

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Минер Шаврмог

Должность: Ректор

Дата подписания: 15.11.2023 09:58:48

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a88865a5875b9fa4504cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.Д.МИЛЛИОНЩИКОВА»**

**Кафедра «Электротехника и электропривод»**

УТВЕРЖДЕН

на заседании кафедры

«\_30\_»\_09\_2023\_г., протокол №\_1\_

— Заведующий кафедрой

Р.А-М. Магомадов



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

«Промышленная электроника»

Направление подготовки

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль подготовки

**«Электропривод и автоматика»**

**Квалификация**

Бакалавр

Составитель  М.В. Дебиев

**Грозный - 2023**

**ПАСПОРТ  
ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**  
Промышленная электроника  
(наименование дисциплины)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1.	Транзисторы.	ОПК-2, ОПК-2.2	Лабораторная работа
2.	Тиристоры.	ОПК-2, ОПК-2.2	Лабораторная работа
3.	Автономные инверторы.	ОПК-2, ОПК-2.2	Собеседование
4.	Активные непосредственные преобразователи частоты	ОПК-2, ОПК-2.2	Собеседование

**ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	<i>Собеседование</i>	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	<i>Контрольная работа</i>	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу учебной дисциплины.	Комплект контрольных заданий по вариантам
3	<i>Расчетно-графическая работа</i>	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы
4	<i>Творческое задание</i>	Частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.	Темы групповых и/или индивидуальных творческих заданий

## ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ)

### 6 семестр ОФО (8 семестр ЗФО)

1. Полупроводниковые диоды. Обозначение, типы и классификация.
  2. Принцип работы.
  3. Тиристоры. Обозначение, типы и классификация.
  4. Транзисторы
  5. Тиристорные регуляторы переменного напряжения. Классификация.
  6. Тиристорные одно- и трехфазные контакторы, схемы, принцип работы, Характеристики.
  7. Преобразователи пониженной частоты, схемное решение, принцип работы.
  8. Тиристорные и транзисторные преобразователи частоты на базе схемы параллельного инвертора тока, генераторы типа ТПЧ.
  9. Тиристорные и транзисторные преобразователи частоты на базе схемы резонансного инвертора напряжения.
  10. Ламповые генераторы частоты, принцип работы, разрешенные частоты для применения.
- 6.2. Темы для докладов
1. Выпрямительные диоды, вольтамперная характеристика, основные параметры.
  2. Особенности выпрямительных диодов на арсениде галлия и с барьером Шоттки.
  3. Работа диода с активной нагрузкой.
  4. Нагрузочная прямая и методы ее построения.
  5. Особенности работы диодов в импульсном режиме.
  6. Выпрямительные диоды, вольтамперная характеристика, основные параметры.
  7. Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом.
  8. Структура, назначение основных областей. Принцип действия.
  9. Полевые транзисторы с изолированным затвором и индуцированным каналом.
  10. Эффекты поля: режим обогащения, обеднения и инверсии приповерхностного слоя.
  11. Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом.
  12. Структура, назначение основных областей. Принцип действия.

В соответствии с положением о балльно-рейтинговой системе оценки учебной деятельности студента ГГНТУ, распределение баллов по видам семестровых отчетностей осуществляется следующим образом:

<i>Виды отчетностей</i>		<i>Баллы(max)</i>		
<i>Оценка</i>	<i>Аттестации</i>	<i>1 атт</i>	<i>2 атт</i>	<i>Всего</i>
<i>деятельности студента в процессе обучения (до 100 баллов)</i>	Текущий контроль	15	15	<b>30</b>
	Рубежный контроль	20	20	<b>40</b>
	Самостоятельная работа	15		<b>15</b>
	Посещаемость	5	10	<b>15</b>
<b>ИТОГО</b>				<b>100</b>

#### **Критерии оценки ответов на теоретические вопросы (текущий контроль):**

- ✓ результат, содержащий полный правильный ответ, полностью – соответствующий требованиям критерия, – максимальное количество баллов;

- ✓ результат, содержащий неполный правильный ответ (степень полноты– ответа – более 60%) или ответ, содержащий незначительные неточности, т.е. ответ, имеющий незначительные отступления от требований критерия, – 75% от максимального количества баллов;
- ✓ результат, содержащий неполный правильный ответ (степень полноты– ответа – от 30 до 60%) или ответ, содержащий значительные неточности, т.е. ответ, имеющий значительные отступления от требований критерия – 40 % от максимального количества баллов;
- ✓ результат, содержащий неполный правильный ответ (степень полноты– ответа – менее 30%), неправильный ответ (ответ не по существу задания) или отсутствие ответа, т.е. ответ, не соответствующий полностью требованиям критерия, – 0 % от максимального количества баллов;

### **НАИМЕНОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ)**

1. Исследование выпрямительных диодов.
2. Исследование тиристоров.
3. Исследование источников питания постоянного тока для электротехнологических установок.
4. Тиристорные источники питания электропечей сопротивления.
5. Исследование трехфазных регуляторов переменного тока, как источников питания для электротехнологических установок.
6. Исследование одно- и трехфазных контакторов
7. Исследование преобразователя частоты на базе схемы инвертора с удвоением частоты
8. Исследование однофазного регулятора переменного напряжения.
9. Исследование трехфазного мостового инвертора напряжения

### **Критерии оценки знаний на защите лабораторной работы:**

Каждая лабораторная работа оценивается отдельно и за нее можно получить максимум – 5 баллов. Количество баллов за каждый элемент оценивания представлено ниже:

«1» балл - Выполнение лабораторной работы (подготовленность к выполнению, осознание цели работы, методов собирания схемы, проведение измерений и фиксирования их результатов, прилежание, самостоятельность выполнения, наличие и правильность оформления необходимых материалов для проведения работы – схема соединений, таблицы записей и т.п.);

«1» балл – Оформление отчета по лабораторной работе (аккуратность оформления результатов измерений, правильность вычислений, правильность выполнения графиков, векторных диаграмм и др.) ;

«1» балл – Правильность и самостоятельность выбора формул для расчетов при оформлении результатов работы;

«1» балл – правильность построения графиков, умение объяснить их характер;

«1» балл – ответы на контрольные вопросы к лабораторной работе.

## КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (РУБЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ)

### *Аттестационные вопросы I рубежная аттестация*

1. Полупроводниковые диоды, обозначение, типы и классификация, принцип работы.
2. Тиристоры, обозначение, типы и классификация. Условия включения и выключения тири-сторов. Цепи управления тиристорами, принципы формирования тока управления
3. Транзисторы, MOSFET-транзисторы, IGBT-транзисторы, драйверы.
4. Вакуумные генераторные лампы, применяемые для электротехнологических высокочастот-ных установок.
5. Однофазные однополупериодные неуправляемые и управляемые выпрямители. Схемы, принципы работы.
6. Однофазные двухполупериодные неуправляемые и управляемые выпрямители. Схемы, принципы работы.
7. Мост Ларионова, схема, принцип работы, основные соотношения.
8. Схема выпрямления – “две обратные звезды с уравнительным реактором”, преобразователи типа ТВ-9.
9. Кольцевая схема выпрямления.
10. Схемы выпрямления с трехфазным индуктивно-емкостным преобразователем, преобразова-тели типа ПИТ.
11. Тиристорные одно- и трехфазные контакторы, схемы, принцип работы, характеристики.
12. Тиристорные регуляторы переменного напряжения. Классификация.

### *1-я рубежная аттестация по дисциплине Билет №1 «Промышленная электроника»*

Ф.И.О.  
Вопросы:

1. Полупроводниковые диоды, обозначение, типы и классификация, принцип работы.
2. Тиристоры, обозначение, типы и классификация.

### *1-я рубежная аттестация по дисциплине Билет №2 «Промышленная электроника»*

Ф.И.О.  
Вопросы:

1. Условия включения и выключения тиристоров.
2. Цепи управления тиристорами, принципы формирования тока управления

*1-я рубежная аттестация по дисциплине*

*Билет №3*

*«Промышленная электроника»*

---

*Ф.И.О.*

*Вопросы:*

1. Транзисторы, MOSFET-транзисторы, IGBT-транзисторы, драйверы.
2. Вакуумные генераторные лампы, применяемые для электротехнологических высокочастотных установок.

*1-я рубежная аттестация по дисциплине*

*Билет №4*

*«Промышленная электроника»*

---

*Ф.И.О.*

*Вопросы:*

1. Однофазные однополупериодные неуправляемые и управляемые выпрямители. Схемы, принципы работы.
2. Однофазные двухполупериодные неуправляемые и управляемые выпрямители. Схемы, принципы работы.

*1-я рубежная аттестация по дисциплине*

*Билет №5*

*«Промышленная электроника»*

---

*Ф.И.О.*

*Вопросы:*

1. Мост Ларионова, схема, принцип работы, основные соотношения.
2. Схема выпрямления – “две обратные звезды с уравнивающим реактором”, преобразователи типа ТВ-9.

*1-я рубежная аттестация по дисциплине*

*Билет №6*

*«Промышленная электроника»*

---

*Ф.И.О.*

*Вопросы:*

1. Кольцевая схема выпрямления.
2. Схемы выпрямления с трехфазным индуктивно-емкостным преобразователем, преобразователи типа ПИТ.

*1-я рубежная аттестация по дисциплине*

*Билет №7*

*«Промышленная электроника»*

---

*Ф.И.О.*

*Вопросы:*

1. Тиристорные одно- и трехфазные контакторы, схемы, принцип работы, характеристики.
2. Тиристорные регуляторы переменного напряжения. Классификация.

*1-я рубежная аттестация по дисциплине  
Билет №8  
«Промышленная электроника»*

---

*Ф.И.О.  
Вопросы:*

1. Однофазные однополупериодные неуправляемые и управляемые выпрямители. Схемы, принципы работы.
2. Мост Ларионова, схема, принцип работы, основные соотношения.

*1-я рубежная аттестация по дисциплине  
Билет №9  
«Промышленная электроника»*

---

*Ф.И.О.  
Вопросы:*

1. Кольцевая схема выпрямления.
2. Тиристоры, обозначение, типы и классификация.

*1-я рубежная аттестация по дисциплине  
Билет №10  
«Промышленная электроника»*

---

*Ф.И.О.  
Вопросы:*

1. Условия включения и выключения тиристоров.
2. Тиристорные регуляторы переменного напряжения.

***Аттестационные вопросы  
II рубежная аттестация***

1. Однофазные тиристорные регуляторы. Схема, принцип работы.
2. Особенности работы однофазных регуляторов переменного напряжения на активно-индуктивную нагрузку.
3. Особенности работы однофазных регуляторов переменного напряжения на активно-емкостную нагрузку.
4. Особенности работы однофазных регуляторов переменного напряжения на трансформатор.
5. Серийные однофазные регуляторы переменного напряжения типа РНТО и РОТ.
6. Трехфазные регуляторы переменного напряжения. Схемы. Принцип работы.
7. Серийные трехфазные регуляторы переменного напряжения типа РНТТ и ПНТТ.
8. Преобразователи пониженной частоты, схемное решение, принцип работы, агрегат пониженной частоты ТВР-9.
9. Тиристорные и транзисторные преобразователи частоты на базе схемы параллельного инвертора тока, генераторы типа ТПЧ.
10. Тиристорные и транзисторные преобразователи частоты на базе схемы резонансного инвертора напряжения.
11. Тиристорные преобразователи частоты на базе схемы инвертора с удвоением частоты, генераторы типа СЧГ.
12. Трехфазные мостовые инверторы напряжения.

2-я рубежная аттестация по дисциплине  
Билет №1  
«Промышленная электроника»

Ф.И.О.

---

Вопросы:

1. Однофазные тиристорные регуляторы. Схема, принцип работы.
2. Особенности работы однофазных регуляторов переменного напряжения на активно-индуктивную нагрузку.

2-я рубежная аттестация по дисциплине  
Билет №2  
«Промышленная электроника»

Ф.И.О.

---

Вопросы:

1. Особенности работы однофазных регуляторов переменного напряжения на активно-емкостную нагрузку.
2. Особенности работы однофазных регуляторов переменного напряжения на трансформатор.

2-я рубежная аттестация по дисциплине  
Билет №3  
«Промышленная электроника»

Ф.И.О.

---

Вопросы:

1. Серийные однофазные регуляторы переменного напряжения типа РНТО и РОТ.
2. Трехфазные регуляторы переменного напряжения. Схемы. Принцип работы.

2-я рубежная аттестация по дисциплине  
Билет №4  
«Промышленная электроника»

Ф.И.О.

---

Вопросы:

1. Серийные трехфазные регуляторы переменного напряжения типа РНТТ и ПНТТ.
2. Преобразователи пониженной частоты, схемное решение, принцип работы, агрегат пониженной частоты ТВР-9.



*2-я рубежная аттестация по дисциплине  
Билет №5  
«Промышленная электроника»*

Ф.И.О.

---

*Вопросы:*

1. Тиристорные и транзисторные преобразователи частоты на базе схемы параллельного инвертора тока, генераторы типа ТПЧ.
2. Тиристорные и транзисторные преобразователи частоты на базе схемы резонансного инвертора напряжения.

*2-я рубежная аттестация по дисциплине  
Билет №6  
«Промышленная электроника»*

Ф.И.О.

---

*Вопросы:*

1. Тиристорные преобразователи частоты на базе схемы инвертора с удвоением частоты, генераторы типа СЧГ.
2. Трехфазные мостовые инверторы напряжения.

*2-я рубежная аттестация по дисциплине  
Билет №7  
«Промышленная электроника»*

Ф.И.О.

---

*Вопросы:*

1. Особенности работы однофазных регуляторов переменного напряжения на трансформатор.
2. Преобразователи пониженной частоты, схемное решение, принцип работы, агрегат пониженной частоты ТВР-9.

*2-я рубежная аттестация по дисциплине  
Билет №8  
«Промышленная электроника»*

Ф.И.О.

---

*Вопросы:*

1. Тиристорные и транзисторные преобразователи частоты на базе схемы резонансного инвертора напряжения.
2. Однофазные тиристорные регуляторы.

2-я рубежная аттестация по дисциплине  
Билет №9  
«Промышленная электроника»

Ф.И.О.

---

Вопросы:

1. Серийные однофазные регуляторы переменного напряжения типа РНТО и РОТ.
2. Тиристорные и транзисторные преобразователи частоты на базе схемы резонансного инвертора напряжения.

2-я рубежная аттестация по дисциплине  
Билет №10  
«Промышленная электроника»

Ф.И.О.

---

Вопросы:

1. Особенности работы однофазных регуляторов переменного напряжения на активно-емкостную нагрузку.
2. Трехфазные мостовые инверторы напряжения.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ)

### Лабораторная работа № 1 Исследование регулятора переменного напряжения на симисторе

#### Цель работы

Целью настоящей лабораторной работы является практическое изучение принципа действия и основных диаграмм напряжения и тока регулятора переменного напряжения.

#### ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Ознакомиться с теоретическими сведениями и методикой расчета схем. Рассчитать регулятор напряжения по схеме рис. 1.1 с выходной мощностью  $P_H = N \cdot 100$  (Вт), где  $N$  – номер по списку. Принять, что угол регулирования в номинальном режиме составляет  $\alpha = \pi/3$ , а входное напряжение  $U_{ВХ} = 220 \pm 10\%$  В, 50 Гц. Сопротивлением источника и симистора пренебречь. По результатам расчетов определить:

1. Параметры цепи управления –  $R1, R2, C1, R3$ .
2. Полную мощность, потребляемую в худшем случае от источника.
3. Тип симистора и диапазон углов его регулирования, если действующее значение выходного напряжения поддерживается на одном уровне с точностью 1 %.

#### 1. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Модульные:

- Симистор VS2 – BT136.
- Двухнаправленный переключатель (SBS) VS1 – КУ503А. • Конденсатор

$C_1$  – МБМ – 160В – 1,5мкФ – 1 шт.

• Резисторы:  $R_H = 240 \text{ Ом}$ ;  $R_1 = 120 \text{ Ом}$ ;  $R_2 = 10 \text{ кОм}$ ;  $R_3 = 75 \text{ Ом}$ . • Шунт для измерения тока  $R_{ш} = 1 \text{ Ом}$ .

• Набор соединительных проводов – 15 шт.

Стационарные:

#### 4. Контрольные вопросы

4.1. Как будут изменяться действующий и средний токи симистора в схеме рис. 1.1 при изменении угла регулирования во всем диапазоне

$\alpha = 0 \cdot \pi$ ?

4.2. Что такое эффект  $dU/dt$ ? В какой схеме (рис.1.1 или рис.1.2)

больше проявляется этот эффект? Почему?

4.3. Каким способом можно ограничить проявление эффекта  $dU/dt$ ? Предложите вариант схемы и поясните способ ее расчета.

4.4. Что такое эффект  $dI/dt$ ? Как/обеспечить защиту симистора или тиристора от возникновения этого эффекта?

4.5. Предложите вариант схемы управления симистором с использованием однопереходного транзистора. Поясните на примере способ расчета элементов, входящих в предложенную схему.

4.6. Предложите вариант схемы управления симистором с использованием программируемого однопереходного тиристора. Поясните на примере способ расчета элементов, входящих в предложенную схему.

4.7. Расскажите каким образом осуществляется расчет амплитуды тока управления для симисторов и тиристорov. Поясните требования, предъявляемые к импульсам управления.

4.8. Расскажите о процессе выключения симистора. Какие параметры характеризуют это явление? Каким образом они определяются?

4.9. Предложите схему стабилизации выходного напряжения на заданном уровне (по среднему выпрямленному значению) при изменении входного питающего напряжения для регулятора по схеме рис. 1.1.

4.10. Предложите схему плавного включения и выключения лампы освещения на основе схемы регулятора переменного напряжения.

### Лабораторная работа № 2

#### Исследование однополупериодных выпрямителей и умножителей напряжения

##### Цель работы

Целью настоящей лабораторной работы является практическое изучение принципа действия и основных характеристик базовых схем однополупериодных выпрямителей и умножителей напряжения.

#### ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Ознакомиться с теоретическими сведениями и методикой расчета схем. Рассчитать однополупериодный выпрямитель по схеме рис. 2.1 с выходной  $P_H = N \cdot 100 \text{ (Вт)}$ , где  $N$  – номер по списку. Принять коэффициент пульсаций выходного напряжения  $K_{П} = N/2 \text{ (%)}$ , а его величину –  $U_H = N \cdot 50 \text{ (В)}$ . Сопротивлением источника и диода пренебречь. Форму потребляемого от источника тока на интервале его протекания считать синусоидальной. По результатам расчетов определить:

- 1) требуемое входное напряжение;
- 2) полную мощность, потребляемую от источника;
- 3) тип диода  $VD$ , емкость и тип конденсатора  $C_{\phi 1}$  с учетом допустимой для него величины пульсации напряжения.

## 1. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

*Модульные:*

- Предохранитель  $F_1$  – 1 шт.
- Диоды  $VD$  КД213А (КД2999) – 2 шт.
- Конденсаторы  $C_{\phi 3}$  и МБМ–160В–0,5мкФ – 2 шт.
- Резисторы  $R_H = 1,2$  кОм – 2 шт.;  $R_H = 82$  кОм – 2 шт. •Шунты  $R_{Ш} = 1$  Ом – 1 шт.
- Набор соединительных проводов – 15 шт.

*Стационарные:*

- Дроссель  $L_{\phi} = L1$ .
- Конденсатор  $C_{\phi 1} = C3$  (полярный!).

## 4. Контрольные вопросы

- 4.1. Как будут изменяться действующий и средний токи диода в схеме (рис. 2.1) при изменении емкости фильтра?
- 4.2. Чем будет определяться минимальное значение угла проводимости диода в схеме (рис. 2.1)?
- 4.3. Как будут изменяться действующий и средний токи  $C_{\phi}$ , при изменении емкости в схеме (рис. 2.1)?
- 4.4. Каким будет угол проводимости диода в схеме (рис. 2.1), если  $R_H C_{\phi} = 1$ мс?
- 4.5. Какие меры необходимо принять для ограничения тока диода в схеме (рис. 2.1) при первоначальном подключении источника?
- 4.6. Как изменятся осциллограммы процессов в схеме (рис. 2.1), если входное напряжение будет прямоугольным (треугольным)?
- 4.7. Как повлияет на процессы в схеме (рис. 2.1) внутреннее со-противление источника питания?
- 4.8. В каких случаях предпочтительно использовать схему рис. 2.2?
- 4.9. Как влияет индуктивность дросселя на ток фильтрового конденсатора в схемах выпрямителей?
- 4.10. Какой будет форма тока источника в схеме (рис. 2.2) при  $R_H = 0$ , если нет (есть)  $VD_0$ ?
- 4.11. Как влияет  $C_{\phi 1}$  в схеме (рис. 2.2) на величину  $U_{H.cр}$ ?
- 4.12. Как изменятся процессы в схеме (рис. 2.2) при прямоугольном входном напряжении?
- 4.13. Почему в схеме (рис. 2.3) пульсация напряжения на нагрузке меньше, чем на каждом конденсаторе?
- 4.14. Каким будет ток короткого замыкания нагрузки в схеме (рис. 2.3)?
- 4.15. Как изменяется напряжение на конденсаторах схемы (рис. 2.3), если к каждому из них будут присоединены неравные сопротивления нагрузки?
- 4.16. Как изменится  $U_{H.cр}$  в схеме (рис. 2.4), если  $C_{\phi 3}$  увеличить вдвое?

**Лабораторная работа № 3**  
**Исследование однофазных двухполупериодных выпрямителей**  
**Цель работы**

Целью настоящей лабораторной работы является практическое изучение принципа действия и основных характеристик базовых схем однофазных двухполупериодных выпрямителей.

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

Ознакомиться с теоретическими сведениями и методикой расчета схем. Рассчитать двухполупериодный выпрямитель рис. 3.1 с выходной мощностью  $P_H = N \cdot 100$  (Вт), где  $N$  – номер по списку. Принять коэффициент пульсаций выходного напряжения  $K_{П} = N/10$  (%), а его величину –  $U_H = N \cdot 100$  (В), коэффициент запаса по индуктивности дросселя фильтра  $B = 2$ . По результатам расчетов определить:

- 1) требуемое входное напряжение; 2) тип вентилей; — — — —
- 3) индуктивность и емкость фильтра. Рассчитать конструкцию дросселя фильтра и определить тип выходного конденсатора.

**1. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ**

*Модульные:*

- Предохранитель  $F_1$  – 1 шт.
- Диоды  $VD$  КД213А (КД2999) – 4 шт.
- Резисторы  $R_{H1} = 1,2$  кОм – 2 шт.
- Шунты  $R_{Ш} = 1$  Ом – 2шт.
- Набор соединительных проводов – 15 шт.

*Стационарные:*

- Дроссель  $L_{\Phi} = L_1$ .
- Конденсатор  $C_{\Phi} = C_3$  (полярный !).
- Трансформатор  $Tr_2$  – 1 шт.

**4. Контрольные вопросы**

- 4.1. Насколько изменится выходное напряжение при отсутствии одного диода в схеме (рис. 3.1) и почему?
- 4.2. Насколько изменится выходное напряжение в схеме (рис. 3.1) при замыкании выводов дросселя?
- 4.3. Как повлияет активное сопротивление обмотки дросселя в схеме (рис. 3.1) на процессы в схеме?
- 4.4. Как повлияет на процессы в схеме (рис. 3.1) наличие индуктивности в цепи источника?
- 4.5. Как изменится в схеме  $U_{H,ср}$  (рис. 3.1) при отключении емкости фильтра?
- 4.6. Как будут соотноситься полные мощности источников при равных выходных напряжениях и нагрузках выпрямителей на рис. 3.1 с LC-фильтром и C-фильтром?
- 4.7. Предложите меры по ограничению тока диодов выпрямителя на рис. 3.1 при его первоначальном включении.
- 4.8. Когда предпочтительнее использовать выпрямитель по схеме рис. 3.2?

- 4.9. Приведите схему и поясните способ получения второго равного и противоположного по знаку выходного напряжения на базе схемы рис. 3.2.
- 4.10. Как повлияет ток намагничивания  $Tr2$  на  $U_H$ ?
- 4.11. Как изменится ток намагничивания  $Tr2$ , если убрать один из диодов в схеме рис. 3.2? Почему?
- 4.12. Как повлияет на форму тока диодов в схеме рис. 3.2 наличие индуктивности рассеяния между полуобмотками  $Tr2$ ?
- 4.13. Насколько отличаются в схеме рис. 3.2 действующие и средние токи конденсатора фильтра и диодов?
- 4.14. Нарисуйте схему замещения сетевого трансформатора и поясните входящие в нее компоненты.
- 4.15. Поясните, каким образом рассчитать потери в трансформаторе. Приведите пример расчета.
- 4.16. Поясните методику расчета емкостного фильтра.

## Лабораторная работа № 4 Исследование трехфазных выпрямителей

### Цель работы

Целью настоящей лабораторной работы является практическое изучение принципа действия и основных характеристик базовых схем трехфазных выпрямителей.

### ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Ознакомиться с теоретическими сведениями и методикой расчета схем. Рассчитать выпрямитель и фильтр по схеме рис. 4.2 с выходной мощностью  $P_H = N \cdot 100$  (Вт), где  $N$  – номер по списку. Принять коэффициент пульсаций –  $U_H = N \cdot 100$  (В), коэффициент запаса по индуктивности дросселя фильтра  $B = 2$ . По результатам расчетов определить:

- 1) фазное входное напряжение;
- 2) средний и действующий ток фаз; 3) тип вентилей;
- 4) индуктивность и емкость фильтра, тип выходной емкости.

### 1. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

*Модульные:*

- Предохранитель  $F_1$  – 3 шт.
- Диоды  $VD$  КД213А (КД2999) – 6 шт.
- Резисторы  $R_H = 1,2$  кОм – 2 шт.
- Шунт  $R_{III} = 1$  Ом – 1 шт.
- Набор соединительных проводов – 15 шт.

*Стационарные:*

- Дроссель  $L_{\Phi} = L$  . 1
- Конденсатор  $C_{\Phi} = C_3$  (полярный !).

#### 4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 4.1. В каких случаях предпочтительнее использовать схему на рис. 4.1?
- 4.2. С какого уровня пульсации в схеме (рис. 4.1) теряет смысл использование конденсатора  $C_{\Phi 1}$ ?
- 4.3. Какую форму будет иметь ток намагничивания, если вместо источников напряжения в схеме (рис. 4.1) используется трансформатор?
- 4.4. Как реализовать схему (рис. 4.1), если имеется только система напряжений, соединенных треугольником?
- 4.5. Насколько в схеме (рис. 4.1) будут отличаться средние и действующие токи диодов и конденсатора фильтра?
- 4.6. Как изменится  $K_{\Pi}$  в схеме (рис. 4.1) при отсутствии одного диода?
- 4.7. Какие четыре диода Вы бы оставили в схеме (рис. 4.2), что-бы при прочих равных условиях иметь минимальную пульсацию напряжения на нагрузке?
- 4.8. Как изменятся  $U_{H,ср}$  и ток фаз, если входные напряжения в схеме (рис. 4.2) соединить в треугольник?
- 4.9. При каком значении заданного коэффициента пульсации напряжения на нагрузке в схеме (рис. 4.2) с  $C$ -фильтром наличие  $C$ -фильтра имеет смысл?
- 4.10. В какой схеме (рис. 4.1 или рис.4.2) обратное напряжение на диодах больше и почему?
- 4.11. Как изменится напряжение на нагрузке в схеме (рис. 4.2), если  $C_{\Phi}$  разбить на две равные части и их среднюю точку объединить с общей точкой источника?
- 4.12. Как изменится  $K_{\Pi}$  в схеме (рис. 4.2) при сгорании одного из предохранителей?
- 4.13. Как изменятся процессы в схеме (рис. 4.2), если входные напряжения станут иметь прямоугольную (треугольную) форму?
- 4.14. Каким будет максимальный ток перегрузки диодов в схеме (рис. 4.2) при первоначальном включении выпрямителя, если входное напряжение  $U_{ВХ} = 3 \times 220$  В,  $L_{\Phi} = 0.1$  Гн,  $C_{\Phi} = 10$  мкФ,  $R_{H} = 100$  Ом.
- 4.15. Как изменится среднее напряжение на нагрузке в схеме (рис. 4.2), если отключить емкость фильтра  $C_{\Phi}$ ?
- 4.16. Выведите выражение для расчета потерь в вентилях для мостовой и нулевой схемы

#### Лабораторная работа № 5

##### Исследование однофазного двухполупериодного мостового управляемого выпрямителя

#### Цель работы

Целью настоящей лабораторной работы является экспериментальное исследование схемы однофазного двухполупериодного мостового управляемого выпрямителя.

#### ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Ознакомиться с теоретическими сведениями и методикой расчета схем. Рассчитать управляемый выпрямитель по схеме рис. 5.1 с выходной мощностью  $P_{H} = N \cdot 10$  (Вт), где  $N$  – номер по списку. Принять величину входного напряжения  $U_{ВХ,д} = (190 \dots 240)$  В, коэффициент пульсаций  $K_{\Pi} = N/10$  (%), выходное напряжение –  $U_{H,ср} = 150$  В. По результатам расчетов определить:

- 1) тип силовых вентиляей;
- 2) минимальную и максимальную фазы включения тиристора;
- 3) индуктивность и емкость фильтра, тип емкости. Предложить схему управления со стабилизацией выходного напряжения.

## 1. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

- Тиристоры –  $VS1, VS2$  – КУ201.
- Резисторы –  $R_1 = R_2 = R_{\text{доп}} = 120; R_3 = 1.2 \text{ кОм}; R_H = 240 \text{ Ом}$ .
- Конденсатор  $C3$  – стационарный (конденсатор *полярный!*, располагается на стенде).
- Модуль генератора на ОПТ.
- Диоды –  $VD1-V D5$  – КД213А (КД2999),  $VD6$  – Д814 (стабилитрон).
- Дроссель  $L1$  – стационарный (на стенде).
- Трансформатор  $TV1$  – ТОТ132.
- Предохранитель  $F1$ .

## 4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 4.1. Приведите вариант схемы однофазного двухполупериодного выпрямителя со средней точкой трансформатора. Поясните, в чем заключаются ее достоинства и недостатки по сравнению с мостовой схемой.
- 4.2. Поясните работу модуля  $A1$ . Приведите пример схемы формирователя импульса управления тиристором с гальванической развязкой выходного напряжения и поясните принцип ее работы.
- 4.3. Поясните назначение резистора включаемого параллельно дросселю в данной лабораторной работе.
- 4.4. Как изменится режим работы, если исключить из схемы диод  $VD5$ ?
- 4.5. Как изменится диаграмма напряжения на дросселе и силовом тиристоре, если ток дросселя станет прерывистым?
- 4.6. Какие процессы в исследуемой схеме ограничивают диапазон изменения выходного напряжения?
- 4.7. Приведите вариант принципиальной схемы системы управления со стабилизацией выходного напряжения на заданном уровне.

### Лабораторная работа №6

#### Исследование преобразователя постоянного напряжения понижающего типа (ППН)

#### Цель работы

Целью настоящей лабораторной работы является экспериментальное исследование основных параметров и характеристик преобразователя постоянного напряжения понижающего типа.

#### 1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Ознакомиться с теоретическими сведениями и методикой расчета ППН, схема которого приведена на рис.1. Рассчитать требуемые параметры и выбрать из справочника элементы силовой части преобразователя (ключ  $VT1$ , диод и конденсатор фильтра). Рассчитать КПД преобразователя учитывая потери в ключе, диоде и дросселе. При расчете принять следующие параметры:



- выходная мощность –  $P_{\text{н}} = 5 \cdot N$  кВт; -
- входное напряжение –  $U_{\text{вх}} = 500$  В;
- выходное напряжение –  $U_{\text{н}} = 200 + 12 \cdot N$  В; -
- частота преобразования –  $f = 1 + N$  кГц, где  $N$  – номер по списку

## 2. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

- 2.1. Транзисторы:  $VT1$  – КТ825;  $VT2$  – КТ908.
- 2.2. Резисторы:  $R1$  – 1к2;  $R2, R_{\text{н}}$  – 120. 2.3. Конденсатор:  $C_{\text{ф}}$  – К52-1Б - 25В - 68 мкФ. 2.4. Модуль генератора на ОУ – А1.
- 2.5. Диод :  $VD0$  – КД213А.
- 2.6. Дроссель  $L1$ .
- 2.7. Шунт для измерения тока  $R_{\text{ш}}$  – 1 Ом.
- 2.8. Отвертка для регулирования коэффициента заполнения.

## 3. ПРОГРАММА РАБОТЫ

3.1. Собрать на стенде схему регулятора постоянного напряжения в соответствии с рис.1

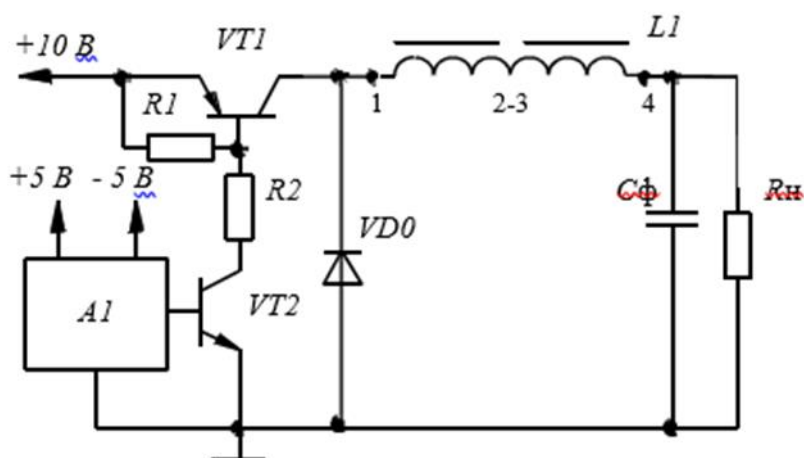


Рис. 1

3.1.1. Снять и сфазировать диаграммы токов и напряжений на следующих элементах при условии: а)  $\gamma = \gamma_{\text{min}}$ ; б)  $\gamma = \gamma_{\text{кр}}$ ; в)  $\gamma = \gamma_{\text{max}}$  :  $U_{R_{\text{н}}}$ ,

$U_{\text{кэ}VT1}$ ,  $I_{\text{кэ}VT1}$ ,  $I_{C_{\text{ф}}}$ ,  $U_{VD0}$ ,  $I_{VD0}$ ,  $U_{L1}$ ,  $I_{L1}$ ,  $U_{VT2}$ ,  $I_{VT2}$ .

3.2. Изменяя коэффициент заполнения, снять и построить зависимости  $U_{\text{н}} = f(\gamma)$  и  $K_{\text{п}} = f(\gamma)$ . Для измерений использовать цифровой вольт-метр, режимы «=>» и «~>» соответственно.

## 5. Контрольные вопросы

- 5.1. Приведите способы ограничения импульсного тока через транзистор протекающего во время рассасывания заряда обратного вентиля.
- 5.2. Где в схеме возникают сквозные токи, чем они определяются и как их можно ограничить?

- 5.3. Что произойдет в схеме, если две обмотки дросселя включить не со-гласно, как на рис.1, а встречно?
- 5.4. Зависит ли  $\gamma_{кр}$  от  $R_n$  и если зависит то, каким образом?
- 5.5. Объяснить наличие затухающих колебаний на осциллограммах в режиме прерывистого тока;
- 5.6. В каком режиме (прерывистого или непрерывного тока дросселя) К.П.Д схемы выше?
- 5.7. Что происходит в схеме при обрыве диода VD0?
- 5.8. Что такое нелинейность дросселя и как она влияет на амплитуду пульсаций выходного напряжения при изменении нагрузки?

### Лабораторная работа №7

#### Исследование преобразователя постоянного напряжения повышающего типа (ППВ)

##### Цель работы

Целью настоящей лабораторной работы является экспериментальное исследование основных параметров и характеристик преобразователя постоянного напряжения повышающего типа.

#### 1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Ознакомиться с теоретическими сведениями и методикой расчета ППВ, схема которого приведена на рис.2. Рассчитать требуемые параметры и выбрать из справочника элементы силовой части преобразователя (ключ VT1, диод и конденсатор фильтра). Рассчитать КПД преобразователя учитывая потери в ключе, диоде и дросселе. При расчете принять следующие параметры:

- выходная мощность –  $P = 2 \cdot N$  кВт; -
- входное напряжение –  $U_{вх} = 100$  В;
- выходное напряжение –  $U_n = 200 + 12 \cdot N$  В; -
- частота преобразования –  $f = 1 + N$  кГц, где  $N$  – номер по списку

#### 2. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

- 2.1. Транзисторы: VT1 – КТ825; VT2 – КТ908.
- 2.2. Резисторы: R1, R2 – 1к2, Rн – 120. 2.3. Конденсатор: Cф – К52-1Б - 25В - 68 мкФ. 2.4. Модуль генератора на ОУ – А1.
- 2.5. Диод : VD0 – КД213А.
- 2.6. Дроссель L1.
- 2.7. Шунт для измерения тока Rш – 1 Ом.
- 2.8. Отвертка для регулирования коэффициента заполнения.

#### 5. Контрольные вопросы

- 5.1. Где в схеме возникают сквозные токи, чем они определяются и как их можно ограничить? Приведите вариант схемы нерассеивающего демпфера транзистора и поясните его работу.
- 5.2. Назовите области использования ППВ.

## Лабораторная работа №8

### Исследование преобразователя постоянного напряжения инвертирующего типа (ППИ)

#### Цель работы

Целью настоящей лабораторной работы является экспериментальное исследование основных параметров и характеристик преобразователя постоянного напряжения инвертирующего типа.

### 1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Ознакомиться с теоретическими сведениями и методикой расчета ППИ, схема которого приведена на рис.3. Рассчитать требуемые параметры и выбрать из справочника элементы силовой части преобразователя (ключ  $VT1$ , диод и конденсатор фильтра). Рассчитать КПД преобразователя учитывая потери в ключе, диоде и дросселе. При расчете принять следующие параметры:

- выходная мощность –  $P = N$  кВт;
- входное напряжение –  $U_{вх} = 300$  В;
- выходное напряжение –  $U_{н} = 200 + 12 \cdot N$  В;
- частота преобразования –  $f = 10 + N$  кГц,

где  $N$  – номер по списку

### 2. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

- 2.1. Транзисторы:  $VT1$  – КТ825;  $VT2$  – КТ908.
- 2.2. Резисторы:  $R1, R2$  – 1к2;  $Rн$  – 120.
- 2.3. Конденсатор:  $Cф$  – К52-1Б - 25В - 68 мкФ.
- 2.4. Модуль генератора на ОУ – А1.
- 2.5. Диод:  $VDO$  – КД213А.
- 2.6. Дроссель  $L1$ .
- 2.7. Шунт для измерения тока  $Rш$  – 1 Ом.
- 2.8. Отвертка для регулирования коэффициента заполнения.

### 3. ПРОГРАММА РАБОТЫ

- 3.1. Собрать на стенде схему регулятора постоянного напряжения в соответствии с рис.3. (ВНИМАНИЕ! Выходное напряжение инвертировано по отношению к входному, и требуется соответствующее включение выходного полярного конденсатора)
- 3.2. Снять и сфазировать диаграммы токов и напряжений на следующих элементах при условии: а)  $\gamma = \gamma_{\min}$ ; б)  $\gamma = \gamma_{кр}$ :  $U_{Rн}, U_{кэVT1}, I_{кэVT1}, I_{Cф}, U_{VDO}, I_{VDO}, U_{L1}, I_{L1}, U_{VT2}, I_{VT2}$ .
- 3.3. Изменяя  $\gamma$ , снять и построить зависимости  $U_{н} = f(\gamma)$  и  $K_{П} = f(\gamma)$ . Для измерений использовать цифровой вольтметр, режимы «=>» и «~>» соответственно.

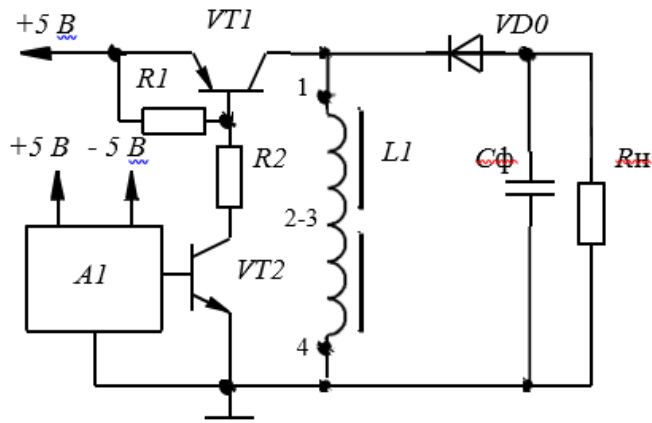


Рис.3

## 5. Контрольные вопросы

- 5.1. Назовите преимущества и недостатки ППИ по сравнению с преобразователями рассмотренными выше.
- 5.2. Где в схеме возникают сквозные токи, чем они определяются и как их можно ограничить? Приведите вариант схемы нерассеивающего демпфера транзистора и поясните его работу.
- 5.3. Что необходимо изменить в схеме рис.3, чтобы получить выходное напряжение такой же полярности, относительно общей точки, как и входное?
- 5.4. Нарисуйте схему управления преобразователем если использовать транзистор другой проводимости (VT1).
- 5.5. Какие изменения в схеме рис.3 позволят получить несколько различных по величине выходных напряжений?

## Лабораторная работа №9

### Исследование понижающего преобразователя постоянного напряжения с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ)

#### Цель работы

Цель работы – изучение принципов регулирования и стабилизации выходного напряжения импульсных преобразователей постоянного напряжения, экспериментальное исследование основных параметров и характеристик схемы в различных режимах функционирования, исследование влияния корректирующих цепей на качество стабилизации и устойчивость системы.

#### 1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

- 1.1. Приведите функциональную и полную принципиальную схемы стабилизированного преобразователя постоянного напряжения, приведенного на рис.4, раскрыв схемы используемых модулей.
- 1.2. Найдите собственную частоту и добротность непрерывной части ППИ при заданных в п.2.3 параметрах.
- 1.3. Предложите схему контура обратной связи и рассчитайте элементы корректирующих звеньев, если заданы следующие параметры:
  - входное напряжение –  $U_{ВХ} = 7...14 \text{ В}$ ;
  - выходное напряжение –  $U_{Н} = 5 \text{ В} \pm 1\%$ ;

- амплитуда пилообразного напряжения ШИМ –  $U_{m\Pi} = 1.6 \text{ В}$ ; • частота работы ШИМ –  $f = 10 \text{ кГц}$ ;
- индуктивность дросселя фильтра –  $L_{\Phi} = 5 \text{ мГн}$ ;
- емкость конденсатора фильтра –  $C_{\Phi} = 68 \text{ мкФ}$ ;
- сопротивление нагрузки –  $R_{\text{Н}} = 36 \text{ Ом}$ .

## 2. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

- 2.1. Транзистор:  $VT1 - \text{IRF630}$ .
- 2.2. Резисторы:  $R1, R3 = 82\text{к}$ ;  $R2=10\text{к}$ ,  $R_{\text{Н}} = 36 \text{ Ом}$ .
- 2.3. Конденсаторы:  $C1 - \text{K52-1Б-25В-68 мкФ}$ ,  $C2 - 0,5 \text{ мкФ}$ .
- 2.4. Модуль ШИМ  $\text{K1156EУ2} - A1$ .
- 2.5. Модуль формирователя импульса  $\text{IR2110} - A2$ .
- 2.6. Диоды:  $VD1, VD2 - \text{КД213А}$  (или  $\text{КД2999}$ );  $VD1 - \text{SR360}$  (Шоттки).
- 2.7. Дроссель  $L$ .
- 2.8. Шунт для измерения тока  $R_{\text{ш}} - 1 \text{ Ом}$ .
- 2.9. Отвертка для регулирования частоты.
- 2.10. Набор соединительных проводов.

## 3. ПРОГРАММА РАБОТЫ

- 3.1. Соберите схему регулируемого преобразователя в соответствии с рис.5. Установить  $R2=10 \text{ кОм}$ , а частоту работы преобразователя  $f=10 \text{ кГц}$ . (Частота работы измеряется либо по диаграмме тока дросселя, ли-бо по напряжению на диоде  $VD3$ ). Напряжение входного источника установить равным  $12\text{В}$ .
- 3.2. Снимите сфазированные диаграммы  $U_{VD3}$ ,  $i_L$ ,  $U_{\text{Н}}$ ,  $U_E$  – выход усилителя ошибки (сигнал ошибки).
- 3.3. Изменяя  $E3$  в диапазоне  $7-14 \text{ В}$ , снимите зависимость  $U_{\text{Н}} = f(U_{\text{ВХ}})$ . Измерения проводить цифровым вольтметром В7-38. Снять 6-8 точек.
- 3.4. Установите резистор  $R2=41\text{к}$  (два резистора с сопротивлением  $82\text{к}$  параллельно). Повторите измерения п.4.3.
- 3.5. Установите последовательно с резистором  $R2=10\text{кОм}$ , конденсатор  $C2=0.5\text{мкФ}$ . Снимите зависимость  $U_{\text{Н}} = f(U_{\text{ВХ}})$ . (см. рис.5.2б)
- 3.6. Уберите последовательный конденсатор  $C2$  и включите его параллельно резистору  $R2$ . Снимите осциллограммы  $i_L$  и  $U_{\text{Н}}$  (осциллограмму тока дросселя снять качественно, по огибающим линиям). (см. рис.5.2а)
- 3.7. Для снятия динамических характеристик включите последователь-но с источником питания коммутатор согласно схеме рис.5.3.
- 3.8. Подключите в цепь обратной связи один резистор  $R2=10 \text{ кОм}$  и снимите осциллограмму напряжения на нагрузке в момент включения коммутатора. Определите время нарастания, величину перерегулирования и длительность переходного процесса.
- 3.9. Изменяя величину входного напряжения в диапазоне  $7-14 \text{ В}$ , снимите зависимость перерегулирования и длительности переходного процесса от величины входного напряжения.
- 3.10. Подключите форсирующее звено в цепь ОС (последовательно с выводом ОС включить параллельно соединенные  $R$  и  $C$  ( $R=1\text{к2}$   $C=0,5 \text{ мкФ}$ )). Снимите осциллограмму выходного напряжения, выставив входное напряжение.

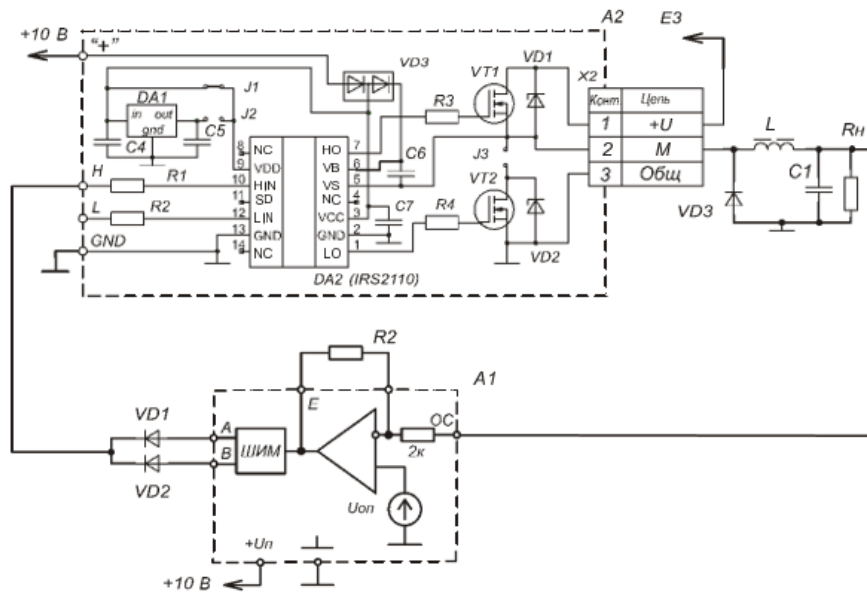


Рис. 5.1

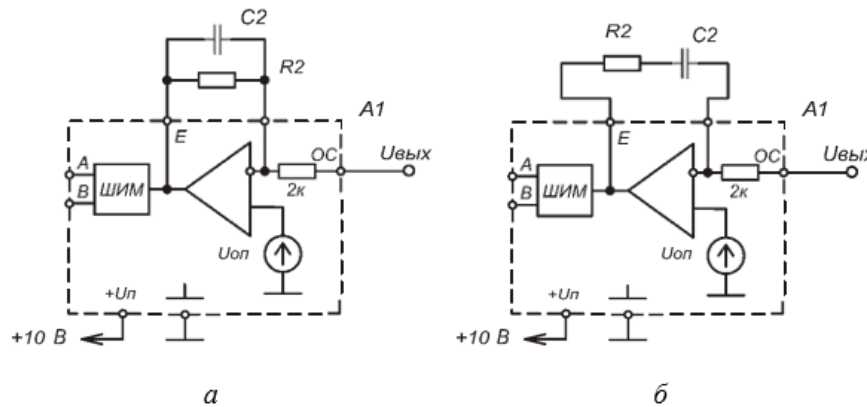


Рис. 5.2

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 4.1. Название и программа работы.
- 4.2. Расчет предварительного задания.
- 4.3. Исследуемая схема и снятые осциллограммы.
- 4.4. Таблицы и графики полученных зависимостей (на одном графике – теория и эксперимент). Зависимости  $U_H = f(U_{ВХ})$ , полученные в пунктах 4.3, 4.4 и 4.7 расположить на одном графике.
- 4.5. Выводы по работе.
- 4.6. Ответ на контрольный вопрос, указанный преподавателем.

#### 5. Контрольные вопросы

- 5.1. Приведите структурную схему исследуемого преобразователя и поясните, какие параметры схемы и каким образом влияют на точность стабилизации выходного напряжения.
- 5.2. Приведите структурную схему исследуемого преобразователя и поясните, каким образом синтезируется контур обратной связи преобразователя.
- 5.3. Поясните, что такое коэффициент затухания и как его величина влияет на характер переходного процесса.
- 5.4. Чем определяется предельное значения коэффициента усиления по петле

обратной связи  $K_{ос}$ ? Приведите структурную схему контура обратной связи и приведите выражения для  $K_{ос}$ .

- 5.5. Как можно ослабить влияние помех в цепи обратной связи? 5.6. Какая цель достигается введением воздействия по производной в закон регулирования?
- 5.7. Дайте понятие статической ошибки. Поясните влияние параметров контура регулирования на величину статической ошибки.
- 5.8. Приведите логарифмическую амплитудно-частотную характеристику передаточной функции по петле обратной связи. Поясните что такое добротность и частота единичного усиления. Покажите эти величины на ЛАЧХ.
- 5.9. Поясните, какие преимущества имеет импульсный стабилизатор напряжения перед непрерывным стабилизатором.
- 5.10. Приведите вариант принципиальной схемы контура регулирования с ШИМ с обратной связью по выходному напряжению и току дросселя. Приведите диаграммы в ключевых точках и поясните принцип действия.

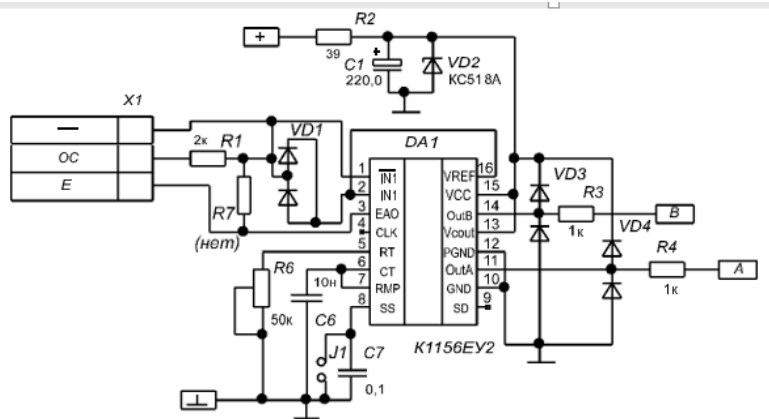


Рис. 6 Принципиальная схема модуля ШИМ-контроллера – А1

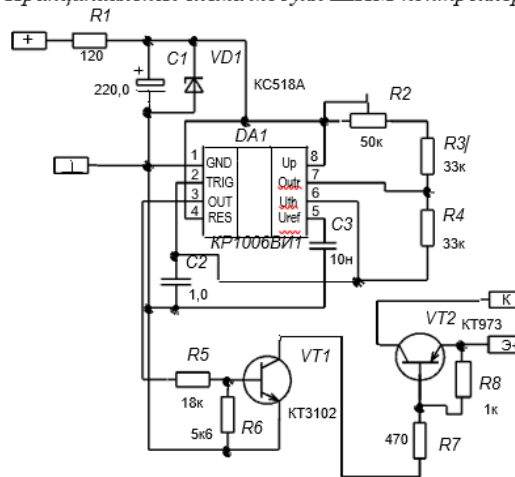


Рис. 7 Принципиальная схема модуля генератора – А3

## Критерии оценки выполнения письменной контрольной работы (рубежный контроль):

### Критерии оценки ответов на теоретические вопросы:

- ✓ результат, содержащий полный правильный ответ, полностью– соответствующий требованиям критерия, – максимальное количество баллов;
- ✓ результат, содержащий неполный правильный ответ (степень полноты– ответа – более 60%) или ответ, содержащий незначительные неточности, т.е. ответ, имеющий незначительные отступления от требований критерия, – 75% от максимального количества баллов;
- ✓ результат, содержащий неполный правильный ответ (степень полноты– ответа – от 30 до 60%) или ответ, содержащий значительные неточности, т.е. ответ, имеющий значительные отступления от требований критерия – 40 % от максимального количества баллов;
- ✓ результат, содержащий неполный правильный ответ (степень полноты– ответа – менее 30%), неправильный ответ (ответ не по существу задания) или отсутствие ответа, т.е. ответ, не соответствующий полностью требованиям критерия, – 0 % от максимального количества баллов;

*Баллы за теоретические вопросы выводятся как средний балл по заданным студенту вопросам, не считая количество «наводящих» и уточняющих вопросов.*

### Критерии оценки выполнения задачи:

Оценка	Характеристики действий обучающегося
10 баллов	Обучающийся самостоятельно и правильно решил учебно- профессиональную задачу, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагал свое решение, используя профессиональные понятия.
8 баллов	Обучающийся самостоятельно и в основном правильно решил учебно- профессиональную задачу, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагал свое решение, используя профессиональные понятия.
6 баллов	Обучающийся в основном решил учебно-профессиональную задачу, допустил несущественные ошибки, слабо аргументировал свое решение, используя в основном профессиональные понятия.
3 баллов	Обучающийся правильно решил учебно-профессиональную задачу не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии четырех-пяти недочетов.
0	Обучающийся не решил учебно-профессиональную задачу.

### Вопросы к зачету

1. Полупроводниковые диоды, обозначение, типы и классификация, принцип работы.
2. Тиристоры, обозначение, типы и классификация. Условия включения и выключения тиристоров. Цепи управления тиристорами, принципы формирования тока управления
3. Транзисторы, MOSFET-транзисторы, IGBT-транзисторы, драйверы.
4. Вакуумные генераторные лампы, применяемые для электротехнологических высокочастотных установок.
5. Однофазные однополупериодные неуправляемые и управляемые выпрямители. Схемы, принципы работы.



6. Однофазные двухполупериодные неуправляемые и управляемые выпрямители. Схемы, принципы работы.
7. Мост Ларионова, схема, принцип работы, основные соотношения.
8. Схема выпрямления – “две обратные звезды с уравнительным реактором”, преобразователи типа ТВ-9.
9. Кольцевая схема выпрямления.
10. Схемы выпрямления с трехфазным индуктивно-емкостным преобразователем, преобразователи типа ПИТ.
11. Тиристорные одно- и трехфазные контакторы, схемы, принцип работы, характеристики.
12. Тиристорные регуляторы переменного напряжения. Классификация.
13. Однофазные тиристорные регуляторы. Схема, принцип работы.
14. Особенности работы однофазных регуляторов переменного напряжения на активно-индуктивную нагрузку.
15. Особенности работы однофазных регуляторов переменного напряжения на активно-емкостную нагрузку.
16. Особенности работы однофазных регуляторов переменного напряжения на трансформатор.
17. Серийные однофазные регуляторы переменного напряжения типа РНТО и РОТ.
18. Трехфазные регуляторы переменного напряжения. Схемы. Принцип работы.
19. Серийные трехфазные регуляторы переменного напряжения типа РНТТ и ПНТТ.
20. Преобразователи пониженной частоты, схемное решение, принцип работы, агрегат пониженной частоты ТВР-9.
21. Тиристорные и транзисторные преобразователи частоты на базе схемы параллельного инвертора тока, генераторы типа ТПЧ.
22. Тиристорные и транзисторные преобразователи частоты на базе схемы резонансного инвертора напряжения.
23. Тиристорные преобразователи частоты на базе схемы инвертора с удвоением частоты, генераторы типа СЧГ.
24. Трехфазные мостовые инверторы напряжения.

(Образец билета к зачету) **Всеместр**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика М.Д. Миллионщикова**

**БИЛЕТ № 1**

Дисциплина Промышленная электроника

Институт энергетики

Кафедра «Электротехника и электропривод»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1. Полупроводниковые диоды, обозначение, типы и классификация, принцип работы.
2. Тиристоры, обозначение, типы и классификация.

Преподаватель \_\_\_\_\_

М.В. Дебиев

УТВЕРЖДЕНО

Зав. кафедрой

на заседании кафедры

протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Р.А-М. Магомадов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика М.Д. Миллионщикова**

---

---

**БИЛЕТ № 2**

Дисциплина Промышленная электроника  
Институт энергетики

Кафедра «Электротехника и электропривод»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1. Условия включения и выключения тиристорov.
2. Цепи управления тиристорами, принципы формирования тока управления

Преподаватель \_\_\_\_\_ М.В. Дебиев

УТВЕРЖДЕНО

Зав. кафедрой

на заседании кафедры

протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ Р.А-М. Магомадов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика М.Д. Миллионщикова**

---

---

**БИЛЕТ № 3**

Дисциплина Промышленная электроника  
Институт энергетики

Кафедра «Электротехника и электропривод»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1. Транзисторы, MOSFET-транзисторы, IGBT-транзисторы, драйверы.
2. Вакуумные генераторные лампы, применяемые для электротехнологических высокочастотных установок.

Преподаватель \_\_\_\_\_ М.В. Дебиев

УТВЕРЖДЕНО

Зав. кафедрой

на заседании кафедры

протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ Р.А-М. Магомадов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика М.Д. Миллионщикова**

---

---

**БИЛЕТ № 4**

Дисциплина Промышленная электроника  
Институт энергетики

Кафедра «Электротехника и электропривод»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1. Однофазные однополупериодные неуправляемые и управляемые выпрямители. Схемы, принципы работы.
2. Однофазные двухполупериодные неуправляемые и управляемые выпрямители. Схемы, принципы работы.

Преподаватель \_\_\_\_\_

*М.В. Дебиев*

УТВЕРЖДЕНО

Зав. кафедрой

на заседании кафедры

протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

*Р.А-М. Магомадов*

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика М.Д. Миллионщикова**

---

---

**БИЛЕТ № 5**

Дисциплина Промышленная электроника  
Институт энергетики

Кафедра «Электротехника и электропривод»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1. Мост Ларионова, схема, принцип работы, основные соотношения.
2. Схема выпрямления – “две обратные звезды с уравнительным реактором”, преобразователи типа ТВ-9.

Преподаватель \_\_\_\_\_

*М.В. Дебиев*

УТВЕРЖДЕНО

Зав. кафедрой

на заседании кафедры

протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

*Р.А-М. Магомадов*

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика М.Д. Миллионщикова**

---

---

**БИЛЕТ № 6**

Дисциплина Промышленная электроника  
Институт энергетики

Кафедра «Электротехника и электропривод»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1. Кольцевая схема выпрямления.
2. Схемы выпрямления с трехфазным индуктивно-емкостным преобразователем, преобразователи типа ПИТ.

Преподаватель \_\_\_\_\_

М.В. Дебиев

УТВЕРЖДЕНО

Зав. кафедрой

на заседании кафедры

протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Р.А-М. Магомадов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика М.Д. Миллионщикова**

---

---

**БИЛЕТ № 7**

Дисциплина Промышленная электроника  
Институт энергетики

Кафедра «Электротехника и электропривод»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1. Тиристорные одно- и трехфазные контакторы, схемы, принцип работы, характеристики.
2. Тиристорные регуляторы переменного напряжения.

Преподаватель \_\_\_\_\_

М.В. Дебиев

УТВЕРЖДЕНО

Зав. кафедрой

на заседании кафедры

протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Р.А-М. Магомадов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика М.Д. Миллионщикова**

---

---

**БИЛЕТ № 8**

Дисциплина Промышленная электроника

Институт энергетики

Кафедра «Электротехника и электропривод»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1. Однофазные тиристорные регуляторы. Схема, принцип работы.
2. Особенности работы однофазных регуляторов переменного напряжения на активно-индуктивную нагрузку.

Преподаватель \_\_\_\_\_

М.В. Дебиев

УТВЕРЖДЕНО

Зав. кафедрой

на заседании кафедры

протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Р.А-М. Магомадов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика М.Д. Миллионщикова**

---

---

**БИЛЕТ № 9**

Дисциплина Промышленная электроника

Институт энергетики

Кафедра «Электротехника и электропривод»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1. Особенности работы однофазных регуляторов переменного напряжения на активно-емкостную нагрузку.
2. Особенности работы однофазных регуляторов переменного напряжения на трансформатор.

Преподаватель \_\_\_\_\_

М.В. Дебиев

УТВЕРЖДЕНО

Зав. кафедрой

на заседании кафедры

протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Р.А-М. Магомадов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика М.Д. Миллионщикова**

---

---

**БИЛЕТ № 10**

Дисциплина Промышленная электроника  
Институт энергетики

Кафедра «Электротехника и электропривод»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1. Серийные однофазные регуляторы переменного напряжения типа РНТО и РОТ.
2. Трехфазные регуляторы переменного напряжения.

Преподаватель \_\_\_\_\_

*М.В. Дебиев*

УТВЕРЖДЕНО

Зав. кафедрой

на заседании кафедры

протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

*Р.А-М. Магомадов*

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика М.Д. Миллионщикова**

---

---

**БИЛЕТ № 11**

Дисциплина Промышленная электроника  
Институт энергетики

Кафедра «Электротехника и электропривод»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1. Серийные трехфазные регуляторы переменного напряжения типа РНТТ и ПНТТ.
2. Преобразователи пониженной частоты, схемное решение, принцип работы, агрегат пониженной частоты ТВР-9.

Преподаватель \_\_\_\_\_

*М.В. Дебиев*

УТВЕРЖДЕНО

Зав. кафедрой

на заседании кафедры

протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

*Р.А-М. Магомадов*

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика М.Д. Миллионщикова**

---

---

**БИЛЕТ № 12**

Дисциплина Промышленная электроника

Институт энергетики

Кафедра «Электротехника и электропривод»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1. Тиристорные и транзисторные преобразователи частоты на базе схемы параллельного инвертора тока, генераторы типа ТПЧ.
2. Тиристорные и транзисторные преобразователи частоты на базе схемы резонансного инвертора напряжения.

Преподаватель \_\_\_\_\_

М.В. Дебиев

УТВЕРЖДЕНО

Зав. кафедрой

на заседании кафедры

протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Р.А-М. Магомадов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика М.Д. Миллионщикова**

---

---

**БИЛЕТ № 13**

Дисциплина Промышленная электроника

Институт энергетики

Кафедра «Электротехника и электропривод»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1. Тиристорные преобразователи частоты на базе схемы инвертора с удвоением частоты, генераторы типа СЧГ.
2. Трехфазные мостовые инверторы напряжения.

Преподаватель \_\_\_\_\_

М.В. Дебиев

УТВЕРЖДЕНО

Зав. кафедрой

на заседании кафедры

протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Р.А-М. Магомадов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика М.Д. Миллионщикова**

---

---

**БИЛЕТ № 14**

Дисциплина Промышленная электроника  
Институт энергетики

Кафедра «Электротехника и электропривод»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1. Однофазные тиристорные регуляторы.
2. Трехфазные регуляторы переменного напряжения.

Преподаватель \_\_\_\_\_ М.В. Дебиев

УТВЕРЖДЕНО

Зав. кафедрой

на заседании кафедры

протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ Р.А-М. Магомадов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика М.Д. Миллионщикова**

---

---

**БИЛЕТ № 15**

Дисциплина Промышленная электроника  
Институт энергетики

Кафедра «Электротехника и электропривод»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1. Тиристорные и транзисторные преобразователи частоты на базе схемы параллельного инвертора тока, генераторы типа ТПЧ.
2. Условия включения и выключения тиристоров.

Преподаватель \_\_\_\_\_ М.В. Дебиев

УТВЕРЖДЕНО

Зав. кафедрой

на заседании кафедры

протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ Р.А-М. Магомадов



**Критерии оценок итогового контроля (зачет):**

Зачтено	выставляется при условии, если студент показывает хорошие знания изученного учебного материала
Не зачтено	выставляется при наличии серьезных упущений в процессе изложения учебного материала

**Критерии оценки выполнения письменной контрольной работы (рубежный контроль):****Критерии оценки ответов на теоретические вопросы:**

- ✓ результат, содержащий полный правильный ответ, полностью– соответствующий требованиям критерия, – максимальное количество баллов;
- ✓ результат, содержащий неполный правильный ответ (степень полноты– ответа – более 60%) или ответ, содержащий незначительные неточности, т.е. ответ, имеющий незначительные отступления от требований критерия, – 75% от максимального количества баллов;
- ✓ результат, содержащий неполный правильный ответ (степень полноты– ответа – от 30 до 60%) или ответ, содержащий значительные неточности, т.е. ответ, имеющий значительные отступления от требований критерия – 40 % от максимального количества баллов;
- ✓ результат, содержащий неполный правильный ответ (степень полноты– ответа – менее 30%), неправильный ответ (ответ не по существу задания) или отсутствие ответа, т.е. ответ, не соответствующий полностью требованиям критерия, – 0 % от максимального количества баллов;

*Баллы за теоретические вопросы выводятся как средний балл по заданным студенту вопросам, не считая количество «наводящих» и уточняющих вопросов.*

**Критерии оценки выполнения задачи:**

Оценка	Характеристики действий обучающегося
<b>10 баллов</b>	Обучающийся самостоятельно и правильно решил учебно- профессиональную задачу, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагал свое решение, используя профессиональные понятия.
<b>8 баллов</b>	Обучающийся самостоятельно и в основном правильно решил учебно- профессиональную задачу, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагал свое решение, используя профессиональные понятия.
<b>6 баллов</b>	Обучающийся в основном решил учебно-профессиональную задачу, допустил несущественные ошибки, слабо аргументировал свое решение, используя в основном профессиональные понятия.
<b>3 балла</b>	Обучающийся правильно решил учебно-профессиональную задачу не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии четырех-пяти недочетов.
<b>0</b>	Обучающийся не решил учебно-профессиональную задачу.

### Критерии оценок итогового контроля (экзамен):

Отлично	ответы содержательны и не содержат ошибок, даны ответы на дополнительные вопросы по другим темам курса
Хорошо	ответы содержат не принципиальные ошибки
Удовлетворительно	ответы содержат грубые ошибки
Неудовлетворительно	нет содержательного ответа на один из вопросов билета

### Критерии оценки выполнения расчетно-графической работы (СРС):

Оценка	Характеристики действий обучающегося
<b>15 баллов</b>	Обучающийся самостоятельно и правильно решил учебно- профессиональную задачу, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагал свое решение, используя профессиональные понятия.
<b>10 баллов</b>	Обучающийся самостоятельно и в основном правильно решил учебно- профессиональную задачу, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагал свое решение, используя профессиональные понятия.
<b>5 баллов</b>	Обучающийся в основном решил учебно-профессиональную задачу, допустил несущественные ошибки, слабо аргументировал свое решение, используя в основном профессиональные понятия.
<b>0</b>	Обучающийся не решил учебно-профессиональную задачу.

### СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьева, Н. А. Электротехника и электроника : методические указания к практическим занятиям по курсу «Электротехника и электроника» для преподавателей и студентов очной и заочной форм обучения / Н. А. Афанасьева, И. А. Ерофеева. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2009. — 54 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/68731.html>
2. Легостаев, Н. С. Твердотельная электроника : учебное пособие / Н. С. Легостаев, К. В. Четвергов. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2011. — 244 с. — ISBN 978-5-4332-0021-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/13981.html>
3. Джеймс, Рег Промышленная электроника / Рег Джеймс. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2019. — 1136 с. — ISBN 978-5-4488-0058-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/88007.html>
4. Сулимов, Ю. И. Электронные промышленные устройства : учебное пособие / Ю. И. Сулимов. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2012. — 126 с. — ISBN 978-5-4332-0075-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/14000.html>
5. Большаков, В. А. Лабораторный практикум по дисциплине "Общая электротехника и электроника" / В. А. Большаков, Ю. М. Шапаренко. — Санкт-Петербург : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2006. — 91 с. — ISBN 2227-8397. —

Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/12491.html>

6. Архитектурно-конструктивное проектирование промышленных зданий : методические указания к выполнению архитектурно-конструктивного проекта промышленного здания для обучающихся по направлению подготовки 07.03.01 Архитектура / составители А. И. Финогенов, Б. Л. Валкин. — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2018. — 32 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/76386.html>
7. Кушнер, Д. А. Основы промышленной электроники : учебное пособие / Д. А. Кушнер. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2020. — 272 с. — ISBN 978-985-503-975-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/100366.html>

## РЕГЛАМЕНТ

### балльно-рейтинговой системы оценки учебной деятельности студента

Дисциплина «Промышленная электроника»

Кафедра «Электротехника и электропривод»

Группа (Группы) АНП Институт энергетики \_\_\_\_\_ Уч.год \_\_\_\_\_ Семестр 6

Составитель (ведущий преподаватель) Дебиев М.В. Руков. практ. (лаб.) занятий Дебиев М.В.

<i>Аттестац. период</i>	<i>Вид деятельности</i>	<i>Виды работ, подлежащие оценке</i>	<i>Максим-ое кол-во баллов</i>
1	<i>Текущий контроль</i>	Ответы на практических и лекционных занятиях – 5 баллов (5 практических занятий) Лабораторные работы – 10 баллов (2 работы по 5 баллов)	15
	<i>Рубежная аттестация</i>	Письменная контрольная работа: 2 теоретических вопроса – 20 баллов (1 вопрос – 10 баллов)	20
	<i>Самостоятельная работа</i>	Расчетно-графическая работа	0
	<i>Посещаемость</i>		5
2	<i>Текущий контроль</i>	Ответы на практических и лекционных занятиях занятиях – 5 баллов (5 практических занятий) Лабораторные работы – 10 баллов (5 работ по 2 балла)	15
	<i>Рубежная аттестация</i>	Письменная контрольная работа: 2 теоретических вопроса – 20 баллов (1 вопрос – 10 баллов)	20
	<i>Самостоятельная работа</i>	Расчетно-графическая работа	15
	<i>Посещаемость</i>		10
3	<b>ВСЕГО</b>		<b>100</b>
	<i>Творческая работа</i>	Доклад на конференции, участие в олимпиаде, подготовка тематической презентации	20

Заведующий кафедрой «ЭЭП» Магомадов Р.А-М. Роспись \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_