Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та природокористування
Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та обчислювальної техніки
Кафедра обчислювальної техніки

04-04-209

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни
"Компютерна електроніка"
студентами галузі знань 12 "Інформаційні технології"
денної та заочної форм навчання
Частина 1.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рекомендовано науково-методичною
комісією за спеціальністю
123 “Комп’ютерна інженерія”
протокол № 6 від 22 лютого 2018 р.

Рівне 2018

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни "Комп'ютерна електроніка" для *студентів галузі знань 12 "Інформаційні технології"* денної та заочної форм навчання. Частина 1. Круліковський Б.Б. – Рівне: НУВГП, 2018. – 30 с.

Упорядник: Б.Б. Круліковський, кандидат технічних наук, доцент.

Відповідальний за випуск: Б.Б. Круліковський, завідувач кафедри обчислювальної техніки.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

© Круліковський Б.Б., 2018
©НУВГП, 2018

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Зміст 3
Вступ 4
1. Порядок підготовки і виконання лабораторних робіт 4
2. Лабораторна робота №1 7
3. Лабораторна робота №2 14
4. Лабораторна робота №3 19
5. Лабораторна робота №4 25
6. Лабораторна робота №5 27
Література 31

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Вступ

Навчальну дисципліну "Комп'ютерна електроніка" студенти спеціальності 123 "Комп'ютерна інженерія" вивчають на другому курсі бакалаврської програми підготовки на основі знань з предметів "Фізика" та "Теорія електричних і магнітних кіл". Вона є первинною для фахової підготовки студентів до сприйняття схемотехнічної складової апаратних засобів обробки інформаційних сигналів. Практично всі наступні дисципліни, в яких вивчаються апратні засоби комп'ютерних систем і мереж ("Комп'ютерна схемотехніка", "Комп'ютерні системи", "Комп'ютерні мережі", "Мікропроцесорні системи", "Гібридні комп'ютерні системи"), грунтуються на знаннях основ комп'ютерної електроніки. Тому "Комп'ютерна електроніка" відіграє ключову роль в спеціальній підготовці майбутніх фахівців з комп'ютерної інженерії.

В основу організації та виконання лабораторних робіт покладено фронтальний метод, що грутується на однотипності та універсальності навчального лабораторного обладнання та програмного забезпечення для всіх студентів потоку. Завдяки цьому є можливість для всієї групи досліджувати однотипні електронні схеми одразу після ознайомлення з ними на лекційних заняттях.

Перший цикл лабораторних робіт розрахований на використання віртуальної електронної лабораторії Electronics Workbench версії 5.12 і присвячений дослідженню основних властивостей напівпровідникових елементів електронних схем, що складають основи інформаційної електроніки.

1. Порядок підготовки і виконання лабораторних робіт

На першому лабораторному занятті викладач повідомляє студентам план лабораторних занять на поточний семестр, рекомендує їм необхідну літературу, знайомить із прийнятою методикою проведення робіт. У вступній бесіді зі студентами викладач знайомить із наявним лабораторним устаткуванням і дає загальні методичні вказівки до проведення дослідів, а також

Національний університет
водного господарства
та природокористування

знайомить з основними правилами техніки безпеки і правилами протипожежної безпеки при роботі з електричними колами, приладами, апаратами й установками.

Кожен студент повинен самостійно вивчити перераховані документи і підтвердити розписом у спеціальному журналі кафедри про ознайомлення його з заходами щодо безпечного виконання робіт у лабораторії.

Виконання кожної лабораторної роботи складається з двох етапів:

1. Підготовка до лабораторної роботи, вивчення теоретичного матеріалу, виконання всіх розрахунків, складання плану досліджень.

2. Складання робочої схеми, дослідження її параметрів і характеристик, зіставлення теоретичних і практичних результатів, їхній аналіз, оформлення протоколу.

У процесі підготовки до лабораторної роботи студент повинен чітко усвідомити собі кінцеву мету лабораторного дослідження, форму і характер зміни вхідних і вихідних сигналів досліджуваної схеми і виконати необхідні розрахунки.

Після виконання розрахунків визначені номінали елементів схеми зносяться у відповідну таблицю.

Протокол, підготовлений до лабораторної роботи, повинний містити назву і ціль роботи, досліджувані схеми, теоретичні характеристики та часові діаграми їх роботи, таблиці для запису результатів досліджень, порядок виконання досліджень.

Остаточний протокол, представлений до захисту, додатково містить часові діаграми реальних процесів, що протікають у схемі, аналіз і порівняння отриманих результатів з теоретичними.

Часові діаграми обов'язково виконуються таким чином, щоб вони знаходились одна під іншою, синхронізовані і були ілюстрацією фізичних процесів, що протікають у схемі.

Оформлення протоколів виконується відповідно до вимог ЕСКД до текстових документів.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Елементи схем, розрахованих у попередніх лабораторних роботах, можуть без розрахунків, але з відповідними посиланнями, використовуватись в наступних роботах. Так, наприклад, розраховані в першій роботі інверсний і неінверсний підсилювачі повинні скласти основу для всіх наступних лабораторних робіт, виконуваних на дискретних елементах, тобто у всіх наступних роботах використовуються ті ж типи елементів, номінали резисторів, величини напруг джерел живлення. При цьому в новій схемі розраховуються тільки ті елементи, що відсутні в попередній. Це скорочує обсяг обчислень і спрощує виконання лабораторних робіт.

Перед виконанням кожної лабораторної роботи шляхом експрес-опитування викладач перевіряє готовність студентів до виконання роботи, а саме знання досліджуваної схеми, використовуваних приладів, переліку досліджень, назв та значень параметрів та характеристик. Студенти, які не підготовлені до роботи, вивчають в лабораторії необхідні теоретичні відомості з рекомендованої літератури. Треба дотримуватись наступного порядку виконання лабораторного циклу.

1. Бригада студентів допускається до виконання чергової лабораторної роботи за наявності протоколу, підготовленого відповідно до наведених вище вимог.

2. Після отримання дозволу на виконання дослідження бригада студентів збирає схему і подає її викладачу для перевірки. У випадку, якщо схема зібрана правильно, викладачем надається дозвіл на включення живлення стенду, інакше надаються рекомендації щодо усунення виявлених недоліків.

3. Після усунення зауважень викладача студенти виконують намічені дослідження, по закінченню яких результати пред'являють викладачу для затвердження.

4. Якщо отримані експериментальні дані адекватно відображають процеси в досліджуваній схемі, викладач надає дозвіл на розбирання схеми. В іншому випадку бригада студентів

вносить потрібні корективи в схему експерименту і повторює дослідження.

5. Після завершення всіх експериментальних досліджень студенти розбирають схему, вимірювальні прилади приводять у початковий стан і прибирають робоче місце.

6. До наступної лабораторної роботи бригада студентів остаточно оформляє звіт (заповнює таблиці експериментальних даних, будує графіки досліджуваних процесів, осцилограми спостережених явищ, формулює висновки і т.і.) відповідно до нормативних документів [5].

7. Оформлений звіт з виконаної лабораторної роботи бригада захищає на наступному лабораторному занятті і після захисту зберігає до кінця семестру.

8. Звіти з усіх робіт треба переплести в одну книгу і доповнити анотацією, резюме і змістом. Такий звіт є підставою для допуску студента до семестрового іспиту.

2. Лабораторна робота №1

Тема. Знайомство з програмою Electronics Workbench

Мета роботи: опанування технології та інструментарію програми емуляції електронних схем для подальшого використання в професійній діяльності.

1. Теоретичні відомості

Опис контрольно-вимірювальних приладів в програмі EWB.

Панель контрольно-вимірювальних приладів (Instruments) знаходиться над полем робочого вікна програми EWB і містить цифровий мультиметр, функціональний генератор, двохканальный осцилограф, вимірювач амплітудно-частотних та фазочастотних характеристик:

Рис.1. Панель Instruments програми EWB

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Амплітудно-частотною характеристикою (АЧХ) називається залежність коефіцієнта підсилення електронного пристрою від частоти вхідного сигналу $К_U = U_{вих}/U_{вх} = F(f)$.

Якщо підсилювач містить n каскадів, тоді коефіцієнт підсилення складе $Кп = К_{п1}×К_{п2}× К_{пі}× К_{пп}$.

Тут Кп - коефіцієнт підсилення багатокаскадного підсилювача.

При великій кількості каскадів коефіцієнт підсилення виходить занадто громіздким і незручним для практичного використання. Більш зручно розраховувати на практиці коефіцієнти підсилення в логарифмічних одиницях - децибелах. Зв'язок лінійних і логарифмічних одиниць досить простий:

$$К_P(дб)=10lgК_P; \quad К_{u,I}(дб)=20lgК_{U,I.}$$

При цьому коефіцієнт підсилення багатокаскадного підсилювача (дБ) визначається як сума коефіцієнтів підсилення окремих каскадів: $К_P(дб)=К_{п1}+К_{п2}+…+К_{пі}+…К_{пп}$.

При побудові графіка АЧХ по осі абсцис відкладається частота f, а по осі ординат відношення амплітуд вихідного і вхідного сигналів системи. Зазвичай для частоти використовується логарифмічний масштаб, так як досліджуваний діапазон частот може змінюватися в досить широких межах (від одиниць до мільйонів Гц).

Фазочастотною характеристикою (ФЧХ) називають залежність різниці фаз між вихідним і вхідним сигналами від частоти сигналу.

Загальний порядок роботи з приладами такий: іконка приладу за допомогою миші переноситься на робоче поле и підключається проводами до досліджуваної схеми. Для приведення приладу в робочий (розгорнутий) стан треба двічі клацнути курсором по його іконці або викликати його контекстне меню та вибрати пункт Open .

Осцилограф (Oscilloscope)

Опис осцилографа. Лицьова панель осцилографа.

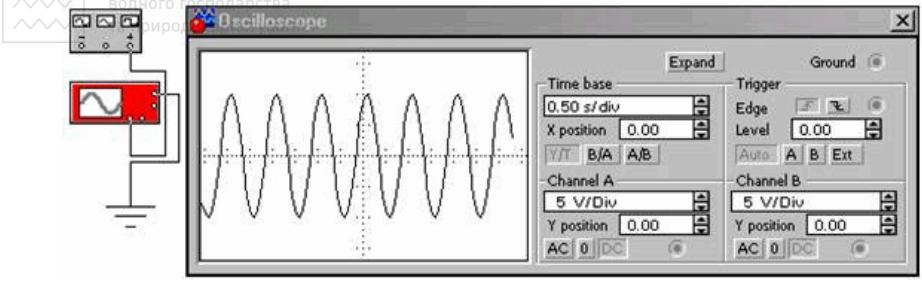


Рис. 2. Лицьова панель осцилографа

Осцилограф має два канали (Channel) A та B з роздільним регулюванням зміщення по вертикалі (Y-position). Вибір режиму за входом здійснюється натисканням кнопок AC, 0, DC. Режим AC призначений для спостереження тільки сигналів змінного струму (режим “закритого входу”, оскільки на вході підсилювача вертикального відхилення осцилографа включається роздільний конденсатор). В режимі 0 вхідний контакт замикається на землю. В режимі DC (за мовчазною згодою) можна виконувати осцилографічні вимірювання як постійного, так і змінного струму (режим “відкритого входу”, так як вхідний сигнал надходить на вхід вертикального підсилювача безпосередньо).

Режим розгортки вибирається кнопками Y/T, B/A, A/B. В режимі Y/T (звичайний режим, за мовчазною згодою) реалізується наступний режим розгортки: по вертикалі – напруга сигналу Y, по горизонталі – час T; в режимі B/A : по вертикалі – сигнал каналу B, по горизонталі – сигнал каналу A; в режимі A/B: по вертикалі - сигнал каналу A, по горизонталі – сигнал каналу B.

В режимі розгортки Y/T тривалість розгортки (Timebase) може бути задана в діапазоні від 0,1 нс/поділку (ns/div) до 1 с/поділ (s/div) з можливістю встановлення зміщення в тих же одиницях по горизонталі, тобто по осі X (X position).

В режимі Y/T передбачено також ждучий режим Trigger із запуском розгортки (Edge) по передньому або задньому фронту запускаючого сигналу при регульованому рівні (Level) запуску, а також в режимі Auto, від канала A, від канала B або від

Національний університет водного господарства

зовнішнього джерела (Ext), що підключається до затискача в блоці керування (Trigger). Названі режими запуску розгортки вибираються кнопками : AUTO, A, B, EXT.

Можна встановити режим одноразової розгортки через системне меню Analysis, опція Analysis Options на закладці Instruments встановити прапорець “Pause after each screen”. Для режиму неперервної розгортки – вимкнути прапор “Pause after each screen”. В програмі EWB за мовчазної згоди встановлено режим неперервної розгортки.

Сполучним проводам можна задати колір. Для цього треба виділити потрібний дріт, клацнути правою кнопкою миші та з контекстного меню виберати пункт Wire Properties (Властивість проводів), та вказати потрібний колір виділеному проводу. Заземлення осцилографа здійснюється за допомогою клеми Ground в правому верхньому куті приладу.

При натисканні кнопки Expand лицьова панель осцилографа суттєво змінюється (Рис. 3.).

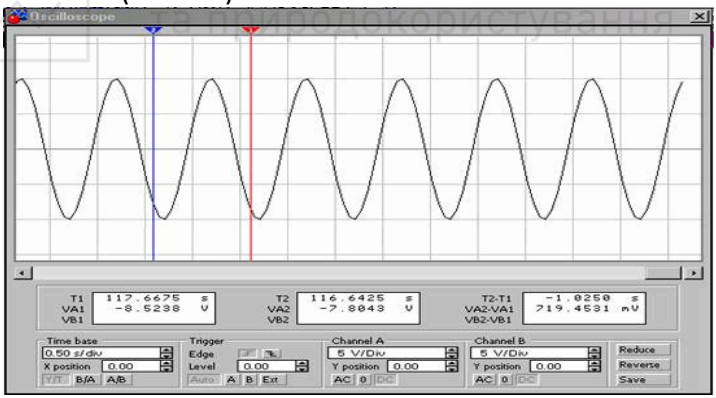


Рис. 3. Лицьова панель осцилографа в режимі EXPAND

Збільшується розмір екрану, з'являється можливість прокрутки зображення по горизонталі і його сканування за допомогою вертикальних візирних ліній (синього і червоного кольорів), які за вушка можна встановити в будь-яке місце екрану, при цьому в індикаторних віконцях під екраном наводяться

Національний університет
водного господарства
та природокористування

результати вимірювання напруги, часових інтервалів і їх збільшень (між візирними лініями).

Зображення можна інвертувати натисканням кнопки Reverse і записати дані у файл натисканням кнопки Save. Повернення до початкового стану осцилографа - натисканням кнопки Reduce.

2. Порядок виконання роботи

1. Запустити програму EWB.

2. На панелі контрольно-вимірювальних приладів (Instruments) вибрати осцилограф і розташувати його на робочому полі.

3. Встановити режим однократної розгортки - “Pause after each screen”.

4. Підключити джерело імпульсів (бібліотека компонентів Sources) з параметрами за замовчуванням 50%, 1 кГц, 5В.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

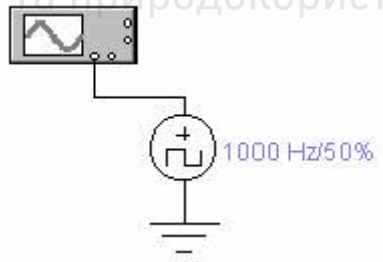


Рис. 4. Схема вимірювання параметрів імпульсних сигналів.

5. Виміряти амплітуду та період імпульсів, обчислити скважність імпульсів $s=T/t_{И}$. Осцилограф включити в режимі однократної розгортки Y/T, синхронізація Auto, вхід DC.

6. Виміряти час наростання і спаду імпульсів. Результати пунктів 4.1. и 4.2. занести в таблицю:

Період Т, [мс]	1	2	0,5	0,25
Амплітуда А, [В]				

Тривалість імпульса t_I, [мкс]				
Скважність s				
Час наростання $T_{НАР.}$, [мкс]				
Час спаду $T_{СПАД}$, [мкс]				

7. Зібрати коло, що містить джерело прямокутних імпульсів та інтегруючий RC ланцюг. До входу кола підключити зеленим проводом канал А осцилографа, до виходу – канал В червоним проводом (Рис. 5.).

8. Визначити тривалість імпульсів, період імпульсів, зарисовати осцилограми, визначити нарастання вихідного сигналу за час тривалості імпульса. Отримані результати занести в таблицю:

Період Т, [мс]	1	2	0,5	0,25
Тривалість імпульсу $T_{ІМП}$, [мкс]				
Наростання вих. сигналу, [В]				

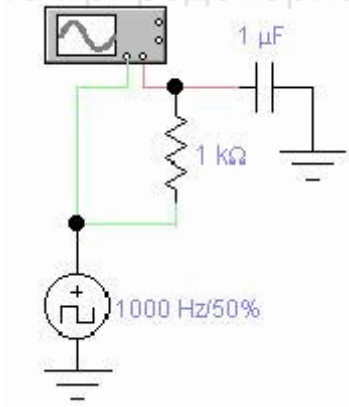


Рис. 5. Схема вимірювання параметрів інтегруючого ланцюга.

9. Замінити джерело прямокутних імпульсів на джерело синусоідальних коливань з параметрами 5В, 1 кГц.

Національний університет водного господарства та природокористування

10. Визначити амплітуду вхідного и вихідного сигналів, коефіцієнт передачі кола на обраній частоті та фазовий зсув.

Амплітуда вхідного сигналу, [В]	1	2	3	5
Амплітуда вихідного сигналу, [В]				
Фазовий зсув j , [мкс]				
Коефіцієнт передачі кола К				

11. Перейти з режиму синхронізації Auto в режим А, потім в режим В. Зарисовати і пояснити отримані осцилограми.

12. Перейти в режим розгортки осцилографа В/А. Зарисовати отриману картину та пояснити результат.

13. Входи осцилографа переключити в режим АС. Перейти в режим безперервної розортки (виключити прапорець «Pause after each screen»), Y/T, синхронізація Auto. Спостерігати за вихідним сигналом протягом декількох циклів розгортки. Пояснити спостережене явище. Чому осцилограма вхідного сигналу не змінюється, хоча обидва входа осцилографа використовуються в однаковому режимі АС?

14. Повторити пункти 8 - 12 на частоті генератора 2 кГц.

15. Замінити інтегруючий ланцюг колом найпростішого випрямляча на (Рис.6.). Використати режим однократної розгортки – "Pause after each screen":

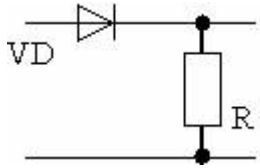


Рис. 6. Схема дослідження однопівперіодного випрямляча.

16. Замалювати осцилограми, визначити максимальну напругу на виході під час позитивної та негативної півхвилі вхідної напруги.

3. Зміст звіту

1. Тема, мета роботи.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

2. Порядок виконання роботи.

3. Результати розрахунків, досліджувані схеми, таблиці з результатами вимірювань.

4. Графіки знятих характеристик, осцилограми напруг.

5. Висновки.

4. Контрольні запитання

1. Що являє собою програма Electronics Workbench?

2. Якими приладами укомплектована програма EWB?.

3. Яким чином вибираються параметри електрорадіокомпонентів програми EWB?.

4. Перелічте типи розгорток осцилографа.

5. Пояснити різницю між режимом AC і режимом DC при спостереженні сигналів на екрані осцилографа.

6. Пояснити хід променів осцилографа в режимі Y/T.

7. Пояснити хід променів осцилографа в режимі B/A.

8. Пояснити хід променів осцилографа в режимі A/B.

9. Яким чином встановлюється швидкість розгортки осцилографа.

10. Чим відрізняється вигляд екрана осцилографа в нормальному та EXPAND режимах?

11. Пояснити принцип вимірювання часових інтервалів по екрану осцилографа (період імпульсів, частота сигналу, тривалість фронту імпульсів, тривалість паузи між імпульсами, і т.і.)

12. Що називають скважністю імпульсів?

13. Яким чином виміряти амплітуду гармонічного або імпульсного сигналу?

14. Чого під час негативної півхвилі на виході залишається деяка напруга, хоча діод закритий, а під час позитивної півхвилі вихідна напруга завжди менше вхідної?

3. Лабораторна робота №2

Тема. "Дослідження напівпровідникових приладів

Мета роботи: експериментальне вивчення функціональних властивостей напівпровідникових елементів електроніки.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

1. Порядок виконання роботи

1. Запустіть програму EWB 5.12

2. Зберіть схему для дослідження параметрів напівпровідникових діодів.

3. З бібліотеки компонентів джерел живлення Sources на поле помістіть джерело заданої напруги і заземлення – .

4. З бібліотеки пасивних елементів Basic на поле розмістити постійний резистор , підлаштовувальний резистор і ключ .

5. З бібліотеки індикаторних пристроїв Indicators розмістити амперметри та вольтметри .

6. З бібліотеки Diodes на поле викласти діод .

7. З'єднайте всі компоненти за схемою (Рис.7.). Встановіть необхідні параметри компонентів:

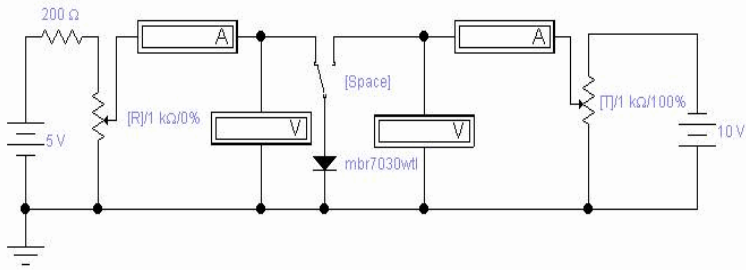


Рис. 7. Схема дослідження напівпровідникових діодів.

8. Зняти вольтамперні характеристики діода. Для цього змінюючи значення змінних резисторів від 10% до 100% через інтервал 10% Збільшення можна виконувати натисканням клавіші

Національний університет
водного господарства
та природокористування
«R», зменшення - «Shift + R». Крок збільшення / зменшення можна задати.

9. Дослідити пряму гілку діода. Для перемикання ключа використовується клавіша Space (Пропуск).

10. Дослідити зворотню гілку вольт-амперної характеристики (ВАХ) діода.

11. Отримані дані занести в таблицю 1 (точність вимірювання – два знаки після коми).

Таблиця 1. Результати дослідження діода.

Пряма гілка		Зворотня гілка	
U, мВ	I, мА	U, В	I, мкА

Національний університет
водного господарства
та природокористування

12. Побудуйте графік вольтамперної характеристики.

13. Змініть температуру роботи діода (для цього клацніть два рази на діоді і у вікні «Diode Properties» виберіть закладку «Analysis Setup» встановіть температуру рівну 60 ° C) і повторіть пункти 1.3. і 1.4.

14. Зібрати схему для дослідження параметрів стабілітрона (Рис. 8). Схема аналогічна схемі дослідження параметрів напівпровідникових діодів. З бібліотеки Diodes на робоче поле помістити стабілітрон.

15. Зняти вольт-амперні характеристики стабілітрона, змінюючи значення змінного резистора від 0% до 100% через інтервал 20%:

Національний університет
водного господарства
та природокористування

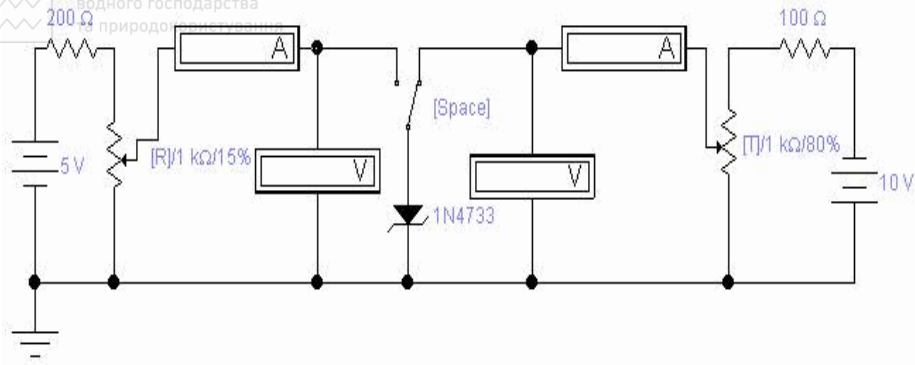


Рис. 8. Схема дослідження напівпровідникових стабілітронів.

16. Дослідити пряму гілку ВАХ стабілітрона. Для перемикання ключа використайте клавішу "Пробіл" (Space).

17. Дослідити зворотню гілку ВАХ стабілітрона.

18. Отримані дані занести в таблицю 2. (точність вимірювань – два знаки після коми):

Таблиця 2. ВАХ стабілітрона.

Пряма гілка		Зворотня гілка	
U, мВ	I, мА	U, В	I, мА

19. Побудувати графік ВАХ стабілітрона.

20. Змінити температуру роботи стабілітрона та повторити пункти 2.2. та 2.3.

21. З бібліотеки транзисторів Transistors розмістити на поле p-n-p транзистор . Зібрати схему для дослідження параметрів транзистора (Рис.9):

Національний університет
водного господарства
та природокористування

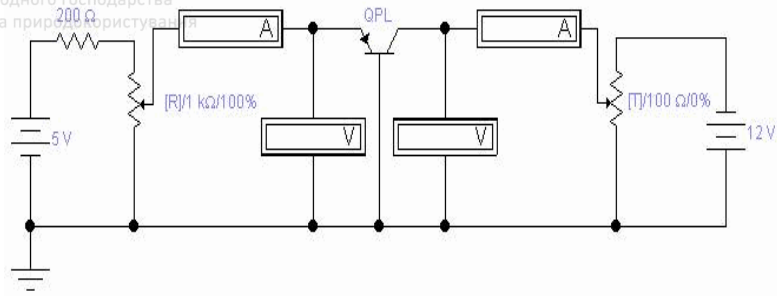


Рис. 9. Схема дослідження параметрів біполярного транзистора.

22. Зняти сімейство вхідних і вихідних характеристик біполярного транзистора, змінюючи значення змінного резистора от 0% до 100% через інтервал 20%. Отримані дані записати в таблицю 3 (точність вимірювання два знака після коми):

Таблиця 3. Результати вимірювань параметрів транзистора.

	Uкб=12 В (R2=100%)	Uкб=7,2 В (R2=60%)	Uкб=2,4 В (R2=20%)	Uкб=0 В (R2=0%)	
Iэ=19,69 мА (R1=100%)					
Iэ=9,35 мА (R1=80%)					
Iэ=3,24 мА (R1=40%)					
Iэ=0 мА (R1=0%)					
	Iк, мА	Iк, мА	Iк, мА	Iк, мА	Uэб, мВ

23. Побудувати графіки вхідних та вихідних характеристик транзистора: $I_Э=f(U_{ЭБ})$ при $U_{КБ}$=const, $I_К=f(U_{КБ})$ при $I_Э$=const.

24. По характеристиках транзистора визначити його параметри $h_{11б}$ и $h_{21б}$ при Uкб=0 В и Iэ = 3,24 мА.

25. Змінити температуру роботи транзистора і повторити пункти 22 та 23.

2. Зміст звіту

1. Тема, мета роботи.
2. Порядок виконання роботи.

Національний університет водного господарства та природокористування

3. Результати розрахунків, досліджувані схеми, таблиці з результатами вимірювань.

4. Графіки знятих характеристик, осцилограми напруг.

5. Рішення завдання п. 24.

3. Контрольні запитання

1. Вкажіть означення напівпровідникового діода.

2. Яка гілка ВАХ діода називається робочою?

3. В чому принципова різниця між діодом та стабілітроном?

4. Замалюйте принципову схему найпростішого параметричного стабілізатора напруги.

5. Дайте означення вхідних та вихідних характеристик транзистора для схеми із спільним емітером.

6. Вказати основну властивість напівпровідникового діода.

7. Яка гілка ВАХ діода називається прямою?

8. Яка гілка ВАХ діода називається зворотньою?

9. Який параметр діода визначається за зворотньою гілкою ВАХ?

10. Вкажіть основні параметри напівпровідникового діода, за якими доцільно вибирати потрібний діод.

11. Завдяки чому вихідна напруга параметричного стабілізатора залишається практично незмінною при зміні струму навантаження.

12. Запишіть рвіняння залежності вихідної напруги стабілізованого випростувача від струму навантаження.

4. Лабораторна робота №3

Тема. Дослідження випростувачів змінної напруги

Мета роботи: опанування схем та властивостей найпростіших випростувачів змінної напруги.

1. Порядок виконання роботи

1. Запустити програму Electronics Workbench 5.12.

2. Зберіть схему однопівперіодного випростувача (Рис.10.):

Національний університет
водного господарства
та природокористування

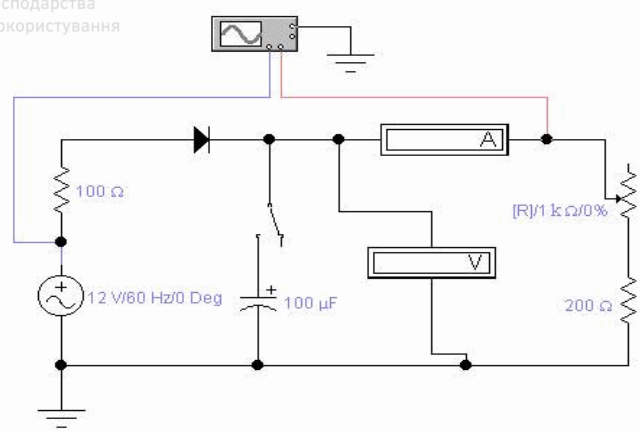


Рис. 10. Схема для дослідження однопівперіодного випростувача.

3. Підключити осцилограф до досліджуваної схеми таким чином: до каналу А зеленим кольором вхідну величину – змінну напругу від генератора, до каналу В червоним кольором вихідну величину (випрямлену напругу). Налаштувати параметри розгортки осцилографа таким чином, щоб на екрані спостерігалось до 10 повних коливань змінної напруги.

4. Зарисувати осцилограми напруг в каналах А та В різними кольорами (лініями) на одному графіку U = f(t) з вказанням масштабів часу та напруги.

5. Змінюючи величину резистора навантаження R від 100% до 10% (шаг зміни 10 %) зняти зовнішню характеристику однопівперіодного випростувача без фільтру $U_н = f(I_н)$. Результати записати в таблицю 4.

Таблиця 4 Зовнішня характеристика однопівперіодного випростувача.

$I_н$										
$U_н$										

6. Залежність $U_н = f(I_н)$ зобразити у вигляді графіка (Рис.11).

7. За допомогою ключа підключити в схему випростувача ємнісний фільтр (Рис.10).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рис. 11. Зовнішня характеристика однопівперіодного випростувача $U_н = f(I_н)$.

8. Налаштування приладів залишити від попереднього експерименту. Замалювати осцилограми вхідної та вихідної напруг.

9. Повторити вимірювання п. 2.4. для випростувача з фільтром.

10. Результати вимірювань занести в таблицю 2 (точність вимірювань – два знаки після коми):

Таблиця 5 Навантажувальна характеристка випростувача.

$I_н$										
$U_н$										

11. За результатами вимірювань побудувати зовнішню характеристику однопівперіодного випростувача $U_н = f(I_н)$ з фільтром у вигляді графіка (Рис.12).

Рис. 12. Зовнішня характеристика однопівперіодного випростувача з фільтром $U_н = f(I_н)$.

12. Зібрати схему мостового випростувача згідно рис.13. Конденсатор фільтра у відключеному стані.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

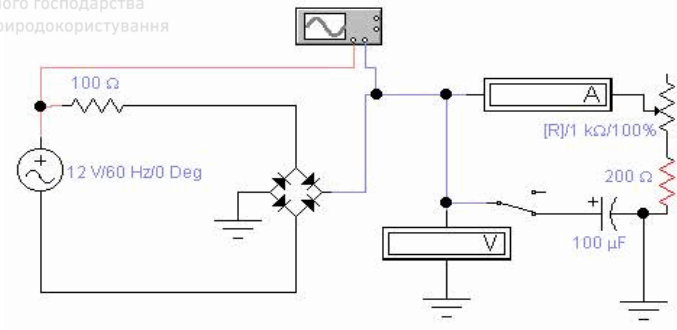


Рис. 13. Схема дослідження мостової схеми випростувача.

13. Зарисувати осцилограми напруг в каналах А та В різними кольорами (лініями) на одному графіку U = f(t) з вказанням масштабів часу та напруги.

14. Змінюючи величину резистора навантаження R від 100% до 10% (шаг зміни 10 %) зняти зовнішню характеристику мостового випростувача без фільтру $U_н = f(I_н)$. Результати записати в таблицю 6.

Таблиця 6. Зовнішня характеристика мостового випростувача.

$I_н$										
$U_н$										

15. За результатами вимірювань побудувати зовнішню (навантажувальну) характеристику мостового випростувача $U_н = f(I_н)$ без фільтру у вигляді графіка (Рис.14).

Рис. 14. Зовнішня характеристика мостового випростувача без фільтру $U_н = f(I_н)$.

16. Зібрати схему мостового випростувача з ємнісним фільтром, підключивши конденсатор фільтра на рис. 13 до схеми за допомогою ключа.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

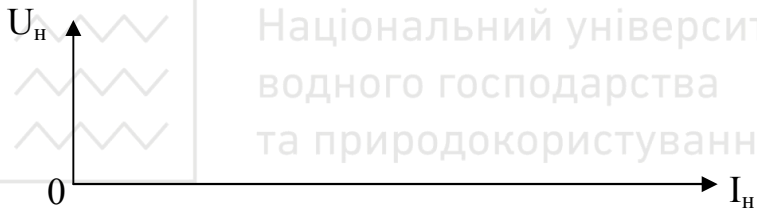
17. Зарисувати осцилограми напруг U = f(t) каналів А та В різними кольорами (лініями) на одному графіку з вказанням масштабів часу та напруги.

18. Змінюючи величину резистора навантаження R від 100% до 10% (шаг зміни 10 %) зняти зовнішню (навантажувальну) характеристику мостового випростувача з фільтром $U_н = f(I_н)$. Результати записати в таблицю 7.

Таблиця 7. Зовнішня характеристика мостового випростувача. з фільтром.

$I_н$										
$U_н$										

19. За результатами вимірювань побудувати зовнішню характеристику мостового випростувача $U_н = f(I_н)$ з фільтром у вигляді графіка (Рис.15).



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рис. 15. Зовнішня характеристика мостового випростувача з фільтром $U_н = f(I_н)$.

20. За результатами проведених вимірювань розрахувати внутрішній опір R_i досліджених схем випростувачів з використанням закону Ома для повного кола:

$$U_н = E_{дж} - R_i \times I_н,,$$

де: $E_{дж}$ графічно визначається з графіка навантажувальної характеристики шляхом його продовження до перетину з віссю напруг до точки з $I_н = 0$А.

2. Зміст звіту

1. Тема, мета роботи.
2. Порядок виконання роботи.

Національний університет водного господарства

3. Досліджувані схеми, результати розрахунків та вимірювань, графіки знятих залежностей.

4. Висновки.

3. Контрольні запитання

1. Що називають випростувачем змінної напруги?

2. Вкажіть призначення вентильного кола випростувача.

3. Яку функцію у випростувачі відіграє конденсатор С?

4. Від чого залежить необхідна ємність конденсатора фільтра випростувача?

5. В чому причина спадання навантажувальної характеристики випростувачів із збільшенням струму навантаження?.

6. Як визначається ЕРС випростувача?

5. Лабораторна робота №4

Тема. Дослідження випростувача з параметричним стабілізатором напруги.

Мета роботи: Дослідити принцип роботи та вплив стабілізатора на значення та форму вихідної напруги мережевих блоків живлення.

1. Порядок виконання роботи

Запустити програму EWB 5.2.

1. Зібрати схему мостового випростувача з ємнісним фільтром та параметричним стабілізатором (Рис. 16). Ємнісний фільтр С відключений.

2. Підключити осцилограф до досліджуваної схеми таким чином: до каналу А зеленим кольором вхідну величину – випростану напругу випростувача, до каналу В червоним кольором вихідну величину - випрямлену напругу на навантаженні. Налаштувати параметри розгортки осцилографа таким чином, щоб на екрані спостерігалось до 10 повних коливань змінної напруги.

3. Замалювати часові діаграми напруг в каналах А та В дотримуючись масштабів часу та напруги на графіках (Рис. 17.)

Національний університет
водного господарства
та природокористування

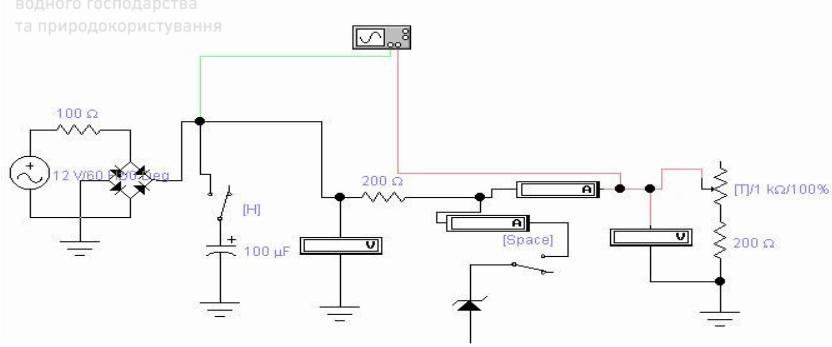


Рис. 16. Мостовий випростувач з параметричним стабілізатором.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рис. 17. Осцилограми напруг при відключених фільтрі і стабілізаторі $U_н = f(I_н)$.

4. Дослідити зміну напруг на вході стабілізатора та на навантаженні при зміні струму в ньому при вимкненому стабілітроні. Для цього підключити до схеми випростувача конденсатор фільтра (при відключеному стабілітроні) і шляхом зміни опору навантаження від 100% до 20% заміряти залежність напруги на навантаженні від струму навантаження. Пояснити причини зміні напруги при зміні струму в навантаженні.

5. Дослідити зміну напруг на вході стабілізатора та на навантаженні при зміні струму в ньому (при увімкненому стабілітроні). Результати вимірювань струмів та напруг на навантаженні при включеному конденсаторі та стабілітроні занести в таблицю 8 (точність вимірювань – два знака після коми):

Національний університет водного господарства та природокористування

Таблиця 8 Результати досліджень параметричного стабілізатора напруги.

R, Ом	Стабілітрон відключений		Стабілітрон включений	
	$I_{нав}$, мА	$U_{нав}$, В	$I_{нав}$, мА	$U_{нав}$, В
1200 (100%)				
1000 (80%)				
800 (60%)				
600 (40%)				
400 (20%)				
200 (0%)				

6. Замалювати осцилограми і побудувати графік зовнішноьї характеристики стабілізованого випростувача. При дослідженні характеристик звернути увагу на покази вольтметрів, що вимірюють напругу на вході стабілізатора та на стабілітроні пояснити результати перерозподілу напруг.

7. Відключити конденсатор фільтра, замалювати осцилограму вихідної напруги и пояснити форму напруги на навантаженні.

Національний університет водного господарства та природокористування

2. Зміст звіту

1. Тема, мета роботи.
2. Порядок виконання роботи.
3. Результати розрахунків, досліджувані схеми, таблиці з результатами вимірювань.
4. Графіки знятих характеристик, осцилограми напруг.
5. Висновки.

3. Контрольні запитання

1. Дайте означення напівпровідникового стабілітрона.
2. В чому принципова відміна стабілітрона від напівпровідниковго діода?
3. Яка гілка ВАХ стабілітрона є робочою? Чому?
4. Вкажіть причину використання стабілізованої напруги для живлення електронних пристроїв.
5. Що називається динамічним опором стабілітрона?

6. Від чого залежить якість напівпровідникового стабілітрона?

7. Записати рівняння зовнішньої характеристики стабілізованого джерела живлення.

8. Поясніть призначення елементів схеми параметричного стабілізатора напруги.

9. Яким повинно бути значення вхідної напруги стабілізатора, щоб забезпечити стабілізоване значення вихідної напруги?

6. Лабораторна робота №5

Тема. Дослідження роботи випростувача з компенсаційним стабілізатором напруги.

Мета роботи: Дослідити принцип роботи та вплив компенсаційного стабілізатора на величину та форму вихідної напруги мережевих блоків живлення.

1. Порядок виконання роботи

1. Запустити програму EWB 5.2.
2. Дослідження компенсаційного стабілізатора.

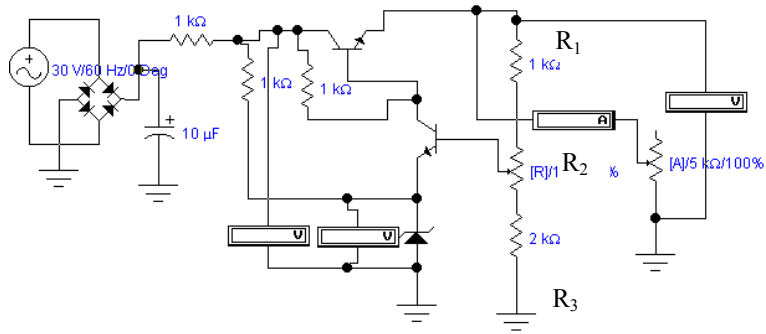


Рис.18. Схема мостового випростувача з компенсаційним стабілізатором.

3. Зібрати схему мостового випростувача з ємнісним фільтром та компенсаційним стабілізатором (Рис. 18). Ємнісний фільтр С відключений.

Національний університет водного господарства та природокористування

4. Підключити осцилограф до досліджуваної схеми таким чином: до каналу А зеленим кольором вхідну величину – випростану напругу випростувача, до каналу В червоним кольором вихідну величину - випрямлену напругу на навантаженні. Налаштувати параметри розгортки осцилографа так, щоб на екрані спостері-галось до 10 повних коливань змінної напруги.

5. Замалювати часові діаграми напруг в каналах А та В дотримуючись масштабів часу та напруги на графіках (Рис. 19.)

Рис. 19. Осцилограми напруг при відключених фільтрі і стабілізаторі $U_н = f(t)$.

Національний університет водного господарства та природокористування

6. Дослідити залежність напруг на вході стабілізатора та на навантаженні від струму навантаження при середньому положенні движка потенціометра R_2. Результати вимірювань (з точністю 2 знака після коми) занести в таблицю 9.

Таблиця 9. Навантажувальна характеристика випростувача

$R_{НАВ}$, кОм	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5
$I_{нав}$, мА										
$U_{нав}$, В										

При дослідженні залежності звернути увагу на показники вольтметрів, що вимірюють напругу на вході стабілізатора та на стабілітроні. Пояснити розподіл напруг на елементах схеми (Рис. 18).

7. Побудувати графік зовнішньої характеристики стабілізованого випростувача (Рис.18).

8. Для визначення впливу величини опорної напруги стабілізатора, що знімається з подільника напруги (R1, R2, R3) в базу керуючого транзистора, необхідно змінити положення движка потенціометра до нижнього по схемі положення і зняти

Національний університет
водного господарства
та природокористування

зовнішню характеристику, а потім повторити експеримент при верхньому положенні движка. Всі три характеристики побудувати в одній системі координат (Рис.20.).

Рис.20. Зовнішня характеристика стабілізованого випростувача.

2. Зміст звіту

1. Тема, мета, порядок виконання роботи.

2. Досліджувані схеми та результати досліджень (таблиці, графіки, осцилограми).

3. Якісний опис отриманих результатів (висновки).

3. Контрольні запитання

1. Призначення елементів схеми.

2. Яку функцію виконує в схемі стабілітрон?

3. Вкажіть призначення подільника напруги R1, R2, R3.

4. Пояснити наслідки переміщення движка потенціометра R2 вище та нижче середнього положення.

5. Як змінюється напруга на стабілітроні при зміні величини випрямленої напруги?

6. Як змінюється положення робочої точки транзистора VT2 при переміщенні движка потенціометра?

7. Як змінюється режим роботи стабілізатора при переміщенні движка навантаження?

8. Як змінюється режим роботи стабілізатора при переміщенні движка потенціометра R2?

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Література

1. Алексенко А.Г., Шагурин И.И. Микросхемотехника - М.: Радио и связь, 1990, 496с.

2. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники - М.: Мир, 1998, 704с.

3. Скаржепа В.А., Новацкий А.А., Сенько В.И. Электроника и микросхемотехника - М.: Вища школа, 1989, 279с.

4. Алексеенко А.Г., Колом бет Е.А., Стародуб Г.И. Применение прецизионных аналогових мікросхем/ А.Г. Алексеенко, Е.А. Колом бет, Г.И. Стародуб. – 2-е узд., перераб. и доп.- М.: Радио и свіязь, 1985. – 256с.

5. ДСТУ 3008-95 Державний стандарт України. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. К.: Держстандарт України, 1995. - 38 с.

Національний університет
водного господарства
та природокористування