Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника (РЛ)»

Кафедра «Радиоэлектронные системы и устройства (РЛ1)»

Домашнее задание №1

по дисциплине «Схемотехника»

Вариант № 9

Выполнил ст. группы РЛ6-51

Филимонов С. В.

Преподаватель Русов Ю.С.

**Москва, 2022**

**Цель задания** – разработать схему усилительного каскада на биполярном транзисторе с общим эмиттером.

**Исходные данные** (N = 9):

Источник сигнала .

Источник питания .

Сопротивление источника питания .

Амплитуда выходного напряжения .

Сопротивление нагрузки .

Нижняя граница частоты .

Верхняя граница частоты .

**Содержание и структура отчёта:**

1. Рассчитать элементы схемы.
2. Анализ по постоянному току (проверка рабочей точки).
3. Построить АЧХ и ФЧХ, определить граничные частоты по уровню .
4. Построить осциллограмму входного и выходного сигналов на частоте . Определить коэффициент гармоник и коэффициент усиления.
5. Построить осциллограмму входного и выходного сигнала и измерить коэффициент гармоник для крайних частот при том же уровне входного сигнала.
6. Построить зависимость коэффициента гармоник от уровня выходного на частоте .
7. Построить спектр выходного сигнала.

**Расчетная часть**

1. Выбор положения рабочей точки транзистора.

Напряжение в рабочей точке транзистора:

, где

– минимальное напряжение на транзисторе.

– напряжение на выходе каскада.

– допустимая нестабильность напряжения в рабочей точке.

Тогда .

Величина сопротивления резистора в цепи коллектора:

В этом выражении .

– падение напряжения на эмиттерном сопротивлении.

Ток в рабочей точке:

Мощность, рассеиваемая на коллекторном переходе:

1. Исходя из требуемых значений, учитывая соотношения,

выбираем биполярный кремниевый транзистор BD135.

Характеристики транзистора:

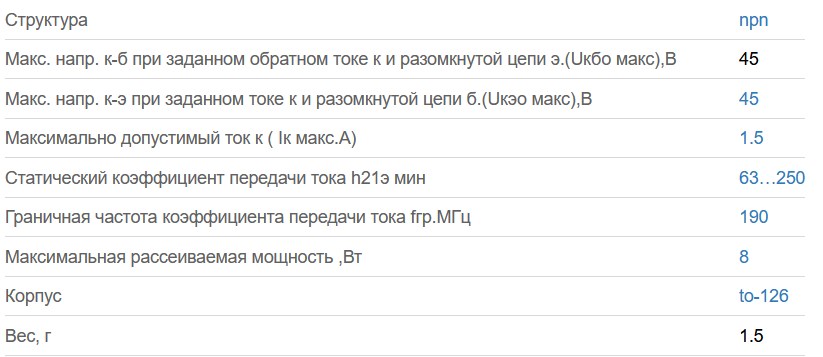


Рисунок 1 – Характеристики транзистора BD135.

1. Расчет элементов цепи смещения по постоянному току.

Величина сопротивления в цепи эмиттера:

Ток коллектора . Можно сказать, что приближено ,

Тогда

Верхний резистор базового делителя:

Тут принято ,

Нижний резистор базового делителя:

Выберем резисторы из стандартного ряда и получаем:

1. Расчёт величин ёмкостей конденсаторов

Займёмся допустимой величиной фазовых сдвигов на нижней рабочей частоте (например, , , ) для каждого из конденсаторов из условия

()

Для нахождения ёмкостей , воспользуемся соотношениями:

Выберем конденсаторы из стандартного ряда и получаем:

**Практическая часть**

1. Соберём схему с рассчитанными элементами в программе Multisim.

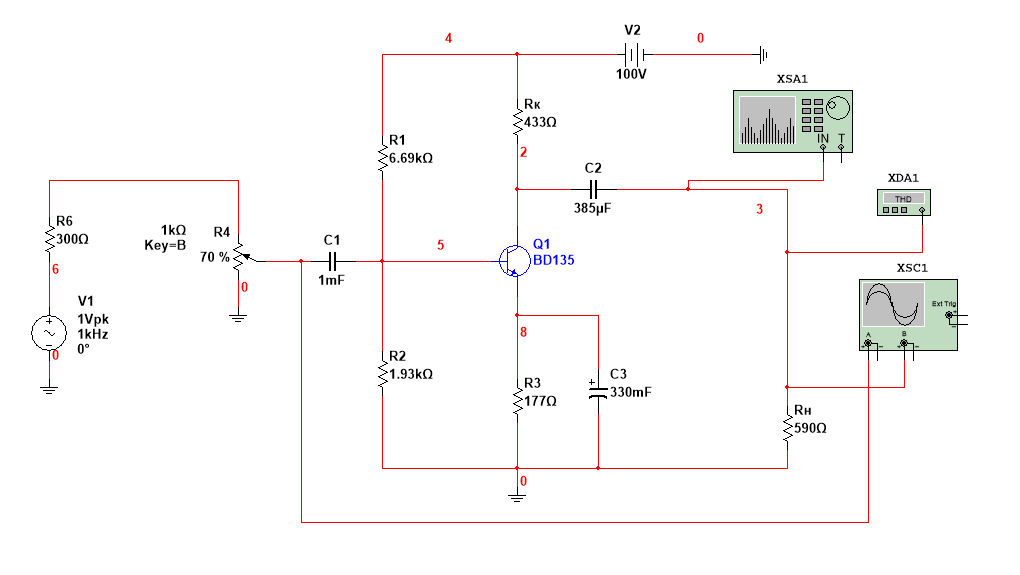


Рисунок 2 – Схема усилительного каскада с общим эмиттером.

1. Проведём анализ по постоянному току и проверим рабочую точку с полученными значениями.

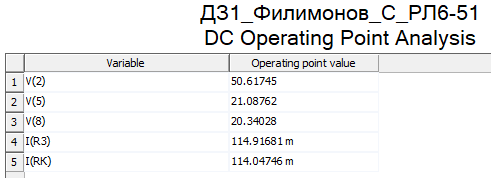


Рисунок 3 – Анализ каскада по постоянному току.

. в расчетах было взято , значит мы приблизительно верно провели расчеты рабочей точки.

Ток приблизительно соответствует току коллектора (или ). Следовательно, напряжение примерно равно, значит мы приблизительно верно провели расчеты рабочей точки.

1. Построим амплитудно-частотную характеристику на области частот.

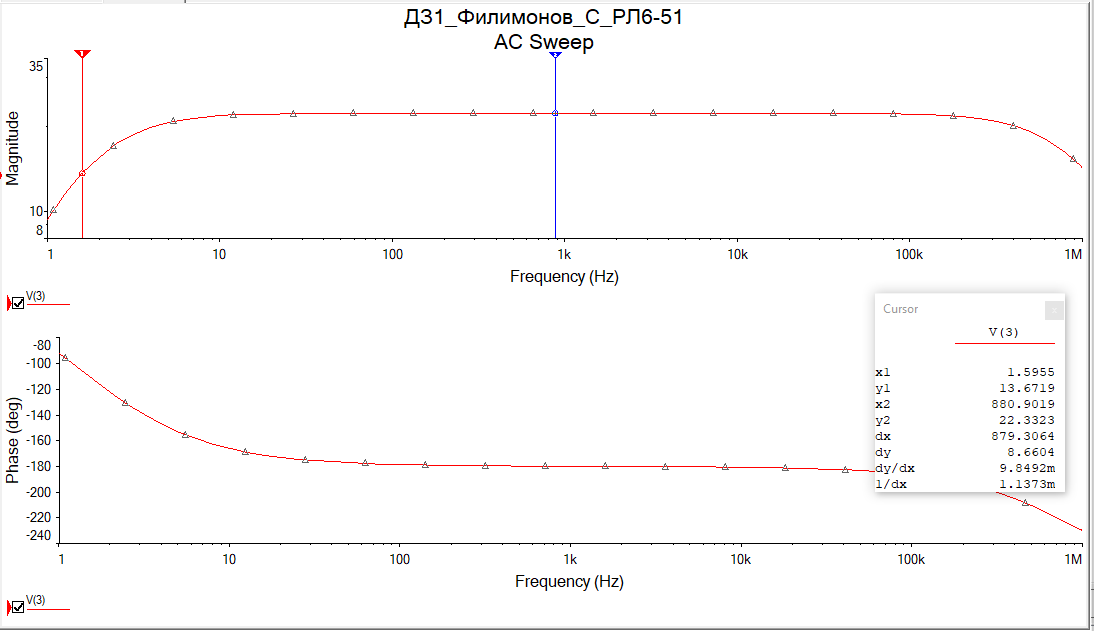


Рисунок 5 – АЧХ и ФЧХ.

Видим, что условие предела максимальных потерь в не выполняется (потери составляют). Поэтому следует добиться потерь в , увеличивая ёмкость конденсатора . При потери будут составлять .

АЧХ имеет вид:

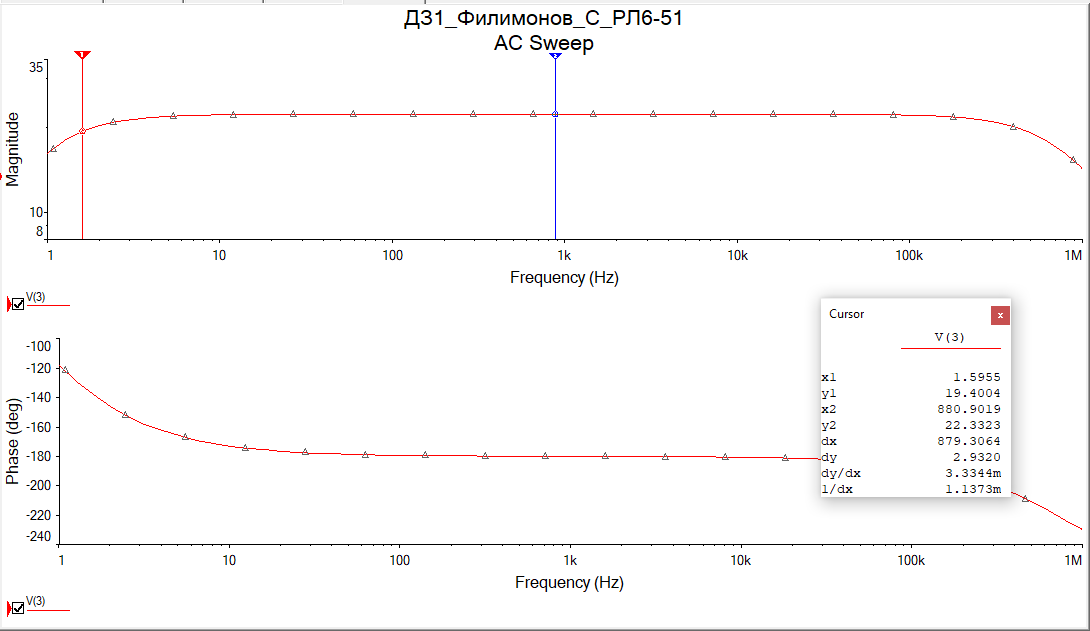


Рисунок 6 – Откорректированная АЧХ.

Частота в области верхних частот, в которой достигается уровень потерь равна

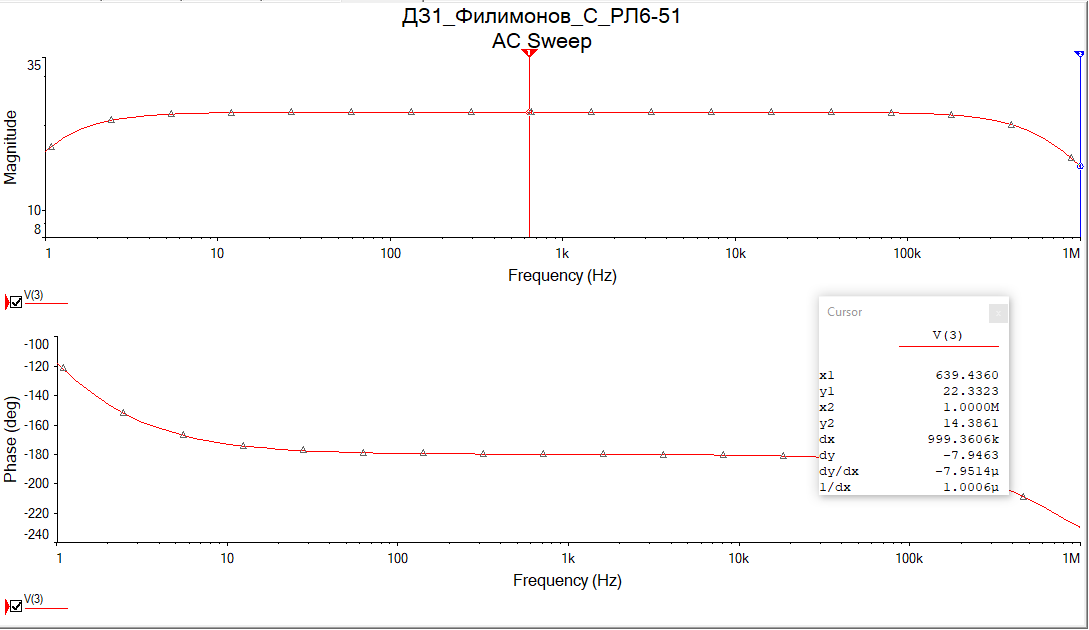


Рисунок 7 – АЧХ в области верхних частот.

1. По переменному току изобразим осциллограмму на средней частоте .

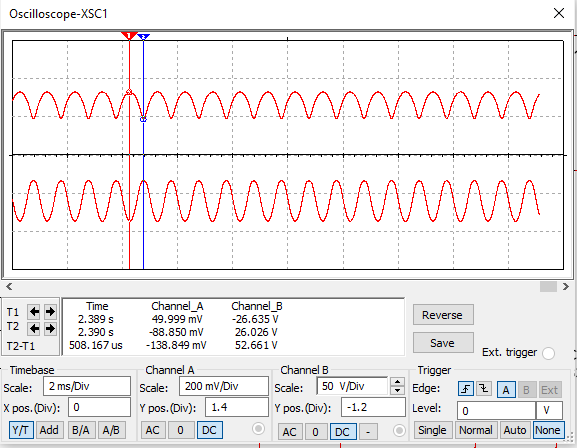


Рисунок 8 – Осциллограмма входного и выходного сигнала.

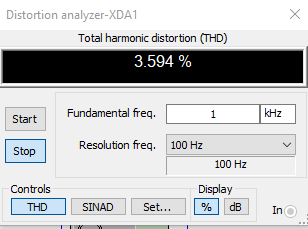


Рисунок 9 – Коэффициент гармоник.

Присутствуют допустимые искажения . Channel\_B показывает выходной сигнал, амплитуда которого . По условию . Полученный выходной сигнал отдалено соответствует заданному.

Коэффициент усиления по напряжению:

1. Осциллограммы выходного и выходного сигнала для крайних частот

Для частоты :

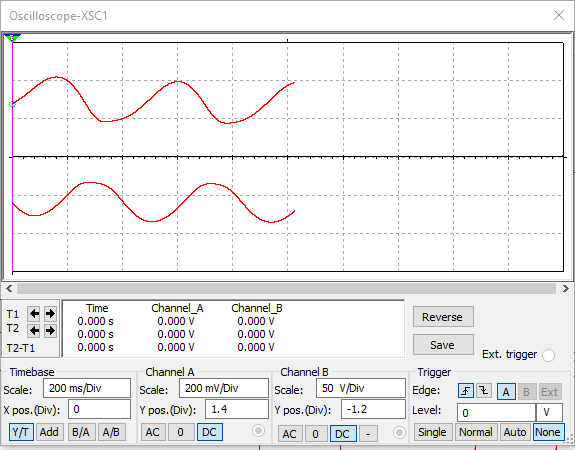


Рисунок 10 – Осциллограмма входного и выходного сигнала.

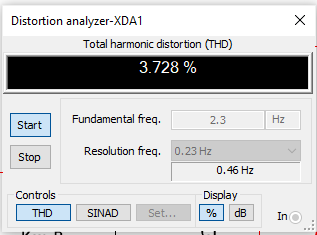


Рисунок 11 – Коэффициент гармоник.

Для частоты :

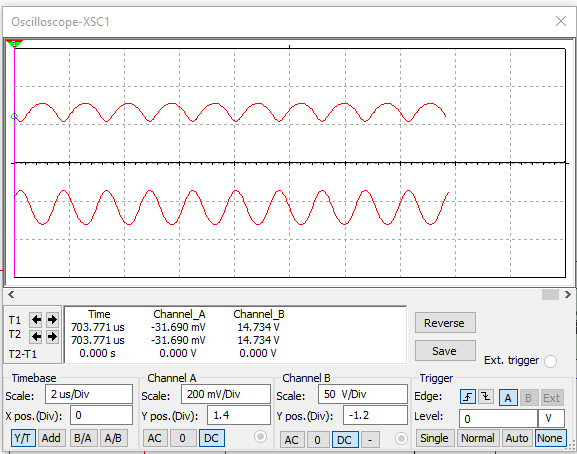


Рисунок 12 – Осциллограмма входного и выходного сигнала.

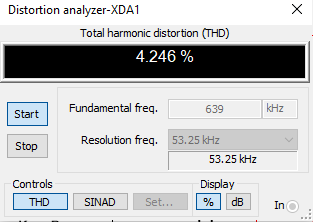


Рисунок 13 – Коэффициент гармоник.

1. Для частоты построим график зависимости коэффициента гармоник от уровня .

Увеличивая сопротивление потенциометра коэффициент гармоник уменьшается.

Измеренные данные:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 26,8 | 26,7 | 26,65 | 26,618 | 26,615 | 26,56 | 26,49 | 26,41 | 26,31 | 26,2 | 26,06 |
| THD % | 3,49 | 3,17 | 2,9 | 2,67 | 2,48 | 2,34 | 2,23 | 2,15 | 2,09 | 2,06 | 2,03 |

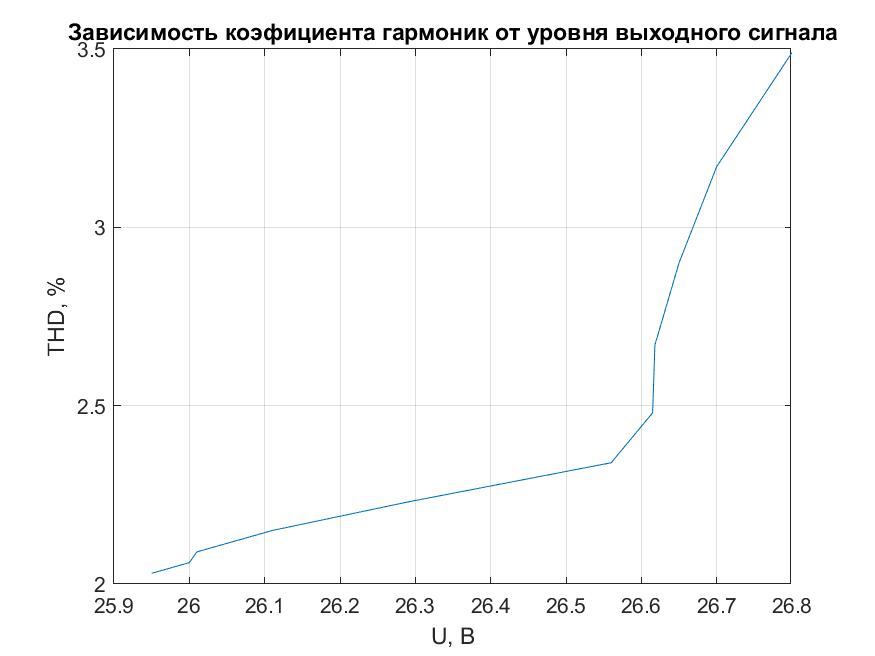


Рисунок 14 – График зависимости коэффициента гармоник от уровня .

Из данный полученной графической зависимости можно сделать вывод о том, что коэффициент гармоник увеличивается с увеличением уровня выходного сигнала.

1. Спектр выходного сигнала на частоте .

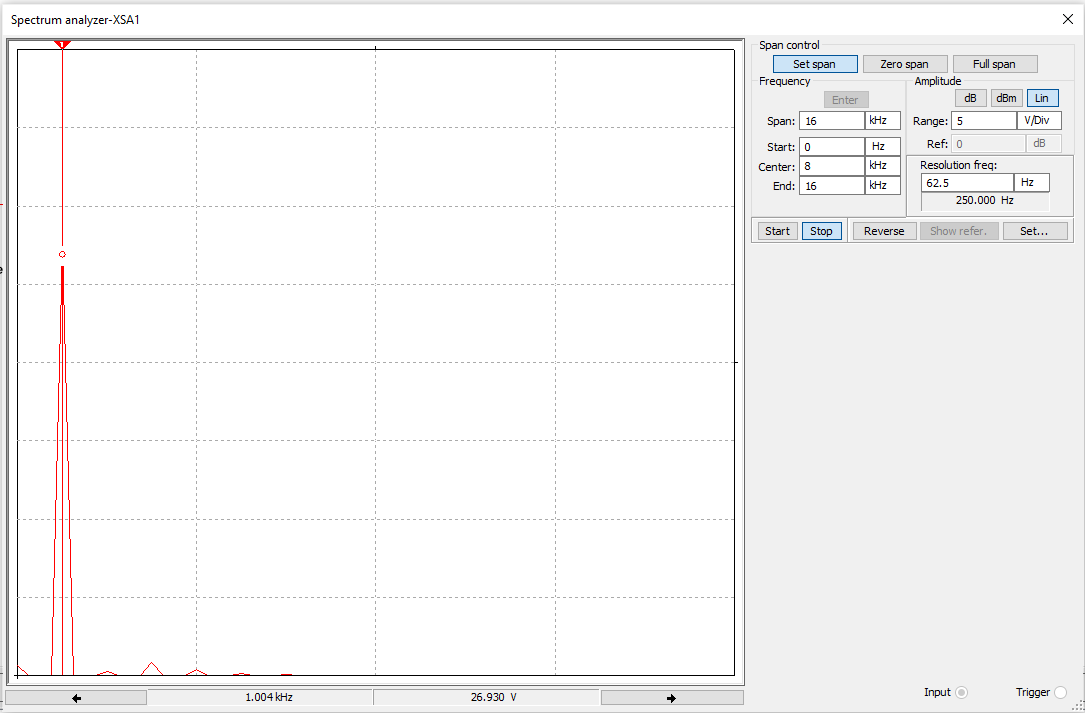


Рисунок 15 – Спектр выходного сигнала.

Помимо основной гармоники на частоте можем наблюдать и другие гармоники на больших частотах.

**Вывод:**

Мною был разработан схема усилительного каскада на биполярном транзисторе с общим эмиттером.