

ГУАП

КАФЕДРА № 42

ОТЧЕТ
ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

канд. техн. наук, доцент

должность, уч. степень, звание

подпись, дата

А. В. Аграновский

инициалы, фамилия

ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 4

ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОКАСКАДНОГО ЭЛЕКТРОННОГО УСИЛИТЕЛЯ
НА БИПОЛЯРНОМ ТРАНЗИСТОРЕ

по курсу:

ЭЛЕКТРОНИКА И СХЕМОТЕХНИКА

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ

СТУДЕНТ гр. № 4326

подпись, дата

Г. С. Томчук

инициалы, фамилия

Санкт-Петербург 2025

1 Цель работы

Цель работы: изучение и практическое исследование принципа работы и характеристик электронных усилителей.

2 Электронные модели экспериментальной установки

На рис. 1-3 изображены схемы экспериментальной установки, составленные в Micro-Cap. За неимением полупроводникового транзистора типа КТ608А в библиотеке программы, было решено заменить его на аналогичный 2N3055.

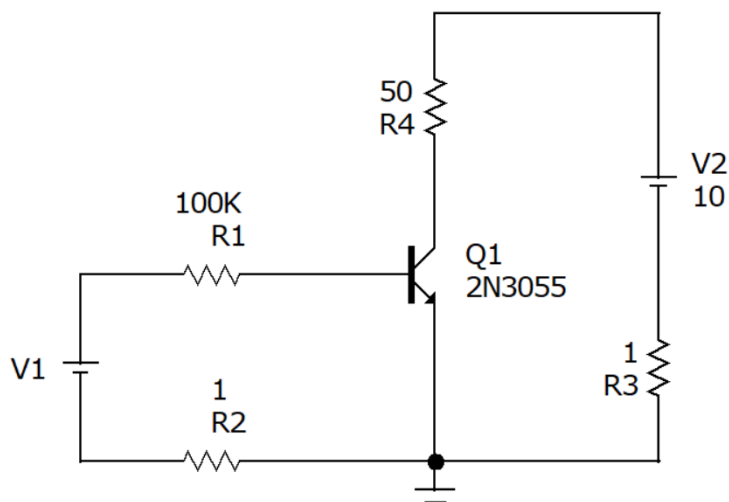


Рисунок 1 – Схема для исследования статической линии нагрузки

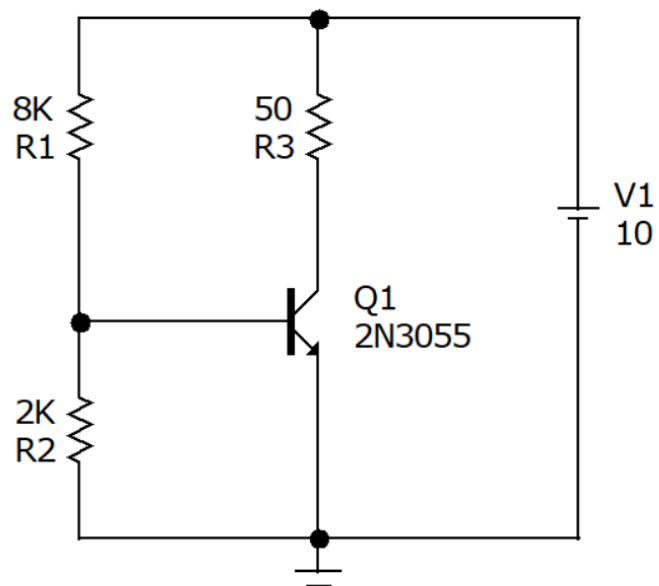


Рисунок 2 – Схема для определения рабочей точки

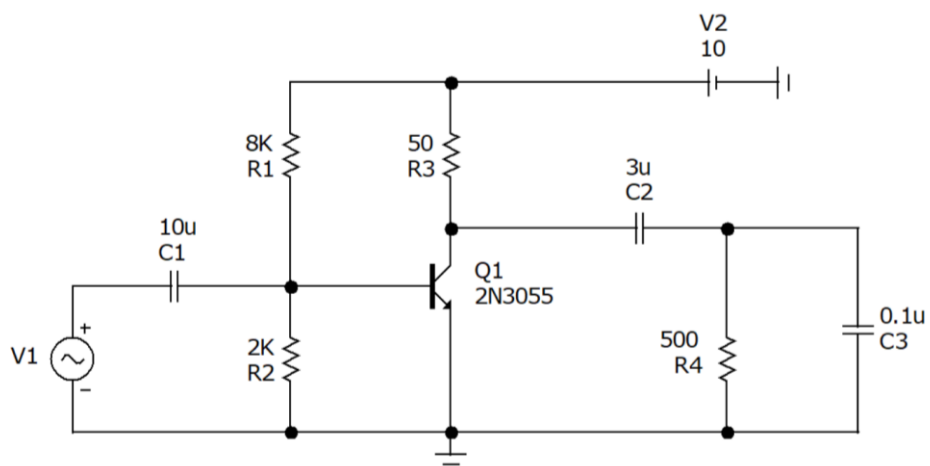


Рисунок 3 – Схема для исследования амплитудно-частотных характеристик усилителя

3 Таблицы с результатами практических исследований

По итогу симуляции и анализа заданных схем в Micro-Cap были составлены таблицы 1-5. В таблицу 1 были занесены данные исследования статической линии нагрузки.

Таблица 1 – Исследование статической линии нагрузки

$$E_K = 10V$$

U _{БЭ} , В	200	400	600	800	1000	1200
I _Б , мА	1.993	3.995	5.997	7.993	10.001	11.996
I _К , мА	192.067	194.649	194.963	195.151	195.263	195.367
U _{КЭ} , В	0.205	0.073	0.057	0.047	0.041	0.036

В таблицы 2-5 были занесены данные исследования АЧХ усилителя. Путем подбора сопротивлений резисторов R₁ = 8 кОм и R₂ = 2 кОм (так, чтобы U_{КЭ}=5В) была определена рабочая точка усилительного каскада.

Таблица 2 – Исследование АЧХ усилителя

$$R_H = 500 \text{ Ом} \quad C_H = 0 \quad C_1 = C_2 = 10 \text{ мкФ}$$

F _{ВХ} , Гц	100	200	400	800	1600	3000	6000	12000	24000
U _{мВвIX} , В	27.3	53.2	90.1	122.3	137.6	142.1	143.5	143.4	141.5

Таблица 3 – Исследование АЧХ усилителя

$$R_H = 500 \text{ Ом} \quad C_H = 0,1 \text{ мкФ} \quad C_1 = C_2 = 10 \text{ мкФ}$$

F _{ВХ} , Гц	100	200	400	800	1600	3000	6000	12000	24000
U _{мВвIX} , В	27.1	52.8	89.4	121.3	136.3	140.5	140.6	135.9	119.8

Таблица 4 – Исследование АЧХ усилителя

$$R_H = 500 \text{ Ом} \quad C_H = 0,2 \text{ мкФ} \quad C_1 = C_2 = 10 \text{ мкФ}$$

F _{ВХ} , Гц	100	200	400	800	1600	3000	6000	12000	24000
U _{мВвIX} , В	26.9	52.4	88.6	120.2	134.9	138.2	135.1	120.8	89.0

Таблица 5 – Исследование АЧХ усилителя

$$R_H = 500 \text{ Ом} \quad C_H = 0,1 \text{ мкФ} \quad C_1 = 10 \text{ мкФ} \quad C_2 = 3 \text{ мкФ}$$

F _{ВХ} , Гц	100	200	400	800	1600	3000	6000	12000	24000
U _{мВвIX} , В	20.1	47.3	85.5	118.2	133.5	137.8	138.0	133.5	118.1

4 Статическая линия нагрузки усилителя

На рис. 4 изображены графики выходных ВАХ транзистора 2N3055 с наложенной сверху статической линией нагрузки усилителя. Также на графике выделена рабочая точка усилителя.

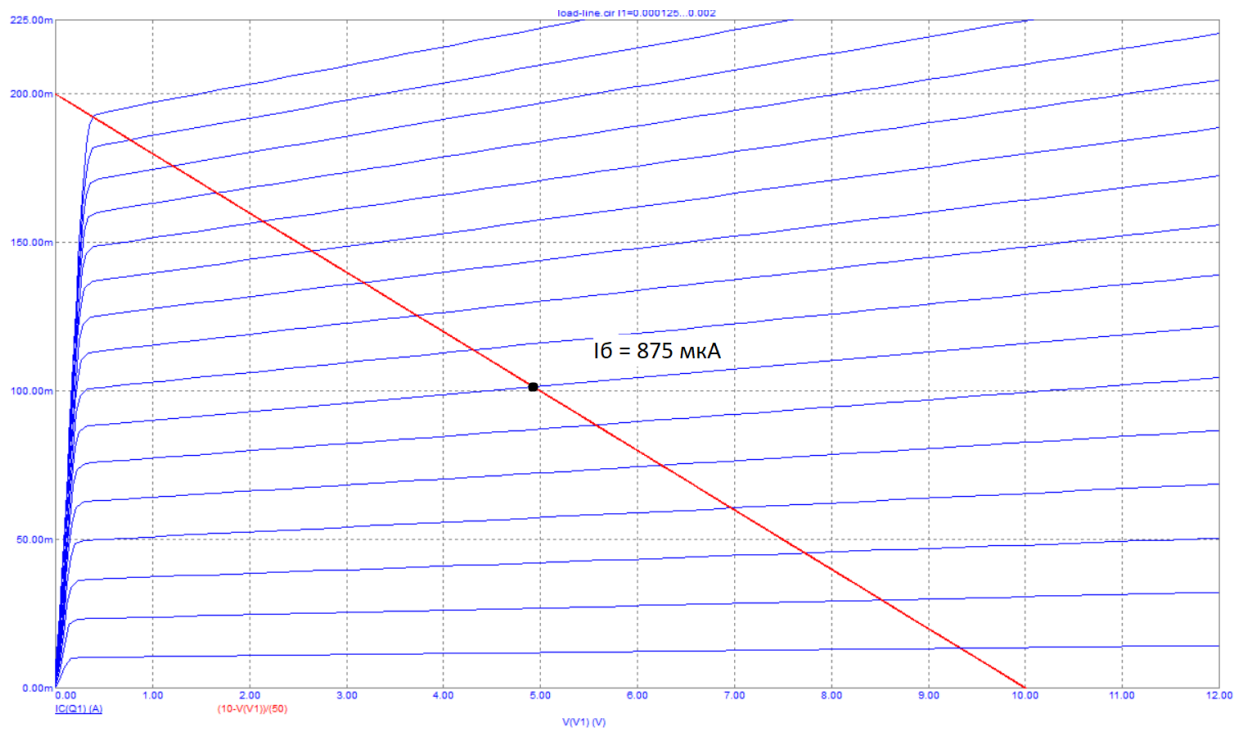


Рисунок 4 – Статическая линия нагрузки усилителя

5 Амплитудно-частотные характеристики усилителя

На рис. 5-8 изображены графики амплитудно-частотных характеристик усилителя с разными параметрами конденсаторов на схеме.

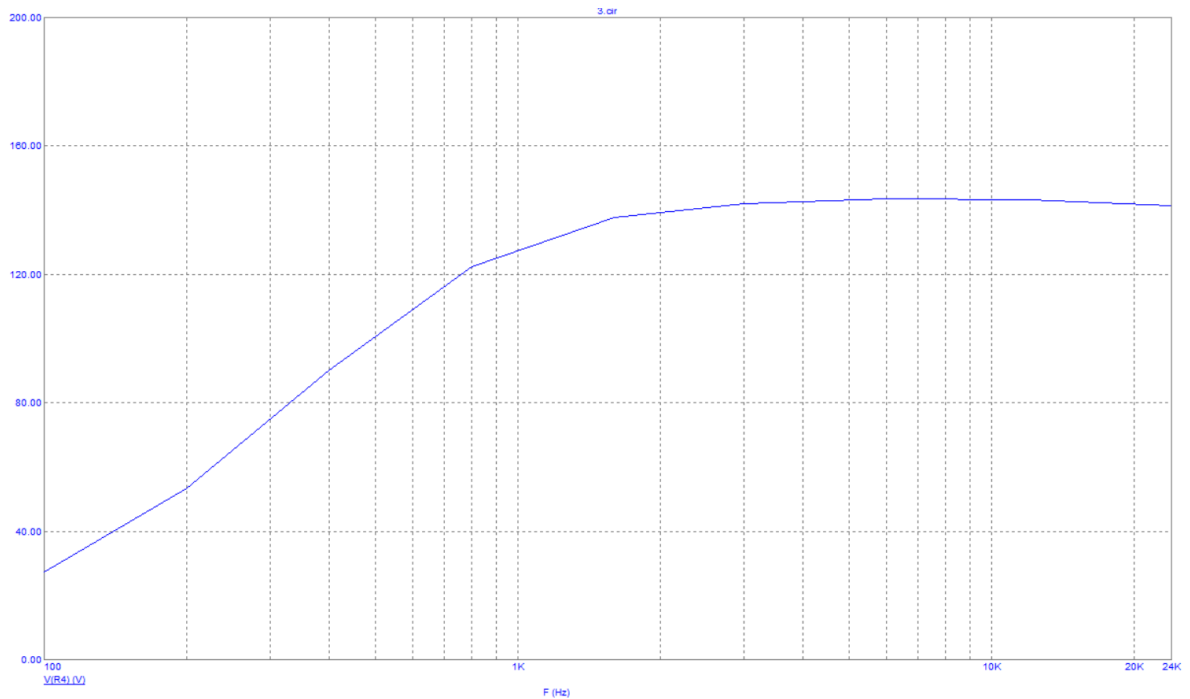


Рисунок 5 – АЧХ усилителя. $R_H = 500$ Ом, $C_H = 0$, $C_1 = C_2 = 10$ мкФ

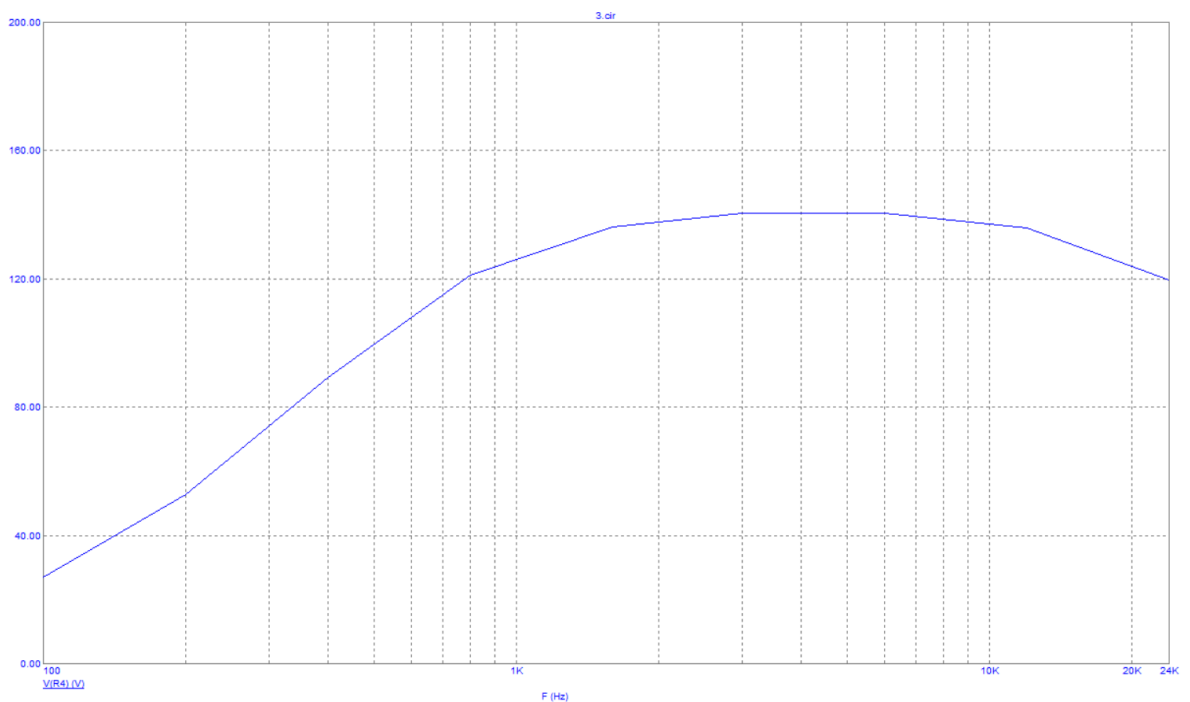


Рисунок 6 – АЧХ усилителя. $R_H = 500$ Ом, $C_H = 0.1$ мкФ, $C_1 = C_2 = 10$ мкФ

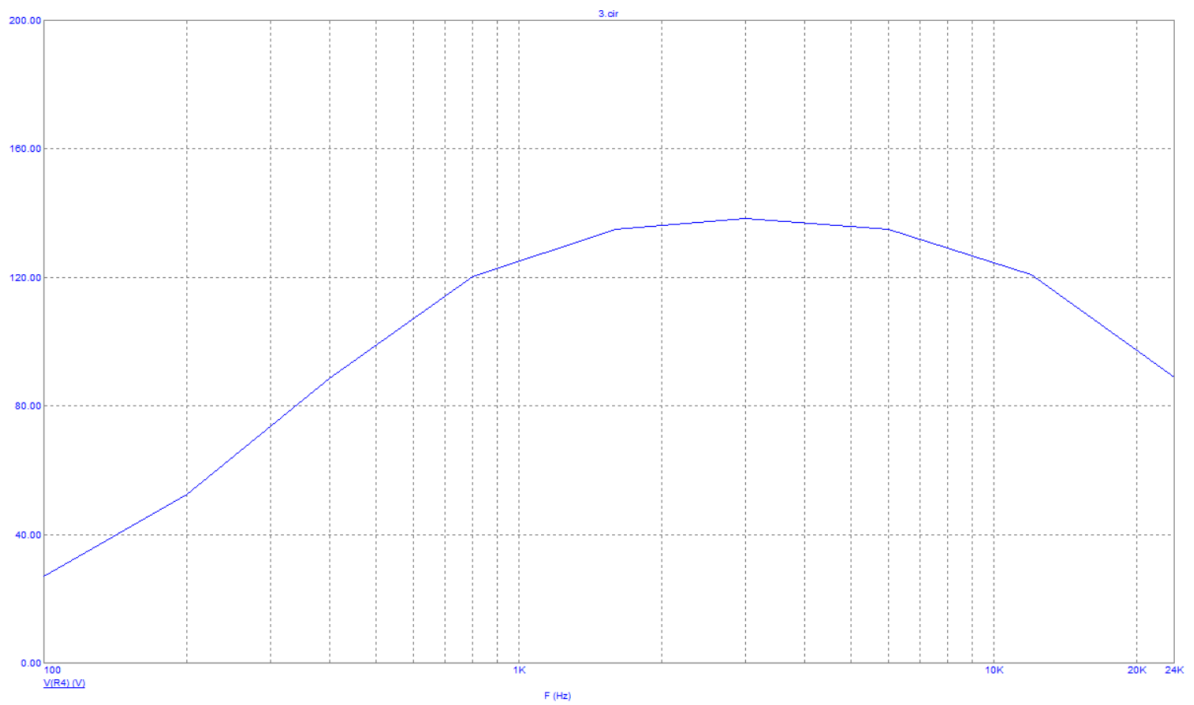


Рисунок 7 – АЧХ усилителя. $R_H = 500 \text{ Ом}$, $C_H = 0.2 \text{ мкФ}$, $C_1 = C_2 = 10 \text{ мкФ}$

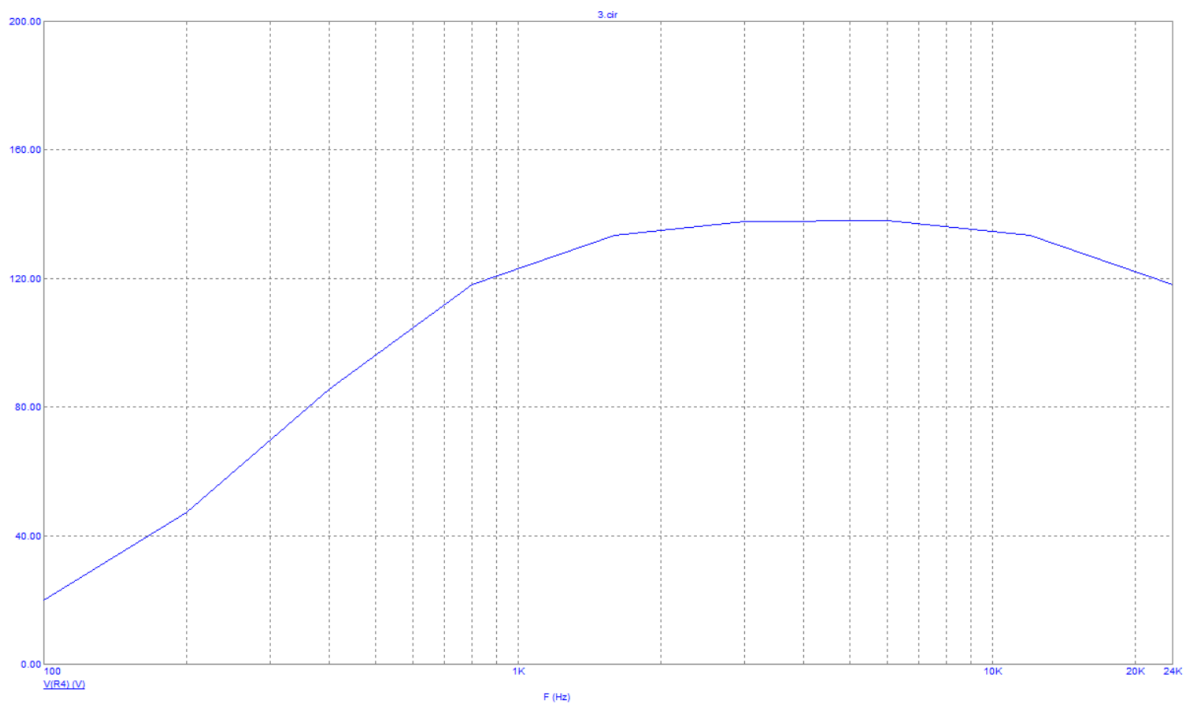


Рисунок 8 – АЧХ усилителя. $R_H = 500 \text{ Ом}$, $C_H = 0.1 \text{ мкФ}$,
 $C_1 = 10 \text{ мкФ}$, $C_2 = 3 \text{ мкФ}$

6 Выводы

В ходе лабораторной работы была исследована работа однокаскадного усилителя на биполярном транзисторе. Были получены и проанализированы статическая линия нагрузки и амплитудно-частотные характеристики усилителя.

Статическая линия нагрузки была построена на основе закона Ома и закона Кирхгофа и представляет собой прямую в координатах $I_K U_{KЭ}$. Её наклон определяется сопротивлением в коллекторной цепи, а пересечение с вольт-амперной характеристикой транзистора задает рабочую точку усилителя. В данном случае рабочая точка соответствовала току покоя базы $I_{Б=} = 875 \text{ мкА}$ ($I_{К=} = 100 \text{ мА}$, $U_{КЭ=} = 5 \text{ В}$). Она расположена на линейном участке характеристики, примерно посередине нагрузочной прямой, что обеспечит линейную работу усилителя без искажений.

Амплитудно-частотная характеристика усилителя показывает зависимость коэффициента усиления от частоты входного сигнала. Анализ полученных графиков показал, что при низких частотах усиление уменьшается за счёт реактивного сопротивления разделительных и эмиттерного конденсаторов. В средней полосе частот наблюдается плато — область стабильного усиления. При дальнейшем увеличении частоты усиление снова начинает снижаться, что связано с влиянием паразитных емкостей транзистора и монтажной схемы.

Изменение значения конденсатора C_H оказывает существенное влияние на форму АЧХ. При малом значении C_H наблюдается провал усиления на низких частотах. При увеличении емкости граница полосы пропускания смещается в сторону низких частот, и усиление становится более равномерным по всему диапазону.

Таким образом, было подтверждено, что форма и параметры статической линии нагрузки определяют рабочую точку усилителя, а элементы схемы, особенно емкостные, существенно влияют на его частотные свойства. Полученные результаты соответствуют теоретическим представлениям о работе биполярных транзисторных усилителей.