, ОЭП. Справочник под редакцией Горюнова Н. Н. – М.: «Энергоиздат», 1987. – 744 с.
2. Новаченко И. В. Микросхемы для бытовой аппаратуры. Справочник / Новаченко И. В. и др. – М.: «Радио и связь», 1989. – 384 с.
3. Замятин В. Я. Тиристоры. Справочник / Замятин В. Я и др. – М.: "Радио и связь", 1987. – 576 с.
4. Терещук Р. М. Справочник радиолюбителя / Терещук Р. М. – Киев.: "Наукова думка", 1981. – 671 с.
5. Андреев Ю. Н. Резисторы. Справочник / Андреев Ю. Н. – М.: "Энергоиздат", 1981. – 352 с.
6. Нефедов А. В. Отечественные полупроводниковые приборы и их зарубежные аналоги. Справочник / Нефедов А. В., Гордеева В. И. – М.: "Радио и связь", 1990. – 401 с.
7. Забродин Ю. С. Промышленная электроника, учебник для ВУЗов. / Забродин Ю. С. – М.: "Высшая школа", 1982.
8. Транзисторы. Справочник под общей редакцией И. Ф. Николаевского. – М.: "Связь", 1969. – 624 с.

Навчальне видання

ОДНОФАЗНИЙ ПАРАЛЕЛЬНИЙ ІНВЕРТОР СТРУМУ

Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи

ЧЕРЕНКОВ Олександр Данилович
ЧОРНА Марія Олександрівна

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

Ум. друк. арк. 0,9

Наклад 50 пр.

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