

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

Методическое обеспечение дисциплины

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Смоленск – 2018 г.

Методические материалы составил:

Заведующий кафедрой

«Электроники и микропроцессорной техники»

д-р техн. наук, доцент

подпись

Якименко Игорь Владимирович

ФИО

«25» июня 2018 г.

Зам. заведующего кафедрой «Электроника и микропроцессорная техника»:

подпись

к.т.н., доцент

Л.Л. Лямец

ФИО

«02» июля 2018 г.

1. Методическое обеспечение лекций

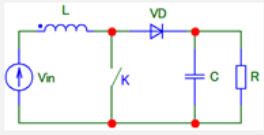
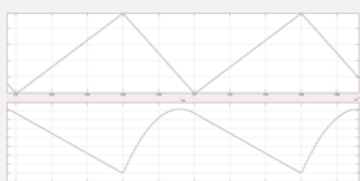
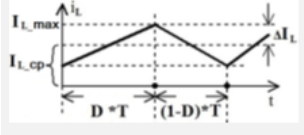
Цель лекций – изучение понятийного аппарата, основных теоретических положений и методов изучаемой дисциплины, необходимых для освоения закрепленных компетенций.

1. Комплект лекций в формате мультимедийных презентаций расположен на сайте кафедры:

<https://drive.google.com/drive/folders/1fgDEZcyYh8jWaQftdIPSJZavluDFhRN0?usp=sharing>

Фрагмент лекции в формате мультимедийной презентации:

<p style="text-align: center; color: red;">Кафедра электроники и микропроцессорной техники</p> <p style="text-align: center;">ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА</p> <p style="text-align: center;">Тема 1. Преобразователи постоянного напряжения в постоянное</p> <p style="text-align: center;">Лекция 1. Проектирование импульсного источника питания на примере повышающего преобразователя</p>	<p style="text-align: center; color: red;">1 Расчет повышающего преобразователя</p> <div style="text-align: center;"> <p>Силовой контур повышающего преобразователя</p> </div> <p style="text-align: center;">Данные для расчета:</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; text-align: center;"> Входное напряжение: 5 В Выходное напряжение: 12 В Мощность нагрузки: 6-12 Вт Частота коммутации: 100 кГц Коэффициент пульсаций (от пика до пика): 1% </div>
<p style="text-align: center; color: red;">2 Непрерывная модель повышающего преобразователя в РНТ</p> <div style="text-align: center;"> <p>Силовой контур повышающего преобразователя</p> </div> <p>Усредненная на периоде коммутации система уравнений</p> $\begin{cases} U_{ВХ} = U_L + U_C \cdot (1 - D) \\ i_L \cdot (1 - D) = i_C + i_H \end{cases}$ <p>Регулировочная характеристика и средний ток дросселя</p> $\begin{cases} \frac{U_{ВЫХ}}{U_{ВХ}} = \frac{1}{1 - D} & D = \frac{U_{ВЫХ} - U_{ВХ}}{U_{ВЫХ}} \\ I_L = \frac{I_H}{1 - D} \end{cases}$	<p style="text-align: center; color: red;">3 Вывод формулы для расчета индуктивности повышающего преобразователя</p> <div style="text-align: center;"> <p>Силовой контур повышающего регулятора</p> </div> <div style="text-align: center;"> </div> $L \cdot \frac{\Delta I_L}{\Delta t} = U_L \quad L \cdot \frac{I_{L_MAX}}{D \cdot T} = U_{ВХ}$ $L \cdot \frac{2 \cdot I_{L_CP}}{D \cdot T} = U_{ВХ} \quad L \cdot \frac{2 \cdot I_H}{D \cdot T \cdot (1 - D)} = U_{ВХ}$ $L \cdot \frac{2 \cdot P_H}{D \cdot T \cdot (1 - D) \cdot U_{ВЫХ}} = U_{ВХ} \quad L = \frac{U_{ВХ} \cdot D \cdot T \cdot (1 - D) \cdot U_{ВЫХ}}{2 \cdot P_H}$ $L = \frac{U_{ВХ}^2 \cdot (U_{ВЫХ} - U_{ВХ})}{2 \cdot P_H \cdot U_{ВЫХ} \cdot f}$

<p>4 Вывод формулы для расчета конденсатора повышающего преобразователя</p> <p>Силовой контур повышающего регулятора</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> $C \cdot \frac{\Delta U_C}{\Delta t} = I_C \quad K_n = \frac{\Delta U_{ВЫХ}}{U_{ВЫХ}}$ $C = \frac{I_H \cdot D \cdot T}{\Delta U_{ВЫХ}} \quad C = \frac{P_H \cdot D \cdot T}{\Delta U_{ВЫХ} \cdot U_{ВЫХ}}$ $C = \frac{P_H}{\Delta U_{ВЫХ} \cdot U_{ВЫХ} \cdot f} \cdot \frac{U_{ВЫХ} - U_{ВХ}}{U_{ВЫХ}}$ $C = \frac{P_H \cdot (U_{ВЫХ} - U_{ВХ})}{K_n \cdot U_{ВЫХ}^3 \cdot f}$ </div> <div style="width: 50%;">  </div> </div>	<p>5 Вывод формулы для расчета максимального тока дросселя/ключа повышающего преобразователя</p>  $I_{L_MAX} = I_{L_CP} + \Delta I_L$ $L \cdot \frac{2 \cdot \Delta I_L}{\Delta t} = U_L \Rightarrow \Delta I_L = \frac{U_L \cdot \Delta t}{2 \cdot L} = \frac{U_{ВХ} \cdot D \cdot T}{2 \cdot L}$ $I_{L_MAX} = \frac{I_H}{1-D} + \frac{U_{ВХ} \cdot D \cdot T}{2 \cdot L} = \frac{U_{ВЫХ}}{R \cdot (1-D)} + \frac{U_{ВХ} \cdot D \cdot T}{2 \cdot L}$ $1-D = \frac{U_{ВХ}}{U_{ВЫХ}} \Rightarrow D = 1 - \frac{U_{ВХ}}{U_{ВЫХ}} = \frac{U_{ВЫХ} - U_{ВХ}}{U_{ВЫХ}}$ $I_{L_MAX} = \frac{U_{ВЫХ}}{R} \cdot \frac{1}{1-D} + \frac{U_{ВХ} \cdot T}{2 \cdot L} \cdot D = \frac{U_{ВЫХ}}{R} \cdot \frac{U_{ВЫХ}}{U_{ВХ}} + \frac{U_{ВХ} \cdot T}{2 \cdot L} \cdot \frac{U_{ВЫХ} - U_{ВХ}}{U_{ВЫХ}} =$ $= \frac{U_{ВЫХ}^2}{U_{ВХ} \cdot R} + \frac{U_{ВХ} \cdot T \cdot (U_{ВЫХ} - U_{ВХ})}{2 \cdot L \cdot U_{ВЫХ}} = \frac{2 \cdot L \cdot U_{ВЫХ}^3 + U_{ВХ} \cdot T \cdot (U_{ВЫХ} - U_{ВХ}) \cdot U_{ВХ} \cdot R}{2 \cdot U_{ВХ} \cdot R \cdot L \cdot U_{ВЫХ}}$
---	---

2. Методическое обеспечение лабораторных работ

Цель лабораторных работ – закрепление лекционного материала, привитие навыков применения теоретических знаний для решения научно-исследовательских задач, необходимых для освоения закрепленных компетенций.

Задания на лабораторные работы расположены по ссылке:

<https://drive.google.com/drive/folders/1fgDEZcyYh8jWaQftdIPSJZavIuDFhRN0?usp=sharing>

Пример задания на лабораторную работу:

Лабораторная работа № 1 Однофазные неуправляемые выпрямители

Цель работы – исследовать работу выпрямителей малой мощности с различными типами фильтров.

1 Описание лабораторного стенда

Лабораторный стенд выполнен в виде автономного модуля. Лицевая панель стенда показана на рис. 1. На ней расположены: выключатель «сеть», узлы и элементы, при помощи которых можно подключить и исследовать различные типы выпрямителей с фильтрами и без них. Тип схемы устанавливается переключателем Пр. Исследуемая схема подключается ко вторичной обмотке трансформатора с числом витков $W2' = W2''$. Фильтры и нагрузка R_d одновременно подсоединяются к выходу схемы выпрямления. Тип фильтра устанавливается переключателями на стенде.

Резисторы $R_{изм}$ служат для наблюдения формы тока во вторичной обмотке трансформатора и в цепи одного из конденсаторов фильтра. Среднее значение выпрямленного тока I_d и напряжения U_d измеряются амперметром «А» и вольтметром «V».

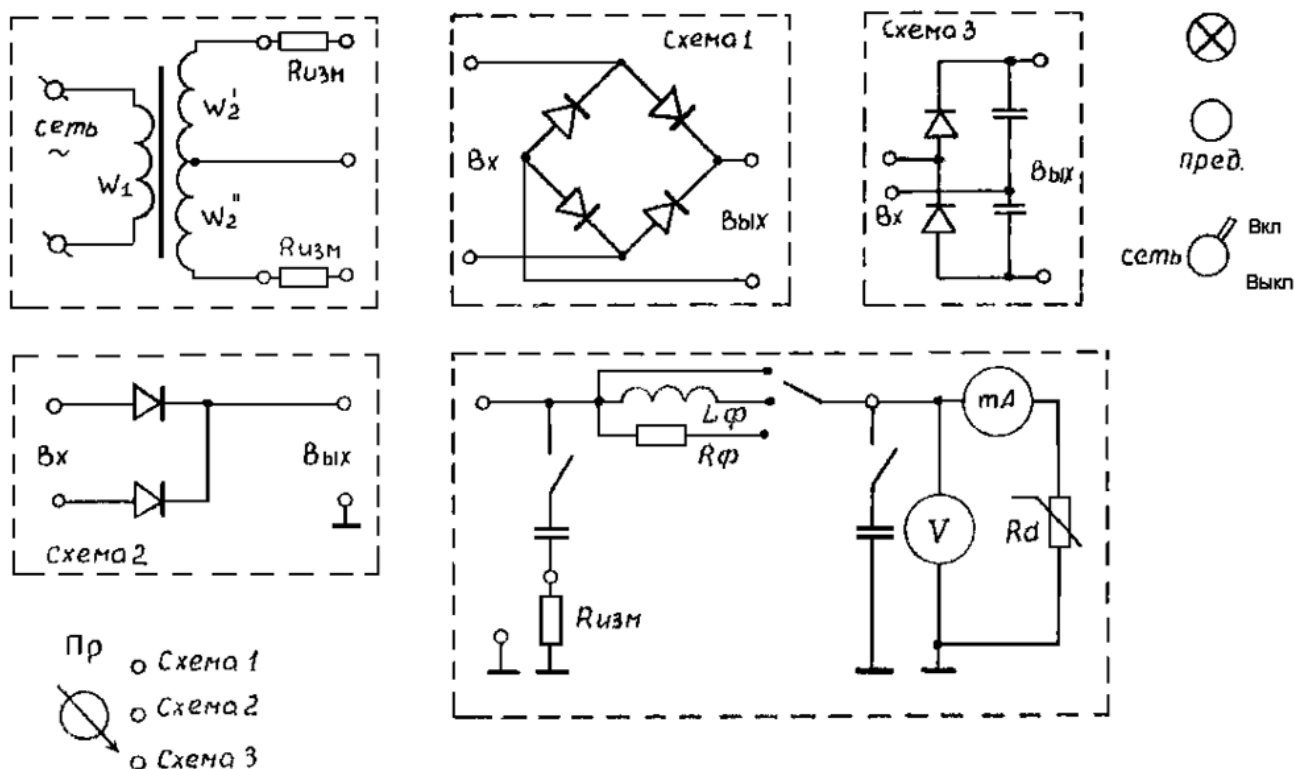


Рисунок 1 – Панель управления стенда для изучения однофазных выпрямителей

2 Рабочее задание

1. Однофазная мостовая схема выпрямления.

1.1. Установить переключатель Пр в положение «Схема-1». Снять и построить на одном графике внешние характеристики выпрямителя:

- без сглаживающего фильтра;*
- с емкостным С- фильтром;*
- с индуктивным L- фильтром;*
- с Г- образным RC-фильтром;*
- с Г- образным LC- фильтром;
- с П-образным CRC- фильтром;
- с П-образным CLC- фильтром.

1.2. Зарисовать осциллограммы тока во вторичной обмотке трансформатора, напряжения на вентиле и нагрузке для п. 1.1.а-г.*

1.3. Построить зависимости коэффициента пульсаций q от тока I_d для индуктивного L и емкостного С фильтров.

2. Двухполупериодная схема выпрямления с выводом нуля трансформатора.

2.1. Установить переключатель Пр в положение «Схема-2». Снять и построить внешние характеристики выпрямителя без фильтра.

2.2. Зарисовать осциллограммы тока во вторичной обмотке трансформатора, напряжений на вентиле и нагрузке R_d .

3. Схема удвоения напряжения.

3.1. Снять и построить внешнюю характеристику выпрямителя.

3.2. Зарисовать осциллограммы тока во вторичной обмотке трансформатора, напряжений на вентиле, конденсаторах и нагрузке R_d .

Примечание:

- осциллограммы тока и напряжения снимать при среднем токе нагрузки;

- осциллограммы приводить для полутора–двух периодов частоты сети в одинаковом масштабе времени;
- внешние характеристики строить по трем–четырем точкам, начиная с максимума тока;
- для получения режима холостого хода использовать выключатель.

Контрольные вопросы

1. Как зависит коэффициент пульсаций выходного напряжения выпрямителя от тока нагрузки при различных видах фильтров?
2. Принцип работы мостового выпрямителя. Привести осциллограмму выходного напряжения мостового выпрямителя с активной нагрузкой и емкостным фильтром.
3. Принцип работы двухполупериодного выпрямителя. Привести осциллограмму напряжения на диоде двухполупериодного выпрямителя с активной нагрузкой без выходного фильтра.
4. Принцип работы удвоителя напряжения. Привести осциллограмму тока диода.
5. Построить внешнюю характеристику выпрямителя.

3. Методическое обеспечение практических занятий

Цель практических занятий – закрепление лекционного материала, привитие навыков применения теоретических знаний для решения инженерных задач, необходимых для освоения закрепленных компетенций.

Задания на практические занятия расположены по ссылке:

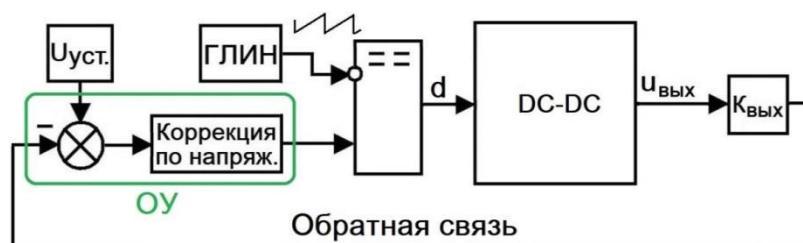
<https://drive.google.com/drive/folders/1fgDEZcyYh8jWaQftdIPSJZavIuDFhRN0?usp=sharing>

Пример задания на практическое занятие:

Задание на практическое занятие

Определить запасы устойчивости по амплитуде и фазе для импульсного преобразователя, охваченного отрицательной обратной связью по выходному напряжению. Выходное напряжение преобразователя равно 15 В, коэффициент $K_{\text{вых}}$ равен 2.5/15, напряжение на выходе ГЛИН нарастает от 0 до 3 В. Передаточная характеристика «коэффициент заполнения – выходное напряжение» преобразователя имеет вид:

$$f(p) = \frac{1.9 \cdot 10^4 \cdot p + 8.1 \cdot 10^9}{p^2 + 2834 \cdot p + 4.5 \cdot 10^8}$$



Структурная схема замкнутой системы управления dc-dc-преобразователем с обратной связью по напряжению

4. Методическое обеспечение расчетно-графической работы

Цель расчетно-графической работы – закрепление лекционного материала, привитие навыков применения теоретических знаний для самостоятельного решения инженерных задач, необходимых для освоения закрепленных компетенций.

Задания на расчетно-графическую работу расположены по ссылке:

<https://drive.google.com/drive/folders/1fgDEZcyYh8jWaQftdIPSJZavIuDFhRN0?usp=sharing>

5. Методическое обеспечение курсовой работы

Цель курсовой работы – закрепление лекционного материала, привитие навыков применения теоретических знаний для самостоятельного решения инженерных задач, необходимых для освоения закрепленных компетенций.

Задания на курсовую работу расположены по ссылке:

<https://drive.google.com/drive/folders/1fgDEZcyYh8jWaQftdIPSJZavIuDFhRN0?usp=sharing>

6. Методическое обеспечение проведения экзамена:

Экзамен является заключительным этапом изучения дисциплины и имеет цель оценить уровень теоретические знания обучаемых, их навыки и умения применять полученные знания при решении практических задач, а также оценить уровень освоения компетенций закрепленных за дисциплиной.

Вопросы для подготовки к экзамену расположены по ссылке:

<https://drive.google.com/drive/folders/1fgDEZcyYh8jWaQftdIPSJZavIuDFhRN0?usp=sharing>