

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Б. Л. Геллер

**ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА.
РАЗДЕЛ 2. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы
для студентов направления подготовки бакалавров
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

УДК 621.3 (076)

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры энергетики ФГБОУ ВО
«Калининградский государственный технический университет»
И. Е. Кажекин

Геллер, Б. Л.

Промышленная электроника. Раздел 2. Энергетическая электроника: учеб.-метод. пособие по выполнению курсовой работы для студентов напр. подгот. бакалавров 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / **Б. Л. Геллер.** – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 19 с.

Учебно-методическое пособие является руководством по выполнению курсовой работы по дисциплине «Промышленная электроника. Раздел 2. Энергетическая электроника» для обучающихся по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Курсовая работа предназначена для закрепления полученных знаний и совершенствования навыков их применения при решении практических задач.

Список лит. – 4 наименования

Учебно-методическое пособие рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией Института морских технологий, энергетики и строительства 28.10.2022 г., протокол № 02

УДК 621.3 (076)

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2022 г.
© Геллер Б. Л., 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. УСЛОВИЯ ВЫБОРА ТЕМЫ И ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	4
2. ТРЕБОВАНИЯ К ОБЪЕМУ, СТРУКТУРЕ, СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	5
3. ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	13
4. КРИТЕРИИ И НОРМЫ ОЦЕНКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	13
5. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ	15
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ	17
Приложение А. ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСФОРМАТОРОВ	18

ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа – самостоятельная учебная работа обучающихся, выполняемая в течение семестра по актуальной проблеме дисциплины.

Целью курсовой работы является закрепление полученных знаний и совершенствование навыков их применения при решении практических задач.

В процессе выполнения курсовой работы решаются следующие задачи:

- систематизация и конкретизация теоретических знаний;
- приобретение навыков ведения самостоятельной аналитической и расчетной работы, включая поиск и анализ необходимой информации в технической литературе, справочной и нормативной документации;
- развитие у обучающихся логического мышления и умения аргументировать свои суждения и выводы, выбирать и обосновывать технические решения, формулировать выводы и предложения.

После выполнения курсовой работы студент должен овладеть следующими знаниями, умениями, навыками:

Знать:

- основные физические принципы работы силовых преобразовательных устройств, их характеристики, методы обеспечения надежной работы при проектировании;
- принципы построения схем выпрямителей, их характеристики и основные расчетные соотношения.

Уметь:

- проводить анализ процессов в устройствах энергетической электроники;
- рассчитывать параметры устройств энергетической электроники.

Владеть:

- методами расчета электромагнитных процессов, протекающих в полупроводниковых преобразователях электроэнергии
- методами решения конкретных задач путем выбора оборудования из каталогов или разработки электронных технических средств.

1. УСЛОВИЯ ВЫБОРА ТЕМЫ И ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Темой курсового проекта является расчет управляемого выпрямителя, работающего на активно-индуктивную нагрузку. Индивидуальные задания студентам формирует преподаватель.

Выполнение курсовой работы включает в себя следующие этапы:

- 1) подбор источников информации для выполнения курсовой работы;

- 2) составление плана курсовой работы;
- 3) выполнение предусмотренных планом расчетов, выбор и обоснование технических решений;
- 4) оформление курсовой работы;
- 5) получение рецензии научного руководителя на курсовую работу и ее допуск к защите;
- 6) защита курсовой работы.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ОБЪЕМУ, СТРУКТУРЕ, СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

В задании на курсовой проект указываются следующие данные:

- схема выпрямления;
- номинальное напряжение сети переменного тока;
- номинальное выпрямленное напряжение;
- параметры нагрузки: активное сопротивление R_d и индуктивность L_d ;
- допустимые пульсации тока нагрузки, %;
- заданное значение угла управления α_3 для построения внешней характеристики, временных диаграмм и для расчета пульсаций.

Курсовая работа должен включать следующие элементы:

- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- расчет параметров и выбор силового трансформатора;
- расчет и построение регулировочной характеристики;
- расчет и построение внешних характеристик выпрямителя для углов управления $\alpha = 0$ и $\alpha = \alpha_3$;
- построение временных диаграмм работы выпрямителя для углов управления $\alpha = 0$ и $\alpha = \alpha_3$;
- определение гармонического состава напряжения нагрузки, расчет и выбор сглаживающего дросселя, обеспечивающего заданный коэффициент пульсаций при $\alpha = \alpha_3$;
- расчет гармонического состава и коэффициентов искажения синусоидальности тока, потребляемого из сети;
- выбор тиристор.

Выбор трансформатора и определение его параметров

По исходным данным определяется номинальная мощность нагрузки P_n , определяемая при угле отпирания тиристор $\alpha = 0$. По значению P_n с некоторым запасом, обусловленным потерями в тиристорах, соединительных проводах и контактных соединениях, выбирается номинальная мощность трансформатора из стандартного ряда, предусмотренного ГОСТ 9680-77. Далее по мощности

выбирается конкретная модель трансформатора, и определяются его параметры. Может быть выбран любой соответствующий расчетам трансформатор по справочной литературе, каталогам фирм или иным источникам. При выборе трансформатора не следует ориентироваться на конкретные напряжения вторичных обмоток, так как трансформаторы для промышленного применения обычно изготавливаются под заказ на произвольные напряжения. Примеры трансформаторов приведены в приложении А.

По номинальному выпрямленному напряжению определяется требуемое вторичное напряжение трансформатора. Рассчитанное значение увеличивается с учетом возможного снижения напряжения сети и потерь. Согласно ГОСТ 32144-2013, допускается снижение напряжения до уровня 90% от номинального. Запас на потери рекомендуется установить 5%.

Используя значения напряжения короткого замыкания трансформатора u_k , и мощности потерь короткого замыкания P_k , определяем активное и индуктивное сопротивления фазы трансформатора, приведенные к первичной обмотке. Для трехфазных трансформаторов следует учесть, что в справочных данных указывается суммарная мощность потерь трех фаз.

Построение регулировочной характеристики

Для построения регулировочной характеристики необходимо задаться несколькими значениями угла управления α , для каждого из которых рассчитывается выпрямленное напряжение U_d . Диапазон углов α берется из условия регулирования выходного напряжения до нуля. Расчет ведется для режима, близкого к режиму холостого хода, т.е. не учитываются потери и явление коммутации. Далее строится зависимость $U_d = f(\alpha)$.

Построение внешних характеристик

Внешние характеристики $U_d = f(I_d)$ строятся по выражениям, представленным в разделе 2.8 издания [1]. Необходимое значение L_s определяется из индуктивного сопротивления фазы, приведенного к вторичной обмотке трансформатора. Внешняя характеристика выпрямителя при $\alpha = 0$ ограничивается значением тока I_d , при котором угол коммутации $\gamma = \pi/3$. Внешние характеристики при других α строятся в этом же диапазоне токов.

Построение временных диаграмм

Временные диаграммы напряжения на нагрузке строятся для номинального режима при двух значениях угла управления: $\alpha = 0$ и указанного в задании. Диаграммы строятся с учетом явления коммутации.

Расчет пульсаций тока нагрузки и выбор сглаживающего дросселя

Пульсации тока нагрузки при ее активно-индуктивном характере определяются первой гармоникой выпрямленного напряжения. Поэтому вначале в соответствии с [1, п. 2.7] определяется амплитуда первой гармоники выпрямленного напряжения для двух значений угла управления: $\alpha = 0$ и

заданного для данного варианта. При этом явление коммутации не учитывается. Далее рассчитывается амплитуда пульсаций тока I_{1m} и определяется коэффициент пульсации как отношение I_{1m}/I_d . Если полученное значение коэффициента пульсаций тока больше заданного, рассчитывается индуктивность дополнительного дросселя, включаемого между выпрямителем и нагрузкой.

Расчет спектрального состава тока, потребляемого из сети

Принимаем, что ток нагрузки выпрямителя идеально сглажен, а интервал коммутации достаточно мал. При этих допущениях кривая фазного тока имеет прямоугольную форму. Гармонический состав тока определяется по соотношениям, приведенным в [1, п. 2.9]. Необходимо определить действующее значение первичного тока трансформатора и действующее значение первой гармоники первичного тока, а также рассчитать коэффициент искажения синусоидальности кривой тока в соответствии с ГОСТ Р 54130-2010.

Выбор тиристоров

Выбор тиристоров следует проводить исходя из режима максимального тока нагрузки $I_{d, \max}$, то есть при максимально возможном входном напряжении $1,1U_1$ и $\alpha = 0$. Порядок выбора следующий:

1) По известному току $I_{d, \max}$ определяются среднее I_{cp} и действующее значение тока тиристора.

2) По среднему значению тока предварительно выбирается тиристор. Из технических справочников (например, [2]), промышленных каталогов или иной документации производителя выписываются его основные параметры.

3) По максимальному обратному напряжению, которое может быть приложено к тиристорам в рассчитываемом выпрямителе, выбирается класс тиристора по напряжению. В зависимости от максимально допустимого значения повторяющегося импульсного напряжения в закрытом состоянии силовым полупроводниковым приборам присваивается класс по напряжению, который обозначается числом от 1 до 60. Классу 1 соответствует максимально допустимое напряжение 100 В, классу 2 – 200 В, и так далее.

Для повышения надежности работы тиристоров их обычно выбирают с некоторым запасом по напряжению и току.

Объем работы. Требования к изложению материала и к оформлению

Объем курсовой работы должен быть от 15 до 25 страниц.

Материал в курсовой работе следует излагать ясно, конкретно, технически и стилистически грамотно. Должны применяться стандартизованные или общепринятые научно-технические термины. Не допускается применять обороты разговорной речи, произвольные словообразования, технический жаргон. Необходимо стремиться к разумной краткости. Не допускается переписывание общеизвестных положений, воспроизведение больших объемов

сведений теоретического или справочного характера с целью наращивания объема работы. В то же время изложение должно быть достаточно подробным для того, чтобы было понятно, какой вопрос рассматривается, откуда взята информация, какие параметры рассчитываются, какие получены результаты.

Все этапы работы должны быть четко обозначены в тексте. При проведении расчетов и выборе элементов рекомендуется предварять каждый очередной этап вступительными словами, например: "Рассмотрим ...", "Выполним расчет ...", "Произведем выбор ...".

Каждая структурная часть текста должна иметь заголовок, кратко и точно отражающий главное содержание раздела, подраздела. Часть текста, выделенная с помощью заголовка, должна быть достаточно содержательной. Не допускается выделять заголовком расчет одной величины или выбор отдельного элемента, занимающие несколько строк. Нельзя обособлять фрагменты текста с помощью неявных заголовков, выделяя их с помощью жирного шрифта, или подчеркивания, или вообще без выделения.

Следует избегать использования личных местоимений. Взамен выражений типа "Я выбрал ...", "Мною получено ..." необходимо использовать выражения "Выбираем ...", "Предлагается ...", "В результате ... получено ...".

Работа оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, выполненной в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105. Форматирование шрифта, абзацев, заголовков и прочих элементов текста должно быть одинаковым по всему документу. Опечатки и незначительные дефекты текста и изображений допускается исправлять вручную.

Первым листом пояснительной записки является титульный. Номер на этом листе не ставится, но включается в общий объем записки.

Все листы, кроме титульного, должны иметь основную надпись для текстовых документов в соответствии с требованиями ГОСТ 2.104. Основная надпись по форме 2 (для заглавных листов) помещается на первых листах нумерованных разделов. В графе наименования указывают название раздела. Остальные листы имеют основную надпись по форме 2а. Рекомендуется основную надпись помещать в колонтитул, это значительно упрощает оформление документа.

Заголовки разделов записывают прописными буквами с выравниванием по центру без абзацного отступа. Заголовки СОДЕРЖАНИЕ, СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ не нумеруют. Заголовки подразделов записывают строчными буквами с абзацным отступом и выравниванием по ширине или по левому краю.

Заголовки разделов нумеруют арабскими цифрами. Подразделы нумеруются в пределах раздела, их номер состоит из номеров раздела и подраздела, отделенных точкой. Размер и тип шрифта в заголовке должен быть

таким же, как в обычном тексте. Полужирное начертание, курсив или подчеркивание заголовков не допускается. Заголовки не должны содержать переносов и сокращения слов. Точки после заголовка и номера не ставят.

Заголовки отделяются друг от друга и от обычного текста пустой строкой или интервалом соответствующего размера. После заголовка на этой же странице должно размещаться не менее двух строк обычного текста, в противном случае заголовок переносят на следующий лист. Для упрощения корректировки текста рекомендуется для всех заголовков установить флажок "Не отрывать от следующего" в диалоговом окне "Абзац" на вкладке "Положение на странице".

Целые числа от нуля до девяти, указывающие количество, должны записываться словами, в остальных случаях – цифрами. Порядковые числительные записываются только словами: шестой, двадцать третий. Целая часть числа отделяется от дробной только запятой.

Для указания диапазона чисел используют тире или оборот "от ... до ...". Тире не следует ставить, если оно может быть воспринято как знак минус.

При выборе точности представления результатов расчетов необходимо соблюдать общее правило: все цифры любого результата должны быть гарантированы, за исключением цифры младшего разряда, где допускается погрешность в единицу. Рекомендуется при представлении результатов технических расчетов использовать не более трех значащих цифр. Кроме того, необходимо учитывать цель расчета. Например, не следует указывать значение настраиваемого параметра с большей точностью, чем допускают инструментальные средства измерения и настройки; не следует приводить данные для построения графика с излишними значащими цифрами, если единицу младшего разряда невозможно различить на графике.

Все буквенные обозначения физических величин и параметров должны быть расшифрованы при первом упоминании либо в тексте (например: "выпрямленный ток I_d "), либо в пояснениях под формулой.

Единицы физических величин должны указываться только в системе СИ буквами русского алфавита. Написание единиц физических величин должно соответствовать ГОСТ 8.417. Обозначения единиц (В, кВт) допускается использовать только в сочетании с цифрами, в противном случае указывается наименование единицы (вольт, киловатт). Сокращать наименования единиц, употребляемых без цифр, не допускается. Обозначения единиц набирают прямым шрифтом, точку как знак сокращения не ставят. Между числом и обозначением единицы ставят пробел, за исключением обозначений, поднятых над строкой, например: 380 В; 17 %, 90°. Число и обозначение единицы должны быть в одной строке; чтобы это правило не нарушалось при редактировании текста, рекомендуется использовать неразрывный пробел.

При использовании дефисов (-) и тире (–) необходимо помнить главное правило: дефис ставится между частями одного слова, тире – между словами. Тире выделяется с двух сторон пробелом, за исключением случая, когда используется для обозначения числовых интервалов.

Тире в пояснительной записке применяется обычно в следующих целях:

- ставится перед словом "это", если сказуемое является существительным в именительном падеже и с помощью этих слов присоединяется к подлежащему;
- используется при расшифровке символов под формулами;
- отмечает пункты маркированного списка (использование дефиса здесь не допускается).

В технических текстах часто используются перечисления. Если позиции перечисления достаточно объемные, их необходимо оформлять в виде маркированного списка. В качестве маркера используется тире с абзацным отступом. Использование в качестве маркеров "красочных" символов вроде ●, ◆, ➤, ✓ не допускается. Каждая позиция начинается со строчной буквы и заканчивается точкой с запятой, последняя позиция перечисления заканчивается точкой.

Форматирование текста по всему тексту должно быть одинаковым. Используется шрифт черного цвета Times New Roman, размер 13, межзнаковый интервал обычный. Курсив и полужирное начертание обычного текста не допускаются, однако обозначения физических величин и параметров должны набираться курсивом. Вставка текста и формул из других программ не допускается.

Абзацы должны иметь междустрочный интервал 1,5; абзацный отступ 1,25 или 1,27 см (это не распространяется на содержимое таблиц). Расстояние от текста до рамки и основной надписи – не менее 5 мм. Необходимо установить в документе запрет висячих строк.

В тексте работы все иллюстрации называют рисунками. Рисунки должны иметь номер и наименование. Номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера рисунка в разделе, отделенных точкой. Номер и наименование располагают под рисунком с выравниванием по центру и выполняют по следующей форме:

"Рисунок 2.1 – Внешние характеристики выпрямителя"

При необходимости рисунок поясняется с помощью подрисуночного текста, который располагается по центру между рисунком и его наименованием. Нельзя отрывать наименование рисунка от самого рисунка.

Изображение на рисунках должно быть четким. Линии должны быть хорошо различимы, символы – легко читаться.

На все рисунки должны быть даны ссылки в тексте. Ссылки даются в виде выражений вида: "На рис. 3.2 изображен ... ", "График зависимости ... предоставлен на рис. 3.2 ... ". Рисунки следует располагать непосредственно после ссылки или на следующей странице.

Графики строят в прямоугольной системе координат, где по оси абсцисс откладывают аргумент (независимую физическую величину), а по оси ординат – функцию (зависимую физическую величину). Масштаб графика определяется интервалом изменения величин. Принятая шкала будет легко читаться, если одна клетка масштабной сетки будет соответствовать удобному числу: 1; 2; 5; или этим же числам, умноженным на 10^n , где n – любое целое число, положительное или отрицательное. Масштабы по обеим осям выбираются независимо друг от друга. График получается более наглядным, если основная часть кривой имеет наклон, не слишком отличающийся от 45° . В этом случае наиболее удобно анализировать форму кривой. Кривые должны занимать практически всё поле графика (должно быть соответствие между протяжённостью кривой и размером графика).

Масштаб наносится на осях графика вне его поля в виде равноотстоящих чисел, например: 6; 8; 10 и т. д. или 4,74; 4,76; 4,78 и т. д. Не следует расставлять эти числа слишком густо – достаточно нанести их через 2 или даже через 5 см. Около оси координат необходимо написать обозначение величины и единицу измерения.

Если на один и тот же график наносится несколько линий, то их нужно различать указанием символа величины. Допускается различать линии цветом, пунктиром или различными символами (крупные точки, кружки, треугольники, звёздочки и т. п.); в этом случае пояснение различий должно быть приведено в тексте или в подрисуночной надписи.

Таблицы применяют для наглядного представления больших объемов однотипных данных. В таблице материал располагается в горизонтальных строках и в вертикальных графах (столбцах). Верхняя часть таблицы, где расположены заголовки граф, называется головкой, левая графа, содержащая заголовки строк – боковиком. Рекомендуется ширину таблицы устанавливать равной ширине текста.

Таблица должна иметь номер и наименование, которые располагают над таблицей слева и выполняют по следующей форме:

"Таблица 2.1 – Параметры тиристора ..."

Наименование таблицы располагают на той же странице, что и сама таблица или ее начало. Наименование должно отражать содержание таблицы, быть точным и кратким.

На все таблицы необходимо сделать ссылки в тексте. При ссылке следует писать слово "табл." с указанием ее номера. Таблицу располагают непосредственно после ссылки или на следующей странице.

Данные в таблицу следует помещать так, чтобы избежать многократного повторения одних и тех же записей: обозначения измеряемой величины, единиц измерения и т. п. Если в таблице приводятся значения физических величин, то в заголовках граф после символа физической величины через запятую приводят единицы измерения. Здесь же при необходимости указывают множитель вида 10^n . Если все цифровые данные в строке выражены в одних и тех же единицах физических величин, то их указывают в соответствующей строке боковика таблицы.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят.

Внешние границы таблицы должны быть показаны линиями. Головка таблицы также должна быть отделена линией. Внутренние границы, отделяющие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей. Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается вертикальное расположение заголовков граф. Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте.

Формулы должны располагаться в отдельных строках. Их следует вводить с помощью встроенного в Word средства набора формул. Допускается простые формулы набирать с клавиатуры как текст, если это не нарушает общепринятого начертания.

Формулы должны нумероваться в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например, (3.1). Номер формулы указывается у правого края строки, а сама формула располагается посередине.

Ссылаться в тексте можно только на формулу, расположенную выше, при этом указывают ее номер в скобках, например: "расчет ведется по формуле (3.1)" или "подставляя значение ... в (3.1), получаем ...".

Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не указаны ранее в тексте, должны быть приведены под формулой в той последовательности, в какой они встречаются в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова "где" без двоеточия после него и без

абзацного отступа. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки. При отсутствии пояснений в конце формулы ставится точка.

Пример оформления формулы:

"Внешняя характеристика выпрямителя рассчитывается по выражению

$$U_d = U_{d0} \cos \alpha - \Delta U_x, \quad (3.3)$$

где U_{d0} – выпрямленное напряжение при $\alpha = 0$;

α – угол управления;

ΔU_x – индуктивное падение напряжения."

При использовании формул для расчетов рекомендуется показывать подстановку чисел взамен символов и приводить результат расчета, однако это следует делать не в одной строке с формулой через знак "=", а на отдельной строке под формулой.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа, законченная и оформленная в соответствии с установленными требованиями, должна быть сдана в бумажном сброшюрованном виде на кафедру до начала экзаменационной сессии, согласно графику учебного процесса.

Кроме того, обучающийся должен подготовить электронный вариант курсовой работы в форматах doc или pdf и предоставить преподавателю для ее рецензирования и допуска к защите.

Если курсовая работа требует доработки, то на титульном листе делается соответствующая пометка. После доработки курсовая работа вновь направляется на рецензирование.

Основанием для отрицательной рецензии может быть следующее:

- несоответствие содержания заданию;
- нарушение последовательности изложения материала;
- ошибки в расчетах;
- несоблюдение требований, предъявляемых к оформлению работы;
- недостаточный объем курсовой работы;
- отсутствие ссылок на источники.

Если курсовая работа не требует повторного рецензирования, то на титульном листе делается пометка о допуске к защите.

Преподаватель, проверяющий курсовую работу, отмечает положительные стороны работы и ее недостатки, дает рекомендации по подготовке к защите. Студент обязан подготовиться к защите основных положений своей курсовой работы и к ответу на сделанные замечания.

4. КРИТЕРИИ И НОРМЫ ОЦЕНКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

При оценке курсовых работ в процессе их защиты учитывается их содержание, ответы студента на вопросы преподавателей.

Оценка «отлично» ставится, если курсовая работа содержит полный объем необходимых расчетов, отсутствуют ошибки, пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями, выводы обоснованы, при защите студент правильно и полно отвечает на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если курсовая работа содержит необходимые расчеты в соответствии с темой, правильные выводы, но уровень обоснованности результатов недостаточный, или имеются не принципиальные ошибки, при защите студент показывает владение материалом, но не четко формулирует ответы на заданные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если результаты в основном верные, но курсовая работа содержит небольшое количество принципиальных ошибок, выводы слабо обоснованы, имеются грубые ошибки в оформлении, при защите студент не дает полных и аргументированных ответов.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если содержание работы не соответствует заданию, нарушена последовательность изложения материала, имеются принципиальные ошибки в теоретическом обосновании и расчетах, при защите студент обнаруживает непонимание процессов, происходящих в устройстве энергетической электроники, незнание основных теоретических положений и принципов расчета.

5. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Вариант	Выпрямительная схема	Номинальное линейное напряжение сети U_1 , В	Номинальное выходное напряжение U_n , В	Активное сопротивление нагрузки R_d , Ом	Индуктивность нагрузки L_d , мГн	Коэффициент пульсаций тока нагрузки k_n , %	Заданное значение угла управления α_3 , град
1	Однофазная нулевая	127	24	1,2	180	0,18	10
2	Однофазная мостовая	220	36	1,6	160	0,15	12
3	Трёхфазная нулевая	220	100	2	120	0,08	15
4	Трёхфазная мостовая	380	120	3	90	0,05	18
5	Однофазная нулевая	127	36	1,5	225	0,15	20
6	Однофазная мостовая	220	48	3	300	0,12	22,5
7	Трёхфазная нулевая	220	120	1,5	90	0,06	25
8	Трёхфазная мостовая	380	150	1,2	36	0,04	27,5
9	Однофазная нулевая	127	48	2,4	360	0,18	30
10	Однофазная мостовая	220	60	2	200	0,15	33
11	Трёхфазная нулевая	220	150	2	120	0,08	36
12	Трёхфазная мостовая	380	200	1,6	48	0,05	40
13	Однофазная нулевая	127	60	3	450	0,15	45
14	Однофазная мостовая	220	80	2,5	250	0,12	10
15	Трёхфазная нулевая	220	200	5	300	0,06	12
16	Трёхфазная мостовая	380	250	1	30	0,04	15
17	Однофазная нулевая	127	80	5	750	0,18	18
18	Однофазная мостовая	220	100	4	400	0,15	20
19	Трёхфазная нулевая	380	250	5	300	0,08	22,5
20	Трёхфазная мостовая	660	300	0,5	15	0,05	25
21	Однофазная нулевая	127	100	8	1200	0,15	27,5

Вариант	Выпрямительная схема	Номинальное линейное напряжение сети U_1 , В	Номинальное выходное напряжение U_n , В	Активное сопротивление нагрузки R_d , Ом	Индуктивность нагрузки L_d , мГн	Коэффициент пульсаций тока нагрузки k_n , %	Заданное значение угла управления α_3 , град
22	Однофазная мостовая	220	120	1,5	150	0,12	30
23	Трехфазная нулевая	380	300	3	180	0,06	33
24	Трехфазная мостовая	660	350	1,4	42	0,04	36
25	Однофазная нулевая	127	120	4	600	0,18	40
26	Однофазная мостовая	220	150	5	500	0,15	45
27	Трехфазная нулевая	380	110	5	300	0,08	10
28	Трехфазная мостовая	660	400	2	60	0,05	12
29	Однофазная нулевая	127	150	8	1200	0,15	15
30	Однофазная мостовая	220	200	10	1000	0,12	18
31	Трехфазная нулевая	380	160	2,5	150	0,06	20
32	Трехфазная мостовая	660	450	3	90	0,04	22,5
33	Однофазная нулевая	127	200	4	600	0,18	25
34	Однофазная мостовая	220	220	5	500	0,15	27,5
35	Трехфазная нулевая	380	180	3	180	0,08	30
36	Трехфазная мостовая	660	600	4	120	0,05	33
37	Однофазная нулевая	127	250	10	1500	0,15	36
38	Однофазная мостовая	220	300	12	1200	0,12	40
39	Трехфазная нулевая	380	220	1,1	66	0,06	45
40	Трехфазная мостовая	660	800	5	150	0,04	17,5

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Геллер, Б.Л. Энергетическая электроника: Учебное пособие. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2020. – 137 с.
2. Розанов, Ю.К. Силовая электроника: учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк. 2-е изд., стереотипное. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 632 с.
3. Полупроводниковые выпрямители. Под ред. Ф. И. Ковалева и Г. П. Мостковой. – Москва: Энергия, 1978. – 448 с.
4. Чебовский О.Г., Моисеев Л.Г., Сахаров Ю.В. Силовые полупроводниковые приборы: Справочник. – Москва: Энергия, 1985.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Технические характеристики однофазных трансформаторов ОСМ1, ОС

Тип трансформатора	Номинальная мощность, кВА	u_k , %	Потери короткого замыкания, Вт
ОСМ1-0,4	0,4	4,5	16
ОСМ1-0,63	0,63	4,0	21
ОСМ1-1,0	1,0	3,5	34
ОСМ1-1,6	1,6	3,5	49
ОСМ1-2,5	2,5	3,0	68
ОСМ1-4,0	4,0	3,0	115
ОС-6,3	6,3	2,2	135
ОС-10	10	2,0	188
ОС-15	15	3,5	495

Технические характеристики трехфазных трансформаторов ТС

Тип трансформатора	Номинальная мощность, кВА	u_k , %	Потери короткого замыкания, Вт
ТС-6,3	6,3	2,5	175
ТС-10	10	3,8	270
ТС-25	25	3,8	600
ТС-40	40	3,8	880
ТС-63	63	3,8	1280
ТС-100	100	3,8	1450
ТС-160	160	3,8	1950
ТС-250	250	3,8	2340
ТС-400	400	2,5	175

Локальный электронный методический материал

Борис Львович Геллер

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА.
ЧАСТЬ 2. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Редактор И. Голубева

Уч.-изд. л. 1,4. Печ. л. 1,2.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1