

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи №4
«Дослідження характеристик тиристорів»
з дисципліни «Схемотехніка зварювального обладнання»
спеціальності 131 «Прикладна механіка» всіх форм
навчання

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи №4 «Дослідження характеристик тиристорів» з дисципліни «Схемотехніка зварювального обладнання» спеціальності 131 «Прикладна механіка» всіх форм навчання/ Укл. Ю.М. Савонов, – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2023. – 11 с.

Укладач: Ю.М. Савонов, канд. техн. наук, доц.;

Рецензент: І.М.Білоник, канд. техн. наук, доц.;

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено

на засіданні кафедри ІТЗ та МК

Протокол № 01 від 13.09.2023

Рекомендовано до видання

НМК ІФФ

Протокол № 2 від 10.10.2023

Мета роботи - ознайомитися з будовою тиристорів та методикою їх дослідження, зняти їх вольтамперні характеристики.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Тиристорами називаються багатошарові напівпровідникові пристрої з шарами електронної та діркової провідності, які передуються (Рис. 1.1).

Зовнішні шари p_1 та p_2 називаються емітерними, середні-базами. Одна з баз: (звичайно n -база) значно ширша за іншу (p -базу) і має більш низьку концентрацію примісних атомів. Тиристор має два стійкі стани рівноваги: прилад закрито та прилад відкрито. Для переведення тиристора з закритого стану у відкритий, при позитивному, відносно катода потенціалі на аноді, до однієї з баз пристрою необхідно подати позитивний, відносно катода, імпульс струму. Управляючий електрод (УЕ) підключають до p -бази, тому що чутливість тиристора по вузькій p -базі більш висока, порівнянно з широкою n -базою.

Живляча напруга подається на тиристор таким чином, щоб переходи П1 та П3 були відкриті, а перехід П2 зачинено. Опори відчинених переходів незначні, тому живляча напруга U_a , прикладена до закритого переходу П2, який має високий опір. Таким чином струм тиристора малий.

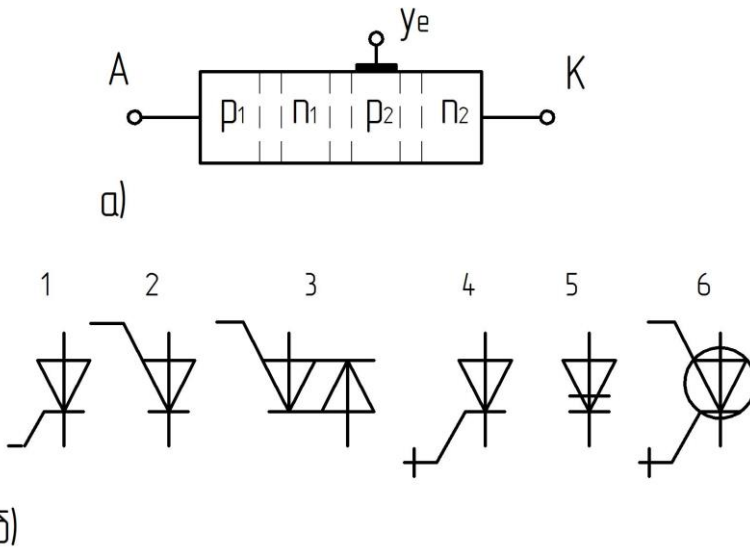
При підвищенні напруги U_a струм тиристора збільшується незначно доти, доки напруга U_a не наблизиться до критичного значення.

Упр. п - напруга прямого пробую. Після цього відбувається лавинне збільшення числа носіїв заряду за рахунок лавинного множення носіїв у переході П2 рухаючимися електронами та ділками.

При збільшенні числа носіїв струм у переході П2 швидко зростає, падіння напруги на резисторі R а збільшується, напруга на тиристорі падає. Процес лавинного збільшення

числа носіїв заряду закінчується пробоем переходу П2. Після пробоем напруга на тиристорі знижується до $0,5 \dots 1,0$ В. При подальшому збільшенні ЕРС джерела живлення E_a або зменшенні опору резистора R_a струм у пристрої збільшується відповідно до вертикальної ділянки вольт-амперної характеристики.

Такий пробой не викликає зруйнування переходу П2. Час відновлення цього переходу після зняття живлячої напруги звичайно складає $t_{відн} = 10 \dots 30$ мкс.



- 1- тиристор з управлінням по катоду;
- 2- тиристор з управлінням по аноду;
- 3- симетричний тиристор;
- 4- зачиняємий тиристор;
- 5- діністор;
- 6- фототиристор.

Рисунок 1.1 - Схематичне (а) та графічне (б) зображення тиристора

2 ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ ТИРИСТОРІВ

Головні статичні параметри тиристорів визначають по його вольт-амперній характеристиці.

1. Прямий струм I - середня сила струму який проходить крізь відчинений тиристор та викликає його нагрів, який допускається при певних умовах охолодження;

2. ΔU_a - пряме падіння напруги на тиристорі при силі струму, яка дорівнює I_a .

3. $U_{пр. п}$ - напруга перемикавання – амплітудне значення прикладеного до замкненого тиристора прямої напруги, підвищення якого викликає вимкнення пристрою.

4. $I_{ут}$ -струм утримання - мінімальний прямий струм ввімкненого тиристора при розімкнутому ланцюгу управління, при більш низьких значеннях якого тиристор вимикається. Ця сила струму досягається шляхом зменшення напруги живлення та збільшення опору навантаження.

Струм утримання $I_{ут}$ дорівнює струму ввімкнення I_a та визначає мінімальне навантаження на тиристор.

Тиристори набули широкого застосування у перетворювачах, релейних та комутаційних пристроях. По способу підключення та роботи тиристори поділяються на: зачіняємі, симетричні, фото, високочастотні.

2.1 Зачіняємі тиристори

Від звичайного тиристора цей пристрій відрізняється тим, що ділянки p_1 та n_1 з'єднані зі спільним омічним анодним контактом. При такому з'єднанні структура може вмикатися при подачі позитивного імпульса управління та вимикатися поверненням до непровідного стану, при подачі негативного імпульса управління на той самий управляючий електрод.

Зачіняючу здібність звичайно характеризують коефіцієнтом підсилення по струму вмикання:

$$K_{\text{вим}} = I_a / I_y^{(-)} = \alpha_1 / (\alpha_1 + \alpha_2 - 1) \quad (2.1)$$

Де α_1 та α_2 – коефіцієнти передачі струму;
 $I_y^{(-)}$ – мінімальний струм в ланцюгу управління,
 необхідний для вимикання;
 I_a – критичне значення анодного струму

Недоліком є мале значення $K_{\text{вим}}$ та велике падіння напруги $U_{a.n.}$

2.2 Симетричні тиристори

Мають в основі п'ятишарову структуру п-р-п-р-п-типу з чотирьма р-п переходами. Така п'ятишарова структура є фактично двома чотирьохшаровими структурами, які ввімкнені паралельно, але орієнтованими у різних напрямках.

2.3 Фототиристори

Від звичайного відрізняються тим, що у його корпусі є вікно для освітлення структури світловим потоком.

Таким чином, фототиристор можна вмикати як світловим потоком, так і подачею імпульса на управляючий електрод. Застосовуються вони в тому випадку, коли необхідна ізоляція між управляючим сигналом та силовим ланцюгом.

3 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РОБОТИ

1. Ознайомитися зі схемою лабораторного стенду (Рис. 3.1).

2. Зняти данні та побудувати вольт-амперні характеристики тиристора для декількох значень струму управляючого електрода:

$I_a = f(U_a)$, при $I_y = 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2 \text{ мА}$.

3. Зняти та побудувати вольт-амперну характеристику управління тиристора $I_y = f(U_y)$ при $U_a = 0$.

4. По вольт-амперній характеристиці визначити головні параметри тиристора.

4 ЗМІСТ ЗВІТУ

У звіті по лабораторній роботі вказують її назву, мету, методику проведення, результати, що занесені у вигляді таблиць, малюнків, графіків, схема лабораторного стенду, та загальні висновки.

5 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

- 5.1 Поясніть принцип дії тиристора.
- 5.2 Поясніть особливості вольт-амперної характеристики тиристора.
- 5.3 Назвіть засоби управління тиристорами.
- 5.4 Поясніть призначення управляючого електрода у тиристорі та його вплив на ВАХ.
- 5.5 Чим визначається час ввімкнення тиристора?
- 5.6 Чим визначається час відновлення перемикаючих властивостей тиристора (час вимкнення)?
- 5.7 Назвіть головні параметри тиристора.
- 5.8 Вкажіть засоби переводу тиристора з відкритого положення до закритого.
- 5.9 Чим характеризують зачиняючу здібність тиристора?
- 5.10 Які недоліки мають зачиняємі тиристори?
- 5.11 Які властивості роботи симетричного тиристора?
- 5.12 У яких режимах працює фототиристор?

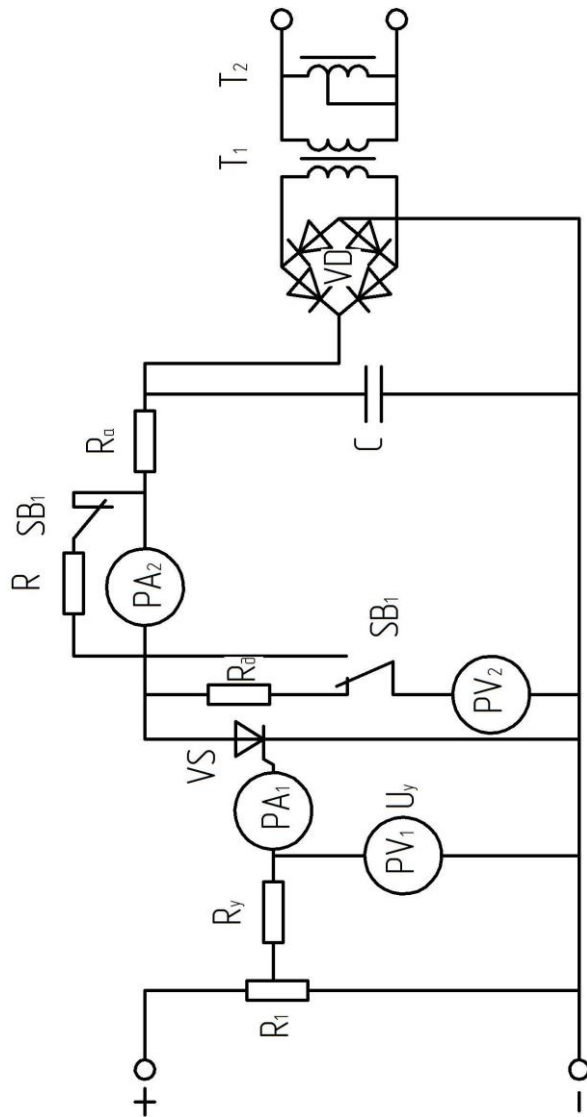


Рисунок 3.1 – Схема лабораторного стенду

ЛІТЕРАТУРА

1. Промислова електроніка [Текст] : робоча програма, метод. вказ. та контр. завдання для заоч. форми навчання спец. 6.010100(31) – Проф. навчання. Автоматизація технологічних процесів хім. виробництв / Укр. інж.-пед. акад. ; уклад. О. О. Шевченко, В. І. Борзенко. – Х. : [б. в.], 2003. – 200 с.
- 2 Сосков А.Г. Промислова електроніка: Теорія і практикум : підручник для студентів вузів / А.Г.Соколов, Ю.П. Колонтаєвський; за ред.докт.техн.наук, проф. А.Г. Соскова – К.: Каравела, 2013. – 496с.
- 3 Петренко І.А. Основи електроніки та електротехніки: Навч. посібник для дистанційного навчання: у 2 ч. – Ч.2: Основи електроніки. – К.: Університет «Україна», 2006. – 307 с.
- 4 Щерба А.А., Поворознюк Н.І. Електротехніка. Частина II. Електроніка.: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. - К., ТОВ «Наш формат», 2013. – 458 с.
- 5 Електротехніка. Основи електроніки та схемотехніки : дистанційний курс / А.А. Щерба, І.А. Петренко, М.Є. Кучеренко – Київ: УПТО НТУУ «КПІ», 2012. – Режим доступу до курсу : <http://udec.ntu-kpi.kiev.ua/moodle/course/view/php?id=129>.
- 6 Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник для студентів вищ. закл. освіти у 4-х т. Під ред. В.І. Сенька. – Т.1: Елементна база електронних пристроїв. – К.: ТОВ «Видавництво Обереги», 2000. – 300 с.
- 7 Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник для студентів вищ. закл. освіти у 4-х т. Під ред. В.І. Сенька. – Т.2: Аналогові та імпульсні пристрої. – К.: ТОВ «Видавництво Обереги», 2000. – 510 с.

8 Васильєва Л.Д., Медведенко Б.І., Якименко Ю.І.
Напівпровідникові прилади: Підручник. – К.: ІВЦ,
«Видавництво «Політехніка», 2003. – 388 с.