

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6 ТРАНЗИСТОРНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

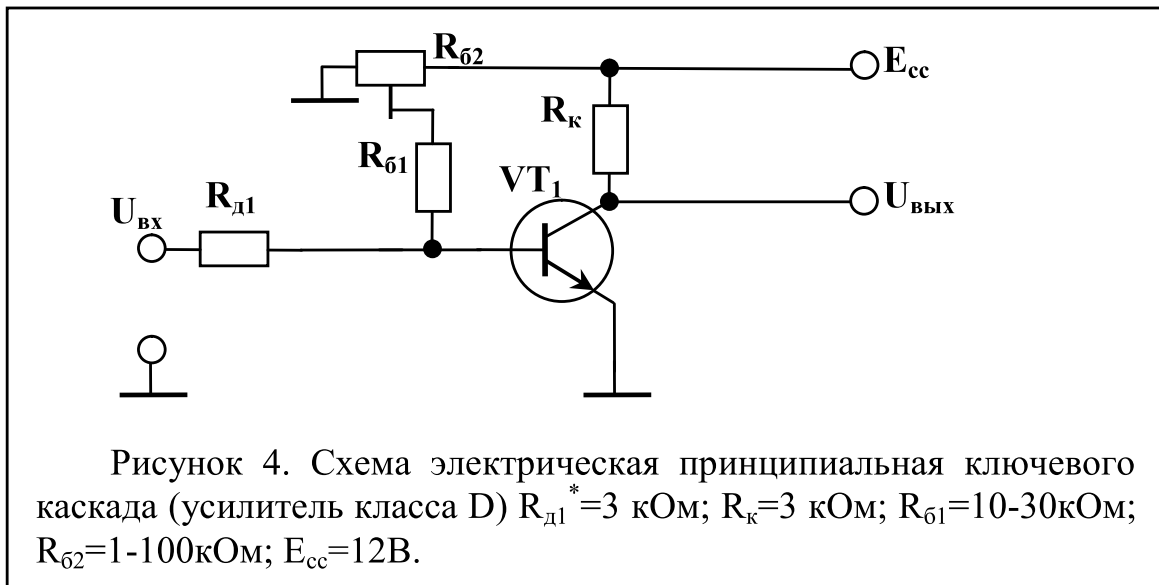
Исследование режимов работы усилительного каскада на транзисторе, включенном по схеме с ОЭ. Режимы работы усилительных каскадов (А, АВ, В, С, D). Усиление по постоянному и переменному току. Оценка влияния величины ОС на свойства усилителя (4 часа)

Цель работы

1. Изучить работу усилительного каскада на биполярном транзисторе при различных режимах работы: А, АВ, В, С, D.
2. Исследовать влияние обратной связи по постоянному току на работу усилителя
3. Исследовать влияние обратной связи по переменному току на работу усилителя

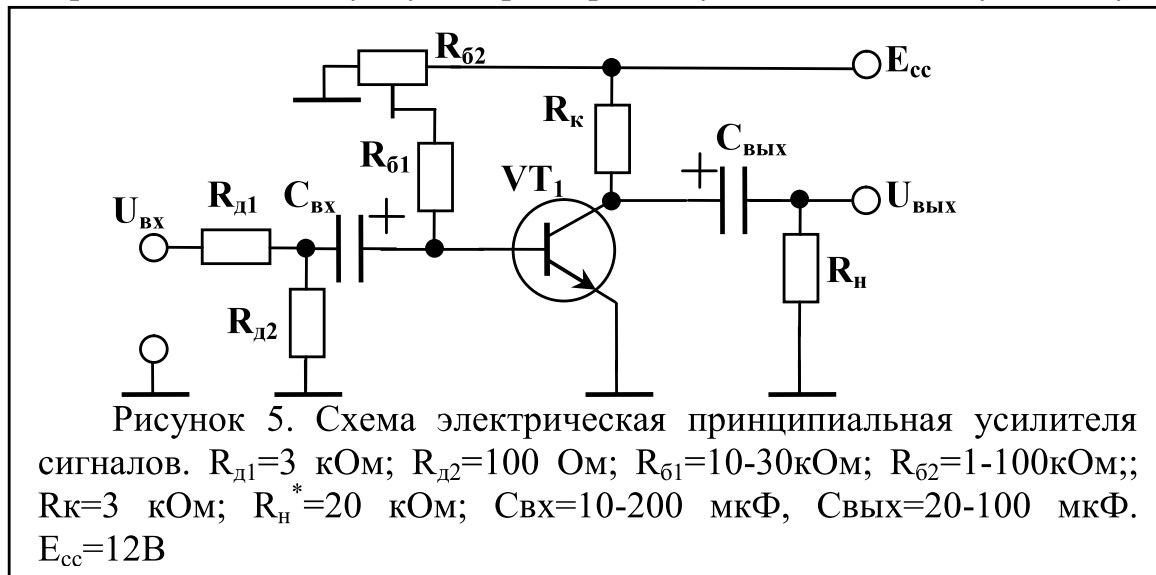
Задание:

1. Собрать схему усилителя, приведенную на рисунке 4. В качестве транзистора взять транзистор, использованный для исследования в предыдущей работе. Величину резистора $R_{д1}$ рассчитать из условия обеспечения работы каскада в режиме усиления класса D (ключевом режиме) из условия, что амплитуда входного сигнала $U_{вх}$ составляет 5 В.



2. Оценить максимальные значения уровня входного сигнала, при котором усилитель будет работать в режиме усиления класса А, В, С и D.
3. Подбирая положение движка потенциометра $R_{б1}$ и величину напряжения генератора, добиться максимально возможной неискаженной синусоиды на коллекторе транзистора и зарисовать осцил-

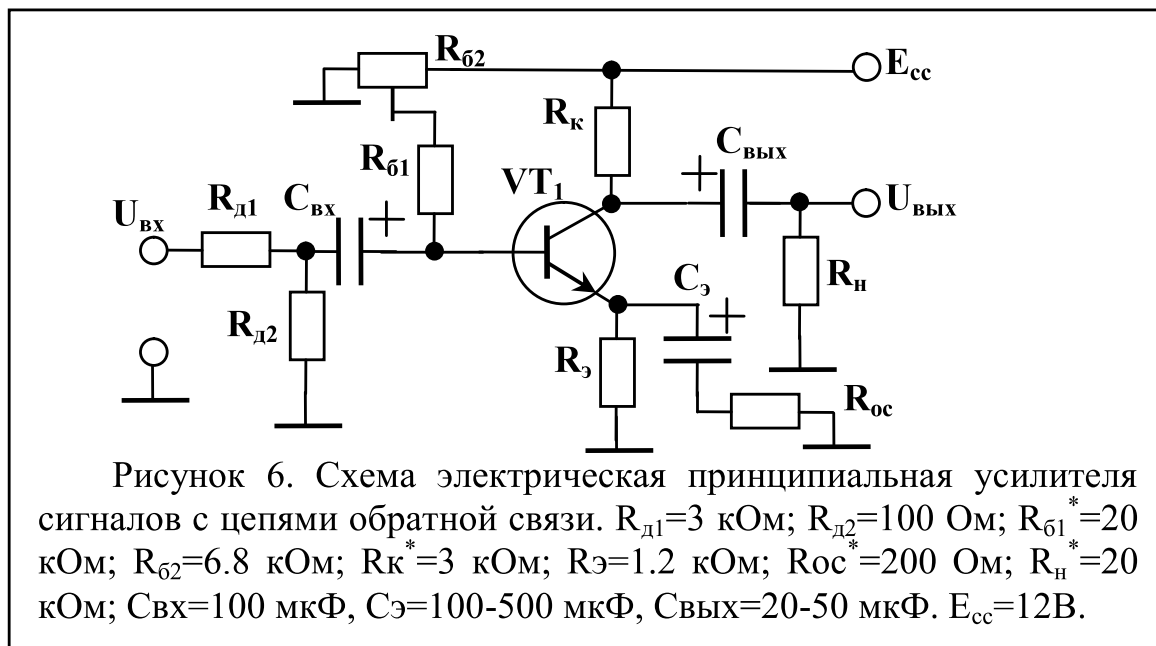
- лограмму выходного сигнала. Определить параметры рабочей точки усилительного каскада (ток базы и напряжение на коллекторе при нулевом входном сигнале) и величину входного сопротивления и сравнить полученные результаты с расчетными значениями.
4. Снять амплитудную характеристику каскада. Отметить величину входного напряжения и оценить величину размаха тока базы, при которых можно считать, что усилитель переходит в режим усиления класса D (двухстороннее ограничение сигнала). Зарисовать осциллограмму сигнала для этого случая. Рассчитать величину входного сопротивления каскада.
 5. Сместить рабочую точку усилителя так, чтобы он перешел в режим усиления класса B, а затем C. Определить параметры рабочей точки усилительного каскада (ток базы и напряжение на коллекторе при нулевом входном сигнале) и сравнить полученные результаты с расчетными значениями.
 6. Повторить пункт 4 для случая выбора рабочей точки каскада, соответствующей режиму усиления класса B.
 7. Собрать схему, приведенную на рисунке 5 и с помощью потенциометра R_{62} установить рабочую точку в режим усиления класса A.
 8. Для собранной схемы снять амплитудные и нагрузочную характеристики. Амплитудную характеристику снимать для случая отсут-



- ствия сопротивления нагрузки, для его значения, равного сопротивлению коллектора и значения, когда нагрузочное сопротивление примерно на порядок меньше величины сопротивления коллектора.
9. На основании данных, полученных в предыдущей работе, произвести графический расчет. Расчет выполнять для выходного напря-

жения для входного напряжения, равного половине от максимально возможного значения, при котором выходной сигнал не заходит в область ограничения. Рабочую точку задавать равным экспериментально найденному ее значению. Рассчитать коэффициент усиления усилителя и величину ее входного сопротивления. Сравнить полученный результат с расчетным значением.

10. Снять амплитудно-частотную характеристику усилителя.
11. Нагреть корпус транзистора до температуры $50-70^{\circ}\text{C}$ и измерить величину смещения рабочей точки.
12. Собрать схему транзисторного усилительного каскада с последовательной обратной связью, приведенную на рисунке 6. Подбором резистора R_{62} выставить рабочую точку, обеспечивающую макс. максимально возможное неискаженное значение выходного сигнала. Сравнить параметры рабочей точки с предыдущим случаем и с расчетным значением.



13. Снять частотную и амплитудную характеристики усилителя для случаев, когда $R_{ос}$ равно указанному на схеме значению, когда оно отсутствует и когда оно равно нулю. Рассчитать величину входного сопротивления каскада для всех трех случаев.
14. Снять нагрузочную характеристику усилителя для случая, когда при бесконечном сопротивлении нагрузки размах выходного сигнала равен 0.9 и 0.5 от своего максимально возможного значения, а $R_{ос}$ отсутствует.
15. Оценить величину смещения рабочей точки в данной схеме при нагреве корпуса транзистора до величины $50-70^{\circ}\text{C}$.

Указания к выполнению работы

1. В зависимости от размаха выходного напряжения используемого источника сигнала может потребоваться изменить величины $R_{д1}$ и $R_{д2}$. Так, если размах выходного сигнала не превышает 1 – 1.5В, величину $R_{д1}$ следует уменьшить до 100 – 300 Ом, а резистор $R_{д2}$ вообще исключить из схемы.
2. При составлении схемы предусмотреть необходимость ее усложнения по мере выполнения лабораторной работы, поэтому предусмотрительно оставить место на плате под последующую установку дополнительных элементов. Еще удобнее собрать всю схему, а затем закоротить резистор R_3 и отключить резистор R_n .
3. При монтаже схемы обеспечить максимально возможный свободный доступ к элементам, номинальные значения которых требуется изменять в процессе выполнения работы, а также возможность подключения микроамперметра для замера тока базы в рабочей точке.
4. При снятии зависимостей амплитуду сигнала определять как размах между его максимальным и минимальным значениями. Пересчета в действующие значения для синусоидальных напряжений не производить.
5. В качестве входного напряжения брать напряжение на выводе входного разделительного конденсатора, соединенного с резистором $R_{д1}$, либо, при его отсутствии, напряжение непосредственно на базе транзистора. Входное сопротивление определять по величине падения напряжения на резисторе $R_{д1}$.
6. При снятии амплитудных и нагрузочных характеристик, если не оговорено особо, использовать синусоидальный сигнала, частота которого лежит в пределах от 500 Гц до 1 кГц., а величину выходного сигнала на холостом ходе (R_n – отключено) устанавливать равным половине максимально возможного неискаженного значения. Характеристики снимать по трем – пяти точкам, значения которых выбирать исходя из наличия на снимаемых зависимостях характеристических точек. При снятии амплитудных характеристик учитывать возможность смещения постоянной составляющей на базе транзистора, обусловленного наличием разделительного конденсатора на входе и проявления вентильного эффекта на переходе база-эмиттер. Чтобы уменьшить действие данного эффекта, желательно уменьшать величину резистора $R_{д2}$. Типичный вид нагрузочной кривой приведен ниже рисунках 7.

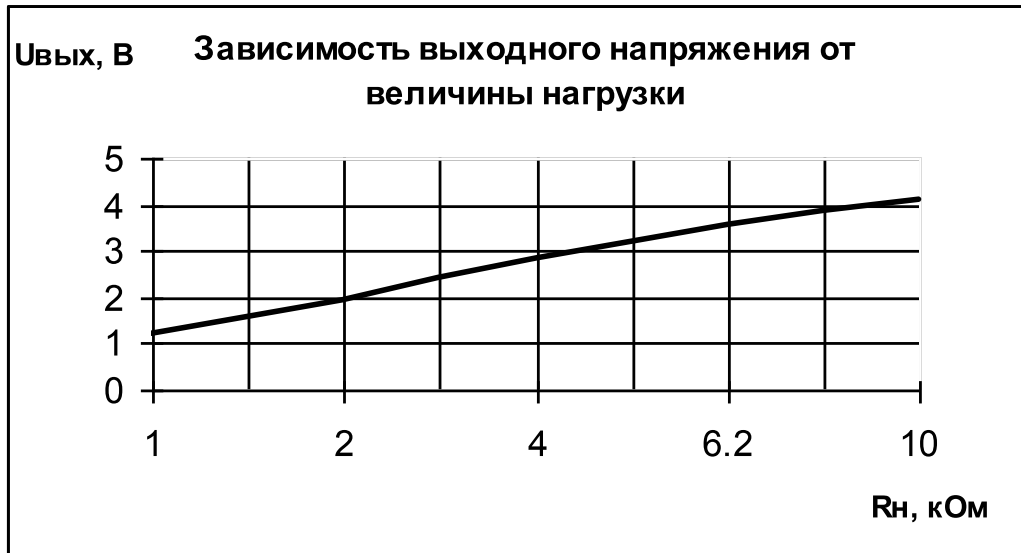


Рисунок 7. Типичный вид нагрузочной характеристики усилителя

7. При снятии АЧХ учитывать возможность изменения амплитуды входного сигнала, вырабатываемого генератором. Типичный вид АЧХ приведен ниже на рисунке 8.



Рисунок 8. Типичный вид амплитудно-частотной характеристики усилителя

В отчете привести:

1. Полную схему усилителя, приведенную на рисунке 4.

- Осциллограммы выходных сигналов усилителя, собранного по схеме на рисунке 4, для режимов работы усилителя класса А, В, С и D.
- Таблицу 1 значений параметров рабочей точки и входного сопротивления усилительного каскада:

Рисунок схемы	4	4	5	5	6	6
Режим усиления	А	В	А	А	А	А
Температура	Комн.	Комн.	Комн.	По- выш.	К о м н .	По- выш.
Экспериментальные значения:						
Ток базы, мкА						
Напряжение на коллекторе, В						
Напряжение на эмиттере, В						
Напряжение коллектор-эмиттер, В						
$U_{кэ}/E_{пит} * 100\%$						
$R_{вх}$, кОм						
Расчетные значения:						
Ток базы, мкА						
Напряжение на коллекторе, В						
$U_{кэ}/E_{пит} * 100\%$						

- В одной системе координат (график 1) – амплитудную характеристику схемы на рисунке 4 для случая выбора рабочей точки для класса усиления А и В.
- В одной системе координат (график 2) – амплитудную характеристику схемы на рисунке 5 для трех указанных в задании вариантов сопротивления нагрузки.
- В одной системе координат (график 3) – амплитудную характеристику схемы на рисунке 6 для трех указанных в задании значений величины сопротивления $R_{ос}$.
- Рассчитать коэффициенты усиления для различных режимов работы усилительного каскада и свести их в таблицу 2

Рисунок схемы	4	4	5	5	5	6	6	6
Режим усиления	A	B	A	A	A	A	A	A
Сопротивление R_{oc} , кОм	-	-	-	-	-	0	R_{oc}	-
Сопротивление R_n , кОм	-	-	-	R_k		20	20	20
Коэффициент усиления	-	-						

8. В одной системе координат (график 4) – нормированные на единицу нагрузочные характеристики схем, изображенных на рисунках 5 (1 зависимость) и 6 (2 зависимости). Рассчитать входное и выходное сопротивление усилительного каскада и внести результаты в таблицу 3

Рисунок схемы	5	5	5	6	6	6
Сопротивление R_{oc} , кОм	-	-	-	0	R_{oc}	-
Сопротивление R_n , кОм	-	R_k		20	20	20
Коэффициент усиления						
Входное сопротивление						
Выходное сопротивление						

9. В одной системе координат (график 5) – нормированные на единицу АЧХ усилителя для схемы по рисунку 5 и схемы по рисунку 6 для трех вариантов значений резистора R_{oc} .
10. Результаты графического расчета выходного сигнала.

Вопросы для самопроверки по лекционному материалу

1. Что такое электронный усилитель?
2. Какими параметрами характеризуется электронный усилитель?
3. Какие характеристики описывают электронный усилитель?
4. Какие параметры и характеристики описывают динамические свойства электронного усилителя?
5. Какие параметры и характеристики описывают частотные свойства электронного усилителя?
6. Какие параметры и характеристики описывают работу электронного усилителя в статическом режиме?
7. Что такое обратная связь в усилителях?
8. Какова классификация различных типов обратных связей?