

Міністерство освіти і науки України
Національний авіаційний університет
Навчально-науковий інститут комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

Лабораторна робота №3
з дисципліни «Комп'ютерна електроніка»
на тему «Дослідження біполярного транзистора у ключовому режимі
для схеми с загальною базою»
Варіант №3

Виконав:
студент ННІКІТ СП-225
Клокун Владислав
Перевірив:
Андрєєв О. В.

Київ 2017

1 Мета та основні завдання роботи

1. Закріпити теоретичні знання з фізики процесів, що відбуваються в біполярному транзисторі, який працює в ключовому режимі.
2. Набути практичних навичок у визначенні основних параметрів перехідних процесів.
3. Вивчити процеси, що відбуваються у біполярному транзисторі у ключовому режимі.
4. Вивчити, від чого залежить час увімкнення й вимкнення біполярного транзистора.

2 Принципова схема віртуальної лабораторної установки

Принципова схема віртуальної лабораторної установки для дослідження біполярного транзистора у ключовому режимі зображена на рис. 1.

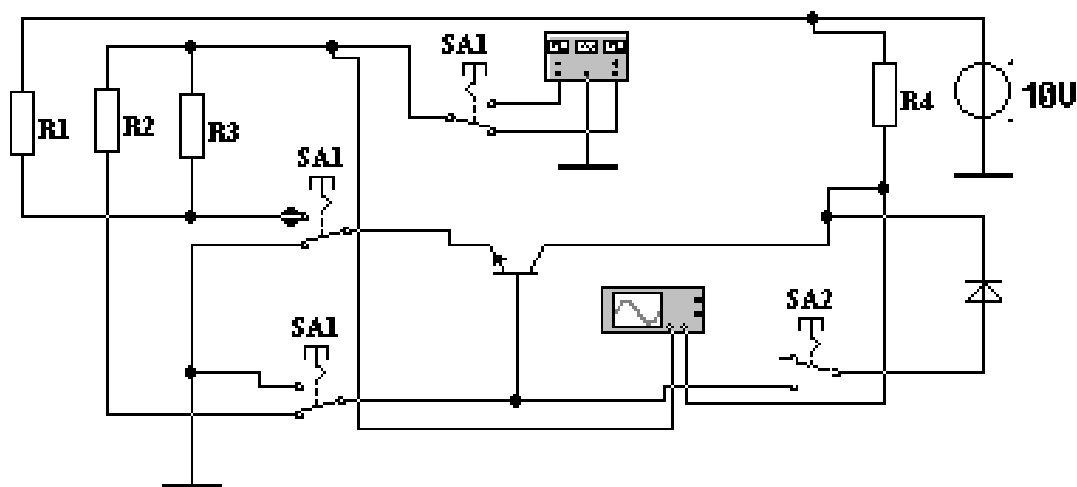


Рис. 1: Принципова схема віртуальної лабораторної установки

3 Хід роботи

Вмикаємо біполярний транзистор за схемою з загальною базою. Для цього встановлюємо перемикач SA1 у верхнє положення. Відключаємо діод, встановивши перемикач SA2 у верхнє положення. Вмикаємо осцилограф та встановлюємо на ньому такі режими і масштаби:

Time Base	0,2 $\mu\text{s}/\text{div}$	Y/T; Auto
Channel A	20 V/div	DC
Channel B	5 V/div	DC

Вмикаємо функціональний генератор та налаштовуємо його на генерацію прямокутних імпульсів. Встановлюємо такі налаштування:

Frequency	1 MHz
Duty cycle	50%
Amplitude	13,3 V

Запускаємо віртуальну установку на моделювання. На екрані осцилографа з'явилась часова діаграма вхідної і вихідної напруг транзистора. Призупиняємо моделювання і вимірюємо амплітуди вхідного імпульсу: $U_E = 13,3 \text{ В}$ та вихідного імпульсу: $U_K = 10 \text{ В}$. Амплітуда вихідного імпульсу близька за значенням до напруги $E_K = 10 \text{ В}$ — транзистор знаходиться в *режимі насичення*.

За допомогою візирних ліній визначаємо часові параметри з діодом і без.

Параметр	Значення	Параметр	Значення
$t_{зТ}$	0 нс	$t_{зТ}$	0 нс
$t_{НР}$	1 нс	$t_{НР}$	17 нс
t_p	0,35 нс	t_p	0,55 нс
$t_{СП}$	3,3 нс	$t_{СП}$	22 нс
(а) з вимкненим діодом		(б) з ввімкненим діодом	

Табл. 1: Часові параметри біполярного транзистора, підключеного за схемою з загальною базою при $U_E = 13,3 \text{ В}$

За отриманими часовими параметрами рахуємо $t_{ВВІМК}$ і $t_{ВІМК}$:

$$t_{ВВІМК} = t_{зТ} + t_{НР} = 1 \text{ нс}, \quad t_{ВІМК} = t_p + t_{СП} = 3,7 \text{ нс}.$$

Для ввімкненого діода:

$$t_{ВВІМК} = t_{зТ} + t_{НР} = 17 \text{ нс}, \quad t_{ВІМК} = t_p + t_{СП} = 22,6 \text{ нс}.$$

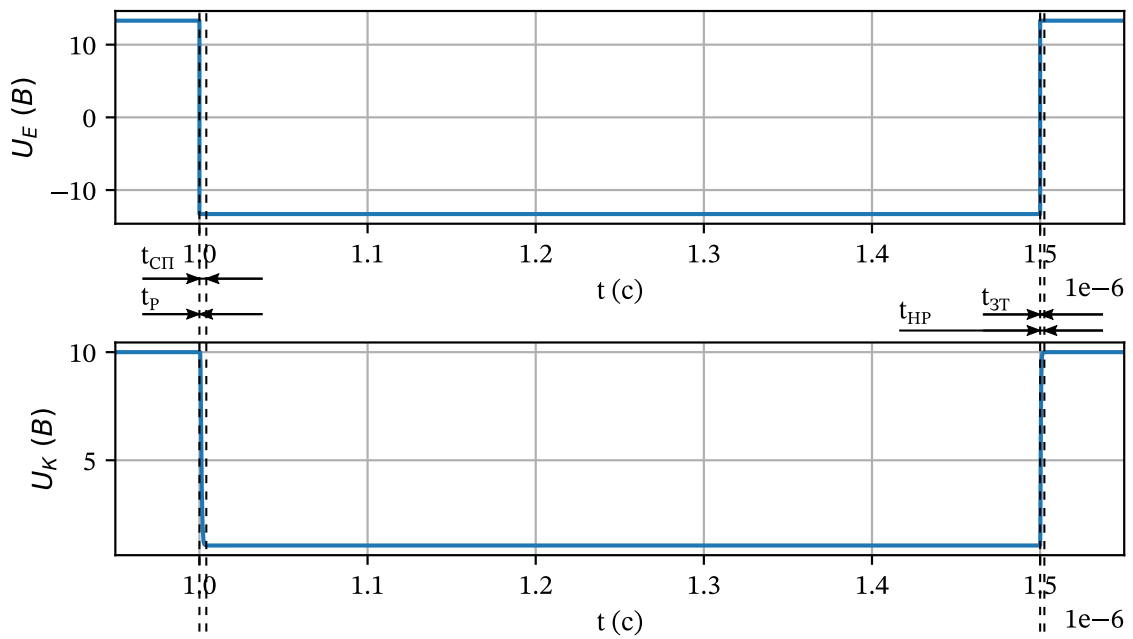


Рис. 2: Часова діаграма вхідної і вихідної напруг для $U_E = 13,3$ В з вимкненим діодом

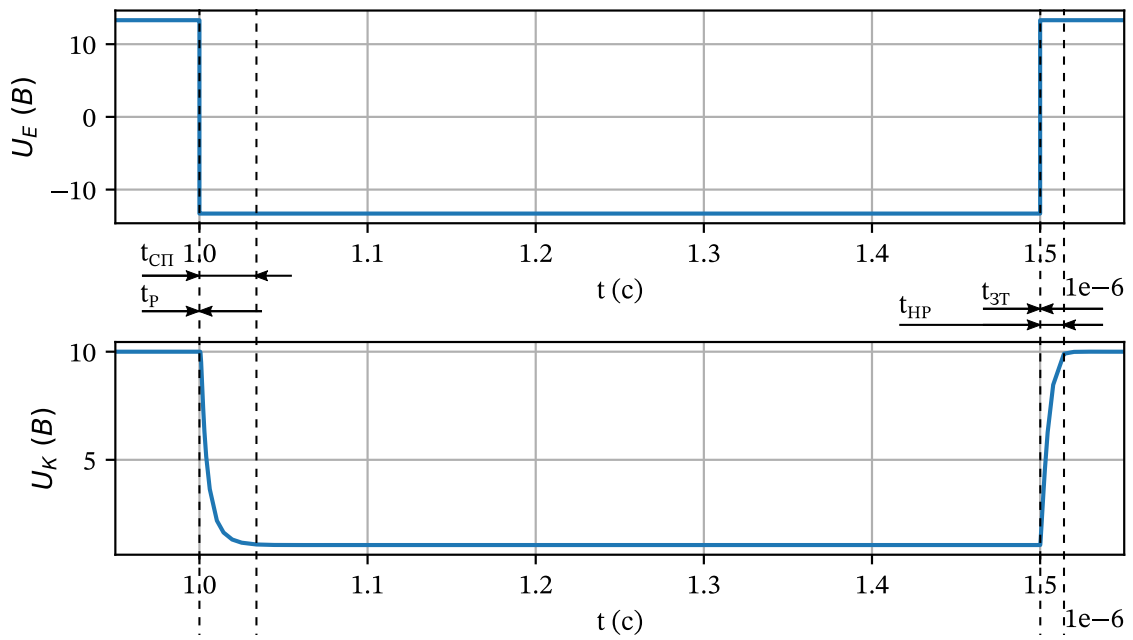


Рис. 3: Часова діаграма вхідної і вихідної напруг для $U_E = 13,3$ В з ввімкненим діодом

Відключаємо діод. На функціональному генераторі встановлюємо амплітуду вхідних імпульсів рівну $U_{BX} = 16,3$ В. При цьому амплітуда вихідних імпульсів зменшилась. Біполярний транзистор знаходиться в *активному режимі*. За допомогою візирних ліній визначаємо часові параметри.

Параметр	Значення	Параметр	Значення
t_{3T}	0 нс	t_{3T}	0 нс
t_{HP}	1 нс	t_{HP}	15 нс
t_P	0,4 нс	t_P	0,6 нс
t_{CP}	3,2 нс	t_{CP}	21 нс
(а) з вимкненим діодом		(б) з ввімкненим діодом	

Табл. 2: Часові параметри біполярного транзистора, підключеного за схемою с загальною базою при $U_E = 10,3$ В

За отриманими часовими параметрами рахуємо $t_{BВІМК}$ і $t_{BІМК}$:

$$t_{BВІМК} = t_{3T} + t_{HP} = 1 \text{ нс}, \quad t_{BІМК} = t_P + t_{CP} = 3,6 \text{ нс}.$$

Для ввімкненого діода:

$$t_{BВІМК} = t_{3T} + t_{HP} = 15 \text{ нс}, \quad t_{BІМК} = t_P + t_{CP} = 20,4 \text{ нс}.$$

Відключаємо діод. На функціональному генераторі встановлюємо амплітуду вхідних імпульсів рівну $U_{BX} = 16,3$ В. При цьому амплітуда вихідних імпульсів зменшилась. Біполярний транзистор знаходиться в *режимі глибокого насичення*. За допомогою візирних ліній визначаємо часові параметри.

Параметр	Значення	Параметр	Значення
t_{3T}	0,9 нс	t_{3T}	62 нс
t_{HP}	1,8 нс	t_{HP}	52 нс
t_P	0,4 нс	t_P	0,5 нс
t_{CP}	2 нс	t_{CP}	17 нс
(а) з вимкненим діодом		(б) з ввімкненим діодом	

Табл. 3: Часові параметри біполярного транзистора, підключеного за схемою с загальною базою при $U_E = 16,3$ В

За отриманими часовими параметрами рахуємо $t_{BВІМК}$ і $t_{BІМК}$:

$$t_{BВІМК} = t_{3T} + t_{HP} = 2,7 \text{ нс}, \quad t_{BІМК} = t_P + t_{CP} = 2,4 \text{ нс}.$$

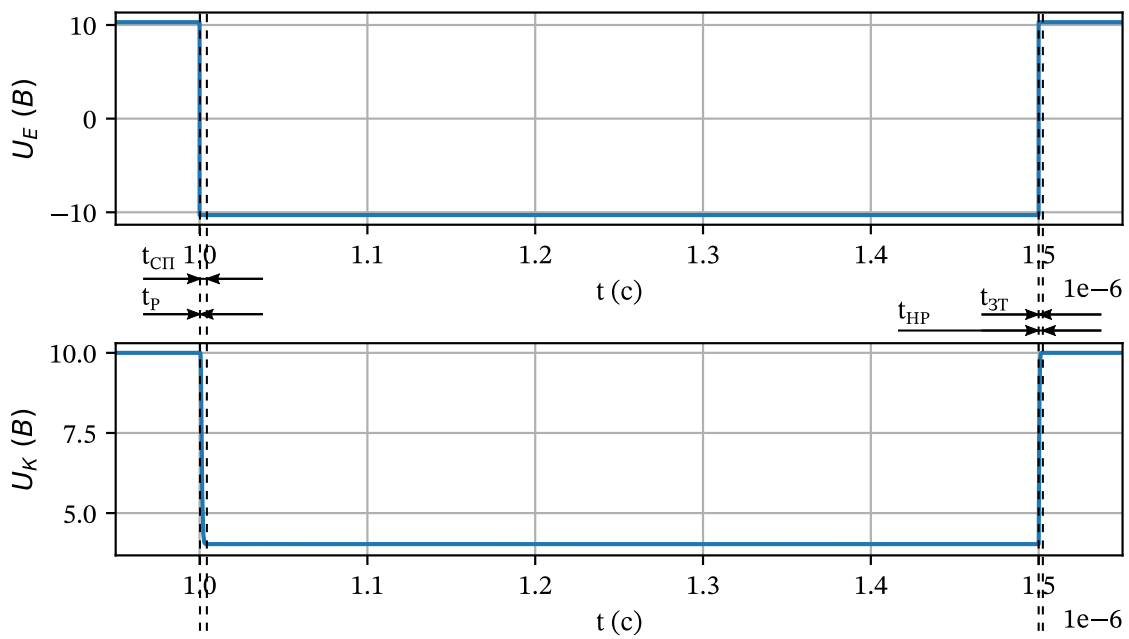


Рис. 4: Часова діаграма вхідної і вихідної напруг для $U_E = 10,3$ В з вимкненим діодом

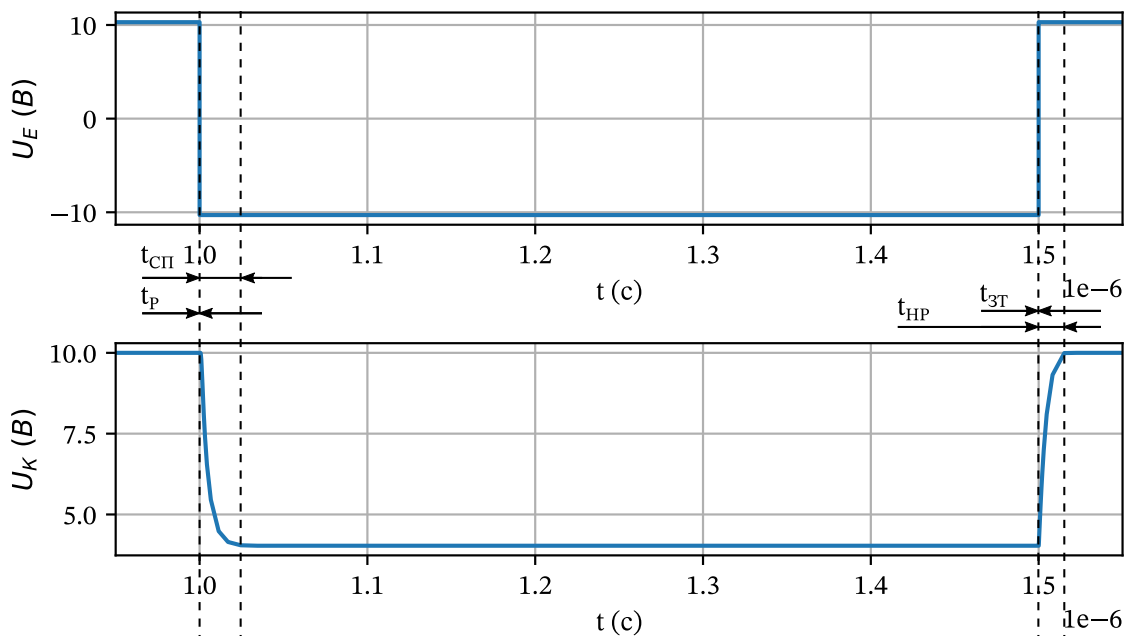


Рис. 5: Часова діаграма вхідної і вихідної напруг для $U_E = 10,3$ В з ввімкненим діодом

Для ввімкненого діода:

$$t_{\text{ВВІМК}} = t_{\text{ЗТ}} + t_{\text{НР}} = 134 \text{ нс}, \quad t_{\text{ВИМК}} = t_{\text{Р}} + t_{\text{СП}} = 17,5 \text{ нс}.$$

4 Висновки

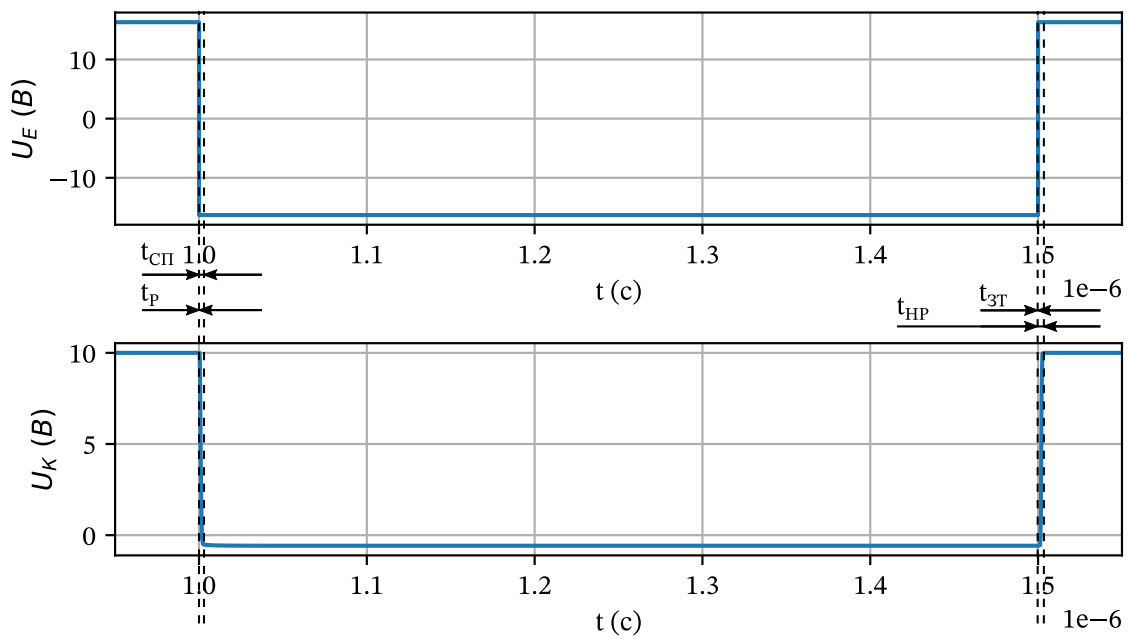


Рис. 6: Часова діаграма вхідної і вихідної напруг для $U_E = 16,3$ В з вимкненим діодом

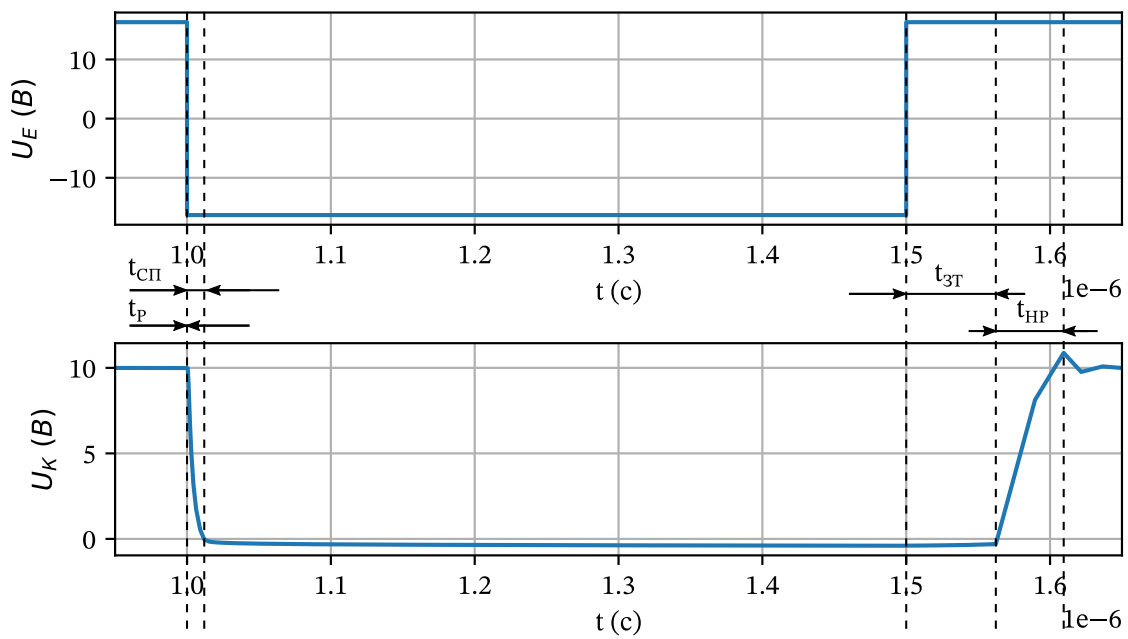


Рис. 7: Часова діаграма вхідної і вихідної напруг для $U_E = 16,3$ В з ввімкненим діодом