Федеральное агентство связи

Уральский технический институт связи и информатики (филиал) ФГБОУ ВО

«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики» в г. Екатеринбурге УрТИСИ СибГУТИ



**А.А. Шадрин**

**ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**

Методические указания по выполнению практических работ

для студентов очной формы обучения

на базе среднего (полного) общего образования,

обучающихся по направлению подготовки бакалавра

11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

(профиль «Оптические системы и сети связи»),

программа академического бакалавриата,

соответствии с ФГОС ВО 3 поколения.

Екатеринбург

2016

ББК 32.88-42

УДК 621.391

## Рецензент: доцент, канд. физ-мат. наук Куанышев В.Т.

Шадрин А.А.

Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Методические указания по выполнению практических работ / А.А. Шадрин – Екатеринбург: УрТИСИ СибГУТИ, 2016. – 26с.

Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Электропитание устройств и систем телекоммуникаций» предназначены для студентов очной формы обучения на базе среднего (полного) общего образования, обучающихся по направлению подготовки бакалавра 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (профиль «Оптические системы и сети связи») в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3 поколения.

Методические указания содержат задания для выполнения практических работ в соответствии с рабочей программой дисциплины, перечень вопросов к зачету по дисциплине, список рекомендуемых источников.

Рекомендовано НМС УрТИСИ СибГУТИ в качестве методических указаний по выполнению практических работ по дисциплине «Электропитание устройств и систем телекоммуникаций» для студентов очной формы обучения на базе среднего (полного) общего образования, обучающихся по направлению подготовки бакалавра 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (профиль «Оптические системы и сети связи») в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3 поколения.

ББК 32.88-42

УДК 621.391

©Кафедра общепрофессиональных дисциплин

технических специальностей

© УрТИСИ СибГУТИ, 2016

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |
| --- | --- |
| Пояснительная записка | 4 |
| Практическая работа 1 | 5 |
| Практическая работа 2 | 12 |
| Практическая работа 3 | 14 |
| Практическая работа 4 | 20 |
|  |  |
| Приложение А | 22 |
| Приложение Б | 24 |

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Методические указания к выполнению практических работ составлены в соответствии с утвержденной программой дисциплины «Электропитание устройств и систем телекоммуникаций» предназначены для студентов очной формы обучения на базе среднего (полного) общего образования, обучающихся по направлению подготовки бакалавра 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (профиль «Оптические системы и сети связи») в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3 поколения.

Проведение практических работ предусмотрено для расширения и закрепления знаний по теоретическому курсу.

Выполнение работ необходимо проводить с пояснениями, расчетами и выводами. На каждую практическую работу оформляется отчет.

На проведение практических работ в соответствии с программой отводится 16 часов.

Количество часов на выполнение каждой работы, а также ее тема, указаны в таблице 1.

**Таблица 1 - Перечень практических работ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Перечень практической работы | Кол-во  часов |
| 1 | Расчёт параметров однофазного выпрямителя | 4 |
| 2 | Расчет сглаживающего фильтра | 2 |
| 3 | Расчёт электропитающей установки | 6 |
| 4 | Изучение коммутационно – распределительной аппаратуры переменного тока | 4 |
| **Итого:** | | **16** |

# ПРАКТИЧеСКАЯ РАБОТА 1

**Расчет параметров однофазного выпрямителя**

1. **Цель работы:**

1.1Ознакомиться с методикой расчета однофазного выпрямителя.

1.2Научиться обосновывать схемотехнические решения при проектировании источников электропитания.

1.3Научиться пользоваться справочной литературой.

**2.Литература:**

1. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учебное пособие для вузов / В.М. Бушуев, В.А. Деминский, Л.Ф. Захаров и др. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – 384с.: ил

2. Электроснабжение: учебник для вузов / Е.А. Конюхова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2014. – 510с.

1. **Подготовка к работе:**

3.1Повторить материал по темам: «Трансформаторы», «Неуправляемые выпрямительные устройства».

**4.Порядок выполнения:**

4.1 Выбор исходных данных в соответствии с вариантом, указанным преподавателем.

4.2 Обоснование выбранной схемы выпрямления и типа вентилей.

4.3 Выбор типа магнитопроводатрансфоратора.

4.4 Расчет параметров трансформатора.

**5.Содержание отчета:**

5.1 Название и цель работы.

5.2 Задание в соответствии с вариантом.

5.3 Расчет выпрямителя в соответствии с пунктами 4.1-4.4 с обязательным указанием параметров и расчетных формул.

**6.Задание для расчета:**

6.1 Решение задачи состоит в расчете выпрямительного устройства, которое питается от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В с частотой 50 Гц. Исходными данными для расчетов являются напряжение *U*Hи ток *I*Н нагрузки, а также коэффициент пульсации по первой гармонике на нагрузке *К*п. Численные значения исходных данных по каждому из 100 возможных вариантов приведены в таблицах 1 и 2. Номер варианта задания, выполняемого студентом, определяется преподавателем.

Таблица 1.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Первая цифравариантазадания | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | б | 7 | 8 | 9 |
| U**h**,В | 5 | 12 | 15 | 24 | 36 | 48 | 60 | 72 | 18 | 42 |

Таблица 1.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вторая цифра  варианта  задания | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| In, А | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 2 | 4 | 5 |
| Кп, % | 7 | 1 | 2 | 10 | 5 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 |

**7 Методические указания:**

Схемы выпрямления для однофазных сетей переменного тока представлены на рисунке 1. Выбор конкретной схемы основывается на анализе исходных данных и максимально допустимых параметров вентилей, выпускаемых промышленностью. При мощности в нагрузке меньше 1 кВт могут быть использованы обе схемы. Мостовую схему (рисунок 1.1) нецелесообразно применять при *U*Н<10В, так как в этом случае падение напряжения на двух последовательно соединенных диодах соизмеримо с напряжением на нагрузке. При необходимости получения на нагрузке больших величин напряжения мостовая схема может быть предпочтительнее однотактной двухполуперйодной схемы выпрямления (рисунок 1а), так как в ней требуются вентили с меньшим максимально допустимым обратным напряжением. Кроме того, для мостовой схемы нужен трансформатор с меньшей габаритной мощностью.

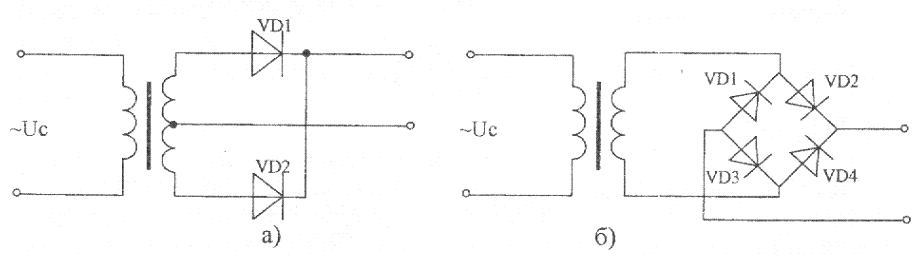


Рисунок 1.1 - Схемы выпрямления

В качестве вентилей выбираются выпрямительные диоды или диодные сборки, у которых допустимый средний прямой ток не меньше, чем 0,5 *I*Н:

*1*ПР СР >0,5 *I*Н

Если в справочнике не указано значение *1*ПР СР то, вместо него можно использовать средний выпрямленный ток *1*ВП СР - Кроме того, максимально допустимое постоянное обратное напряжение на диодах *U*ОБРmaxдолжнопревышать обратное напряжение, под которым диоды оказываются в схеме выпрямления.

*U*ОБР> 1,2π для схемы рисунка 1а,

*U*ОБР> 1,2π/2 для схемы рисунка 16.

Для выбора вентилей использовать приложение А.

**Расчет трансформатора**

По приведенной здесь методике может быть проведен приближенный расчет трансформатора выпрямительного устройств при индуктивном характере нагрузке.

Расчет начинается с определения мощности в нагрузке

*Р*Н = IН\*UН,,Вт (1.1)

Затем определяется типовая мощность трансформатора по формуле (таблица 3) с учетом выбранной схемы выпрямления. По рассчитанному значению Srвыбирают конструкцию и тип магнитопровода из приложения Б. При выборе следует руководиться следующими соображениями.

На мощностях до нескольких десятков вольт-ампер рекомендуется отдавать предпочтение броневым магнитопроводам, так как уступая стержневым по массогабаритным показателям, они более технологичны в изготовлении.

На мощностях от нескольких десятков до нескольких сотен вольт-ампер рекомендуется использовать стержневые ленточные магнитопроводы.

По таблице 4 определяют амплитуду магнитной индукции *В*М, плотность тока первичной обмотки σ1и падение напряжения на обмотках трансформатора Δ*U*1 и Δ*U*2.

Затем по формулам из таблицы 3 рассчитывают действующее значение напряжения и действующее значение тока вторичной обмотки. Далее определяют коэффициент трансформации *К*ТР и действующее значение тока первичной обмотки *I*1:

*К*ТР =*U*1/*U*2, В (1.2)

*1*1 = *1*Н/*К*ТР**,**А (1.3)

Таблица 1.3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметры трансформатора | Схема выпрямления | |
| Однофазная 2-х полупериодная | Однофазная мостовая |
| Действующее значение напряжения вторичной обмотки, *U*2 | 1,2UH | 1,2UH |
| Действующие значение тока вторичной обмотки, *1*2 | 0,707\**1*Н | *1*Н |
| Типовая мощность трансформатора, *S***Т** | 1,44\**Р*Н | 1,2\**Р*Н |
| Число фаз вторичной обмотки, *п*20 | 2 | 1 |
| Отношение активной мощности вторичной обмотки трансформатора к полной мощности первичной обмотки, ξ | 1,41 | 1 |

Таблица 1.4

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Конструкция  магнитопровода, марка стали и толщина ленты | Параметры трансформа­тора | ST, В А | | | | |
| 5-15 | 15-50 | 50-150 | 150- 300 | 300- 1000 |
| Броневая  ленточная 3411,  Δ=0,35 мм | *В*М, Тл | 1,55 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 |
| σ1, А/мм2 | 3,8-3,5 | 3,5-2.7 | 2,7-2,4 | 2,4-2,3 | 2,3-1,8 |
| Δ*U*1 ,% | 20-13 | 13-6 | 6-4,5 | 4,5-3 | 3-1 |
| Δ*U*2., % | 25-18 | 18-10 | 10-8 | 8-6 | 6-2 |
| Стержневая  ленточная 3411,  Л-0,35 мм | *В*М, Тл | 1,55 | 1.6 | 1,7 | 1,7 | 1,7 |
| σ1,А/мм: | 5,2 | 5,2-3,8 | 3,8-3 | 3-2,4 | 2,4-1,7 |
| Δ*U*1 ,% | 18-12 | 12-5,5 | 5,5-4 | 4-3 | 3-1 |
| Δ*U*2., % | 33-17 | 17-9 | 9-6 | 6-4 | 4-2 |

На следующем этапе расчета определяются потери в стали магнитопровода по формуле:

*Р*СТ = ρ\**G*CT, Вт (1.4)

где*G*СТ— масса выбранного магнитопровода; ρ - удельные потери в стали.

Величина магнитных потерь зависит от амплитуды магнитной индукции, сорта и толщины стального листа. Значение ρ может быть приближенно определено по формуле:

ρ = ρ0\**В*М,β Вт/кг (1.5)

Входящие в формулу коэффициенты ρ0 и ρ зависят от материала магнитопровода и частоты питающего напряжения. Для стали 3411 с толщиной ленты *D*=0,35 мм на частоте 50 Гц ρ0=1,8, β= 2. Единицы измерения *В*М в формуле (5) - Тесла.

После этого определяется реактивная намагничивающая мощность Qпо формуле:

*Q*=*q0*\**G*СТ**,** ВА (1.6)

где *q0*- удельная намагничивающая мощность.

Удельная намагничивающая мощность зависит от материала магнитопровода, частоты питающего напряжения и амплитуды магнитной индукции. Для стали 3411 с толщиной ленты 0,35 мм на частоте 50 Гц *q0*может быть приближенно рассчитано по формуле:

*q0=*-6,4\**В*М\**L*0\*(1-*В*М)/1,ВА/кг . (1.7)

где *L*o-средняя длина магнитной силовой линии в метрах из приложения Б. По найденным величинам *Р*СТ  и *Q*можно определить активную и реактивную составляющие тока холостого хода трансформатора *1*0:

*I*ОА = *Р*СТ/*U*1 ,А (1.8)

*I*ОР = *Q*/*U*1 ,А (1.9)

Полный ток холостого тока равен:

(1.10)

(1.10)

Относительная величина тока холостого тока равна:

Δ*I*О=100\**I*О/*I*1 %

На следующем этапе рассчитывается число витков обмоток трансформатора. Для этого вначале определяют ЭДС первичной и вторичной обмоток *Е*1 **и***Е*2:

*E*1=*U*1\*(1-Δ*U*1), В (1.11)

*E*2=*U*2\*(1+Δ*U*2), В (1.12)

где Δ*U*1 и Δ*U*2- падения напряжения на обмотках трансформатора в относительных единицах (приведенные в таблице 4, выражены в процентах).

Число витков i-й обмотки (i=lили 2) равно:

(1.13)

где *Е*n - ЭДС соответствующей обмотки;

*f*c=50 Гц - частота питающей сети;

*S***СТ** - площадь поперечного сечения стержня магнитопровода, см2;

*К*с-0,93 - коэффициент заполнения сечения магнитопровода статью (значение приведено для магнитопроводов с толщиной ленты 0,35 мм).

Проводится выбор обмоточных проводов. С этой целью рассчитывается поперечное сечение проводов первичной и вторичной обмоток *S*ПР 1 и *S*ПР 2:

*S*ПР 1=*I*1 /σ1 (1.14)

*S*ПР 2 =*I*2 /σ1\*ςОПТ (1.15)

где σ1— рекомендуемая плотность тока первичной обмотки (таблица 4);

ςОПТ=0,7-0,8.

По найденным значения *S*ПР 1и *S*ПР2из приложения В находят марку и диаметр проводов для каждой обмотки.

Затем определяют примерные значения активного и реактивного сопротивлений обмоток трансформатора и его индуктивность рассеяния:

(1.16)

где *g*=1,48 Ом\*см — для броневых магнитопроводов;

g=0,44Ом\*см -для стержневых магнитопроводов;

t=0,79ξ- для броневых магнитопроводов;

t= 1,1ξ; - для стержневых магнитопроводов;

*а* - базовый линейный размер магнитопровода (в сантиметрах) из приложения Б

Индуктивность рассеяния трансформатора можно оценить по формулам

*L*S=*X*s/2π*f*c, Гн;*X*s=*r*tgφ, Ом (1.17)

где *r* - сопротивление фазы выпрямителя с учетом сопротивлений обмоток трансформатора и вентилей схемы выпрямления,

*r=*(1+*Kr*)*r*тр, Ом

где *Kr*=0,25 для германиевых вентилей и *Kr*=0,5 для кремниевых вентилей;

(1.18)

Значение коэффициента *g*приведены в таблице 5 в функции от размера магнитопровода*а*.

Таблица 1.5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Магнитопровод | Значения *а*, см | | | | |
| 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 |
| Броневой | 0,682 | 0,160 | 0,034 | 0.013 | 0,007 |
| Стержневой | 1,04- 2,16 | 0,235- 0,454 | 0,056- 0,104 | 0,024-0,046 | 0,013- 0,025 |

**ПРАКТИЧЕСКАЯРАБОТА 2**

**Расчет сглаживающего фильтра**

1. **Цель работы:**

1.1Ознакомиться с методикой проектирования и расчета сглаживающего

Фильтра. Научиться пользоваться справочной литературой.

**2.Подготовка к работе:**

2.1 Повторить материал по теме «Сглаживающие фильтры».

**3.Порядок выполнения работы:**

3.1 Выбор исходных данных в соответствии с вариантом, указанным преподавателем.

3.2 Расчет числа звеньев.

3.3 Расчет индуктивности дросселя,

3.4 Расчет емкости одного звена фильтра

**4.Содержание отчета:**

4.1 Название и цель работы.

4.2 Задание в соответствии с вариантом.

4.3Расчет индуктивности и емкости фильтра провести с обязательным указанием параметров и расчетных формул.

4.4Представить электрическую схему выпрямителя с фильтром.

**Расчет сглаживающего фильтра**

Вначале определяется оптимальное, с точки зрения минимума индуктивности фильтра, число его звеньев:

*n*ЗВ= 1,15*lgq*Ф (2.1)

где *q*Ф=0,667/Кп-коэффициент сглаживания фильтра;

Кп - коэффициент пульсаций по первой гармонике, выраженный в абсолютных единицах ( см. таблицу задания в практической работе №1 ).

Выбирается *n*, равное ближайшему целому к *n*ЗВв большую сторону.

Затем определяется индуктивность звена фильтра из условия:

(2.2)

По найденному значению *L*3Bподбирается стандартный дроссель из приложения Г, допустимый ток подмагничивания которого больше тока нагрузки, а индуктивность дросселя *L*ДР>*L*ЗВ

После этого можно рассчитать минимальное значение емкости конденсатора, при котором обеспечивается необходимый коэффициент сглаживания:

(2.3)

(2.3)

Floнайденному значению подбирается стандартный номинал конденсаторов С> СЗВ.

Для выбора конкретных конденсаторов надо знать максимальное значение напряжения на нем при работе в схеме выпрямления. Величину этого напряжения можно оценить, рассчитав максимальное напряжение на конденсаторе после включения выпрямителя в сегьUimи максимальное напряжение при отключении наг рузки и2м^

и1М=(ин+1нт)[1+е-лг/(2р)], В и2м=ин+1нт+1нр-е кг/(4 р), В

где р=^(ЬДР/С), Ом.

По рассчитанным данным определяется тип конденсатора с емкостью С, рабочее напряжение которого больше UiMи U2m- по приложению Д.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3**

**Расчёт электропитающей установки**

**1.Цель работы:**

1.1 Ознакомиться с методикой расчета электропитающей установки. Получить навыки пользования справочной литературой.

**2.Подготовка к работе:**

2.1Повторить материал по теме «Системы электропитания».

**3.Порядок выполнения работы:**

3.1 Выбрать тип и количество аккумуляторов в батарее, необходимых для аварийного питания нагрузки. Расшифровать обозначение выбранных аккумуляторов.

3.2 Выбрать тип установки электропитания предприятия связи (УЭПС) и количество выпрямительных устройств типа ВБВ.

3.3 Рассчитать энергетические параметры выпрямительно-аккумуляторной установки.

**4.Содержание отчета:**

4.1 Название и цель работы.

4.2 Задание в соответствии с вариантом.

4.3 Расчет электропитающей установки с обязательным указанием параметров элементов и расчетных формул.

**5.Задание для расчета:**

Выполнение практической работы состоит в расчёте электропитающей установки. Исходные данные приведены в таблице 3.1 и 3.2. Номер варианта задания, выполняемого студентом, определяется преподавателем.

Таблица 3.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные данные | Номер варианта | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Ток нагрузки  Iн, А | 75 | 85 | 95 | 85 | 80 | 70 | 120 | 110 | 80 | 95 |
| Номинальное напряжение  Uном, В | 60 | 48 | 60 | 48 | 60 | 48 | 48 | 48 | 60 | 60 |

Таблица 3.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные данные | Номер варианта | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Категория электроснабжения потребителя | Особая первая группа | Первая группа | Особая первая группа | Первая группа | Особая первая группа | Первая группа | Особая первая группа | Первая группа | Особая первая группа | Первая группа |
| Температура электролита, t° | 24° | 26° | 25° | 24° | 25° | 24° | 26° | 25° | 26° | 24° |

**6. Методические указания:**

**6.1 Расчёт и выбор аккумуляторной батареи**

6.1.1 Расчёт ёмкости аккумуляторной батареи. Аккумуляторная батарея обеспечивает электропитание нагрузки в аварийном режиме. Необходимая ёмкость свинцово-кислотной батареи OPZS   
(с жидким электролитом), приведённая к нормальным условиям разряда, определяется по формуле 3.1, А∙ч :

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.1) |

где - расчётная ёмкость батареи в ампер-часах, приведённая к нормальной температуре электролита (С), А∙ ч ;

ток нагрузки, указанный в исходных данных, А;

время разряда батареи в часах, зависит от категории электроснабжения: для потребителей особой группы первой категории – 2 часа, для потребителей первой категории-8 часов, ч;

коэффициент отбора ёмкости, зависящий от времени разряда, tр;

при

при

фактическая температура электролита, указанная в исходных данных.

6.1.2 Выбор типа аккумулятора. Поскольку аккумуляторная батарея состоит из двух параллельных групп, то получившуюся величину ёмкости необходимо разделить на два.

Выбор типа аккумулятора производится по таблице 6.

Например, расчётную ёмкость батареи Qt=800А∙ч делим на два и выбираем аккумулятор типа 6 OPZS 420 с номинальной ёмкостью Qном=420А∙ч.

Выбирается аккумулятор, номинальная ёмкость которого должна превышать расчётную. В выбранном типе аккумулятора первое число кода соответствует количеству положительных пластин, буквенное обозначение расшифровывается как «стационарные необслуживаемые аккумуляторы с трубчатыми положительными пластинами», последнее число показывает номинальную ёмкость QНОМ аккумулятора при 10-часовом разряде номинальным током.

6.1.3 Количество элементов в одной группе аккумуляторной батареи определяется по формуле 3.2.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.2) |

где Uном=60 (48) - номинальное напряжение на нагрузке, В ;

2 – номинальное напряжение одного аккумулятора, В.

Таблица 3.3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип элемента | Емкость, А-ч | Разрядный ток, А |
| часы | часы |
| 10 5 3 1 0,5 | 10 5 3 1 0,5 |
| 3 OPZS 150 | 150 129 113 76.5 59.2 | 15 25.8 37.7 76.5 108.5 |
| 4 OPZS 200 | 200 172 150 102 79 | 20 34.4 50 102 158 |
| 5 OPZS 250 | 250 215 188 127 98.7 | 25 43 62.7 127 195.5 |
| 6 OPzS 300 | 300 258 225 153 118.5 | 30 51.6 75 153 237 |
| 5 OPZS 350 | 345 303 268 172 130 | 34.5 60.6 89.3 172 260 |
| 6 OPzS 420 | 404 363 321 207 156 | 41.4 72.6 107 207 312 |
| 7 OPzS 490 | 483 424 375 241 182 | 48.3 84.8 125 241 364 |
| 6 OPzS 600 | 588 519 450 296 214.2 | 58.8 108.8 150 286 428.4 |
| 8 OPzS 800 | 784 692 600 381 285.6 | 78.4 138.4 200 381 571.2 |
| 10 OPzS 1000 | 980 865 750 477 357 | 98 173 250 477 714 |
| 12 OPzS 1200 | 1170 1038 900 573 428.4 | 117 207.6 300 572 856.8 |
| 12 OPzS 1500 | 1500 1350 1188 726 516 | 150 270 396 725 1032 |
| 15 OPzS 1875 | 1870 1688 1485 907 645 | 187 337.6 495 907 1290 |
| 16 OPzS 2000 | 2000 1800 1584 968 688 | 200 360 528 968 1376 |
| 20 OPzS 2500 | 2500 2250 1980 1210 860 | 250 450 660 1210 1720 |
| 24 OPzS 3000 | 3000 2700 2376 1452 1032 | 300 540 792 1452 2064 |

6.2 Расчёт и выбор установки электропитания предприятия связи

6.2.1 Расчёт тока нагрузки УЭПС. Выпрямительная установка должна обеспечить питание нагрузки и заряд аккумуляторной батареи после её разряда при отключении электроэнергии. Поэтому суммарный ток ЭПУ () должен составлять сумму тока нагрузки () и тока заряда батареи (.).

Ток заряда двух группы батареи рассчитывается по формуле 3.3.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.3) |

где номинальная ёмкость выбранного аккумулятора, А-ч

Ток нагрузки выпрямительной установки определяется по формуле 3.4.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.4) |

6.2.2 Из таблицы 7 следует выбрать устройство типа УЭПС-3 или УЭПС-3К на Uном=60В или 48В и величину с выпрямителями ВБВ (выпрямительные устройства с бестрансформаторным входом).

Например, при расчётном токе =120А, Uном=60В выбираем УЭПС-3 60/150-0606-М. В выбранном типе УЭПС-3: цифра 60 означает - номинальное напряжение, В; цифра 150- максимальный выходной ток при полной комплектации выпрямителями, А; цифры 06- максимальное количество выпрямителей устанавливаемых в устройстве; цифры 06- количество выпрямителей, установленных в устройстве; индекс М- модернизированный.

Таблица 3.4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип устройства | Выпрямители ВБВ | |
| Тип | Количество, шт. |
| УЭПС-3 60/150-0606-М | ВБВ 60/25 -3К | 6 |
| УЭПС-3 60/300-1212-М | ВБВ 60/25 -3К | 12 |
| УЭПС-3К 60/80-44 | ВБВ 60/20 -3К | 4 |
| УЭПС-3 48/180-0606-М | ВБВ 48/30 -3К | 6 |
| УЭПС-3 48/360-1212-М | ВБВ 48/30 -3К | 12 |
| УЭПС-3К 48/100-44 | ВБВ48/25 -3К | 4 |

6.2.3 Количество выпрямителей (модулей) необходимое для комплектации УЭПС, выбирается из условия 3.5:

|  |  |
| --- | --- |
| (17) | (3.5) |

где число параллельно включённых выпрямительных модулей;

максимальный ток одного выпрямителя, А

К выбранному рабочему комплекту ВБВ следует добавить одно резервное того же типа.

Типы и основные электрические характеристики выпрямителей приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип  выпрямителя | Основные электрические характеристики | | | | |
| Диапазон  регулировки  выходного  напряжения,  В | Диапазон изменения выходного тока, А | Максимальная  выходная  мощность,  Вт | КПД | Коэффициент  мощности |
| ВБВ-60/25  3К | 54-72 | 0-25 | 1800 | 0,92 | 0,99 |
| ВБВ-60/20  3К | 54-72 | 0-20 | 1200 | 0,92 | 0,99 |
| ВБВ-60/30  5К | 40,5-72 | 0-30 | 1800 | 0,92 | 0,99 |
| ВБВ-  48/30-3К | 43-56 | 0-30 | 1680 | 0,92 | 0,99 |
| ВБВ-  48/25-3К | 43-56 | 0-25 | 1200 | 0,92 | 0,98 |

Примечание: условное обозначение типа выпрямителя, приведённого в таблице 4, расшифровывается следующим образом:

* ВБВ- выпрямительные устройства с бестрансформаторным входом;
* цифра в числителе-номинальное выходное напряжение, В;
* цифра в знаменателе-максимальный ток нагрузки, А;
* цифра 3(2 или 5) -номер исполнения;
* буква К- наличие корректора коэффициента мощности.

6.3 Расчёт энергетических параметров выпрямительно-аккумуляторной установки.

6.3.1 Максимальная потребляемая мощность УЭПС-3 от сети переменного тока, с учётом КПД выпрямительного устройства, рассчитывается по формуле 3.6:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.6) |

где КПД выпрямительного устройства.

6.3.2 Полная мощность, потребляемая установкой от сети переменного тока, рассчитывается по формуле 3.7, кВ-А:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.7) |

где коэффициент мощности выбранного типа ВБВ.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4**

**Изучение коммутационно-распределительной**

**аппаратуры переменного тока**

**1 Цель работы:**

1. Изучить назначение и устройство коммутационно-распределительной аппаратуры (КРА) переменного тока.
2. Приобрести практические навыки обслуживания аппаратуры.

**2 Подготовка к работе:**

1. Повторить материал по теме: «Системы электропитания».
2. Ответить на вопросы допуска к работе:
3. Что понимают под системой бесперебойного электроснабжения, системой гарантированного электроснабжения и общего электроснабжения?
4. Что входит в состав системы гарантированного электроснабжения?
5. Назвать состав системы общего электроснабжения.
6. Пояснить классификацию электроустановок по условию электроснабжения.
7. Как выполняются токораспределительные сети предприятия связи?

**3 Оборудование:**

1. Щит ввода переменного тока.
2. Щит переменного тока ЩПТА - 4/200.

**4 Задание:**

1. Изучить принципиальные схемы и конструкцию вводного щита, щита переменного тока, устройства автоматического ввода резерва.
2. Ознакомиться с порядком включения и обслуживанием коммута-ционной аппаратуры переменного тока.

**5 Порядок выполнения работы:**

5.1 Изучить назначение, параметры и принципиальную схему щита ввода. Начертить схему щита и пояснить назначение элементов.

5.2 Изучить назначение, параметры и принципиальную схему щита ЩПТА - 4/200.

5.3 Ознакомиться с расположенными на лицевой стороне измерительными приборами, органами управления ЩПТА - 4/200.

5.4 Ознакомиться с элементами внутри шкафа ЩПТА - 4/200 и проверить наличие напряжения на фазах (только в присутствии преподавателя).

5.5 Изучить назначение и устройства АВР. Начертить одну из схем включения АВР.

5.6 Ознакомиться со схемой ключа с естественной коммутацией и особенностями работы.

5.7 Ответить на контрольные вопросы.

**6 Содержание отчета:**

6.1 Название и цель работы.

6.2 Краткие пояснения по пунктам 6.1...6.6.

6.3 Ответы на контрольные вопросы.

**7 Контрольные вопросы:**

1. Указать назначение трансформаторов тока вводного щита.
2. Назвать особенности тиристорного АВР.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

Основные типы выпрямительных диодов и их параметры

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип диодов | *U*o6pmax, В | *I*npcp, А | *U*np.cp, В | *1*обр.ср, мА |
| Д214 | 100 | 10 | 1,2 | 3,0 |
| Д214А | 100 | 10 | 1,0 | 3,0 |
| Д214Б | 100 | 5 | 1,5 | 3,0 |
| Д215 | 200 | 10 | 1,2 | 3,0 |
| Д215А | 200 | 10 | 1,0 | 3,0 |
| Д215Б | 200 | 5 | 1,5 | 3,0 |
| Д231 | 300 | 10 | 1,0 | 3,0 |
| Д231А | 300 | 10 | 1,0 | 3,0 |
| Д231Б | 300 | 5 | 1,5 | 3,0 |
| Д232 | 400 | 10 | 1,0 | 3,0 | 3,0 |
| Д232А | 400 | 10 | 1,0 | 3,0 |
| Д232Б | 400 | 5 | 1,5 | 3,0 |
| Д233 | 500 | 10 | 1,0 | 3,0 |
| Д233Б | 500 | 5 | 1,5 | 3,0 |
| Д234Б | 600 | 5 | 1,5 | 3,0 |
| Д242 | 100 | 10 | 1,25 | 3,0 |
| Д242А | 100 | 10 | 1,0 | 3,0 |
| Д242Б | 100 | 5 | 1,5 | 3,0 |
| Д243 | 200 | 10 | 1,25 | 3,0 |
| Д243А | 200 | 10 | 1,0 | 3,0 |
| Д243Б | 200 | 5 | 1,5 | 3,0 |
| Д245 | 300 | 10 | 1,25 | 3,0 |
| Д245А | 300 | 10 | 1,0 | 3.0 |
| Д245Б | 300 | 5 | 1,5 | 3,0 |
| Д246 | 400 | 10 | 1,25 | 3,0 |
| Д246А | 400 | 10 | 1,0 | 3.0 |
| Д246Б | 400 | 5 | 1,5 | 3,0 |
| Д247 | 500 | 10 | 1,25 | 3,0 |
| Д247Б | 500 | 5 | 1,5 | 3,0 |
| Д248Б | 600 | 5 | 1,5 | 3,0 |
| Д302 | 200 | 1 | 0,25 | 0,8 |
| ДЗОЗ | 150 | 3 | 0,3 | 1,0 |
| Д304 | 100 | 5 | 0,25 | 2,0 |
| Д305 | 50 | 10 | 0,3 | 2,5 |
| 2Д201А | 100 | 5 | 1,0 | 3.0 |
| 2Д201Б | 100 | 10 | 1,0 | 3,0 |
| 2Д201В | 200 | 5 | 1,0 | 3,0 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 2Д201Г | 200 | 10 | 1,0 | 3,0 |
| КД202А | 50 | 5 | 1,0 | 1,0 |
| КД202В | 100 | 5 | 1,0 | 1,0 |
| КД202Д | 200 | 5 | 1,0 | 1,0 |
| КД202Ж | 300 | 5 | 1,0 | 1,0 |
| КД202К | 400 | 5 | 1,0 | 1,0 |
| КД202М | 500 | 5 | 1,0 | 1,0 |
| КД202Р | 600 | 5 | 1,0 | 1,0 |
| КД203А | 600 | 10 | 1,0 | 1.5 |
| КД203Б | 800 | 5 | 1,0 | 1,5 |
| КД203В | 800 | 10 | 1,0 | 1,5 |
| КД203Г | 1000 | 5 | 1,0 | 1,5 |
| КД203Д | 1000 | 10 | 1,0 | 1,5 |
| КД206А | 400 | 10 | 1,2 | 0,7 |
| КД206Б | 500 | 10 | 1,2 | 0,7 |
| КД206В | 600 | 10 | 1,2 | 0,7 |
| КД208А | 100 | 1,5 | 1,0 | 0,1 |
| КД210А | 800 | 5 | 1,0 | 1,5 |
| КД210Б | 800 | 10 | 1,0 | 1,5 |
| КД210В | 1000 | 5 | 1,0 | 1,5 |
| КД210Г | 1000 | 10 | 1,0 | 1,5 |
| КД213А | 200 | 10 | 1,0 | 0,2 |
| КД213Б | 200 | 10 | 1,2 | 0,2 |
| КД213В | 100 | 10 | 1,0 | 0,2 |
| КД213Г | 100 | 10 | 1,2 | 0,2 |
| 2Д216А | 100 | 10 | 1,0 | 0,05 |
| 2Д216Б | 200 | 10 | 1,0 | 0,05 |
| 2Д220А | 400 | 3 | 1,2 | 1,5 |
| 2Д220Б | 600 | 3 | 1,2 | 1,5 |
| 2Д220В | 800 | 3 | 1,2: | 1,5 |
| 2Д220Г | 1000 | 3 | 1,2 | 1,5 |
| 2Д220Д | 400 | 3 | 1,1 | 1,5 |
| 2Д220Е | 600 | 3 | 1,1 | 1,5 |
| 2Д220Ж | 800 | 3 | 1,1 | 1,5 |
| 2Д220И | 1000 | 3 | 1,1 | 1.5 |
| Д112-10 | 100 | 10 | 1,35 | 1,0 |
| Д112-16 | 100 | 16 | 1,35 | 1,5 |
| Д112-25 | 100 | 25 | 1,35 | 4,0 |
| Д112-32 | 100 | 32 | 1,35 | 6,0 |
| Д112-40 | 100 | 40 | 1,35 | 5,0 |
| В10 | 150 | 10 | 1,35 | 5,0 |
| В25 | 150 | 25 | 1,35 | 5,0 |
| В50 | 150 | 50 | 1,35 | 5,0 |
| ДЛ112-10 | 400 | 10 | 1,35 | 1,0 |

**ПРИЛОЖНИЕ Б**

Основные данные магнитопроводов типа: ШЛ И ПЛ

Таблица Б1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип магнитопровода ШЛ | Площадь  сечения среднего стержня *S*СТ, см2 | *S*С*S*О, см4 | Размеры магнитопровода, мм | | | | | | Масса магнитопров ода *G*c, кг | Ориентировочна  я мощность трансформатора ST. В А *f*=50Гц | Средняя  длина магнитной силовой  линии *L*0, 1.0,см |
| *а* | *с* | *h* | *C* | *Н* | *b* |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| ШЛ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12x12,5 | 1,44 | 5,4 | 12 | 12 | 30 | 48 | 42 | 12,5 | 0,105 | 3 | 10,2 |
| х13 | 1,92 | 6,9 | 16 | 0,138 | 5 |
| х20 | 2,40 | 8,7 | 20 | 0,168 | 7 |
| х25 | 3,00 | 10,8 | 25 | 0,208 | 10 |
| ШЛ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 16x16 | 2,56 | 16,6 | 16 | 16 | 40 | 64 | 56 | 16 | 0,239 | 15 | 13,6 |
| х20 | 3,20 | 20,5 | 20 | 0,295 | 02 |
| х25 | 4,00 | 25,6 | 25 | 0.375 | 32 |
| х32 | 5.12 | 32,6 | 32 | 0,478 | 40 |
| ШЛ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20x20 | 4,00 | 40,0 | 20 | 20 | 50 | 80 | 70 | 20 | 0,469 | 45 | 17,1 |
| х25 | 5,00 | 50,0 | 25 | 0,590 | 54 |
| х32 | 6,40 | 64,0 | 32 | 0,750 | 68 |
| х40 | 8,00 | 80,0 | 40 | 0,940 | 86 |
| ШЛ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 25x25 | 6,25 | 98 | 25 | 25 | 62,5 | 100 | 87,5 | 25 | 0,92 | 110 | 21,3 |
| х32 | 8,00 | 125 | 32 | 1,16 | 135 |
| х40 | 10,00 | 156 | 40 | 1,17 | 170 |
| х50 | 12,5 | 195 | 50 | 1,84 | 210 |
| ШЛ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 32x32 | 10,20 | 261 | 32 | 32 | 80 | 128 | 112 | 32 | 1,92 | 260 | 27,3 |
| х40 | 12,80 | 328 | 40 | 2,40 | 310 |
| х50 | 16,00 | 410 | 50 | 3,01 | 390 |
| х64 | 20,40 | 523 | 64 | 3,84 | 490 |
| ШЛ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 40x40 | 16,00 | 640 | 40 | 40 | 100 | 160 | 140 | 40 | 3,77 | 600 | 34,2 |
| х50 | 20,00 | 800 | 50 | 4,70 | 690 |
| х64 | 25,60 | 1025 | 64 | 6,01 | 850 |
| х80 | 32,00 | 1280 | 80 | 7,54 | 1000 |

Броневые ленточные магнитопроводы типа ШЛ

Таблица Б2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип магнитопроводаПЛ | Площадь  сечения среднего стержня *S*СТ, см2 | *S*С*S*О, см4 | Размеры магнитопровода, мм | | | | | | Масса магнитопров ода *G*c, кг | Ориентировочна  я мощность трансформатора ST. В А *f*=50Гц | Средняя  длина магнитной силовой  линии *L*0, 1.0,см |
| *а* | *с* | *h* | *C* | *Н* | *b* |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| ПЛ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12,5x16  -25  -32  -40  -50 | 2,0 | 8,0  10,2  12,8  16,0 | 12,5 | 16 | 25  32  40  50 | 41,5 | 51  58  66  76 | 16 | 0,163  0,182  0,203  0,230 | 16  20  25  30 | 12,0  13,2  15,0  17,0 |
| ПЛ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 16x25  -32  -40  -50  -60 | 3,12 | 18,7  25,0  31,0  37,6 | 12,5 | 20 | 32  40  50  60 | 45,5 | 58  66  76  86 | 25 | 0,292  0,394  0,376  0,418 | 35  45  55  65 | 13,8  15,8  17,6  19,8 |
| ПЛ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 16x32  -40  -50  -65  -80 | 5,12 | 51,0  64,0  83,0  102,0 | 16 | 25 | 40  50  65  80 | 57,5 | 73  83  104  113 | 32 | 0,620  0,690  0,795  0,900 | 85  110  125  145 | 18,0  20,0  23,0  26,0 |