

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 загальним емітером»  
Варіант №3

Виконав:  
студент ННІКІТ СП-225  
Клокун Владислав  
Перевірів:  
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.

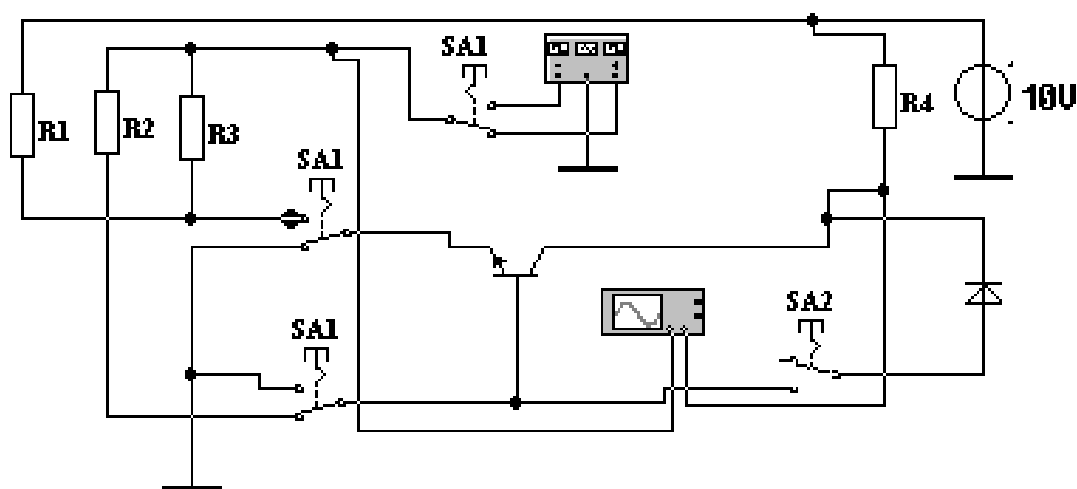


Рис. 1: Принципова схема віртуальної лабораторної установки

### 3 Хід роботи

Вмикаємо біполярний транзистор за схемою з загальним емітером. Для цього встановлюємо перемикач SA1 в нижнє 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	2 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	1,5 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:  $U_B = 1,5 \text{ В}$  та вихідного імпульсу:  $U_K = 10 \text{ В}$ . Амплітуда вихідного імпульсу близька за значенням до напруги  $E_K = 10 \text{ В}$ , отже транзистор знаходиться в режимі насичення.

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

Параметр	Значення	Параметр	Значення
$t_{3T}$	2,5 нс	$t_{3T}$	0 нс
$t_{HP}$	11,8 нс	$t_{HP}$	91 нс
$t_P$	3,6 нс	$t_P$	125 нс
$t_{СП}$	7,6 нс	$t_{СП}$	64 нс
(а) з вимкненим діодом		(б) з ввімкненим діодом	

Табл. 1: Часові параметри біполярного транзистора, підключеного за схемою з загальним емітером при  $U_E = 1,5 \text{ В}$

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

$$t_{ВВІМК} = t_{3T} + t_{HP} = 14,3 \text{ нс}, \quad t_{ВІМК} = t_P + t_{СП} = 11,2 \text{ нс}.$$

Для ввімкненого діода:

$$t_{ВВІМК} = t_{3T} + t_{HP} = 91 \text{ нс}, \quad t_{ВІМК} = t_P + t_{СП} = 189 \text{ нс}.$$

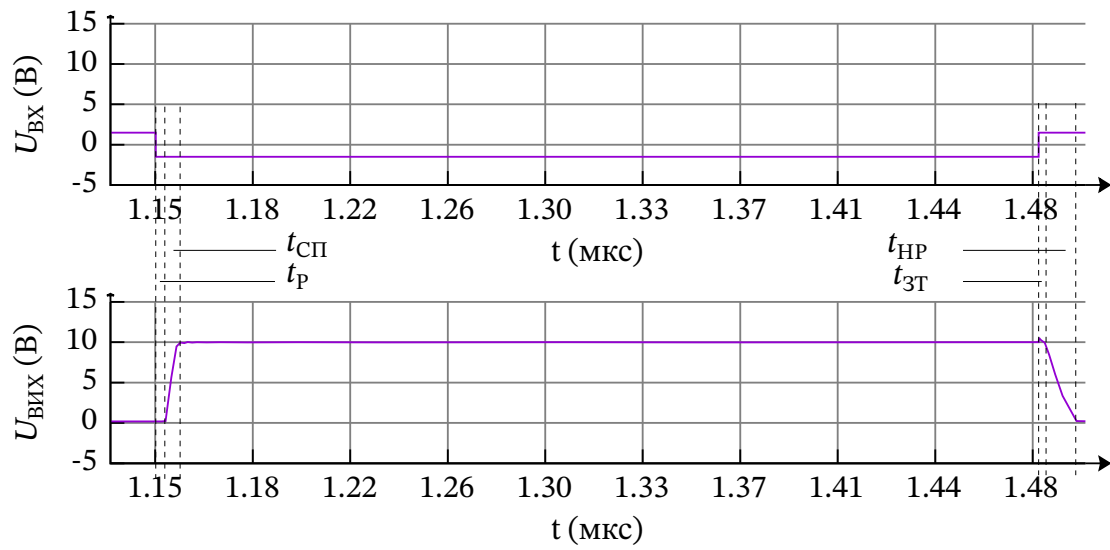


Рис. 2: Часова діаграма вхідної і вихідної напруг для  $U_E = 1,5 \text{ В}$  з вимкненим діодом

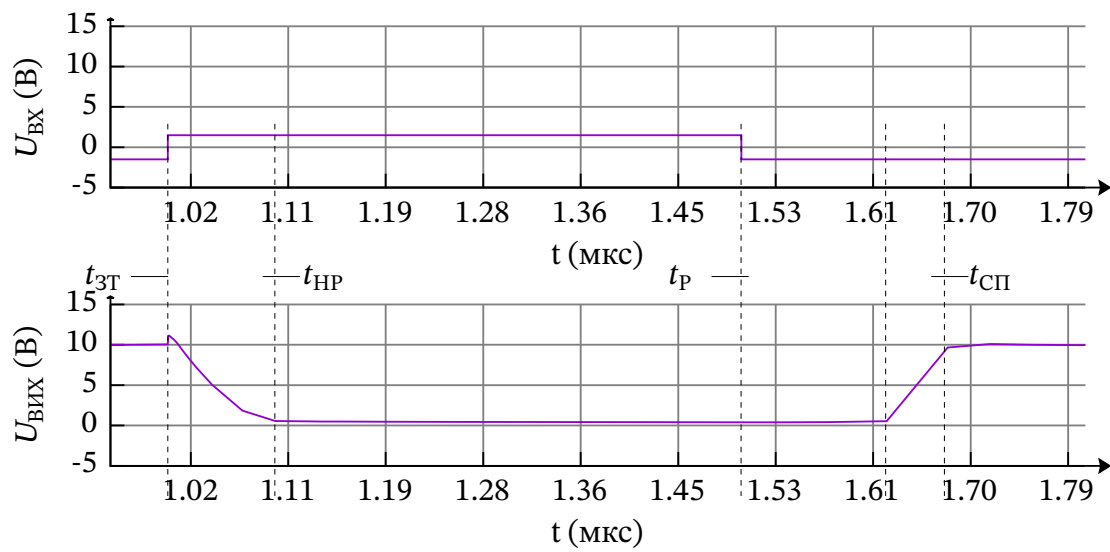


Рис. 3: Часова діаграма вхідної і вихідної напруг для  $U_E = 1,5 \text{ В}$  з ввімкненим діодом

Відключаємо діод. На функціональному генераторі встановлюємо амплітуду вхідних імпульсів рівну  $U_{BX} = 0,7$  В. При цьому амплітуда вихідних імпульсів зменшилась. Біполярний транзистор знаходиться в *активному режимі*. За допомогою візирних ліній визначаємо часові параметри.

Параметр	Значення	Параметр	Значення
$t_{зТ}$	7,8 нс	$t_{зТ}$	0 нс
$t_{НР}$	115 нс	$t_{НР}$	377 нс
$t_P$	0 нс	$t_P$	1 нс
$t_{СП}$	5 нс	$t_{СП}$	20 нс

(а) З вимкненим діодом

(б) З ввімкненим діодом

Табл. 2: Часові параметри біполярного транзистора, підключеного за схемою с загальним емітером при  $U_E = 0,7$  В

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

$$t_{ВВІМК} = t_{зТ} + t_{НР} = 115 \text{ нс}, \quad t_{ВІМК} = t_P + t_{СП} = 5 \text{ нс}.$$

Для ввімкненого діода:

$$t_{ВВІМК} = t_{зТ} + t_{НР} = 377 \text{ нс}, \quad t_{ВІМК} = t_P + t_{СП} = 20 \text{ нс}.$$

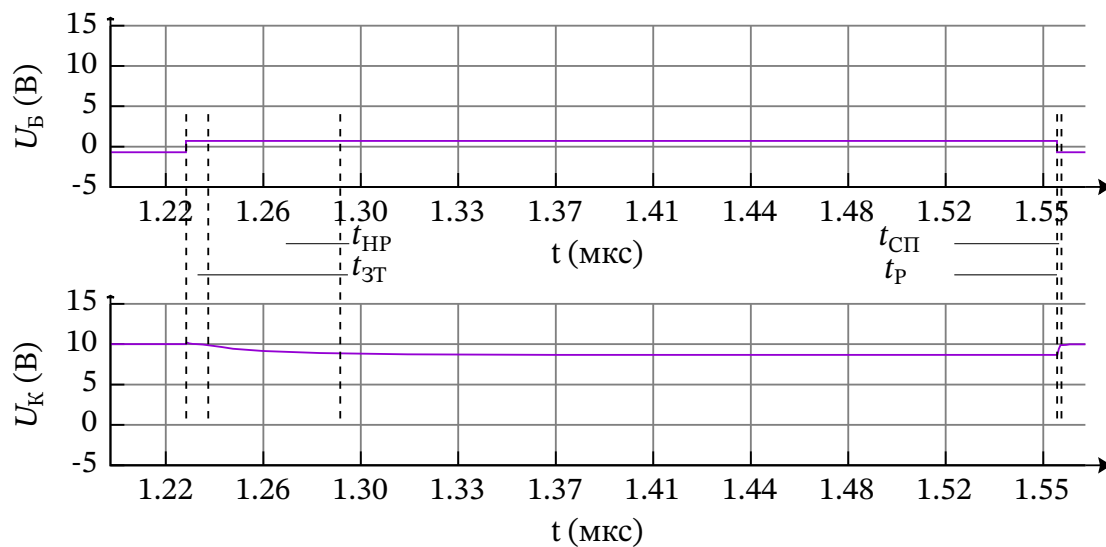


Рис. 4: Часова діаграма вхідної і вихідної напруг для  $U_E = 0,7$  В з вимкненим діодом

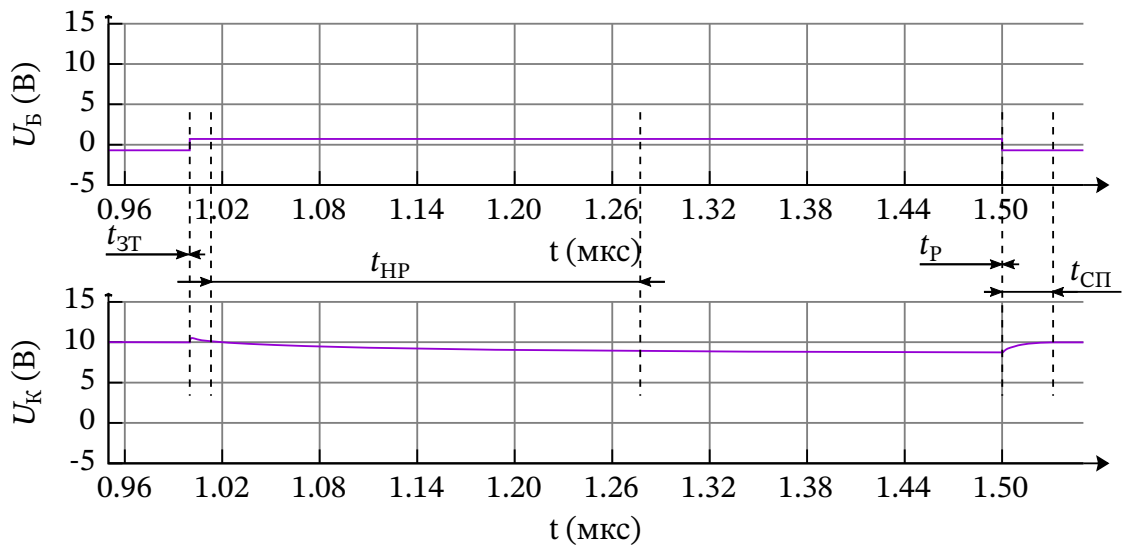


Рис. 5: Часова діаграма входної і вихідної напруг для  $U_E = 0,7 \text{ В}$  з ввімкненим діодом

Відключаємо діод. На функціональному генераторі встановлюємо амплітуду входних імпульсів рівну  $U_{ВХ} = 2,3 \text{ В}$ . При цьому збільшились амплітуда вихідних імпульсів і час  $t_P$ . Біполярний транзистор знаходиться в режимі *глибокого насичення*. Визначаємо часові параметри з вимкненим і ввімкненим діодом.

Параметр	Значення
$t_{ЗТ}$	0 нс
$t_{НР}$	26 нс
$t_P$	5 нс
$t_{СП}$	5 нс

(а) з вимкненим діодом

Параметр	Значення
$t_{ЗТ}$	0 нс
$t_{НР}$	46 нс
$t_P$	216 нс
$t_{СП}$	81 нс

(б) з ввімкненим діодом

Табл. 3: Часові параметри біполярного транзистора, підключеного за схемою з загальним емітером при  $U_E = 2,3 \text{ В}$

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

$$t_{ВВІМК} = t_{ЗТ} + t_{НР} = 115 \text{ нс}, \quad t_{ВІМК} = t_P + t_{СП} = 5 \text{ нс}.$$

Для ввімкненого діода:

$$t_{ВВІМК} = t_{ЗТ} + t_{НР} = 46 \text{ нс}, \quad t_{ВІМК} = t_P + t_{СП} = 397 \text{ нс}.$$

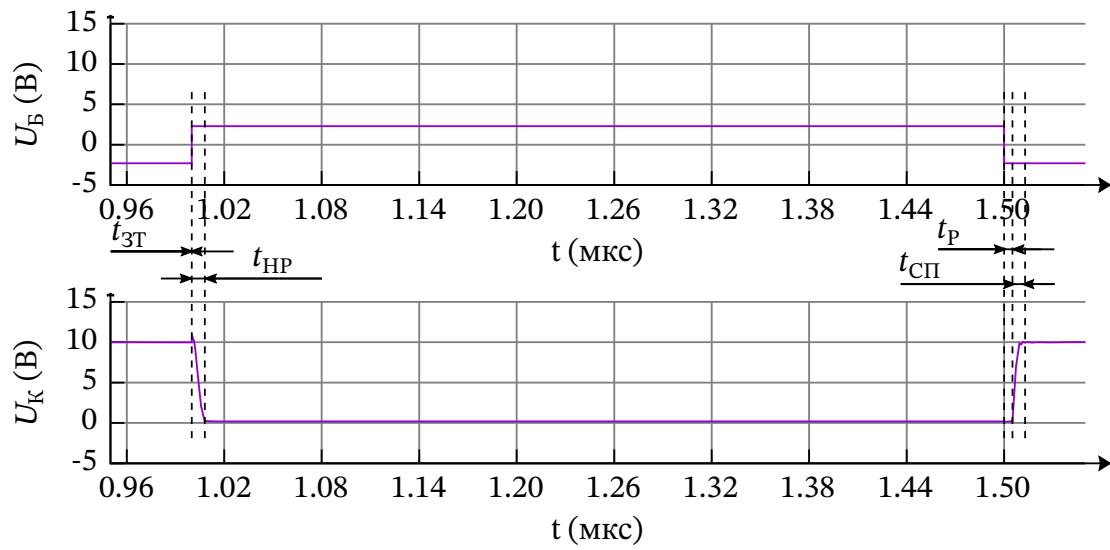


Рис. 6: Часова діаграма вхідної і вихідної напруг для  $U_E = 2,3$  В з вимкненим діодом

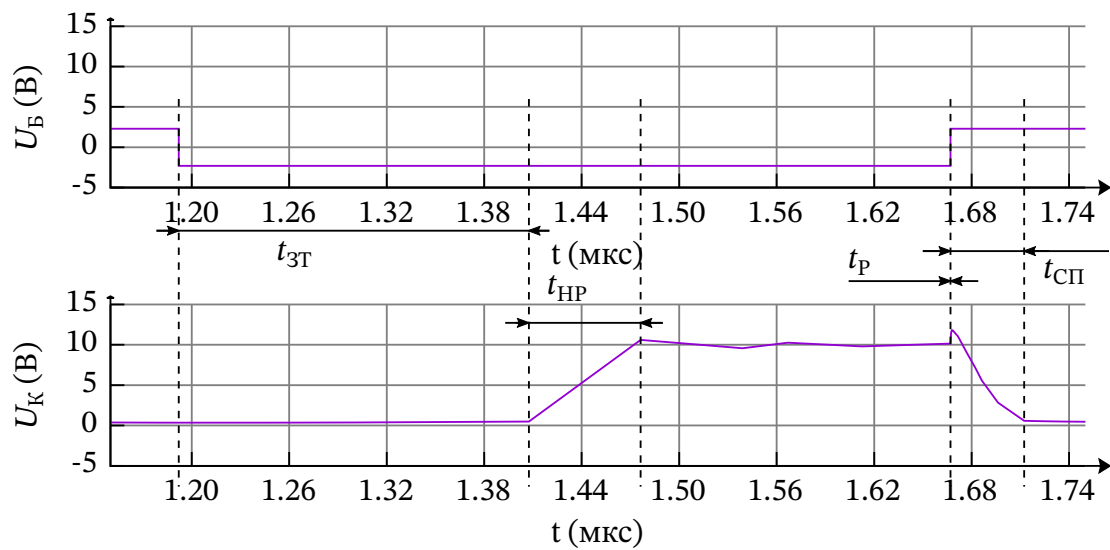


Рис. 7: Часова діаграма вхідної і вихідної напруг для  $U_E = 2,3$  В з ввімкненим діодом

## 4 Висновки

Виконуючи дану лабораторну роботу, вдалось визначити за експериментальними даними, що при ввімкненні біполярного транзистора у схемі з загальним емітером, він найшвидше перемикається в режимі насичення з вимкненим діодом:  $t_{\text{ВВІМК}} + t_{\text{ВИМК}} = 25,5 \text{ нс}$ .