

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

А. О. НОВИКОВ

РАБОТА ТРАНЗИСТОРА В СХЕМЕ С ОБЩИМ ЭМИТТЕРОМ

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» в качестве методических указаний для обучающихся Самарского университета по основным образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника и специальности 10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем

Составитель *А. О. Новиков*

САМАРА
Издательство Самарского университета
2024

© Самарский университет, 2024

УДК 621.38(075)

ББК 385я7

P131

Рецензент канд. тех. наук, доц. В. В. Семенов

P131 **Работа транзистора в схеме с общим эмиттером:** методические указания / сост. А. О. Новиков; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Самарский университет. – Самара: Издательство Самарского университета, 2024. – 1 CD-ROM (0,85 Мб). – Загл. с титул. экрана. – Текст: электронный.

Методические указания направлены на получение обучающимися практических навыков в курсе «Электроника и схемотехника», содержат примеры и варианты заданий, направленные на повышение качества усвоения материала, предназначены для изучения методов конструирования усилительного каскада на основе биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, в среде Electronic Workbench 5.12.

Предназначены для обучающихся по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника и специальности 10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем.

Подготовлено на кафедре информационных систем и технологий.

Минимальные системные требования:

PC, процессор Pentium, 160 МГц;

Microsoft Windows XP; мышь;

дисковод DVD-ROM; Adobe Acrobat Reader.

Редакционно-издательская обработка издательства
Самарского университета

Подписано для тиражирования 03.04.2024.

Объем издания 0,85 Мб.

Количество носителей 1 диск.

Тираж 11 дисков.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
443086, Самара, Московское шоссе, 34.

Издательство Самарского университета.
443086, Самара, Московское шоссе, 34.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. РАБОТА ТРАНЗИСТОРА В СХЕМЕ С ОБЩИМ ЭМИТТЕРОМ	6
1.1. Теоретическая часть	6
1.2. Порядок выполнения работы	9
1.3. Содержание отчета	13
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ	14

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания «Работа транзистора в схеме с общим эмиттером» сочетают в себе теоретические сведения по методам конструирования усилительного каскада на основе биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, и задания для выполнения лабораторной работы по курсу «Электроника и схемотехника».

Методические указания подготовлены на основе лекций для обучающихся по специальности 09.03.01 Информатика и вычислительная техника и по специальности 10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем, но могут быть полезны и для студентов других специальностей и направлений.

1. РАБОТА ТРАНЗИСТОРА В СХЕМЕ С ОБЩИМ ЭМИТТЕРОМ

1.1. Теоретическая часть

Схему с общим эмиттером (ОЭ) (рис. 1) наиболее часто применяются в усилительных каскадах. Работу транзистора в схеме ОЭ рассчитывают по входным и выходным вольтамперным характеристикам (ВАХ), снятым для этой схемы.

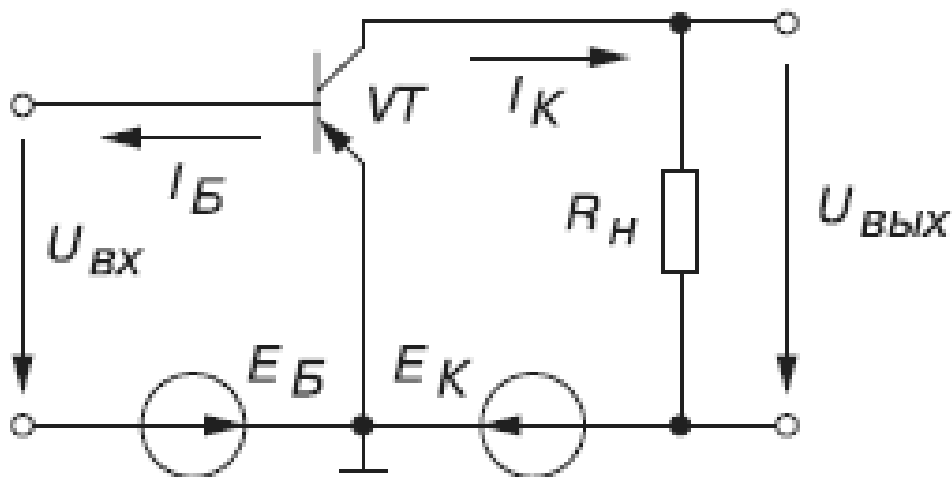


Рис. 1. Схема с общим эмиттером

Входной вольтамперной характеристикой называют зависимость тока базы от напряжения база-эмиттер при постоянном напряжении на коллекторе

$$I_B = f(U_{БЭ}), \text{ при } U_{КЭ} = \text{const.}$$

Выходной вольтамперной характеристикой транзистора в схеме ОЭ называют зависимость тока коллектора от напряжения коллектор-эмиттер при постоянном значении тока базы.

$$I_K = f(U_{КЭ}), \text{ при } I_B = \text{const.}$$

Входная и выходная вольтамперные характеристики показаны на [рис. 2](#).

Схема измерений входных ВАХ представлена на [рис. 3](#). Входной ток задается при помощи источника постоянного тока, а входное напряжение контролируется вольтметром. Напряжение между коллектором и эмиттером постоянно и равно напряжению источника постоянного напряжения.

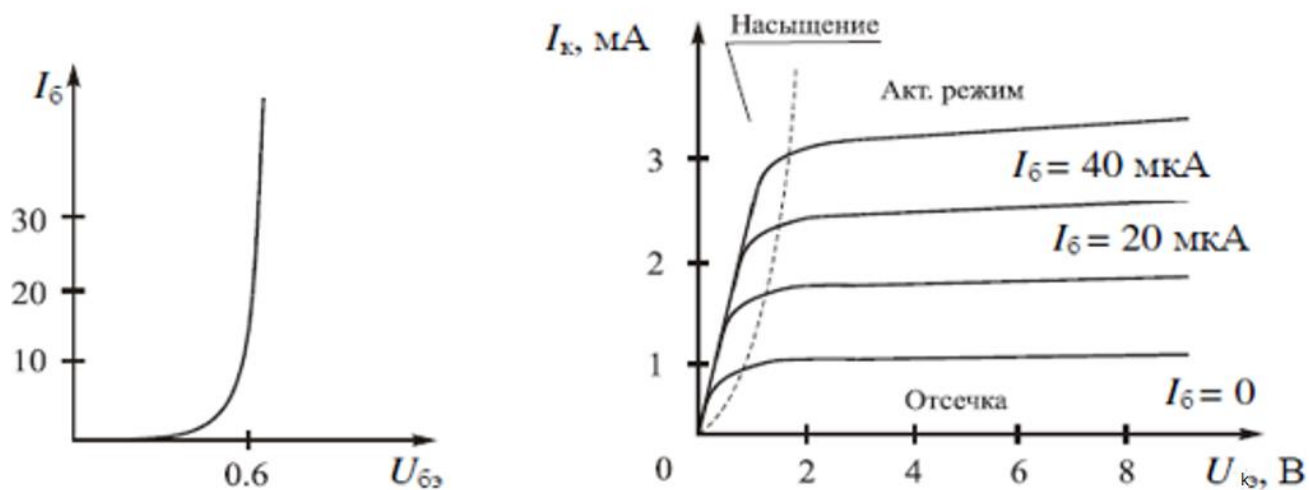


Рис. 2. Входная и выходная вольтамперные характеристики

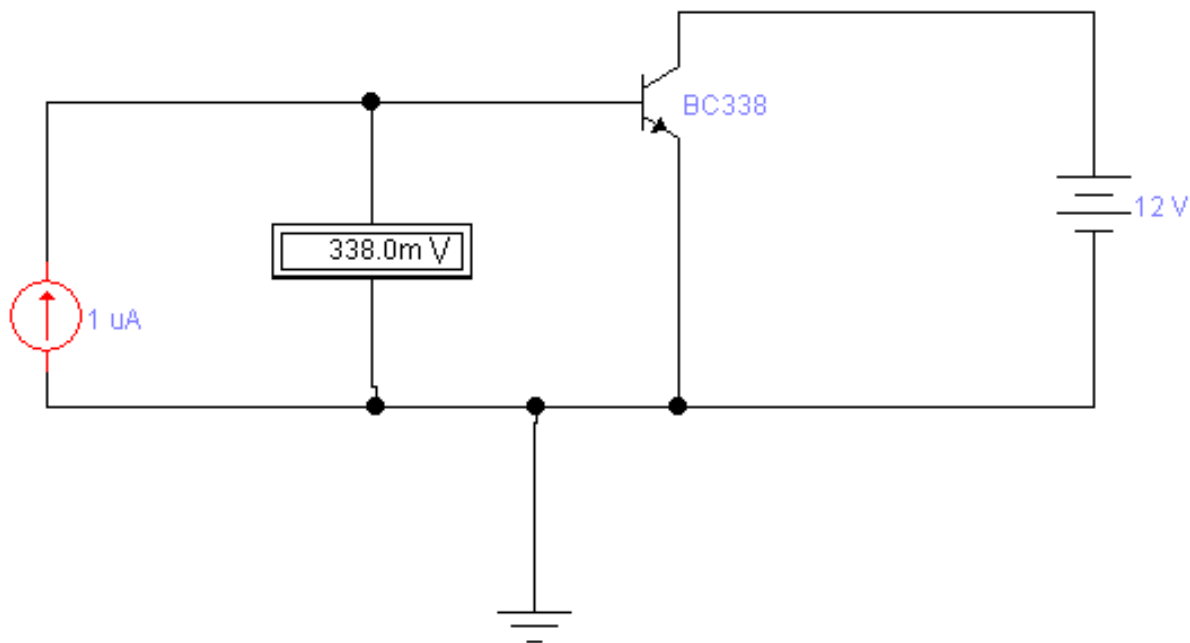


Рис. 3. Схема измерений входных ВАХ

Для построения выходной ВАХ применяется схема на [рис. 4](#).

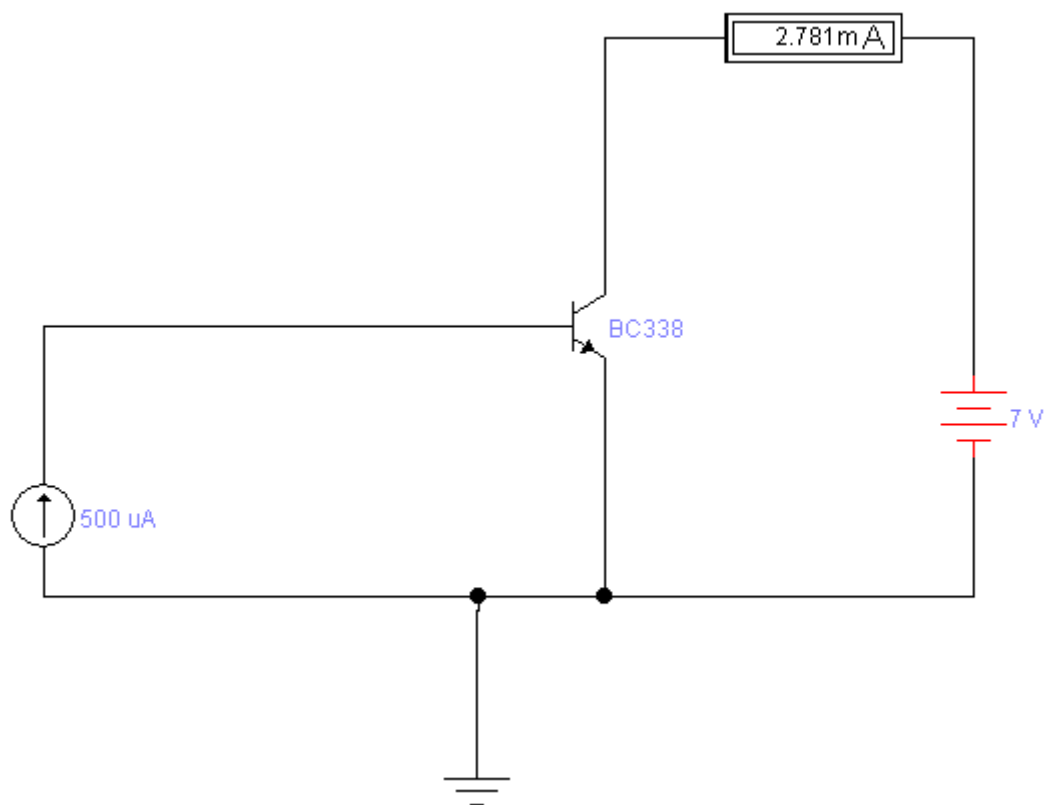


Рис. 4. Схема измерения выходной ВАХ

Выходное напряжение между коллектором и эмиттером задается при помощи источника постоянного напряжения, а выходной ток коллектора контролируется амперметром. При этом, входной ток базы поддерживается постоянным при помощи источника постоянного тока.

Варианты задания

№ варианта	Транзистор
1	BC337
2	BC338
3	BC368
4	BC372
5	BC373
6	BC489
7	BC517
8	BC546
9	BC817-16
10	BC817-25
11	BC549
12	BC550B

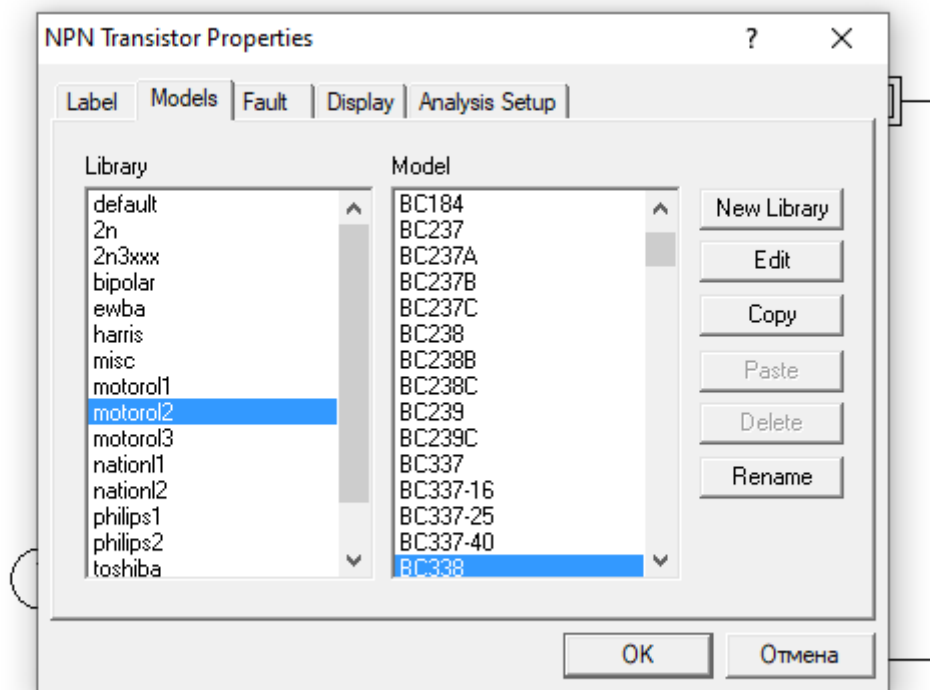
13	BC618
14	BC635
15	BC637
16	BC639
17	BC337-16
18	BC337-25
19	BC337-40
20	BC338-16
21	BC338-25
22	BC338-40
23	BC489A
24	BC489B
25	BC546A

1.2. Порядок выполнения работы

1. Измерить входную ВАХ транзистора (рис. 2).

Для измерения входной ВАХ транзистора можно применить схему (рис. 3).

Транзистор для измерения выбирать в соответствии с вариантом задания из папки



Выбрать напряжение источника питания транзисторного каскада E в пределах от 10 до 20 вольт.

Напряжение коллектор-эмиттер при измерении входной ВАХ задать **равным половине напряжения источника питания**.

Ток базы задавать в диапазоне от 0.1 микроампер до 5 миллиампер.

2. По результатам измерения входной ВАХ выбрать рабочую точку в соответствии с [рис. 5](#).

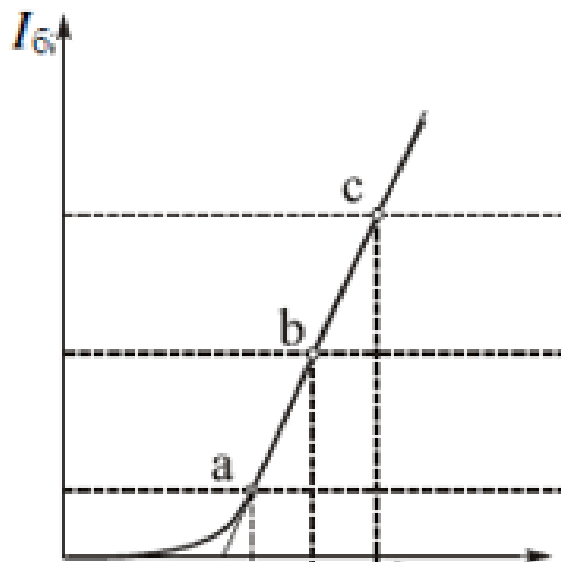


Рис. 5. Выбор рабочей точки транзисторного каскада

При выборе рабочей точки необходимо учитывать следующее:

а) для снижения нелинейных искажений полезного сигнала рабочая точка должна располагаться на линейном участке ВАХ, т.е. на отрезке «а-с»,

б) для снижения потребления энергии ток базы, соответствующий выбранной рабочей точке, должен быть минимальным (рекомендуется не более 1 миллиампера).

Как видно из [рис. 5](#), наилучшим выбором будет точка «а».

Необходимо записать значения тока смещения и напряжения смещения, соответствующие выбранной рабочей точке.

3. Измерить выходную ВАХ транзистора ([рис. 2](#)).

Для измерения выходной ВАХ транзистора можно применить схему [рис. 4](#).

Ток базы установить равным току базы смещения, найденному в П.2.

Выходное напряжение коллектор-эмиттер задавать в диапазоне от 0 до напряжения питания транзисторного каскада E .

4. По результатам измерения выходной ВАХ выбрать рабочую точку в соответствии с [рис. 6](#).

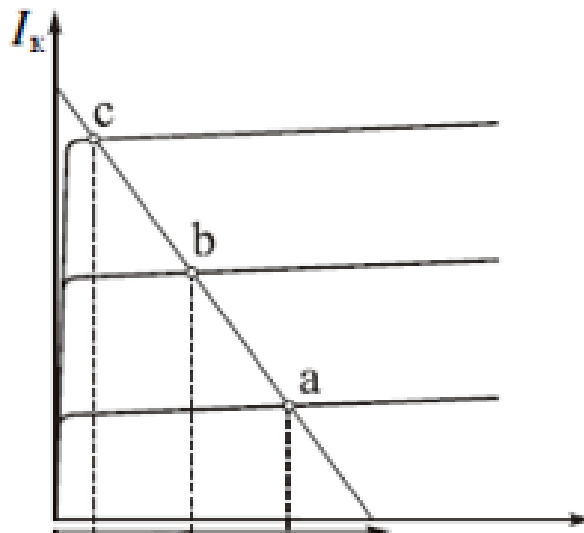


Рис. 6. Выбор рабочей точки транзисторного каскада

Наилучшей рабочей точкой на выходной ВАХ будет та, при которой выходное напряжение коллектор-эмиттер будет равно половине напряжения питания каскада E .

Для выбранной рабочей точки определить коэффициент передачи тока базы при постоянном напряжении на коллекторе

$$h_{21э} = \frac{\Delta I_k}{\Delta I_б} \text{ при } \Delta U_k = 0.$$

5. Собрать схему транзисторного каскада с ОЭ (рис. 7).

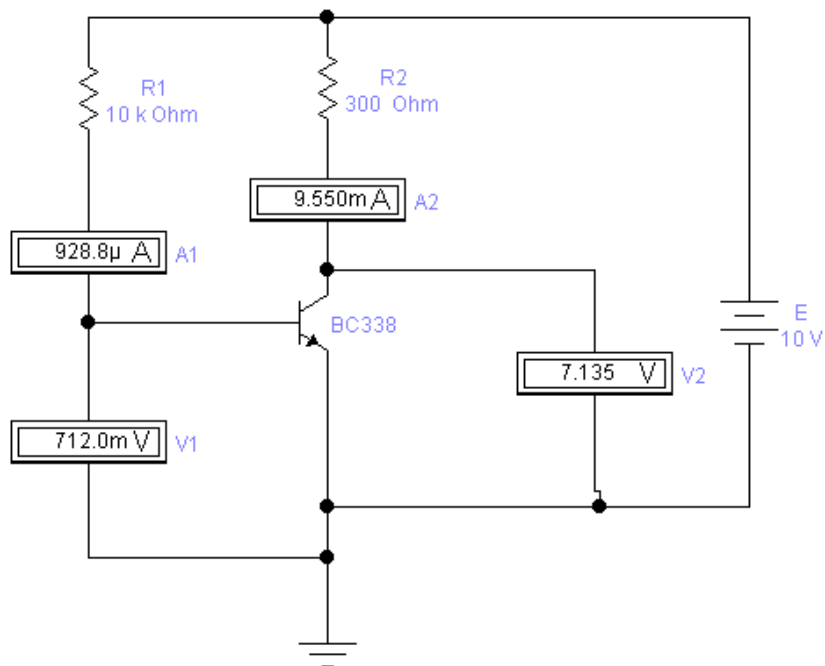


Рис. 7. Схема транзисторного каскада с ОЭ

6. Задать рабочую точку входной ВАХ в соответствии с П.2.

Для этого:

а) Рассчитать значение R_B по формуле

$$I_6 = \frac{E - U_{6э}}{R_6},$$

где I_6 и $U_{6э}$ – ток базы смещения и напряжение смещения, полученные в п. 2;

E – напряжение питания каскада.

б) Подставить полученное значение $R_6=R1$ в схему (рис. 7) и проконтролировать значения тока базы смещения и напряжения смещения по приборам A1 и V1.

7. Задать рабочую точку выходной ВАХ в соответствии с п.4.

Для этого:

а) Рассчитать значение R_K по формуле

$$I_K = \frac{E - U_{кэ}}{R_K},$$

где I_K и $U_{кэ}$ – ток коллектора и напряжение коллектор-эмиттер, полученные в п. 4;

E – напряжение питания каскада.

б) Подставить полученное значение $R_K=R2$ в схему (рис. 7) и проконтролировать значения тока коллектора и напряжения коллектор-эмиттер по приборам A2 и V2.

8. Подключить к полученной схеме усилительного каскада источник переменного напряжения через разделительный конденсатор C1 как показано на схеме (рис. 8).

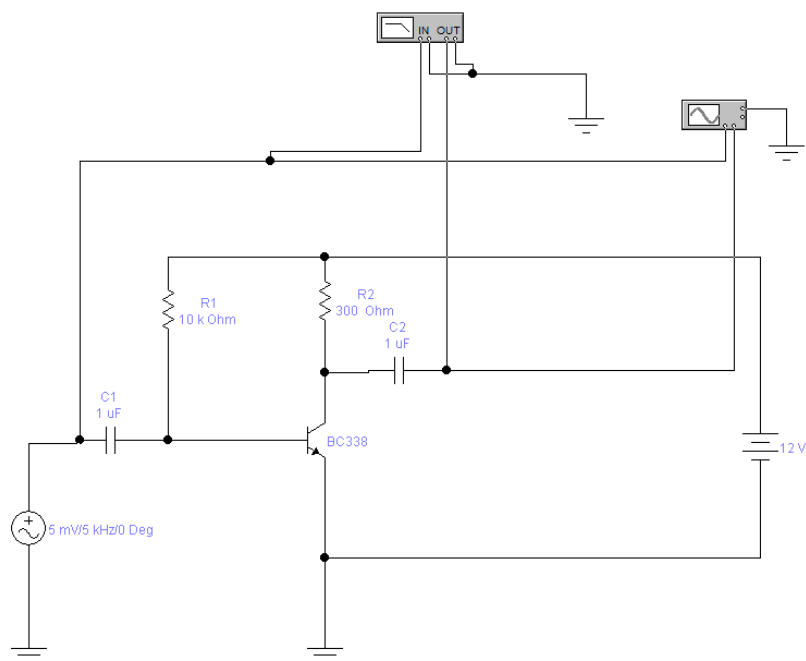


Рис.8. Схема усилительного каскада.

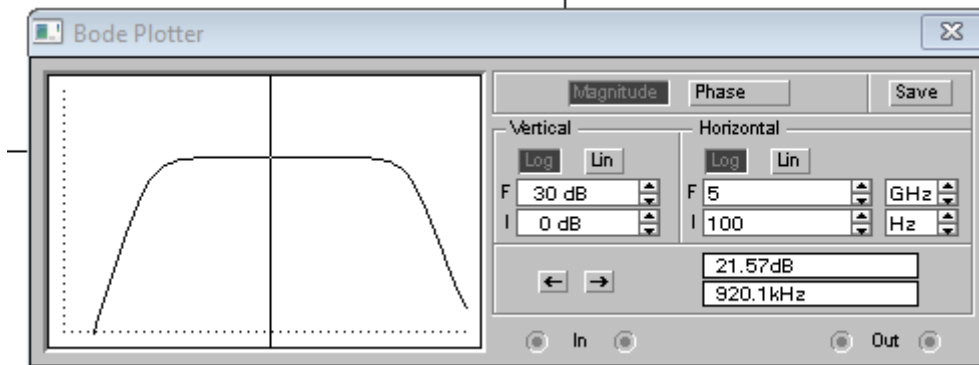
Ёмкости разделительных конденсаторов C1 и C2 взять по умолчанию.

Параметры источника переменного напряжения задать такие же, как на [рис. 8](#).

9. Зарисовать осциллограммы входного и выходного сигналов.

Зарисовать АЧХ усилительного каскада.

Например,



Измерить коэффициент усиления по напряжению.

Измерить нижнюю граничную частоту по уровню -3Дб.

Измерить верхнюю граничную частоту по уровню -3Дб.

1.3. Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1. Результаты всех расчетов.
2. Все принципиальные схемы.
3. Результаты всех измерений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Колмбет, Е.А. Микроэлектронные средства обработки аналоговых сигналов / Е.А. Колмбет. – Москва: Радио и связь, 1991. – 187 с.
2. Титце, У. Полупроводниковая схемотехника / У. Титце, К. Шенк. – Москва: Мир, 1982. – 828 с.
3. Хоровиц, П. Искусство схемотехники. В 3 т. Т.1 / П. Хоровиц, У. Хилл; пер. с англ. – 4-е изд. перераб. и доп. – Москва: Мир, 1993. – 413 с.