

**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: Техногенная безопасность в электроэнергетике и электротехнике**

**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                                           | Боровкова А.М.                |
|  | Идентификатор                                      | Ra5e5ea5f-BorovkovaAM-0b2d7cd |

А.М.  
Боровкова

Заведующий  
выпускающей  
кафедрой

|  |                                                    |                                 |
|--|----------------------------------------------------|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|  | Владелец                                           | Кондратьева О.Е.                |
|  | Идентификатор                                      | R4c792df8-KondratyevaOYe-7169b3 |

О.Е.  
Кондратьева

## 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: 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)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Раздел дисциплины                                  | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|----------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                                                    | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|                                                    | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 12   | 14   |
| 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 | 30 | 30 | 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 | Знать:<br>основные схемные решения устройств преобразовательной техники<br>принцип работы основных полупроводниковых приборов, их характеристики и параметры<br>Уметь:<br>рассчитывать параметры электронных схем<br>анализировать и синтезировать электронные устройства | КМ-1 Контрольная работа «Элементная база» (Контрольная работа)<br>КМ-2 Защита лабораторной работы №1; «Неуправляемые выпрямители (схема с нулевым выводом)» (Лабораторная работа)<br>КМ-3 Защита лабораторной работы №2; «Неуправляемые выпрямители (мостовая)» (Лабораторная работа)<br>КМ-4 Защита лабораторной работы № 3; «Управляемые выпрямители» (Лабораторная работа) |

## 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 a diode symbol (a triangle pointing right with a vertical line). From the diode, the wire continues to a resistor, represented by a rectangle, labeled 'R'. The wire then goes down and back to the bottom of the voltage source, completing the loop.</p> </div> <p style="text-align: center;"><b>Рис.1</b></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 находится 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="627 293 1262 770" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="758 745 869 786">Рис.2</p> <p data-bbox="627 795 1495 981">3. Трансформатор (потери 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="627 981 858 1014">2.ВАРИАНТ №2</p> <p data-bbox="627 1014 1495 1126">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="627 1126 1495 1238">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="655 1267 1249 1565" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="858 1565 978 1606">Рис.1</p> <p data-bbox="627 1624 1495 1697">2. В схеме рис.2 <math>E_к=10\text{ В}</math>; <math>R_к=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="627 1697 1495 1809">Определить величину напряжения на сопротивлении <math>R_к</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

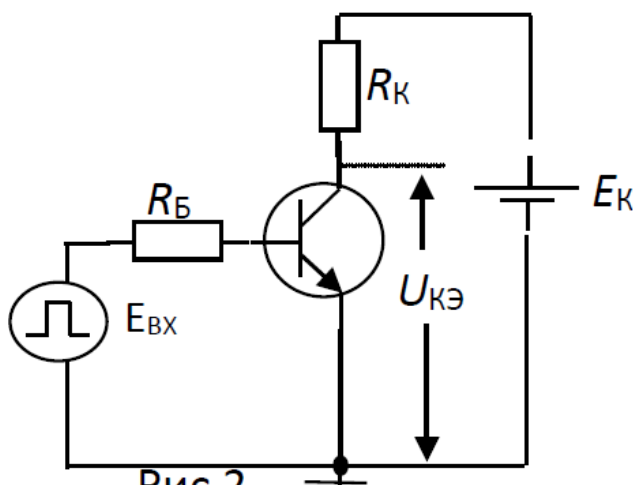


Рис.2

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.

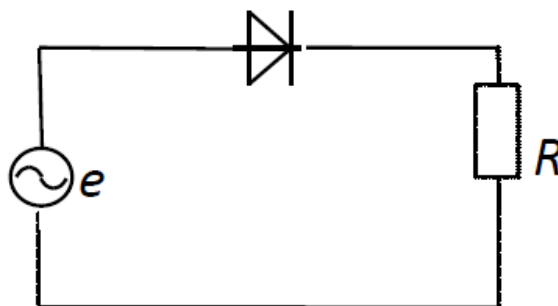


Рис.1

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 770" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="758 745 869 786">Рис.2</p> <p data-bbox="627 795 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 1012">4.ВАРИАНТ №4</p> <p data-bbox="627 1016 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 1164 1396 1234">Определить величину максимального значения падения напряжения на диоде в закрытом состоянии.</p> <div data-bbox="660 1243 1222 1545" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="858 1543 975 1585">Рис.1</p> <p data-bbox="627 1608 1425 1680">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 1684 1476 1792">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

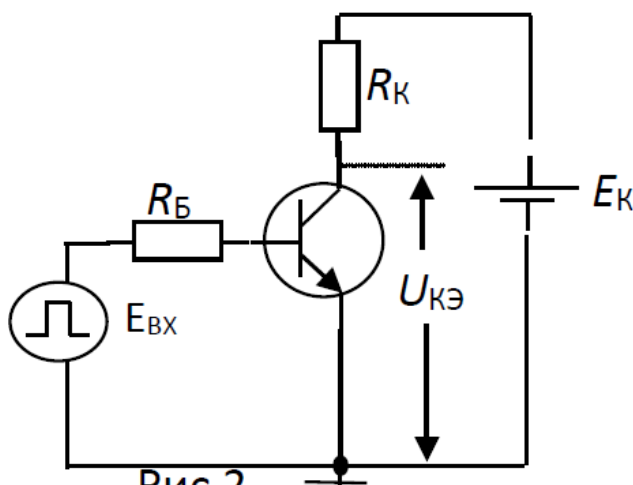


Рис.2

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  $R$ .

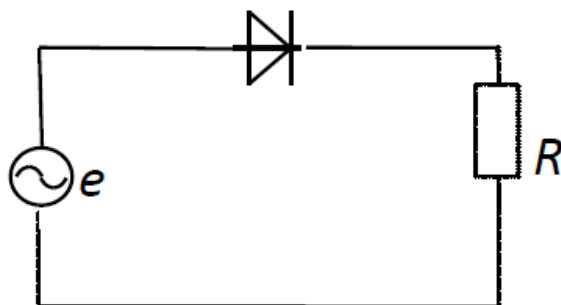
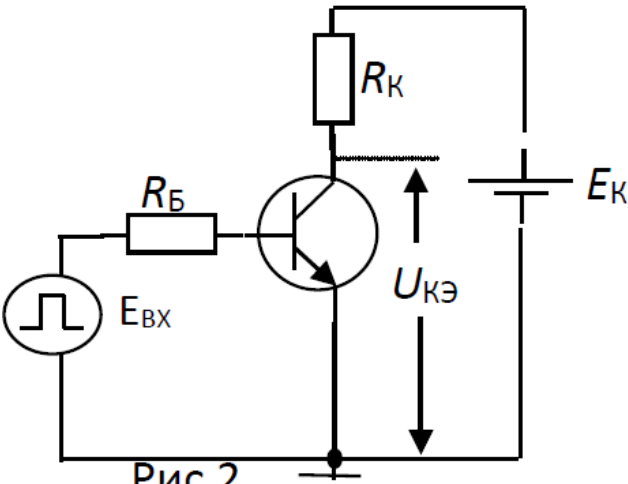


Рис.1

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 style="text-align: center;"><b>Рис.2</b></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 не выполнены условия для оценки "3"

#### 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:** 30

**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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: основные схемные решения устройств преобразовательной техники | 1.Трехфазная нулевая схема выпрямителя. Временные диаграммы и основные расчетные формулы при работе на активную нагрузку без фильтра<br>2.Трехфазная нулевая схема выпрямителя. Режим работы питающего сетевого трансформатора<br>3.Трехфазная нулевая схема выпрямителя. Временные диаграммы и основные расчетные формулы при работе на активно-индуктивную нагрузку                                                                                                                                             |
| 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 $I_I$ 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: даны развернутые ответы на вопрос и задание выполнено в полном объеме*

*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 выполнения задания и выполнена основная его часть*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если: вопросы раскрыты на базовом уровне, выбрано верное направление для выполнения задания, но результаты содержат ошибки

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если не выполнены условия для оценки "3"

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

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: основные схемные решения устройств преобразовательной техники | 1.Трехфазная мостовая схема выпрямителя. Временные диаграммы и основные расчетные формулы при работе на активную нагрузку без фильтра<br>2.Трехфазная мостовая схема выпрямителя. Режим работы питающего сетевого трансформатора<br>3.Трехфазная мостовая схема выпрямителя. Временные диаграммы и основные расчетные формулы при работе на активно-индуктивную нагрузку                             |
| 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 мостовой 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 теоретических временных диаграмм? Почему?<br>4.Почему измеренный ток $I_1$ отличается от расчетного? |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                              |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | 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: даны развернутые ответы на вопрос и задание выполнено в полном объеме

*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 выполнения задания и выполнена основная его часть

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если: вопросы раскрыты на базовом уровне, выбрано верное направление для выполнения задания, но результаты содержат ошибки

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если не выполнены условия для оценки "3"

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

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**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    | 1. Можно ли снять регулировочную характеристику на холостом ходу?<br>2. От чего зависят $I_{dгр}$ и $\alpha_{гр}$<br>3. Как определить экспериментально $I_{dгр}$ и $\alpha_{гр}$<br>4. Что такое граничный ток $I_{dгр}$ и граничный угол $\alpha_{гр}$<br>5. Что такое угол управления $\alpha$ и как он определяется при выполнении работы<br>6. Чем отличаются временные диаграммы (осциллограммы) выпрямленного напряжения $U_d$ и тока $i_d$ в различных режимах при различных видах нагрузки<br>7. Какие переключения нельзя делать при включенному автомате "Модуля питания" |

#### 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 не выполнены условия для оценки "3"*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 4 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Трехфазный мостовой выпрямитель работает с  $LC$  фильтром.  
 $R_H=100 \text{ Ом}$ .  
 $L \text{ фильтра}=0,1 \text{ Гн}$ ,  
 $C \text{ фильтра}=100 \text{ мкФ}$   
Определить коэффициент пульсации на нагрузке в процентах.
2. Устройство, принцип работы полупроводящего 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?

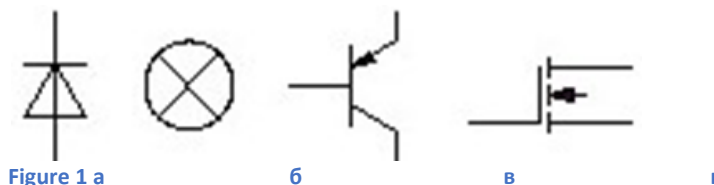
Ответы:

- 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:

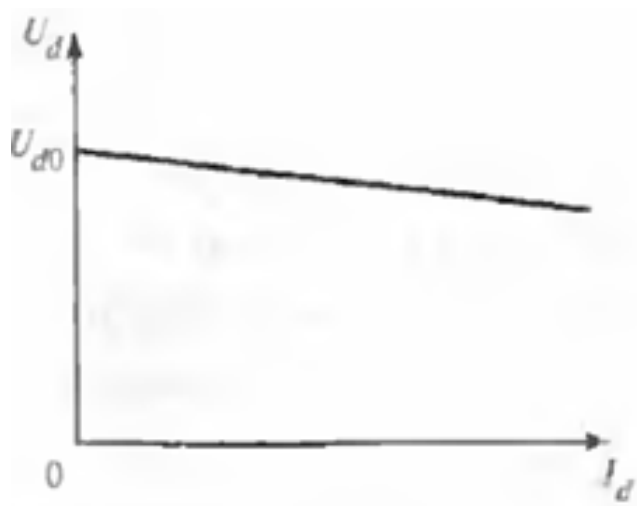


Figure 2 a

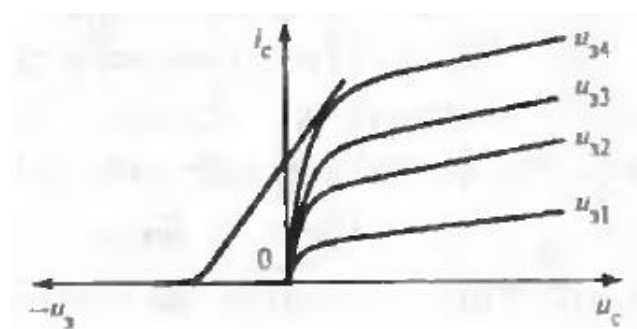


Figure 3 b

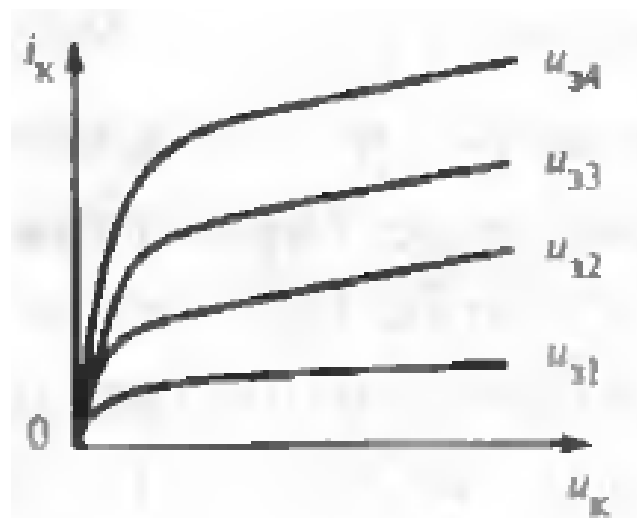


Figure 4 b

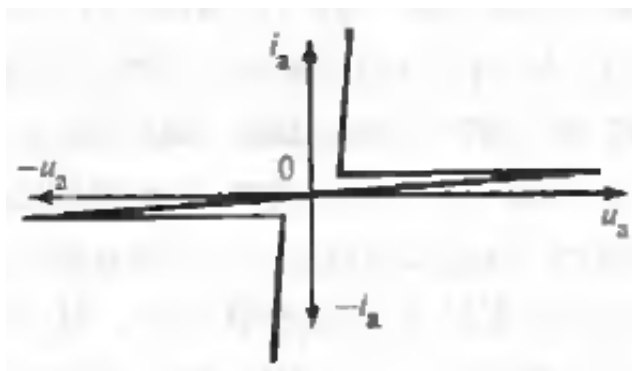


Figure 5 r

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:

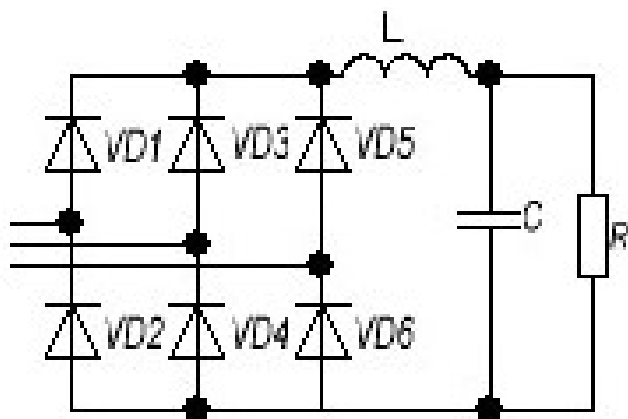


Figure 6 a

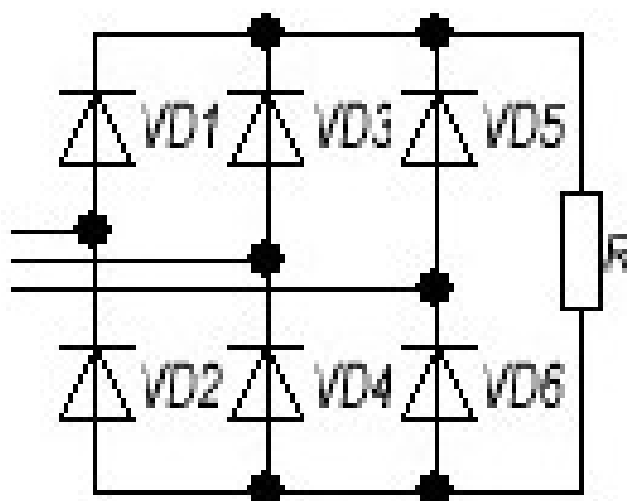


Figure 7 6

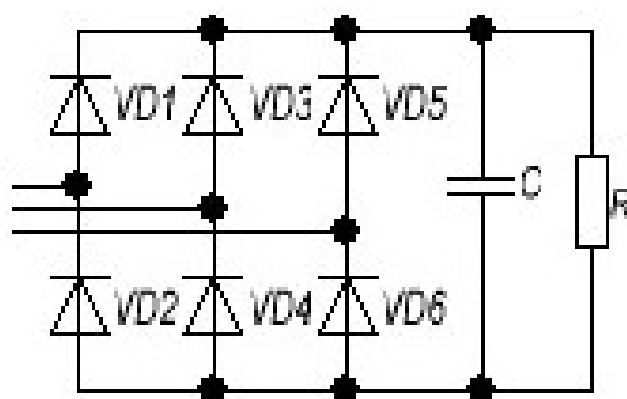


Figure 8 b

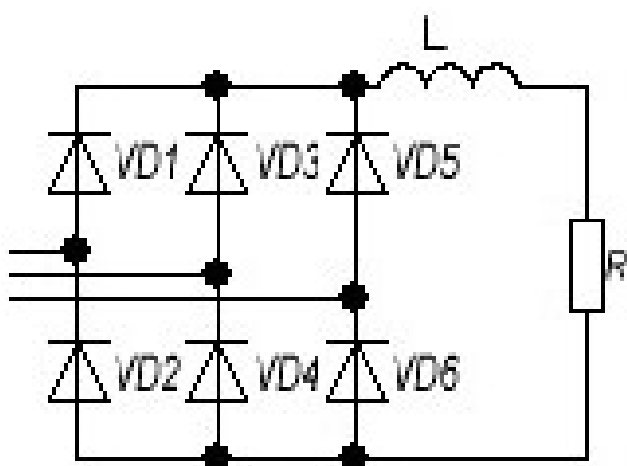


Figure 9 r

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 значения синусоидального тока с амплитудным значением синусоидального тока?

Ответы:

$$\text{а. } 13$$

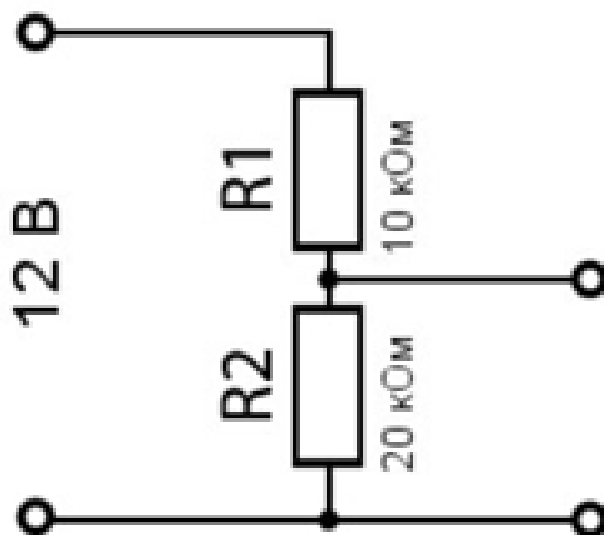
$$\text{б. } \sqrt{2}$$

$$\text{в. } 0.801$$

$$\text{г. } 0.228$$

Верный ответ: б

10. Определите напряжение на выходе резистивного делителя напряжения

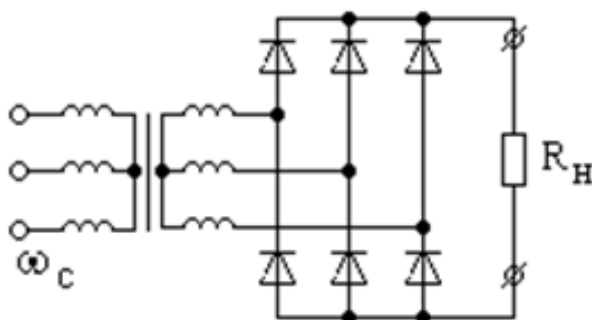


Ответы:

- 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.