

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

Кафедра «Цифровые технологии и платформы   
в электроэнергетике»

**Методические указания**

к практическим занятиям по дисциплине

**«СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ   
СИСТЕМАХ»**

ЗАДАНИЯ НА ВЫПОЛНЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Ростов-на-Дону

2023

УДК 621.382.2/3:621.31

Составитель(и) Синегубов А.П.

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине **«**Силовая электроника в электроэнергетических системах**»**. Задания на выполнение контрольной работы/ сост. Синегубов А.П. – Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2023. –11 с.

Приведены задания на контрольную работу по дисциплине **«**Силовая электроника в электроэнергетических системах» и методические указания по её выполнению. Каждое задание состоит из одной задачи и одного теоретического вопроса.

Предназначены для обучающихся заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 **«**Электроэнергетика и электротехника».

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «ЦТ и П» к.т.н., доцент Юров А.А.

(ученая степень, ученое звание и ФИО руководителя структурного подразделения, ответственного за реализацию ОПОП)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

В печать \_\_\_\_\_\_\_\_\_

Формат 60×84/16. Объем \_\_\_\_\_\_\_ усл. п. л.

Тираж 50 экз. Заказ № \_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:

344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный

технический университет, 2023

© Синегубов А.П.

Контрольное задание состоит из одной задачи и одного теоретического вопроса. Номер варианта выбирается по номеру студента в списке группы.

Методические указания по решению задач содержатся в соответствующих разделах учебника «Основы преобразовательной техники»: учеб. пособие для вузов/ О.З. Попков. – М.: Издательство МЭИ, 2005 – 200 с., предоставленного в электронной форме на сайте ДО.СКИФ электронного курса «Силовая электроника в электрических системах»

1. Варианты задач

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Исходные данные | Схема | Задание |
| 1 | *U*1 = 220 В, *Ud* = 6 В, *Rd* = 6 Ом, допустимая плотность тока *J* = 5 А/мм2. | рис. 1 | Для схемы без потерь определить: предельно допустимые параметры диодов (*I*а, *I*а mах, *U*а.к mах), необходимый коэффициент трансформации трансформатора *K*Т и его расчетную мощность *РТ*, токи, протекающие через первичную *I*1 и вторичную *I* 2 обмотки трансформатора, сечение магнитопровода *S* и диаметр провода вторичной обмотки трансформатора *d.* |
| 2 | *U*1 = 220 В, *Ud* = 12 В, *Rd* = 12 Ом, *J* = 3 А/мм2. |
| 3 | *U*1 = 220 В, *Ud* = 24 В, *Rd* = 16 Ом, *J* = 4 А/мм2. |
| 4 | *U*1 = 220 В, *Ud* = 36 В, *Rd* = 24 Ом, *J* = 5 А/мм2. |
| 5 | *U*1 = 220 В, *Ud* = 12 В, *R*н = 12 Ом, *J* = 3 А/мм2. | рис. 2 |
| 6 | *U*1 = 220 В, *Ud* = 24 В, *R*н = 16 Ом, *J* = 4 А/мм2. |
| 7 | *U*1 = 220 В, *Ud* = 36 В, *R*н = 24 Ом, *J* = 5 А/мм2. |
| 8 | *U*1 = 220 В, *Ud* = 12 В, *R*н = 24 Ом, *J* = 3 А/мм2. |
| 9 | *U*1 *=* 220 В, *К*Т *=* 10, *R*н = 40 Ом, падение напряжения на диоде Δ*U*а.к = 0,7 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора *r*1 = 100 Ом и вторичной  *r*2*=* 1 Ом. | рис. 2 | Вычислить напряжение на нагрузке *Ud* |
| 10 | *U*1 *=* 220 В, *К*Т *=* 20, *R*н = 80 Ом, падение напряжения на диоде Δ*U*а.к = 0,7 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора *r*1 = 100 Ом и вторичной  *r*2*=* 0,5 Ом. |
| 11 | Ток нагрузки изменяется в пределах 0,1—1 А. | рис. 3 | Определить значения *L* и *С* из условия работы выпрямителя в непрерывном режиме во всем диапазоне изменения тока нагрузки при коэффициенте пульсаций *q*H*=* 1 %и *U*H *=* 26 В. |
| 12 | *Е*2= 17,02 В, *Ed*=12 В, *Ia max*=6 A | рис. 4 | Однофазный выпрямитель работает в режиме зарядки аккумулятора. Определить необходимое значение сопротивления *rп*,чтобы максимальное значение тока нагрузки не превышало *Ia max*. Определить угол отсечки θ и параметры вентилей *I*а, *I*а max и *U*а.к mах. |
| 13 | *Е*2= 10 В, *Ed*=6 В, *Ia max*=4 A |
| 14 | Трехфазный выпрямитель с нулевым выводом питается от сети 220 В; *R*H= 20 Ом; *К*Т = 1, *ω*п*L*ф>> *R*H*.* | рис. 5 | Определить:  а) значения напряжения на нагрузке *Ud*;  б) необходимые значения *I*а, *I*а mах и *U*a.к mах для выбираемых вентилей;  в) действующее значение тока, протекающего через первичную обмотку трансформатора *I*1и в сети *I*с;  г) диаметр провода *d* первичной обмотки трансформатора, если допустимая плотность тока *J*=5 А/мм2;  д) расчетную мощность трансформатора *Р*Т |
| 15 | Трехфазный выпрямитель с нулевым выводом питается от сети 220 В; *R*H= 10 Ом; *К*Т = 1, *ω*п*L*ф>> *R*H*.* |
| 16 | Трехфазный мостовой выпрямитель питается от сети 220 В; *R*H= 10 Ом; *К*Т = 10, *ω*п*L*ф>> *R*H*.* | рис. 6 |
| 17 | Трехфазный мостовой выпрямитель питается от сети 220 В; *R*H= 5 Ом; *К*Т = 20, *ω*п*L*ф>> *R*H*.* |
| 18 | Однофазный управляемый выпрямитель по схеме с нулевым выводом питается от сети 220 В и работает с активно-индуктивной нагрузкой в режиме непрерывного тока с малыми пульсациями, *К*Т= 1. | рис. 7 | Нарисовать и объяснить формы напряжения на нагрузке и на диодах при α = 30° и *ха=* 11,38 Ом. Определить значение напряжения на нагрузке при *I*н= 10 А. |
| 19 | Нарисовать и объяснить формы напряжения на нагрузке и на диодах при α = 60°, γ = 0 при работе выпрямителя: а) на активную нагрузку и б) при активно-индуктивной нагрузке в режиме непрерывного тока. Определить значение напряжения на нагрузке *Ud* для обоих случаев. |
| 20 | Однофазный управляемый выпрямитель по мостовой схеме питается от сети 220 В и работает с активно-индуктивной нагрузкой в режиме непрерывного тока с малыми пульсациями. | рис.8 | Найти составляющую полного коэффициента мощности cosφ при α = 30° и γ = 30°. Изменение тока на коммутационном интервале считать линейным (нарисовать на одном графике изменение тока и напряжения). |
| 21 | Анодные индуктивности трехфазного мостового выпрямителя, работающего в режиме непрерывного тока равны 1 Ом. Ток нагрузки изменяется в пределах 0—100 А. Выпрямитель подключен к сети 380 В и работает без трансформатора. |  | Определить диапазон изменения угла α для получения на нагрузке стабильного напряжения, равного 400 В. |
| 22 | Зависимый инвертор выполнен по трехфазной мостовой схеме без трансформатора и подключен к сети 220 В. Суммарное активное сопротивление потерь в цепи постоянного тока *r*п = 0,28 Ом, *Ed* = 260 В, *Id* = 10 А. |  | Определить: а) угол управления β; б) действующее значение тока, отдаваемого инвертором в сеть *I*с. |
| 23 | Зависимый инвертор выполнен по трехфазной схеме с нулевым выводом и подключен к сети 380 В через трансформатор *с К*Т *=* 1. Все обмотки трансформатора соединены в звезду. Активными потерями в схеме пренебречь. |  | Определить угол управления β, если *Ed =* 400 В, *х*а = 1 Ом, *Id* = 100 А. |
| 24 | Однофазный мостовой преобразователь без трансформатора работает на сеть 220 В в режиме инвертирования: *Ed* = 100 В, суммарное активное сопротивление потерь в цепи постоянного тока *r*п = 0,25 Ом, коммутационные потери отсутствуют, угол управления β = 60° |  | Нарисовать схему, определить: а) мощность *РЕ,* отбираемую от источника постоянного тока; б) действующее значение тока, отдаваемого инвертором в сеть; в) время, предоставляемое на восстановление управляющих свойств тиристоров *t*восст. Нарисовать временные диаграммы питающего напряжения и тока в сети *I*сети и определить фазовый сдвиг φ между током и напряжением. |

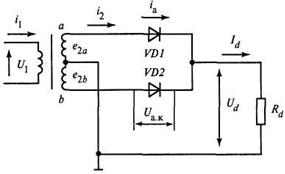


Рис. 1

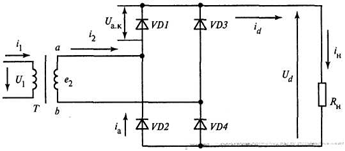


Рис. 2

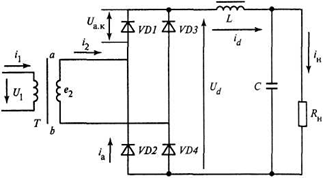


Рис. 3

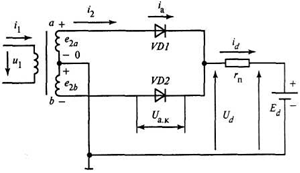


Рис. 4

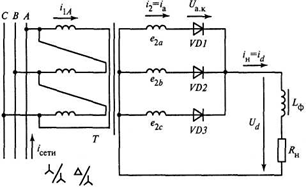


Рис. 5

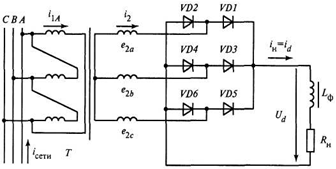


Рис. 6

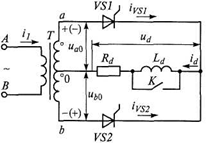


Рис. 7

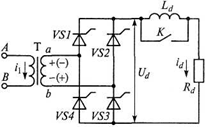


Рис. 8

2. Варианты вопросов

1. Тиристорные регуляторы переменного напряжения. Назначение, схема, временные диаграммы, поясняющие принцип действия.

2. Преобразователь частоты с явно выраженным звеном постоянного тока. Структурная схема и принцип её работы.

3. Преобразователь частоты с непосредственной связью. Схема и временные диаграммы, поясняющие принцип работы.

4. Автономные инверторы. Назначение, область применения и основные разновидности.

5. Однофазный мостовой инвертор, ведомый сетью. Схема и временные диаграммы работы.

6. Однофазный инвертор со средней точкой, ведомый сетью. Схема и временные диаграммы работы.

7. Принцип действия инвертора, ведомого сетью. Переход от режима выпрямления к режиму инвертирования.

8. Трёхфазная мостовая схема управляемого выпрямителя. Принцип действия, расчетные соотношения и характеристики.

9. Однофазная мостовая схема схема управляемого выпрямителя при активно-индуктивной нагрузке. Схема, режимы работы, временные диаграммы, расчетные соотношения и регулировочная характеристика.

10. Однофазная мостовая схема схема управляемого выпрямителя при активной нагрузке. Схема, временные диаграммы её работы, расчетные соотношения и регулировочная характеристика.

11. Однофазная двухполупериодная схема управляемого выпрямителя со средней точкой при активно-индуктивной нагрузке. Схема, режимы работы, временные диаграммы, расчетные соотношения и регулировочная характеристика.

12. Однофазная двухполупериодная схема управляемого выпрямителя со средней точкой при активной нагрузке. Схема, временные диаграммы её работы, расчетные соотношения и регулировочная характеристика.

13. Трёхфазный неуправляемый мостовой выпрямитель. Схема, временные диаграммы её работы, основные расчетные соотношения.

14. Трёхфазный неуправляемый выпрямитель с нулевым выводом обмотки трансформатора. Схема, временные диаграммы её работы, основные расчетные соотношения.

15.Типы сглаживающих фильтров и их расчет. Влияние сглаживающих фильтров на работу выпрямителя.

16.Особенности работы неуправляемых выпрямителей на активно-индуктивную нагрузку.

17. Однофазный неуправляемый мостовой выпрямитель. Схема, временные диаграммы работы на активную нагрузку, основные расчетные соотношения.

18. Однофазный неуправляемый выпрямитель с нулевым выводом. Схема, временные диаграммы работы на активную нагрузку, основные расчетные соотношения.

19. Биполярные транзисторы с изолированным затвором (*IGBT*). Устройство и основные достоинства.

20. Полевые транзисторы. Устройство, виды, основные параметры и характеристики. Ключевой режим работы.

21. Биполярные транзисторы. Устройство, виды, основные параметры и характеристики, режимы работы. Транзисторный ключ.

22. Тиристоры, их виды, основные параметры и характеристики, управление их состоянием.

23. Диоды, их назначение, классификация, основные параметры и характеристики.

24. Принцип действия и основные характеристики автономных инверторов тока.

25. Принцип действия и основные характеристики автономных инверторов напряжения.