

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

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

2018

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 4
«Дослідження характеристик тиристорів» з дисципліни «Схемотехніка
зварювального обладнання» для студентів спеціальності 131
«Прикладна механіка» всіх форм навчання / Укл.: Ю.М. Савонов,
О.Є. Капустян. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018 – 10 с.

Укладачі: Ю.М. Савонов, канд. техн. наук, доцент

О.Є. Капустян, старш. викладач,

Рецензент: А.О. Шумілов, канд. техн. наук, доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол № 6

від 30.01.2018

Рекомендовано до видання

НМК ІФФ

Протокол № 6

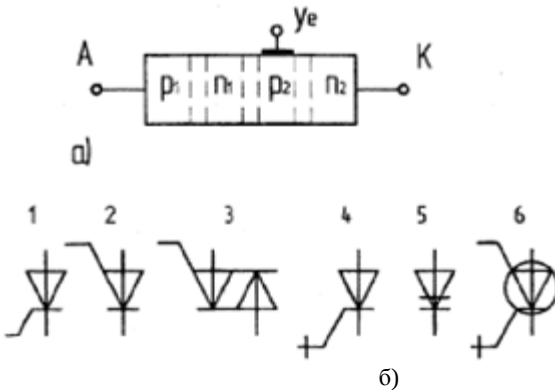
від 13.02.2018

1 МЕТА РОБОТИ

Мета роботи – ознайомитися з будовою тиристорів та методикою їх дослідження, зняти їх вольт-амперні характеристики.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Тиристорами називаються багатошарові напівпровідникові пристрої з шарами електронної та діркової провідності, які чередуються (рис. 2.1).



- б)
1 – тиристор з управлінням по катоду; 2 – тиристор з управлінням по аноду;
3 – симетричний тиристор; 4 – тиристор, що зачіняється; 5 – діністор; 6 – фототиристор

Рисунок 2.1 – Схематичне (а) та графічне (б) зображення тиристора
Діністори - це діодні тиристори, або переключальні діоди, що не керуються.

Тріністори - це керовані переключальні діоди, що керуються.

Сімістори - це симетричні тиристори, тобто тиристори із симетричною ВАХ.

Зовнішні шари p_1 та n_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 відкрито. Для переведення тиристора із закритого стану у відкритий, при позитивному, відносно

катода потенціалі на аноді, до однієї з баз пристрою необхідно подати позитивний, відносно катода, імпульс струму. Керуючий електрод (КЕ) підключають до p -базі, тому що чутливість тиристора по вузькій p -базі більш висока, порівняно 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.

$U_{пр. n}$ – напруга прямого пробую. Після цього відбувається лавинне збільшення числа носіїв заряду за рахунок лавинного множення носіїв у переході П2 рухливими електронами та дірками.

При збільшенні числа носіїв струм у переході П2 швидко зростає, падіння напруги на резисторі R_d збільшується, напруга на тиристорі падає. Процес лавинного збільшення числа носіїв заряду закінчується пробоем переходу П2. Після пробую напруга на тиристорі знижується до 0,5 В – 1,0 В. При подальшому збільшенні ЕРС джерела живлення E_a або зменшенні опору резистора R_d струм у пристрої збільшується відповідно до вертикальної ділянки вольт-амперної характеристики.

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

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

2.1 Основні параметри тиристорів

Головні статичні параметри тиристорів визначають за їх вольт-амперною характеристикою.

1. Прямий струм I – середня сила струму, яка проходить крізь відчинений тиристор та викликає його нагрів, що допускається при певних умовах охолодження.

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

3. $U_{np.n}$ – напруга перемикавання – амплітудне значення прикладеної до замкненого тиристора прямої напруги, перевищення якого викликає вимкнення пристрою.

4. I_{ym} – струм утримання – мінімальний прямий струм ввімкненого тиристора при розімкнутому ланцюзі управління, при більш низьких значеннях якого тиристор вимикається. Ця сила струму досягається шляхом зменшення напруги живлення та збільшення опору навантаження. Струм утримання I_{ym} дорівнює струму ввімкнення I_a та визначає мінімальне навантаження на тиристор.

2.2 Тиристори, що зачиняються

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

Зачиняючу 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 ланцюзі управління, необхідний для вимикання;

I_a – критичне значення анодного струму.

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

2.3 Симетричні тиристори

Мають в основі п'ятишарову структуру $n-p-n-p-n$ -типу з чотирма $p-n$ переходами. Така п'ятишарова структура складається фактично з двох чотиришарових структур, які ввімкнені паралельно, але орієнтовані у різних напрямках.

2.4 Фототиристори

Від звичайних відрізняються тим, що у їх корпусі є вікно для освітлення структури світловим потоком.

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

З КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Поясніть принцип дії тиристора.
2. Поясніть особливості вольт-амперної характеристики тиристора.
3. Назвіть засоби управління тиристорами.
4. Поясніть призначення керуючого електрода у тиристорі та його вплив на ВАХ.
5. Чим визначається час ввімкнення тиристора?
6. Чим визначається час відновлення перемикаючих властивостей тиристора (час вимкнення)?
7. Назвіть головні параметри тиристора.
8. Вкажіть засоби переводу тиристора з відкритого положення до закритого.
9. Чим характеризують здатність тиристора зачиняти?

10. Які недоліки мають тиристори, що зачиняють?
11. Які властивості роботи симетричного тиристора?
12. У яких режимах працює фототиристор?

4 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Ознайомитися зі схемою лабораторного стенду (рис. 4.1).
2. Зняти дані та побудувати вольт-амперні характеристики тиристора для декількох значень струму керуючого електрода:
 $I_a = f(U_a)$, при $I_y = 0$ мА; 0,5 мА; 1,0 мА; 1,5 мА; 2 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.

5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. До виконання лабораторних робіт студенти допускаються після інструктажу з техніки електричної та протипожежної безпеки у лабораторії промислової електроніки, про що обов'язково робиться відповідний запис до журналу реєстрації інструктажів з питань охорони праці.
2. Напруги на доступних для дотику виводах лабораторного устаткування не перевищують допустимих значень у 42 В для змінного струму та 110 В для постійного. Незважаючи на це, оскільки живлення устаткування та вимірювальних приладів здійснюється від мережі 220 В напруги змінного струму, при виконанні робіт не слід доторкатися одночасно до двох одиниць устаткування або приладів, а також до труб центрального опалення та використовувати у якості указок струмопровідні предмети (у т. ч. олівці з графітовим стрижнем).

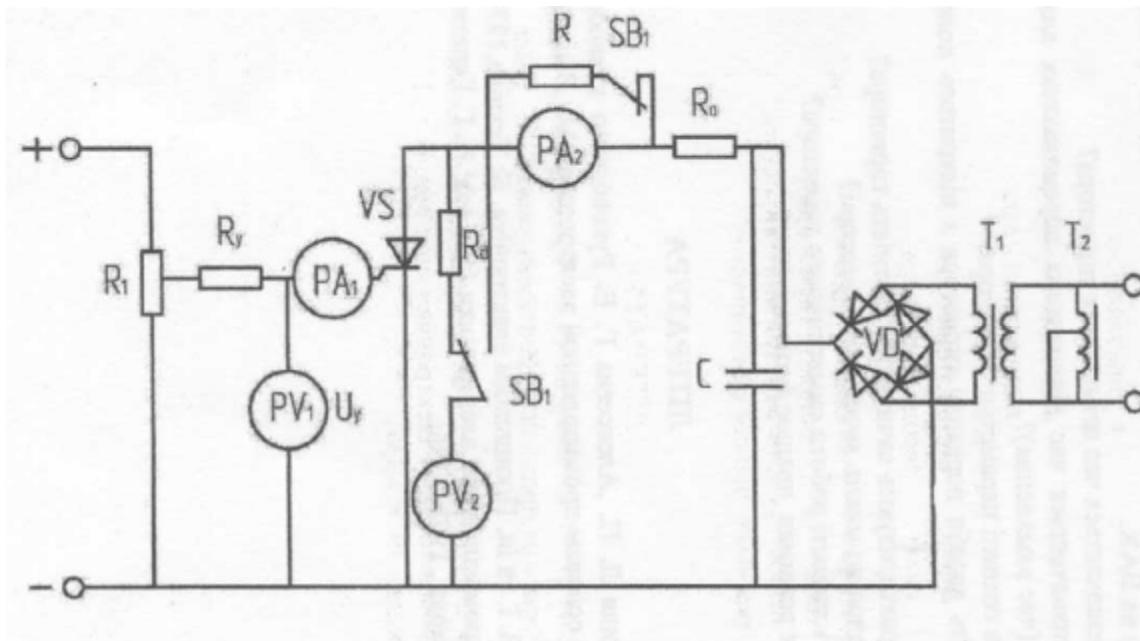


Рисунок 4.1 – Схема лабораторного станду

3. Забороняється розміщувати на робочих місцях одяг та інші особисті речі, що не використовуються для роботи.

4. Забороняється без дозволу викладача переміщуватись на інші робочі місця, покидати робочі місця та межі лабораторії.

5. При виявленні несправності устаткування та вимірювальних приладів або відхилень у роботі, їх необхідно знеструмити і повідомити про це викладачеві.

6. У разі виникнення нещасного випадку необхідно вимкнути живлення лабораторії, надати потерпілому першу допомогу, негайно сповістити викладача.

7. У разі виникнення загоряння у лабораторії необхідно вимкнути живлення лабораторії та загасити полум'я вогнегасником, негайно сповістити викладача.

8. Після закінчення виконання робіт необхідно вимкнути живлення устаткування та вимірювальних приладів, навести лад на робочому місці, сповістити викладача.

6 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Назва, мета.
2. Методика виконання.
3. Схема лабораторного стенду.
4. Результати у виді таблиць, рисунків, графіків.
5. Загальні висновки.

7 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Мелешкина Л.П., Алексеева Г.Г., Фраткина М. Л. Руководство к лабораторным работам по основам промышленной электроники. - М.: Высшая школа. 1977. – 225 с.
2. Руденко В. С., Ромашко В. Я., Трифонов В. В. Промислова електроніка : Підручник - К. : Либідь, 1993. - 432 с.
3. Основы промышленной электроники / Под ред. И. Г.

Герасимова. – М.: Высшая школа, 1978. – 336 с.

4. Москатов Е. А. Электронная техника. – Таганрог, 2004. – 121 с.

5. ДСТУ 3724-98 Прилади напівпровідникові силові. Основні види та характеристики. Терміни та визначення.

6. ГОСТ 2.730-73 Полупроводниковые приборы. Обозначения условные в графических схемах.

7. ДСТУ 3480-96 Прилади напівпровідникові. Загальні технічні вимоги.

8. Евсеев Ю. А., Крылов С. С. Симисторы и их применение в бытовой электроаппаратуре. - М.: Энергоатомиздат, 1990. — 120 с: ISBN 5-283-005534

9. Кублановский. Я. С. Тиристорные устройства. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Радио и связь, 1987. — 112 с. — (Массовая радиобиблиотека. Вып. 1104).

10. Степаненко И. П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. Изд. 4-е, перераб. и доп. — М.: Энергия, 1977. — 672 с.