

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. № 4329

подпись, дата

Ю.В. Чабан

инициалы, фамилия

Санкт-Петербург 2025

1 Цель работы

Изучение и практическое исследование принципа работы и характеристик электронных усилителей.

2 Электронные модели экспериментальной установки

На рисунке 1 представлена собранная схема для исследования статической линии нагрузки с транзистором КТ608А.

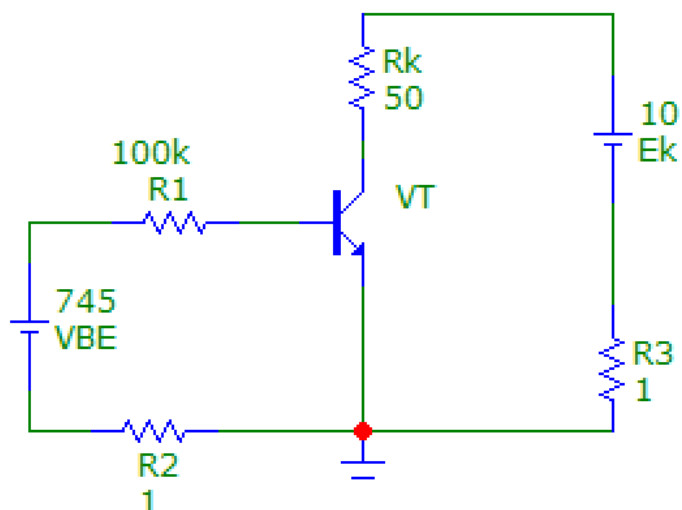


Рисунок 1 – Схема для исследования статической линии нагрузки

На рисунке 2 представлена собранная схема для определения рабочей точки.

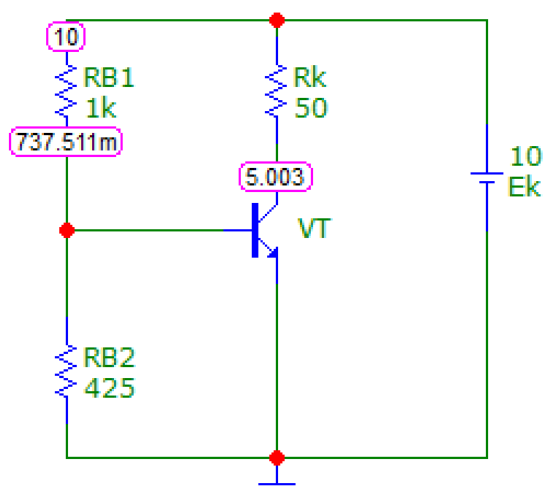


Рисунок 2 – Схема для определения рабочей точки

На рисунке 3 представлена собранная схема для исследования амплитудно-частотных характеристик усилителя.

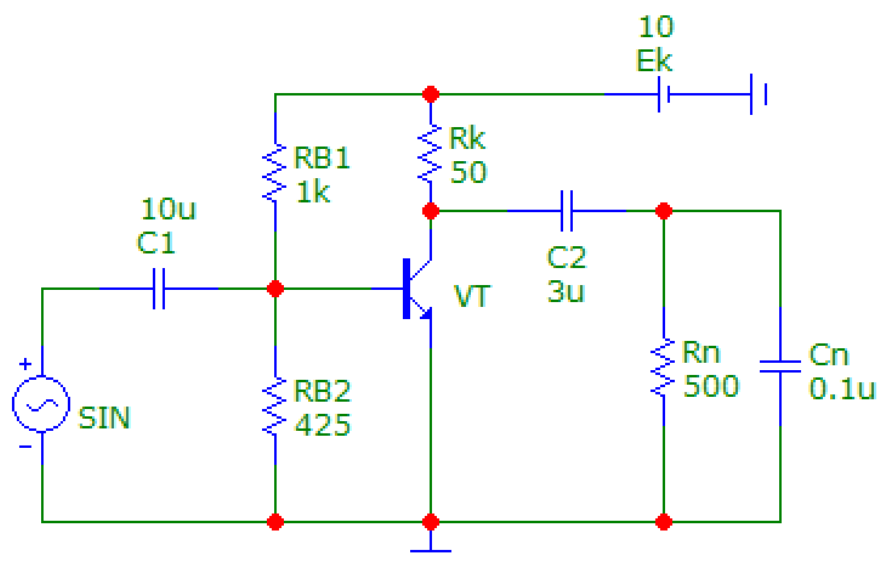


Рисунок 3 – Схема усилительного каскада

3 Таблицы с результатами практических исследований

В таблице 1 приведены результаты измерений тока базы, тока коллектора и напряжения между коллектором и эмиттером при изменении напряжения между базой и эмиттером.

Таблица 1 – Зависимость тока коллектора от напряжения коллектор-эмиттер

$U_{БЭ}$, В	200	400	600	800	1000	1200
I_B , мА	1,99	3,99	5,99	7,99	9,99	11,99
I_K , мА	1,73	20,34	61,97	111,24	158,12	188,74
$U_{КЭ}$, В	9,91	8,96	6,84	4,33	1,94	0,37

В таблице 2 результаты измерений амплитуды выходного сигнала усилителя в зависимости от частоты входного при амплитуде сигнала генератора $U_{\text{мВХ}} = 0,06 \text{ В}$ и значениях сопротивления нагрузки $R_{\text{Н}} = 500 \text{ Ом}$, емкостях $C_1 = C_2 = 10 \text{ мкФ}$.

Таблица 2 – Амплитуда выходного сигнала при $C_{\text{Н}} = 0$

$F_{\text{ВХ}}, \text{Гц}$	100	200	400	800	1600	3000	6000	12000	24000
$U_{\text{мВЫХ}}, \text{В}$	0,36	0,74	1,34	2,03	2,50	2,65	2,63	2,58	2,54

В таблице 3 результаты измерений амплитуды выходного сигнала усилителя в зависимости от частоты входного при $C_{\text{Н}} = 0,1 \text{ мкФ}$. В таблице 4 – при $C_{\text{Н}} = 0,2 \text{ мкФ}$.

Таблица 3 – Амплитуда выходного сигнала при $C_{\text{Н}} = 0,1 \text{ мкФ}$

$F_{\text{ВХ}}, \text{Гц}$	100	200	400	800	1600	3000	6000	12000	24000
$U_{\text{мВЫХ}}, \text{В}$	0,36	0,73	1,33	1,98	2,37	2,50	2,54	2,46	2,06

Таблица 4 – Амплитуда выходного сигнала при $C_{\text{Н}} = 0,2 \text{ мкФ}$

$F_{\text{ВХ}}, \text{Гц}$	100	200	400	800	1600	3000	6000	12000	24000
$U_{\text{мВЫХ}}, \text{В}$	0,37	0,74	1,32	1,96	2,35	2,46	2,44	2,10	1,51

В таблице 5 результаты измерений амплитуды выходного сигнала усилителя в зависимости от частоты входного при $C_{\text{Н}} = 0,1 \text{ мкФ}$, $C_1 = 10 \text{ мкФ}$, $C_2 = 3 \text{ мкФ}$.

Таблица 5 – Амплитуда выходного сигнала при $C_{\text{Н}} = 0,1 \text{ мкФ}$ и $C_2 = 3 \text{ мкФ}$

$F_{\text{ВХ}}, \text{Гц}$	100	200	400	800	1600	3000	6000	12000	24000
$U_{\text{мВЫХ}}, \text{В}$	0,28	0,67	1,27	1,92	2,31	2,47	2,50	2,43	2,05

4 Статическая линия нагрузки усилителя

На рисунке 4 изображена статическая линия нагрузки усилителя. Точками обозначены пересечения с выходными ВАХ транзистора.

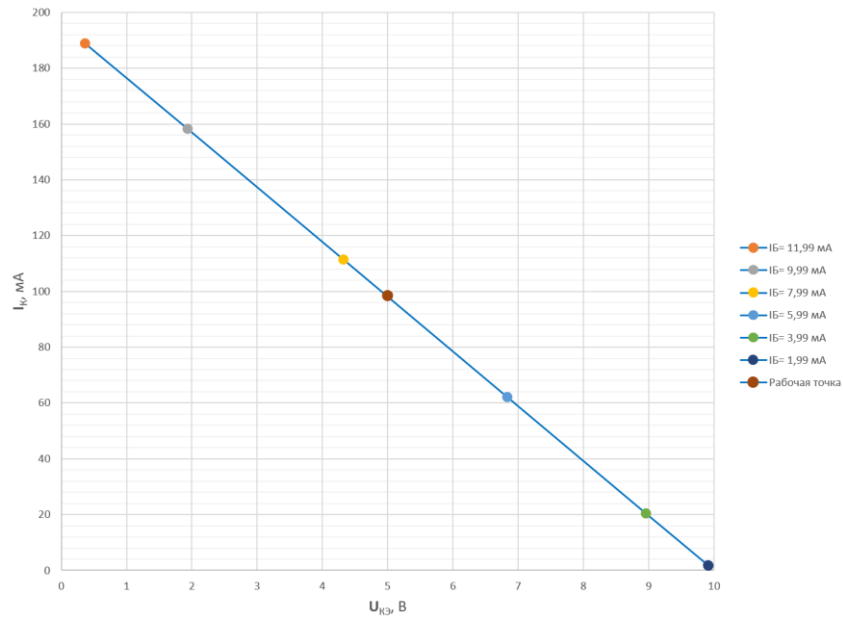


Рисунок 4 – Статическая линия нагрузки усилителя

5 Амплитудно-частотные характеристики усилителя

На рисунке 5 изображены графики АЧХ в зависимости от ёмкости конденсаторов в цепи.

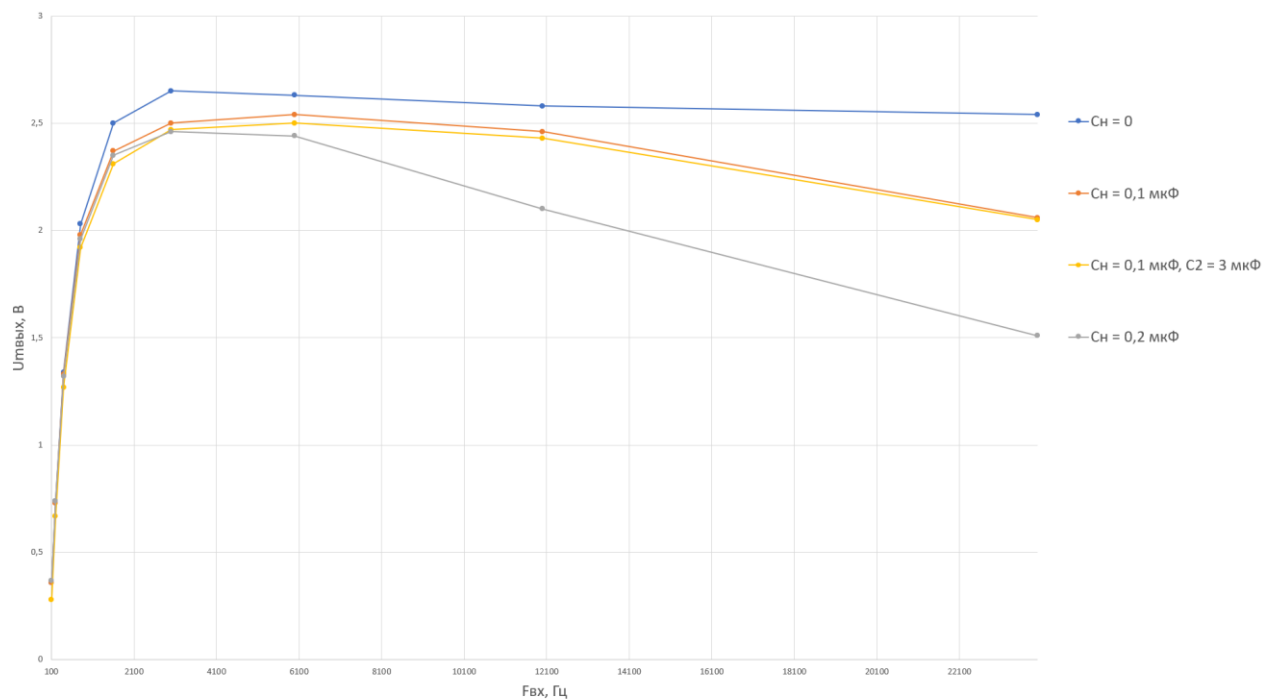


Рисунок 5 – АЧХ усилителя

ВЫВОД

В ходе выполнения лабораторной работы было проведено экспериментальное исследование однокаскадного усилителя на биполярном транзисторе, также были составлены электронные модели с использованием транзистора типа КТ608А с помощью программы MICROCAP.

В первую очередь была изучена статическая линия нагрузки усилителя. Она отражает зависимость тока коллектора от напряжения коллектор-эмиттер при различных значениях тока базы. На основе полученных измерений по мере увеличения тока базы от 1,99 до 11,99 мА наблюдается существенный рост тока коллектора от 1,73 до 188,74 мА, что соответствует активному режиму работы транзистора. По полученным данным также видно, что фаза выходного напряжения инвертируется относительно входного. Кроме того, с помощью подбора сопротивления на резисторе R_{B2} была найдена рабочая точка таким образом, чтобы $U_{КЭ} \approx 5$ В (половина напряжения питания $E_K = 10$ В). Это обеспечивает линейный режим усиления и предотвращает искажение сигнала.

Также была исследована амплитудно-частотная характеристика усилителя, то есть зависимость амплитуды выходного сигнала от частоты входного. В результате измерений установлено, что при частотах 100–400 Гц выходное напряжение низкое (примерно 0,3 – 1,3 В), это связано с высоким реактивным сопротивлением разделительных конденсаторов C_1 и C_2 , слабо пропускающих сигнал на низких частотах. При увеличении частоты до 3000 Гц достигается максимальное усиление до значения около 2,5 В. Это происходит, потому что конденсаторы C_1 , C_2 уже имеют малое реактивное сопротивление, не ослабляя сигнал, а паразитные ёмкости транзистора и нагрузки ещё не шунтируют цепь, так как их реактивное сопротивление остаётся достаточно большим. Но начиная с частот в 6000 Гц, происходит плавное снижение амплитуды, связанное с снижением реактивного сопротивления внутренних паразитных емкостей транзистора, при этом часть напряжения теряется.

На АЧХ также отразилось изменение параметров включённых в цепь конденсаторов. Увеличение ёмкости конденсатора нагрузки уменьшает его реактивное сопротивление на высоких частотах, что увеличивает потери напряжения на нагрузке. При этом уменьшение ёмкости C_2 тоже приводит к уменьшению выходного напряжения, так как его реактивное сопротивление увеличивается, что ослабляет сигнал. В итоге, при увеличении ёмкости конденсатора нагрузки или уменьшение ёмкости разделительных конденсаторов на высоких частотах входного сигнала выходное напряжение падает.