

Министерство образования и науки Российской Федерации

Вологодский государственный технический университет

Кафедра автомобилей и автомобильного хозяйства

ОСНОВЫ АВТОТРАНСПОРТНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

*Методические указания к выполнению контрольных работ
для студентов заочной формы обучения*

Факультет производственного менеджмента и инновационных технологий

Специальность 190601 – «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Направление бакалавриата 190600.62 – «Эксплуатация транспортно-
технологических машин и комплексов

Профиль 1. «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Вологда
2011

УДК 621.38

Основы автотранспортной электроники: методические указания к выполнению контрольных работ для студентов заочной формы обучения. – Вологда: ВоГТУ, 2011. – 12 с.

Методические указания и контрольные задания содержат варианты заданий и краткое содержание основного материала для выполнения двух контрольных работ по курсу «Основы автотранспортной электроники» для студентов заочной формы обучения по специальности 190601 – «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГТУ

Составитель Булавина Т.Г., канд. техн. наук, доцент

Рецензент Ржеуцкая С.Ю., канд. техн. наук, доцент кафедры АВТ ВоГТУ

Подписано в печать 31.08.2011.	Усл. печ. л. 0,75	Тираж	экз.
Печать офсетная.	Бумага писчая.	Заказ №	_____.

Отпечатано: РИО ВоГТУ, г. Вологда, ул. Ленина, 15

ВЕДЕНИЕ

Контрольная работа № 1 для студентов заочной формы обучения по курсу «Основы автотранспортной электроники» имеет 10 вариантов, различающихся исходными данными и условиями решаемых задач.

Общие указания и выбор варианта задания

Целью контрольной работы является закрепление и углубление теоретических знаний студентов, приобретение практических навыков по расчету и анализу схем преобразователей, которые находят применение в системах электронного и электрического оборудования современных транспортно-технологических машин и комплексов, а также в современном диагностическом оборудовании автотранспортных предприятий всех форм собственности.

В контрольной работе студенты решают следующие задачи:

1. Расчет выпрямителя.
2. Расчет фильтра.

Варианты отличаются числовыми значениями заданных величин, которые выбираются по двум последним цифрам зачетки студента: по предпоследней цифре выбирают из таблицы 1 расчетную схему выпрямителя, по последней цифре учебного шифра – из таблицы 2 – параметры нагрузки и сглаживающего фильтра.

В конце методических указаний к выполнению контрольной работы приводится перечень контрольных вопросов, которые необходимо изучить, используя указанный библиографический список.

ЗАДАНИЕ. Расчет выпрямителя и фильтра

Для заданных по варианту схем и параметров фильтров (табл.1,2) требуется:

1. Представить принципиальную схему выпрямителя и описать его работу.
2. Провести анализ электромагнитных процессов в схеме с помощью временных диаграмм мгновенных значений для напряжений и токов (нагрузка чисто активная)
3. Провести количественный анализ, получив расчетные соотношения для всех элементов схемы:
 - установить связь между значением выпрямленного напряжения с действующим значением напряжения вторичной обмотки трансформатора из соответствующей диаграммы;
 - вычислить среднее значение выпрямленного тока;
 - вычислить среднее значение анодного тока вентиля;
 - вычислить действующее значение анодного тока вентиля;
 - вычислить максимальное значение анодного тока вентиля;

- вычислить максимальное значение обратного напряжения на вентиле;
- вычислить коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения (тока);
- вычислить действующее значение тока в первичной и во вторичной обмотках трансформатора;
- вычислить полную мощность первичной, вторичной обмоток трансформатора и его типовую мощность.

Таблица 1

Последняя цифра зачетки	Расчетная схема выпрямителя	Параметры выпрямителя	
		$m_1; m_2; n$	m
1	Однофазная схема с нулевым выводом	$m_1=1; m_2=2; n=1$	2
2	Однофазная мостовая схема	$m_1=1; m_2=1; n=2$	
3	Трехфазная схема($\Delta/Y - N$) с нулевым выводом	$m_1=3; m_2=3; n=1$	3
4	Трехфазная схема($Y/Y - N$) с нулевым выводом	$m_1=3; m_2=3; n=1$	
5	Трехфазная схема($\Delta/Y - N$) с нулевым выводом	$m_1=3; m_2=3; n=1$	
6	Трехфазная мостовая схема(Y/Y) (Ларионова)	$m_1=3; m_2=3; n=2$	6
7	Трехфазная схема($\Delta/Y - N$) с нулевым выводом	$m_1=3; m_2=2 \times 3 = 6; n=1$	
8	Трехфазная мостовая схема(Y/Y) (Ларионова)	$m_1=3; m_2=3; n=2$	
9	Трехфазная мостовая схема(Y/Δ) (Ларионова)	$m_1=3; m_2=3; n=2$	
0	Трехфазная схема($\Delta/Y - N$) с нулевым выводом	$m_1=3; m_2=2 \times 3 = 6; n=1$	

Таблица 2

Предпоследняя цифра зачетки	Действующее значение входного напряжения U_1, kV	Параметры выпрямителя		Параметры фильтра	
		средняя выпрямленная мощность P_d, kW	среднее выпрямленное напряжение U_d, kV	коэффициент сглаживания фильтра $S_{\text{сгл}}$	тип сглаживающего фильтра
1	27,5	6,7	2,7	15	RC
2	6,3	0,961	0,31	10	L
3	27,5	20,3	0,54	12	RC
4	10,0	3,6	0,36	20	LC
5	25	53,6	0,17	15	L
6	27,5	21,4	0,17	25	LC
7	25	455,3	5,6	10	RC
8	10	9,0	0,24	13	L
9	6,0	8,6	0,44	23	LC
10	6,0	2,9	0,17	18	LC

4. Выбрать тип диодов выпрямителя с учетом возможности их группового соединения.

5. Рассчитать количество последовательно соединенных силовых полупроводниковых приборов, сопротивление и емкость шунтирующих резисторов и конденсаторов.

6. Определить габаритную мощность трансформатора. Выбрать тип трансформатора.

7. Рассчитать параметры элементов фильтра, необходимого для получения заданного коэффициента пульсаций.

В табл. 1 приведены виды расчетных схем выпрямителя и их основные параметры.

В названиях расчетных схем выпрямителей в скобках обозначены схемы соединения обмоток трехфазных трансформаторов:

–($\Delta/Y - N$) – первичной обмотки – треугольник, вторичной обмотки – звезда с нейтральным проводом;

–($Y/Y - N$) – первичной обмотки – звезда, вторичной обмотки – звезда с нейтральным проводом.

В двух последних столбцах таблицы 1 даны основные параметры заданных расчетных схем, исключая разночтения в задании:

m_1 и m_2 – количество первичных и вторичных обмоток трансформатора (количество фаз питания и количество фаз выпрямления);

n – количество используемых полуволн в каждом периоде входного напряжения;

$m = n \cdot m_2$ – количество пульсаций напряжения нагрузки за период.

В табл. 2 заданы параметры нагрузки, которые необходимо получить в результате расчета выпрямителя, и параметры сглаживающего фильтра.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Основные электрические параметры диодов.
2. Основные электрические параметры выпрямителей.
3. Достоинства неуправляемых и управляемых выпрямителей.
4. Определение коэффициента пульсации выпрямителей.
5. Типы фильтров, применяемых для сглаживания напряжения.
6. Роль стабилизаторов напряжения (тока).
7. Определение коэффициента стабилизации по напряжению (току).
8. Работа параметрического стабилизатора напряжения.

Контрольная работа № 2 для студентов заочной формы обучения по курсу «Основы автотранспортной электроники» имеет 10 вариантов, различающихся исходными данными и условиями решаемых задач.

Общие указания и выбор варианта задания

Целью контрольной работы является закрепление и углубление теоретических знаний студентов, приобретение практических навыков по расчету и анализу схем преобразователей, которые находят применение в системах электронного и электрического оборудования современных транспортно-технологических машин и комплексов, а также в современном диагностическом оборудовании автотранспортных предприятий всех форм собственности.

Номер выполняемого варианта задания определяется суммой всех цифр номера зачетной книжки (если сумма цифр не превышает 10); в противном случае для определения номера варианта из указанной суммы следует вычесть 10, 20 и т.д.).

В контрольной работе студенты решают следующие задачи:

Первое задание связано с расчетом простейших усилительных каскадов на биполярных транзисторах.

Второе задание посвящено построению статической передаточной характеристики электронных ключей на биполярных транзисторах и расчету их основных параметров.

В конце методических указаний к выполнению контрольной работы приводится перечень контрольных вопросов, которые необходимо изучить, используя указанный библиографический список.

1. ЗАДАНИЕ 1

Задача 1.1

Схема усилительного каскада на биполярном транзисторе, включенном по схеме ОЭ, приведена на рис. 1,а. Значения элементов схемы, параметры входного сигнала и нагрузки, а также масштабные коэффициенты N и M приведены в табл. 3 и 4 исходных данных. Внутреннее сопротивление генератора и масштабный коэффициент L для всех вариантов равны : $R_{г}=10$ кОм и $L=4$.

Статические характеристики транзистора приведены на рис. 2 и 3.

Требуется:

провести графический расчет усилительного каскада и определить его основные параметры.

Для выполнения задачи 1.1 необходимо:

1. Изучить материал, посвященный графическому расчету усилительного каскада на биполярном транзисторе.
2. Нарисовать схему усилительного каскада и пояснить назначение элементов схемы.

3. Построить семейство выходных характеристик и входную характеристику, соответствующую активному режиму работы транзистора ($U_K = 5 \text{ В}$), указав масштаб по осям с учетом заданных масштабных коэффициентов.

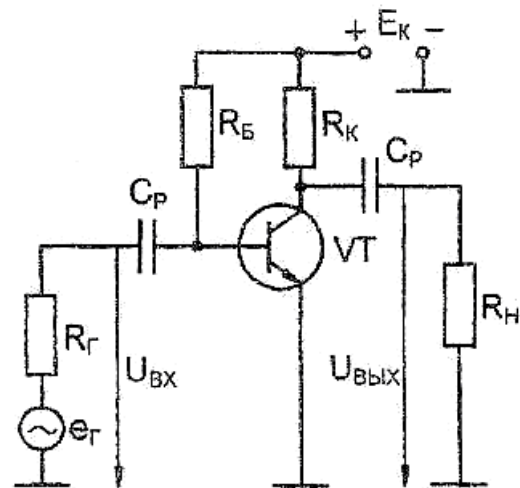


Рис. 1. Схема усилительного каскада на биполярном транзисторе

Таблица 3

Исходные данные задания 2

№ варианта	Элементы схемы					Масштабные коэффициенты		Номер задачи
	$E_K \text{ (В)}$	$R_K \text{ (кОм)}$	$R_B \text{ (кОм)}$	$R_H \text{ (кОм)}$	$E_{ГМ} \text{ (В)}$	N	M	
1	15	1,5	125	0,5	0,6	2	30	1.1
2	17	1,0	106,3	0,4	0,8	3	40	1.2
3	18	2,0	112,5	0,6	0,4	2	40	1.1
4	20	1,0	111,1	0,4	0,9	4	45	1.2
5	15	1,0	75	0,4	0,5	3	50	1.1
6	17	2,0	106,3	0,6	0,4	2	40	1.2
7	18	1,0	100	0,4	0,45	4	45	1.1
8	20	2,0	166,7	0,6	0,6	2	30	1.2
9	15	1,5	107,1	0,5	0,7	2	35	1.1
10	17	1,5	94,4	0,5	0,45	2	45	1.2

4. На графике семейства выходных характеристик построить нагрузочную линию и определить положение рабочей точки транзистора по постоянному току. Определить постоянные составляющие напряжения $U_{KЭ0}$ и тока $I_{KЭ0}$ в коллекторной цепи, а также мощность, потребляемую каскадом от источника питания $P_0 = I_{KЭ0} E_K$.

Указать положение рабочей точки по постоянному току на входной характеристике и определить постоянную составляющую напряжения на базе $U_{БЭ0}$.

5. На графике семейства выходных характеристик построить нагрузочные треугольники и определить амплитуды переменных составляющих напряжения и тока в коллекторной цепи $U_{Км}$ и $I_{Км}$. В том случае, если размеры нагрузочных

треугольников заметно различаются, в качестве $U_{км}$ и $I_{км}$ следует взять полусуммы значений, полученных из разных треугольников.

С помощью входной характеристики определить амплитуду переменной составляющей напряжения на базе $U_{бм}$. В том случае, если амплитуды положительной и отрицательной полуволн напряжения $u_{бэ}$ заметно различаются, в качестве $U_{бм}$ следует взять их полусумму.

6. Рассчитать основные параметры усилительного каскада: коэффициенты усиления по току K_I , по напряжению K_U и по мощности K_P , коэффициент полезного действия η , входное сопротивление каскада $R_{вх}$.

Задача 1.2

Схема усилительного каскада на биполярном транзисторе, включенном по схеме ОЭ, приведена на рис. 1,а. Значения элементов схемы, параметры входного сигнала и нагрузки, а также масштабные коэффициенты N и M приведены в табл.3 исходных данных. Внутреннее сопротивление генератора и масштабный коэффициент L для всех вариантов равны $R_{г}=10$ кОм и $L=4$.

Статические характеристики транзистора приведены на рис. 2 и 3.

Требуется:

Провести аналитический расчет усилительного каскада на основе малосигнальной схемы замещения транзистора и определить его основные параметры.

Указания к выполнению задачи 1.2.

1. Изучить материал, посвященный аналитическому расчету усилительного каскада на биполярном транзисторе.

2. Нарисовать схему усилительного каскада и пояснить назначение ее элементов.

3. Перенести на семейство выходных характеристик и входную характеристику, соответствующую активному режиму работы транзистора ($U_{к} = 5$ В), указав масштаб по осям с учетом заданных масштабных коэффициентов.

4. На графике семейства выходных характеристик построить нагрузочную линию и определить положение рабочей точки транзистора по постоянному току. Определить постоянные составляющие напряжения $U_{кэ0}$ и тока $I_{кэ0}$ в коллекторной цепи, а также мощность, потребляемую каскадом от источника питания $P_0 = I_{кэ0} E_{к}$.

Указать положение рабочей точки по постоянному току на входной характеристике и определить постоянную составляющую напряжения на базе $U_{бэ0}$.

5. С помощью статических характеристик транзистора в рабочей точке по постоянному току рассчитать значения h -параметров транзистора. При этом, учитывая тот факт, что влияние напряжения $U_{кэ}$ на входную характеристику в активном режиме выражено очень слабо, и все характеристики практически сливаются, положить $h_{12}=0$.

6. Представить малосигнальную схему замещения биполярного транзистора на основе h -параметров и пояснить физический смысл ее элементов. Используя схему замещения, нарисовать эквивалентную схему усилительного каскада по переменному току.

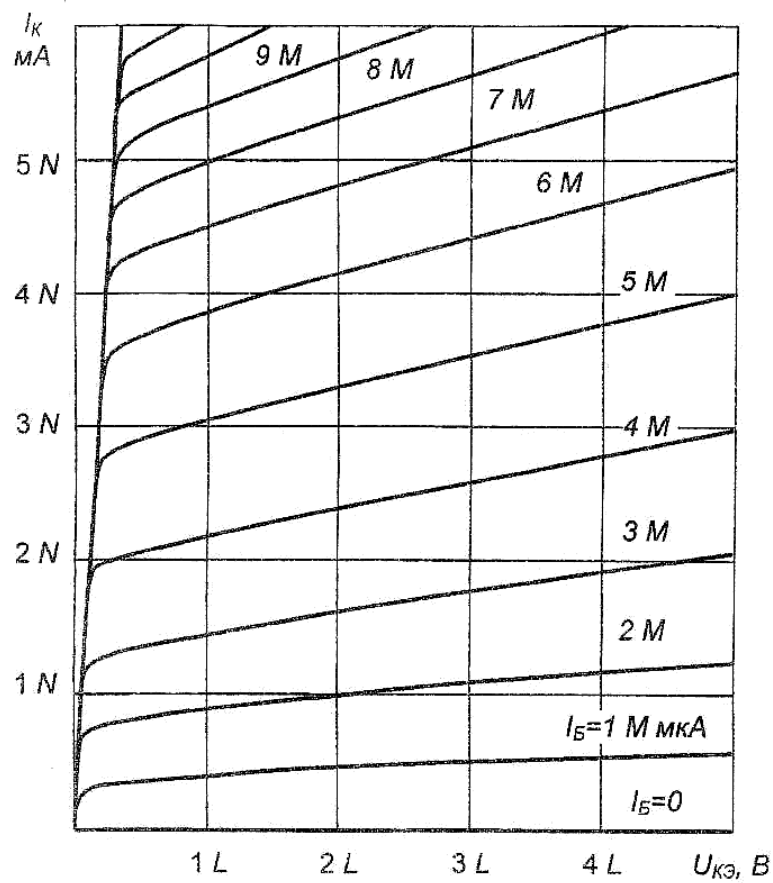


Рис. 2. Входные характеристики биполярного транзистора

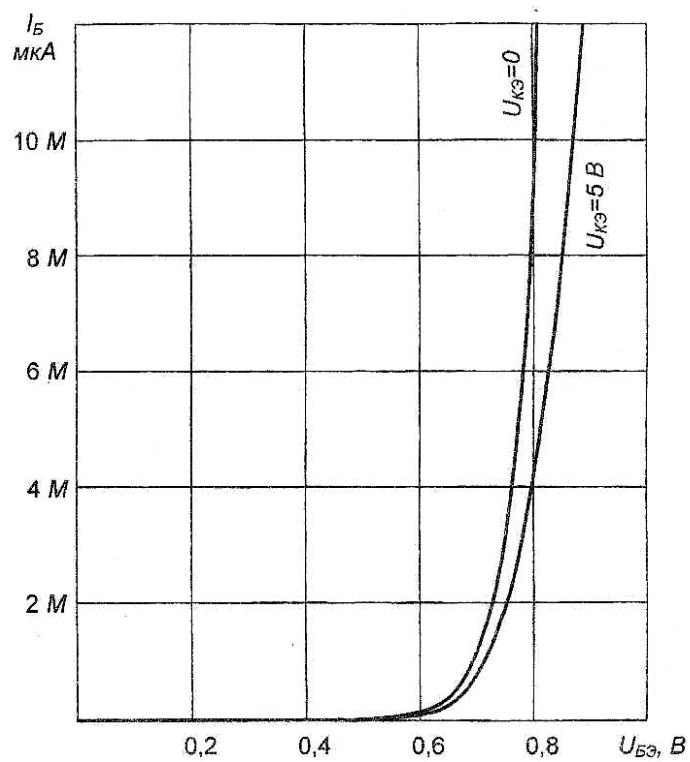


Рис. 3. Выходные характеристики биполярного транзистора

7. Рассчитать основные параметры усилительного каскада: коэффициенты усиления по току K_I , по напряжению K_U и по мощности K_P , коэффициент полезного действия η , входное сопротивление каскада $R_{ВХ}$. С учетом того, что знак минус в выражении для коэффициента усиления по напряжению K_U отражает противофазность входного и выходного напряжений, при расчете коэффициента усиления по мощности K_P использовать абсолютное значение K_U .

2. ЗАДАНИЕ 2

Задача 1

Схема электронного ключа на биполярном транзисторе приведена на рис. 4,а. Значения элементов схемы и масштабные коэффициенты N и M представлены в табл. 4. Масштабный коэффициент $L=1$ для всех вариантов. Семейства входных и выходных статических характеристик транзистора приведены на рис. 2 и 3.

Требуется:

1. Построить статическую передаточную характеристику ключа.
2. Определить основные параметры ключа: уровни логических нуля U^0 и единицы U^1 , логического перепада U_L , минимальные уровни отпирающей и запирающей помех $U_{П}^0$ и $U_{П}^1$, коэффициент помехоустойчивости $K_{П}$.
3. Описать принцип работы ключа и указать, в каких базовых логических элементах он используется.

Указания к выполнению задачи 1.

1. Изучить различные типы электронных ключей, их передаточные характеристики и основные параметры. Пояснить, каким образом используются электронные ключи в схемах базовых логических элементов.
2. Нарисовать схему ключа и пояснить назначение ее элементов.

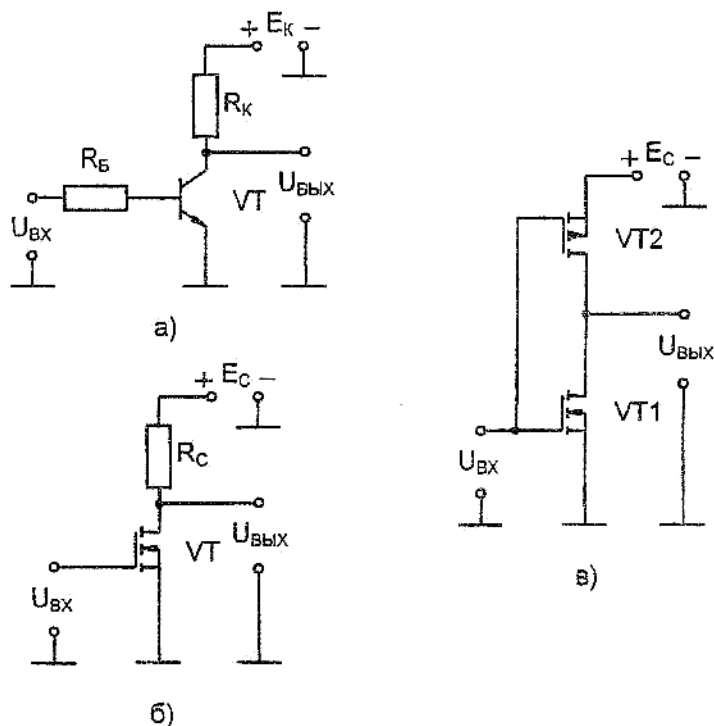


Рис. 4. Схемы транзисторных ключей

3. Построить семейства входных и выходных характеристик транзистора, указав масштаб по осям с учетом заданных масштабных коэффициентов.
4. На графике выходных характеристик построить нагрузочную линию. Для построения передаточной характеристики ключа определить значения выходного напряжения $U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{КЭ}}$, соответствующие точкам пересечения нагрузочной линии с выходными характеристиками, полученными при различных значениях тока базы. Отмечая эти значения тока базы на оси тока семейства входных характеристик, определить соответствующие указанным точкам пересечения значения напряжения $U_{\text{БЭ}}$. При этом для точек, соответствующих активному режиму работы транзистора, использовать входную характеристику, полученную для активного режима ($U_{\text{КЭ}} = 5 \text{ В}$), а для точек, соответствующих режиму насыщения, - характеристику, полученную для режима насыщения ($U_{\text{КЭ}} = 0$). Учитывая падение напряжения на резисторе $R_{\text{Б}}$, определить значения входного напряжения $U_{\text{ВХ}}$. При этом значения токов базы и соответствующие им значения входного и выходного напряжений следует записывать в таблицу.
5. Используя данные полученной таблицы, построить передаточную характеристику транзисторного ключа. На этом же графике построить передаточную характеристику в зеркальном отображении, откладывая значения $U_{\text{ВЫХ}}$ по оси $U_{\text{ВХ}}$, а значения $U_{\text{ВХ}}$ по оси $U_{\text{ВЫХ}}$. Отметить точки пересечения передаточной характеристики и ее зеркального отображения и указать на графике значения входного и выходного напряжений, соответствующие логическим нулю и единице $U_{\text{ВХ}}^0$, $U_{\text{ВХ}}^1$, $U_{\text{ВЫХ}}^0$, $U_{\text{ВЫХ}}^1$, и величину логического перепада $U_{\text{Л}}$. Определить и указать на графике пороговые значения входного напряжения $U_{\text{ПОР}}^0$ и $U_{\text{ПОР}}^1$, соответствующие точкам, в которых $|dU_{\text{ВЫХ}}/dU_{\text{ВХ}}| = 1$, т.е. угол наклона касательной к характеристике составляет 45 градусов, минимальные величины отпирающей и запирающей помех $U_{\text{П}}^0$ и $U_{\text{П}}^1$. Рассчитать коэффициент помехоустойчивости ключа $K_{\text{П}}$.

При описании принципа работы ключа следует указать режимы работы транзистора, соответствующие устойчивым состояниям ключа, и рассмотреть физические процессы, протекающие при переключении ключа из одного состояния в другое. Отметить, какую логическую функцию выполняет транзисторный ключ. Указать, в каких базовых логических элементах используется рассмотренный в задаче тип ключа.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Режимы работы транзистора. Схемы включения биполярного транзистора.
2. Физические процессы в биполярном транзисторе.
3. Кусочно-линейные модели транзистора.
4. Статические характеристики в схеме ОБ.
5. Статические характеристики в схеме ОЭ.
6. Графический расчет усилительного каскада на биполярном транзисторе.
7. Малосигнальные параметры и схемы замещения биполярного транзистора.
8. Импульсный режим работы биполярного транзистора.

Таблица 4

№ варианта	Элементы схемы				Масштабные коэффициенты	Номер задачи
	E_K (В)	R_B (кОм)	R_K (кОм)	N	M	
1	3,5	4,0	1,0	2	40	1
2	4,0	5,0	1,2	1	50	1
3	4,5	5,0	1,2	2	40	1
4	5,0	6,0	1,4	1	50	1
5	4,5	6,0	1,4	2	40	1
6	5,0	5,0	1,2	1	50	1
7	4,0	4,0	1,2	2	40	1
8	4,5	4,0	1,0	1	50	1
9	4,5	4,0	1,2	2	40	1
10	4,0	4,0	1,0	1	50	1

Библиографический список

1. Бурков, А.Т. Электронная техника и преобразователи. – М.: Транспорт, 2001.–231 с.
2. Засорин, С.Н. Электронная и преобразовательная техника: учебник. для вузов ж.-д. тр-та/ С. Н. Засорин, В. А. Ицкевич, К. Г. Кучма; под. ред. С.Н. Засорина. – М.: Транспорт, 1999.– 46 с.
3. Розанов, Ю.К., Силовая электроника / Ю.К.Розанов, М.В. Рябчицкий , А.А. Кваснюк. – М.: МЭИ, 2009. –631 с.
4. Попков, О. З. Основы преобразовательной техники: учеб. пособие для вузов / О.З.Попков. – М.: МЭИ, 2010. –199 с.
5. Руденко, В. С. Основы преобразовательной техники / В.С. Руденко, В.И. Сенько, И.М. Чиженко. – М.: МЭИ, 2010. – 199 с.
6. Петров, К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: учебное пособие/ К.С. Петров. – СПб.: Питер, 2006 – 521 с.
7. Антипов, Б.Л. Материалы электронной техники. Задачи и вопросы: учеб. для студентов по спец. электрон. техники / Б.Л. Антипов, В.С. Сорокин, В.А. Терехов. – 3 изд., стер. – СПб. и др.: Лань, 2003. – 208 с.
8. Барыбин, А. А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы: учеб. пособие для вузов / А.А. Барыбин. – М.: Физматлит, 2002. – 423 с.
9. Бобылев, Ю. М. Физические основы электроники: учеб. пособие для вузов по спец. “Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов” / Ю.М. Бобылев. – 3 изд., испр. – М.: МГГУ, 2005. – 298 с.
10. Гуртов, В. Твердотельная электроника: учеб. пособие для вузов по направлению “Физика” / В. Гуртов. – 2 изд., доп. – М.: Техносфера, 2005. – 406 с.
11. Гусев, В. Г. Электроника и микропроцессорная техника: учеб. для вузов по направлению “Биомед. техника” / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. – М.: Высш. шк., 2005. – 190 с.
12. Пасынков, В. В., Полупроводниковые приборы: учебник для вузов / В. В. Пасынков, Л.К. Чиркин. – М.: ЛАНЬ, 2009. – 478 с.
13. Головатенко-Абрамова, М.П. Задачи по электронике / М.П. Головатенко-Абрамова, А.М. Лапидус. – М.: Энергоатомиздат, 1992. — 110 с.
14. Изьюрова, Г. И. Расчет электронных схем. Примеры и задачи: учеб. пособие для вузов по спец. электрон. техники / Г.И. Изьюрова, Г.В. Королев, В.А. Терехов [и др.]. – М.: Высш. шк., 1987. – 335 с.