



МЧС России

Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы

Задания и методические рекомендации по выполнению курсового проекта для слушателей заочного обучения по направлению подготовки 20.05.01 – “Пожарная безопасность”

СМК-УМК-4.4.2-36-18г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника кафедры
подполковник внутр. вл.

М.А.Симонова

« ____ » _____ 20__ г

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАПИСАНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

по дисциплине «Электротехника и пожарная безопасность электроустановок»

20.05.01 –

“Пожарная безопасность”

Обсуждены на заседании ПМК (секции)

протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Санкт-Петербург
2018

	<i>Должность</i>	<i>Фамилия/ Подпись</i>	<i>Дата</i>
<i>Разработал</i>	<i>Профессор кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств</i>	<i>Скрипник И.Л</i>	<i>____.____.2018 г</i>
<i>Проверил</i>	<i>Доцент кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств</i>	<i>Воронин С.В.</i>	<i>____.____.2018 г</i>

Рецензенты:

А.С. Мазур

доктор технических наук

(Санкт-Петербургский Государственный технологический институт);

В.А. Родионов

кандидат технических наук, доцент

(Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России)

И.Л. Скрипник, С.В. Воронин

Пожарная безопасность электроустановок: Задания и методические рекомендации по выполнению курсового проекта для слушателей заочного обучения по направлению подготовки 20.05.01 – “Пожарная безопасность”/ Под общей ред. Э.Н. Чижикова — СПб: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2018. – 30 с.

Приведенные задания и методические рекомендации по выполнению курсового проекта составлены в соответствии с учебной программой курс ”Электротехника и пожарная безопасность электроустановок” по направлению подготовки 20.05.01 – “Пожарная безопасность” для слушателей заочного обучения.

Задание включает два этапа:

- расчет транзисторного усилителя
- расчет выпрямителя

Задание для каждого слушателя является индивидуальным.

Приведены также характерные примеры решения указанных выше задач.

Задания и методические рекомендации по выполнению курсового проекта рассмотрены и одобрены на заседании кафедры ПБТП “ ___ ” _____ г., протокол № __.

© Санкт-Петербургский университет
ГПС МЧС России, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ:.....	5
ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	7
ВВЕДЕНИЕ	7
РАСЧЕТ ТРАНЗИСТОРНОГО УСИЛИТЕЛЯ	11
РАСЧЕТ ВЫПРЯМИТЕЛЯ	16
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	19
ЛИТЕРАТУРА.....	20

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с учебным планом Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России при изучении дисциплины «Электротехника и пожарная безопасность электроустановок» слушатели заочного обучения выполняют курсовой проект. Курсовой проект включает в себя задачу. В настоящем пособии изложены основные требования к оформлению курсового проекта, указаны варианты заданий и приведены методические рекомендации по выполнению расчетов.

Курсовой проект выполняется в отдельной тетради рукописным способом пастой черного, синего или фиолетового цветов, или набирается на компьютере. На каждой странице необходимо оставлять поля. Текст должен быть написан аккуратно, грамотно, разборчивым почерком.

На обложке проекта необходимо указать номер группы, номер зачетной книжки, фамилию, имя, отчество слушателя, выполнившего работу, а также номер варианта.

При выполнении курсового проекта условия задач переписываются обязательно, четко и правильно. Ответы на вопросы слушатели должны иллюстрировать необходимыми схемами, рисунками или чертежами, которые выполняются карандашом с учетом требований стандартов или в выбранном графическом редакторе. Не допускается произвольно сокращать слова в тексте и подписях к иллюстрациям. В конце работы должна быть перечислена используемая литература.

При получении рецензии на выполненную работу, слушатель должен внимательно ознакомиться с замечаниями преподавателя, внести в работу соответствующие исправления, дополнения и уточнения.

Не рецензируются работы:

- выполненные не по своему варианту;
- написанные неразборчивым почерком, неаккуратно или неправильно набранные на компьютере.

Не зачтенный курсовой проект выполняется повторно с учетом замечаний рецензента.

На обложке нового курсового проекта указывают «повторная» и направляют в СПб университет МЧС России вместе с первой работой и рецензией.

Обучающиеся выбирают номер варианта курсового проекта по двум последним цифрам зачетной книжки.

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ:

ТРЕБУЕТСЯ:

1. Определить и обосновать тип транзистора.
2. Определить и обосновать тип выпрямителя.
3. Определить сопротивление коллекторной нагрузки.
4. Определить сопротивление в цепи эмиттера.
5. Определить емкость конденсатора в цепи эмиттера.
6. Определить коэффициент усиления каскада по напряжению.

Последняя цифра номера удостоверения (за- четной книжки)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$U_{вых}, В$	2.5	4	3	2	1	2.4	4	3	2	1
$R_n, Ом$	8	4	4	8	8	4	8	8	4	4
$U_{вх}, мВ$	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
$R_u, Ом$	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
$M_H=M_B$	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
$(f_H-f_0), Гц$	50 - 20000									

Предпоследняя цифра номера удостоверения (зачетной книжки)	Наименование	Структура	U _{кбо} (и) В	U _{кэо} (и) В	I _{кmax} (и) мА	P _{кmax} (т) Вт	h _{121э}	I _{кбо} мкА	f _{гр} МГц
0	ГТ313А	p-n-p	15	15	30	0.1	20÷250	≤5	≥300
1	ГТ806В	p-n-p	120	120	15А	2(30)	10÷100	≤15 мА	≥10
2	ГТ806Г	p-n-p	50	50	15А	2(30)	10÷100	≤15 мА	≥10
3	ГТ806Д	p-n-p	140	140	15А	2(30)	10÷100	≤15 мА	≥10
4	1Т813А	p-n-p	100	100	30(40) А	1.5(50)	10÷60	≤16 мА	≥5
5	1Т813Б	p-n-p	125	125	30(40) А	1.5(50)	10÷60	≤16 мА	≥5
6	КТ315Е	n-p-n	35	35	100	0.15	50÷350	≤0.6	≥250
7	КТ315Ж	n-p-n	20	20	50	0.1	30÷250	≤0.01	≥250
8	КТ315И	n-p-n	60	60	50	0.1	≥30	≤0.1	≥250
9	КТ3157А	p-n-p	250	250	30 (100)	0.2	≥50	≤0.1	≥60

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

ВВЕДЕНИЕ

Одной из наиболее важных операций в электронике является усиление. На базе усилителей построены практически все электронные устройства. Усилители электрических сигналов классифицируются по ряду признаков: характеру усиливаемых сигналов; диапазону частот; назначению; электрическим характеристикам усиливаемого сигнала; типу усилительных (активных) элементов.

Современная электроника предъявляет высокие требования к качественным показателям усилительных устройств. Несмотря на существующее многообразие типов ИМС, рассматриваемых как активные усилительные элементы, использование транзисторов во многих случаях практики является более предпочтительным. Так, например, ИМС не всегда могут выдержать конкуренцию в вопросах обеспечения больших уровней сигнала, малых уровней внутренних шумов, заданных верхних граничных частот, в ряде случаев гибкости получения конфигурации схем с качественными различными показателями и др. Проектирование усилительных устройств на транзисторах (дискретных элементах) является основой схемотехнического синтеза микросхем. Кроме того, сочетание при проектировании тех и других усилительных элементов может привести к более изящным техническим решениям, удовлетворяющим поставленным техническим задачам. Таким образом, проектирование усилителей на транзисторах является основой для успешного проектирования современных усилительных и аналоговых устройств.

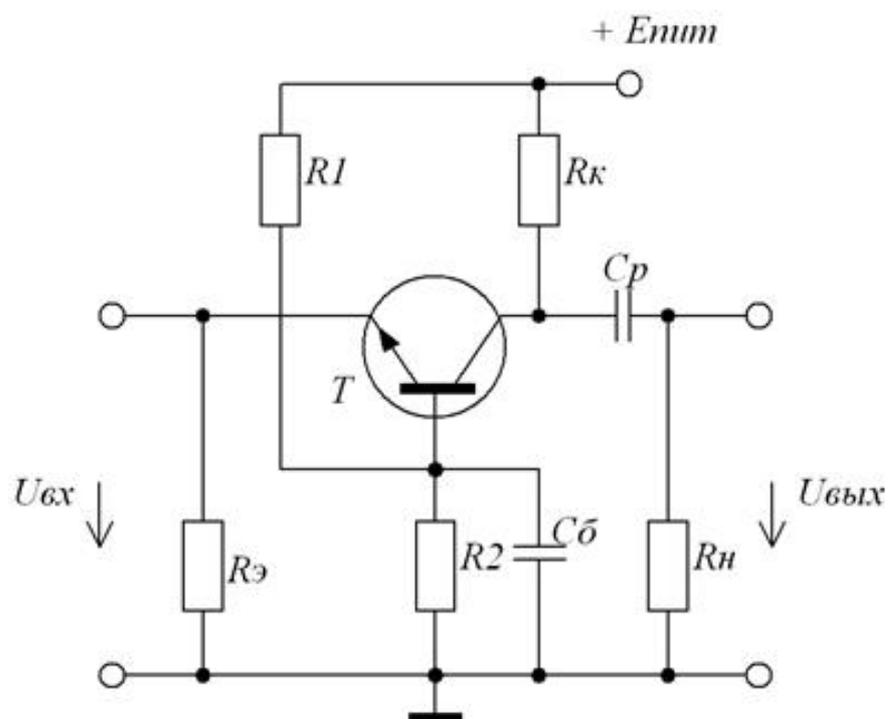
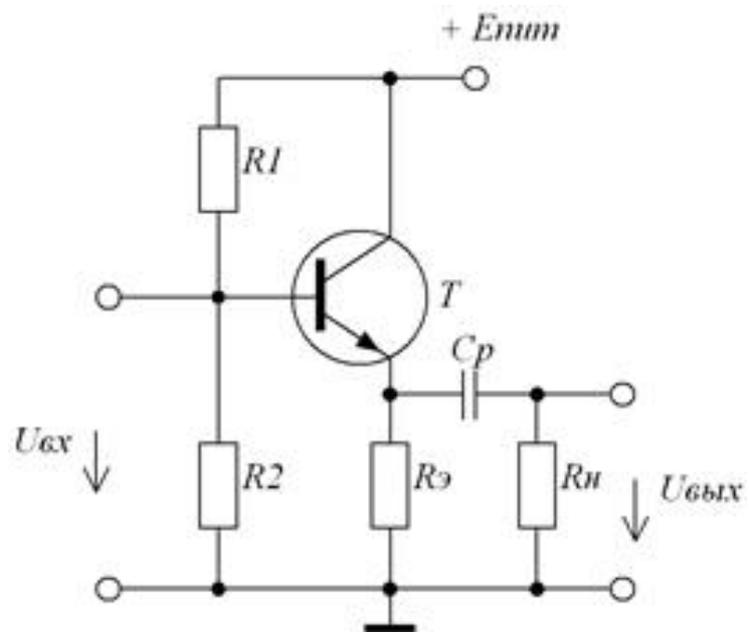
Усилители частоты, предназначенные для усиления непрерывных периодических сигналов, частотный диапазон которых лежит в пределах от десятков герц до тысяч килогерц.

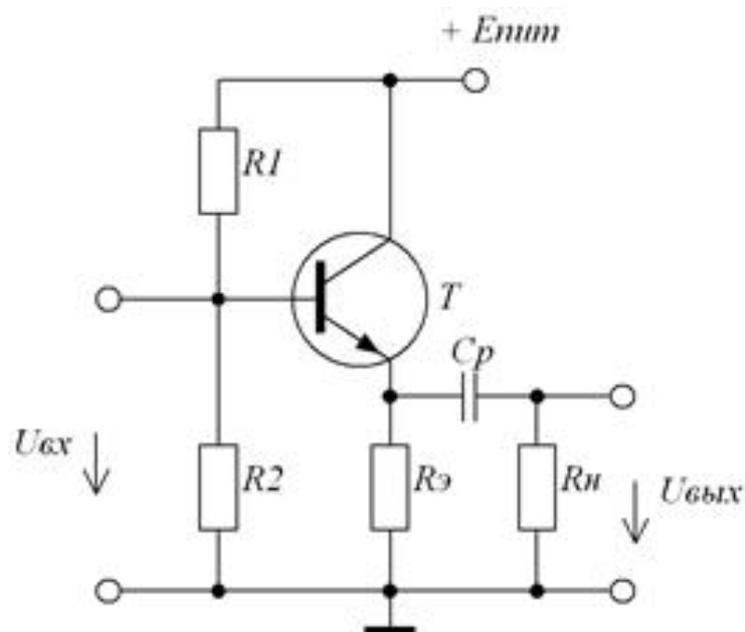
Разрабатываемый усилитель предназначен для усиления электрических сигналов указанного частотного диапазона. Область применения устройства достаточно широка. Оно может быть использовано в качестве узла радиоэлектронной аппаратуры, применяемой в быту или любой другой сфере человеческой деятельности.

Усилители являются одним из самых распространенных электронных устройств, применяемых в системах автоматики и радиосхемах. Усилители подразделяются на усилители предварительные (усилители напряжения) и усилители мощности. Предварительные транзисторные усилители состоят из одного или нескольких каскадов усиления. При этом все каскады усилителя обладают общими свойствами, различие между ними может быть только количественное: разные токи, напряжения, различные значения резисторов, конденсаторов и т. п.

Для каскадов предварительного усилителя наиболее распространены резистивные схемы (с реостатно-емкостной связью). В зависимости от способа подачи входного сигнала и получения выходного сигнала усилительные схемы получили следующие названия:

- 1) с общей базой ОБ (рис. 1, а);
- 2) с общим коллектором ОК (эмиттерный повторитель) (рис. 1, б);
- 3) с общим эмиттером - ОЭ (рис. 1, в).





Параметры	с об-щей базой (ОБ)	с общим эмиттером (ОЭ)	с общим коллектором (ОК)
Коэффициент усиления по напряжению	30—400	30—1000	< 1
Коэффициент усиления по току	< 1	10—200	10-200
Коэффициент усиления по мощности	30—400	3000—30000	10—200
Входное сопротивление	50—100 Ом	200—2000 Ом	10—500 кОм
Выходное сопротивление	0,1—0,5 мОм	30—70 кОм	50—100 Ом

Наиболее распространенной является схема с ОЭ. Схема с ОБ в предварительных усилителях встречается редко. Эмиттерный повторитель обладает наибольшим из всех трех схем входным и наименьший выходным сопротивлениями, поэтому его применяют при работе с высокоомными преобразователями в качестве первого каскада усилителя, а также для согласования с низкоомным нагрузочным резистором.

Таким образом, целью данного курсового проектирования является приобретение практических навыков конструирования электронных схем и опыта моделирования электронных схем на примере разработки схемы усилителя постоянного тока с заданными параметрами.

РАСЧЕТ ТРАНЗИСТОРНОГО УСИЛИТЕЛЯ

Выбираем тип транзистора, руководствуясь следующими соображениями:

$$а) U_{кэдоп} \geq (1,1 - 1,3)E_{пит} \text{ (В)},$$

$U_{кэдоп}$ - наибольшее допустимое напряжение между коллектором и эмиттером, приводится в справочниках.

$$U_{кэдоп} \geq 1,3 \cdot 24 = 31 \text{ В}$$

$$б) I_{кдоп} > 2 \cdot I_{нт} = \frac{2U_{вых}}{R_n} = \frac{2 \cdot 2,5}{480} = 10,4 \text{ мА}$$

Выбираем транзистор ГТ313А, для которого

$$I_{кmax} = 30 \text{ мА}, P_{кmax} = 0,1 \text{ Вт}, U_{кэдоп} = 35 \text{ В}, V_{min} = 15, V_{max} = 45$$

$$U_{вых} = 2,5 \text{ В}, R_n = 480 \text{ Ом}, f_n = 150 \text{ Гц}, E_{пит} = 24 \text{ В}, M_n = 1,4$$

Режим работы транзистора

Для построения нагрузочной прямой находим (рабочую) точку покоя

(0); для этого определим:

$$I_{ко} = 1,2 \cdot I_{вых} = 1,2 \cdot I_{нт} = 1,2 \cdot 5,2 = 6,2 \text{ мА}$$

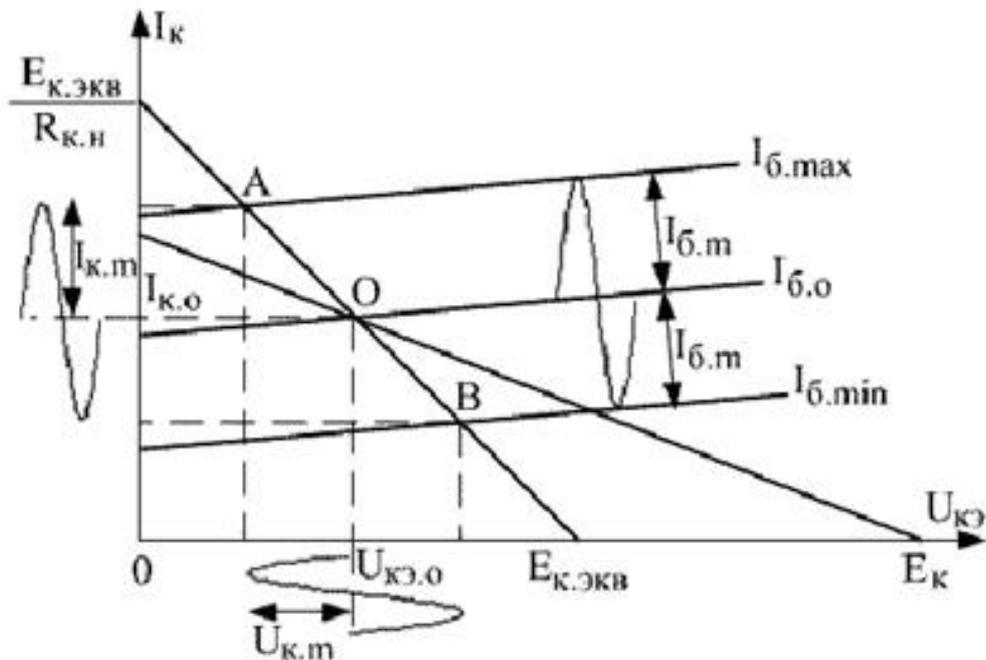
$$U_{кэо} = U_{вых} + \Delta U_{кэ} = 2,5 + 1 = 3,5 \text{ В}$$

$$I_k = \frac{P_{кmax}}{U_k}$$

Вторая точка нагрузочной прямой

$$U_{кэ} = E_{пит} = 24 \text{ В};$$

По полученным значениям строим нагрузочную прямую.



По статическим выходным характеристикам и нагрузочной прямой находим $I=7$ мА, откуда

$$R_{об} = \frac{24}{7 \cdot 10^{-3}} = 3428 \text{ Ом}$$

$$R_{к} = \frac{R_{об}}{1,2} = 2856 \text{ Ом}$$

$$R_{з} = R_{об} - R_{к} = 572 \text{ Ом}$$

Определяем наибольшие амплитудные значения входного сигнала тока $I_{втmin}$ и напряжения $U_{вх}$, необходимые для обеспечения заданного значения $U_{вых}$. Задавшись наименьшим значением коэффициента усиления транзистора по току β_{min} , получаем

$$I_{вт} = \frac{I_{кт}}{\beta_{min}} = \frac{6,8}{15} = 0,45 \text{ мА}$$

Для маломощных транзисторов: $I_{бmin} = 0,05$ мА

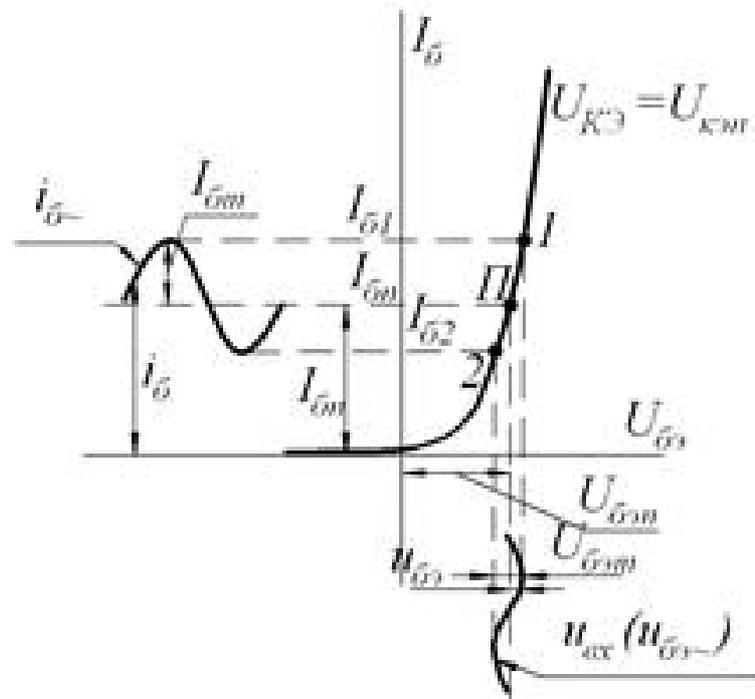
Амплитуда входного тока

$$I_{вт} = \frac{(I_{бmax} - I_{бmin})}{2} = \frac{0,45 - 0,05}{2} = 0,2 \text{ мА}$$

По входной статической характеристике (для схемы ОЭ)

$$U_{бзmin} = 0,15V \cdot U_{бзmax} = 0,37 \text{ В}$$

$$2U_{вх} = U_{бзmax} - U_{бзmin} = 0,9 - 0,68 = 0,22 \text{ В}$$



б)

Определяем сопротивления делителя напряжения R_1 и R_2 стабилизирующие режим работы транзистора.

Рассчитываем сопротивления делителя R_1 и R_2 . Для уменьшения шунтирующего действия делителя на входную цепь каскада по переменному току принимают.

$$R_{1-2} \geq (8 \div 12) R_{вх} = 1955 \text{ Ом}$$

Где
$$R_{1-2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1} + R_2 \quad , \quad \text{тогда}$$

$$R_1 = \frac{E_{пит} R_{1-2}}{R_3 I_3} = \frac{E_{пит} R_{1-2}}{R_3 I_{к0}} = \frac{24 \cdot 1955}{572 \cdot 6,2 \cdot 10^{-3}} = 13258 \text{ Ом}$$

$$R_2 = \frac{R_1 R_{1-2}}{R_1 - R_{1-2}} = \frac{13258 \cdot 1955}{13258 - 1955} = 2300 \text{ Ом}$$

Определяем коэффициент неустойчивости

$$S = \frac{R_3 (R_1 + R_2) + R_2 R_1}{R_3 (R_1 + R_2) + R_2 R_1} + \frac{R_2 R_1}{1 + \beta_{max}} = \frac{572(13258 + 2300) + 13258 \cdot 2300}{572(13258 + 2300) + 13258 \cdot 2300} + \frac{13258 \cdot 2300}{46} = 4,1$$

Емкость разделительного конденсатора C_p

$$C_p = \frac{1}{2\pi f_n (R_k - R_n) \sqrt{M_n^2 - 1}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 150(572 + 2856) \sqrt{1,42 - 1}} = 0,3 \text{ мкФ}$$

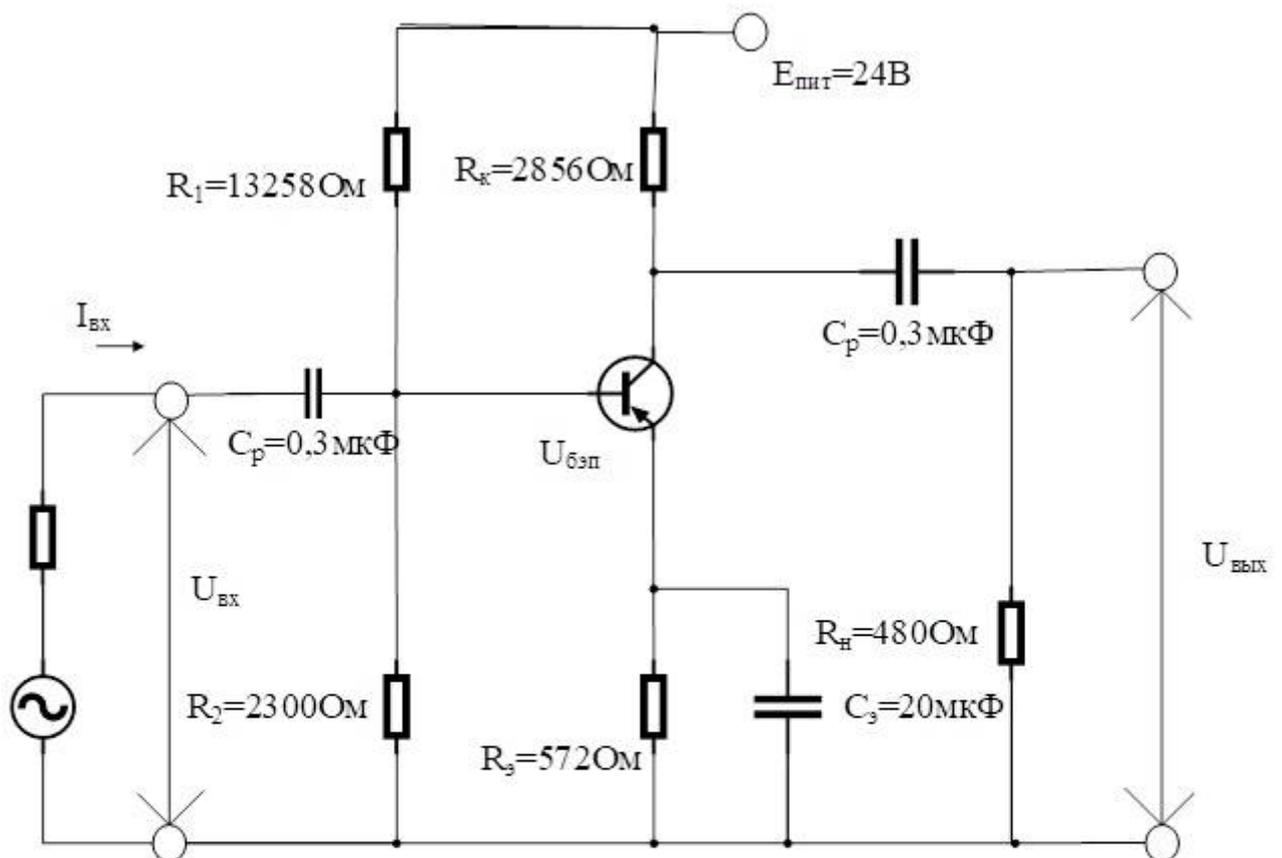
Емкость конденсатора в цепи эмиттера C_3

$$C_3 = \frac{10}{2\pi f_H R_э} = \frac{10}{2 \cdot 3,14 \cdot 150 \cdot 572} = 20 \text{ мкФ}$$

Для полного устранения отрицательной обратной связи необходимо включить $C_3 \geq 20 \text{ мкФ}$.

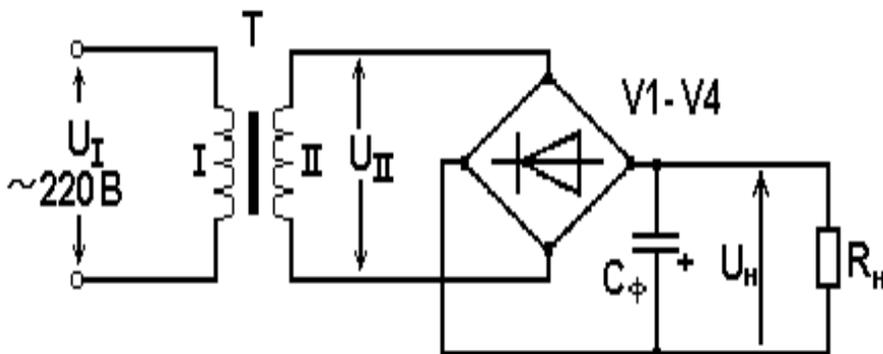
Коэффициент усиления каскада по напряжению

$$K_u = \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВХ}}} = \frac{2,5}{0,11} = 23$$



РАСЧЕТ ВЫПРЯМИТЕЛЯ

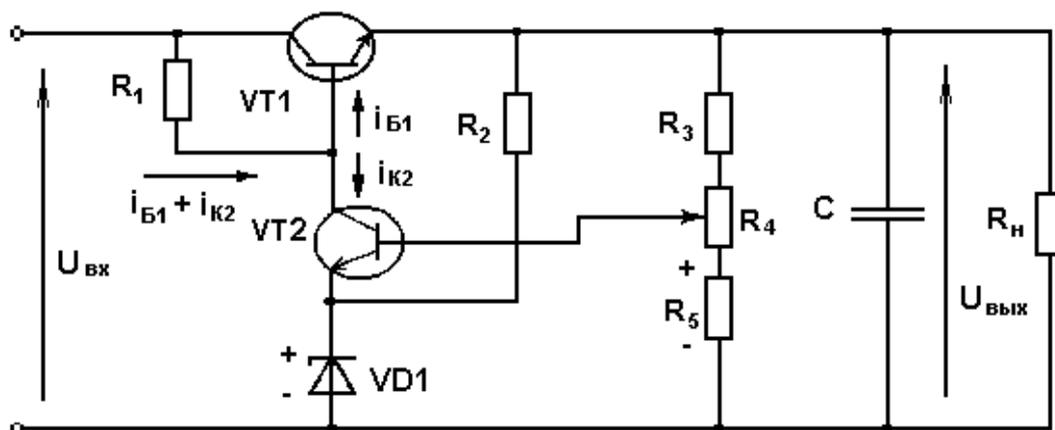
Выпрямитель источника напряжения строится по схеме изображенной на рисунке. Трансформатор Т понижает напряжение сети до 18 В, диоды V1-V4, включенные по мостовой схеме, выпрямляют это напряжение, а конденсатор фильтра C_ϕ сглаживает его пульсации.



Нагрузкой выпрямителя является стабилизатор напряжения питания усилителя, отсюда имеем исходные параметры для расчета выпрямителя:

$$U_H = 18 \text{ В}$$

$$I_{H \text{ макс}} = 0,1 \text{ А}$$



Да-

лее, зная ток нагрузки, определяем максимальный ток, текущий через каждый диод

выпрямительного моста:

$$I_{VD} = 0,5 \cdot A \cdot I_{H \text{ макс}} = 0,12 \text{ А}$$

Здесь $A \sim 2,4$.

Т. о., для выпрямителя можно использовать диоды серий Д7, Д226, Д229 с любыми буквенными обозначениями, поскольку их средний выпрямленный ток и обратное напряжение значительно больше расчетных.

Выбираем диоды Д226Б.

Обратное напряжение диодов должно быть в 1.5 раза больше напряжения источника питания:

$$U_{\text{обр}} = 1.5 \cdot U_{\text{н}} = 27 \text{ В}$$

Емкость фильтрующего конденсатора определяют по формуле

$$C_{\text{ф}} = 3200 \cdot \frac{I_{\text{н}}}{(U_{\text{н}} \cdot K_{\text{п}})} \text{ [мкФ]}$$

где $K_{\text{п}}$ – коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения – обычно берется равным 0.01, откуда

$$C_{\text{ф}} = 2000 \text{ мкФ.}$$

Номинальное напряжения конденсатора $C_{\text{ф}}$ берем равным 25В.

Теперь произведем электрический расчет трансформатора блока питания. Габаритная мощность трансформатора

$$P_{\Gamma} = \frac{I_{\text{н}} U_{\text{н}}}{\eta} = 2.25 \text{ Вт.}$$

Здесь $\eta = 0.8$ – коэффициент полезного действия трансформатора. Им мы задаемся.

Далее, площадь сечения сердечника составит

$$S = 1.2 \sqrt{P_{\Gamma}} = 1,8 \text{ см.}$$

Легко видеть, что в данном случае имеет смысл использовать магнитопровод с минимальной площадью сечения сердечника, поэтому принимаем магнитопровод УШ15х15 (площадь поперечного сечения принимается равной 2,25 см²).

Далее, рассчитываем число витков на 1 вольт:

$$n = \frac{k}{S} = 18,$$

где k берется равным 40. Теперь число витков первичной обмотки

$$W_I = \frac{U_I}{n} = 3960$$

а вторичной

$$W_{II} = \frac{U_{II}}{n} = 324$$

Ток первичной обмотки

$$I_I = \frac{P_{\Gamma}}{U_I} = 8.2 \text{ мА.}$$

Выберем для обеих обмоток провод ПЭВ-2. Диаметр провода первичной обмотки

$$d_I = p\sqrt{I_I} = 0.06 \text{ мм,}$$

где $p = 0.69$ для выбранного типа провода. Диаметр провода вторичной обмотки

$$d_{II} = p\sqrt{I_{II}} = 0.1 \text{ мм.}$$

Таким образом, для первичной и вторичной обмоток трансформатора можно использовать провод диаметром 0,1...0,12 мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной курсовом проекте рассмотрен принцип работы усилителя на БПТ с расчетом одного каскада и построением выходных и входных характеристик. В соответствии с ГОСТ выполнены также чертежи усилительного каскада и выпрямителя.

При выполнении данного курсового проекта были найдены тип транзистора, режим работы транзистора, сопротивление коллекторной нагрузки, сопротивление в цепи эмиттера, сопротивление делителя напряжения, емкость разделительного конденсатора, емкость конденсатора в цепи эмиттера и коэффициент усиления каскада по напряжению.

Рассчитывая усилитель, я усвоил основу работы усилительных устройств и электрических цепей в целом, научился пользоваться справочниками по микроэлектронике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григораш О. В. Электротехника и электроника: учебник для вузов / О. В. Григораш, Г. А. Султанов, Д. А. Нормов. – Ростов н/Д: Феникс, Краснодар: Неоглори, 2008. – 462 с.
2. Немцов М. В. Электротехника и электроника: учебник / М. В. Немцов – М.: Изд-во МЭИ, 2003. – 504 с.
3. Полупроводниковые приборы: транзисторы: справочник / под ред. Н. Н. Горюнова. – М.: Энергоатомиздат, 1983.
4. Лавриненко В. Ю. Справочник по полупроводниковым приборам. Киев: Техника, 1980.
5. Справочник радиолюбителя-конструктора, – М.: Энергия, 1977.
6. Транзисторы для аппаратуры широкого применения: Справочник / под ред. Б. Л. Перельмана, – М.: Радио и связь, 1981.

