

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра МИТ

ОТЧЕТ

по лабораторной работе № 3

по дисциплине «ОЭиРМ»

ТЕМА: ВХОДНАЯ И ПЕРЕДАТОЧНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ
БИПОЛЯРНОГО ТРАНЗИСТОРА

Студенты гр. 1102

Преподаватель

Сергеева В.

Филипюк И.А.

Санкт-Петербург

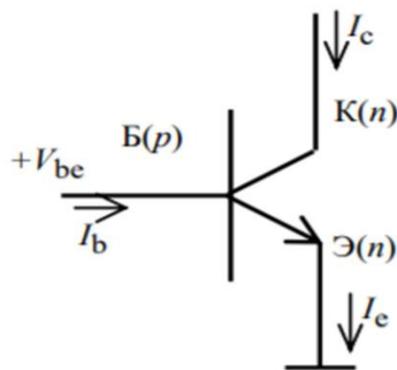
2023

Цель работы:

Необходимо провести исследование биполярного транзистора. Так же необходимо исследовать входную и передаточную характеристику транзистора.

Основные теоретические положения.

Биполярный транзистор (БТ) – это полупроводниковый прибор с тремя областями чередующихся типов проводимости и двумя р–п-переходами, позволяющий усиливать электрические сигналы. Для п–р–п-транзисторов средняя р-область – базовая имеет проводимость, противоположную крайним п-областям: эмиттерной и коллекторной.



Эмиттерный ток I_e равен сумме базового I_b (входной) и коллекторного I_c (выходной) токов:

$$I_e = I_b + I_c.$$

Токи I_e , I_b , I_c связаны соотношениями:

$$I_c = \alpha I_e,$$

где коэффициент передачи тока из эмиттера в коллектор $\alpha = 0.95...0.99$, и

$$I_c = \beta I_b \quad I_c = \beta I_b,$$

где β – основной усилительный параметр транзистора, показывающий, во сколько раз ток I_c больше тока I_b :

$$I_e = I_c + I_b = \beta I_b + I_b = (1 + \beta) I_b.$$

Экспериментальные результаты

1. Исследование характеристик $n-p-n$ -транзистора. Для обеспечения рабочего режима транзистора по постоянному току к его базе через токоограничивающий резистор R1 номиналом 100 кОм подключается источник постоянного напряжения V1 номиналом 10 В, открывающий переход БЭ, а к коллектору – источник напряжения V2 номиналом 10 В, запирающий переход БК. Транзистор заданного типа 2N3245

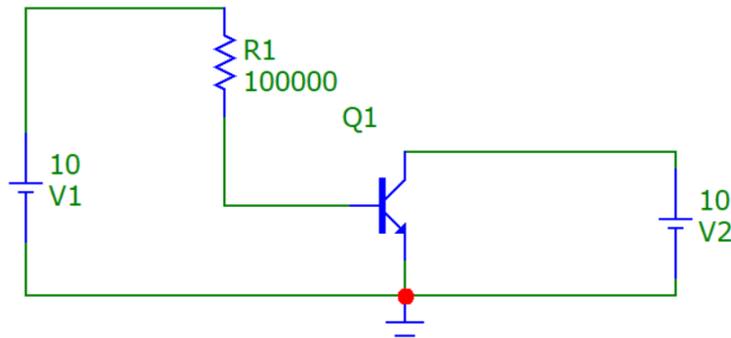


Рисунок 1 – Схема включения транзистора 2п4014

Входная характеристика отражает зависимость базового (входного) тока транзистора I_b от входного напряжения, равного напряжению на переходе БЭ ($V_1 = V_{be}$): $I_b = f(V_1)$;
передаточная – зависимость коллекторного (выходного) тока I_c от входного напряжения:
 $I_c = f(V_2)$.

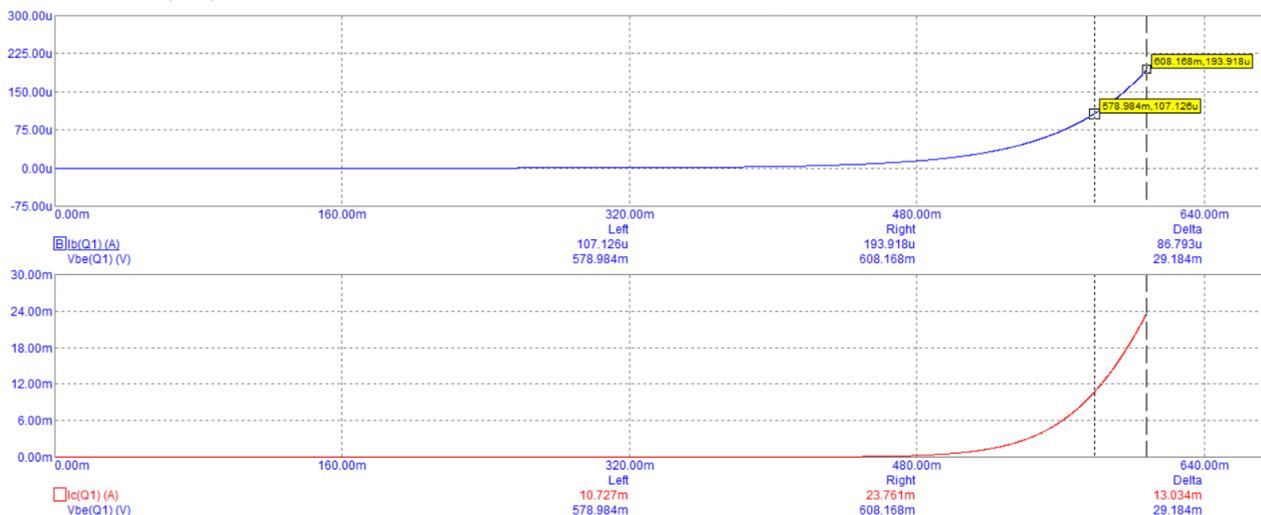


Рисунок 2 – Графики входной и передаточной характеристик $n-p-n$ -транзистора

Таблица 1

Входное напряжение		Входная характеристика		Передаточная характеристика	
		Ток базы, мкА		Ток коллектора, мкА	
V_{be}	$\Delta \square$	I_b	$\Delta \square$	I_c	$\Delta \square$
578	30	107	86	11	13

2. Исследование характеристик р–п–р-транзистора

Необходимо исследовать входные и передаточные характеристики р–п–р-транзистора.

Исследуемая схема приведена на рисунке

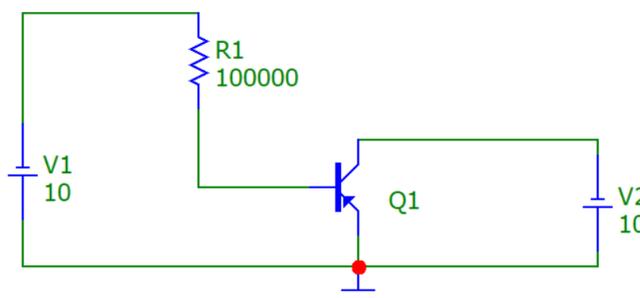


Рисунок 3 – Схема включения транзистора 2n3245

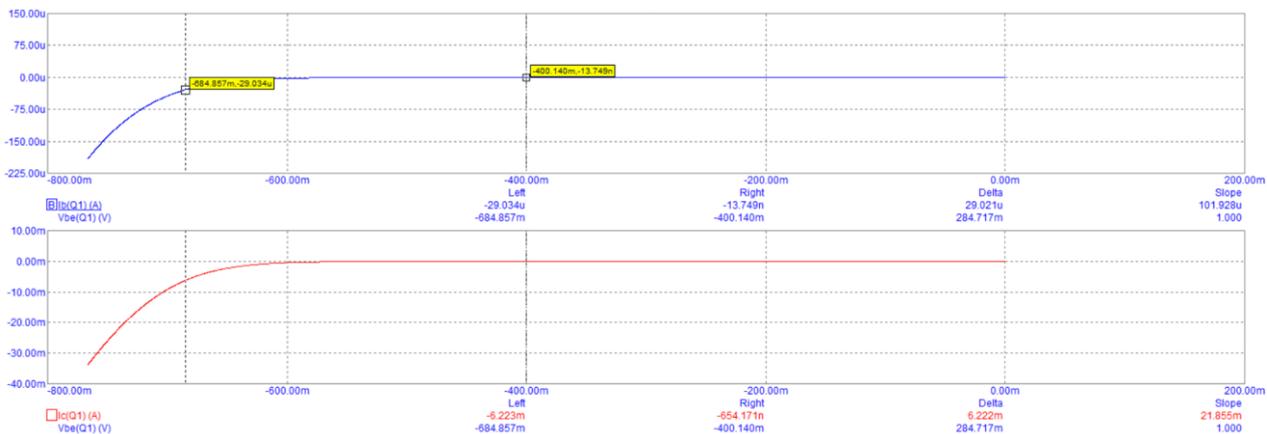


Рисунок 4– Графики входной и передаточной характеристик р–п–р-транзистора

Таблица 2

Входное напряжение		Входная характеристика		Передачная характеристика	
		Ток базы, мкА		Ток коллектора, мкА	
V_{be1}	ΔV	I_b	ΔI	I_c	ΔI
-684	284	-29	29	-6	6

3.Задание

С помощью полученных данных для каждого типа транзисторов по приведенным далее формулам рассчитаем:

– статическое r_{be} и динамическое r_{be} – входные сопротивления транзистора 10^6

Для pnp- транзистора

$$r = \frac{V_{be}}{I_b} = \frac{578}{107} = 5.4 \text{ Ом}$$

$$r \sim \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{30}{107-13} = 0.31 * 10^6 \text{ Ом}$$

Для npn- транзистора

$$r = \frac{V_{be}}{I_b} = \frac{-684}{-29} = 23.59 \text{ Ом}$$

$$r \sim \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{284}{23} = 12.34 * 10^6 \text{ Ом}$$

– коэффициенты передачи тока из эмиттера в коллектор α , статический и динамический коэффициенты усиления тока B и β :

Для pnp- транзистора

$$\alpha = \frac{I_c}{I_e} = \frac{11}{11 + 107} = 0.1$$

$$B = \frac{I_c}{I_b} = \frac{11}{107} = 0.102$$

$$\beta = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_b} = \frac{13}{86} = 0.15$$

Для pnp- транзистора

$$\alpha = \frac{I_c}{I_e} = \frac{-6}{-6-29} = 0.17$$

$$B = \frac{I_c}{I_b} = \frac{-6}{-29} = 0,21$$

$$\beta = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_b} = \frac{6}{29} = 0,21$$

Крутизну S передаточной характеристики и крутизны входной характеристики в области выбранной рабочей точки (измеряется в сименсах):

Для pnp- транзистора

$$S = \frac{\beta \Delta I_b}{\Delta V_{be}} = 0.022 \text{ мСМ}$$

$$S_{\text{вх}} = \frac{1}{r_{be}} = 0,095 \text{ мСМ}$$

Для npn- транзистора

$$S = \frac{\beta \Delta I_b}{\Delta V_{be}} = 0.00644 \text{ мСМ}$$

$$S_{\text{вх}} = \frac{1}{r_{be}} = 0,198 \text{ мСМ}$$

Вывод: В рамках выполненной лабораторной работы были проведены эксперименты на двух типах биполярных транзисторов: p-n-p и n-p-n. Главное отличие между ними заключается в том, что в p-n-p транзисторе основными носителями являются дырки, а в n-p-n транзисторе - электроны. Следовательно, для питания транзисторов полярность напряжения меняется на обратную (для p-n-p транзистора отрицательное напряжение подается на базу, а для n-p-n - положительное). Тем не менее, стоит отметить, что коэффициент передачи тока и коэффициенты усиления практически одинаковы для обоих типов транзисторов.