

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА  
І АРХІТЕКТУРИ

ЕЛЕКТРОТЕХНІКА, ЕЛЕКТРОНІКА ТА МІКРОПРОЦЕСОРНА  
ТЕХНІКА

методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів  
спеціальності 7.090214 “Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні  
машини і обладнання” для денної та заочної форм навчання

### Розділ 3. Е л е к т р о н і к а

Затверджено  
на засіданні кафедри  
Електротехніки та  
електроприводу  
Протокол №20  
від “12” червня 2000р.

Київ 2000

ББК 31.2

Е 45

Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка. Розділ – 3.  
Електроніка: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт / Уклад.: Є.П. Григоровський; І.М. Кравченко; В.Є. Маркевич-Кравченко.-К.: КНУБА, 2000.-18 с.

Призначені для студентів спеціальності 7.090214 “Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні машини і обладнання”. Вміщують: лабораторні роботи до курсу “Електротехніка електроніка та мікропроцесорна техніка” до розділу – 3 “Електроніка”. Складаються з таких розділів: загальні вимоги до виконання лабораторних робіт, техніка безпеки при виконанні лабораторних робіт, рекомендації по оформленню протокола, п’ять лабораторних робіт, додаток з умовними позначеннями у електричних схемах та списку рекомендованої літератури. Наведено такі лабораторні роботи: дослідження напівпровідникових транзисторів, дослідження однокаскадного підсилювача, дослідження однофазного випрямляча, дослідження напівпровідникового тиристора та випробування логічних елементів.

Укладачі: І. М. Кравченко

Рецензент Л.І. Цилюрік

Відповідальний за випуск Є.П. Григоровський  
В авторській редакції

## ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

1. До роботи в лабораторії електротехніки та електроприводу допускаються студенти, які засвоїли відповідні розділи теоретичного курсу.
2. Академічну групу поділяють на окремі бригади по три-чотири студента в кожній.
3. Студентам, які вперше працюють в електротехнічній лабораторії, необхідно ознайомитись з правилами поведінки та техніки безпеки під час виконання лабораторних робіт.
4. Кожний студент у спеціальному журналі дає підписку про те, що він ознайомлений з правилами безпеки проведення робіт в електротехнічній лабораторії.
5. Студенти зобов'язані завчасно підготуватися до наступного лабораторного заняття. Необхідно ознайомитись з інструкцією про виконання лабораторної роботи, заготовити протокол та відповісти самостійно на запитання для самоперевірки.
6. Протокол містить в собі такі пункти: назва лабораторної роботи, ціль лабораторної роботи, схема електрична установки, таблиці спостережень, як результат досліджень - графіки, діаграми та висновки.
7. Студенти мають пред'явити керівникові занять заготовлені протоколи для перегляду та відповісти на запитання для самоперевірки, після чого бригада одержує право приступити до виконання роботи за відповідним стендом. Студенти, які виявилися непідготовленими, до занять не допускаються.
8. Не дозволяється вмикати живлення до перевірки керівником правильності з'єднань приладів та апаратів.
9. У разі будь-яких змін у зібраній схемі, необхідно, щоб перед вмиканням її ще раз перевірів керівник.
10. Кожна робота виконується з приладами, які для неї спеціально призначені. Брати будь-які інші прилади без дозволу керівника або лаборанта заборонено!
11. У разі псування будь-якого приладу студент зобов'язаний негайно повідомити про це керівників.
12. Закінчивши випробування, кожний студент пред'являє для підпису протокол з результатами спостережень, і тільки після цього бригада отримує дозвіл на розбирання схеми. Якщо результати дослідів незадовільні або не пред'явлені керівникові, то роботу вважають невиконаною.
13. Студентів допускають до виконання наступної роботи тільки після того, як вони подадуть окремий звіт про виконану попередню роботу.

## ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Основні правила електробезпеки під час виконання лабораторних робіт такі:

1. Забороняється торкатись оголених струмопровідних частин схеми, що

знаходяться під напругою.

2. Забороняється студентам проводити будь-які ввімкнення на головному розподільному щиті.

3. Після складання схеми і її перевірки, ввімкнення на щиті випробуваного агрегату дозволяється тільки в присутності керівника.

4. Забороняється виконувати будь-які перемикання в схемі, що знаходиться під напругою.

5. Під час роботи агрегатів слід бути дуже обережним: одяг, волосся, проводи і різні речі не повинні торкатися частин, що обертаються.

6. Забороняється ставити або замінювати запобіжники на щитках без дозволу керівника.

7. У всіх випадках виявлення несправного електроустаткування, вимірювальних приладів і проводів треба негайно звертатись до керівника занять.

8. Складання схеми виконувати так, щоб проводи не перетиналися і не натягалися.

9. У випадку ураження струмом негайно застосувати зазначені нижче заходи і викликати лікаря:

а) потерпілого слід негайно відокремити від струмопровідних частин схеми;

б) звільнити потерпілого від одягу, що стискує його;

в) забезпечити доступ свіжого повітря;

г) звільнити приміщення від зайвих людей;

д) не гаючи часу, розімкнути рота потерпілому;

е) якщо язик запав, його треба витягти, взявши носовою хусточкою. Після цього до приходу лікаря безперервно проводити штучне дихання.

10. Усі, хто працює в лабораторії, повинні знати, де знаходиться аптечка з медикаментами, потрібними для першої допомоги.

11. Знати ці правила обов'язково для всіх, хто працює в лабораторії. Після ознайомлення з правилами кожен студент розписується у відповідному журналі. Без такого розпису студента до роботи не допускають.

12. У разі порушення зазначених вище правил з техніки безпеки студента слід усунути від роботи і накласти на нього дисциплінарне стягнення.

#### РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ОФОРМЛЕННЮ ПРОТОКОЛА

1. Відліки і результати вимірювань, добуті під час дослідів, студенти заносять у протокол. Звіт складається настільки докладно, щоб кожний, хто з ним ознайомився, чітко уявляв собі мету поставленої роботи, тип експериментальної установки, методику вимірювань окремих величин, порядок проведення роботи (остаточні результати випробувань згруповані в таблиці й показані графіками, діаграмами), а також ознайомився з висновками, на підставі зроблених експериментальних даних.

2. Складаючи звіти, у формулах і електричних схемах студенти використовують умовні технічні позначення, рекомендовані Держстандартом (додаток).

3. Електричні схеми, векторні діаграми і графіки залежностей треба креслити олівцем за допомогою креслярського приладдя: лінійки, косинця, лекала і циркуля.

4. Протокол складають на окремих аркушах. На першій сторінці вказують: прізвище та ім'я, номер групи, спеціальність, номер та назву лабораторної роботи, на другій сторінці: мету роботи, схему лабораторної установки, таблиці спостережень, графіки, діаграми та висновки.

### Лабораторна робота №1

#### ДОСЛІДЖЕННЯ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ТРАНЗИСТОРІВ

*Мета роботи* – вивчити особливості роботи транзистора у схемі з загальним еміттером, дослідити статичні характеристики і параметри.

##### 1.1. Основні теоретичні положення.

Транзисторами (від англійських слів *transfer resistor* – перетворювач опору) називають напівпровідникові прилади, які вміщують два направлених назустріч *p-p* переходу, які створені на одному кристалі відповідною обробкою. В залежності від порядку чергування шарів з провідністю типу *p* і типу *n*, розрізняють транзистори типу *p-n-p* та *n-p-n*.

Один із зовнішніх шарів, що називається еміттером, інжектуює заряди які є основними носіями струму у приладі. Другий зовнішній шар, який називають колектором, сприймає ці заряди підтримуючи тим самим струм у внутрішньому і зовнішньому колі. Проміжний шар називають – базою, він виконує функції управляючого електрода, тобто регулює величину потоку носіїв заряду і тим самим величину струму, який проходить через транзистор.

Для оцінки роботи транзистора використовують так звані “характеристичні параметри”, які відображають залежність змінних струмів і напруг на вході і виході відповідної схеми вмикання транзистора. До основних “характеристичних параметрів” транзисторів належать:

$$\text{вхідний опір} - R_{\text{вх}} = \frac{\Delta U_{\text{вх}}}{\Delta I_{\text{вх}}};$$

$$\text{вихідний опір} - R_{\text{вих}} = \frac{\Delta U_{\text{вих}}}{\Delta I_{\text{вих}}};$$

$$\text{коефіцієнт підсилення по струму} - K_I = \frac{\Delta I_{\text{вих}}}{\Delta I_{\text{вх}}};$$

$$\text{коефіцієнт підсилення по напрузі} - K_U = \frac{\Delta U_{\text{вих}}}{\Delta U_{\text{вх}}};$$

$$\text{коефіцієнт підсилення по потужності} - K_P = \frac{\Delta P_{\text{вих}}}{\Delta P_{\text{вх}}}.$$

Значення “характеристичних параметрів” залежать від схеми включення транзистора (табл.1.1). Існують три схеми включення транзисторів: з загальним еміттером (ЗЕ), з загальною базою (ЗБ) та з загальним колектором (ЗК).

Таблиця 1.1

Схема включення	Характеристичні параметри				
	$K_U$	$K_I$	$K_P$	$R_{ex}, Ом$	$R_{вих}, Ом$
ЗЕ	$10^2 \div 10^3$	$20 \div 40$	$10^3 \div 10^4$	$20 \div 2000$	$10^4 \div 10^5$
ЗБ	$10^2 \div 10^3$	$< 1$	$10^2 \div 10^3$	$10 \div 10^3$	$10^5 \div 10^6$
ЗК	$< 1$	$20 \div 50$	$20 \div 50$	$10^5 \div 10^6$	$10^2 \div 10^4$

### 1.2. Запитання для самоперевірки.

- 1.2.1. Пояснити принцип дії транзистора типу *p-n-p*.
- 1.2.2. Які бувають схеми включення транзистора?
- 1.2.3. Особливості схеми з ЗЕ.
- 1.2.4. Що таке вихідна характеристика транзистора?
- 1.2.5. Що таке вхідна характеристика у схемі з ЗЕ?
- 1.2.6. Пояснити процес підсилення по струму у схемі з ЗЕ.
- 1.2.7. Як впливає струм бази на вихідну характеристику?
- 1.2.8. Як пов'язані між собою коефіцієнти  $\beta$  і  $\alpha$ ?
- 1.2.9. Як визначити вхідний опір і коефіцієнт підсилення по струму за характеристиками транзистора?
- 1.2.10. Для чого використовують схеми з ЗЕ?

### 1.3. Проведення дослідів.

- 1.3.1. Скласти електричне коло для випробування транзистора (рис.1.1).

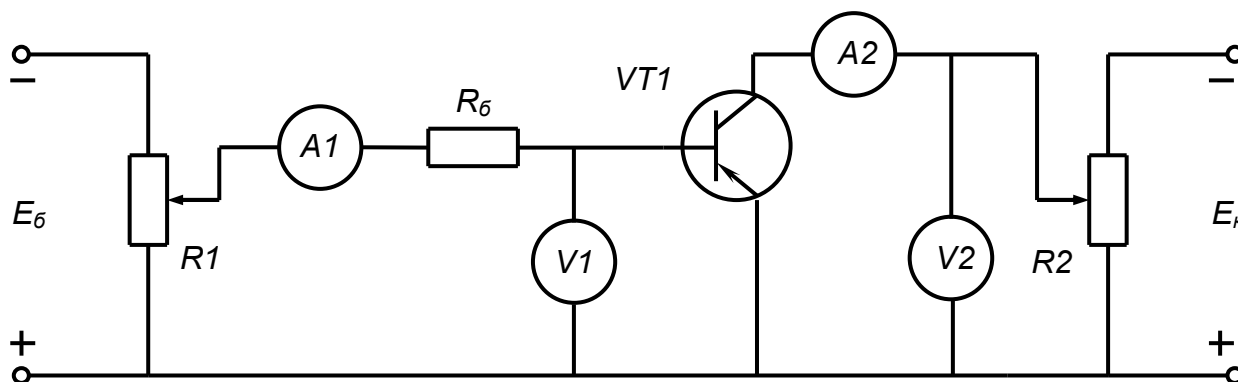


Рис. 1.1. Схема електрична принципова випробування транзистора

- 1.3.2. Зняти вхідні статичні характеристики транзистора  
 $I_B = f(U_{BE})$  при  $U_{KE} = const$  для трьох фіксованих значень  $U_{KE}$ . Отримані дані занести у табл. 1.2.
- 1.3.3. Зняти вихідні статичні характеристики транзистора:

$I_K = f(U_{KE})$  при  $I_B = const$  для трьох фіксованих значень  $I_B$ . Отримані дані занести у табл. 1.3.

Таблиця 1.2

$U_{KE} = \dots$	$I_B, \text{ мкА}$	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
	$U_{BE}, \text{ В}$										
$U_{KE} = \dots$	$I_B, \text{ мкА}$	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
	$U_{BE}, \text{ В}$										
$U_{KE} = \dots$	$I_B, \text{ мкА}$	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
	$U_{BE}, \text{ В}$										

Таблиця 1.3

$I_B = \dots$	$I_K, \text{ мА}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	$U_{KE}, \text{ В}$										
$I_B = \dots$	$I_K, \text{ мА}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	$U_{KE}, \text{ В}$										
$I_B = \dots$	$I_K, \text{ мА}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	$U_{KE}, \text{ В}$										

1.3.4. Побудувати статичні характеристики транзистора.

1.3.5. Для вказаних викладачем точок на статичних характеристиках транзистора визначити коефіцієнт підсилення по струму  $\beta$  і вхідний опір  $R_{ex}$ .

1.3.6. Зробити висновок по результатам досліджень.

### Лабораторна робота №2

#### ДОСЛІДЖЕННЯ ОДНОКАСКАДНОГО НАПІВПРОВІДНИКОВОГО ПІДСИЛЮВАЧА

*Мета роботи* – вивчити роботу однокаскадних напівпровідникових підсилювачів по схемі з загальним еміттером і загальним колектором.

##### 2.1. Основні теоретичні положення

Підсилювачами називають такі присторої, які збільшують потужність сигналу за рахунок енергії зовнішнього джерела.

Найбільш поширені схеми підсилювачів із загальним еміттером (ЗЕ), які забезпечують найбільший коефіцієнт підсилення по струму, напрузі і потужності.

Принцип дії транзисторного підсилювача полягає у тому, що невеликі зміни напруги  $U_{ex}$ , яка прикладається між базою і еміттером, приводить до великої зміни струму  $I_E$  і в результаті до зміни струму  $I_K$ . Таким чином, вхідна напруга управляє струмом колектора, який створює коливання напруги на навантаженні у колекторному колі.

Схема з загальним колектором, або “еміттерний повторювач”, має такі властивості: високий вхідний опір  $R_{вх}$  і низький вихідний опір  $R_{вих}$ . Тому “еміттерний повторювач” частіше за все використовують для узгодження високоомного джерела сигнала з низькоомним навантаженням, або у якості проміжного каскада, що узгоджує високий  $R_{вих}$  і низький  $R_{вх}$  опори каскадів з ЗЕ і ЗБ.

## 2.2. Запитання для самоперевірки

- 2.2.1. Чим характеризується динамічний режим роботи транзистора?
- 2.2.2. Чим відрізняються динамічні характеристики транзистора від статичних?
- 2.2.3. Для чого використовують “еміттерний повторювач”?
- 2.2.4. Пояснити призначення елементів схеми каскадів підсилювачів?
- 2.2.5. Як залежить коефіцієнт підсилення каскада від навантаження?
- 2.2.6. Що таке “частотна характеристика” підсилювача і яке вона має значення?

## 2.3. Проведення дослідів

- 2.3.1. Зібрати схему підсилювача із загальним еміттером (рис.2.1).

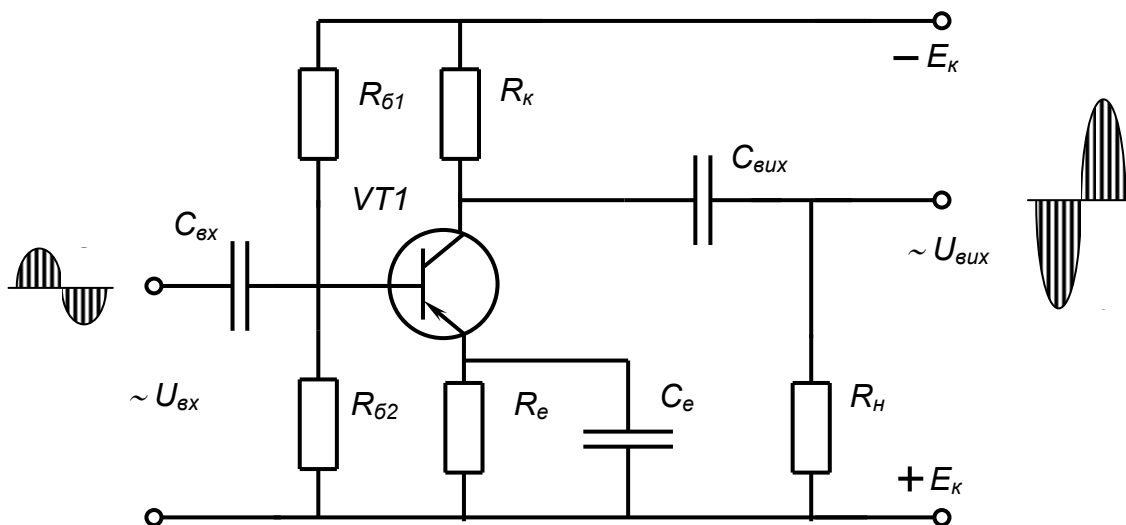


Рис. 2.1. Схема електрична принципова підсилювача із ЗЕ

- 2.3.2. Зняти амплітудні характеристики  $U_{вих}=f(U_{вх})$ , змінюючи значення струму  $I_{вх}$  і опорів  $R_к$ ,  $R_н$ ,  $R_е$ , як вказано у табл.2.1-2.3.
- 2.3.3. Зібрати схему підсилювача із загальним колектором (рис.2.2).
- 2.3.4 Зняти амплітудні характеристики  $U_{вих}=f(U_{вх})$ , змінюючи значення струму  $I_{вх}$  і опорів  $R_н$  і  $R_е$ , як вказано у табл.2.4-2.5.
- 2.3.5. Визначити коефіцієнти підсилення по струму і напрузі для усіх випадків п.2.3.2. і п.2.3.4:



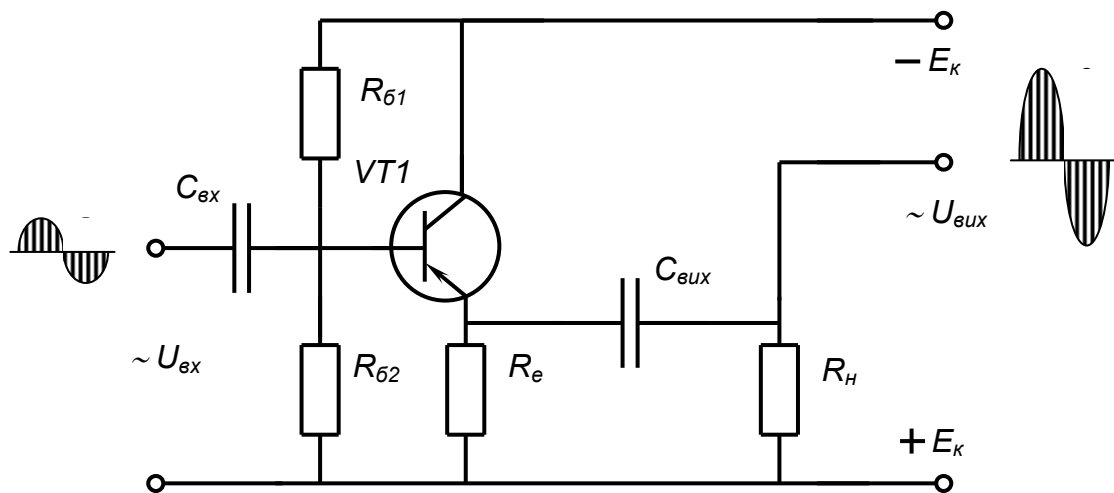


Рис. 2.2. Схема електрична принципова підсилювача з ЗК

$$K_I = \frac{I_{\text{вух}}}{I_{\text{вх}}} = \frac{U_{\text{вух}}}{R_H \cdot I_{\text{вх}}}; K_U = \frac{U_{\text{вух}}}{U_{\text{вх}}}$$

Таблиця 2.1

$R_K=1 \text{ кОМ}; R_H=5,3 \text{ кОМ}; R_e=100 \text{ Ом}, E_K=10 \text{ В.}$							
$U_{\text{вх}}, \text{В}$							
$U_{\text{вух}}, \text{В}$							
$I_{\text{вх}}, \text{мкА}$	0	20	40	60	80	100	120

Таблиця 2.2

$R_K=2 \text{ кОМ}; R_H=5,3 \text{ кОМ}; R_e=100 \text{ Ом}, E_K=10 \text{ В.}$							
$U_{\text{вх}}, \text{В}$							
$U_{\text{вух}}, \text{В}$							
$I_{\text{вх}}, \text{мкА}$	0	20	40	60	80	100	120

Таблиця 2.3

$R_K=4 \text{ кОМ}; R_H=5,3 \text{ кОМ}; R_e=100 \text{ Ом}, E_K=10 \text{ В.}$							
$U_{\text{вх}}, \text{В}$							
$U_{\text{вух}}, \text{В}$							
$I_{\text{вх}}, \text{мкА}$	0	20	40	60	80	100	120

Таблиця 2.4

$R_e=1 \text{ кОМ}; R_H=5,3 \text{ кОМ}; E_K=10 \text{ В.}$							
$U_{\text{вх}}, \text{В}$							
$U_{\text{вух}}, \text{В}$							
$I_{\text{вх}}, \text{мкА}$	0	30	60	90	120	150	180

$R_e=1 \text{ кОм}; R_H=1,0 \text{ кОм}; E_K=10 \text{ В.}$							
$U_{ex}, \text{В}$							
$U_{вих}, \text{В}$							
$I_{ex}, \text{мкА}$	0	30	60	90	120	150	180

2.3.6. По результатах випробувань зробити висновок.

### Лабораторна робота №3

#### ДОСЛІДЖЕННЯ ОДНОФАЗНОГО ВИПРЯМЛЯЧА

*Мета роботи* – вивчити принцип дії і основні характеристики однофазної мостової схеми випрямлення при активному навантаженні.

##### 3.1. Основні теоретичні положення

Для живлення електронних пристроїв необхідна постійна напруга різної величини. Найбільш поширеним джерелом електричної енергії є промислова мережа змінної напруги 50 Гц.

Для перетворення змінної напруги у постійну використовують випрямлячі. Для отримання постійного струму порядку від сотен міліампер до десятків ампер при напрузі десятків і сотен вольт часто використовують два варіанта однофазних схем випрямлення: двохнапівперіодну схему з виводом нулевої точки трансформатора і мостову схему.

Мостова схема має ряд переваг: менші габарити трансформатора, зворотна напруга на діодах у двічі менша ніж у схемі з виводом нулевої точки трансформатора.

При роботі випрямляча частина випрямленої напруги падає на активному опорі вторинної обмотки трансформатора і на прямому опорі відкритого діода. Таким чином, при зростанні величини випрямленого струму  $I_H$  збільшується падіння напруги на цих опорах і напруга на навантаженні  $U_H$  зменшується.

##### 3.2. Запитання для самоперевірки

- 3.2.1. Будова електричного діода та принцип його роботи.
- 3.2.2. Типи діодів та їх характеристики.
- 3.2.3. Фізичні основи *p-n* переходу.
- 3.2.4. Пояснити призначення складових частин схем випрямлячів.
- 3.2.5. Як залежить коефіцієнт пульсації напруги від навантаження?
- 3.2.6. Що таке “зовнішня характеристика” випрямляча і від чого залежить її вигляд (нахил)?
- 3.2.7. Пояснити призначення фільтрів.

##### 3.3. Проведення досліду

- 3.3.1. Зібрати схему мостового випрямляча без фільтра (рис.3.1).

3.3.2. Намалювати осцилограми при струмі навантаження  $I_d=75$  мА: напругу на навантаженні, струм.

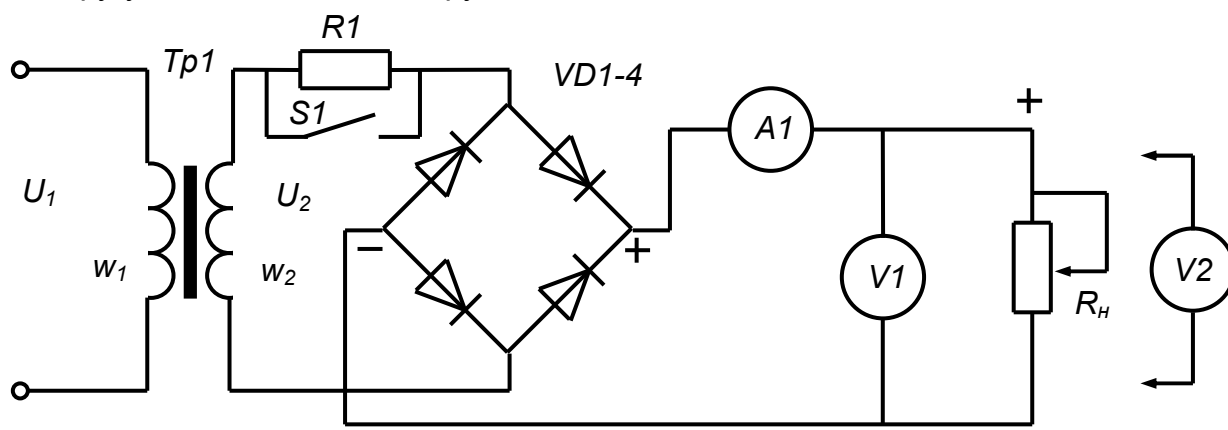


Рис. 3.1. Схема електрична принципова випрямляча

3.3.3. Зняти “зовнішню” (навантажувальну) характеристику:  $U_d=f(I_d)$ , дані занести у табл.3.1.

Таблиця 3.1

Величина	Дані вимірів						
$I_d, \text{ мА}$	0	25	50	75	100	125	150
$U_d, \text{ В}$							

3.3.4. За допомогою вольтметра виміряти змінну складову ( $U_{\sim}$ ) на навантаженні і постійну напругу  $U_d$  при струмі навантаження  $I_d=75$  мА. Обчислити коефіцієнт пульсацій випрямленої напруги.

3.3.5. Підключити до випрямляча: ємнісний фільтр, Г-подібний індуктивно-ємнісний (LC-фільтр) та П-подібний LC-фільтр. Зняти “зовнішні” характеристики.

3.3.6. Побудувати графіки зовнішніх характеристик і порівняти їх.

3.3.7. Зробити висновки по роботі.

#### Лабораторна робота №4

#### ДОСЛІДЖЕННЯ НАПІВПРОВІДНИКОВОГО ТИРИСТОРА

*Мета роботи* – вивчення будови, принципу дії, основних параметрів та характеристик тиристорів.

##### 4.1. Основні теоретичні положення.

Тиристри – це напівпровідникові прилади, які мають два стійких стани: відкрите і закрите. У відкритому стані опір тиристора дуже малий і він добре проводить електричний струм. У закритому стані – тиристор має дуже великий опір і не проводить електричний струм.

Розглянемо тиристри, що мають три вивода рис.4.1. Крайню  $n$ -область напівпровідника разом з електродом називають “катодом” (К), а протилежну

крайню р-область – “анодом” (А). Додатковий електрод, що має контакт з однією із внутрішніх областей напівпровідника, називають – управляючим електродом тиристора.

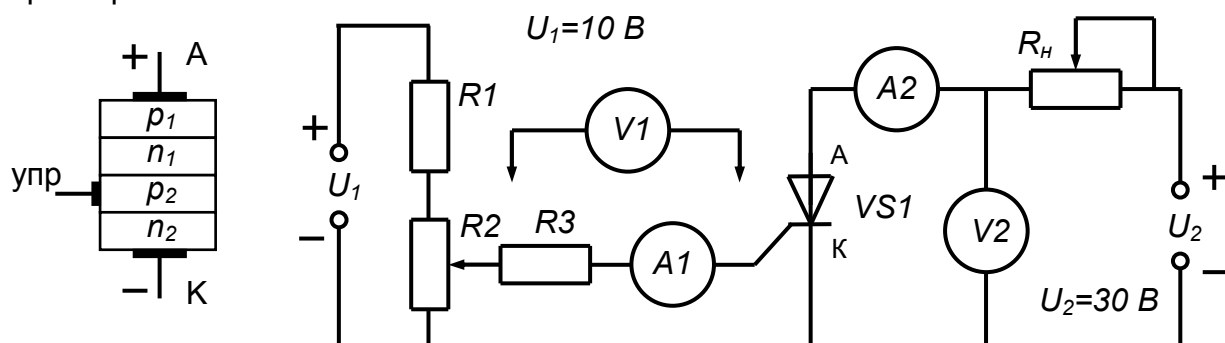


Рис. 4.1. Схема електрична принципова дослідження тиристора

#### 4.2. Запитання для самоперевірки

- 4.2.1. Пояснити будову та принцип дії напівпровідникового тиристора.
- 4.2.2. Призначення тиристорів.
- 4.2.3. Що таке відкритий та закритий стан тиристора?
- 4.2.4. Як перевести тиристор із закритого стану у відкритий?
- 4.2.5. Як перевести тиристор із відкритого стану у закритий?
- 4.2.6. Які найважливіші параметри тиристорів?

#### 4.3. Проведення досліду

- 4.3.1. Зібрати схему випробування тиристора (рис.4.1).
- 4.3.2. Зняти вольтамперні характеристики  $I=f(U)$  в закритому стані і при фіксованих значеннях струму через управляючий електрод. Результати занести у табл.4.1.

Таблиця 4.1

№	$I_{упр}$	$U$	$0,2 \cdot U_{зсmax}$	$0,4 \cdot U_{зсmax}$	$0,6 \cdot U_{зсmax}$	$0,8 \cdot U_{зсmax}$	$U_{зсmax}$
1	0	$U, B$					
		$I, mA$					
2	$0,2 \cdot I_{y_{max}}$	$U, B$					
		$I, mA$					
3	$0,4 \cdot I_{y_{max}}$	$U, B$					
		$I, mA$					
4	$0,6 \cdot I_{y_{max}}$	$U, B$					
		$I, mA$					
5	$0,8 \cdot I_{y_{max}}$	$U, B$					
		$I, mA$					
6	$I_{y_{max}}$	$U, B$					
		$I, mA$					

4.3.3. Зняти вольтамперну характеристику  $I=f(U)$  у відкритому стані. Результати занести у табл.4.2.

Таблиця 4.2

$I$	$I=k \cdot I_{OCmax}$	$0,2 \cdot I_{OCmax}$	$0,4 \cdot I_{OCmax}$	$0,6 \cdot I_{OCmax}$	$0,8 \cdot I_{OCmax}$	$I_{OCmax}$
	$I, mA$					
$U, B$						

4.3.4. На підставі отриманих даних побудувати графіки вольтамперних характеристик при різних режимах стану тиристора.

4.3.5. Зробити висновки.

### Лабораторна робота №5

#### ВИПРОБУВАННЯ ЛОГІЧНИХ СХЕМ

*Мета роботи* – ознайомитися з принципом дії логічних елементів і логічними операціями які вони виконують. Навчитися визначати параметри логічних елементів. Ознайомитися з принципом дії RS-тригерів.

#### 5.1. Основні теоретичні положення

Логічні елементи є основою пристроїв цифрової (дискретної) обробки інформації і виконують найпростіші логічні операції над цифровою інформацією. Цифрова інформація може бути представлена потенційними або імпульсними кодами (рівнями) двома знаками: “0” і “1”. Фізичними аналогами знаків “0” і “1”, наприклад, у двоїчній системі счислення використовують електричні сигнали, що спроможні приймати два добре розбіжних значення (наприклад, напруга високого і низького рівня, відсутність і наявність електричного імпульса).

Логічні перетворення двоїчних сигналів включають три елементарні операції:

1. “АБО” – логічне складання,  $F=X_1+X_2+\dots+X_n$ .
2. “І” – логічне множення,  $F=X_1 \cdot X_2 \cdot \dots \cdot X_n$ .
3. “НІ” – логічне заперечення,  $F=X$ .

На рис.5.1 представлені умовні позначення логічних елементів.

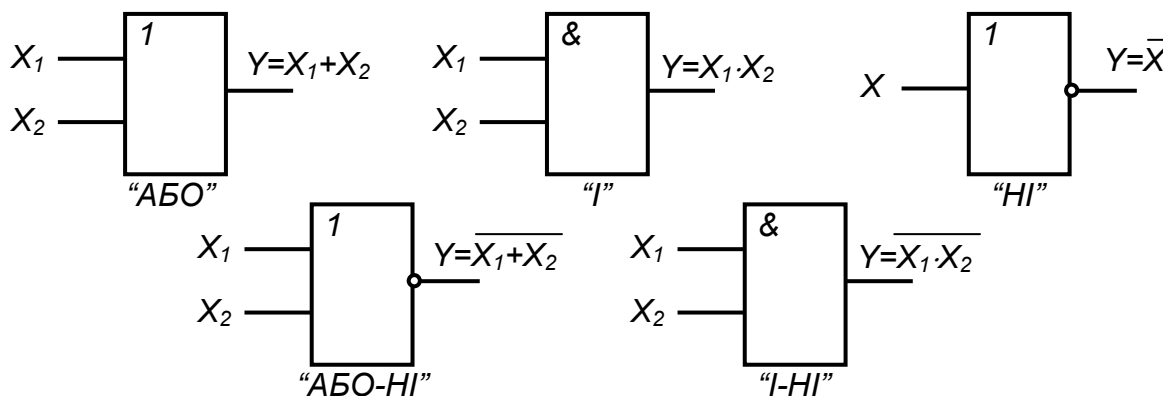


Рис. 5.1. Базові логічні елементи та їх функції

## 5.2. Запитання для самоперевірки

- 5.2.1. Що таке логічний елемент, і які його функції?
- 5.2.2. Принцип роботи логічного елемента, як імпульсного пристрою.
- 5.2.3. Які стани мають логічні елементи?
- 5.2.4. Пояснити основні логічні функції.
- 5.2.5. Як визначити тип логічного елемента і яку функцію він виконує?
- 5.2.6. Що таке “тригер”, які його функції?

## 5.3. Проведення досліду

- 5.3.1. Зібрати схему випробування логічних елементів (рис.5.2).

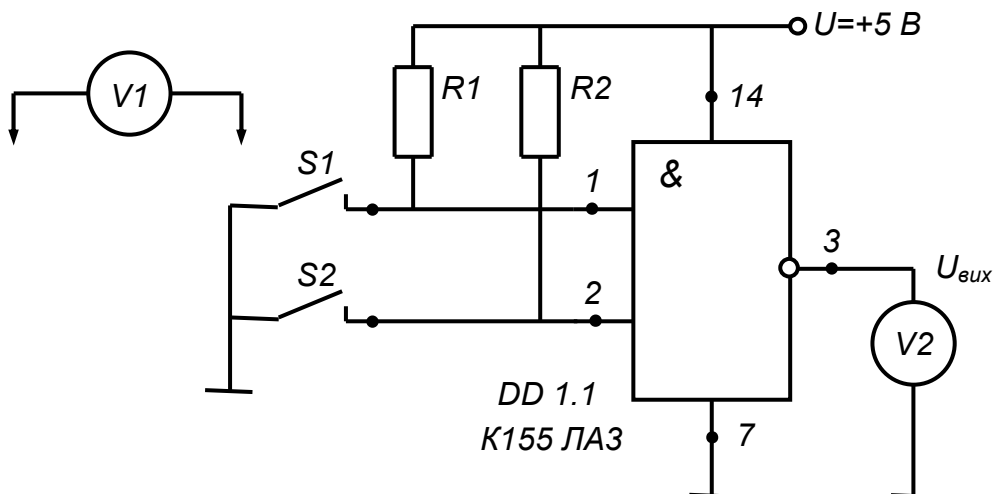


Рис. 5.2. Схема електрична принципова дослідження логічного елемента “2 АБО-НІ”

- 5.3.2. Зібрати схему випробування логічних елементів (рис.5.2).

5.3.3. Для кожного елемента заповнити таблицю “істинності” (стану сигналів на входах і виходах відповідних елементів).

Таблиця 5.1

№	Вхід		Вихід
	$X_1$	$X_2$	$Y$
1	0	0	
2	0	1	
3	1	0	
4	1	1	

5.3.4. Логічні елементи випробувати у такому порядку: “2 АБО”, “2 І”, “НІ”, “2 АБО-НІ”, “2 І-НІ”.

5.3.5. Зібрати схему випробування RS-тригера на логічних елементах “2 І-НІ” (рис.5.3).

5.3.6. Для випробуваного RS-тригера заповнити таблицю "істиності" (стану сигналів на входах і виходах).

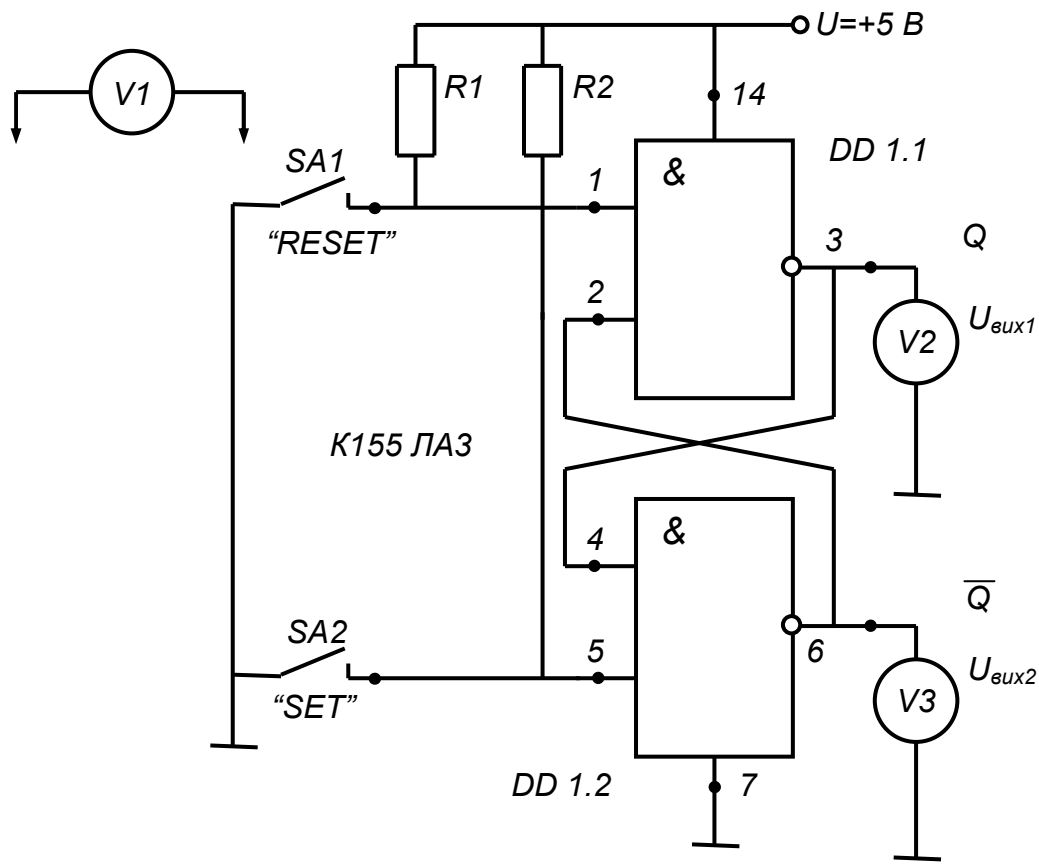


Рис. 5.3. Схема електрична принципова дослідження RS-тригера на логічних елементах "2 І-НІ"

Таблиця 5.2

№	Вхід		Вихід	
	S	R	Q	$\bar{Q}$
1	0	0		
2	0	1		
3	1	0		
4	1	1		

5.3.7. Зібрати схему випробування RS-тригера на логічних елементах "2 АБО-НІ" (рис.5.4).

5.3.8. Для випробуваного RS-тригера заповнити таблицю "істиності" (стану сигналів на входах і виходах).

5.3.9. Побудувати для кожного елемента графіки відповідності напруг на входах і виходах.

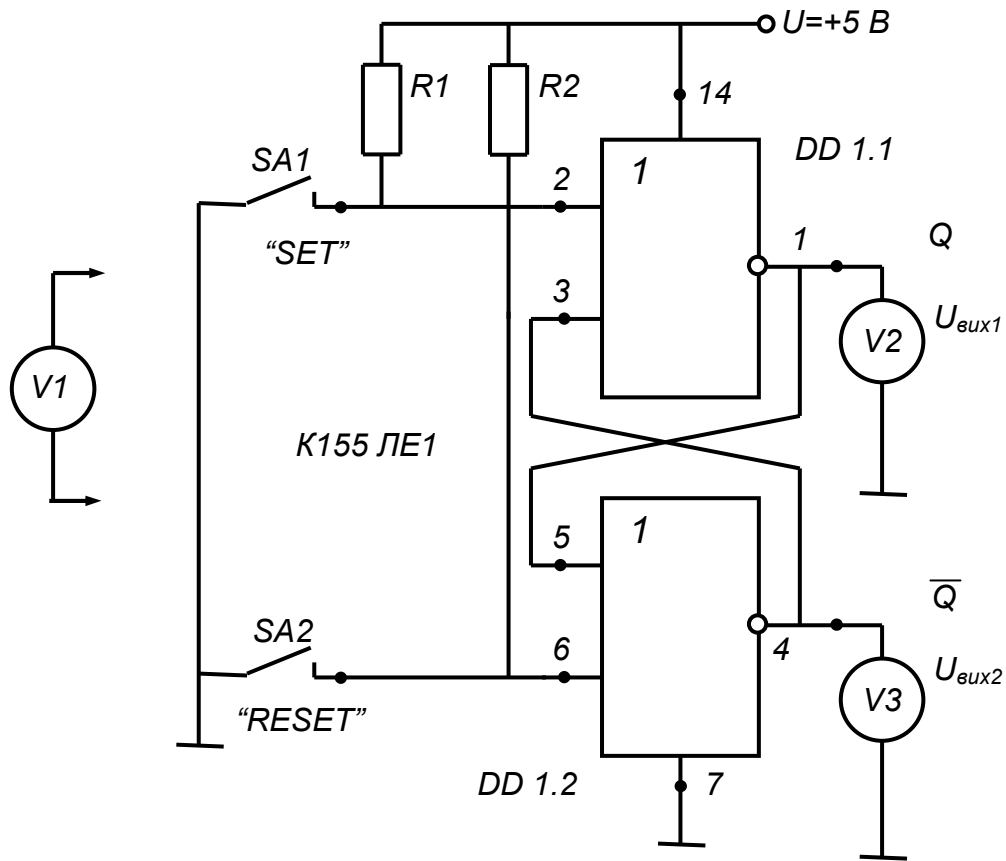


Рис. 5.4. Схема електрична принципова дослідження RS-тригера на логічних елементах "2 АБО-НІ"

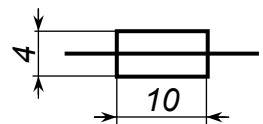
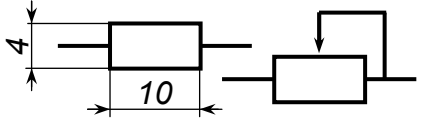


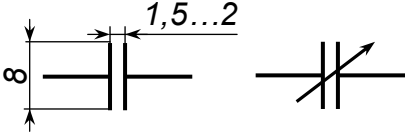
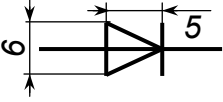
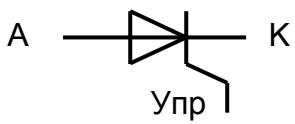
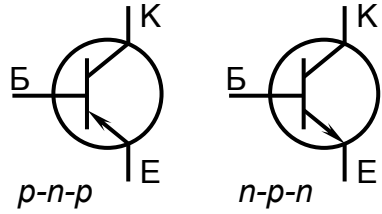
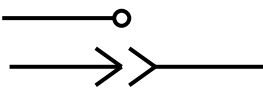
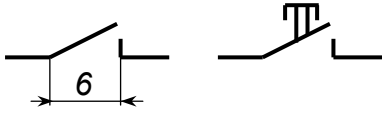
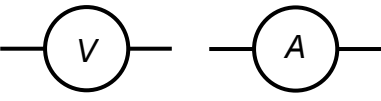
Таблиця 5.3

№	Вхід		Вихід	
	R	S	Q	$\bar{Q}$
1	0	0		
2	0	1		
3	1	0		
4	1	1		

5.3.10. Зробити висновок, про роботу випробуваних логічних елементів та тригерів.



Умовні графічні позначення елементів і пристроїв на схемах електричних принципів

№ пп	Назва	Познач.	Графічне позначення
1	Запобіжник	<i>FU</i>	
2	Резистор (постійний і змінний)	<i>R</i>	
3	Обмотка котушки індуктивності	<i>L</i>	
4	Обмотка трансформатора силового	<i>Y</i>	
5	Конденсатор (постійний і змінний)	<i>C</i>	
6	Діод	<i>VD</i>	
7	Тиристор	<i>VS</i>	
8	Транзистор біполярний	<i>VT</i>	
9	Затискач або з'єднувальний контакт	<i>X</i>	
10	Вимикач (контакт)	<i>S, SA</i>	
11	Вимірювальний прилад (вольтметр і амперметр)	<i>PV, PA</i>	

## Список літератури

1. ГОСТ 22622-77. *Материалы полупроводниковые*. Термины и определения.
2. *Загальна електротехніка* / під ред. Глухова Д.Я. Вища школа, К.:-1970.
3. *Борисов Ю.М. Липатов Д.Н.* Общая электротехника: Учебное пособие для ВУЗов. / Высшая школа, 1974.
4. *Борисов Ю.М., Липатов Д.Н.* Электротехника: М.: Энергоатомиздат, 1985.
5. *Вартабегян В.А.* Загальна електротехніка / Вища школа, К.:-1979.
6. *Іванов А.О.* Лабораторні роботи з електротехніки / Вища школа, К.:-1970.
7. *Герасимов В.Г.* Электротехника / – М.:Высшая школа, 1987.
8. *Герасимов В.Г.* Основы промышленной электроники / М.: Высшая школа, 1986.
9. *Справочное пособие по электротехнике и основам электроники* / под ред. Л.В. Нетушила – М.: Высшая школа, 1986.
10. *Гилмор Ч.* Введение в микропроцессорную технику / пер. с англ. – М.: Мир, 1984.
11. *Хоровиц П., Хилл У.* Искусство схемотехники: В 2-х томах. пер. с англ. – М.: Мир, 1983.
12. *Интегральные микросхемы. Справочник* / Б.В. Тарабрин, Л.Ф. Лунин, Ю.Н. Смирнов и др. / под ред. Б.В. Тарабрина. – М.: Радио и связь, 1987.
13. *Титце У., Шенк К.* Полупроводниковая схемотехника / Справочное руководство. пер. с нем. – М.: Мир, 1982.
14. *Герлах В.* Тиристоры / пер. с нем. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
15. *Блихер А.* Физика тиристоров / пер. с англ. под ред. И.В. Грехова. – Л.: Энергоиздат. 1981.
16. *Справочник по полупроводниковым диодам, транзисторам и интегральным схемам* / под ред. Н.Н. Горюнова. 5-е изд. – М.: Энергия, 1988.

Навчальне видання

Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка.  
Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.  
Розділ 3. Е л е к т р о н і к а

Укладачі:                    ГРИГОРОВСЬКИЙ Євген Павлович  
                                      КРАВЧЕНКО Ігор Миколайович  
                                      МАРКЕВИЧ-КРАВЧЕНКО Валентина Євгеніївна

3 4 5 7 8 11 12 13 14 15 16