

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»  
Рязанский станкостроительный колледж РГРТУ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по дисциплине

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Специальность 15.02.08 Технология машиностроения

Квалификация выпускника техник

Форма обучения заочная

Рязань 2023

Рассмотрено и рекомендовано к утверждению на заседании цикловой комиссии  
общепрофессиональных дисциплин

Протокол №5 от 19.04.2023

Председатель комиссии Агарков В.А.

Разработчик: Лобанов М.Ю., преподаватель РССК «РГРТУ»

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| 1 ВВЕДЕНИЕ .....  | 4  |
| 1.1 Предисловие .....   | 4  |
| 1.2 Требования предъявляемые к домашней контрольной работе .....                                  | 4  |
| 1.3 Разбивка по вариантам контрольной работы .....  | 5  |
| 2 ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....  | 7  |
| 2.1 Паспорт рабочей программы учебной дисциплины «Электротехника и электроника» .....             | 7  |
| 2.1.1 Область применения программы .....  | 7  |
| 2.1.2 Место учебной дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена ..... | 7  |
| 2.1.3 Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины .....               | 7  |
| 2.1.4 Количество часов на освоение программы дисциплины .....                                     | 8  |
| 2.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины «Электротехника и электроника» .....        | 8  |
| 2.3 Задания для экзамена .....  | 12 |
| 3 ЗАДАНИЯ ДЛЯ ДОМАШНЕЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ .....   | 15 |
| Задача №1 .....   | 15 |
| Задача №2 .....   | 17 |
| Задача №3 .....   | 19 |
| Задача №4 .....   | 21 |
| Задача №5 .....   | 23 |
| Теоретический вопрос .....  | 26 |
| 4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ .....                                 | 29 |
| Методические указания по выполнению Задачи №1 .....   | 29 |
| Методические указания по выполнению Задачи №2 .....   | 30 |
| Методические указания по выполнению Задачи №3 .....   | 32 |
| Методические указания по выполнению Задачи №4 .....   | 33 |
| Методические указания по выполнению Задачи №5 .....   | 36 |
| Методические указания к ответу на теоретический вопрос .....                                      | 39 |
| 5 СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....  | 39 |

# **1 ВВЕДЕНИЕ**

## **1.1 Предисловие**

Методические указания по выполнению домашней контрольной работы студентов по дисциплине «Электротехника и электроника» предназначены для студентов специальности 15.02.08 Технология машиностроения.

Целенаправленная работа студентов по дисциплине «Электротехника и электроника», в соответствии с данными методическими указаниями, а также аудиторная работа под руководством преподавателя призваны обеспечить высокий уровень подготовки студентов, соответствующий требованиям ФГОС СПО (вариативной части) по дисциплине «Электротехника и электроника».

Настоящие методические указания содержат задание на контрольную работу с краткими методическими рекомендациями по её выполнению и необходимым справочным материалом.

Выполнение домашней контрольной работы позволит студентам овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по специальности, опытом творческой и исследовательской деятельности.

## **1.2 Требования, предъявляемые к домашней контрольной работе**

1. Выписать номера заданий своего варианта.
2. Правильно и аккуратно переписать задание контрольной работы по своему варианту. Работы, выполненные по другому варианту, возвращаются без проверки.
3. Решения сопровождать пояснениями, указывать единицы величин.
4. Работу выполнять чернилами разборчиво (либо печатным текстом).
5. В тетради необходимо оставлять поля и место в конце работы для замечаний и заключения преподавателя. Страницы пронумеровать.
6. В конце работы привести список использованных источников, проставить дату выполнения работы и подпись.
7. Работа, выполненная не по своему варианту, не засчитывается и возвращается.
8. После получения зачётной работы следует изучить все замечания и поправки преподавателя и исправить ошибки.
9. При не зачётной работе она выполняется заново по варианту, указанному преподавателем. На проверку в этом случае отправляются обе работы: не зачётная и выполненная заново.
10. Для получения положительной оценки по контрольной работе необходимо выполнить все задания. Критерии оценки:
  - оценка «отлично» выставляется студенту, если все задания выполнены в полном объёме, правильно, с приведением пояснительного иллюстративного материала в виде рисунков, схем, таблиц и т.д.
  - оценка «хорошо» выставляется студенту, если задачи решены правильно, но в ответах на вопросы допущены неточности.

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если в задаче и ответах допущены неточности.
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если задача решена неправильно.
- Неаккуратное выполнение контрольной работы, несоблюдение принятой размерности и плохое выполнение чертежей и схем могут послужить причиной возвращения её для переделки.

### **1.3 Разбивка по вариантам контрольной работы**

Выполняется одна контрольная работа. Варианты для каждого студента индивидуальные. Номер варианта определяется двумя последними цифрами номера личного дела (шифра). Например, номера личных дел 13, 50, 835, 1103, 2300. Номера вариантов будут: 13, 50, 35, 03, 00.

Решить пять задач и дать ответ на один теоретический вопрос из предложенного списка согласно таблице вариантов:

Первое число каждой ячейки указывает номер варианта задачи №1. Второе число - номер варианта задачи №2. Третье число - номер варианта задачи №3. Четвёртое число - номер варианта задачи №4. Пятое число - номер варианта задачи №5. Шестое число - номер теоретического вопроса.

## Таблица вариантов 0 – 99

Варианты задач и теоретических вопросов для своего варианта студент находит в соответствующих таблицах.

| Предпоследняя цифра шифра студента | Последняя цифра шифра студента |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |
|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                                    | 0                              | 1                         | 2                         | 3                         | 4                         | 5                         | 6                         | 7                         | 8                         | 9                         |
| 0                                  | 33,1,<br>1,10,<br>100,20       | 1,2,<br>2,11,<br>1,21     | 2,3,<br>3,12,<br>2,22     | 3,4,<br>4,13,<br>3,23     | 4,5,<br>5,14,<br>4,24     | 5,6,<br>6,15,<br>5,25     | 6,7,<br>7,16,<br>6,26     | 7,8,<br>8,17,<br>7,27     | 8,9,<br>9,18,<br>8,28     | 9,10,<br>10,19,<br>9,29   |
| 1                                  | 10,11,<br>11,20,<br>10,30      | 11,12,<br>12,21,<br>11,31 | 12,13,<br>13,22,<br>12,32 | 13,14,<br>14,23,<br>13,33 | 14,15,<br>15,24,<br>14,34 | 15,16,<br>16,25,<br>15,35 | 16,17,<br>17,26,<br>16,36 | 17,18,<br>18,27,<br>17,37 | 18,19,<br>19,28,<br>18,38 | 19,20,<br>20,29,<br>19,39 |
| 2                                  | 20,21,<br>21,30,<br>20,40      | 21,22,<br>22,31,<br>21,41 | 22,23,<br>23,32,<br>22,42 | 23,24,<br>24,33,<br>23,43 | 24,25,<br>25,34,<br>24,1  | 25,26,<br>26,35,<br>25,2  | 26,27,<br>27,36,<br>26,3  | 27,28,<br>28,37,<br>27,4  | 28,29,<br>29,38,<br>28,5  | 29,30,<br>30,39,<br>29,6  |
| 3                                  | 30,31,<br>31,40,<br>30,7       | 31,32,<br>1,1,<br>31,8    | 32,33,<br>2,2,<br>32,9    | 33,34,<br>3,3,<br>33,10   | 1,35,<br>4,4,<br>34,11    | 2,36,<br>5,5,<br>35,12    | 3,37,<br>6,6,<br>36,13    | 4,38,<br>7,7,<br>37,14    | 5,39,<br>8,8,<br>38,15    | 6,40,<br>9,9,<br>39,16    |
| 4                                  | 7,41,<br>10,10,<br>40,17       | 8,42,<br>11,11,<br>41,18  | 9,43,<br>12,12,<br>42,19  | 10,44,<br>13,13,<br>43,20 | 11,45,<br>14,14,<br>44,21 | 12,46,<br>15,15,<br>45,22 | 13,47,<br>16,16,<br>46,23 | 14,48,<br>17,17,<br>47,24 | 15,49,<br>18,18,<br>48,25 | 16,50,<br>19,19,<br>49,26 |
| 5                                  | 17,1,<br>20,20,<br>50,27       | 18,2,<br>21,21,<br>51,28  | 19,3,<br>22,22,<br>52,29  | 20,4,<br>23,23,<br>53,30  | 21,5,<br>24,24,<br>54,31  | 22,6,<br>25,25,<br>55,32  | 23,7,<br>26,26,<br>56,33  | 24,8,<br>27,27,<br>57,34  | 25,9,<br>28,28,<br>58,35  | 26,10,<br>29,29,<br>59,36 |
| 6                                  | 27,11,<br>30,30,<br>60,37      | 28,12,<br>31,31,<br>61,38 | 29,13,<br>1,32,<br>62,39  | 30,14,<br>2,33,<br>63,40  | 31,15,<br>3,34,<br>64,41  | 32,16,<br>4,35,<br>65,42  | 33,17,<br>5,36,<br>66,43  | 1,18,<br>6,37,<br>67,1    | 2,19,<br>7,38,<br>68,2    | 3,20,<br>8,39,<br>69,3    |
| 7                                  | 4,21,<br>9,40,<br>70,4         | 5,22,<br>10,1,<br>71,5    | 6,23,<br>11,2,<br>72,6    | 7,24,<br>12,3,<br>73,7    | 8,25,<br>13,4,<br>74,8    | 9,26,<br>14,5,<br>75,9    | 10,27,<br>15,6,<br>76,10  | 11,28,<br>16,7,<br>77,11  | 12,29,<br>17,8,<br>78,12  | 13,30,<br>18,9,<br>79,13  |
| 8                                  | 14,31,<br>19,10,<br>80,14      | 15,32,<br>20,11,<br>81,15 | 16,33,<br>21,12,<br>82,16 | 17,34,<br>22,13,<br>83,17 | 18,35,<br>23,14,<br>84,18 | 19,36,<br>24,15,<br>85,19 | 20,37,<br>25,16,<br>86,20 | 21,38,<br>26,17,<br>87,21 | 22,39,<br>27,18,<br>88,22 | 23,40,<br>28,19,<br>89,23 |
| 9                                  | 24,41,<br>29,20,<br>90,24      | 25,42,<br>30,21,<br>91,25 | 26,43,<br>31,22,<br>92,26 | 27,44,<br>1,23,<br>93,27  | 28,45,<br>2,24,<br>94,28  | 29,46,<br>3,25,<br>95,29  | 30,47,<br>4,26,<br>96,30  | 31,48,<br>5,27,<br>97,31  | 32,49,<br>6,28,<br>98,32  | 33,50,<br>7,29,<br>99,33  |

## **2. ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **2.1 паспорт рабочей программы учебной дисциплины «Электротехника и электроника»**

#### **2.1.1 Область применения программы**

Рабочая программа учебной дисциплины является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС СПО (вариативной части) по специальности 15.02.08 Технология машиностроения.

#### **2.1.2 Место учебной дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена**

Учебная дисциплина «Электротехника и электроника» относится к профессиональному циклу. Особое значение дисциплина имеет при формировании и развитии следующих общих компетенций:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность. ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ПК 1.1. Использовать конструкторскую документацию при разработке технологических процессов изготовления деталей.

ПК 1.2. Выбирать метод получения заготовок и схемы их базирования.

ПК 1.3. Составлять маршруты изготовления деталей и проектировать технологические операции.

ПК 1.4. Разрабатывать и внедрять управляющие программы обработки деталей.

ПК 1.5. Использовать системы автоматизированного проектирования технологических процессов обработки деталей.

ПК 2.1. Участвовать в планировании и организации работы структурного подразделения.

ПК 2.2. Участвовать в руководстве работой структурного подразделения.

ПК 2.3. Участвовать в анализе процесса и результатов деятельности подразделения

ПК 3.1. Участвовать в реализации технологического процесса по изготовлению деталей.

ПК 3.2. Проводить контроль соответствия качества деталей требованиям технической документации.

ПК 4.1 Проверять техническое состояние универсального токарно-винторезного станка или токарного станка с программным управлением, выбирать стандартную технологическую оснастку, подготавливать станок к работе, для станка с программным управлением - составлять управляющую программу.

ПК 4.2 Выполнять токарную обработку заготовок на универсальном токарно-винторезном станке или токарном станке с программным управлением с применением стандартного режущего инструмента и универсальных приспособлений.

### **2.1.3 Цели и задачи учебной дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины**

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь**:

- читать и выполнять электрические схемы на основе действующих стандартов
- снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями
- собирать электрические цепи
- производить проверку электронных и электрических элементов схем
- эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов
- подбирать устройства электронной техники, электрические приборы и оборудование с определёнными параметрами и характеристиками

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **знать**:

- основные положения электротехники;
- методы расчёта электрических цепей;
- устройство, принцип работы и характеристики электрических машин;
- меры безопасности при исследовании электрических схем и работе с электрооборудованием;
- основные правила эксплуатации электрооборудования, и методы измерения электрических величин;
- способы получения, передачи и использования электрической энергии.
- принцип действия, устройства, основные характеристики электротехнических и электронных устройств и приборов
- характеристики и параметры электрических и магнитных полей; параметры различных электрических цепей

### **2.1.4 Количество часов на освоение программы учебной дисциплины**

максимальной учебной нагрузки обучающегося 168 ч, в том числе:



обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 24 ч;  
самостоятельной работы обучающегося 144 ч.

## 2.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины «Электротехника и электроника»

| Наименование разделов и тем   | Содержание учебного материала, лабораторные занятия и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся   | Объем часов | Источники (главы, §, п.п., страницы) | Контрольные работы (номера задач и вопросов) |
|---|--|-------------|--------------------------------------|--|
| 1   | 2  | 3           | 4                                    | 5  |
| Раздел 1. Основы электротехники   |  | 117         |                                      |  |
| Тема 1.1. Электрические цепи постоянного и переменного тока   | Содержание учебного материала.   | 2           | [3]8-60                              | Задачи №1, 2                                 |
|   | 1 Расчёт цепей постоянного тока  |             |                                      |  |
|   | 2 Расчёт цепей переменного тока  | 2           |                                      |  |
|   | Лабораторные занятия Исследование сложных цепей постоянного тока   | 4           |                                      |  |
|   | Исследование цепей однофазного тока с R; L; C  | 2           |                                      |  |
|   | Исследование цепей трёхфазного тока  | 2           |                                      |  |
|   | Контрольные работы   | -           |                                      |  |
|   | Самостоятельная работа обучающихся   | 50          |                                      |  |
|   | Изучение содержания темы по учебнику и другим источникам, выполнение домашней контрольной работы (ДКР)   |             |                                      |  |
|   | Подготовка к лабораторным занятиям с использованием методических рекомендаций преподавателя, оформление отчётов по лабораторным занятиям и подготовка к их защите.   |             |                                      |  |
|   | Изучить теоретический материал:<br><i>Параметры и элементы электрической цепи.</i>   |             |                                      |  |
| Электрический ток в металлах. Сила тока, ЭДС, напряжение. Электрическое сопротивление, проводимость. Влияние температуры на сопротивление проводников. Способы соединения сопротивлений. Последовательное, параллельное и смешанное соединения<br><i>Методы расчёта электрических цепей постоянного тока.</i> |  |             |                                      |  |
|   | Метод контурных токов. Метод узлового напряжения. Токовая нагрузка проводов и защита их от перегрузок. Режимы работы и способы соединения источников питания<br><i>Закон Ома в цепях переменного тока.</i> |             |                                      |  |

|   |  |    |                     |           |
|---|--|----|---------------------|-----------|
|   | <p>Основные параметры переменного тока. Закон Ома для цепи с активным сопротивлением. Закон Ома для цепи с индуктивностью. Закон Ома для цепи с ёмкостью</p> <p><i>Последовательное соединение элементов электрической цепи переменного тока</i></p> <p>Последовательное соединение активных, индуктивных и ёмкостных сопротивлений</p> <p>Резонанс напряжений и токов.</p> <p><i>Соединение фаз источника энергии и приёмника звездой</i></p> <p>Принцип получения трёхфазной ЭДС. Соединение фаз источника энергии и приёмника звездой. Назначение нулевого провода в 4-х проводной цепи</p> <p><i>Соединение фаз источника энергии и приёмника треугольником</i></p> <p>Соединение фаз источника энергии и приёмника треугольником. Мощность трёхфазной цепи.</p> |    |                     |           |
| Тема 1.2. Электрические машины переменного и постоянного тока | <b>Содержания учебного материала</b>   | 2  | [3]102-111, 127-176 | Задача №3 |
|   | 1 Устройство, принцип действия и характеристики электрических машин переменного и постоянного тока   |    |                     |           |
|   | <b>Лабораторные занятия</b>  | 2  |                     |           |
|   | Испытание асинхронного двигателя   | 2  |                     |           |
|   | Испытание двигателя постоянного тока   | -  |                     |           |
|   | <b>Практические занятия</b>  | -  |                     |           |
|   | <b>Контрольные работы</b>  | -  |                     |           |
|   | <b>Самостоятельная работа обучающихся</b><br>Изучение содержания темы по учебнику и другим источникам, выполнение ДКР. Подготовка к лабораторным занятиям с использованием методических рекомендаций преподавателя, оформление отчётов по лабораторным занятиям и подготовка к их защите.<br>Изучить теоретический материал:<br><i>Однофазный трансформатор</i><br>Назначение трансформаторов и их применение. Принцип действия и устройство однофазного трансформатора. Режимы работы трансформатора. Виды трансформаторов<br><i>Асинхронный двигатель</i><br>Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. Пуск и регулирование скорости двигателя. КПД и коэффициент мощности.<br><i>Синхронный генератор</i>   | 49 |                     |           |

|  |  |           |                     |  |
|--|--|-----------|---------------------|--|
|  | Принцип действия и устройство синхронного генератора. Понятие о синхронном двигателе<br><i>Генераторы постоянного тока</i><br>Принцип действия генератора постоянного тока. Устройство машин постоянного тока. ЭДС и реакция якоря.<br><i>Двигатели постоянного тока</i><br>Типы двигателей постоянного тока и их характеристики. Сравнительная оценка ДПТ. Управление работой ДПТ. Потери мощности и КПД ДПТ  |           |                     |  |
| <b>Раздел 2. Электроника</b>                               |  | <b>51</b> |                     |  |
| <b>Тема 2.1. Полупроводниковые приборы и их применение</b> | <b>Содержание учебного материала</b>   |           | [3]200-236, 115-126 | Задача №4, теоретические вопросы №1-43 |
|  | <b>1 Транзисторный усилитель</b><br>Усилительный каскад на биполярном транзисторе. Принцип усиления переменного сигнала. Способы подачи напряжения смещения. Амплитудная и частотная характеристики  | 2         |                     |  |
|  | <b>Лабораторные занятия</b> Исследование характеристик транзисторов<br>Исследование схем выпрямителей на полупроводниковых диодах  | 2         |                     |  |
|  | <b>Самостоятельная работа обучающихся</b><br>Изучение содержания темы по учебнику и другим источникам, выполнение ДКР. Подготовка к лабораторным занятиям с использованием методических рекомендаций преподавателя, оформление отчётов по лабораторным занятиям и подготовка к их защите.<br>Изучить теоретический материал:<br><i>Электропроводность полупроводников</i><br>Собственная электропроводность полупроводников. Понятие о примесной проводимости. Электронно-дырочный переход.<br><i>Полупроводниковый диод Вольт - амперная характеристика диода</i><br>Виды пробоя р-п перехода. Температурный режим. Проверка диода. Стабилитрон<br><i>Биполярные транзисторы</i><br>Устройство и принцип работы биполярного транзистора. Параметры и способы включения транзистора. Понятие о тиристорах. | 37        |                     |  |

|   |  |            |            |           |
|---|--|------------|------------|-----------|
|   | <p><i>Характеристики транзисторов</i><br/>Статические характеристики транзисторов. Динамические характеристики транзисторов. Полевой транзистор.</p> <p><i>Однофазные выпрямители</i><br/>Однофазные выпрямители. Понятие об управляемых выпрямителях. Стабилизаторы напряжения.</p> <p><i>Трёхфазные выпрямители</i><br/>Схема Ларионова. Электрические фильтры.</p> <p><i>Работа транзистора в режиме ключа</i><br/>Работа транзистора в режиме ключа. Способы запираания транзистора. Способы защиты транзистора.</p> |            |            |           |
| <b>Тема № 2.2.</b><br><b>Электро-<br/>нные<br/>устройст-<br/>ва<br/>автомати-<br/>ки и<br/>вычисли-<br/>тельной<br/>техники</b> | <b>Содержание учебного материала</b>   | 2          | [3]259-269 | Задача №5 |
|   | 1 <i>Логические элементы</i><br>Понятие о булевой алгебре. Логические элементы   |            |            |           |
|   | 2 <i>Триггеры</i><br>Триггеры. Счётчики импульсов.   |            |            |           |
|   | <b>Лабораторные занятия</b>  |            |            |           |
|   | <b>Практические занятия</b>  |            |            |           |
|   | <b>Контрольные работы</b>  |            |            |           |
|   | <b>Самостоятельная работа обучающихся</b><br>Изучение содержания темы по учебнику и другим источникам, выполнение ДКР  | 8          |            |           |
| Итоговый контроль   |  |            | экзамен    |           |
| <b>Всего:</b>   |  | <b>168</b> |            |           |

## 2.3 Задания для экзамена

Экзаменационные вопросы:

1. Электрическая энергия, её свойства и применение. История развития электроэнергетики в России.
2. Электрическое поле, электрическая напряжённость, электрическое напряжение, потенциал.
3. Конденсатор, электрическая ёмкость, энергия электрического поля. Электроизоляционные материалы.
4. Электрический ток в металлах, сила и плотность тока, направление. Электрическая цепь, её основные элементы.
5. Энергия и мощность электрической цепи. Баланс мощности.
6. Электрическое сопротивление и проводимость. Удельное сопротивление, удельная проводимость, зависимость сопротивления от температуры.
7. Закон Ома для участка цепи и для всей цепи. Режимы работы цепи: холостой ход, короткое замыкание, переменная нагрузка.
8. Закон Джоуля-Ленца. Нагрев проводов, выбор сечения провода в зависимости от допускаемого тока. Основные проводниковые материалы.
9. Первый и второй законы Кирхгофа. Применяются для расчётов сложных цепей.
10. Последовательное, параллельное и смешанное соединение резисторов. Потери напряжения в проводах линии электропередачи. Допустимые её значения.
11. Магнитное поле, направление магнитного поля, определение направления.
12. Напряжённость магнитного поля, магнитная постоянная, магнитная проницаемость вещества. Магнитная индукция, магнитный поток.
13. Магнитное напряжение. Намагничивающая сила. Закон полного тока.
14. Электромагнитная сила. Взаимодействие магнитного поля и проводника с током. Действие магнитного поля на движущиеся электрические заряды.
15. Ферромагнитные вещества и их намагничивание, явление гистерезиса. Магнитомягкие и магнитно-твёрдые материалы.
16. Магнитная цепь. Электромагниты и их практическое применение.
17. Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции в проводнике, в контуре. Правило правой руки, правило Ленца.
18. Индуктивность. Явления самоиндукции и взаимной индукции. Вихревые токи.
19. Переменный ток, его определение. Период и частота. Получение синусоидального ЭДС. Понятие об устройстве и принципе действия генератора переменного тока. Угловая скорость и угловая частота.
20. Изображение синусоидальных величин. Фаза, начальная фаза, сдвиг фаз.
21. Действующее значение тока, напряжения, ЭДС.
22. Цепь переменного тока с активным сопротивлением. Цепь переменного тока с индуктивным сопротивлением. Цепь переменного тока с ёмкостным сопротивлением.

23. Неразветвленная цепь переменного тока с активным сопротивлением и индуктивностью. Коэффициент использования мощности (косинус  $\Phi$ И).
24. Неразветвленная цепь переменного тока, содержащая активное сопротивление, индуктивность и ёмкость. Резонанс напряжений.
25. Параллельная цепь переменного тока, содержащая активное сопротивление, индуктивность и ёмкость. Резонанс токов. Использование конденсаторов для компенсации реактивной мощности.
26. Трёхфазная система переменного напряжения. Соединение генератора звездой и треугольником. Фазные и линейные напряжения, их соотношение.
27. Соединение трёхфазных потребителей звездой и треугольником. Фазные и линейные токи, соотношение между ними. Мощность трёхфазной цепи.
28. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора. Режим холостого хода, рабочий режим и режим короткого замыкания. Потери энергии и КПД трансформатора.
29. Трёхфазные трансформаторы, автотрансформаторы, сварочные и измерительные трансформаторы.
30. Устройство и принцип действия асинхронного электродвигателя. Получение вращающегося магнитного поля. Скольжение. ЭДС. Сопротивление и ток в обмотках статора и ротора.
31. Скольжение, ток в обмотках статора и ротора. Вращающий момент, механическая характеристика асинхронного двигателя.
32. Потери и КПД, пуск в ход, регулирование частоты вращения и реверсирование асинхронного двигателя.
33. Синхронный генератор и синхронный электродвигатель. Однофазный электродвигатель. Устройство, принцип действия и применение.
34. Устройство машин постоянного тока. Принцип действия генератора и электродвигателя постоянного тока.
35. Генератор постоянного тока с независимым и параллельным возбуждением, их схемы и характеристики (холостого хода и внешняя).
36. Электродвигатель постоянного тока с параллельным возбуждением его схемы, механическая характеристика. Потери и КПД.
37. Пуск в ход, регулирование частоты вращения, реверсирование двигателя, постоянного тока. Область применения.
38. Классификация электроизмерительных приборов. Погрешности измерений. Класс точности прибора.
39. Устройство и принцип действия электроизмерительных механизмов магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической и индукционной систем и их применение в приборах.
40. Измерение тока, напряжения, мощности.
41. Измерение сопротивлений. Измерение неэлектрических величин.
42. Понятие об электроприводе. Режим работы электродвигателей. Выбор мощности электродвигателя при продолжительной работе с постоянной нагрузкой.

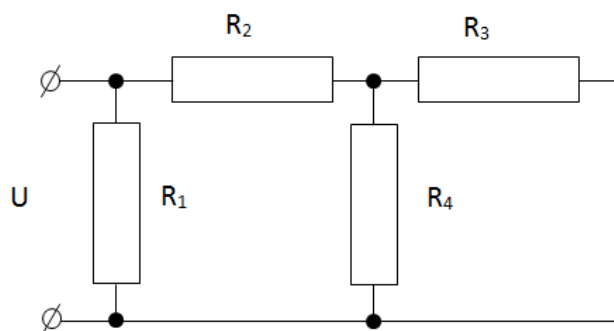
43. Пускорегулирующая и защитная аппаратура. Принципиальная и монтажная электросхемы. Принципиальная нереверсивная электросхема управления асинхронным электродвигателем.
44. Понятие об управлении и регулировании автоматизации, автоматике, автоматических системах. Элементы автоматики: первичные преобразователи (датчики), промежуточные исполнительные элементы.
45. Современные схемы электроснабжения промышленных предприятий. Электрические сети предприятий: воздушные кабельные, внутренние электрические сети. Защитное заземление.
46. Собственная и примесная проводимости полупроводников. Электронно-дырочный переход, его свойства.
47. Полупроводниковый диод, устройство, принцип действия, характеристика, параметры, применение, маркировка. Стабилитрон.
48. Биполярный транзистор, устройство, принцип действия, усилительные свойства. Полевой транзистор, принцип действия, применение и маркировка транзисторов.
49. Тиристор, устройство, принцип действия, применение, маркировка.
50. Фоторезистор, солнечные фотоэлементы и фотодиоды, фототранзисторы, устройство, принцип действия, применение, маркировка.
51. Однополупериодный выпрямитель, двухполупериодный выпрямитель, соотношения между переменными и выпрямленными токами, и напряжениями.
52. Трёхфазный однополупериодный выпрямитель, управляемый выпрямитель, сглаживающие фильтры.
53. Усилитель напряжения, принцип усиления. Двухкаскадный усилитель, частотная характеристика, виды межкаскадных связей.
54. Усилитель мощности, импульсный усилитель, избирательный усилитель, усилитель постоянного тока.
55. Электронные устройства автоматики и вычислительной техники: электронное реле, транзисторные ключи, основные логические элементы.
56. Схемы логических элементов: регистра, счётчика. Их работа, применение.

На экзамене необходимо также решить задачу аналогичную задаче №1 домашней контрольной работы. Например,

Для данной электрической цепи заданы значения сопротивления резисторов  $R_1=R_2=25\text{ Ом}$ ,  $R_3=15\text{ Ом}$ ,  $R_4=75\text{ Ом}$ ,  $U=105\text{ В}$ .

Определить:

- 1 Проводимости и токи в ветвях.
- 2 Падения напряжений на всех участках цепи.
- 3 Мощность, потребляемую цепью.



### 3. Задания для домашней контрольной работы

**Задача 1 (варианты 01-33).** Цепь постоянного тока содержит шесть резисторов, соединённых смешанно. Схема цепи и значения резисторов указаны на соответствующем рисунке.

а) Номер рисунка и величина одного из заданных токов или напряжений приведены в таблице 1. Индекс тока или напряжения совпадает с индексом резистора, по которому проходит этот или на котором действует указанное напряжение. Например, через резистор  $R_5$  проходит ток  $I_5$  и на нем действует напряжение  $U_5$ . Определить: 1) эквивалентное сопротивление и цепи относительно вводов АВ; 2) ток в каждом резисторе; 3) напряжение на каждом резисторе; 4) расход электрической энергии цепью за 10 ч.

б) С помощью логических рассуждений пояснить характер изменения одного из значений заданных в таблице вариантов (увеличится, уменьшится, останется прежней), если заданный в таблице резистор либо замыкается накоротко, либо выключается из схемы (напряжение сети  $U_{AB}$  должно соответствовать части - а)). В случае возникновения трудностей логического пояснения следует рассчитать указанное значение в изменённой схеме и дать ответ.

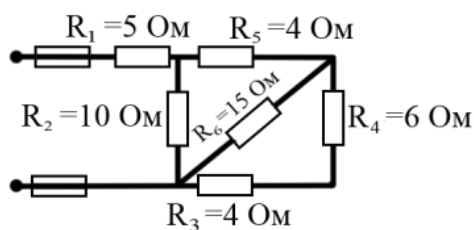


Рисунок 7

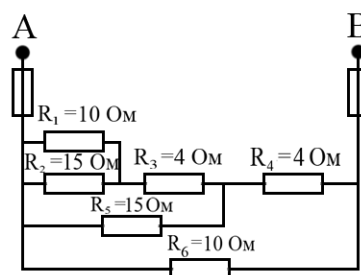


Рисунок 8



Таблица 1.

| Номера вариантов | Номера рисунков | Задаваемая величина      | Действие с резисторами |                      | Изменение какой величины рассмотреть |
|------------------|-----------------|--------------------------|------------------------|----------------------|--------------------------------------|
|                  |                 |                          | Замыкается накоротко   | Выключается из схемы |                                      |
| 01               | 7               | $I_{4,5} = 6 \text{ A}$  | -                      | $R_3$                | $I_2$                                |
| 02               | 7               | $U_2 = 100 \text{ B}$    | $R_6$                  | -                    | $U_1$                                |
| 03               | 7               | $I_2 = 10 \text{ A}$     | -                      | $R_4$                | $I_3$                                |
| 04               | 7               | $U_3 = 40 \text{ B}$     | $R_5$                  | -                    | $I_{4,5}$                            |
| 05               | 7               | $U_1 = 100 \text{ B}$    | -                      | $R_2$                | $I_1$                                |
| 06               | 7               | $U_{AB} = 200 \text{ B}$ | $R_3$                  | -                    | $U_6$                                |
| 07               | 7               | $I_1 = 20 \text{ A}$     | -                      | $R_6$                | $I_3$                                |
| 08               | 7               | $U_6 = 60 \text{ B}$     | $R_2$                  | -                    | $I_1$                                |
| 09               | 7               | $U_4 = 36 \text{ B}$     | -                      | $R_2$                | $I_3$                                |
| 10               | 7               | $I_6 = 4 \text{ A}$      | $R_1$                  | -                    | $U_2$                                |
| 11               | 7               | $I_2 = 5 \text{ A}$      | -                      | $R_6$                | $U_2$                                |
| 12               | 7               | $U_3 = 20 \text{ B}$     | $R_4$                  | -                    | $I_3$                                |
| 13               | 7               | $I_{4,5} = 3 \text{ A}$  | -                      | $R_4$                | $I_6$                                |
| 14               | 7               | $U_{AB} = 100 \text{ B}$ | $R_6$                  | -                    | $U_1$                                |
| 15               | 7               | $I_1 = 10 \text{ A}$     | -                      | $R_3$                | $I_1$                                |
| 16               | 7               | $I_4 = 3 \text{ A}$      | $R_5$                  | -                    | $I_3$                                |
| 17               | 7               | $U_1 = 50 \text{ B}$     | -                      | $R_6$                | $I_{4,5}$                            |
| 18               | 7               | $U_{4,5} = 30 \text{ B}$ | $R_2$                  | -                    | $I_3$                                |
| 19               | 7               | $I_3 = 5 \text{ A}$      | -                      | $R_2$                | $U_3$                                |
| 20               | 7               | $U_2 = 50 \text{ B}$     | $R_1$                  | -                    | $U_6$                                |
| 21               | 8               | $U_{AB} = 30 \text{ B}$  | -                      | $R_6$                | $U_1$                                |
| 22               | 8               | $I_1 = 1,08 \text{ A}$   | $R_4$                  | -                    | $I_5$                                |
| 23               | 8               | $U_1 = 10,8 \text{ B}$   | -                      | $R_1$                | $I_3$                                |
| 24               | 8               | $I_2 = 0,72 \text{ A}$   | $R_5$                  | -                    | $I_4$                                |
| 25               | 8               | $I_3 = 1,8 \text{ A}$    | -                      | $R_2$                | $U_4$                                |
| 26               | 8               | $U_4 = 12 \text{ B}$     | $R_3$                  | -                    | $I_4$                                |
| 27               | 8               | $I_6 = 3 \text{ A}$      | -                      | $R_4$                | $I_6$                                |
| 28               | 8               | $U_6 = 18 \text{ B}$     | $R_1$                  | -                    | $U_3$                                |
| 29               | 8               | $I_5 = 1,2 \text{ A}$    | -                      | $R_3$                | $U_5$                                |
| 30               | 8               | $U_3 = 7,2 \text{ B}$    | $R_2$                  | -                    | $I_5$                                |
| 31               | 8               | $I_1 = 3,24 \text{ A}$   | -                      | $R_5$                | $U_3$                                |
| 32               | 8               | $U_5 = 54 \text{ B}$     | $R_1$                  | -                    | $U_2$                                |
| 33               | 8               | $I_4 = 9 \text{ A}$      | -                      | $R_1$                | $I_4$                                |

**Задача 2 (варианты 01-50).** Неразветвленная цепь переменного тока, показанная на соответствующем рисунке, содержит активные и реактивные сопротивления, величины которых заданы в таблице 2. Кроме того, известна одна из дополнительных величин ( $U$ ,  $I$ ,  $P$ ,  $Q$ ,  $S$ ). Определить следующие величины, если они не заданы в таблице вариантов: 1) Полное сопротивление цепи  $Z$ ; 2) напряжение,  $U$  приложенное к цепи; 3) силу тока в цепи; 4) угол сдвига фаз  $\varphi$  (величину и знак); 5) активную  $P$ , реактивную  $Q$  и полную  $S$  мощности, потребляемые цепью. Начертить в масштабе векторную диаграмму цепи и объяснить её построение. С помощью логических рассуждений пояснить, как изменится ток в цепи и угол сдвига фаз, если частоту тока увеличить вдвое. Напряжение, приложенное к цепи, считать неизменным.

Таблица 2

| Номера вариантов | Номера рисунков | $R_1$ , Ом | $R_2$ , Ом | $X_{L1}$ , Ом | $X_{L2}$ , Ом | $X_{C1}$ , Ом | $X_{C2}$ , Ом | Дополнительная величина |
|------------------|-----------------|------------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------|
| 01               | 12              | 8          | 4          | 18            | -             | 2             | -             | $I=10$ А                |
| 02               | 12              | 10         | 20         | 50            | -             | 10            | -             | $P=120$ Вт              |
| 03               | 12              | 3          | 1          | 5             | -             | 2             | -             | $P_2=100$ Вт            |
| 04               | 12              | 12         | 20         | 30            | -             | 6             | -             | $U_1=72$ В              |
| 05               | 12              | 4          | 8          | 18            | -             | 2             | -             | $U=40$ В                |
| 06               | 12              | 2          | 1          | 4             | -             | 8             | -             | $Q_1=-96$ вар           |
| 07               | 12              | 20         | 10         | 10            | -             | 50            | -             | $Q=-640$ вар            |
| 08               | 12              | 1          | 3          | 2             | -             | 5             | -             | $Q_{C1}=-125$ вар       |
| 09               | 12              | 1          | 2          | 8             | -             | 4             | -             | $S=80$ В*А              |
| 10               | 12              | 8          | 4          | 6             | -             | 22            | -             | $P_1=32$ Вт             |
| 11               | 13              | 6          | -          | 2             | 10            | 4             | -             | $U=40$ В                |
| 12               | 13              | 4          | -          | 6             | 2             | 5             | -             | $P=16$ Вт               |
| 13               | 13              | 16         | -          | 15            | 5             | 8             | -             | $Q_{L1}=135$ вар        |
| 14               | 13              | 32         | -          | 8             | 4             | 12            | -             | $Q_{L2}=16$ вар         |
| 15               | 13              | 8          | -          | 2             | 2             | 10            | -             | $Q_{C1}=-40$ вар        |
| 16               | 13              | 3          | -          | 10            | 12            | 26            | -             | $P_1=48$ Вт             |
| 17               | 13              | 4          | -          | 8             | 6             | 17            | -             | $U_1=12$ В              |
| 18               | 13              | 16         | -          | 3             | 5             | 20            | -             | $Q_{C1}=-720$ вар       |
| 19               | 13              | 6          | -          | 10            | 2             | 4             | -             | $I=5$ А                 |
| 20               | 13              | 4          | -          | 3             | 6             | 12            | -             | $S=500$ В*А             |
| 21               | 14              | 4          | -          | 6             | -             | 4             | 5             | $P=100$ Вт              |
| 22               | 14              | 8          | -          | 6             | -             | 8             | 4             | $U_{C2}=40$ В           |
| 23               | 14              | 80         | -          | 100           | -             | 25            | 15            | $I=1$ А                 |
| 24               | 14              | 60         | -          | 20            | -             | 40            | 60            | $Q_{C2}=-240$ вар       |
| 25               | 14              | 48         | -          | 36            | -             | 60            | 40            | $P_1=432$ Вт            |
| 26               | 14              | 4          | -          | 9             | -             | 3             | 3             | $U=20$ В                |
| 27               | 14              | 40         | -          | 50            | -             | 12            | 8             | $Q_{L1}=200$ вар        |
| 28               | 14              | 12         | -          | 16            | -             | 10            | 6             | $U_{L1}=160$ В          |
| 29               | 14              | 24         | -          | 28            | -             | 35            | 25            | $S=1000$ В*А            |

| Номера вариантов | Номера рисунков | $R_1$ , Ом | $R_2$ , Ом | $X_{L1}$ , Ом | $X_{L2}$ , Ом | $X_{C1}$ , Ом | $X_{C2}$ , Ом | Дополнительная величина |
|------------------|-----------------|------------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------|
| 30               | 14              | 8          | -          | 12            | -             | 4             | 2             | $Q_{L1} = 48$ вар       |
| 31               | 15              | 10         | 14         | 18            | -             | 20            | 30            | $U_{R2} = 28$ В         |
| 32               | 15              | 6          | 2          | 10            | -             | 1             | 3             | $P = 200$ Вт            |
| 33               | 15              | 40         | 20         | 20            | -             | 80            | 20            | $Q_{C1} = -320$ вар     |
| 34               | 15              | 30         | 34         | 32            | -             | 50            | 30            | $U_{C1} = 500$ В        |
| 35               | 15              | 1          | 3          | 10            | -             | 4             | 3             | $Q = 48$ вар            |
| 36               | 15              | 3          | 1          | 5             | -             | 6             | 2             | $S = 180$ В*А           |
| 37               | 15              | 24         | 40         | 52            | -             | 40            | 60            | $Q_{L1} = 468$ вар      |
| 38               | 15              | 2          | 6          | 4             | -             | 2             | 8             | $U = 40$ В              |
| 39               | 15              | 14         | 10         | 50            | -             | 10            | 8             | $I = 5$ А               |
| 40               | 15              | 50         | 30         | 100           | -             | 20            | 20            | $P_2 = 480$ Вт          |
| 41               | 16              | 12         | -          | 10            | 4             | 20            | 10            | $Q = -64$ вар           |
| 42               | 16              | 32         | -          | 20            | 20            | 6             | 10            | $I = 4$ А               |
| 43               | 16              | 32         | -          | 25            | 15            | 8             | 8             | $U_{L1} = 125$ В        |
| 44               | 16              | 40         | -          | 30            | 20            | 12            | 8             | $S = 800$ В*А           |
| 45               | 16              | 80         | -          | 10            | 10            | 40            | 40            | $Q_{L1} = 40$ вар       |
| 46               | 16              | 4          | -          | 2             | 8             | 4             | 3             | $U_{C2} = 15$ В         |
| 47               | 16              | 12         | -          | 20            | 10            | 4             | 10            | $U = 80$ В              |
| 48               | 16              | 40         | -          | 10            | 10            | 30            | 20            | $Q_{C1} = -480$ вар     |
| 49               | 16              | 24         | -          | 8             | 10            | 20            | 30            | $P = 96$ Вт             |
| 50               | 16              | 3          | -          | 5             | 5             | 4             | 2             | $U_{R1} = 30$ В         |

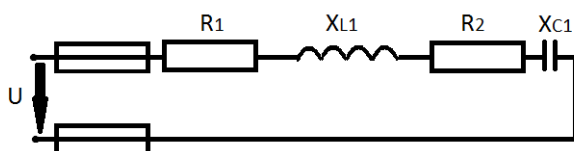


Рисунок 12

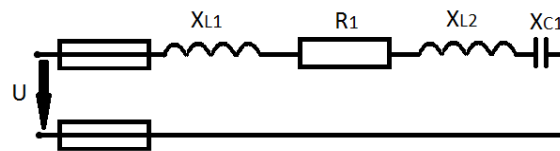


Рисунок 13

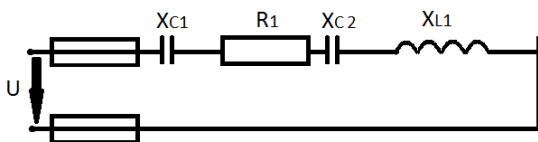


Рисунок 14

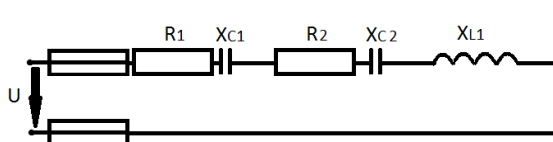


Рисунок 15

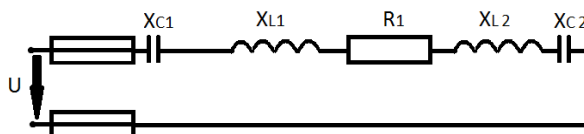


Рисунок 16

**Задача 3 (варианты 01-10).** Трёхфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором имеет номинальную мощность  $P_{\text{ном}}$  и потребляет из сети полную мощность  $S_1$  при коэффициенте мощности  $\cos \varphi_{\text{ном}}$  и КПД  $\eta_{\text{ном}}$ . Суммарные потери мощности в двигателе  $\Sigma p$ . Двигатель развивает номинальный момент  $M_{\text{ном}}$ , максимальный  $M_{\text{мах}}$  и пусковой  $M_{\text{пуск}}$ . Способность двигателя к перегрузке  $M_{\text{мах}}/M_{\text{ном}}$ , кратность пускового момента  $M_{\text{пуск}}/M_{\text{ном}}$ . Номинальная частота вращения ротора  $n_{\text{ном}}$ ; скольжение двигателя при этом  $s_{\text{ном}}$ . Частота тока в статоре  $f_1$ , в роторе  $f_2$ . Номинальное напряжение сети  $U_{\text{ном}}$ . Определить величины, отмеченные прочерками в таблице 11. Пояснить получение вращающегося магнитного поля в асинхронном двигателе.

Таблица 11.

| № вар | $P_{\text{ном}}$<br>кВт | $S_1$<br>кВ*А | $\cos \varphi_{\text{ном}}$ | $\eta_{\text{ном}}$ | $\Sigma p$<br>кВт | $M_{\text{ном}}$<br>Н*м | $M_{\text{мах}}$<br>Н*м | $M_{\text{пуск}}$<br>Н*м | $M_{\text{мах}}/M_{\text{ном}}$ | $M_{\text{пуск}}/M_{\text{ном}}$ | $\eta_{\text{ном}}$<br>об/мин | $f_1$<br>Гц | $f_2$<br>Гц | $s_{\text{ном}}$<br>% | $U_{\text{ном}}$<br>В | $I_{\text{ном}}$<br>А |
|-------|-------------------------|---------------|-----------------------------|---------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 01    | -                       | 3,97          | -                           | -                   | 0,5               | 18,5                    | -                       | 24,4                     | 1,7                             | -                                | 1425                          | -           | 2,5         | -                     | 380                   | -                     |
| 02    | 10                      | 13,85         | 0,84                        | -                   | -                 | -                       | 176                     | 117                      | -                               | 1,2                              | -                             | 50          | -           | -                     | 380                   | -                     |
| 03    | -                       | -             | 0,86                        | 0,9                 | -                 | 93                      | -                       | -                        | 1,5                             | 1,1                              | 2880                          | 100         | -           | -                     | 500                   | -                     |
| 04    | 28                      | 36,2          | -                           | -                   | 3,1               | 93                      | 140                     | -                        | -                               | 1,1                              | -                             | -           | 4           | -                     | -                     | 41,7                  |
| 05    | 10                      | -             | 0,84                        | 0,86                | -                 | -                       | -                       | -                        | 1,8                             | 1,2                              | 980                           | 50          | -           | -                     | 380                   | -                     |
| 06    | 2,8                     | -             | -                           | 0,85                | 0,5               | -                       | 32                      | -                        | -                               | 1,3                              | 1425                          | -           | 2,5         | -                     | -                     | 6,2                   |
| 07    | -                       | -             | 0,84                        | 0,86                | 1,62              | 97,5                    | 176                     | 117                      | -                               | -                                | -                             | -           | 1,0         | -                     | -                     | 21                    |
| 08    | 28                      | -             | 0,86                        | -                   | -                 | -                       | 140                     | 102                      | -                               | -                                | 2880                          | 100         | -           | -                     | 500                   | 41,7                  |
| 09    | -                       | -             | 0,83                        | 0,85                | -                 | 18,8                    | -                       | 24,4                     | 1,7                             | -                                | -                             | 50          | -           | -                     | 380                   | 6,2                   |
| 10    | -                       | 36,2          | 0,86                        | 0,9                 | -                 | -                       | 140                     | 102                      | -                               | 1,1                              | -                             | -           | 4           | -                     | 500                   | -                     |

**Задача 3 (варианты 11-31).** В таблице 12 задан тип трёхфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Номинальное напряжение двигателя 380 В. Пользуясь техническими данными двигателей серии 4А, приведёнными в таблице 20, определить: 1) номинальную  $P_{\text{ном}}$  и потребляемую  $P_1$  мощности; 2) номинальный  $I_{\text{ном}}$  и пусковой  $I_{\text{пуск}}$  токи; 3) номинальную частоту вращения  $n_{\text{ном}}$  и скольжение  $s_{\text{ном}}$ ; 4) номинальный  $M_{\text{ном}}$ , пусковой моменты  $M_{\text{пуск}}$ . Расшифровать условное обозначение двигателя. Начертить энергетическую диаграмму асинхронного двигателя и пояснить её.

Таблица 12.

| Номер варианта | Тип двигателя | Номер варианта | Тип двигателя | Номер варианта | Тип двигателя |
|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| 11             | 4A250M6Y3     | 18             | 4A1250M6Y3    | 25             | 4A250S4Y3     |
| 12             | 4A250M4Y3     | 19             | 4A80A4Y3      | 26             | 4AP160S4Y3    |
| 13             | 4A100S4Y3     | 20             | 4AP180S4Y3    | 27             | 4A250M8Y3     |
| 14             | 4AP160M6Y3    | 21             | 4A132M2CY3    | 28             | 4A112M2Y3     |
| 15             | 4A100S2Y3     | 22             | 4A100L2Y3     | 29             | 4AP160S6Y3    |
| 16             | 4A250S6Y3     | 23             | 4AP180M4Y3    | 30             | 4A132M1CY1    |
| 17             | 4A100S4Y3     | 24             | 4A112M4CY1    | 31             | 4A100S4Y3     |

Таблица 20

| Тип двигателя      | $P_{\text{ном}}$<br>кВт | $n_2$<br>мин <sup>-1</sup> | $\cos\varphi_{\text{ном}}$ | $I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}}$ | $M_{\text{пуск}}/M_{\text{ном}}$ | $M_{\text{мах}}/M_{\text{ном}}$ | $\eta_{\text{ном}}$ |
|--------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| <b>4A100S2Y3</b>   | 4                       | 2880                       | 0,89                       | 7,5                              | 2,0                              | 2,2                             | 0,86                |
| <b>4A100L2Y3</b>   | 5,5                     | 2880                       | 0,91                       | 7,5                              | 2,0                              | 2,2                             | 0,87                |
| <b>4A112M2CY3</b>  | 7,5                     | 2900                       | 0,88                       | 7,5                              | 2,0                              | 2,2                             | 0,87                |
| <b>4A132M2CY3</b>  | 11                      | 2900                       | 0,9                        | 7,5                              | 1,6                              | 2,2                             | 0,88                |
| <b>4A80A4Y3</b>    | 1,1                     | 1400                       | 0,81                       | 5,0                              | 2,0                              | 2,2                             | 0,85                |
| <b>4A90L4Y3</b>    | 2,2                     | 1400                       | 0,83                       | 6,0                              | 2,0                              | 2,2                             | 0,8                 |
| <b>4A100S4Y3</b>   | 3                       | 1425                       | 0,83                       | 6,5                              | 2,0                              | 2,2                             | 0,82                |
| <b>4A100L4Y3</b>   | 4                       | 1425                       | 0,84                       | 6,5                              | 2,0                              | 2,2                             | 0,84                |
| <b>4A112M4CY1</b>  | 5,5                     | 1425                       | 0,85                       | 7,0                              | 2,0                              | 2,2                             | 0,85                |
| <b>4A132M4CY1</b>  | 11                      | 1450                       | 0,87                       | 7,5                              | 2,0                              | 2,2                             | 0,87                |
| <b>4AP160S4Y3</b>  | 15                      | 1465                       | 0,63                       | 7,5                              | 2,0                              | 2,2                             | 0,865               |
| <b>4AP160M4Y3</b>  | 18,5                    | 1465                       | 0,87                       | 7,5                              | 2,0                              | 2,2                             | 0,885               |
| <b>4AP180S4Y3</b>  | 22                      | 1460                       | 0,87                       | 7,5                              | 2,0                              | 2,2                             | 0,89                |
| <b>4AP180M4Y3</b>  | 30                      | 1460                       | 0,87                       | 7,5                              | 2,0                              | 2,2                             | 0,9                 |
| <b>4A250S4Y3</b>   | 75                      | 1480                       | 0,9                        | 7,5                              | 1,2                              | 2,2                             | 0,93                |
| <b>4A250M4Y3</b>   | 90                      | 1480                       | 0,91                       | 7,5                              | 1,2                              | 2,2                             | 0,93                |
| <b>4A100L6Y3</b>   | 2,2                     | 950                        | 0,73                       | 5,5                              | 2,0                              | 2,0                             | 0,81                |
| <b>4AP160S6Y3</b>  | 11                      | 975                        | 0,83                       | 7,0                              | 2,0                              | 2,2                             | 0,855               |
| <b>4AP160M6Y3</b>  | 15                      | 975                        | 0,83                       | 7,0                              | 2,0                              | 2,2                             | 0,875               |
| <b>4AP180M6Y3</b>  | 18,5                    | 970                        | 0,8                        | 6,5                              | 2,0                              | 2,2                             | 0,87                |
| <b>4A250S6Y3</b>   | 45                      | 985                        | 0,89                       | 6,5                              | 1,2                              | 2,2                             | 0,92                |
| <b>4A250M6Y3</b>   | 55                      | 985                        | 0,89                       | 7,0                              | 1,2                              | 2,0                             | 0,92                |
| <b>4AH250M6Y3</b>  | 75                      | 985                        | 0,87                       | 7,5                              | 1,2                              | 2,5                             | 0,93                |
| <b>4A100L8Y3</b>   | 1,5                     | 725                        | 0,65                       | 6,5                              | 1,6                              | 1,7                             | 0,74                |
| <b>4AP160S8Y3</b>  | 7,5                     | 730                        | 0,75                       | 6,5                              | 1,8                              | 2,2                             | 0,86                |
| <b>4A250S8Y3</b>   | 37                      | 740                        | 0,83                       | 6,0                              | 1,2                              | 1,7                             | 0,9                 |
| <b>4A250M8Y3</b>   | 45                      | 740                        | 0,84                       | 6,0                              | 1,2                              | 1,7                             | 0,91                |
| <b>4AH250M8Y3</b>  | 55                      | 740                        | 0,82                       | 6,0                              | 1,2                              | 2,0                             | 0,92                |
| <b>4A160S4/2Y3</b> | 11/                     | 1460/                      | 0,85/                      | 7,5/                             | 1,5/                             | 2,1/                            | 0,85/               |
|                    | 14,5                    | 2940                       | 0,95                       | 7,5                              | 1,2                              | 2,0                             | 0,83                |
| <b>4A180S4/2Y3</b> | 18,5/                   | 1470                       | 0,9/                       | 6,5/                             | 1,3/                             | 1,8/                            | 0,883/              |
|                    | 21                      | 1920                       | 0,92                       | 6,5                              | 1,1                              | 1,8                             | 0,85                |
| <b>4A160M8/4Y3</b> | 9/                      | 732/                       | 0,62/                      | 5,5/                             | 1,5/                             | 2,0/                            | 0,79/               |
|                    | 13                      | 1460                       | 0,92                       | 7,0                              | 1,2                              | 2,0                             | 0,865               |
| <b>4A160S8/4Y3</b> | 6/                      | 745/                       | 0,69/                      | 5,0/                             | 1,5/                             | 2,0/                            | 0,765/              |
|                    | 6                       | 1460                       | 0,92                       | 7,0                              | 1,2                              | 2,0                             | 0,84                |

**Задача №4 (варианты 1-10).** Мостовой однофазный выпрямитель должен питать потребитель постоянным током. Мощность потребителя  $P_0$ , Вт, при напряжении питания  $U_0$ , В. Для схемы выпрямителя следует выбрать один из трёх типов полупроводниковых диодов, параметры которых приведены в таблице 13 и пояснить, на основании чего сделан выбор. Начертить схему выпрямителя. Данные для своего варианта взять из табл. 3.

Таблица 3.

| Номер варианта | Типы диодов             | $P_0$ , Вт | $U_0$ , В | Номер варианта | Типы диодов           | $P_0$ , Вт | $U_0$ , В |
|----------------|-------------------------|------------|-----------|----------------|-----------------------|------------|-----------|
| 1              | Д214<br>Д215<br>Д224А   | 300        | 40        | 6              | Д218<br>Д222<br>Д232Б | 150        | 300       |
| 2              | Д205<br>Д217<br>Д226А   | 100        | 150       | 7              | Д221<br>Д214Б<br>Д244 | 100        | 40        |
| 3              | Д243А<br>Д11<br>Д226А   | 40         | 250       | 8              | Д7Г<br>Д209<br>Д304   | 50         | 100       |
| 4              | Д214А<br>Д243<br>КД202Н | 500        | 100       | 9              | Д242Б<br>Д224<br>Д226 | 120        | 20        |
| 5              | Д303<br>Д215Б<br>Д224   | 150        | 20        | 10             | Д215<br>Д242А<br>Д210 | 700        | 50        |

**Задача №4 (варианты 11-20).** Составить схему однофазного однополупериодного выпрямителя, используя стандартные диоды, параметры которых приведены в табл. 13. Мощность потребителя  $P_0$ , Вт, с напряжением питания  $U_0$ , В. Пояснить порядок составления схемы для диодов с приведёнными параметрами. Начертить схему выпрямителя. Данные для своего варианта взять из табл. 4.

Таблица 4.

| Номер варианта | Типы диодов | $P_0$ , Вт | $U_0$ , В | Номер варианта | Типы диодов | $P_0$ , Вт | $U_0$ , В |
|----------------|-------------|------------|-----------|----------------|-------------|------------|-----------|
| 11             | Д217        | 40         | 250       | 16             | Д233        | 300        | 200       |
| 12             | Д215Б       | 150        | 50        | 17             | Д209        | 20         | 100       |
| 13             | Д304        | 100        | 50        | 18             | Д244А       | 200        | 30        |
| 14             | Д232Б       | 200        | 200       | 19             | Д226        | 30         | 150       |
| 15             | Д205        | 60         | 100       | 20             | КД202А      | 40         | 10        |

**Задача №4 (варианты 21-30).** Составить схему однофазного двухполупериодного выпрямителя со средней точкой трансформатора, используя стандартные диоды, параметры которых приведены в табл. 13. Определить допустимую мощность потребителя, если значения выпрямленного напряжения  $U_o$ , В. Начертить схему выпрямителя. Данные для своего варианта взять из табл. 5.

Таблица 5.

| Номер варианта | Типы диодов | $U_o$ , В | Номер варианта | Типы диодов | $U_o$ , В |
|----------------|-------------|-----------|----------------|-------------|-----------|
| 21             | Д218        | 300       | 26             | Д233Б       | 150       |
| 22             | Д7Г         | 80        | 27             | Д214Б       | 50        |
| 23             | Д244        | 20        | 28             | Д244А       | 30        |
| 24             | Д226        | 200       | 29             | Д205        | 100       |
| 25             | Д222        | 160       | 30             | Д215        | 120       |

**Задача №4 (варианты 31-40).** Трёхфазный однополупериодный выпрямитель, собранный по схеме Миткевича, должен питать потребитель постоянным током. Мощность потребителя  $P_o$ , Вт, при напряжении  $U_o$ , В. Для схемы выпрямителя следует выбрать один из трёх типов полупроводниковых диодов, параметры которых приведены в таблице 13. Пояснить, на основании чего сделан выбор. Начертить схему выпрямителя. Данные для своего варианта взять из таблицы 6.

Таблица 6.

| Номер варианта | Типы диодов            | $P_o$ , Вт | $U_o$ , В | Номер варианта | Типы диодов             | $P_o$ , Вт | $U_o$ , В |
|----------------|------------------------|------------|-----------|----------------|-------------------------|------------|-----------|
| 31             | Д224<br>Д207<br>Д214Б  | 90         | 30        | 36             | Д305<br>Д302<br>Д222    | 100        | 40        |
| 32             | Д215А<br>Д234Б<br>Д218 | 100        | 400       | 37             | Д243А<br>Д233Б<br>Д217  | 600        | 200       |
| 33             | Д244А<br>Д7Г<br>Д210   | 60         | 80        | 38             | КД202А<br>Д215Б<br>Д205 | 150        | 150       |
| 34             | Д232<br>КД202Н<br>Д222 | 900        | 150       | 39             | Д231Б<br>Д242А<br>Д221  | 400        | 80        |
| 35             | Д304<br>Д244<br>Д226   | 200        | 40        | 40             | Д242<br>Д226А<br>Д224А  | 500        | 20        |

Таблица 13.

| Типы диодов | $I_{\text{доп}}, \text{ А}$ | $U_{\text{обр}}, \text{ В}$ | Типы диодов | $I_{\text{доп}}, \text{ А}$ | $U_{\text{обр}}, \text{ В}$ |
|-------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Д7Г         | 0,3                         | 200                         | Д231        | 10                          | 300                         |
| Д205        | 0,4                         | 400                         | Д231Б       | 5                           | 300                         |
| Д207        | 0,1                         | 200                         | Д232        | 10                          | 400                         |
| Д209        | 0,1                         | 400                         | Д232Б       | 5                           | 400                         |
| Д210        | 0,1                         | 500                         | Д233        | 10                          | 500                         |
| Д211        | 0,1                         | 600                         | Д233Б       | 5                           | 500                         |
| Д214        | 5                           | 100                         | Д234Б       | 5                           | 600                         |
| Д214А       | 10                          | 100                         | Д242        | 5                           | 100                         |
| Д214Б       | 2                           | 200                         | Д242А       | 10                          | 100                         |
| Д215        | 5                           | 200                         | Д242Б       | 2                           | 100                         |
| Д215А       | 10                          | 200                         | Д243        | 5                           | 200                         |
| Д215Б       | 2                           | 200                         | Д243А       | 10                          | 200                         |
| Д217        | 0,1                         | 800                         | Д243Б       | 2                           | 200                         |
| Д218        | 0,1                         | 1000                        | Д244        | 5                           | 50                          |
| Д221        | 0,4                         | 400                         | Д244А       | 10                          | 50                          |
| Д222        | 0,4                         | 600                         | Д244Б       | 2                           | 50                          |
| Д224        | 5                           | 50                          | Д302        | 1                           | 200                         |
| Д224А       | 10                          | 50                          | Д303        | 3                           | 150                         |
| Д224Б       | 2                           | 50                          | Д304        | 3                           | 100                         |
| Д226        | 0,3                         | 400                         | Д305        | 6                           | 50                          |
| Д226А       | 0,3                         | 300                         | КД202А      | 3                           | 50                          |
|             |                             |                             | КД202Н      | 1                           | 500                         |

**Задача №5.**

**Задача 5 (варианты 1-100).** Выполнить арифметические действия в двоичной системе счисления и произвести проверку, переведя ответ из двоичной в десятичную систему счисления.

Данные для своего варианта взять из табл. 14.



Таблица 14.

| Номера вариантов | Сложить | Вычесть | Умножить | Разделить |
|------------------|---------|---------|----------|-----------|
| 1                | 40+27   | 92-55   | 15x5     | 84/6      |
| 2                | 37+51   | 83-30   | 14x10    | 63/7      |
| 3                | 53+29   | 89-44   | 11x9     | 85/17     |
| 4                | 66+21   | 74-37   | 17x6     | 117/9     |
| 5                | 49+34   | 79-22   | 13x7     | 90/10     |
| 6                | 58+32   | 65-30   | 12x9     | 125/5     |
| 7                | 73+44   | 91-28   | 27x5     | 70/7      |
| 8                | 51+40   | 76-33   | 22x7     | 77/11     |
| 9                | 63+29   | 130-87  | 19x6     | 143/13    |
| 10               | 34+45   | 117-37  | 14x5     | 130/10    |
| 11               | 49+37   | 122-50  | 15x7     | 90/6      |
| 12               | 71+39   | 131-60  | 26x6     | 119/7     |
| 13               | 53+22   | 103-40  | 18x5     | 126/9     |
| 14               | 69+30   | 129-70  | 13x9     | 70/5      |
| 15               | 54+33   | 105-31  | 21x10    | 91/7      |
| 16               | 51+40   | 109-38  | 14x7     | 78/6      |
| 17               | 62+31   | 135-76  | 11x6     | 115/5     |
| 18               | 79+44   | 98-33   | 23x5     | 140/7     |
| 19               | 91+28   | 119-62  | 13x10    | 102/6     |
| 20               | 83+32   | 127-55  | 14x9     | 95/5      |
| 21               | 67+21   | 150-81  | 11x7     | 180/9     |
| 22               | 43+68   | 145-66  | 22x6     | 70/10     |
| 23               | 59+38   | 141-70  | 20x5     | 162/9     |
| 24               | 65+39   | 128-75  | 18x9     | 130/5     |
| 25               | 80+43   | 151-76  | 17x7     | 143/13    |
| 26               | 74+31   | 169-73  | 21x6     | 140/10    |
| 27               | 57+46   | 130-57  | 22x5     | 98/7      |
| 28               | 59+38   | 109-46  | 10x7     | 132/11    |
| 29               | 81+32   | 118-65  | 20x9     | 108/6     |
| 30               | 69+34   | 121-56  | 15x6     | 171/9     |
| 31               | 83+22   | 127-48  | 25x5     | 91/13     |
| 32               | 73+58   | 133-68  | 17x9     | 135/5     |
| 33               | 76+46   | 137-71  | 18x7     | 99/11     |
| 34               | 51+39   | 124-81  | 14x6     | 150/10    |
| 35               | 55+47   | 129-66  | 11x10    | 138/6     |
| 36               | 61+34   | 141-58  | 26x5     | 156/13    |
| 37               | 73+46   | 132-57  | 18x6     | 189/9     |
| 38               | 84+37   | 140-69  | 19x7     | 200/10    |
| 39               | 66+51   | 107-58  | 21x9     | 145/5     |

|    |       |         |       |        |
|----|-------|---------|-------|--------|
| 40 | 56+45 | 117-39  | 15x10 | 133/7  |
| 41 | 82+40 | 103-54  | 27x5  | 198/9  |
| 42 | 71+60 | 109-62  | 30x6  | 195/13 |
| 43 | 78+53 | 133-61  | 20x7  | 170/10 |
| 44 | 59+49 | 145-35  | 17x9  | 140/5  |
| 45 | 87+22 | 149-47  | 15x10 | 126/7  |
| 46 | 77+30 | 135-50  | 28x5  | 153/9  |
| 47 | 63+52 | 153-70  | 23x6  | 221/13 |
| 48 | 53+31 | 159-71  | 21x7  | 150/5  |
| 49 | 89+25 | 151-68  | 17x9  | 126/14 |
| 50 | 67+38 | 140-49  | 18x10 | 105/7  |
| 51 | 41+28 | 97-25   | 29x5  | 234/13 |
| 52 | 55+49 | 95-29   | 25x6  | 135/9  |
| 53 | 59+40 | 93-22   | 23x7  | 180/10 |
| 54 | 83+71 | 142-53  | 19x9  | 65/5   |
| 55 | 58+31 | 149-68  | 23x10 | 114/6  |
| 56 | 73+56 | 170-63  | 20x5  | 77/7   |
| 57 | 70+43 | 109-88  | 28x6  | 171/9  |
| 58 | 87+66 | 151-29  | 25x7  | 110/10 |
| 59 | 71+52 | 230-97  | 27x5  | 84/12  |
| 60 | 50+39 | 221-53  | 22x9  | 210/15 |
| 61 | 45+29 | 207-130 | 12x7  | 168/14 |
| 62 | 77+60 | 215-94  | 13x6  | 135/15 |
| 63 | 89+19 | 194-41  | 14x11 | 75/5   |
| 64 | 82+37 | 188-45  | 26x7  | 120/6  |
| 65 | 78+51 | 183-59  | 17x5  | 147/7  |
| 66 | 74+43 | 170-57  | 10x6  | 207/9  |
| 67 | 53+30 | 197-82  | 13x11 | 190/10 |
| 68 | 76+61 | 162-57  | 28x7  | 132/12 |
| 69 | 47+28 | 140-29  | 27x6  | 105/15 |
| 70 | 44+39 | 192-59  | 19x5  | 210/14 |
| 71 | 61+26 | 175-92  | 29x9  | 100/5  |
| 72 | 58+37 | 147-40  | 30x7  | 126/6  |
| 73 | 47+31 | 185-74  | 29x6  | 105/5  |
| 74 | 57+42 | 193-67  | 21x5  | 132/6  |
| 75 | 73+52 | 233-118 | 30x9  | 154/7  |
| 76 | 62+39 | 203-108 | 17x11 | 225/9  |
| 77 | 43+35 | 183-79  | 29x7  | 210/10 |
| 78 | 69+41 | 172-65  | 30x6  | 126/12 |
| 79 | 53+20 | 195-102 | 11x5  | 221/13 |
| 80 | 49+25 | 167-75  | 27x9  | 182/14 |
| 81 | 93+29 | 133-52  | 18x11 | 195/15 |
| 82 | 81+38 | 146-69  | 27x7  | 110/5  |

|     |       |        |       |        |
|-----|-------|--------|-------|--------|
| 83  | 88+59 | 186-89 | 31x5  | 150/6  |
| 84  | 70+53 | 109-51 | 33x6  | 161/7  |
| 85  | 83+60 | 231-75 | 13x9  | 90/10  |
| 86  | 45+38 | 208-53 | 30x5  | 168/12 |
| 87  | 65+29 | 215-76 | 15x7  | 156/13 |
| 88  | 52+39 | 193-57 | 13x5  | 154/14 |
| 89  | 79+54 | 181-79 | 19x11 | 90/15  |
| 90  | 56+31 | 155-92 | 22x10 | 156/6  |
| 91  | 71+40 | 186-55 | 31x6  | 175/7  |
| 92  | 69+50 | 186-61 | 31x6  | 175/7  |
| 93  | 57+33 | 176-45 | 15x9  | 117/13 |
| 94  | 74+63 | 129-58 | 22x7  | 108/12 |
| 95  | 71+42 | 137-78 | 34x6  | 220/10 |
| 96  | 66+55 | 148-89 | 33x5  | 162/6  |
| 97  | 82+61 | 153-90 | 10x9  | 182/7  |
| 98  | 85+54 | 164-79 | 37x5  | 130/13 |
| 99  | 88+45 | 171-79 | 35x7  | 180/13 |
| 100 | 67+48 | 160-53 | 41x6  | 72/12  |

## Теоретический вопрос

Ответьте на вопрос согласно таблицы вариантов

1. Объясните электрофизические свойства полупроводников.  
Электропроводимость полупроводников и влияние примесей на их проводимость.
2. Объясните образование и принцип действия электронно-дырочного перехода полупроводников.
3. Объясните устройство полупроводниковых диодов и принцип выпрямления ими переменного тока.
4. Начертите вольтамперную характеристику полупроводникового диода и поясните его параметры, показав их на характеристике.
5. Объясните устройство биполярных транзисторов, назначение электродов, принцип работы, применение.
6. Начертите схему и объясните усилительные свойства транзистора, включённого по схеме с общим эмиттером.
7. Начертите и поясните входные и выходные характеристики транзистора, включённого по схеме с общим эмиттером. Какие параметры транзистора можно определить по этим характеристикам?
8. Объясните устройство полевых транзисторов, назначение электродов, принцип работы.
9. Объясните устройство и принцип действия полупроводникового прибора с 4-слойной структурой тиристора.

10. Начертите структурную схему выпрямителя переменного тока и поясните назначение её составных частей. Приведите основные параметры выпрямителей.
11. Начертите схему управляемого выпрямителя на тиристоре и поясните принцип её работы.
12. Начертите схему электронного усилителя. Поясните назначение элементов схемы. Приведите классификацию усилителей.
13. Основные технические показатели и характеристики электронных усилителей. Определение коэффициента усиления.
14. Начертите схему электронного генератора типа RC на транзисторе, объясните принцип работы, укажите назначение элементов.
15. Начертите схему LC-генератора синусоидальных колебаний с трансформаторной связью на транзисторе. Объясните принцип работы и назначение элементов схемы.
16. Начертите схему транзисторного мультивибратора и поясните принцип её работы. Ответ поясните временными диаграммами работы.
17. Начертите схему транзисторного мультивибратора пилообразного напряжения. Объясните назначение элементов схемы, принцип работы и применение
18. Начертите схему электронно-лучевой трубки с электростатическим отклонением луча. Объясните принцип работы трубки и её характеристики.
19. Начертите схему фотоэлектронного реле на транзисторе и фоторезисторе. Объясните назначение элементов схемы и принцип работы.
20. Начертите схему триггера на транзисторах. Объясните принцип действия и назначение элементов схемы. Ответ поясните временными графиками работы триггера.
21. Объясните понятие логических элементов ЭЦВМ, реализующих функции И, ИЛИ, НЕ. Приведите схемы этих элементов на диодах и транзисторах.
22. Объясните принцип действия и поясните основные параметры электронных реле. Чем отличаются электронные реле от электромеханических?
23. Объясните устройство точечных и плоскостных полупроводниковых диодов. Укажите отличие в их применении.
24. Начертите частотную и амплитудную характеристики электронного усилителя. Объясните, какие параметры усилителя определяются по этим характеристикам.
25. Объясните процесс отклонения и фокусировки электронного луча в электронно-лучевой трубке.
26. Опишите различные виды электронной эмиссии и приведите примеры их использования в различных электронных приборах.
27. Начертите схему двухкаскадного усилителя напряжения на транзисторах. Объясните назначение элементов и принцип её работы.
28. Начертите структурную схему биполярного транзистора типа р-п-р с источниками питания и поясните принцип его работы.

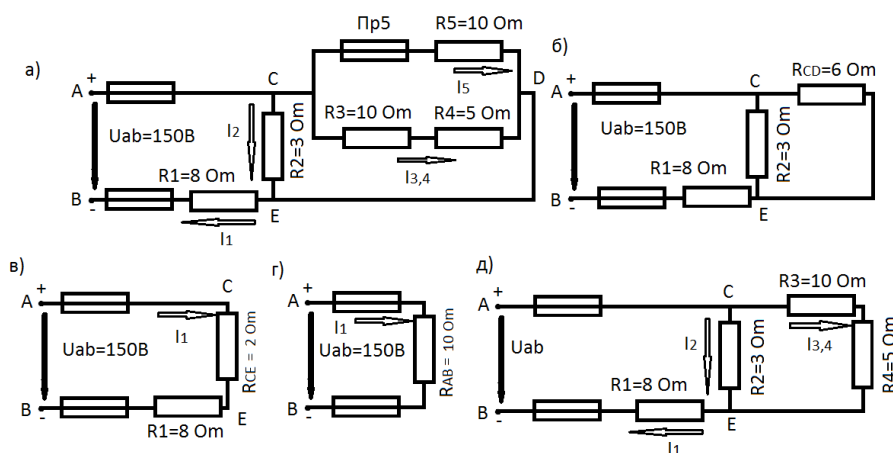
29. Начертите три схемы включения транзистора: с общей фазой, общим эмиттером и общим коллектором. Поясните их отличия и дайте определение коэффициенту определителя.
30. Начертите структурную схему тиристора (не запираемого транзистора) с источниками питания и его вольтамперную характеристику. Объясните принцип работы тиристора и его применение.
31. Объясните устройство фотодиода и фототранзистора. Начертите схему их включения и поясните принцип работы.
32. Объясните основные характеристики электронных усилителей. Как определить коэффициент усиления в относительных единицах и в децибелах? Приведите числовой пример.
33. Начертите входные и выходные характеристики биполярного транзистора и объясните, как определить по ним статические параметры транзистора.
34. Опишите строение полупроводников, приведите их электрические свойства. Поясните физический смысл прохождения электрического тока в полупроводниках.
35. Начертите структурную схему полупроводникового диода с подключением к источнику питания и объясните принцип действия р-п перехода.
36. Объясните назначение и укажите типы фильтров в схемах выпрямителей переменного тока. Приведите графики выпрямленного напряжения с фильтрами и без них.
37. Объясните работу транзистора в ключевом режиме – как бесконтактного переключательного устройства (реле).
38. Начертите условные обозначения фоторезистора, фотодиода и фототранзистора. Объясните их устройство, принцип действия и отличия в работе.
39. Начертите схему и объясните принцип работы усилителя на транзисторе по схеме с общей базой.
40. Начертите схему для снятия характеристик полупроводникового стабилизатора напряжения, объясните назначение элементов схемы и порядок выполнения работы при снятии характеристик.
41. Объясните назначение и укажите типы фильтров в схемах выпрямителей переменного тока. Приведите графики выпрямленного напряжения с фильтрами и без них.
42. Объясните преимущества и недостатки полупроводниковых приборов по сравнению с электронными лампами.
43. Начертите структурную схему биполярного и полевого транзисторов и объясните различия в их устройстве и работе.

## 4. Методические указания по выполнению контрольной работы

### Методические указания к решению задачи 1

Решение задачи требует знаний закона Ома для всей цепи и её участков, законов Кирхгофа, методики определения эквивалентного сопротивления цепи при смешанном соединении резисторов, а также умения вычислить мощность и работу электрического тока. Содержания задач и схемы цепей приведены в условии, а данные к ним – в таблице 1. Перед решением задачи рассмотрите типовой пример 1.

**Пример 1.** Для схемы, приведённой на рисунке-а), определить эквивалентное сопротивление цепи  $R_{AD}$  и токи в каждом резисторе, а также расход электроэнергии цепью за 8 часов работы.



**Решение.** Задача относится к теме «электрические цепи постоянного тока». Проводим поэтапное решение, предварительно обозначив стрелкой ток в каждом резисторе; индекс тока должен соответствовать номеру резистора, по которому он проходит.

1. Определяем общее сопротивление разветвления  $R_{CD}$ , учитывая, что резисторы  $R_3$  и  $R_4$  соединены последовательно между собой, а с резистором  $R_5$  – параллельно:

$$R_{CD} = (R_3 + R_4) * R_5 / (R_3 + R_4 + R_5) = (10 + 5) * 10 / (10 + 5 + 10) = 6 \text{ Ом (рисунок б).}$$

2. Определяем общее сопротивление цепи относительно вводов CE. Резисторы  $R_{CD}$  и  $R_2$  включены параллельно, поэтому  $R_{CE} = R_{CD} * R_2 / (R_{CD} + R_2) = 6 * 3 / (6 + 3) = 2 \text{ Ом (рисунок в).}$

3. Находим эквивалентное сопротивление всей цепи:

$$R_{AB} = R_1 + R_{CE} = 8 + 2 = 10 \text{ Ом (рисунок г).}$$

4. Определяем токи в резисторах цепи. Так как напряжение  $U_{AB}$  приложено ко всей цепи, а  $R_{AB} = 10 \text{ Ом}$ , то согласно закону Ома:

$$I_1 = U_{AB} / R_{AB} = 150 / 10 = 15 \text{ А.}$$

**Внимание!** Нельзя последнюю формулу писать в виду  $I_1 = U_{AB}/R_1$ , так как  $U_{AB}$  приложено ко всей цепи, а не к участку  $R_1$ .

Для определения тока  $I_2$  находим напряжение на резисторе  $R_2$ , т.е.  $U_{CE}$ . Очевидно,  $U_{CE}$  меньше  $U_{AB}$  на потерю напряжения в резисторе  $R_1$ , т.е.  $U_{CE} = U_{AB} - I_1 * R_1 = 150 - 15 * 8 = 30$  В.

Тогда  $I_2 = U_{CE}/R_2 = 30/3 = 10$  А. Так как  $U_{CE} = U_{CD}$ , то можно определить токи  $I_{3,4}$  и  $I_5$ ;

$I_{3,4} = U_{CD}/(R_3 + R_4) = 30/(10 + 5) = 2$  А;  $I_5 = U_{CD}/R_5 = 30/10 = 3$  А.

На основании первого закона Кирхгофа, записано для узла С, проверим правильность определения токов:

$I_1 = I_2 + I_{3,4} + I_5$ , т.е.  $15 = 10 + 2 + 3 = 15$  А.

5. Расход энергии цепью за восемь часов работы:

$W = Pt = U_{AB} * I_1 * t = 150 * 15 * 8 = 18000$  Вт\*ч = 18 кВт\*ч

Пусть в схеме примера 1 известны сопротивления всех резисторов, а вместо напряжения  $U_{AB}$  задан один из токов, например,  $I_2 = 2$  А. Найти остальные токи и напряжение  $U_{AB}$ . Зная  $I_2$  определяем  $U_{CE} = I_2 * R_2 = 2 * 3 = 7$  В.

Так как  $U_{CE} = U_{CD}$ , то

$I_{3,4} = U_{CD}/(R_3 + R_4) = 6/(10 + 5) = 0,4$  А;

$I_5 = U_{CD}/R_5 = 6/10 = 0,6$  А.

На основании первого закона Кирхгофа  $I_1 = I_2 + I_{3,4} + I_5 = 2 + 0,4 + 0,6 = 3$  А. Тогда  $U_{AB} = U_{CE} + I_1 * R_1 = 6 + 3 * 8 = 30$  В.

При расплавлении предохранителя  $Pr_5$  резистор  $R_5$  выключается, и схема принимает вид показанный на рисунке д)

Вычисляем эквивалентное сопротивление схемы:

$R'_{AB} = R_1 || (R_3 + R_4) * R_2 / (R_3 + R_4 + R_2) = 8 + (10 + 5) * 3 / (10 + 5 + 3) = 10,5$  Ом.

Так как напряжение  $U_{AB}$  остаётся неизменным, находим ток  $I_1 = U_{AB}/R'_{AB} = 150/10,5 = 14,28$  А.

Напряжение  $U_{CE} = U_{AB} - I_1 * R_1 = 150 - 14,28 * 8 = 35,37$  В,

тогда определяем токи:

$I_2 = U_{CE}/R_2 = 35,37/3 = 11,9$  А;  $I_{3,4} = U_{CE}/R_{3,4} = 35,37/(10 + 5) = 2,38$  А.

Сумма этих токов равна току  $I_1$ :  $11,9 + 2,38 = 14,28$  А.

## Методические указания к решению задачи 2(варианты 01-50)

Эта задача относится к неразветвленным цепям переменного тока. Перед её решением изучите материал темы 1.1, ознакомьтесь с методикой построения векторных диаграмм, разберите решение примера 2.

**Пример 2.** Неразветвленная цепь переменного тока содержит катушку с активным сопротивлением  $R_K=3$  Ом и индуктивным  $x_L=12$  Ом, активное сопротивление  $R=5$  Ом и конденсатор с сопротивлением  $x_C=6$  Ом (рисунок а). К цепи приложено напряжение  $U=100$  В (действующее значение). Определить: 1) полное сопротивление цепи; 2) ток; 3) коэффициент мощности; 4) активную, реактивную и полную мощности; 5) напряжение на каждом сопротивлении. Начертить в масштабе векторную диаграмму цепи.

**Решение:** 1. Определяем полное сопротивление цепи:

$$Z = \sqrt{(R_K + R)^2 + (x_L - x_C)^2} = \sqrt{(3 + 5)^2 + (12 - 6)^2} = 10 \text{ Ом.}$$

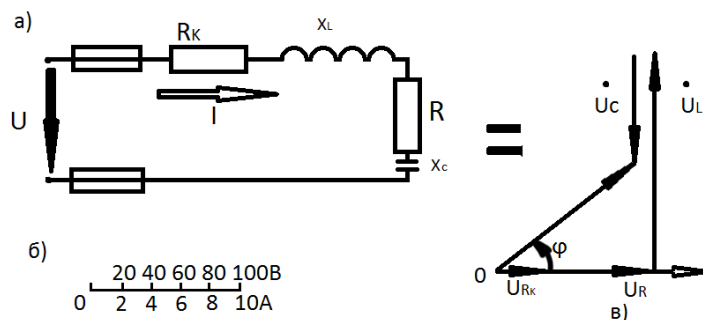
2. Определяем ток цепи

$$I = U/Z = 100/10 = 10 \text{ А}$$

3. Находим коэффициент мощности цепи. Во избежание потери знака угла (косинус-функция чётная) определяем

$\sin \varphi / \sin \varphi = (X_L - X_C)/Z = (12 - 6)/10 = 0.6$ ;  $\varphi = 36^\circ 50'$ . По таблицам Брадиса определяем коэффициент мощности

$$\cos \varphi = \cos 36^\circ 50' = 0.8.$$



Рисунки – а, б, в.

4. Определяем активную, реактивную и полную мощности цепи:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = 100 \cdot 10 \cdot 0.8 = 800 \text{ Вт или } P = I^2 (R_K + R)$$

$$Q = I^2 (X_L - X_C) = 10^2 (12 - 6) = 600 \text{ вар или } Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi = 1000 \cdot 10 \cdot 0.6 = 600 \text{ вар}$$

$$S = U \cdot I = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ В} \cdot \text{А или } S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{800^2 + 600^2} = 1000 \text{ В} \cdot \text{А}$$

5. Определяем падения напряжения на сопротивлениях цепи:

$$U_{R_K} = I \cdot R_K = 10 \cdot 3 = 30 \text{ В}$$

$$U_L = I \cdot X_L = 10 \cdot 12 = 120 \text{ В}$$

$$U_R = I \cdot R = 10 \cdot 5 = 50 \text{ В}$$

$$U_C = I \cdot X_C = 10 \cdot 6 = 60 \text{ В}$$

Построение векторной диаграммы начинаем с выбора масштаба тока и напряжения. Задаёмся масштабом по току:

в 1 см – 2,0 А и масштабом по напряжению: в 1 см 20 В (рисунок б).



Построение векторной диаграммы (рисунок в) начинаем с вектора тока, который откладываем по горизонтали в масштабе  $10\text{А}/2\text{А}/\text{см}=5\text{см}$ .

Вдоль вектора тока откладываем векторы падений напряжения на активных сопротивлениях  $U_{Rk}$  и  $U_P$ :  
 $30\text{В}/20\text{В}/\text{см}=2,5\text{ см}$ .

Из конца вектора  $U_R$  откладываем в сторону опережения вектора тока на  $90^\circ$  вектор падения напряжения  $U_L$  на индуктивном сопротивлении длиной  $120\text{В}/20\text{В}/\text{см}=6\text{ см}$ . Из конца вектора  $U_L$  откладываем в сторону отставания от вектора тока на  $90^\circ$  вектор падения напряжения на конденсаторе  $U_C$  длиной  $60\text{В}/20\text{В}/\text{см}=3\text{ см}$ . Геометрическая сумма векторов  $U_{Rk}$ ,  $U_L$ ,  $U_R$ ,  $U_C$  равно полному напряжению, приложенному к цепи.

### Методические указания к решению задачи 3

Задачи этой группы относятся к теме «Электрические машины переменного тока». Для их решения необходимо знать устройство и принцип действия асинхронного двигателя с короткозамкнутым и фазным ротором и зависимости между электрическими величинами, характеризующими его работу.

Необходимо ознакомиться с рядом возможных синхронных частот вращения магнитного потока при частоте тока 50Гц: 3000, 1500, 1000, 750, 600 мин<sup>-1</sup> (ближайшая к 980 мин<sup>-1</sup> из ряда синхронных частот вращения) и можно сразу определить скольжение, даже не зная числа пар полюсов:  $s=(n_1-n_2)/n_1=(1000-980)/1000=0,02$ .

В настоящее время промышленность выпускает асинхронные двигатели серии 4А мощностью от 0,06 до 400 кВт (таблица 20). Обозначение типа двигателя расшифровывается так: А – асинхронный; 4 – номер серии; Х – алюминиевая оболочка и чугунные щиты (отсутствие буквы Х означает, что корпус полностью выполнен из чугуна); В – двигатель встроен в оборудование; Н – исполнение защищённое IP23; для закрытых двигателей исполнение IP44 буквы Н нет; Р – двигатель с повышенным пусковым моментом; С – сельскохозяйственного назначения; цифра после буквенного обозначения показывает высоту оси вращения в мм; буквы S, M, L после цифр дают установочные размеры по длине корпуса (S – самая короткая станина; M – промежуточная; L – самая длинная); цифра после установочного размера – число полюсов; У – климатическое исполнение (для умеренного климата); последняя цифра показывает категорию размещения (1 – для работы на открытом воздухе, 3 для закрытых неотапливаемых помещений). В обозначении типов двухскоростных двигателей после установленного размера указывают через дробь оба числа полюсов, например, 4А160М8/4У3. Здесь 8 и 4 означают, что обмотки статора могут переключаться так, что в двигателе образуются 8 и 4 полюса.

**Пример 1.** Расшифровать условное обозначение двигателя 4AP180M4Y3. Это двигатель четвертой серии, асинхронный, с повышенным пусковым моментом, корпус полностью чугунный (нет буквы X), высота оси вращения 180 мм; размеры корпуса по длине M(промежуточный) четырехполюсный для умеренного климата, третья категория размещения.

**Пример 2.** Трёхфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором типа 4A250S4Y3 имеет номинальные данные (таблица 20): мощность  $P_{\text{ном}}=75$  кВт, напряжение  $U_{\text{ном}}=380$  В; частота вращения ротора  $n_2=1480$  мин<sup>-1</sup>; КПД  $\eta_{\text{ном}}=0.93$ ; коэффициент мощности  $\cos\varphi_{\text{ном}}=0.87$ ; кратность пускового тока  $I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}}=7.5$ ; кратность пускового момента  $M_{\text{мах}}/M_{\text{ном}}=2.2$ . Частота тока в сети  $f_1=50$  Гц.

Определить: 1) потребляемую мощность; 2) номинальный, пусковой и максимальный моменты; 3) номинальный и пусковой токи; 4) номинальное скольжение; 5) суммарные потери в двигателе; 6) частоту тока в роторе.

**Решение.** 1. Мощность, потребляемая из сети:

$$P_1 = P_{\text{ном}} / \eta_{\text{ном}} = 75 / 0.93 = 80.6 \text{ кВт.}$$

2. Номинальный момент, развиваемый двигателем:

$$M = 9550 P_{\text{ном}} / n_2 = 9550 * 75 / 1480 = 484 \text{ Нм.}$$

3. Пусковой и максимальный моменты:

$$M_{\text{пуск}} = 1.2 M_{\text{ном}} = 1.2 * 484 = 581 \text{ Нм; } M_{\text{мах}} = 2.2 * 484 = 1064.8 \text{ Нм.}$$

4. Номинальный и пусковой токи:

$$I_{\text{ном}} = P_{\text{ном}} 1000 / (\sqrt{3} U_{\text{ном}} \eta_{\text{ном}} \cos\varphi_{\text{ном}}) = 75 * 1000 / (1.73 * 380 * 0.93 * 0.87) = 141 \text{ А;}$$

$$I_{\text{пуск}} = 7.5 I_{\text{ном}} = 7.5 * 141 = 1057.5 \text{ А.}$$

5. Номинальное скольжение:

$$S_{\text{ном}} = (n_1 - n_2) / n_1 = (1500 - 1480) / 1500 = 0.013.$$

6. Суммарные потери в двигателе:

$$\Sigma p = P_1 - P_{\text{ном}} = 80.6 - 75 = 5.6 \text{ кВт.}$$

7. Частота тока в роторе:

$$F_2 = f_1 s = 50 * 0.013 = 0.65 \text{ Гц.}$$

#### Методические указания к решению задачи 4

Задача 4 относится к расчёту выпрямителей переменного тока, собранных на полупроводниковых диодах. Подобные схемы широко применяются на различных электронных устройствах и приборах. При решении задач следует помнить, что основными параметрами полупроводниковых диодов являются допустимый ток  $I_{\text{доп.}}$ , на который рассчитан данный диод, и обратное напряжение  $U_{\text{обр.}}$ , выдерживаемое диодом без пробоя в непроводящий период.

Обычно при составлении реальной схемы выпрямителя задаются значение мощности потребителя  $P_0$ , Вт, получающего питание от данного выпрямителя, и выпрямленным напряжением  $U_0$ , В, при котором работает потребитель постоянного тока. Отсюда нетрудно определить ток потребителя  $I_0 = P_0 / U_0$ . Сравнивая ток потребителя с допустимым током диода  $I_{\text{доп.}}$ , выбирают диоды для

схем выпрямителя. Следует учесть, что для однофазного однополупериодного выпрямителя ток через диод равен току потребителя, т. е. следует соблюдать условие  $I_{\text{доп.}} > I_o$ . Для однофазной двухполупериодной и мостовой схем выпрямления ток через диод равен половине тока потребителя, т. е. следует соблюдать условие  $I_{\text{доп.}} > 0,5 I_o$ . Для однополупериодного трёхфазного выпрямителя ток через диод составляет треть тока потребителя, следовательно, необходимо чтобы  $I_{\text{доп.}} > 1/3 I_o$ .

Напряжение, действующее на диод в непроводящий период  $U_{\text{обр.}}$  также зависит от той схемы выпрямления, которая применяется в конкретном случае. Так, для однофазного однополупериодного и двухполупериодного выпрямителей  $U_b = 3,14 U_o$ , для однофазного мостового выпрямителя  $U_b = 1,57 U_o$ , а для трёхфазного однополупериодного  $U_b = 2,1 U_o$ . При выборе диода, следовательно, должно соблюдаться условие  $U_{\text{обр.}} > U_b$ .

Рассмотрим примеры на составление схем выпрямителей.

**Пример 1.** Составить схему однофазного мостового выпрямителя используя один из четырёх диодов: Д218, Д222, КД202Н, Д215Б. Мощность потребителя  $P_o = 300$  Вт, напряжение потребителя  $U_o = 200$  В.

Решение.

1. Выписываем из таблицы 13 параметры указанных диодов и записываем их в таблицу:

| Типы диодов | $I_{\text{доп.}}$ , А | $U_{\text{обр.}}$ , В | Типы диодов | $I_{\text{доп.}}$ , А | $U_{\text{обр.}}$ , В |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-------------|-----------------------|-----------------------|
| Д218        | 0,1                   | 1000                  | КД202Н      | 1                     | 500                   |
| Д222        | 0,4                   | 600                   | Д215Б       | 2                     | 200                   |

2. Определим ток потребителя  $I_o = P_o / U_o = 300 / 200 = 1,5$  А.

3. Находим напряжение, действующее на диод в непроводящий период для мостовой схемы выпрямителя  $U_b = 1,57$ ,  $U_o = 1,57 * 200 = 314$  В.

4. Выбираем диод из условия  $I_{\text{доп.}} > 0,5 I_o > 0,5 * 1,5 > 0,75$  А,  $U_{\text{обр.}} > U_b > 314$  В. Этим условиям удовлетворяет диод КД202Н:  $I_{\text{доп.}} = 1,0 > 0,75$  А;  $U_{\text{обр.}} = 500 > 314$  В.

Диоды Д218 и Д222 удовлетворяют напряжению (1000 и 600 больше 314 В), но не подходят по допустимому току (0,1 и 0,4 меньше 0,75 А). Диод Д215Б, наоборот, подходит по допустимому току ( $2 > 0,75$  А), но не подходит по обратному напряжению ( $200 < 314$  В).

5. Составляем схему мостового выпрямителя (рис.1). В этой схеме каждый из диодов имеет параметры диода КД202Н:  $I_{\text{доп.}} = 1$  А;

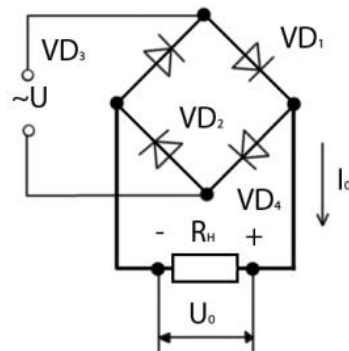


Рис. 1

**Пример 2.** Для питания постоянным током потребителя мощностью  $P_o=250$  Вт, при напряжении  $U_o=100$ В, необходимо собрать схему однофазного двухполупериодного выпрямителя со средней точкой трансформатора, используя стандартные диоды типа Д243Б.

Решение.

1. Выписываем из таблицы 13 параметры диода:  $I_{доп}=2$ А;  $U_{обр}=200$ В.
2. Определяем ток потребителя:  $I_o=P_o/U_o=250/100=2,5$ А.
3. Определяем напряжение, действующее на диод в непереводящий период:  $U_b=3,14U_o=3,14*100=314$ В.

4. Проверяем диод по параметрам  $I_{доп}$  и  $U_{обр}$ .

5. Для данной схемы диод должен удовлетворять условиям:

$$U_{обр} > U_b \text{ и } I_{доп} > 0,5I_o.$$

В данном случае первое условие не соблюдается ( $200 < 314$ ), т. е.  $U_{обр} < U_b$ ;

второе выполняется ( $0,5I_o=0,5*2,5=1,25=2$ А).

6. Составляем схему выпрямителя.

Чтобы выполнялось условие  $U_{обр} > U_b$ , необходимо два диода соединить последовательно, тогда

$U_{обр}=200*2=400 > 314$ В. Полная схема выпрямителя приведена на рис. 2

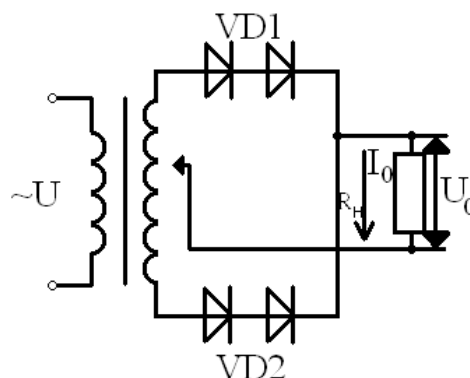


рис. 2

**Пример 3.** Для питания постоянным током потребителя мощностью  $P_o=300$ Вт, при напряжении  $U_o=20$ В, необходимо собрать схему однофазного однополупериодного выпрямителя, используя имеющиеся стандартные диоды Д242А.

Решение.

1. Выписываем из табл. 13 параметры диода:  $I_{доп}=10$ А;  $U_{обр}=100$ В.
2. Определяем ток потребителя:  $I_o=P_o/U_o=300/20=15$ А.
3. Определяем напряжение, действующее на диод в непереводящий период:  $U_b=3,14U_o=3,14*20=63$ В.

4. Проверяем диод по параметрам  $I_{доп}$  и  $U_{обр}$ . Для данной схемы диод должен удовлетворять условиям  $U_{обр} > U_b$  и  $I_{доп} > I_o$ . В данном случае второе условие не соблюдается ( $10 < 15$ А), т. е.  $U_{обр} < U_b$ ; первое условие выполняется ( $100 > 63$ В).

5. Составляем схему выпрямителя. Чтобы выполнялось условие  $I_{доп} > I_o$ , необходимо два диода соединить параллельно, тогда  $I_{доп} = 10*2=20 > 15$ А. Полная схема выпрямителя приведена на рис. 3.

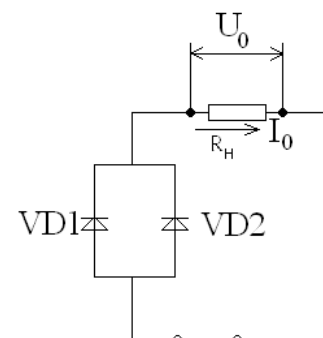


рис. 3.

**Пример 4.** Для составления схемы трёхфазного выпрямителя на трёх диодах заданы диоды Д243. Выпрямитель должен питать потребитель с  $U_o=150\text{В}$ . Определить допустимую мощность потребителя и пояснить порядок составления схемы выпрямителя.

Решение.

1. Выписываем из табл. 13 параметры диода:  $I_{\text{доп}}=5\text{А}$ ;  $U_{\text{обр}}=200\text{В}$ .
2. Определяем допустимую мощность потребителя. Для трёхфазного выпрямителя  $I_{\text{доп}}=1/3I_o$ , т.е.  $P_o=3U_oI_{\text{доп}}=3*150*5=2250\text{Вт}$ . Следовательно для данного выпрямителя  $P_o>2250\text{Вт}$ .
3. Определяем напряжение, действующее на диод в непроводящий период:  $U_b=2,1U_o=2,1*150=315\text{В}$ .
4. Составляем схему выпрямителя. Проверяем диод по условию. В данном случае это условие не выполняется ( $200<315\text{В}$ ). Чтобы это условие выполнялось, необходимо в каждом плече выпрямителя два диода соединить последовательно, тогда  $U_{\text{обр}}=200*2=400\text{В}$ ,  $400>315\text{В}$ . Полная схема выпрямителя приведена на рис.4.

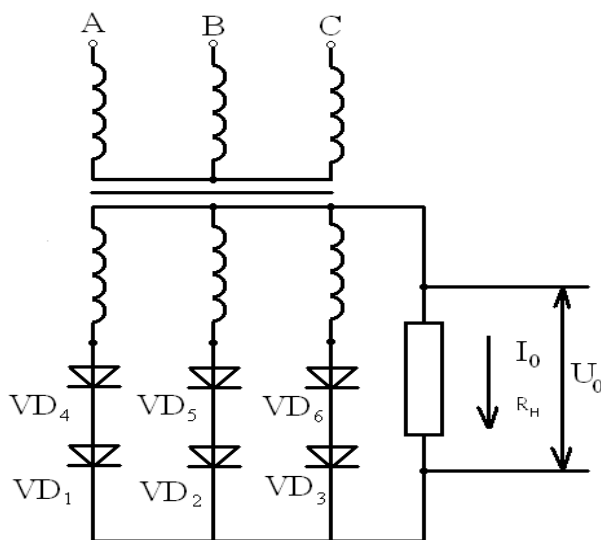


рис.4

### Методические указания к решению задачи 5

В этой задаче необходимо выполнить арифметические операции с двоичными числами, которые используются при работе ЭЦВМ. Характерной особенностью двоичной системы счисления является то, что арифметические действия в ней очень просты.

При сложении двоичных чисел пользуются следующим правилом  $0+0=0$ ,  $0+1=1$ ,  $1+0=1$ ,  $1+1=10$ (два).

При сложении необходимо учитывать, что  $1+1$  дают нуль в данном разряде и единицу переноса в следующий разряд.

**Пример 1.** Сложить в двоичной системе числа 38 и 28.

1. Переводим данные числа в двоичную систему. Для перевода чисел из одной системы счисления в другую пользуются следующим правилом. Чтобы перевести число из одной системы счисления в другую, необходимо последовательно делить это число на основание новой системы до тех пор, пока не получится частное, меньшее делителя. Число

в новой системе следует записывать в виде остатков деления, начиная с последнего, т.е. справа налево. Последнее частное даёт старшую цифру числа в новой системе счисления. Напомним, что основание двоичной системы – 2, десятичной 10.

2. Число 38 десятичной системы составляет:

$$\begin{array}{r|l}
 38 & 2 \\
 \hline
 38 & 19 \\
 0 & 18 \\
 & 1 \\
 & 8 \\
 & 1 \\
 & 4 \\
 & 0 \\
 & 2 \\
 & 0
 \end{array}$$

Направление чтения  $38_{10}=100110_2$

- Число 28 десятичной системы составляет:

$$\begin{array}{r|l}
 28 & 2 \\
 \hline
 28 & 14 \\
 0 & 14 \\
 & 0 \\
 & 7 \\
 & 6 \\
 & 1 \\
 & 3 \\
 & 2 \\
 & 1
 \end{array}$$

Направление чтения  $28_{10}=11100_2$

3. Выполняем операцию сложения:

$$\begin{array}{r}
 +100110 \\
 \underline{11100} \\
 1000010
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 + 38 \\
 \underline{28} \\
 66
 \end{array}$$

4. Проверяем решение  $1000010=1x2^6+0x2^5+0x2^4+0x2^3+0x2^2+1x2^1+0x2^0=66$

Приводим правила вычитания двоичных чисел:

$$\begin{array}{ll}
 0-0=0 & 1-1=0 \\
 1-0=1 & 10-1=1
 \end{array}$$

При вычитании многоразрядных двоичных чисел может возникнуть необходимость займа единицы в ближайшем старшем разряде, что даёт две единицы младшего разряда. Если в соседних старших разрядах стоят нули, то приходится занимать единицу через несколько разрядов. При этом единица, занятая в ближайшем значащем старшем разряде, даёт две единицы в младшем разряде и единицы во всех нулевых разрядах, стоящих между младшим и тем старшим разрядом у которого брали заём.

Например,

$$\begin{array}{r}
 \underline{10010} \quad (18) \\
 101 \quad (5) \\
 \hline
 01101 \quad (13)
 \end{array}$$

Проверяем решение:  $1101=1x2^3+1x2^2+1x2^1+1x2^0=1x8+1x4+0x2+1x1=13$

Приводим правила умножения двоичных чисел:

$$0 \times 0 = 0 \qquad 1 \times 0 = 0$$

$$0 \times 1 = 0 \qquad 1 \times 1 = 1$$

Умножение двоичных чисел производят по тем же правилам, что и для десятичных чисел, при этом используют таблицу умножения и сложения. Умножение многоразрядных двоичных чисел сводится к умножению множимого на каждый разряд множителя, последующему сдвигу множимого или множителя и суммированию получающихся частичных произведений. Например,

$$\begin{array}{r} \text{X} \quad 11011 \quad (27) \\ \quad \underline{101} \quad (5) \\ + \quad 11011 \\ \underline{11011} \\ 10000111 \quad (135) \end{array}$$

Проверяем решение:

$$10000111 = 1 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 1 \times 128 + 0 \times 64 + 0 \times 32 + 0 \times 16 + 0 \times 8 + 1 \times 4 + 1 \times 2 + 1 \times 1 = 135$$

При делении двоичных чисел используются таблицы умножения и вычитания. Правила деления аналогичны делению в десятичной системе и сводятся к выполнению умножений, вычитаний и сдвигов. Например, разделить 117 на 9:

$$\begin{array}{r} \begin{array}{r} \underline{1110101} \\ \underline{1001} \\ 1011 \\ \underline{1001} \\ 1001 \\ \underline{1001} \\ 1001 \\ \underline{1001} \\ 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1001 \\ \hline 1101 \end{array} \qquad \begin{array}{r} \underline{117} \\ \underline{9} \\ 27 \\ \underline{27} \\ 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 9 \\ \hline 13 \end{array} \end{array}$$

Проверяем решение:  $1101 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 1 \times 8 + 1 \times 4 + 0 \times 2 + 1 \times 1 = 13$

## **Методические указания к ответу на теоретический вопрос.**

Для правильного и качественного ответа следует изучить соответствующий материал из рекомендованной литературы. Ответ на вопрос должен быть конкретным с пояснением физической сущности работы того или иного устройства. При описании прибора или устройства следует обязательно пояснять свой ответ электрическими схемами, графиками и рисунками.

Во многих вопросах требуется сравнить различные электронные приборы с точки зрения особенностей их работы, отметить их преимущества и недостатки, рассказать о применении. Так, например, при сравнении электровакуумных и полупроводниковых следует отметить такие преимущества полупроводниковых приборов: как малые габаритные размеры, массу, механическую прочность, мгновенность действия (т.е. отсутствие накаливаемого катода), малую потребляемую мощность, большой срок службы и т.п. Наряду с этим надо указать их недостатки зависимость параметров полупроводников от температуры окружающей среды и нестабильность характеристик (разброс параметров).

## **5 СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ**

### **Основные источники**

- 1 Ермуратский, П.В. Электротехника и электроника [Электронный ресурс] / П.В. Ермуратский, Г.П. Лычкина, Ю.Б. Минкин. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 416 с. — 978-5-4488-0135-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63963.html>
- 2 Шандриков, А.С. Электротехника с основами электроники [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.С. Шандриков. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 320 с. — 978-985-503-577-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67801.html>
- 3 Электротехника и электроника [текст]: Учебное пособие / С.А. Покотило В.И. Панкратов. — Ростов н/Д: Феникс, 2017. — 283 [3] с.: ил. (Среднее профессиональное образование).

### **Дополнительные источники**

- 1 Бондарев, М.Б. Электропривод и электроавтоматика. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: пособие / М.Б. Бондарев. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 76 с. — 978-985-503-596-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67800.html>



2 Горденко, Д.В. Электротехника и электроника [Электронный ресурс]: практикум / Д.В. Горденко, В.И. Никулин, Д.Н. Резеньков. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 123 с. — 978-5-4486-0082-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70291.html>

3 Дементьев, Ю.Н. Электротехника и электроника. Электрический привод [Электронный ресурс]: учебное пособие для СПО / Ю.Н. Дементьев, А.Ю. Чернышев, И.А. Чернышев. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 223 с. — 978-5-4488-0144-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66403.html>

4 Клепча, В.Ф. Электротехника. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Ф. Клепча. — Электронные текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 180 с. — 978-985-503-553-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67802.html>

5 Машиностроение: Сборник стандартов (ГОСТ и ГОСТ Р) [Электронный ресурс]. – М.: ООО «БПМ-ПР». – 1CD – диск

Периодические издания:

1. Радио [текст] / Учредитель: ЗАО «Журнал Радио». – М.: ЗАО «Журнал Радио», 2014-2018

2. Журнал Электроника [текст] / Учредитель: Национальный исследовательский университет «МИЭТ». – М.: «МИЭТ», 2014-2018

3. Электрооборудование Учредитель: ООО «Индепендент масс медиа». – М.: ИД «Панорама», 2014-2018

4. Электросвязь. Ежемесячный научно-технический журнал [текст] / Учредители: Федеральное государственное унитарное предприятие Научно-исследовательский институт радио, ООО «Инфро–Электросвязь». – М.: ООО «Инфро–Электросвязь», 2014-2018

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

|            |   |                                |                 |
|------------|---|--------------------------------|-----------------|
| ПОДПИСАНО  | <b>ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ</b> , Качковский Юрий Валентинович,<br>Заведующий методическим кабинетом | <b>31.07.24</b> 16:36<br>(MSK) | Простая подпись |
|            | <b>ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ</b> , Савельева Ольга Викторовна,<br>Зам. директора РССК «РГРТУ» по УР   | <b>31.07.24</b> 16:41<br>(MSK) | Простая подпись |
| УТВЕРЖДЕНО | <b>ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ</b> , Цинарева Тамара Алтыбаевна,<br>Директор РССК «РГРТУ»               | <b>31.07.24</b> 17:15<br>(MSK) | Простая подпись |