

ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГАЗПРОМ КОЛЛЕДЖ ВОЛГОГРАД»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ
ДОМАШНЕЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

по учебной дисциплине «Электронная техника»

для специальности

15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов (по
отраслям)

для студентов заочной формы обучения

Составлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов (по отраслям) (базовой подготовки)

Одобрено цикловой комиссией
по специальности 08.02.09 (ЭЛ)

Протокол № _____

от «_____» _____ 20__ г.

Председатель ЦК _____ Л.В. Хоперскова

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по учебно-воспитательной работе

_____ Е.Ю. Камынина

«_____» _____ 20__ г.

Разработчик:

Хоперскова Людмила Владимировна, к.ф.-м.н., доцент, преподаватель ЧПОУ
«Газпром колледж Волгоград»

Содержание

Пояснительная записка	4
1. Методические рекомендации для обучающихся	5
2. Критерии оценки и система контроля.....	6
3. Права и обязанности обучающихся	6
4. Определение варианта и задания к домашней контрольной работе.....	6
5. Решение типовых задач к практическим заданиям	7
Заключение.....	7
Список используемой литературы	10
Приложение	11

Пояснительная записка

Методические указания по выполнению домашней контрольной работы являются частью основной профессиональной образовательной программы, составленной в соответствии с требованиями ФГОС по специальности СПО 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов (по отраслям).

Тематика и содержание контрольной работы составлены с учетом требований к подготовке специалистов среднего звена и позволяют сформировать необходимый уровень умений, получить базовые знания в области электронной техники для дальнейшего применения при изучении специальных дисциплин с использованием в профессиональной деятельности.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- определять и анализировать основные параметры электронных схем и устанавливать по ним работоспособность устройств электронной техники;
- производить подбор элементов электронной аппаратуры по заданным параметрам;

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

- сущность физических процессов, протекающих в электронных приборах и устройствах;
- принципы включения электронных приборов и построения электронных схем;
- типовые узлы и устройства электронной техники.

1. Методические рекомендации для обучающихся

Целью домашней контрольной работы является проверка умения обучающихся подбирать, обобщать, анализировать теоретические сведения с теоретическим и практическим материалом темы и на основе этого делать выводы, решать задачи по разделам дисциплины.

Темы домашних контрольных работ, номер варианта, литературу, необходимую для написания работы доводит до сведения обучающихся преподаватель.

Результат выполнения контрольной работы должен быть представлен в отдельной тетради школьного формата. На каждой странице необходимо оставить поля шириной 4-5 см для замечаний преподавателя. В конце тетради требуется оставить свободные страницы для рецензии.

Условия заданий полностью записываются в тетрадь. Каждое задание следует начинать с новой страницы. Рекомендуются записи в тетрадь делать после всех исправлений и уточнений чернового варианта. Условия заданий полностью записываются в тетрадь. Каждое задание следует начинать с новой страницы. Рекомендуются записи в тетрадь делать после всех исправлений и уточнений чернового варианта. Ответы должны быть исчерпывающими по существу и краткими по форме, не должны слепо копировать текст учебного пособия. Чертежи, эскизы и схемы необходимо выполнить карандашом в соответствии с требованиями стандартов.

На обложке тетради с контрольной работой надо указать фамилию, имя, отчество, номер личного дела (шифр), курс, отделение, специальность (индекс), наименование изучаемой дисциплины, номер варианта. На последней странице выполненной работы указывается полное наименование и год издания методического пособия, из которого взято задание, дата отправления и точный почтовый адрес отправителя (студента).

Допускается представление результата выполнения контрольной работы в виде распечатанного текста с помощью персонального компьютера. Текстовая часть работы должна быть исполнена в компьютерном варианте на бумаге формата А 4. Шрифт - Times New Roman, размер шрифта -14, полуторный интервал, выравнивание по ширине. Страницы должны иметь поля нижнее -2; верхнее -2; левое -3; правое -1,5. На титульном листе контрольной работы надо указать фамилию, имя, отчество, номер личного дела (шифр), курс, отделение, специальность (индекс), наименование изучаемой дисциплины, номер варианта. Каждый раздел контрольной работы должен начинаться с новой страницы, названия параграфов - с абзаца. Не разрешается размещать заголовки и подзаголовки в нижней части страницы, если на ней не более 4-5 строк последующего текста; нумерация начинается со страницы «Содержание». Номера страницы проставляются в середине верхнего поля листа или в правом нижнем углу страницы; заголовки структурных элементов контрольной работы (разделов, списка используемых источников информации) следует располагать в середине строки без точки в конце, и прописными буквами без подчеркивания.

Цифровой материал следует представлять в виде таблиц, на которые должны быть ссылки в тексте. Все остальные иллюстрации (рисунки, схемы, графики, диаграммы обозначаются словом: «Рис.». При цитировании в тексте работы необходимо указать источник (цифрой порядкового номера источника в конце строки). При использовании электронных источников в контрольной работе ссылка на них обязательна.

2. Критерии оценки и система контроля

Выполненная контрольная работа, в установленный учебным планом срок, направляется для проверки в учебное заведение (колледж).

Преподаватель рецензирует контрольную и работу и оценивает по системе «зачтено/не зачтено».

Контрольная работа имеет оценку «зачтено», если обучающийся правильно и полностью выполнил задание; выполнено полностью, но есть небольшие замечания; если выполнено не менее 75% от общего объема. Оценка «не зачтено» ставится, если обучающийся не до конца выполнил задание (менее 75% от общего объема работы; если есть значительные ошибки; если обучающийся не выполнил практические задания.

Зачтенная контрольная работа является допуском для прохождения промежуточной аттестации. Контрольная работа, выполненная неудовлетворительно высылается обучающемуся и подлежит исправлению или повторному выполнению, затем – повторной проверке.

3. Права и обязанности обучающихся

Права обучающихся:

- проведение в период промежуточной аттестации консультаций преподавателем для объяснения сложных и требующих тщательной проработки вопросов домашней контрольной работы;
- наличие методических указаний по организации и выполнению контрольной работы в печатной или электронной формах;
- бесплатно пользоваться библиотекой, информационными фондами.

Обязанности обучающихся:

- использовать для выполнения контрольной работы актуальную литературу, действующую нормативно-техническую документацию;
- выполнять контрольную работу в соответствии с установленным вариантом задания;
- своевременно предоставлять контрольную работу.

4. Определение варианта и задания к домашней контрольной работе

Задание к выполнению домашней контрольной работы содержит теоретическую (Задание 1) и практическую (Задание 2) части. Номера вариантов

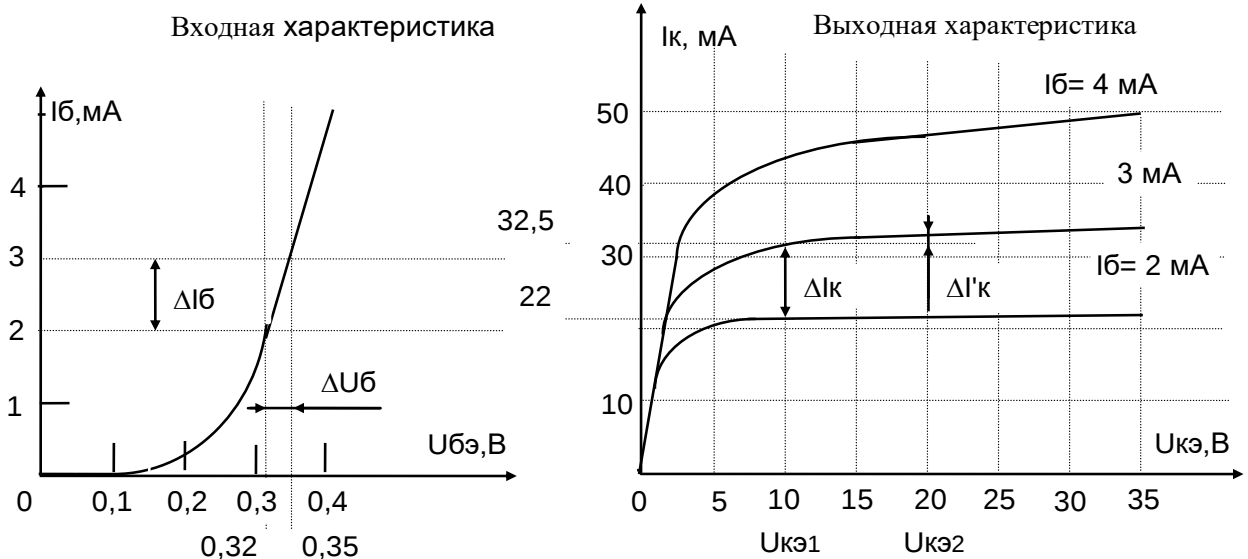
теоретического и практического задания одинаковые и должны соответствовать номеру обучающегося по списку в группе. Задания выбираются по таблицам выбора задания (приложение 1). В приложении 2 содержатся теоретические вопросы. Данные для выполнения практического в соответствии с номером варианта содержатся в приложении 3. В приложении 4 кратко приводятся основные сведения и рекомендации по выполнению практического задания.

Задание 1 (теоретическое). Ответить на вопросы по теоретической части курса (таблица 1).

Задание 2 (практическое). Необходимо определить h -параметры по входным и выходным характеристикам транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером. Данные с указанием типа используемого транзистора для каждого варианта приведены в таблице 2 (приложение 3). Характеристики транзисторов приведены на рисунках 1-11 приложения 3.

5. Решение типовых задач к практическим заданиям

Определить h -параметры транзистора для схемы с общим эмиттером по входным и выходным характеристикам, если изменения тока базы происходят от $I_{б1} = 2 \text{ мА}$ до $I_{б2} = 3 \text{ мА}$, а изменение напряжения между коллектором и эмиттером от $U_{кэ1} = 10 \text{ В}$ до $U_{кэ2} = 20 \text{ В}$.



Решение.

Для включения транзистора по схеме с общим эмиттером, в соответствии с рисунком, имеем:

$$h_{11э} = \left. \frac{\Delta U_{бэ}}{\Delta I_{б}} \right|_{\text{при } U_{кэ} = \text{const}}$$

$$h_{12э} = \left. \frac{\Delta U_{бэ}}{\Delta U_{кэ}} \right|_{\text{при } I_{б} = \text{const}}$$

$$h_{21Э} = \left. \frac{\Delta I_k}{\Delta I_6} \right|_{\text{при } U_{кэ} = \text{const}}$$

$$h_{22Э} = \left. \frac{\Delta I'_k}{\Delta U_{кэ}} \right|_{\text{при } I_6 = \text{const}}$$

Определяем $\Delta I_6 = I_{62} - I_{61}$ по входной характеристике, $\Delta I_6 = 3\text{мА} - 2\text{мА} = 1\text{ мА}$.

Определяем $\Delta U_{кэ} = U_{кэ2} - U_{кэ1}$ по выходной характеристике, $\Delta U_{кэ} = 20\text{В} - 10\text{В} = 10\text{ В}$

Определяем $\Delta U_{бэ}$ по входной характеристике: $\Delta U_{бэ} = 0,35\text{В} - 0,32\text{В} = 0,03\text{ В}$

Определяем ΔI_k по выходной характеристике:

$$\Delta I_k = 32,5\text{мА} - 22\text{мА} = 10,5\text{ мА},$$

$$\Delta I'_k = \Delta I_k(\text{при } \Delta U_{кэ}=20\text{В}) - \Delta I_k(\text{при } \Delta U_{кэ}=10\text{В}) = 34\text{мА} - 33\text{мА} = 1\text{ мА}.$$

Рассчитываем h - параметры:

$$h_{11Э} = 0,03/1 \cdot 10^{-3} = \underline{30\text{ Ом}}$$

$$h_{21Э} = 9,5/1 = 10,5$$

$$h_{22Э} = 1 \cdot 10^{-3} / 10 = \underline{10^{-4}\text{ СМ}}$$

Учитывая, что графики зависимостей I_6 от $U_{бэ}$ для различных $U_{кэ}$ на входной характеристике практически сливаются в одну, то, с достаточной для практики точностью, $\Delta U_{бэ}$ можно определить из следующего аналитического выражения принимая, что $\Delta I'_k = 1\text{ мА}$ имеем $\Delta I'_6 = \Delta I'_k / h_{21Э} = 0,95\text{ мА}$. Тогда

$$\Delta U'_{бэ} = h_{11Э} \cdot \Delta I'_6 = 0,00286\text{ В}, \text{ следовательно:}$$

$$h_{12Э} = 0,003/10 = \underline{0,0003}.$$

Задание выполнено.

Заключение

Обучение по заочной форме включает большой объем самостоятельного изучения материала. Характеристики уровня освоения учебного материала:

- ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств);
- репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством)
- продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач)

Методические указания по выполнению домашней контрольной работы составлены в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Электронная техника» по специальности 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов (по отраслям) и направлены на получение базовых знаний в области электронной техники с целью дальнейшего применения при изучении специальных дисциплин, использовании в профессиональной деятельности.

Список используемой литературы

Основные источники:

1. Берикашвили, В.Ш. Основы электроники: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования./ В.Ш. Берикашвили – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 208 с.
2. Петров, В.П. Выполнение монтажа и сборки средней сложности и сложных узлов, блоков, приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники. Практикум: учебное пособие для студентов учреждений СПО. Рекомендовано ФГАУ «ФИРО»./ В.П. Петров – 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 176 с.
3. Петров, В.П. Выполнение монтажа и сборки средней сложности и сложных узлов, блоков, приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники: учебник для студентов СПО. Рекомендовано ФГАУ «ФИРО»./ В.П. Петров – 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 272 с.
4. Сибикин Ю.Д. справочник электромонтажника: учебное пособие для учреждений нач. проф. образования./ Ю.Д. Сибикин – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 416 с.
5. Немцов, М.В. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Немцов М.В., Немцова М.Л.. – 8-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 480 с.

Дополнительные источники:

1. Гибилиско С. Электроника для начинающих./ С. Гибилиско - М., NT Press, 2011.
2. Гальперин М.В. Электронная техника./ М.В. Гальперин М., ФорумИнфра-М, 2009.
3. Контрольные материалы по электротехнике и электронике: учебное пособие для СПО / Сост. Лапынин Ю.Г., Атарщиков В.Ф. –М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 432 с.
4. Ревич Ю. Занимательная электроника./ Ю. Ревич Санкт-Петербург, «БХВ-Петербург», 2010.

Таблица 1 – Таблица соответствия теоретических вопросов и практических заданий номеру обучающегося по списку группы

Номер варианта (номер по списку группы)	Номера теоретических вопросов				Номер варианта практического задания
1	10	14	36	57	1
2	9	15	37	70	2
3	8	16	38	66	3
4	7	19	39	60	4
5	6	17	40	61	5
6	5	18	41	62	6
7	4	19	42	63	7
8	3	20	43	64	8
9	2	21	44	65	9
10	12	22	45	66	10
11	1	11	35	46	11
12	5	12	47	68	12
13	6	15	30	48	13
14	5	16	31	49	14
15	4	19	59	69	15
16	3	17	33	51	16
17	10	18	35	52	17
18	3	19	53	70	18
19	2	13	29	54	19
20	7	19	34	55	20
21	9	16	29	56	21
22	13	23	35	57	22
23	1	14	31	58	23
24	8	21	34	59	24

Перечень теоретических вопросов

1. Дайте объяснение собственной проводимости полупроводников. Приведите зонную (энергетическую) диаграмму полупроводника с собственной проводимостью. Объясните влияние температуры на собственную проводимость полупроводника.
2. Опишите влияние примесей на проводимость полупроводников. Приведите зонную (энергетическую) диаграммы полупроводников "р" и "н"-типов. Объясните влияние температуры на проводимость примесных полупроводников.
3. Опишите влияние на характеристики "р" - "н" перехода дрейфового и диффузионного тока в полупроводниках.
4. Дайте классификацию электрических разрядов в газе. Опишите физические процессы протекающие при электрическом разряде.
5. Приведите вольт- амперную характеристику электрического разряда. Объясните протекающие на катоде процессы при темном, тлеющем и дуговом разрядах.
6. Опишите устройство и принцип действия неоновой лампы. Приведите схему автогенератора с использованием неоновой лампы.
7. Опишите особенности применения выпрямительных диодов при их последовательном и параллельном включении, приведите схемы включения выпрямительных столбов.
8. Опишите принцип действия и устройство газоразрядных цифровых индикаторов.
9. Опишите устройство и схемы включения полупроводниковых фотоэлементов. Приведите их основные характеристики.
10. Опишите схемы применения полупроводниковых диодов в схемах выпрямления. Приведите временные диаграммы напряжений и токов в этих схемах.
11. Опишите процесс формирования электронно- дырочного перехода на границе полупроводников с разными типами проводимости. Дайте объяснение следующим понятиям: контактная разность потенциалов; потенциальный барьер; запирающий слой.
12. Опишите действие на электронно- дырочный переход внешних электрических напряжений. Объясните понятия "выпрямляющий" и "невыпрямляющий" контакт.
13. Приведите схему и временные диаграммы напряжений и тока однофазного управляемого выпрямителя на тиристоре, опишите работу этой схемы.
14. Опишите принцип работы сглаживающих фильтров, Приведите временные диаграммы напряжений и токов для фильтров различного типа, проведите их сравнительный анализ.
15. Опишите устройство плоскостных и точечных полупроводниковых диодов. Объясните особенности их температурных и частотных характеристик. Приведите схемы включения.

16. Опишите устройство и принцип действия кремниевых стабилитронов и туннельных диодов, Приведите их вольт- амперные характеристики и схемы применения в промышленной электронике.

17. Приведите схему и опишите работу однофазного двухполупериодного выпрямителя на диодах.

18. Опишите устройство и принцип действия биполярных транзисторов. Приведите схемы температурной стабилизации усилительного каскада на транзисторе.

19. Приведите три основных схемы включения биполярных транзисторов, опишите их свойства, укажите область их использования.

20. Опишите статические характеристики транзистора, включенного в различные схемы. Дайте объяснение понятию " h - параметры транзистора, включенного в схему с общим эмиттером".

21. Перечислите наименования и дайте объяснение справочным понятиям: температурные и частотные характеристики биполярных транзисторов.

22. Опишите устройство и принцип действия полевых транзисторов с "р" - "п" переходом. Приведите схемы их включения.

23. Опишите устройство и принцип действия МДП (или МОП) - транзисторов. Укажите область применения этих транзисторов, приведите схемы их включения.

24. Дайте классификацию тиристоров. Опишите устройство и принцип действия динистора. Приведите его вольт- амперную характеристику и схемы применения.

25. Объясните (на основе примера) особенности работы тиристорных схем. Опишите устройство и принцип действия симистора.

26. Дайте объяснение явлению внутреннего фотоэффекта. Опишите устройство, принцип действия фотодиода (в режиме фотогенератора и в режиме фотопреобразователя) и фоторезистора. Приведите схему их промышленного использования.

27. Дайте графический анализ работы усилительного каскада в режимах А, В и С. Сравните к.п.д. рассмотренных усилительных каскадов. Опишите работу двухкаскадного усилителя мощности.

28. Опишите устройство и принцип действия фототранзистора и фототиристора, приведите схемы их включения.

29. Опишите устройство и принцип действия светодиода, укажите его основные технические характеристики и приведите схемы включения.

30. Опишите устройство, основные характеристики и принцип действия оптронов. Приведите типы оптронов по виду связи. Объясните достоинства оптронной связи в электронных цепях.

31. Объясните понятие "дрейф нуля" в усилителях постоянного тока. Опишите работу схемы дифференциального усилительного каскада.

32. Приведите классификацию усилительных устройств. Опишите нелинейные, частотные и фазовые виды искажений в усилителях. Объясните чем определяются искажения в усилителях.

33. Опишите работу схемы стандартного операционного усилителя, приведите основные его характеристики и схемы промышленного использования.

34. Дайте анализ этапов развития микроэлектроники. Опишите систему классификации и обозначений полупроводниковых интегральных микросхем (ПИМС).

35. Дайте описание основных технологических операций, используемых при изготовлении пленочных интегральных микросхем.

36. Опишите принципиальные технические решения и последовательность технологических операций применяемых при изготовлении полупроводниковой интегральной микросхемы.

37. Приведите схему компенсационного стабилизатора напряжения на транзисторах, Опишите его работу.

38. Объясните значение понятия "эквивалентная схема замещения", приведите практический пример эквивалентного замещения электронных элементов в схеме.

39. Приведите схему эмиттерного повторителя, объясните особенности его работы, параметры и назначение.

40. Объясните роль обратной связи в усилительных каскадах. Дайте вывод формулы расчета коэффициента усиления усилительного каскада, охваченного обратной связью.

41. Приведите схемы суммирующего, масштабирующего и дифференцирующего операционного усилителя, опишите работу приведенных схем.

42. Опишите структуру электронного генератора, и укажите условия самовозбуждения этого генератора.

43. Дайте анализ работы схемы электронного генератора с последовательно-параллельной RC-цепочкой, используемой в качестве колебательного контура генератора.

44. Приведите схемы автогенераторов с автотрансформаторной и емкостной обратными связями, объясните их работу и условия самовозбуждения.

45. Приведите схему стабилизатора тока на транзисторах, Опишите его работу.

46. Приведите схему и опишите работу однофазного двухполупериодного управляемого выпрямителя на тиристорах.

47. Приведите структурную схему усилителя постоянного тока (УПТ) с преобразованием сигнала, опишите ее работу, Дайте схемные решения модулятора и дешифратора.

48. Приведите электрическую схему и временные диаграммы классического триггера на транзисторах. Определите тип данного триггера и опишите его работу.

49. Приведите электрическую схему и временные диаграммы управляемого генератора пилообразного напряжения на транзисторе. Опишите его работу.

50. Приведите промышленные схемы основных логических элементов. Объясните выполняемые ими функции, дайте их таблицы соответствия.

51. Приведите временные диаграммы и электрическую схему симметричного мультивибратора реализованного на логических элементах. Опишите его работу.

52. Перечислите основные формулы Булевой логики, подтвердите их схемными решениями, которые можно реализовать в виде электронных ключей.

53. Опишите порядок составления таблицы соответствия для логического устройства комбинационной логики по алгоритму, описывающему работу простого устройства управления (пример устройства управления выбирается самостоятельно).

54. Опишите порядок составления и упрощения уравнения булевой алгебры для логического устройства комбинационной логики по таблице соответствия, описывающей работу простого устройства управления (пример устройства управления выбирается самостоятельно).

55. Опишите порядок составления электрической схемы из логических элементов комбинационной логики по уравнению булевой алгебры (пример уравнения булевой алгебры выбрать самостоятельно).

56. Приведите и опишите схемы подтверждающие взаимозаменяемость логических элементов "И", "ИЛИ", "НЕ", "И–НЕ" и "ИЛИ–НЕ" комбинационной логики.

57. Опишите типы триггеров используемых в последовательностных схемах. Приведите таблицу переходов D–триггера.

58. Приведите временные диаграммы блокинг- генератора и его электрическую схему, реализованную на операционном усилителе. Опишите работу схемы.

59. Приведите таблицу переключений и электрическую схему JK–триггера, реализованную на логических элементах. Опишите работу схемы.

60. Приведите временные диаграммы управляемого генератора пилообразного напряжения и его электрическую схему, реализованную на операционном усилителе. Опишите работу схемы.

61. Приведите временные диаграммы и электрическую схему одновибратора, реализованную на логических элементах. Проанализируйте работу элементов определяющих времязадающие параметры одновибратора.

62. Приведите структурные схемы, временные диаграммы и опишите принцип работы полусумматоров и сумматоров.

63. Приведите схему и опишите принцип работы элемента арифметико-логического устройства: трехразрядного двоичного сумматора, реализованного на логических элементах комбинационной логики.

64. Предложите схемное решение и опишите его работу, реализующее двоичный счетчик на D- триггерах с управлением по входу синхронизации от положительного перепада напряжения.

65. Приведите схемы и опишите принцип работы шифратора при согласовании арифметико-логического устройства с клавиатурой микрокалькулятора.

66. Приведите схемы и опишите принцип работы дешифратора при согласовании семисегментного индикатора с двоичным сумматором.

67. Приведите схему и временные диаграммы и опишите принцип работы четырехразрядного сдвигового регистра, выполненного на JK- триггерах.

68. Опишите работу мультиплексора и регистра при работе их в схемах последовательной и параллельной передачи двоичной информации.

69. Опишите работу схемы цифро-аналогового (ЦАП) преобразователя.

70. Опишите работу схемы аналого- цифрового (АЦП) преобразователя.

Таблица 2 – Условия задания 2 и характеристик транзисторов

№ варианта	Тип транзистора	№ рисунка	Изменение тока базы		Изменение напряжения	
			I _{Б1} , мкА	I _{Б2} , мкА	U _{КЭ1} , В	U _{КЭ2} , В
01	ГТ308 А	1	400	600	4	8
02	КТ312 Б	8	200	400	5	15
03	ГТ309 А	2	80	200	4	6
04	ГТ403 Б	9	10 мА	30 мА	2	6
05	ГТ320 А	3	600	800	2	4
06	КТ301 В	4,6	75	125	6	12
07	КТ301 В	4,5	100	200	4	8
08	КТ805	10	25 мА	100 мА	4	12
09	КТ301 В	4,6	50	100	3	10
10	КТ902 А	11	50 мА	100 мА	10	20
11	КТ301 Ж	4,7	20	50	4	8
12	КТ902 А	11	100 мА	150 мА	15	30
13	КТ301 Б	4,5	150	250	6	10
14	КТ805	10	50 мА	150 мА	6	10
15	ГТ320 А	3	200	400	4	5
16	КТ312 Б	8	100	300	15	25
17	ГТ309 А	2	120	160	8	10
18	ГТ403 Б	9	20 мА	40 мА	4	8
19	ГТ308 А	1	600	800	6	12
20	КТ312 Б	8	300	500	10	20
21	ГТ308 А	1	400	600	4	8
22	КТ312 Б	8	200	400	5	15
23	ГТ309 А	2	80	200	4	6
24	ГТ403 Б	9	10 мА	30 мА	2	6

Входные и выходные характеристики биполярных транзисторов

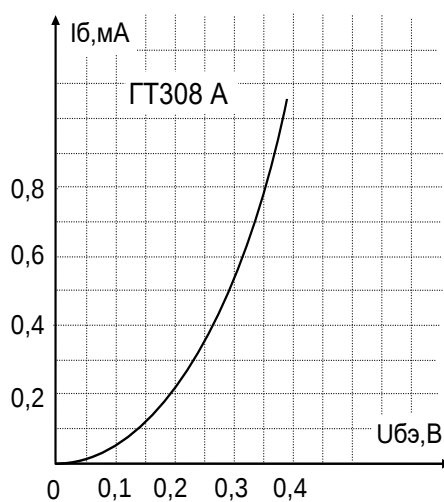


Рис. 1

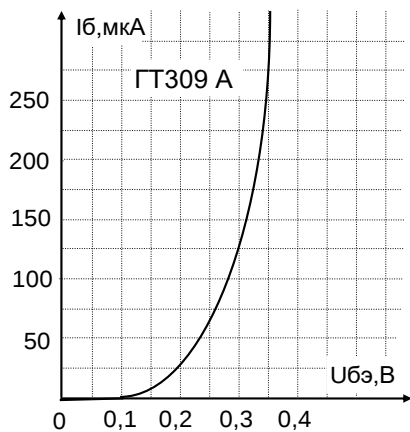
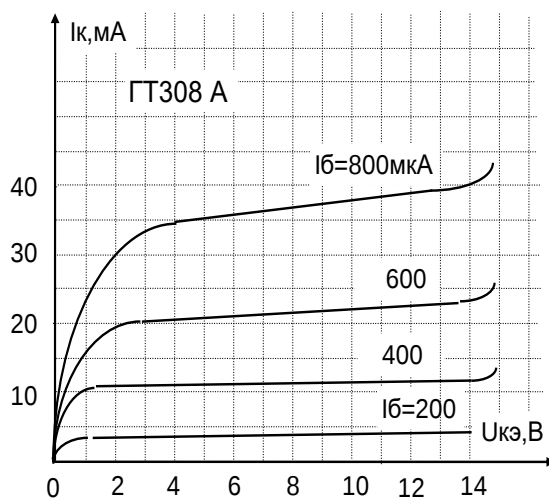


Рис. 2

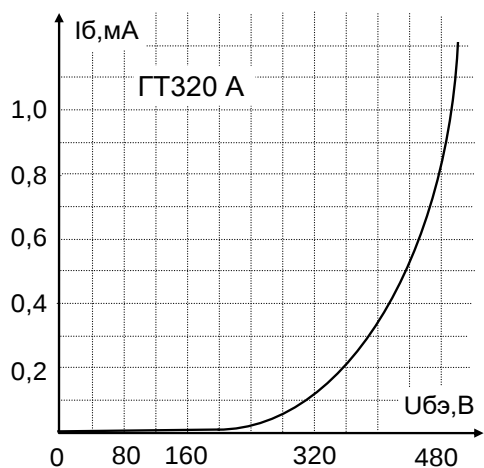
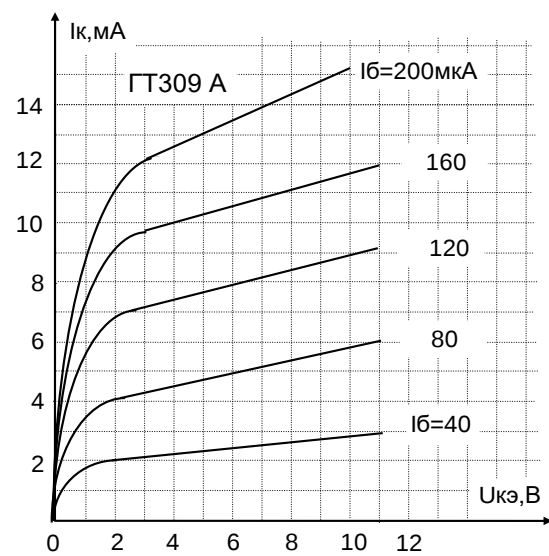
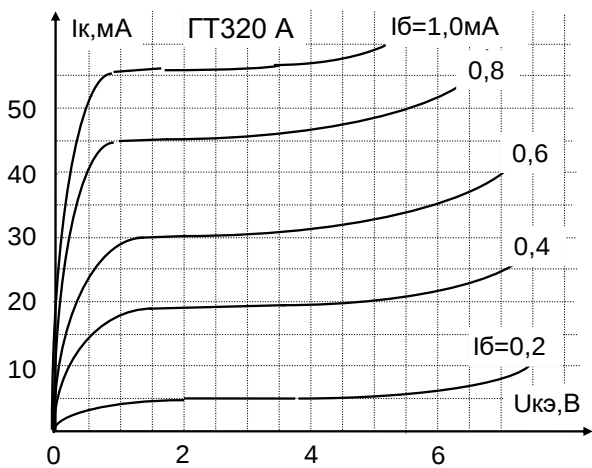


Рис. 3



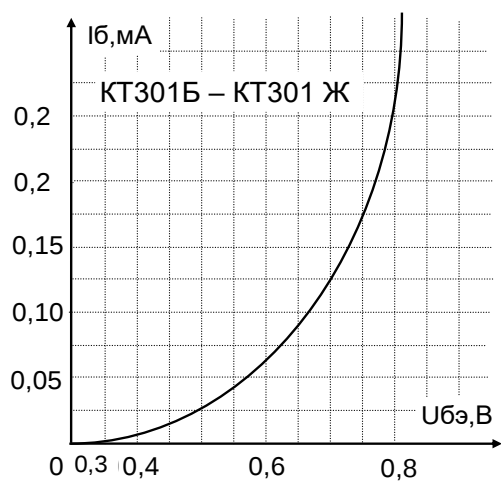


Рис. 4

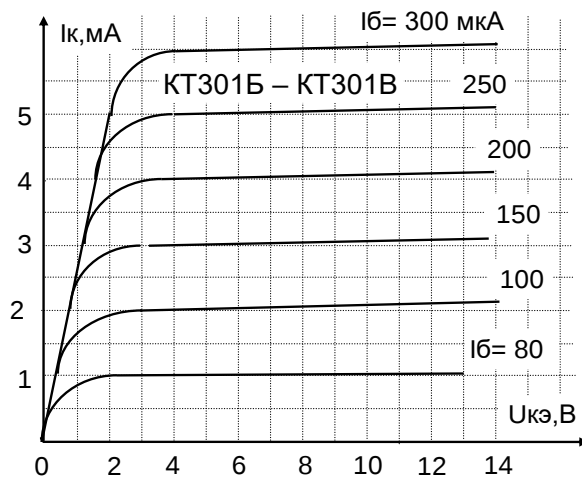


Рис. 5

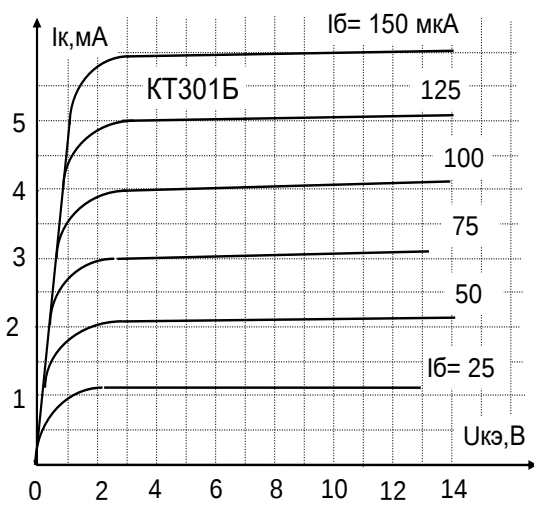


Рис. 6

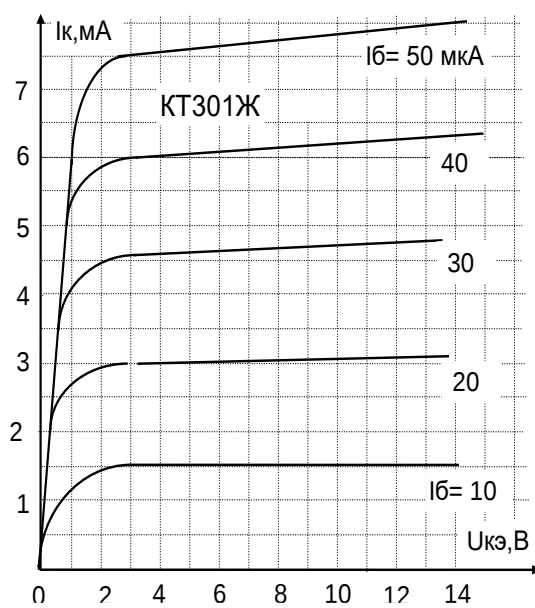


Рис. 7

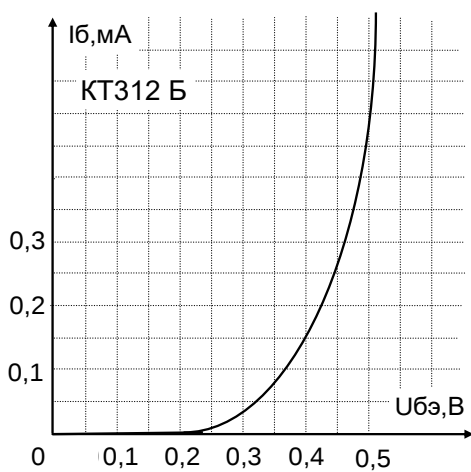
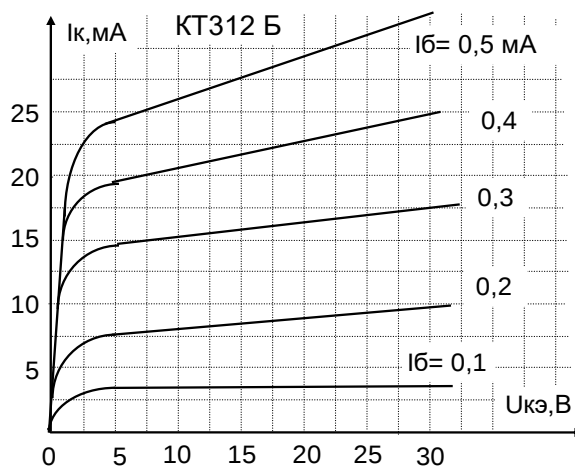


Рис. 8



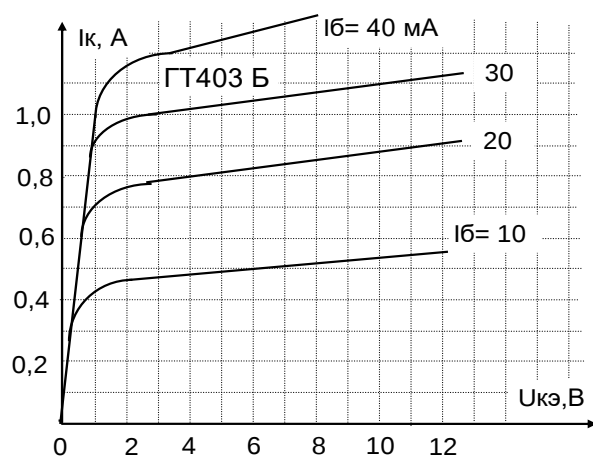
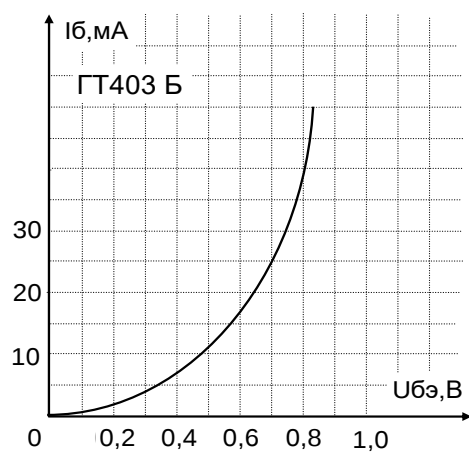


Рис. 9

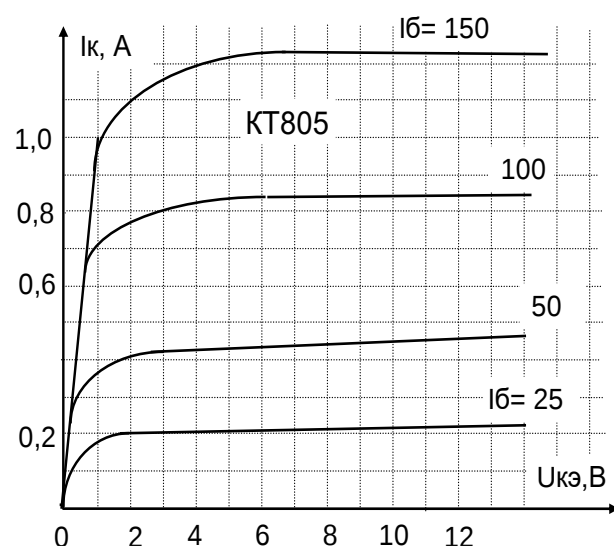
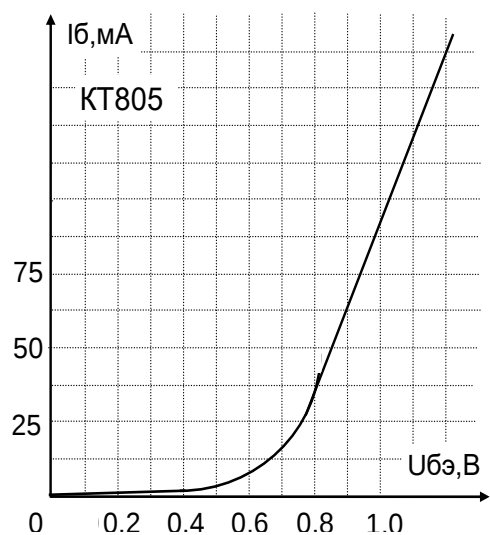


Рис. 10

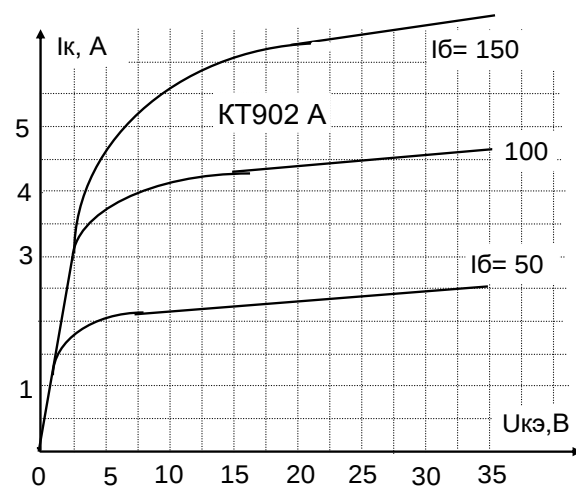
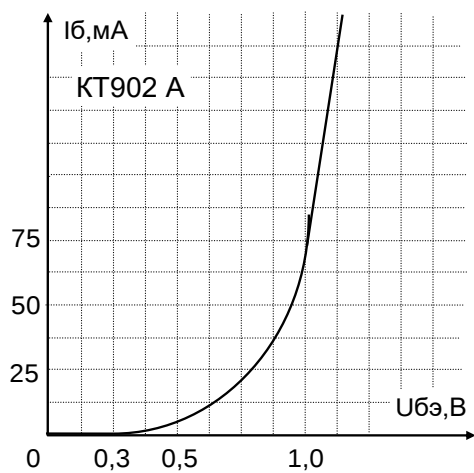


Рис. 11

Краткие теоретические сведения к выполнению практической части работы

На рисунке 12 приведена схема включения транзистора с общим эмиттером, в которой отображена связь внутренних физических параметров транзистора с электрическими параметрами схемы. При проведении расчетов электрической цепи с включенным в нее транзистором, последний, для упрощения, обычно представляют схемой замещения в физических параметрах (эквивалентной схемой), в которой все электрические параметры схемы связаны с внутренними (физическими) параметрами транзистора. Например, Т-образная схема замещения (рисунок 13), при использовании так называемых дифференциальных параметров, оперирующих с небольшими приращениями напряжения и тока, наиболее точно отражают структуру транзистора и создает удобство и наглядность при анализе влияния транзистора на электрические параметры схем.

Параметры транзистора, входящие в Т-образную схему замещения, могут быть рассчитаны по геометрическим размерам слоев и параметрам материала из которого изготовлен транзистор. Однако прямое их измерение невозможно, поскольку границы раздела слоев и переходов структуры недоступны для подключения измерительных приборов. По этой причине в качестве измеряемых параметров транзистора выбирают те, которые связаны линейной зависимостью как с физическими параметрами его Т-образной схемы замещения, так и между собой при представлении транзистора как четырехполосника рис. 14).

Схема включения транзистора с ОЭ

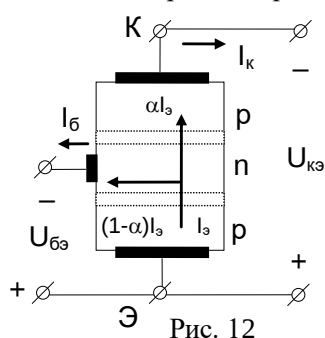
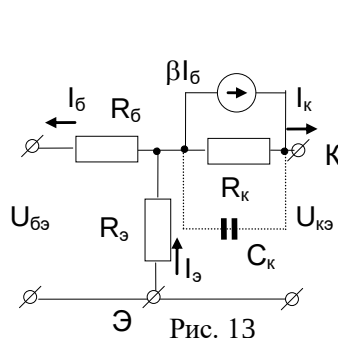
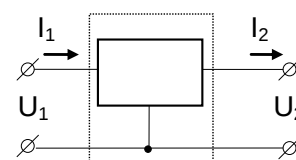


Схема замещения



Представление транзистора как четырехполосника



Связь между входными параметрами (U_1 , I_1) и выходными (U_2 , I_2) напряжениями и токами четырехполосника выражается системой двух уравнений:

$$\begin{aligned}\Delta U_1 &= h_{11}\Delta I_1 + h_{12}\Delta U_2 \\ \Delta I_2 &= h_{21}\Delta I_1 + h_{22}\Delta U_2\end{aligned}$$

В приведенных уравнениях h-параметры транзистора определяют следующие величины:

входное сопротивление четырехполюсника $h_{11} = \left. \frac{\Delta U_1}{\Delta I_1} \right|_{\text{при } U_2 = \text{const}}$

коэффициент обратной связи четырехполюсника $h_{12} = \left. \frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} \right|_{\text{при } I_1 = \text{const}}$

коэффициент усиления по току четырехполюсника $h_{21} = \left. \frac{\Delta I_2}{\Delta I_1} \right|_{\text{при } U_2 = \text{const}}$

выходная проводимость четырехполюсника $h_{22} = \left. \frac{\Delta I_2'}{\Delta U_2} \right|_{\text{при } I_1 = \text{const}}$

Конкретные значения h-параметров зависят от схемы включения транзистора, то есть от того, какие токи и напряжения являются входными и выходными. На практике h-параметры обычно определяют графическим путем по статическим характеристикам для конкретной схемы включения транзистора (аналогично примеру, приведенному в методических указаниях). По найденным значениям h-параметров, используя известные соотношения можно определить физические параметры конкретного транзистора.