

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Электротехнология**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Промышленная электроника**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|  |                                                    |                             |
|--|----------------------------------------------------|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|  | Владелец                                           | Попков О.З.                 |
|  | Идентификатор                                      | Rf6d8c936-PopkovOZ-de410db9 |

О.З. Попков

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|  |                                                    |                               |
|--|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец                                           | Кулешов А.О.                  |
|  | Идентификатор                                      | Rc98b17a6-KuleshovAO-26442bbf |

А.О.  
Кулешов

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|  |                                                    |                             |
|--|----------------------------------------------------|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|  | Владелец                                           | Цырук С.А.                  |
|  | Идентификатор                                      | Raf2c04da-TsyrukSA-47ef358f |

С.А. Цырук

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-5 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин

ИД-4 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Элементная база» (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Расчётное задание «Сетевой преобразователь» (Индивидуальный проект)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы № 3; «Управляемые выпрямители» (Лабораторная работа)

2. Защита лабораторной работы №1; «Неуправляемые выпрямители (схема с нулевым выводом)» (Лабораторная работа)

3. Защита лабораторной работы №2; «Неуправляемые выпрямители (мостовая)» (Лабораторная работа)

## БРС дисциплины

### 4 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Контрольная работа «Элементная база» (Контрольная работа)

КМ-2 Защита лабораторной работы №1; «Неуправляемые выпрямители (схема с нулевым выводом)» (Лабораторная работа)

КМ-3 Защита лабораторной работы №2; «Неуправляемые выпрямители (мостовая)» (Лабораторная работа)

КМ-4 Защита лабораторной работы № 3; «Управляемые выпрямители» (Лабораторная работа)

КМ-5 Расчётное задание «Сетевой преобразователь» (Индивидуальный проект)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Раздел дисциплины | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |
|-------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|
|                   | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |

|                                                    | Срок КМ: | 3  | 5  | 9  | 11 | 13 |
|----------------------------------------------------|----------|----|----|----|----|----|
| Элементная база устройств промышленной электроники |          |    |    |    |    |    |
| Введение                                           | +        |    |    |    |    |    |
| Сетевые преобразователи                            |          |    |    |    |    |    |
| Выпрямители неуправляемые                          |          | +  | +  |    |    | +  |
| Выпрямители управляемые                            |          |    |    | +  |    | +  |
| Зависимые инверторы                                |          |    |    |    |    |    |
| Зависимые инверторы                                |          |    |    | +  |    | +  |
| Автономные инверторы                               |          |    |    |    |    |    |
| Регуляторы переменного и постоянного напряжения    |          |    |    | +  |    | +  |
| Автономные инверторы                               |          |    |    |    |    | +  |
| Вес КМ:                                            |          | 10 | 20 | 20 | 20 | 30 |

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

| Индекс компетенции | Индикатор                                                                             | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                    | Контрольная точка                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-5              | ИД-4 <sub>ОПК-5</sub> Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств | <p>Знать:</p> <p>основные схемные решения устройств преобразовательной техники</p> <p>принцип работы основных полупроводниковых приборов, их характеристики и параметры</p> <p>Уметь:</p> <p>рассчитывать параметры электронных схем</p> <p>анализировать и синтезировать электронные устройства</p> | <p>КМ-1 Контрольная работа «Элементная база» (Контрольная работа)</p> <p>КМ-2 Защита лабораторной работы №1; «Неуправляемые выпрямители (схема с нулевым выводом)» (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-3 Защита лабораторной работы №2; «Неуправляемые выпрямители (мостовая)» (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-4 Защита лабораторной работы № 3; «Управляемые выпрямители» (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-5 Расчётное задание «Сетевой преобразователь» (Индивидуальный проект)</p> |

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Контрольная работа «Элементная база»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам выдаётся задание на контрольную работу по вариантам из 3-х задач. Время выполнения - 1 час.

#### Краткое содержание задания:

Рассчитать режим работы полупроводникового прибора в заданной схеме, в соответствии с вариантом задания.

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                               | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Знать: принцип работы основных полупроводниковых приборов, их характеристики и параметры</p> | <p>1.ВАРИАНТ №1</p> <p>1. В схеме рис.1 <math>e = 16\sin(\omega t)</math>; <math>R=0,014 \text{ кОм}</math>; Параметры схемы замещения диода: <math>r_i = 1 \text{ Ом}</math>; <math>E_0=1 \text{ В}</math>. Определить величину максимального значения тока, протекающего через диод.</p> <div data-bbox="678 1137 1241 1444" data-label="Diagram"> <p>The diagram shows a simple series circuit. On the left is an AC voltage source represented by a circle with a sine wave inside, labeled 'e'. A wire goes from the top of the source to the left terminal of a diode. The diode is represented by a triangle pointing to the right, with a vertical line at its base. From the right terminal of the diode, a wire goes to the top of a resistor, which is represented by a rectangle and labeled 'R'. The bottom of the resistor is connected to the bottom wire of the AC source, completing the circuit.</p> </div> <p>Рис.1</p> <p>2. В схеме рис.2 <math>E_k=10 \text{ В}</math>; <math>R_k=10 \text{ Ом}</math>; <math>R_b=200 \text{ Ом}</math>; <math>\beta=50</math>. Определить, при какой величине напряжения управления <math>E_{вх}</math> транзистор будет находиться в режиме насыщения, если напряжение между базой и эмиттером открытого транзистора <math>U_{бэ}=1 \text{ В}</math>.</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <div data-bbox="630 291 1260 772" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="758 750 869 795">Рис.2</p> <p data-bbox="622 795 1484 974">3. Трансформатор (потерями пренебречь) включен в сеть с напряжением 220 В. Сопротивление нагрузки, включенного во вторичную обмотку трансформатора <math>R_H=10\text{ Ом}</math>, напряжение на нагрузке <math>U_H=10\text{ В}</math>. Определить ток первичной обмотки трансформатора.</p> <p data-bbox="622 974 861 1019">2.ВАРИАНТ №2</p> <p data-bbox="622 1019 1484 1131">1. В схеме рис.1 действующее значение напряжения источника питания <math>E=10\text{ В}</math>; величина ограничивающего сопротивления <math>R=1\text{ кОм}</math>;</p> <p data-bbox="622 1131 1484 1243">Параметры схемы замещения диода: <math>r_i=2\text{ Ом}</math>; <math>E_0=0,7\text{ В}</math>. Определить на какие допустимые параметры <math>I_{а\max}</math> и <math>U_{а\kappa\max}</math> необходимо выбрать светодиод.</p> <div data-bbox="654 1265 1252 1568" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="853 1556 981 1612">Рис.1</p> <p data-bbox="622 1624 1484 1691">2. В схеме рис.2 <math>E_K=10\text{ В}</math>; <math>R_K=10\text{ Ом}</math>; <math>R_Б=200\text{ Ом}</math>; <math>\beta=50</math>, <math>E_{ВХ}=2\text{ В}</math>.</p> <p data-bbox="622 1691 1484 1803">Определить величину напряжения на сопротивлении <math>R_K</math>, если напряжение между базой и эмиттером открытого транзистора <math>U_{БЭ}=1\text{ В}</math>.</p> |

Запланированные  
результаты обучения по  
дисциплине

Вопросы/задания для проверки

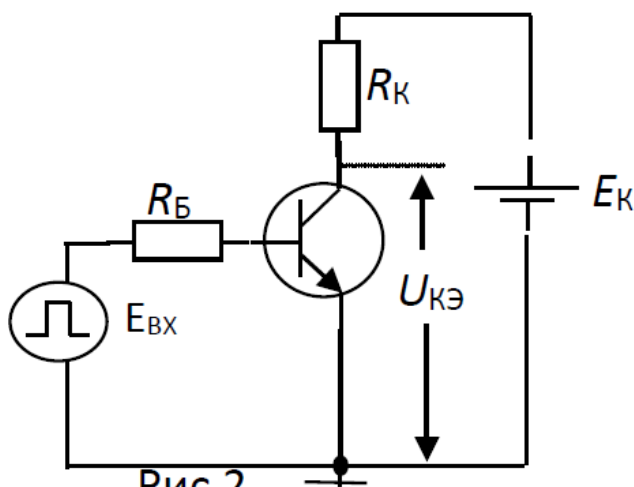


Рис.2

3. Трансформатор (потерями пренебречь) включен в сеть с напряжением  $220\text{ В}$ . Ток первичной обмотки трансформатора  $I_1=1\text{ А}$ . Ток вторичной обмотки трансформатора  $I_2=10\text{ А}$ . Определить напряжение  $U_2$ .

3.ВАРИАНТ №3

1. В схеме рис.1  $e = 16\sin(\omega t)$ ;  $R=0,014\text{ кОм}$ ;

Параметры схемы замещения диода:  $r_i = 1\text{ Ом}$ ;  $E_0=1\text{ В}$ .

Определить величину максимального значения падения напряжения на диоде в открытом состоянии.

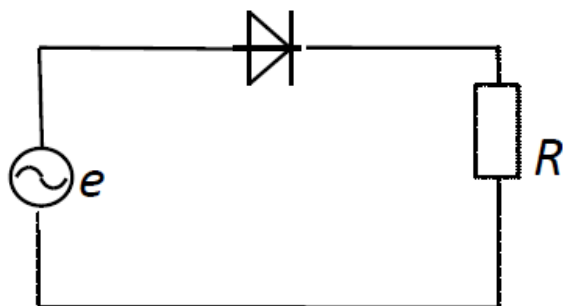


Рис.1

2. В схеме рис.2  $E_к=10\text{ В}$ ;  $R_к=10\text{ Ом}$ ;  $R_б=200\text{ Ом}$ ;  $\beta=50$ ,  $E_{вх}=2\text{ В}$ .

Определить величину напряжения на транзисторе  $U_{кэ}$ , если напряжение между базой и эмиттером открытого транзистора  $U_{бэ}=1\text{ В}$ .



| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <div data-bbox="627 293 1262 779" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="758 745 869 790" style="text-align: center;">Рис.2</p> <p data-bbox="627 797 1476 981">3. Трансформатор (потери пренебречь) включен в сеть с напряжением 220 В. Ток первичной обмотки трансформатора <math>I_1=1</math> А. Определить мощность, выделяемую на сопротивлении <math>R_H=100</math> Ом, включенного во вторичную обмотку трансформатора.</p> <p data-bbox="627 981 858 1014">4.ВАРИАНТ №4</p> <p data-bbox="627 1014 1385 1160">1. В схеме рис.1 <math>e = 16\sin(\omega t)</math>; <math>R=0,014</math> кОм; Параметры схемы замещения диода: <math>r_i = 1</math> Ом; <math>E_0=1</math> В, Справочная величина обратного теплового тока диода <math>I_0=0,01</math> А.</p> <p data-bbox="627 1167 1396 1234">Определить величину максимального значения падения напряжения на диоде в закрытом состоянии.</p> <div data-bbox="660 1245 1222 1547" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="858 1547 975 1592" style="text-align: center;">Рис.1</p> <p data-bbox="627 1608 1425 1682">2. В схеме рис.2 <math>E_к=15</math> В; <math>R_к=10</math> Ом; <math>R_б=200</math> Ом; <math>\beta=50</math>, <math>E_{вх}=2</math> В.</p> <p data-bbox="627 1682 1476 1794">Определить величину напряжения на сопротивлении <math>R_к</math>, если напряжение между базой и эмиттером открытого транзистора <math>U_{бэ}=1</math> В.</p> |

Запланированные  
результаты обучения по  
дисциплине

Вопросы/задания для проверки

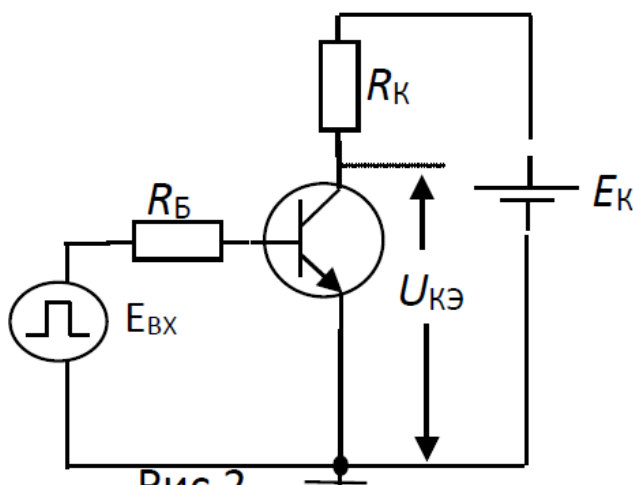


Рис.2

3. Трансформатор (потерями пренебречь) включен в сеть с напряжением  $220\text{ В}$ . Ток первичной обмотки трансформатора  $I_1=0,5\text{ А}$ . Ток вторичной обмотки трансформатора  $I_2=1\text{ А}$ . Определить величину сопротивления  $R_H$ , включенного во вторичную обмотку трансформатора.

5.ВАРИАНТ №5

1. В схеме рис.1 действующее значение напряжения питания  $E = 10\text{ В}$ ;  $R = 0,012\text{ кОм}$ ;

Параметры схемы замещения диода:  $r_i = 1\text{ Ом}$ ;  $E_0 = 1\text{ В}$ .

Определить величину максимального значения тока, протекающего через  $R$ .

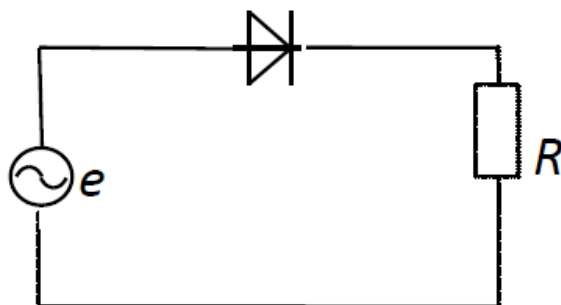
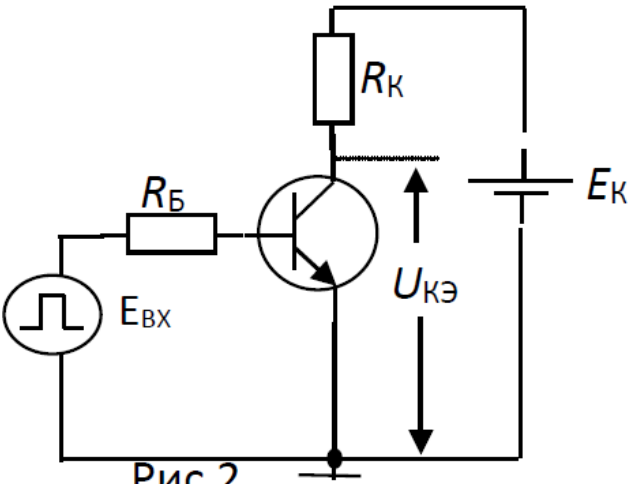


Рис.1

2. В схеме рис.2  $E_К=15\text{ В}$ ;  $R_К=10\text{ Ом}$ ;  $R_Б=200\text{ Ом}$ ;  $\beta=50$ ,  $E_{ВХ}=2\text{ В}$ .

Определить величину напряжения на транзисторе  $U_{КЭ}$ , если напряжение между базой и эмиттером открытого транзистора  $U_{БЭ}=1\text{ В}$ .

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <div data-bbox="627 293 1262 770" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="758 745 869 786">Рис.2</p> <p data-bbox="627 795 1428 1014">3. Трансформатор (потери пренебречь) включен в сеть с напряжением 220 В. Напряжение на вторичной обмотке трансформатора <math>U_2=11</math> В. Ток первичной обмотки трансформатора <math>I_1=0,1</math> А. Определить величину сопротивления <math>R_n</math>, включенного во вторичную обмотку трансформатора.</p> <p data-bbox="627 1052 858 1086">6.ВАРИАНТ №6</p> <p data-bbox="627 1090 1481 1160">1. В схеме рис.1 <math>e=16\sin(\omega t)</math>; <math>R=0,014</math> кОм; Параметры схемы замещения диода: <math>r_i=1</math> Ом; <math>E_0=1</math> В.</p> <p data-bbox="627 1164 1452 1234">Определить величину максимального значения напряжения на сопротивлении <math>R</math>.</p> <div data-bbox="660 1243 1222 1543" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="858 1543 975 1585">Рис.1</p> <p data-bbox="627 1608 1385 1680">2. В схеме рис.2 <math>E_к=10</math> В; <math>R_к=50</math> Ом; <math>R_б=200</math> Ом; <math>\beta=50</math>, <math>E_{вх}=2</math> В.</p> <p data-bbox="627 1684 1433 1792">Определить величину напряжения на сопротивлении <math>U_{R_к}</math>, если напряжение между базой и эмиттером открытого транзистора <math>U_{бэ}=1</math> В.</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   |  <p>Рис.2</p> <p>3. Трансформатор (потери пренебречь) включен в сеть с напряжением 220 В. Напряжение на вторичной обмотке трансформатора <math>U_2=11</math> В. Вторичная обмотка работает в режиме холостого хода. Определить величину тока первичной обмотки трансформатора.</p> |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

#### КМ-2. Защита лабораторной работы №1; «Неуправляемые выпрямители (схема с нулевым выводом)»

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: После проверки отчёта по лабораторной работе студенту задаются контрольные вопросы на знания и умения для оценки остаточных знаний.

**Краткое содержание задания:**

Составить отчёт по лабораторной работе. Содержание отчёта:

- а) наименование и цель работы;
- б) принципиальные электрические схемы для выполнения экспериментов;
- в) результаты экспериментальных исследований и проведённых по ним расчетов, помещенные в соответствующие таблицы;
- г) экспериментально снятые и построенные характеристики и осциллограммы;
- е) сравнить осциллограммы и построенные диаграммы; сравнить расчетное и экспериментальное значение; объяснить расхождения;
- з) сделать выводы о влиянии на внешние характеристики и угол коммутации анодной индуктивности  $L_a$

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине           | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: анализировать и синтезировать электронные устройства | 1. Сравнить трехфазную нулевую и трехфазную мостовую схемы по основным показателям<br>2. Сравните форму токов $i_a$ и $i_2$ для трехфазной нулевой схемы при $X_d = \infty$ . Почему отличаются формулы для $I_a$ и $I_2$<br>3. Будут ли осциллограммы, снятые в лабораторной работе, отличаться от временных диаграмм? Почему<br>4. Почему измеренный ток $I_1$ отличается от расчетного<br>5. Порядок включения и выключения лабораторной установки. Какие переключения и при каких условиях запрещается производить |

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-3. Защита лабораторной работы №2; «Неуправляемые выпрямители (мостовая)»**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** После проверки отчёта по лабораторной работе студенту задаются контрольные вопросы на знания и умения для оценки остаточных знаний.

**Краткое содержание задания:**

Составить отчёт по лабораторной работе. Содержание отчёта:

- а) наименование и цель работы;
- б) принципиальные электрические схемы для выполнения экспериментов;
- в) результаты экспериментальных исследований и проведённых по ним расчетов, помещенные в соответствующие таблицы;
- г) экспериментально снятые и построенные характеристики и осциллограммы;
- е) сравнить осциллограммы и построенные диаграммы; сравнить расчетное и экспериментальное значение; объяснить расхождения;
- з) сделать выводы о влиянии на внешние характеристики и угол коммутации анодной индуктивности  $L_a$

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине           | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: анализировать и синтезировать электронные устройства | <p>1. Сравнить трехфазную нулевую и трехфазную мостовую схемы по основным показателям</p> <p>2. Сравните форму токов <math>i_a</math> и <math>i_2</math> для трехфазной нулевой схемы при <math>X_d = \infty</math>. Почему отличаются формулы для <math>I_a</math> и <math>I_2</math></p> <p>3. Будут ли осциллограммы, снятые в лабораторной работе, отличаться от временных диаграмм? Почему</p> <p>4. Почему измеренный ток <math>I_I</math> отличается от расчетного</p> <p>5. Порядок включения и выключения лабораторной установки. Какие переключения и при каких условиях запрещается производить</p> |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-4. Защита лабораторной работы № 3; «Управляемые выпрямители»**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** После проверки отчёта по лабораторной работе студенту задаются контрольные вопросы на знания и умения для оценки остаточных знаний.

**Краткое содержание задания:**

Составить отчёт по лабораторной работе. Содержание отчёта:

- а) наименование и цель работы;
  - б) предварительные расчеты и построения;
  - в) исходные данные, принципиальная силовая схема;
  - г) обработанные осциллограммы. Указать, чем отличаются осциллограммы для непрерывного и прерывистого режима и для разных видов нагрузки;
  - д) результаты экспериментальных исследований и проведенных по ним расчетов, помещенные в соответствующие таблицы;
  - е) экспериментально снятые осциллограммы и построенные характеристики;
  - ж) сравнение регулировочных и внешних характеристик при различных видах нагрузки;
  - з) выводы по работе:
- объяснить влияние режима работы на вид внешних и регулировочных характеристик;
  - -объяснить влияние вида нагрузки на вид внешних и регулировочных характеристик;
  - -объяснить влияние угла управления на величину граничного тока

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: рассчитывать параметры электронных схем    | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Можно ли снять регулировочную характеристику на холостом ходу?</li><li>2. От чего зависят <math>I_{dгр}</math> и <math>\alpha_{гр}</math></li><li>3. Как определить экспериментально <math>I_{dгр}</math> и <math>\alpha_{гр}</math></li><li>4. Что такое граничный ток <math>I_{dгр}</math> и граничный угол <math>\alpha_{гр}</math></li><li>5. Что такое угол управления <math>\alpha</math> и как он определяется при выполнении работы</li><li>6. Чем отличаются временные диаграммы (осциллограммы) выпрямленного напряжения <math>U_d</math> и тока <math>i_d</math> в различных режимах при различных видах нагрузки</li><li>7. Какие переключения нельзя делать при включенном автомате "Модуля питания"</li></ol> |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

#### **КМ-5. Расчётное задание «Сетевой преобразователь»**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Индивидуальный проект

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам выдаётся расчётное задание по вариантам. После его выполнения производится проверка выполненного задания и защита.

#### **Краткое содержание задания:**

Рассчитать рабочие параметры преобразователя, построенного по одной из типовых схем.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                    | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: основные схемные решения устройств преобразовательной техники | <p>1.Вариант №1.</p> <p>Однофазный вентильный преобразователь на тиристорах по схеме с нулевым выводом без фильтра работает в режиме выпрямления и питается от сети;</p> <p>1.величина напряжения на нагрузке <math>U_n=24В</math> при <math>U_{сети.min}</math>;</p> <p>2.сопротивление нагрузки <math>R_n=4\text{ Ом}</math>;</p> <p>3.падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{ак}=2В</math>.</p> <p>4.Суммарное активное сопротивление потерь <math>\rho_{потерь}=0,15\text{ Ом}</math></p> <p>Определить:</p> <p>1.Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math> при <math>U_n=24В</math> и <math>U_{сети.min}</math>, угол управления <math>\alpha=0</math>.</p> <p>2.Диапазон изменения угла <math>\alpha</math> для обеспечения стабильной величины напряжения на нагрузке при колебаниях напряжения источника питания.</p> <p>3.Коэффициент пульсации выходного напряжения.</p> <p>4.Параметры вентилей: <math>I_a</math>., <math>I_a.max</math>. <math>U_{ак.max}</math>. при <math>U_{сети.max}</math> и <math>\alpha=0</math>.</p> <p>5.Расчетную мощность трансформатора.</p> <p>6.Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=5А/мм^2</math>.</p> <p>7.Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</p> <p>8.Необходимый коэффициент сглаживания фильтра для получения коэффициент пульсации напряжения на нагрузке <math>\rho_n=0,5\%</math></p> <p>Нарисовать:</p> <p>а)Принципиальную схему с индикатором на светодиоде,</p> |



| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>предохранителем и входным тумблером.</p> <p>б)Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом активных потерь и на диодах.</p> <p>с)Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</p> <p>д)Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.</p> <p>е)Внешнюю характеристику.</p> <p>2.Вариант №2.</p> <p>Однофазный вентильный преобразователь на тиристорах по схеме с нулевым выводом с L фильтром работает в режиме выпрямления и питается от сети;</p> <p>1.величина напряжения на нагрузке <math>U_n=20В</math> при <math>U_{сети.min}</math>;</p> <p>2.сопротивление нагрузки <math>R_n=5\text{ Ом}</math>;</p> <p>3.коэффициент пульсации на нагрузке <math>q_{нагр.}=1\%</math> при использовании Lф;</p> <p>4.индуктивность рассеяния трансформатора <math>L_a=5мГн</math>;</p> <p>5.падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{ак}=2В</math>.</p> <p>6.Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода 10мА.</p> <p>Определить:</p> <p>1.Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math> при <math>U_n=20В</math> и <math>U_{сети.min}</math>, угол управления <math>\alpha=0</math>.</p> <p>2.Диапазон изменения угла <math>\alpha</math> для обеспечения стабильной величины напряжения на нагрузке при колебаниях напряжения источника питания.</p> <p>3.Величину индуктивности фильтра Lф.</p> <p>4.Параметры вентилей: <math>I_a</math>., <math>I_{a.max}</math>. <math>U_{ак. max}</math>. при <math>U_{сети.max}</math> и <math>\alpha=0</math>.</p> <p>5.Расчетную мощность трансформатора.</p> <p>6.Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=5А/мм^2</math>.</p> <p>7.Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</p> <p>Нарисовать:</p> <p>а)Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</p> <p>б)Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом потерь и на диодах и коммутационных потерь.</p> <p>с)Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</p> <p>д)Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.</p> <p>е)Внешнюю характеристику.</p> <p>3.Вариант №3.</p> <p>Однофазный вентильный преобразователь на тиристорах по схеме с нулевым выводом с LC фильтром работает в режиме выпрямления и питается от сети;</p> <p>1.величина напряжения на нагрузке <math>U_n=24В</math> при <math>U_{сети.min}</math>;</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>2.сопротивление нагрузки <math>R_n=4</math> Ом;<br/> 3.коэффициент пульсации на нагрузке <math>q_{нагр.}= 0,5\%</math>;<br/> 4.индуктивность рассеяния трансформатора <math>L_a=3</math>мГн;<br/> 5.падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{ак}=2</math>В.<br/> 6.Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода 10мА.<br/> Определить:<br/> 1.Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math> при <math>U_{сети.min}</math>, и угол управления <math>\alpha=0</math>.<br/> 2.Диапазон изменения угла <math>\alpha</math> для обеспечения стабильной величины напряжения на нагрузке при колебаниях напряжения источника питания.<br/> 3.Величину индуктивности фильтра <math>L_f</math>, если <math>C_f=1000</math> мкФ.<br/> 4.Параметры вентилей: <math>I_a</math>., <math>I_a.max</math>. <math>U_{ак. max}</math>. при <math>U_{сети.max}</math>.<br/> 5.Расчетную мощность трансформатора.<br/> 6.Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=4</math>А/мм<sup>2</sup>.<br/> 7.Величину ограничивающего сопротивления светодиода.<br/> Нарисовать:<br/> а)Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.<br/> б)Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом потерь и на диодах и коммутационных потерь.<br/> с)Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.<br/> д)Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.<br/> е)Внешнюю характеристику.</p> <p>4.Вариант №4.<br/> Однофазный неуправляемый вентильный преобразователь на по схеме с нулевым выводом с <math>C</math> фильтром работает в режиме выпрямления и питается от сети;<br/> 1.<math>U_{сети}=220</math>В;<br/> 2.величина напряжения на нагрузке <math>U_n=20</math>В;<br/> 3.Ток нагрузки <math>I_n=1</math> А;<br/> 4.коэффициент пульсации на нагрузке <math>q_{нагр.}= 10\%</math> при использовании <math>C_f</math>;<br/> 5.Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода 10мА.<br/> Определить:<br/> 1.Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math>.<br/> 2.Величину емкости фильтра <math>C_f</math>. Активным сопротивлением обмоток трансформатора и проводов пренебречь.<br/> 3.Допустимые параметры вентилей: <math>I_a.доп.</math>, <math>I_a.max.доп.</math>. <math>U_{ак. max.доп.}</math>.</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>4.Расчетную мощность трансформатора.</p> <p>5.Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=5\text{А/мм}^2</math>.</p> <p>6.Величину ограничивающего сопротивления светодиода. Нарисовать:</p> <p>а)Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</p> <p>б)Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</p> <p>с)Внешнюю характеристику с указанием рабочей точки.</p> <p>5.Вариант №5.</p> <p>Однофазный неуправляемый вентильный преобразователь на диодах по схеме с нулевым выводом без фильтра заряжает аккумулятор и питается от сети;</p> <p>1. <math>U_{\text{сети}}=220\text{В}</math>;</p> <p>2.Величина источника постоянного напряжения <math>E_0=12\text{В}</math>;</p> <p>3.Суммарное активное сопротивление потерь <math>p_{\text{потерь}}=2\text{Ом}</math>;</p> <p>4.угол управления <math>\alpha=0</math>.</p> <p>5.Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_T=10</math>;</p> <p>6.падение напряжения на открытом тиристоре <math>U_{\text{ак}}=1\text{В}</math>.</p> <p>7.Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода <math>10\text{мА}</math>.</p> <p>Определить:</p> <p>1.Зарядный ток аккумулятора.</p> <p>2.Допустимые параметры вентиля: <math>I_{\text{а.доп.}}</math>, <math>I_{\text{а.мах.доп.}}</math>, <math>U_{\text{ак.мах.доп.}}</math> и <math>\alpha=0</math>.</p> <p>3.Мощность ,потребляемую из сети.</p> <p>4.Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=5\text{А/мм}^2</math>.</p> <p>5.Величину ограничивающего сопротивления светодиода. Нарисовать:</p> <p>а)Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</p> <p>б)Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</p> <p>6.Вариант №6.</p> <p>Однофазный вентильный преобразователь на тиристорах по схеме с нулевым выводом работает в режиме инвертирования и подключен к сети;</p> <p>1. <math>U_{\text{сети}}=220\text{В}</math>;</p> <p>2.Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_T=2,5</math>;</p> <p>3.Величина источника постоянного напряжения <math>E_0=90\text{В}</math>;</p> <p>4.Суммарное активное сопротивление потерь <math>p_{\text{потерь}}=2\text{Ом}</math>;</p> <p>5.Мощность, отбираемая от источника постоянного напряжения <math>P_0=0,9\text{кВт}</math>;</p> <p>6.Индуктивность <math>L_d=5\text{Гн}</math>;</p> <p>7.индуктивность рассеяния трансформатора <math>L_a=10\text{мГн}</math>;</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>8. падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{ак} = 4В</math>.</p> <p>9. Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода 10мА.</p> <p>Определить:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Угол управления <math>\beta</math>;</li> <li>2. Время, предоставленное на восстановление управляющих свойств тиристора <math>t_{вост}</math> без учета коммутационных процессов. (Для студентов ИРЭ: определить угол коммутации <math>\gamma</math> и время, предоставленное на восстановление управляющих свойств тиристора <math>t_{вост}</math> с учетом коммутационных процессов).</li> <li>3. Допустимые параметры вентиля: <math>I_a. доп.</math>, <math>I_a. max. доп.</math>, <math>U_{ак. max. доп.}</math>.</li> <li>4. Расчетную мощность трансформатора <math>P_t</math>.</li> <li>5. Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j = 5А/мм^2</math>.</li> <li>6. Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</li> </ol> <p>Нарисовать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</li> <li>б) Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом активных потерь, потерь на диодах и коммутационных потерь.</li> <li>в) Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</li> <li>г) Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.</li> <li>д) Внешнюю характеристику.</li> </ol> <p>7. Вариант №7.</p> <p>Однофазный вентильный преобразователь на тиристорах по мостовой схеме без фильтра работает в режиме выпрямления и питается от сети;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. величина напряжения на нагрузке <math>U_n = 20В</math> при <math>U_{сети. min}</math>;</li> <li>2. сопротивление нагрузки <math>R_n = 4 Ом</math>;</li> <li>3. падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{ак} = 2В</math>.</li> <li>4. Суммарное активное сопротивление потерь <math>\rho_{потерь} = 0,15 Ом</math></li> </ol> <p>Определить:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math> при <math>U_n = 20В</math> и <math>U_{сети. min}</math>, угол управления <math>\alpha = 0</math>.</li> <li>2. Диапазон изменения угла <math>\alpha</math> для обеспечения стабильной величины напряжения на нагрузке при колебаниях напряжения источника питания.</li> <li>3. Коэффициент пульсации выходного напряжения.</li> <li>4. Параметры вентиля: <math>I_a.</math>, <math>I_a. max.</math>, <math>U_{ак. max.}</math> при <math>U_{сети. max}</math> и <math>\alpha = 0</math>.</li> <li>5. Расчетную мощность трансформатора.</li> <li>6. Диаметр провода первичных и вторичных обмоток</li> </ol> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=5\text{А/мм}^2</math>.</p> <p>7. Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</p> <p>8. Необходимый коэффициент сглаживания фильтра для получения коэффициента пульсации напряжения на нагрузке <math>\alpha_n=0,1\%</math></p> <p>Нарисовать:</p> <p>а) Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</p> <p>б) Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом активных потерь и на диодах.</p> <p>с) Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</p> <p>д) Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.</p> <p>е) Внешнюю характеристику.</p> <p>8. Вариант №8.</p> <p>Однофазный вентильный преобразователь на тиристорах по мостовой схеме с L фильтром работает в режиме выпрямления и питается от сети;</p> <p>1. величина напряжения на нагрузке <math>U_n=24\text{В}</math> при <math>U_{\text{сети.min}}</math>;</p> <p>2. сопротивление нагрузки <math>R_n=4\text{ Ом}</math>;</p> <p>3. коэффициент пульсации на нагрузке <math>\alpha_{\text{нагр.}}=0,5\%</math>;</p> <p>4. индуктивность рассеяния трансформатора <math>L_a=3\text{мГн}</math>;</p> <p>5. падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{\text{ак}}=2\text{В}</math>.</p> <p>6. Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода <math>10\text{мА}</math>.</p> <p>Определить:</p> <p>1. Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math> при <math>U_{\text{сети.min}}</math>, и угол управления <math>\alpha=0</math>.</p> <p>2. Диапазон изменения угла <math>\alpha</math> для обеспечения стабильной величины напряжения на нагрузке при колебаниях напряжения источника питания.</p> <p>3. Величину индуктивности фильтра <math>L_f</math>,</p> <p>4. Параметры вентилей: <math>I_a</math>, <math>I_a.\text{max}</math>. <math>U_{\text{ак. max}}</math>. при <math>U_{\text{сети.max}}</math> и <math>\alpha=0</math>.</p> <p>5. Расчетную мощность трансформатора.</p> <p>6. Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=4\text{А/мм}^2</math>.</p> <p>7. Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</p> <p>Нарисовать:</p> <p>а) Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</p> <p>б) Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом потерь и на диодах и коммутационных потерь.</p> <p>с) Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</p> <p>д) Регулировочную характеристику с указанием на ней</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>рабочего диапазона.<br/> е) Внешнюю характеристику.</p> <p>9. Вариант №9.<br/> Однофазный вентильный преобразователь на тиристорах по мостовой схеме с LC фильтром работает в режиме выпрямления и питается от сети;<br/> 1. величина напряжения на нагрузке <math>U_n=48\text{В}</math> при <math>U_{\text{сети.min}}</math>;<br/> 2. сопротивление нагрузки <math>R_n=6\text{ Ом}</math>;<br/> 3. коэффициент пульсации на нагрузке <math>\alpha_{\text{нагр.}}=0,1\%</math>;<br/> 4. индуктивность рассеяния трансформатора <math>L_a=3\text{мГн}</math>;<br/> 5. падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{\text{ак}}=2\text{В}</math>.<br/> 6. Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток светодиода <math>10\text{мА}</math>.<br/> Определить:<br/> 1. Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math> при <math>U_{\text{сети.min}}</math>, и угол управления <math>\alpha=0</math>.<br/> 2. Диапазон изменения угла <math>\alpha</math> для обеспечения стабильной величины напряжения на нагрузке при колебаниях напряжения источника питания.<br/> 3. Величину индуктивности фильтра <math>L_f</math>, если <math>C_f=2000\text{ мкФ}</math>.<br/> 4. Параметры вентилей: <math>I_a</math>., <math>I_a.\text{max}</math>. <math>U_{\text{ак. max}}</math> при <math>U_{\text{сети.max}}</math>.<br/> 5. Расчетную мощность трансформатора.<br/> 6. Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=4\text{А/мм}^2</math>.<br/> 7. Величину ограничивающего сопротивления светодиода.<br/> Нарисовать:<br/> а) Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.<br/> б) Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом потерь и на диодах и коммутационных потерь.<br/> в) Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.<br/> г) Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.<br/> е) Внешнюю характеристику.</p> <p>10. Вариант №10.<br/> Однофазный неуправляемый вентильный преобразователь на по мостовой схеме с C фильтром работает в режиме выпрямления и питается от сети;<br/> 1. <math>U_{\text{сети}}=220\text{В}</math>;<br/> 2. величина напряжения на нагрузке <math>U_n=24\text{В}</math>;<br/> 3. Ток нагрузки <math>I_n=1\text{ А}</math>;<br/> 4. коэффициент пульсации на нагрузке <math>\alpha_{\text{нагр.}}=5\%</math>.<br/> 5. Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток светодиода <math>10\text{мА}</math>.</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>Определить:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math>.</li> <li>2. Величину емкости фильтра <math>C_f</math>. Активным сопротивлением обмоток трансформатора и проводов пренебречь.</li> <li>3. Допустимые параметры вентиля: <math>I_a.\text{доп.}</math>, <math>I_a.\text{max.доп.}</math>, <math>U_{ак. max.доп.}</math>.</li> <li>4. Расчетную мощность трансформатора.</li> <li>5. Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=4\text{А/мм}^2</math>.</li> <li>6. Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</li> </ol> <p>Нарисовать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</li> <li>б) Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</li> <li>с) Внешнюю характеристику с указанием рабочей точки.</li> </ol> <p>11. Вариант №11.</p> <p>Однофазный вентиляльный преобразователь на диодах по мостовой схеме без фильтра заряжает аккумулятор и питается от сети;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>U_{сети}=220\text{В}</math>;</li> <li>2. Величина источника постоянного напряжения <math>E_0=24\text{В}</math>;</li> <li>3. Суммарное активное сопротивление потерь <math>R_{потерь}=2\text{Ом}</math>;</li> <li>4. угол управления <math>\alpha=0</math>.</li> <li>5. Амплитуда тока <math>I_a.\text{max}</math> не должна превышать <math>10\text{А}</math>.</li> <li>6. падение напряжения на открытом тиристоре <math>U_{ак}=1\text{В}</math>.</li> <li>7. Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток светодиода <math>10\text{мА}</math>.</li> </ol> <p>Определить:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math>;</li> <li>2. Допустимые параметры вентиля: <math>I_a.\text{доп.}</math>, <math>I_a.\text{max.доп.}</math>, <math>U_{ак. max.доп.}</math> и <math>\alpha=0</math>.</li> <li>3. Расчетную мощность трансформатора.</li> <li>4. Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=4\text{А/мм}^2</math>.</li> <li>6. Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</li> </ol> <p>Нарисовать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</li> <li>б) Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</li> </ol> <p>12. Вариант №12.</p> <p>Однофазный вентиляльный преобразователь на тиристорах по мостовой схеме работает в режиме инвертирования и подключен к сети;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>U_{сети}=220\text{В}</math>;</li> </ol> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>2. Угол управления <math>\beta=40^\circ</math>;</p> <p>3. Величина источника постоянного напряжения <math>E_0=100\text{В}</math> ;</p> <p>4. Суммарное активное сопротивление потерь <math>\rho_{\text{потерь}}=2\text{ Ом}</math>;</p> <p>5. Мощность, отбираемая от источника постоянного напряжения <math>P_0=1\text{ кВт}</math>;</p> <p>6. Индуктивность <math>L_d=5\text{ Гн}</math>;</p> <p>7. индуктивность рассеяния трансформатора <math>L_a=10\text{мГн}</math>;</p> <p>8. падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{\text{ак}}=4\text{В}</math>.</p> <p>9. Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода <math>10\text{мА}</math>.</p> <p>Определить:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коэффициент трансформации трансформатора;</li> <li>2. Время, предоставленное на восстановление управляющих свойств тиристора твост без учета коммутационных процессов. (Для студентов ИРЭ: определить угол коммутации <math>\gamma</math> и время, предоставленное на восстановление управляющих свойств тиристора твост с учетом коммутационных процессов).</li> <li>3. Допустимые параметры вентилях: <math>I_a.\text{доп.}</math>, <math>I_a.\text{max.доп.}</math> <math>U_{\text{ак. max.доп.}}</math>.</li> <li>4. Расчетную мощность трансформатора.</li> <li>5. Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=3\text{ А/мм}^2</math>.</li> <li>6. Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</li> </ol> <p>Нарисовать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</li> <li>б) Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом активных потерь, потерь на диодах и коммутационных потерь.</li> <li>в) Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</li> <li>г) Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.</li> <li>д) Внешнюю характеристику.</li> </ol> <p>13. Вариант №13.</p> <p>Трехфазный вентильный преобразователь на тиристорах по схеме с нулевым выводом без фильтра работает в режиме выпрямления и питается от сети; первичные обмотки трансформатора включены по схеме звезда;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Напряжение на нагрузке при <math>\alpha=0</math> <math>U_n=100\text{В}</math>.</li> <li>2. Сопротивление нагрузки <math>R_n=10\text{ Ом}</math>;</li> <li>3. Индуктивность рассеяния трансформатора <math>L_a=2\text{мГн}</math>;</li> <li>4. Падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{\text{ак}}=4\text{В}</math>.</li> <li>5. Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода <math>10\text{мА}</math>.</li> </ol> <p>Определить:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math>.</li> </ol> |



| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>2.Допустимые параметры вентилях при максимальной величине напряжения источника питания: <math>I_{a.доп.}</math>, <math>I_{a.мах.доп.}</math>, <math>U_{ак.мах.доп.}</math>.</p> <p>3.Расчетную мощность трансформатора <math>P_t</math>.</p> <p>4.Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=5\text{А/мм}^2</math>.</p> <p>5.Диапазон изменения угла <math>\alpha</math> для обеспечения стабильной величины напряжения на нагрузке при колебаниях напряжения источника питания.</p> <p>6.Необходимый коэффициент сглаживания фильтра для получения коэффициент пульсации напряжения на нагрузке <math>\varphi_n=0,2\%</math></p> <p>7.Величину ограничивающего сопротивления светодиода. Нарисовать:</p> <p>а)Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</p> <p>б)Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом активных потерь и на диодах.</p> <p>с)Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</p> <p>д)Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.</p> <p>е)Внешнюю характеристику.</p> <p>14.Вариант №14.</p> <p>Трехфазный вентильный преобразователь на тиристорах по схеме с нулевым выводом с L фильтром работает в режиме выпрямления и питается от сети; первичные обмотки трансформатора включены по схеме треугольник;</p> <p>1.величина напряжения на нагрузке <math>U_n=100\text{В}</math> при <math>U_{сети.мин}</math>;</p> <p>2.сопротивление нагрузки <math>R_n=10\text{ Ом}</math>;</p> <p>3.коэффициент пульсации на нагрузке <math>\varphi_{нагр.}=1\%</math>;</p> <p>4.индуктивность рассеяния трансформатора <math>L_a=2\text{мГн}</math>;</p> <p>5.падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{ак}=4\text{В}</math>.</p> <p>6.Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фото диода <math>10\text{мА}</math>.</p> <p>Определить:</p> <p>1.Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math> при <math>U_n=100\text{В}</math> и <math>U_{сети.мин}</math>, угол управления <math>\alpha=0</math>.</p> <p>2.Диапазон изменения угла <math>\alpha</math> для обеспечения стабильной величины напряжения на нагрузке при колебаниях напряжения источника питания.</p> <p>3.Величину индуктивности фильтра <math>L_f</math>.</p> <p>4.Параметры вентилях: <math>I_{a.}</math>, <math>I_{a.мах.}</math>, <math>U_{ак.мах.}</math> при <math>U_{сети.мах}</math> и <math>\alpha=0</math>.</p> <p>5.Расчетную мощность трансформатора <math>P_t</math>.</p> <p>6.Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока</p> |

| Запланированные<br>результаты обучения по<br>дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                         | <p><math>j=5\text{А/мм}^2</math>.</p> <p>7. Величину ограничивающего сопротивления светодиода.<br/>Нарисовать:</p> <p>а) Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</p> <p>б) Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом потерь и на диодах и коммутационных потерь.</p> <p>с) Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</p> <p>д) Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.</p> <p>е) Внешнюю характеристику.</p> <p>15. Вариант №15.</p> <p>Трехфазный вентильный преобразователь на тиристорах по схеме с нулевым выводом с LC фильтром работает в режиме выпрямления и питается от сети <math>U_{\text{сети}}=220\text{В}</math>; первичные обмотки трансформатора включены по схеме треугольник;</p> <p>1. величина напряжения на нагрузке <math>U_{\text{н}}=50\text{В}</math>;</p> <p>2. сопротивление нагрузки <math>R_{\text{н}}=5\text{ Ом}</math>;</p> <p>3. коэффициент пульсации на нагрузке <math>q_{\text{нагр.}}=1\%</math>;</p> <p>4. индуктивность рассеяния трансформатора <math>L_{\text{а}}=2\text{мГн}</math>;</p> <p>5. падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{\text{ак}}=2\text{В}</math>.</p> <p>6. Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода <math>10\text{мА}</math>.</p> <p>Определить:</p> <p>1. Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_{\text{т}}</math>.</p> <p>2. Величину индуктивности фильтра <math>L_{\text{ф}}</math>, если <math>C=500\text{ мкФ}</math></p> <p>3. Допустимые параметры вентиля: <math>I_{\text{а. доп.}}</math>, <math>I_{\text{а. max. доп.}}</math>, <math>U_{\text{ак. max. доп.}}</math>.</p> <p>4. Расчетную мощность трансформатора <math>P_{\text{т}}</math>.</p> <p>5. Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=5\text{А/мм}^2</math>.</p> <p>6. Величину ограничивающего сопротивления светодиода.<br/>Нарисовать:</p> <p>а) Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</p> <p>б) Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом потерь и на диодах и коммутационных потерь.</p> <p>с) Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</p> <p>д) Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.</p> <p>е) Внешнюю характеристику.</p> <p>16. Вариант №16.</p> <p>Трехфазный неуправляемый выпрямитель по схеме с нулевым выводом с С фильтром питается от сети, первичные обмотки соединены по схеме треугольник;</p> <p>1. <math>U_{\text{сети}}=220\text{В}</math>;</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>2. величина напряжения на нагрузке <math>U_n=24\text{В}</math>;</p> <p>3. Ток нагрузки <math>I_n=1\text{ А}</math>; коэффициент пульсации на нагрузке <math>\alpha_{\text{нагр.}}=5\%</math>.</p> <p>4. Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода <math>10\text{мА}</math>.<br/>Определить:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math>.</li> <li>2. Величину емкости фильтра <math>C_f</math>. Активным сопротивлением обмоток трансформатора и проводов пренебречь.</li> <li>3. Допустимые параметры вентиля: <math>I_a.\text{доп.}</math>, <math>I_a.\text{max.доп.}</math>, <math>U_{\text{ак. max.доп.}}</math>.</li> <li>4. Расчетную мощность трансформатора.</li> <li>5. Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=4\text{А/мм}^2</math>.</li> <li>6. Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</li> </ol> <p>Нарисовать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</li> <li>б) Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</li> <li>в) Внешнюю характеристику с указанием рабочей точки.</li> </ol> <p>17. Вариант №17.</p> <p>Трехфазный выпрямитель на диодах по схеме с нулевым выводом заряжает аккумулятор и питается от сети <math>U_{\text{сети}}=220\text{В}</math>; первичные обмотки трансформатора включены по схеме звезда;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Величина источника постоянного напряжения <math>E_0=24\text{В}</math>;</li> <li>2. Суммарное активное сопротивление потерь <math>\rho_{\text{потерь}}=0,5\text{ Ом}</math>;</li> <li>3. Амплитуда зарядного аккумулятора <math>I_{\text{аmax}}</math> не должна превышать <math>10\text{А}</math>.</li> <li>4. падение напряжения на открытом тиристоре <math>U_{\text{ак}}=3\text{В}</math>.</li> <li>5. Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода <math>10\text{мА}</math>.<br/>Определить:</li> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коэффициент трансформации <math>K_t</math>.</li> <li>2. Допустимые параметры вентиля: <math>I_a.\text{доп.}</math>, <math>I_a.\text{max.}</math>, <math>U_{\text{ак. max.доп.}}</math>.</li> <li>3. Мощность, потребляемую из сети.</li> <li>4. Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=4\text{А/мм}^2</math>.</li> <li>5. Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</li> </ol> </ol> <p>Нарисовать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</li> <li>б) Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</li> </ol> <p>18. Вариант №18.</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>Трехфазный вентильный преобразователь на тиристорах по схеме с нулевым выводом работает в режиме инвертирования и подключен к сети <math>U_{сети}=380В</math>; первичные обмотки трансформатора включены по схеме треугольник;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Угол управления <math>\beta=35^\circ</math>;</li> <li>2. Величина источника постоянного напряжения <math>E_0=100В</math>;</li> <li>3. Суммарное активное сопротивление потерь <math>r_{потерь}=2\text{ Ом}</math>;</li> <li>4. Мощность, отбираемая от источника постоянного напряжения <math>P_0=1\text{ кВт}</math>;</li> <li>5. Индуктивность <math>L_d=5\text{ Гн}</math>;</li> <li>6. индуктивность рассеяния трансформатора <math>L_a=5\text{ мГн}</math>;</li> <li>7. падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{ак}=4В</math>.</li> <li>8. Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток светодиода <math>10\text{ мА}</math>.</li> </ol> <p>Определить:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коэффициент трансформации трансформатора;</li> <li>2. Время, предоставленное на восстановление управляющих свойств тиристора <math>t_{вост}</math> без учета коммутационных процессов. (Для студентов ИРЭ: определить угол коммутации <math>\gamma</math> и время, предоставленное на восстановление управляющих свойств тиристора <math>t_{вост}</math> с учетом коммутационных процессов).</li> <li>3. Допустимые параметры вентиля: <math>I_a.\text{доп.}</math>, <math>I_a.\text{max.доп.}</math>, <math>U_{ак. max.доп.}</math>.</li> <li>4. Расчетную мощность трансформатора <math>P_t</math>.</li> <li>5. Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора.</li> <li>6. Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</li> </ol> <p>Нарисовать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</li> <li>б) Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом активных потерь, потерь на диодах и коммутационных потерь.</li> <li>в) Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</li> <li>г) Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.</li> <li>д) Внешнюю характеристику.</li> </ol> <p>19. Вариант №19.</p> <p>Шестифазный вентильный преобразователь на тиристорах по схеме с нулевым выводом без фильтра работает в режиме выпрямления и питается от сети; первичные обмотки трансформатора включены по схеме треугольник;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Напряжение на нагрузке при <math>\alpha=0</math> <math>U_n=100В</math>.</li> <li>2. Сопротивление нагрузки <math>R_n=10\text{ Ом}</math>;</li> <li>3. Индуктивность рассеяния трансформатора <math>L_a=2\text{ мГн}</math>;</li> <li>4. Падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{ак}=4В</math>.</li> </ol> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>5.Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода 10мА.</p> <p>Определить:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math>.</li> <li>2.Допустимые параметры вентиля при максимальной величине напряжения источника питания: <math>I_a</math>.доп., <math>I_a</math>.max.доп. <math>U_{ак}</math>. max.доп..</li> <li>3.Расчетную мощность трансформатора <math>P_t</math>.</li> <li>4.Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=5\text{А/мм}^2</math>.</li> <li>5.Диапазон изменения угла <math>\alpha</math> для обеспечения стабильной величины напряжения на нагрузке при колебаниях напряжения источника питания.</li> <li>6.Необходимый коэффициент сглаживания фильтра для получения коэффициент пульсации напряжения на нагрузке <math>\gamma_n=0,2\%</math></li> <li>7.Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</li> </ol> <p>Нарисовать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а)Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</li> <li>б)Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом активных потерь и на диодах.</li> <li>в)Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</li> <li>г)Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.</li> <li>д)Внешнюю характеристику.</li> </ol> <p>20.Вариант №20.</p> <p>Шестифазный вентильный преобразователь на тиристорах по схеме с нулевым выводом с L фильтром работает в режиме выпрямления и питается от сети; первичные обмотки трансформатора включены по схеме треугольник;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.величина напряжения на нагрузке <math>U_n=100\text{В}</math> при <math>U_{сети.min}</math>;</li> <li>2.сопротивление нагрузки <math>R_n=10\text{ Ом}</math>;</li> <li>3.коэффициент пульсации на нагрузке <math>\gamma_{нагр.}=1\%</math>;</li> <li>4.индуктивность рассеяния трансформатора <math>L_a=10\text{мГн}</math>;</li> <li>5.падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{ак}=4\text{В}</math>.</li> <li>6.Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода 10мА.</li> </ol> <p>Определить:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math> при <math>U_n=100\text{В}</math> и <math>U_{сети.min}</math>, угол управления <math>\alpha=0</math>.</li> <li>2.Диапазон изменения угла <math>\alpha</math> для обеспечения стабильной величины напряжения на нагрузке при колебаниях напряжения источника питания.</li> <li>3.Величину индуктивности фильтра <math>L_f</math>.</li> <li>4.Допустимые параметры вентиля: <math>I_a</math>., <math>I_a</math>.max. <math>U_{ак}</math>. max. при <math>U_{сети.max}</math> и <math>\alpha=0</math>.</li> </ol> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>5.Расчетную мощность трансформатора <math>P_t</math>.</p> <p>6.Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=5\text{А/мм}^2</math>.</p> <p>7.Ток в сетевом проводе.</p> <p>8.Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</p> <p>Нарисовать:</p> <p>а)Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</p> <p>б)Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом потерь и на диодах и коммутационных потерь.</p> <p>с)Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</p> <p>д)Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.</p> <p>е)Внешнюю характеристику.</p> <p>21.Вариант №21.</p> <p>Шестифазный вентильный преобразователь на тиристорах по схеме с нулевым выводом с LC фильтром работает в режиме выпрямления и питается от сети <math>U_{\text{сети}}=220\text{В}</math>; первичные обмотки трансформатора включены по схеме звезда;</p> <p>1.величина напряжения на нагрузке <math>U_n=50\text{В}</math>;</p> <p>2.сопротивление нагрузки <math>R_n=5\text{ Ом}</math>;</p> <p>3.коэффициент пульсации на нагрузке <math>\alpha_{\text{нагр.}}=1\%</math>;</p> <p>4.индуктивность рассеяния трансформатора <math>L_a=2\text{мГн}</math>;</p> <p>5.падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{\text{ак}}=2\text{В}</math>.</p> <p>6.Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода <math>10\text{мА}</math>.</p> <p>Определить:</p> <p>1.Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math>.</p> <p>2.Величину индуктивности фильтра <math>L_f</math>, если <math>C=500\text{ мкФ}</math>.</p> <p>3.Допустимые параметры вентиля: <math>I_a.\text{доп.}</math>, <math>I_a.\text{max.доп.}</math>, <math>U_{\text{ак. max.доп.}}</math>.</p> <p>4.Расчетную мощность трансформатора <math>P_t</math>.</p> <p>5.Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=5\text{А/мм}^2</math>.</p> <p>6.Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</p> <p>Нарисовать:</p> <p>а)Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</p> <p>б)Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом потерь и на диодах и коммутационных потерь.</p> <p>с)Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</p> <p>д)Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.</p> <p>е)Внешнюю характеристику.</p> <p>22.Вариант №22.</p> <p>Шестифазный неуправляемый выпрямитель по схеме с</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>нулевым выводом с С фильтром питается от сети, первичные обмотки соединены по схеме треугольник</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>U_{сети}=220В</math>;</li> <li>2. величина напряжения на нагрузке <math>U_n=24В</math>;</li> <li>3. Ток нагрузки <math>I_n=1 А</math>;</li> <li>4. коэффициент пульсации на нагрузке <math>\alpha_{нагр.}=5\%</math>.</li> <li>5. Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода <math>10mA</math>.</li> </ol> <p>Определить:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math>.</li> <li>2. Величину емкости фильтра <math>C_f</math>. Активным сопротивлением обмоток трансформатора и проводов пренебречь.</li> <li>3. Допустимые параметры вентиля: <math>I_a.доп.</math>, <math>I_a.мах.доп.</math>, <math>U_{ак.мах.доп.}</math>.</li> <li>4. Расчетную мощность трансформатора.</li> <li>5. Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=4A/mm^2</math>.</li> <li>6. Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</li> </ol> <p>Нарисовать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</li> <li>б) Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</li> <li>в) Внешнюю характеристику с указанием рабочей точки.</li> </ol> <p>23. Вариант №23.</p> <p>Шестифазный вентильный преобразователь на диодах по схеме с нулевым выводом заряжает аккумулятор и питается от сети <math>U_{сети}=380В</math>; первичные и вторичные обмотки трансформатора включены по схеме звезда;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t=17,15</math>;</li> <li>2. Величина источника постоянного напряжения <math>E_0=14В</math> ;</li> <li>3. Суммарное активное сопротивление потерь <math>\rho_{потерь}=0,5 Ом</math>;</li> <li>4. Падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta u_{ак}=2В</math>.</li> <li>5. Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода <math>10mA</math>.</li> </ol> <p>Определить:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зарядный ток аккумулятора</li> <li>2. Допустимые параметры вентиля: <math>I_a.доп.</math>, <math>I_a.мах.доп.</math>, <math>U_{ак.мах.доп.}</math>.</li> <li>3. Расчетную мощность трансформатора.</li> <li>4. Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=4A/mm^2</math>.</li> <li>5. Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</li> </ol> <p>Нарисовать:</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>с) Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</p> <p>д) Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</p> <p>24. Вариант №24.</p> <p>Шестифазный вентильный преобразователь на тиристорах по схеме с нулевым выводом работает в режиме инвертирования и подключен к сети <math>U_{\text{сети}}=380\text{В}</math>; первичные обмотки трансформатора включены по схеме треугольник;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Угол управления <math>\beta=50^\circ</math>;</li> <li>2. Величина источника постоянного напряжения <math>E_0=100\text{В}</math> ;</li> <li>3. Суммарное активное сопротивление потерь <math>r_{\text{потерь}}=2\text{ Ом}</math>;</li> <li>4. Мощность, отбираемая от источника постоянного напряжения <math>P_0=1\text{ кВт}</math>;</li> <li>5. Индуктивность <math>L_d=5\text{ Гн}</math>;</li> <li>6. индуктивность рассеяния трансформатора <math>L_a=5\text{ мГн}</math>;</li> <li>7. падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{\text{ак}}=4\text{В}</math>.</li> <li>8. Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода <math>10\text{мА}</math>.</li> </ol> <p>Определить:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коэффициент трансформации трансформатора;</li> <li>2. Время, предоставленное на восстановление управляющих свойств тиристора <math>t_{\text{вост}}</math> без учета коммутационных процессов. (Для студентов ИРЭ: определить угол коммутации <math>\gamma</math> и время, предоставленное на восстановление управляющих свойств тиристора <math>t_{\text{вост}}</math> с учетом коммутационных процессов).</li> <li>3. Допустимые параметры вентилей: <math>I_a.\text{доп.}</math>, <math>I_a.\text{max.доп.}</math>, <math>U_{\text{ак. max.доп.}}</math>.</li> <li>4. Расчетную мощность трансформатора <math>P_t</math>.</li> <li>5. Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=3\text{ А/мм}^2</math>.</li> <li>6. Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</li> </ol> <p>Нарисовать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</li> <li>б) Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом активных потерь, потерь на диодах и коммутационных потерь.</li> <li>с) Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</li> <li>д) Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.</li> <li>е) Внешнюю характеристику.</li> </ol> <p>25. Вариант №25.</p> <p>Трехфазный вентильный преобразователь на тиристорах по мостовой схеме без фильтра работает в режиме выпрямления и питается от сети <math>U_{\text{сети}}=220\text{В}</math>; первичные</p> |



| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>обмотки трансформатора включены по схеме звезда;<br/> 1. Напряжение на нагрузке при <math>\alpha=0</math> <math>U_H=100V</math>.<br/> 2. Сопротивление нагрузки <math>R_H=10 \text{ Ом}</math>;<br/> 3. Индуктивность рассеяния трансформатора <math>L_a=2\text{мГн}</math>;<br/> 4. Падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{ак}=4V</math>.<br/> 5. Светодиодный индикатор включения преобразователя.<br/> Максимально допустимый ток фотодиода <math>10\text{мА}</math>.<br/> Определить:<br/> 1. Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math>.<br/> 2. Допустимые параметры вентилей при максимальной величине напряжения источника питания: <math>I_a.\text{доп.}</math>, <math>I_a.\text{max.доп.}</math>, <math>U_{ак. max.доп.}</math>.<br/> 3. Расчетную мощность трансформатора <math>P_t</math>.<br/> 4. Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=5\text{А/мм}^2</math>.<br/> 5. Диапазон изменения угла <math>\alpha</math> для обеспечения стабильной величины напряжения на нагрузке при колебаниях напряжения источника питания.<br/> 6. Необходимый коэффициент сглаживания фильтра для получения коэффициента пульсации напряжения на нагрузке <math>q_H=0,1\%</math><br/> 7. Величину ограничивающего сопротивления светодиода.<br/> Нарисовать:<br/> а) Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.<br/> б) Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом активных потерь и на диодах<br/> в) Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.<br/> г) Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.<br/> д) Внешнюю характеристику.<br/> 26. Вариант №26.<br/> Трехфазный вентильный преобразователь на тиристорах по мостовой схеме с <math>L_{\text{фильтром}}</math> работает в режиме выпрямления и питается от сети; первичные обмотки трансформатора включены по схеме звезда, вторичные по схеме звезда;<br/> 1. величина напряжения на нагрузке <math>U_H=100V</math> при <math>U_{\text{сети.min}}</math>;<br/> 2. сопротивление нагрузки <math>R_H=10 \text{ Ом}</math>;<br/> 3. коэффициент пульсации на нагрузке <math>q_{\text{нагр.}}=0,5\%</math>;<br/> 4. индуктивность рассеяния трансформатора <math>L_a=1\text{мГн}</math>;<br/> 5. падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{ак}=2V</math>.<br/> 6. Светодиодный индикатор включения преобразователя.<br/> Максимально допустимый ток фотодиода <math>10\text{мА}</math>.<br/> Определить:<br/> 1. Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math> при <math>U_H=100V</math> и <math>U_{\text{сети.min}}</math>, угол управления <math>\alpha=0</math>.</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>2. Диапазон изменения угла <math>\alpha</math> для обеспечения стабильной величины напряжения на нагрузке при колебаниях напряжения источника питания.</p> <p>3. Величину индуктивности фильтра <math>L_f</math>.</p> <p>4. Параметры вентиля: <math>I_{a...}</math>, <math>I_{a.max}</math>. <math>U_{ак. max..}</math> при <math>U_{сети.max}</math> и <math>\alpha=0</math>.</p> <p>5. Расчетную мощность трансформатора <math>P_t</math>.</p> <p>6. Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=5 \text{ А/мм}^2</math>.</p> <p>7. Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</p> <p>Нарисовать:</p> <p>а) Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</p> <p>б) Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом потерь и на диодах и коммутационных потерь.</p> <p>с) Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</p> <p>д) Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.</p> <p>е) Внешнюю характеристику.</p> <p>27. Вариант №27.</p> <p>Трехфазный вентильный преобразователь на тиристорах по мостовой схеме с LC фильтром работает в режиме выпрямления и питается от сети; первичные обмотки трансформатора включены по схеме треугольник, вторичные по схеме звезда;</p> <p>1. величина напряжения на нагрузке <math>U_n=100 \text{ В}</math> при <math>U_{сети.min}</math>;</p> <p>2. сопротивление нагрузки <math>R_n=10 \text{ Ом}</math>;</p> <p>3. коэффициент пульсации на нагрузке <math>\alpha_{нагр.}=0,1\%</math>;</p> <p>4. индуктивность рассеяния трансформатора <math>L_a=2 \text{ мГн}</math>;</p> <p>5. падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{ак}=3 \text{ В}</math>.</p> <p>6. Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода <math>10 \text{ мА}</math>.</p> <p>Определить:</p> <p>1. Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math> при <math>U_n=100 \text{ В}</math> и <math>U_{сети.min}</math>, угол управления <math>\alpha=0</math>.</p> <p>2. Диапазон изменения угла <math>\alpha</math> для обеспечения стабильной величины напряжения на нагрузке при колебаниях напряжения источника питания.</p> <p>3. Величину индуктивности фильтра <math>L_f</math>, если <math>C_f=100 \text{ мкФ}</math>.</p> <p>4. Параметры вентиля: <math>I_{a...}</math>, <math>I_{a.max}</math>. <math>U_{ак. max..}</math> при <math>U_{сети.max}</math> и <math>\alpha=0</math>.</p> <p>5. Расчетную мощность трансформатора <math>P_t</math>.</p> <p>6. Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=5 \text{ А/мм}^2</math>.</p> <p>7. Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</p> <p>Нарисовать:</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>а) Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</p> <p>б) Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом потерь и на диодах и коммутационных потерь.</p> <p>с) Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</p> <p>д) Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.</p> <p>е) Внешнюю характеристику.</p> <p>28. Вариант №28.</p> <p>Трехфазный неуправляемый выпрямитель по мостовой схеме с С фильтром питается от сети, первичные обмотки соединены по схеме треугольник</p> <p>1. <math>U_{\text{сети}} = 380\text{В}</math>;</p> <p>2. величина напряжения на нагрузке <math>U_{\text{н}} = 24\text{В}</math>;</p> <p>3. Ток нагрузки <math>I_{\text{н}} = 1\text{ А}</math>;</p> <p>4. коэффициент пульсации на нагрузке <math>\alpha_{\text{нагр.}} = 5\%</math>.</p> <p>5. Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода <math>10\text{мА}</math>.</p> <p>Определить:</p> <p>1. Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_{\text{т}}</math>.</p> <p>2. Величину емкости фильтра <math>C_{\text{ф}}</math>. Активным сопротивлением обмоток трансформатора и проводов пренебречь.</p> <p>3. Допустимые параметры вентиля: <math>I_{\text{а.доп.}}</math>, <math>I_{\text{а.мах.доп.}}</math>, <math>U_{\text{ак.мах.доп.}}</math>.</p> <p>4. Расчетную мощность трансформатора.</p> <p>5. Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j = 4\text{А/мм}^2</math>.</p> <p>6. Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</p> <p>Нарисовать:</p> <p>а) Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</p> <p>б) Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</p> <p>с) Внешнюю характеристику с указанием рабочей точки.</p> <p>29. Вариант №29.</p> <p>Трехфазный вентильный преобразователь на диодах по мостовой без фильтра заряжает аккумулятор и питается от сети <math>U_{\text{сети}} = 380\text{В}</math>; первичные и вторичные обмотки трансформатора включены по схеме звезда;</p> <p>1. Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_{\text{т}} = 18,755</math>;</p> <p>2. Величина источника постоянного напряжения <math>E_0 = 25\text{В}</math>;</p> <p>3. Суммарное активное сопротивление потерь <math>\rho_{\text{потерь}} = 0,5\text{ Ом}</math>;</p> <p>4. падение напряжения на открытом тиристоре <math>U_{\text{ак}} = 1\text{В}</math>.</p> <p>5. Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода <math>10\text{мА}</math>.</p> <p>Определить:</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>1.Зарядный ток аккумулятора <math>I_d</math>.</p> <p>2.Допустимые параметры вентилях: <math>I_a</math>.доп., <math>I_a</math>.max.доп. <math>U_{ак}</math>. max.доп. при <math>\alpha=0</math>.</p> <p>3.Расчетную мощность трансформатора <math>P_t</math>.</p> <p>4.Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=4\text{А/мм}^2</math>.</p> <p>5.Величину ограничивающего сопротивления светодиода. Нарисовать:</p> <p>а)Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</p> <p>б)Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</p> <p>30.Вариант №30.</p> <p>Трехфазный вентиляльный преобразователь на тиристорах по мостовой схеме работает в режиме инвертирования и подключен к сети <math>U_{сети}=380\text{В}</math>; первичные обмотки трансформатора включены по схеме звезда;</p> <p>1.Угол управления <math>\beta=30^\circ</math>;</p> <p>2.Величина источника постоянного напряжения <math>E_0=100\text{В}</math> ;</p> <p>3.Суммарное активное сопротивление потерь <math>r_{потерь}=2\text{ Ом}</math>;</p> <p>4.Мощность, отбираемая от источника постоянного напряжения <math>P_0=1\text{ кВт}</math>;</p> <p>5.Индуктивность <math>L_d=5\text{ Гн}</math>;</p> <p>6.индуктивность рассеяния трансформатора <math>L_a=1\text{мГн}</math>;</p> <p>7.падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{ак}=4\text{В}</math>.</p> <p>8.Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода <math>10\text{мА}</math>.</p> <p>Определить:</p> <p>1.Коэффициент трансформации трансформатора;</p> <p>2.Время, предоставленное на восстановление управляющих свойств тиристора <math>t_{вост}</math> без учета коммутационных процессов. (Для студентов ИРЭ: определить угол коммутации <math>\gamma</math> и время, предоставленное на восстановление управляющих свойств тиристора <math>t_{вост}</math> с учетом коммутационных процессов).</p> <p>3.Допустимые параметры вентилях: <math>I_a</math>.доп., <math>I_a</math>.max.доп. <math>U_{ак}</math>. max.доп.</p> <p>4.Расчетную мощность трансформатора <math>P_t</math>.</p> <p>5.Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=3\text{А/мм}^2</math>.</p> <p>6.Величину ограничивающего сопротивления светодиода. Нарисовать:</p> <p>а)Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</p> <p>б)Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом активных потерь, потерь на диодах и коммутационных потерь.</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>с)Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.<br/> d)Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.<br/> е)Внешнюю характеристику.</p> <p>31.Вариант №31.<br/> Однофазный вентильный преобразователь на тиристорах по схеме с нулевым выводом без фильтра работает в режиме выпрямления и питается от сети;<br/> 1.величина напряжения на нагрузке <math>U_n=5В</math> при <math>U_{сети.min}</math>;<br/> 2.сопротивление нагрузки <math>R_n=5\text{ Ом}</math>;<br/> 3.падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{ак}=1В</math>.<br/> 4.Суммарное активное сопротивление потерь <math>\rho_{потерь}=0,5\text{ Ом}</math>.<br/> Определить:<br/> 1.Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math> при <math>U_n=5В</math> и <math>U_{сети.min}</math>, угол управления <math>\alpha=0</math>.<br/> 2.Диапазон изменения угла <math>\alpha</math> для обеспечения стабильной величины напряжения на нагрузке при колебаниях напряжения источника питания.<br/> 3.Коэффициент пульсации выходного напряжения.<br/> 4.Параметры вентилей: <math>I_a</math>., <math>I_{a.max}</math>. <math>U_{ак.max}</math> при <math>U_{сети.max}</math> и <math>\alpha=0</math>.<br/> 5.Расчетную мощность трансформатора.<br/> 6.Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=5А/мм^2</math>.<br/> 7.Величину ограничивающего сопротивления светодиода.<br/> 8.Необходимый коэффициент сглаживания фильтра для получения коэффициент пульсации напряжения на нагрузке <math>q_n=0,5\%</math><br/> Нарисовать:<br/> а)Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.<br/> b)Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом активных потерь и на диодах.<br/> с)Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.<br/> d)Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.<br/> е)Внешнюю характеристику.</p> <p>32.Вариант №32.<br/> Однофазный вентильный преобразователь на тиристорах по схеме с нулевым выводом с <math>L</math> фильтром работает в режиме выпрямления и питается от сети;<br/> 1.величина напряжения на нагрузке <math>U_n=20В</math> при <math>U_{сети.min}</math>;<br/> 2.сопротивление нагрузки <math>R_n=5\text{ Ом}</math>;<br/> 3.коэффициент пульсации на нагрузке <math>q_{нагр.}=1\%</math> при использовании <math>L\phi</math>;</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>4.индуктивность рассеяния трансформатора <math>L_a=5\text{мГн}</math>;</p> <p>5.падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{ак}=2\text{В}</math>.</p> <p>6.Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода <math>10\text{мА}</math>.</p> <p>Определить:</p> <p>1.Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math> при <math>U_n=20\text{В}</math> и <math>U_{сети.min}</math>, угол управления <math>\alpha=0</math>.</p> <p>2.Диапазон изменения угла <math>\alpha</math> для обеспечения стабильной величины напряжения на нагрузке при колебаниях напряжения источника питания.</p> <p>3.Величину индуктивности фильтра <math>L_f</math>.</p> <p>4.Параметры вентилей: <math>I_a</math>., <math>I_a.max</math>. <math>U_{ак. max}</math>. при <math>U_{сети.max}</math> и <math>\alpha=0</math>.</p> <p>5.Расчетную мощность трансформатора.</p> <p>6.Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=5\text{А/мм}^2</math>.</p> <p>7.Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</p> <p>Нарисовать:</p> <p>а)Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</p> <p>б)Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом потерь и на диодах и коммутационных потерь.</p> <p>с)Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</p> <p>д)Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.</p> <p>е)Внешнюю характеристику.</p> <p>33.Вариант №33.</p> <p>Однофазный вентильный преобразователь на тиристорах по схеме с нулевым выводом с LC фильтром работает в режиме выпрямления и питается от сети;</p> <p>1.величина напряжения на нагрузке <math>U_n=24\text{В}</math> при <math>U_{сети.min}</math>;</p> <p>2.сопротивление нагрузки <math>R_n=4\text{ Ом}</math>;</p> <p>3.коэффициент пульсации на нагрузке <math>q_{нагр.}= 0,5\%</math>;</p> <p>4.индуктивность рассеяния трансформатора <math>L_a=3\text{мГн}</math>;</p> <p>5.падение напряжения на открытом тиристоре <math>\Delta U_{ак}=2\text{В}</math>.</p> <p>6.Светодиодный индикатор включения преобразователя. Максимально допустимый ток фотодиода <math>10\text{мА}</math>.</p> <p>Определить:</p> <p>1.Коэффициент трансформации трансформатора <math>K_t</math> при <math>U_{сети.min}</math>, и угол управления <math>\alpha=0</math>.</p> <p>2.Диапазон изменения угла <math>\alpha</math> для обеспечения стабильной величины напряжения на нагрузке при колебаниях напряжения источника питания.</p> <p>3.Величину индуктивности фильтра <math>L_f</math>, если <math>C_f=1000\text{ мкФ}</math>.</p> <p>4.Параметры вентилей: <math>I_a</math>., <math>I_a.max</math>. <math>U_{ак. max}</math>. при <math>U_{сети.max}</math>.</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>5.Расчетную мощность трансформатора.</p> <p>6..Диаметр провода первичных и вторичных обмоток трансформатора, если допустимая плотность тока <math>j=4\text{А/мм}^2</math>.</p> <p>7.Величину ограничивающего сопротивления светодиода.</p> <p>Нарисовать:</p> <p>а)Принципиальную схему с индикатором на светодиоде, предохранителем и входным тумблером.</p> <p>б)Эквивалентную схему замещения преобразователя с учетом потерь и на диодах и коммутационных потерь.</p> <p>с)Временные диаграммы, поясняющие работу схемы.</p> <p>д)Регулировочную характеристику с указанием на ней рабочего диапазона.</p> <p>е)Внешнюю характеристику.</p> |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 4 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Трехфазный мостовой выпрямитель работает с  $LC$  фильтром.  
 $R_H=100 \text{ Ом}$ .  
 $L$  фильтра=  $0,1 \text{ Гн}$ ,  
 $C$  фильтра=  $100 \text{ мкФ}$   
Определить коэффициент пульсации на нагрузке в процентах.
2. Устройство, принцип работы полууправляемого мостового выпрямителя, работающего в режиме непрерывного тока. Регулировочная характеристика (вывод зависимости, определяющей ход регулировочной характеристики).

### Процедура проведения

Студентам раздаются билеты, даётся время на подготовку не более 60 мин. По истечению времени на подготовку студент предоставляет устный ответ преподавателю с письменным решением задач по билету. Далее производится оценивание студента и присвоение оценки.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-4<sub>ОПК-5</sub> Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств

### Вопросы, задания

1. Двухполупериодный мостовой выпрямитель питается от сети  $U_c=220 \text{ В}$  и работает на активную нагрузку.  
 $K_T=20$ ,  $\Delta U_{ак}=0,9 \text{ В}$ ,  $r_{потерь}=1 \text{ Ом}$ ,  $R_H=7,1 \text{ Ом}$ .  
Нарисовать: а) принципиальную схему;  
б) схему замещения;  
в) форму напряжения на нагрузке.  
Найти величину напряжения на нагрузке.
2. Трехфазный мостовой выпрямитель работает с индуктивным фильтром.  
 $R_H=100 \text{ Ом}$ .  $L_{\text{фильтра}}=1 \text{ Гн}$ . Определить коэффициент пульсации на нагрузке в процентах.
3. Определить величину тока нагрузки трехфазного мостового выпрямителя с активно – индуктивной нагрузкой. Обмотки трансформатора включены по схеме звезда / звезда,  $U_c=220 \text{ В}$ ,  $K_T=12,3$ ,  $\Delta U_{ак}=0,9 \text{ В}$ ,  $r_{потерь}=0$ ,  $R_H=10 \text{ Ом}$ , индуктивность рассеяния трансформатора  $L_a=0,0067 \text{ Гн}$ .  
Нарисовать схему замещения.
4. Начиная с какого минимального угла управления возможно регулирование выходного напряжения в регуляторе переменного напряжения при активно-индуктивной нагрузке:  $R_H=10 \text{ Ом}$ ,  $L=32 \text{ мГн}$ . Нарисовать схему регулятора.
5. Определить величину тока вторичной обмотки трансформатора трехфазного выпрямителя без потерь с активно нагрузкой. Обмотки трансформатора включены по схеме звезда / звезда,  
 $U_c=220 \text{ В}$ ,  $\Delta U_{ак}=0$ ,  $r_{потерь}=0$ ,  $L_a=L_d=0$ ,  $R_H=18 \text{ Ом}$ ,  $K_T=10$ .  
Нарисовать форму тока  $i_2$ .



- 6.Повышающий регулятор постоянного напряжения (РПН) питается от однофазного мостового выпрямителя с  $LC$  фильтром без трансформатора. Определить длительность открытого состояния транзисторного ключа  $t_{on}$ , если:  
 $U_{сети}=220V$ ,  $f_{РПН}=10кГц$ ,  $U_H=400V$ . Активными потерями пренебречь.  
 Нарисовать схему устройства.
- 7.Определить величину зарядного тока аккумулятора, питающегося от однофазного выпрямителя с нулевым выводом.  
 $U_c=220V$ ,  $\Delta U_{ак}=0$ ,  $R=3\text{ Ом}$ ,  $K_t=22$ .  $E_0=7V$   
 Нарисовать форму тока  $i_d$ .
- 8.Какими параметрами характеризуется степень пульсации выпрямленного напряжения и эффективность фильтра? Расчет параметров  $LC$  фильтра. Внешняя характеристика выпрямителя с  $LC$  фильтром.
- 9.Принцип инвертирования. Принцип работы зависимого инвертора в режиме непрерывного тока на примере двухполупериодной схемы.
- 10.Устройство, принцип работы полууправляемого мостового выпрямителя, работающего в режиме непрерывного тока. Регулировочная характеристика (вывод зависимости, определяющей ход регулировочной характеристики).
- 11.Формирование выходного напряжения с переменным углом управления ПЧНС. Объяснить на временных диаграммах тока и напряжения основных гармоник на нагрузке на каких участках и в каком режиме работают составляющие преобразователи при комплексной нагрузке.
- 12.Внешние характеристики мощных неуправляемых выпрямителей (вывод зависимости, определяющей ход выходной характеристики).
- 13.Входная характеристика зависимого инвертора (вывод зависимости, определяющей ход характеристики). Ограничительная характеристика.
- 14.Внешние характеристики мощных управляемых выпрямителей (вывод зависимости, определяющей ход выходной характеристики).

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Сколько выводов имеет диод?

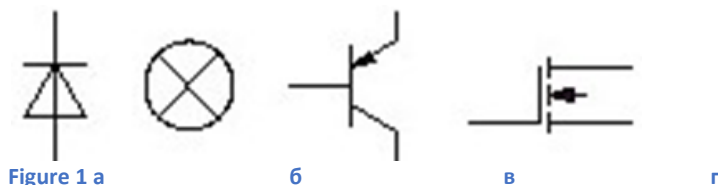
Ответы:

- а. 1
- б. 2
- в. 3
- г. 4

Верный ответ: б

- 2.Выберете верное условное графическое обозначение биполярного  $pnp$ -транзистора:

Ответы:



Верный ответ: в

- 3.На каком рисунке представлена внешняя характеристика выпрямителя?

Ответы:

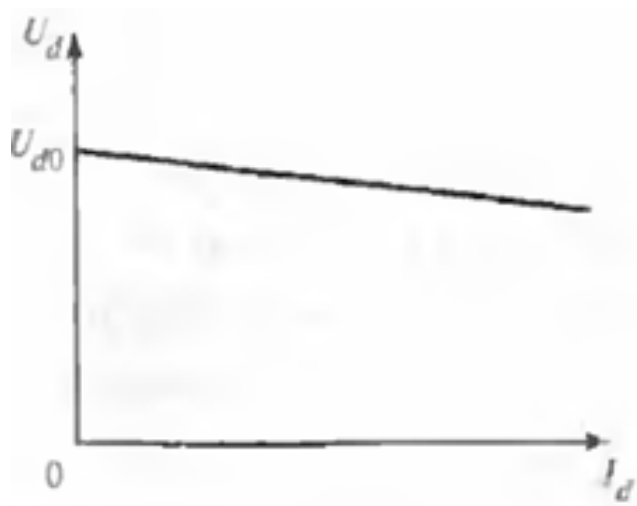


Figure 2 a

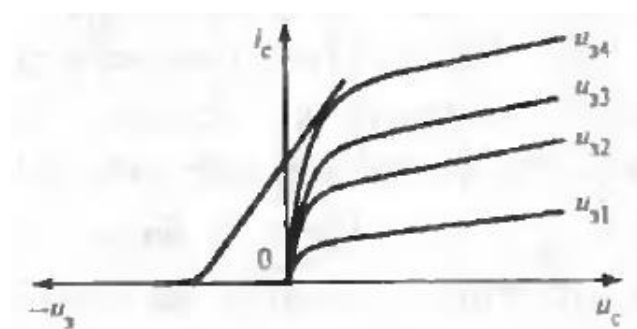


Figure 3 6

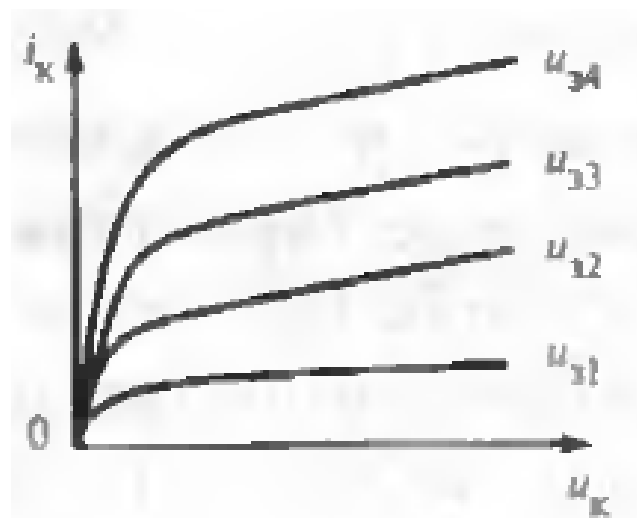


Figure 4 8

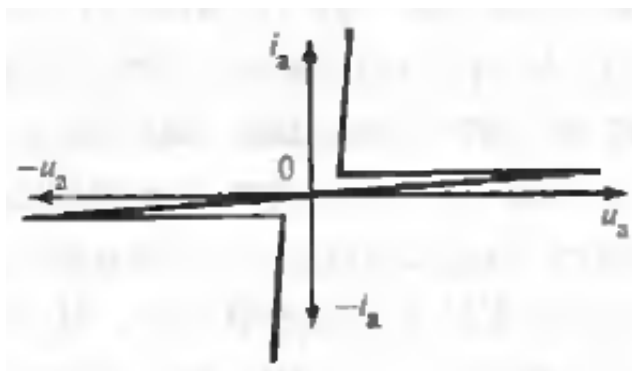


Figure 5 r

Верный ответ: а

4. Какое устройство называется выпрямителем?

Ответы:

- а. устройство, которое преобразует постоянный ток в переменный
- б. устройство, которое преобразует напряжение в ток
- в. устройство, которое преобразует ток в напряжение
- г. устройство, которое преобразует переменный ток в постоянный

Верный ответ: г

5. Дайте определение коэффициенту мощности:

Ответы:

- а. отношение частоты пульсации к частоте питающего напряжения
- б. отношение амплитуды  $k$ -ой гармоники к средневывпрямленному значению напряжения
- в. отношение активной мощности к полной
- г. отношение средневывпрямленного значения напряжения к действующему значению напряжения во вторичной цепи трансформатора

Верный ответ: в

6. На каком рисунке показан трехфазный выпрямитель с LC-фильтром?

Ответы:

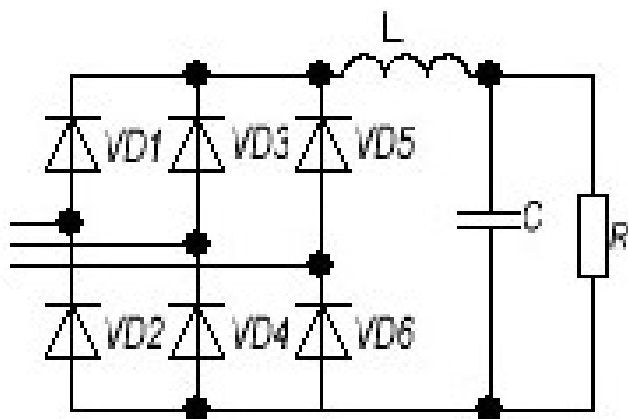


Figure 6 a

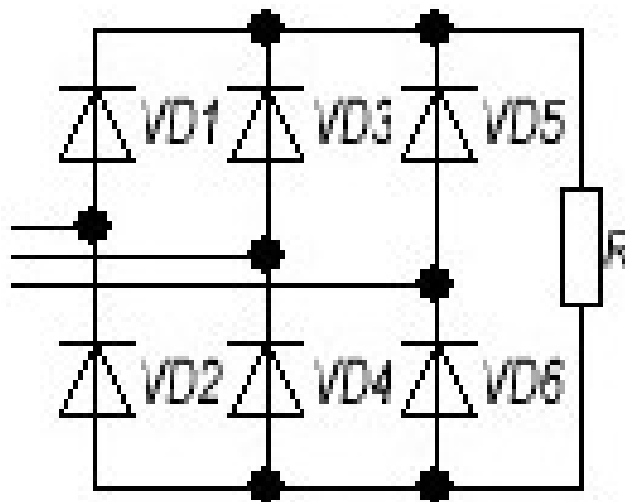


Figure 7 6

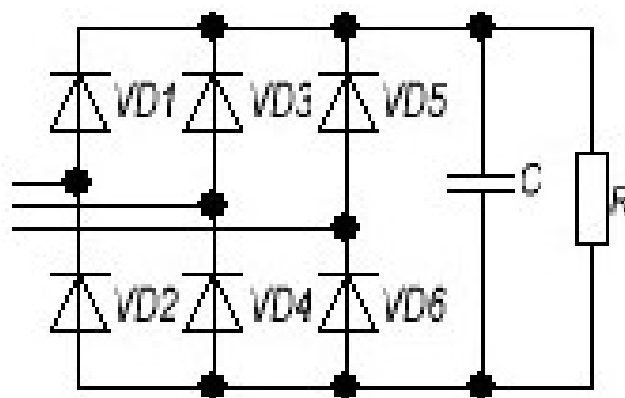


Figure 8 b

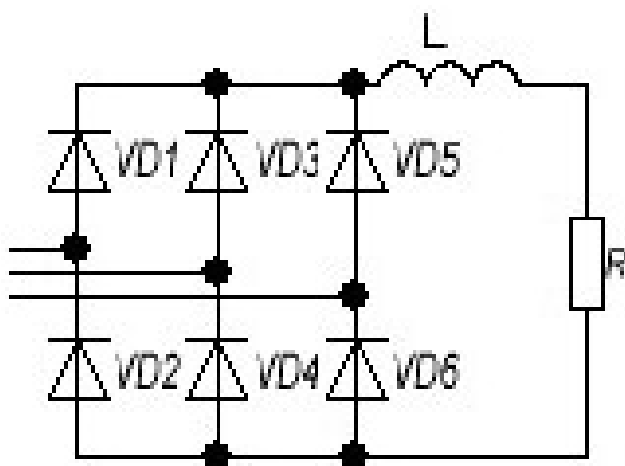


Figure 9 r

Верный ответ: а

7. По какой формуле определяется среднее значение тока вентиля в трехфазной мостовой схеме Ларионова?

Ответы:

$$\text{а. } I_a = \frac{I_d}{8\sqrt{2}}$$

$$\text{б. } I_a = \frac{I_d}{9}$$

$$\text{в. } I_a = 5I_d$$

$$\text{г. } I_a = \frac{I_d}{3}$$

Верный ответ: г

8. Что необходимо учитывать для определения габаритной мощности двухобмоточного трансформатора?

Ответы:

- а. мощность только первичной обмотки трансформатора
- б. мощность только вторичной обмотки трансформатора
- в. мощности первичной и вторичной обмотки трансформатора
- г. мощности обмоток учитывать не нужно

Верный ответ: в

9. Какой коэффициент связывает действующее значение синусоидального тока с амплитудным значением синусоидального тока?

Ответы:

$$\text{а. } 13$$

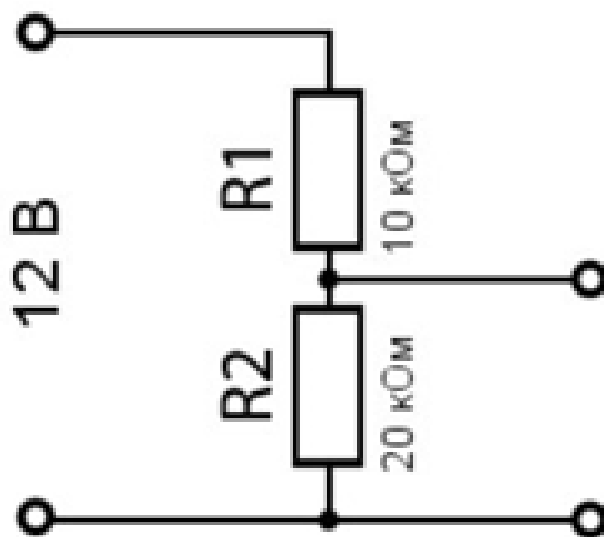
$$\text{б. } \sqrt{2}$$

$$\text{в. } 0.801$$

$$\text{г. } 0.228$$

Верный ответ: б

10. Определите напряжение на выходе резистивного делителя напряжения

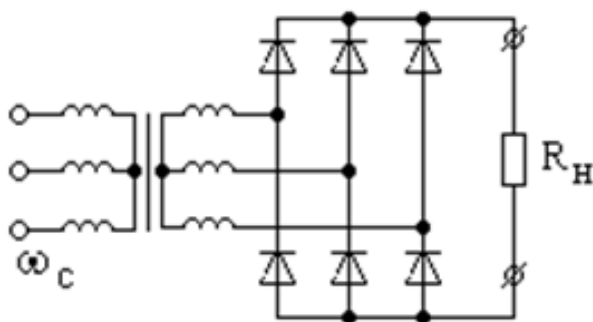


Ответы:

- а. 24 В
- б. 8 В
- в. 14 В
- г. 4 В

Верный ответ: б

11. Схема какого выпрямителя изображена на рисунке?



Ответы:

- а. однофазный
- б. 12-пульсный
- в. 16-пульсный
- г. трехфазный мостовой

Верный ответ: г

12. Применение каких выпрямителей обеспечит наименьшие пульсации выпрямленного напряжения; лучший гармонический состав потребляемого из сети тока и наименьшую расчетную мощность трансформатора?

Ответы:

- а. многофазные
- б. однофазные
- в. однофазные однополупериодные
- г. только однофазные с нулевым выводом

Верный ответ: а

## II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка:* 4 («хорошо»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* Не выполнены условия оценки "3"

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.