

Лабораторная работа 2 Исследование биполярных транзисторов

Цель работы: Исследование параметров и характеристик биполярного транзистора в разных схемах включения.

Краткие теоретические сведения

Исследуемая схема показана на рис. 2.1. Статический коэффициент передачи тока определяется как отношение тока коллектора к току базы: $\beta_{DC} = I_K / I_B$

Динамический коэффициент передачи тока β_{AC} определяется отношением приращения ΔI_K коллекторного тока к вызывающему его приращению ΔI_B базового тока: $\beta_{AC} = \Delta I_K / \Delta I_B$.

Дифференциальное входное сопротивление $r_{вх}$ транзистора в схеме с общим эмиттером (ОЭ) определяется при фиксированном значении напряжения коллектор-эмиттер. Оно может быть найдено как отношение приращения напряжения база-эмиттер к вызванному им приращению тока базы:

$$r_{вх} = \Delta U_{БЭ} / \Delta I_B = (U_{БЭ2} - U_{БЭ1}) / (I_{Б2} - I_{Б1}).$$

Дифференциальное входное сопротивление $r_{вх}$ транзистора в схеме с ОЭ через параметры транзистора определяется следующим выражением:

$$r_{вх} = r_B + \beta_{AC} r'_Э$$

где r_B - распределенное сопротивление базовой области полупроводника; $r'_Э$ - дифференциальное сопротивление перехода база—эмиттер, определяемое из выражения $r'_Э = 25 / I_Э$; $I_Э$ - постоянный ток эмиттера в миллиамперах.

Первое слагаемое r_B в выражении для $r_{вх}$ много меньше второго, поэтому им можно пренебречь.

Дифференциальное сопротивление $r'_Э$ перехода база-эмиттер для биполярного транзистора сравнимо с дифференциальным входным сопротивлением $r_{вхОБ}$ транзистора в схеме с общей базой, которое определяется при фиксированном значении напряжения база-коллектор. Оно может быть найдено как отношение приращения напряжения $\Delta U_{БЭ}$ к вызванному им приращению $\Delta I_Э$ тока эмиттера:

$$r_{вхОБ} = \Delta U_{БЭ} / \Delta I_Э = (U_{БЭ2} - U_{БЭ1}) / (I_{Э2} - I_{Э1}).$$

Через параметры транзистора это сопротивление определяется выражением

$$r_{вхОБ} = r_B / \beta_{AC} + r'_Э.$$

Первым слагаемым в выражении можно пренебречь, поэтому можно считать, что дифференциальное сопротивление перехода база-эмиттер равно $r_{вхОБ} = r'_Э$.

Порядок проведения экспериментов

Эксперимент 1. Определение статического коэффициента передачи тока транзистора:

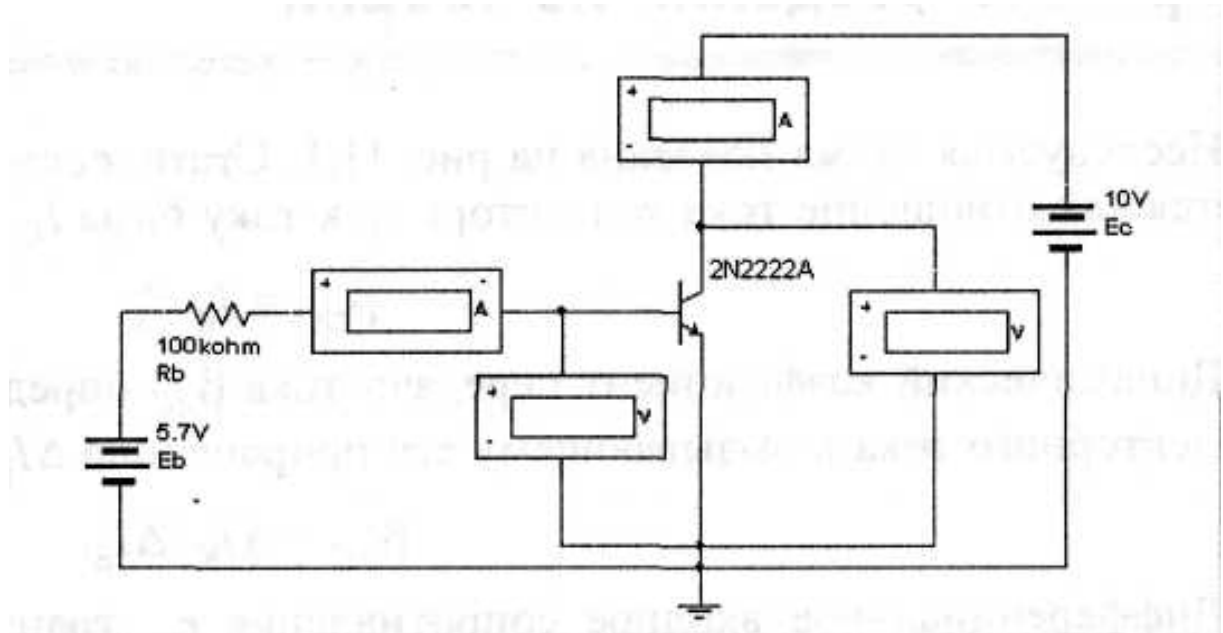


Рис. 1

а) собрать схему, изображенную на рис. 1. Включить схему. Записать результаты измерения тока коллектора, тока базы и напряжения коллектор-эмиттер. По полученным результатам подсчитать статический коэффициент передачи транзистора β_{DC} ;

б) изменить номинал источника ЭДС E_B до 2,68 В. Включить схему. Записать результаты измерения тока коллектора, тока базы и напряжения коллектор-эмиттер. По полученным результатам подсчитать коэффициент β_{DC} ;

в) изменить номинал источника ЭДС E_K до 5 В. Включить схему. Записать результаты измерения тока коллектора, тока базы и напряжения коллектор-эмиттер. По полученным результатам подсчитать статический коэффициент передачи транзистора β_{DC} . Затем установить номинал E_K равным 10 В.

Сделайте вывод о зависимости коэффициента передачи от тока коллектора и напряжения коллектор-эмиттер.

Эксперимент 2. Измерение обратного тока коллектора

На схеме рис. 2.1 изменить номинал источника ЭДС E_B до нуля. Включить схему. Записать результаты измерения тока коллектора (обратного тока) и тока базы при различных напряжениях коллектор-эмиттер (напряжение коллектор-эмиттер изменяется путем изменения напряжения E_K).

Эксперимент 3. Получение выходной характеристики транзистора в схеме с ОЭ:

а) в схеме (см. рис. 1) провести измерения тока коллектора I_K для каждого значения E_K и E_B , приведенного в таблице 1. Заполнить таблицу 1. По данным таблицы в одних координатных осях построить графики зависимости I_K от E_K для каждого тока I_B , которые и будут являться выходными характеристиками транзистора в схеме с ОЭ;

Таблица 1

E_B , В	I_B , мкА	E_K , В					
		0,1	0,5	1	5	10	20
1,66							
2,68							
3,68							
4,68							
5,70							

б) собрать схему, изображенную на рис. 2. Включить схему. Зарисовать осциллограмму выходной характеристики, соблюдая масштаб. Повторить измерения для каждого значения E_B из таблицы. Убедиться, что осциллограммы выходных характеристик для разных токов базы соответствуют табличным значениям;

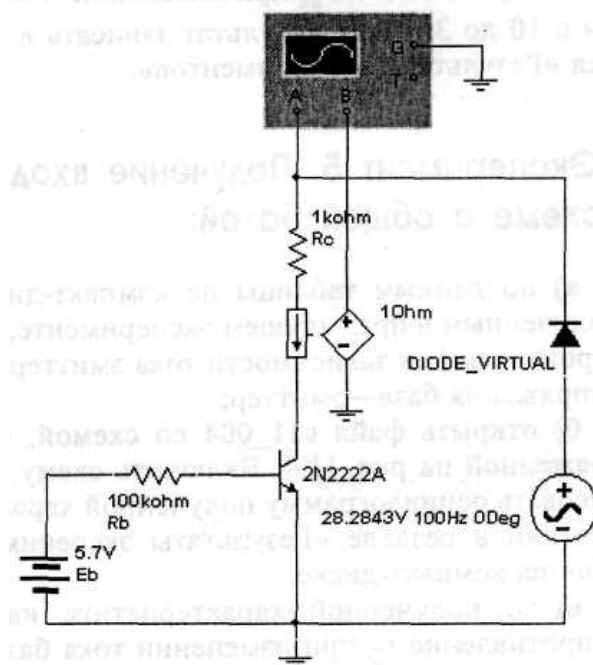


Рис. 2

в) по выходной характеристике найти коэффициент передачи тока β_{AC} при изменении базового тока с 10 до 30 мкА, $E_K = 10$ В. Результат записать.

Эксперимент 4. Получение входной характеристики транзистора в схеме с ОЭ:

а) Собрать схему на рис. 1. Установить значение напряжения источника E_K равным 10 В и провести измерения тока базы I_B , напряжения база-эмиттер $U_{БЭ}$, тока эмиттера I_E для различных значений напряжения источника E_B в соответствии с таблицей 2. Обратите внимание, что коллекторный ток примерно равен току в цепи эмиттера;

Таблица 2

$E_B, В$	$I_B, мкА$	$U_{БЭ}, В$
1,66		
2,68		
3,68		
4,68		
5,70		

б) Повторить пункт задания а) для E_K , равного 5 В

в) по данным таблицы построить графики зависимости тока базы от напряжения база-эмиттер для двух значений E_K ;

г) собрать схему, изображенную на рис. 3 для двух вариантов E_K . Включить схему. Убедиться, что осциллограммы выходных характеристик для разных токов напряжений E_K соответствуют табличным значениям.

д) по входной характеристике найти входное сопротивление $r_{вх}$ при изменении тока базы с 10 до 30 мкА. Результат записать.

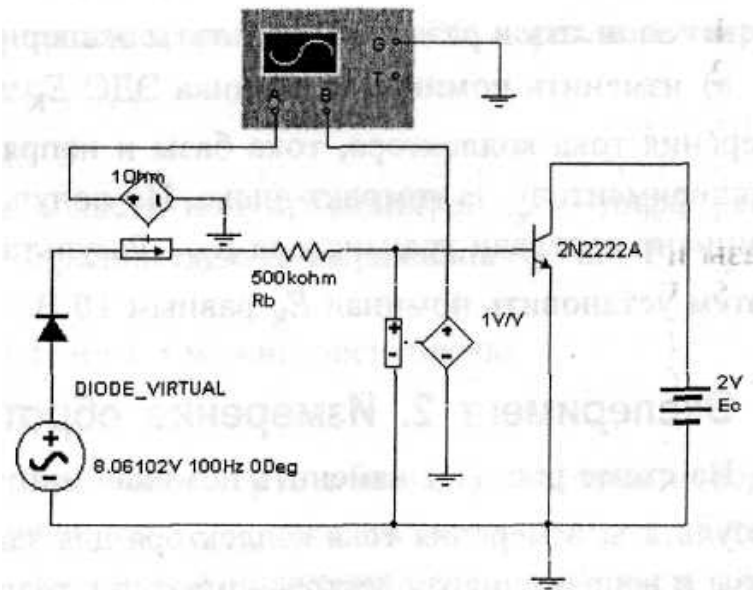


Рис. 3

Эксперимент 5. Получение входной характеристики транзистора в схеме с общей базой:

а) собрать схему с общей базой (ОБ), включив в нее необходимые приборы для измерения тока эмиттера, тока коллектора, напряжения эмиттер-база и напряжения коллектор-база. Установите напряжение источника питания E_K равным 10 В. Включить схему. Заполнить таблицу 3. По данным таблицы построить семейство зависимостей тока эмиттера от напряжения база-эмиттер при различных напряжениях коллектор-база. Сопротивление в цепи эмиттера установите на уровне 1 кОм;

Таблица 3

$E_{\text{Э}}, \text{В}$	$I_{\text{Э}}, \text{мкА}$	$U_{\text{ЭБ}}, \text{В}$
1,66		
2,68		
3,68		
4,68		
5,70		

- б) Повторить пункт задания а) для E_K , равного 5 В.
в) по полученным характеристикам найти сопротивление $r_{\text{вх}}$ при изменении тока эмиттера. Результат записать.

Эксперимент 6. Получение выходной характеристики транзистора в схеме с ОБ:

а) в схеме предыдущего эксперимента провести измерения тока коллектора I_K для каждого значения E_K и $E_{\text{Э}}$, приведенного в таблице 4. Заполнить таблицу 1. По данным таблицы в одних координатных осях построить графики зависимости I_K от E_K для каждого тока $I_{\text{Э}}$, которые и будут являться выходными характеристиками транзистора в схеме с ОБ;

Таблица 4

$E_{\text{Э}}, \text{В}$	$I_{\text{Э}}, \text{мА}$	$E_K, \text{В}$					
		0,1	0,5	1	5	10	20
1,66							
2,68							
3,68							
4,68							
5,70							

Контрольные вопросы

1. От чего зависит ток коллектора биполярного транзистора?
2. Зависит ли коэффициент β_{DC} от тока коллектора? Если да, то в какой степени? Обосновать ответ.
3. Что такое токи утечки транзистора в режиме отсечки?
4. Что можно сказать по выходным характеристикам о зависимости тока коллектора от тока базы и напряжения коллектор-эмиттер?
5. Что можно сказать по входной характеристике о различии между переходом база-эмиттер и диодом, смещенным в прямом направлении?
6. Одинаково ли значение $r_{вх}$ в любой точке входной характеристики?
7. Одинаково ли значение $r_{э}$ при любом значении тока эмиттера?
8. Как отличается практическое значение сопротивления $r_{э}$ от вычисленного по формуле?