

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
Самарской области
«Поволжский строительно-энергетический колледж им. П. Мачнева»

Методические рекомендации к практическим занятиям
по дисциплине
Основы электротехники

программы подготовки специалистов среднего звена
специальности

08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

Самара
2017

ОДОБРЕНО

МК *общепрофессиональных, математических и естественно-научных дисциплин*

Протокол заседания МК № _____ от «___» _____ 2017

Председатель МК _____ /Кубасова Н.А./

АВТОР-СОСТАВИТЕЛЬ

Митичкина И.Ю., преподаватель ГАПОУ «ПСЭК им. П. Мачнева»

Методические рекомендации для студентов по выполнению практических занятий дисциплины Основы электротехники предназначены для студентов. Методические рекомендации являются частью основной профессиональной образовательной программы ГАПОУ «ПСЭК им. П. Мачнева» по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений и разработаны на основе ФГОС СПО и рабочей программы.

РЕКОМЕНДОВАНО

к использованию в образовательном процессе

на заседании методического совета

Протокол № __ от «___» _____ 2017 г.

Содержание

1.	Пояснительная записка	4
2.	Основные требования к содержанию и оформлению	5
3.	Обозначения и сокращения	7
4.	Задания и методические рекомендации по выполнению	7
5.	Список информационного обеспечения	41

Пояснительная записка

Учебная дисциплина «Основы электротехники» является частью программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений. Дисциплина входит в общепрофессиональный цикл.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

- читать электрические схемы;
- вести оперативный учет работы энергетических установок.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- основы электротехники и электроники;
- устройство и принцип действия электрических машин и трансформаторов;
- аппаратуру управления электроустановками.

Критерии оценок:

Зачет ставится преподавателем, если работа выполнена:

100 % – работа выполнена по стандартной или самостоятельно разработанной методике в полном объеме, без ошибок в расчетах, с подробными пояснениями по ходу решения, сделаны полные аргументированные выводы, аккуратно оформлена.

80% – работа выполнена по стандартной методике, без ошибок в расчетах, даны недостаточно полные объяснения, сделаны выводы.

60% – работа имеет не полные ответы на вопросы, но соответствует теме, расчеты сделаны без ошибок, но имеет некоторые недочеты в оформлении. (Контрольная работа обязательно дорабатывается и защищается на экзамене).

Незачет – студент не справился с заданием (выполнено менее 60% задания), не раскрыто основное содержание вопросов, имеются грубые ошибки в освещении вопроса, в решении задач и т. д., а также выполнено не самостоятельно.

2. Основные требования к содержанию и оформлению работ

В процессе выполнения работы необходимо выполнять следующие требования:

- подборку материала осуществлять самостоятельно, на основе углубленного изучения нормативно-справочной и специальной литературы в соответствии с заданием ДКР.

- четко и последовательно излагать материал в соответствии с самостоятельно составленным или предложенным преподавателям планом; в текстовой части каждый вопрос плана должен быть выделен отдельно.

- выполняя практическое задание в необходимо при оформлении формул расчета показателей использовать преимущественно общепринятые условные обозначений. Формулы в рамки не заключаются. Расшифровки символов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой. Значение каждого символа записывают с новой строки в той последовательности, в какой они приведены в формуле. Формулы в работе нумеруют арабскими цифрами в пределах вопроса (задания). Номер формулы состоит из номера вопроса (задания) и порядкового номера формулы в данном вопросе (задании), разделенных точкой. Номер указывают с правой стороны листа на уровне нижней строки формулы в круглых скобках (2- вторая формула первого вопроса). При ссылке в тексте на формулу указывают в скобках ее порядковый номер.

- схемы, графики, диаграммы и другие иллюстрации располагают сразу после ссылки на них в тексте и нумеруют в пределах задания арабскими цифрами, именуя их рисунками. Вслед за номером пишут название. Например: Рис.1.1 Структурная схема выпрямителя.

- таблицы, содержащие цифровой материал, записываются с названием и номером. Порядковый номер вопроса и таблицы указываются в левом углу с названием таблицы в одной строке. Например: таблица 2.3 – третья таблица во втором вопросе.

- на весь приведенный иллюстративный материал должны быть ссылки в тексте работы.

- в конце каждого вопроса следует формулировать выводы по существу изложенного материала. Вывод должен логически завершать проведенные рассуждения. Обычно выводы начинаются оборотом «таким образом,...» или «итак...», затем формулируется содержание самих выводов. Выводы должны быть краткими, конкретными и вытекать из изложенного материала.

- наличие и правильное оформление списка литературы (с точными библиографическими данными), которую студент изучил и использовал при написании контрольной работы.

- на последней странице работы (после списка литературы) ставится дата выполнения контрольной работы и подпись студента.

- ДКР должна иметь титульный лист, который содержит название учебного заведения, специальность; название предмета, по которому написана контрольная; курс, группа; фамилия, имя и отчество студента, домашний адрес и телефон.

- объем контрольной работы должен составлять 7-15 печатных листов, либо 6-12 страниц текста в ученической тетради. Допускается увеличение объема работы (в зависимости от предмета) на 20-30 %.

- работы оформляются на одной стороне стандартного листа формата А4 (210x297 мм) белой односортной бумаги или ученической тетради. Работы оформляются одним из двух способов: компьютерным или рукописным. Если работа выполняется компьютерным способом – текст оформляется шрифтом Times New Roman, кегль шрифта 12-14 пунктов, межстрочный интервал – полуторный. При оформлении рукописным способом работа пишется разборчивым почерком. Высота букв и цифр должна быть не менее 2,5 мм. Для пометок рецензента должны быть оставлены поля шириной 3-4 см. Работа должна иметь общую нумерацию страниц. Номер страницы не ставится на титульном листе.

3. Обозначения и сокращения

В методических рекомендациях могут быть использованы обозначения в виде аббревиатур и сокращения терминов:

РФ – Российская Федерация;

ГОС – государственный образовательный стандарт;

ФГОС – федеральный государственный образовательный стандарт

СПО – среднее профессиональное образование;

ППССЗ – программа подготовки специалистов среднего звена;

ОГСЭ – общие гуманитарные и социально-экономические дисциплины;

ЕНМД – естественнонаучные и математические дисциплины;

ОПД – общепрофессиональные дисциплины;

СД – специальные дисциплины;

ДВ – дисциплины по выбору студента, устанавливаемые образовательным учреждением

ПМ – профессиональный модуль;

МДК – междисциплинарный курс.

4. Задания и методические рекомендации по выполнению работы.

Домашняя контрольная работа представлена в десяти вариантах, каждый из которых включает четыре задания. Вариант определяется по последней цифре номера зачётной книжки студента.

Работы, выполненные не по своему варианту, не засчитываются и возвращаются учащемуся.

Методические рекомендации
по выполнению лабораторной работы по теме
«Исследование электромагнитного реле времени»

Для электрической цепи постоянного тока (рис. 1) определить ток I , напряжение на зажимах потребителя U , мощность потребителя электроэнергии P_2 и источника питания P_1 , КПД η установки. ЭДС источника E , внутреннее сопротивление источника R_0 , сопротивление резисторов R_1, R_2, R_3 , а также положение выключателей B_1 и B_2 для соответствующих вариантов задания приведены в таблице 1

Табл. 1

Величины	Варианты контрольного задания 1									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$E, В$	6	6	6	6	6	6	6	12	12	12
$R_0, Ом$	0,2	0,2	0,2	0,5	0,4	0,3	0,4	0,6	0,4	0,4
$R_1, Ом$	-	-	-	-	3	-	2	-	3	-
$R_2, Ом$	-	1	-	5	-	2	-	3	-	4
$R_3, Ом$	1	3	4	5	6	6	8	3	2	4
Замкнутые выключатели	B_2	B_1	B_2	B_1	B_2	B_1	B_2	B_1	B_2	B_1

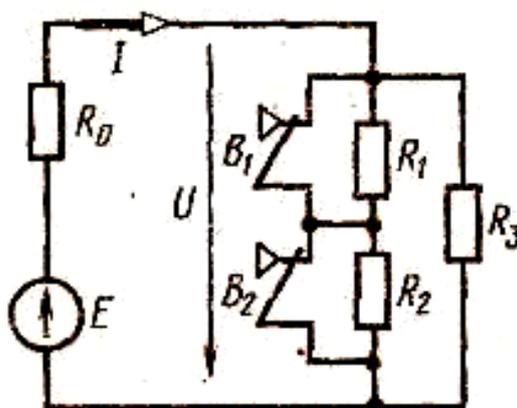


Рис. 1

Методические рекомендации
по выполнению лабораторной работы по теме
«Разветвленная цепь постоянного тока»

Решение задачи №1 требует знания закона Ома, методики определения эквивалентного сопротивления при смешанном соединении резисторов и мощности в цепях постоянного тока, КПД установки.

Пример 1

Для электрической цепи постоянного тока определить ток I , напряжение на зажимах потребителя U , мощность потребителя электроэнергии P_2 и источника питания P_1 , КПД η установки. Если ЭДС источника $E=6В$, внутреннее сопротивление источника $R_0=0,1Ом$, сопротивление резисторов $R_2=3Ом$, $R_3=1Ом$, выключатель B_1 замкнут.

Решение

1. Ток в цепи при разомкнутых выключателях B_1 или B_2 определяется уравнением, составленным по закону Ома для полной цепи

$$I = E / \sum R + R_0$$

Находим сопротивление R

$$R = R_2 R_3 / R_2 + R_3 \quad R_{23} = 3 \cdot 1 / 3 + 1 = 0,75 \text{ Ом}$$

$$\sum R + R_0 = 0,75 + 0,1 = 0,85 \text{ Ом}$$

$$I = 6 / 0,85 = 7 \text{ А}$$

2. Напряжение потребителя по закону Ома

$$U = I \cdot R \quad U = 7 \cdot 0,85 = 5,25 \text{ В}$$

3. Мощность источника питания $P_1 = E \cdot I$

$$P_1 = 6 \cdot 7 = 42 \text{ Вт}$$

Мощность потребителя $P_2 = U \cdot I$

$$P_2 = 5,25 \cdot 7 = 36,75 \text{ Вт}$$

4. КПД $\eta = P_2 / P_1 \cdot 100\%$

$$\eta = (36,75 / 42) \cdot 100 = 87,5 \%$$

Методические рекомендации

по выполнению практического занятия по теме

«Расчет параметров электрических цепей»

Потребители электрической энергии питаются от трехфазного двухобмоточного понижающего трансформатора с номинальной мощностью $S_{ном}$ при номинальном первичном $U_{1ном}$ и вторичном $U_{2ном}$ линейных напряжениях с номинальной частотой $f = 50$ Гц.

Технические данные трансформатора: потери мощности при холостом ходе P_0 , потери мощности при коротком замыкании P_k , напряжение короткого замыкания $U_k\%$ при токах в обмотках $I_{1ном}$ и $I_{2ном}$ равных номинальным. Способ соединения обмоток трансформатора «звезда».

Принимая во внимание паспортные данные трансформатора, приведенные для соответствующего варианта задания в таблице 2, определить коэффициент трансформации K , коэффициент полезного действия $\eta_{ном}$ при номинальной нагрузке, $\cos\varphi = 0,8$, токи в первичной $I_{1ном}$ и во вторичной $I_{2ном}$ обмотках, фазные первичные U_{10} и вторичные U_{20} напряжения при холостом ходе, вторичное напряжение U_2 при токе нагрузки $I_2 = 2I_{2ном}$ и $\cos\varphi = 0,7$

Табл.2

Технические данные трансформатора	Варианты контрольного задания 2									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тип	ТМ-25/6-10		ТМ-40/6-10		ТМ-63/6-10		ТМ-100/6-10		ТМ-160/6-10	
$S_{ном}$, кВ·А	25		40		63		100		160	
$U_{1ном}$ кВ	6	10	6	10	6	10	6	10	6	10
$U_{2ном}$ кВ	0,23	0,40	0,23	0,40	0,23	0,40	0,23	0,40	0,23	0,40
P_0 , кВт	0,13		0,175		0,24		0,33		0,51	
P_k , кВт	0,60		0,88		1,28		1,97		2,65	
U_k , %	4,5		4,5		4,5		6,5		4,5	

Методические рекомендации
по выполнению лабораторной работы по теме
«Измерение активной мощности в трехфазных цепях»

При решении задач № 2, необходимо знать устройство, принцип действия и работу однофазных трансформаторов. Уметь определять по техническим характеристикам электрические величины, характеризующие работу трансформатора, выбирать тип трансформатора и конденсаторной батареи.

Пример 2

Потребители электрической энергии питаются от трехфазного двухобмоточного понижающего трансформатора с номинальной мощностью $S_{ном} = 25 \text{ кВ} \cdot \text{А}$ при номинальном первичном $U_{1ном} = 6 \text{ кВ}$ и вторичном $U_{2ном} = 0,23 \text{ кВ}$ линейных напряжениях с номинальной частотой $f = 50 \text{ Гц}$. Технические данные трансформатора: потери мощности при холостом ходе $P_0 = 0,13 \text{ кВт}$, потери мощности при коротком замыкании $P_k = 0,60 \text{ кВт}$ напряжение короткого замыкания $U_k = 4,5\%$ при токах в обмотках $I_{1ном}$ и $I_{2ном}$ равных номинальным. Способ соединения обмоток трансформатора «звезда».

Принимая во внимание паспортные данные трансформатора, определить коэффициент трансформации K , коэффициент полезного действия $\eta_{ном}$ при номинальной нагрузке, $\cos\varphi = 0,8$, токи в первичной $I_{1ном}$ и во вторичной $I_{2ном}$ обмотках, фазные первичные U_{10} и вторичные U_{20} напряжения при холостом ходе, вторичное напряжение U_2 при токе нагрузки $I_2 = 2I_{2ном}$ и $\cos\varphi = 0,7$.

Р е ш е н и е

1. Коэффициент трансформации K при соединении обмоток трансформатора звездой

$$K = U_{1ном}/U_{2ном} \quad K = 0,2609$$

2. Номинальные токи при $S_{ном} = S_{1ном} = S_{2ном}$

$$\text{Первичной обмотки } I_{1ном} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3}U_{1ном}} \quad I_{1ном} = 2,4 \text{ А}$$

$$\text{Вторичной обмотки } I_{2\text{ном}} = \frac{S_{\text{ном}}}{\sqrt{3}U_{2\text{ном}}} \quad I_{2\text{ном}} = 62,83\text{А}$$

3. Номинальные фазные напряжения трансформатора ($\sqrt{3} = 1,73$)

$$U_{1\text{фном}} = \frac{U_{1\text{ном}}}{\sqrt{3}} \quad U_{1\text{фном}} = 3,47\text{кВ}$$

$$U_{2\text{фном}} = \frac{U_{2\text{ном}}}{\sqrt{3}} \quad U_{2\text{фном}} = 0,13\text{кВ}$$

4. Активное сопротивление короткого замыкания

$$R_k = R_1 + R'_2 = \frac{P}{3I_{1\text{ном}}^2} \quad R_k = 34,49 \text{ Ом}$$

5. Сопротивление первичной обмотки $R_1 = R'_2 = \frac{R_k}{2}$ $R_1 = 17,25\text{Ом}$

$$\text{Вторичной обмотки } R_2 = \frac{R'_2}{K^2} \quad R_2 = 0,025 \text{ Ом}$$

6. Коэффициент полезного действия трансформатора при номинальной нагрузке ($\beta = 1$) $\eta_{\text{ном}} = \frac{\beta S_{\text{ном}} \cos \varphi_2}{\beta S_{\text{ном}} \cos \varphi_2 + P_0 + \beta P_k}$ $\eta_{\text{ном}} = 0,96$

7. Сопротивление короткого замыкания:

$$\text{полное } Z_k = \frac{U_k \% \cdot U_{1\text{фном}}}{I_{1\text{ном}} \cdot 100\%} \quad Z_k = 0,065 \text{ Ом}$$

$$\text{индуктивное } X_k = X_1 + X'_2 = \sqrt{Z_k^2 - R_k^2} \quad X_k = 0,06 \text{ Ом}$$

8. Индуктивные сопротивления:

$$\text{Первичной обмотки } X_1 = X'_2 = \frac{X_k}{2} \quad X_1 = 0,3\text{Ом}$$

$$\text{Вторичной обмотки } X_2 = \frac{X'_2}{K^2} \quad X_2 = 0,044\text{мОм}$$

ЗАДАНИЕ 3

Предприятие потребляет активную мощность P_2 при коэффициенте мощности $\cos \varphi$. Энергосистема предписала уменьшить потребляемую мощность до 450 квар. Определить необходимую мощность конденсаторной батареи и выбрать ее тип, необходимую трансформаторную мощность и коэффициент нагрузки в двух случаях: а) до установки батареи; б) после установки батареи. Выбрать тип

трансформатора. Номинальное напряжение сети 1кВ. P_2 и $\cos\varphi$ для соответствующих вариантов задания приведены в таблице 3.

Табл.3

Величины	Варианты контрольного задания 3									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
P_2	1490	1580	1510	1520	1500	1530	1540	1480	1600	1470
$\cos\varphi$	0,71	0,73	0,71	0,72	0,72	0,72	0,72	0,71	0,73	0,71

Методические рекомендации
по выполнению лабораторной работы по теме
«Исследование генератора постоянного тока с независимым
возбуждением»

Пример 3

Предприятие потребляет активную мощность $P_2=1550$ кВт при коэффициенте мощности $\cos\varphi_2 = 0,72$. Энергосистема предписала уменьшить потребляемую мощность до 450 квар. Определить: 1) Необходимую мощности конденсаторной батареи и выбрать ее тип; 2) необходимую трансформаторную мощность и коэффициент нагрузки в двух случаях: а) до установки батареи; б) после установки батареи. Выбрать тип трансформатора. Номинальное напряжение сети 1 кВ.

Р е ш е н и е

1. Необходимая трансформаторная мощность до установки конденсаторов

$$S_{\text{тр}} = \frac{P_2}{\cos \varphi_2} = \frac{1550}{0,72} = 2153 \text{ кВ А}$$

По табл.1 выбираем трансформатор типа ТМ-2500/Ю с номинальной мощностью 2500 кВ·А. Коэффициент нагрузки

$$K_H = \frac{2153}{2500} = 0,86$$

2. Необходимая реактивная мощность

$$Q = S_{\text{тр}} \sin\varphi = 2153 - 0,693 = 1492 \text{ квар}$$

Здесь $\sin\varphi_2 = 0,693$ находим по таблицам Брадиса, зная $\cos\varphi_2$

3. Необходимая мощность конденсаторной батареи

$$Q_6 = Q - Q_3 = 1492 - 450 = 1042 \text{ квар}$$

По табл.2 выбираем конденсаторные установки типа УК-0,38-540Н мощностью 540 квар в количестве 2 шт. Общая реактивная мощность составит $Q'_6 = 2 \cdot 540 = 1080$ квар, что близко к необходимой мощности 1042 квар

4. Некомпенсированная реактивная мощность

$$Q_{\text{иск}} = Q - Q'_6 = 1492 - 1080 = 412 \text{ квар}$$

5. Необходимая трансформаторная мощность

$$S'_{\text{тр}} = \sqrt{P^2 + Q_{\text{иск}}^2} = \sqrt{1550^2 + 412^2} = 1604 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

Принимаем к установке один трансформатор ТМ-1600/10 мощностью 1600 кВ А. Его коэффициент нагрузки составит: $k_H = 1604/1600 \approx 1,0$

Таким образом, компенсация реактивной мощности позволила значительно уменьшить установленную трансформаторную мощность.

Табл.1

Технические характеристики трансформаторов

Тип трансформатора	S _{ном} , кВ·А	Напряжение обмоток кВ		Потери мощности, кВт		U _к , %	I _{лх} %
		U _{ном1}	U _{ном2}	P _{ст}	P _{о.ном}		
ТМ-25/6;10	25	6, 10	0,23; 0,4	0,13	0,69	4,7	3,2
ТМ-40/6;10	40		0,23; 0,4	0,175	1,0	4,7	3,0
ТМ-63/6;10	63		0,23; 0,4	0,24	1,47	4,7	2,8
ТМ-100/6;10	100		0,23; 0,4	0,33	2,27	6,8	2,6
ТМ-160/6;10	160		0,23; 0,4; 0,69	0,51	3,1	4,7	2,4
ТМ-250/6;10	250		0,23; 0,4; 0,69	0,74	4,2	4,7	2,3
ТМ-400/6;10	400		0,23; 0,4; 0,69	0,95	5,5	4,5	2,1
ТМ-630/6;10	630		0,23; 0,4; 0,69	1,31	7,6	5,5	2,0
ТМ-1000/6;10	1000	6,10	0,23; 0,4; 0,69	2,45	12,2	5,5	2,8
ТМ-1600/6;10	1600		0,23; 0,4; 0,69	3,3	18,0	5,5	2,6

ТМ-2500/6;10	2500	10	0,4; 10,5	0,69;	4,3	24,0	5,5	1,0
--------------	------	----	--------------	-------	-----	------	-----	-----

Табл.2

Технические данные комплектных конденсаторных установок напряжением 380 В

Тип установки	Q _б , Квар	Тип установки	Q _б , Квар	Тип установки	Q _б , Квар
УК-0.38-75	75	УК-0.38-220Н	220	УК-0.38-330Н	330
УК-0.38-78	78	УК-0.38-225	225	УК-0.38-430Н	430
УК-0.38-110Н	110	УК-0.38-300Н	300	УК-0.38-450Н	450
УК-0.38-150Н	150	УК-0.38-320Н	320	УК-0.38-540Н	540

Методические рекомендации

по выполнению практического занятия по теме

«Расчет параметров сложных электрических цепей»

Задача 1. Составить схему однофазного мостового выпрямителя, используя стандартные диоды Д205, Д215Б, КД202Н. Параметры диодов приведены в таблице 4 в Методических рекомендациях. Мощность потребителя $P_d = 150$ Вт при напряжении питания $U_d = 150$ В.

Задание: Начертить схему выпрямителя, пояснить принцип действия с помощью временных графиков напряжений.

Указание. См. решение примера в Методических указаниях.

Задача 2. Составить схему трёхфазного однотактного выпрямителя, используя стандартные диоды типа Д218. Параметры диодов приведены в таблице 4 в Методических рекомендациях. Мощность потребителя $P_d = 200$ Вт при напряжении питания $U_d = 400$ В.

Задание: Начертить схему выпрямителя, пояснить принцип действия с использованием временных графиков напряжений.

Указание. См. решение примера в методических рекомендациях.

Задача 3. Составить схему однофазного мостового выпрямителя, используя стандартные диоды типа Д214. Параметры диода приведены в таблице 4 в

методических рекомендациях. Мощность потребителя $P_d = 600$ В при напряжении питания $U_d = 80$ В.

Задание: Начертить схему выпрямителя, пояснить принцип его действия с помощью временных графиков напряжений.

Указание. См. решение примера в Методических рекомендациях.

Задача 4. Двухфазный, двухполупериодный выпрямитель должен питать потребитель постоянным током. Мощность потребителя $P_d = 150$ Вт при напряжении $U_d = 50$ В.

Составить схему на диоде Д215Б. Параметры диода даны в таблице 4 в Методических рекомендациях.

Задание: Начертить схему выпрямителя, пояснить принцип действия, используя временные графики напряжений.

Указание. См. решение типового примера в методических рекомендациях.

Задача 5. Составить схему трёхфазного мостового выпрямителя для питания потребителя постоянным током. Мощность потребителя $P_d = 200$ Вт при напряжении $U_d = 40$ В. Стандартные диоды выбрать из таблицы № 4 Методических указаний по дисциплине.

Задание: Пояснить принцип действия выпрямителя, используя временные графики напряжений.

Указание. См. решение примера в Методических рекомендациях.

Задача 6. Трёхфазный одноконтный выпрямитель питает потребитель мощностью $P_d = 90$ В при напряжении $U_d = 30$ В. Следует выбрать один из трёх типов полупроводниковых диодов: Д218, Д222, Д232Б. Параметры диодов даны в таблице в Методических рекомендациях.

Задание: Начертите схему выпрямителя, поясните принцип действия с помощью временных графиков напряжения.

Указание. См. решение примера в Методических рекомендациях

Задача 7. Составить схему двухфазного двухполупериодного выпрямителя, используя стандартный диод Д232, параметры которого даны в таблице 4 в Методических рекомендациях.

Мощность потребителя $P_d = 1000$ Вт с напряжением питания $U_d = 200$ В.

Задание: Начертить схему выпрямителя, пояснить принцип действия, используя временные графики напряжений.

Указание. См. решение типового примера в методических рекомендациях.

Задача 8. Составить схему однофазного мостового выпрямителя используя стандартные диоды типа Д233Б. Параметры диода приведены в таблице № 4 в Методических рекомендациях. Мощность потребителя $P_d = 500$ Вт при напряжении питания $U_d = 400$ В.

Задание: Начертить схему выпрямителя, пояснить принцип действия, используя временные графики напряжений.

Указание. См. решение примера в Методических рекомендациях.

Задача 9. Составить схему трёхфазного мостового выпрямителя, выбрав стандартные диоды из таблицы №4. Методических указаний по дисциплине. Мощность потребителя $P_d = 75$ Вт при напряжении питания $U_d = 150$ В.

Задание: Начертить схему выпрямителя, пояснить принцип действия, используя временные графики напряжений.

Указание. См. решение типового примера в методических рекомендациях.

Задача 10. Однофазный мостовой выпрямитель питает потребитель постоянным током. Мощность потребителя $P_d = 250$ Вт при напряжении питания $U_d = 200$ В.

Составить схему выпрямителя на диоде типа Д221. Параметры диодов приведены в таблице №4. в методических рекомендациях.

Задание: Начертить схему выпрямителя. Пояснить принцип действия, используя графики напряжений.

Указание. См. решение типового примера в методических рекомендациях.

Методические рекомендации
по выполнению лабораторной работы по теме
«Исследование однофазного трансформатора»

Задача относится к расчету выпрямителей переменного тока, собранных на полупроводниковых диодах. Основными параметрами полупроводниковых диодов являются допустимый ток $I_{доп.}$, на который рассчитан данный диод и обратное напряжение $U_{обр}$. Ток потребителя определяют из формулы мощности

(если мощность задана):
$$I_d = \frac{P_d}{U_d}$$

Затем сравнивают ток потребителя с допустимым (табличным) током и выбирают диоды для схем выпрямителя:

1. Для однополупериодной схеме выпрямления ток через диод равен току потребителя, т.е. $I_{доп.} \geq I_d$;

2. Для двухполупериодной и мостовой схемах выпрямления ток через диод равен половине тока потребителя, т.е. $I_{доп.} \geq 0,5I_d$;

3. Для трехфазной схемы выпрямления ток через диод составляет треть тока потребителя, т.е. $I_{доп.} \geq \frac{1}{3}I_d$;

4. Напряжение для одно- и двухполупериодного выпрямления $U_{в} = 3,14U_d$, для мостового выпрямителя $U_{в} = \frac{3,14}{2}U_d$, для трехфазного выпрямителя $U_{в} = 2,1U_d$. При выборе диода должно соблюдаться условие $U_{обр.} > U_{в}$.

Прежде чем решать задачи, рассмотрите следующие примеры.

Пример 1. Для питания постоянным током потребителя мощностью $P_d = 250\text{Вт}$ при напряжении $U_d = 100\text{В}$ необходимо собрать схему двухфазного двухполупериодного выпрямителя, используя стандартные диоды типа Д243Б.

Решение:

1. Выписываем из таблицы 2 параметры диода Д243Б:

$$I_{доп} = 2\text{А}, \quad U_{обр} = 200\text{В}$$

2. Определяем ток потребителя:

$$I_d = \frac{P_d}{U_d} = \frac{250}{100} = 2,5 A$$

3. Определяем напряжение, действующее на диод в непроводящий период:

$$U_{\epsilon} = 3,14 U_d = 3,14 \cdot 100 = 314 B$$

4. Проверяем диод по параметрам тока и напряжению: $I_{доп} > 0,5 I_d$, $U_{обр} > U_{\epsilon}$

Условие для тока выполняется т.к. $0,5 I_d = 0,5 \cdot 2,5 = 1,25 A$ $1,25 < 2$

Для напряжения условие не выполняется т.к. $200 < 314$ т.е. $U_{обр} < U_{\epsilon}$.

5. Составляем схему выпрямителя. Чтобы выполнить условие $U_{обр} > U_{\epsilon}$, необходимо два диода соединить последовательно, тогда $U_{обр} = 200 \cdot 2 = 400 B$. $400 B > 314 B$. Схема выпрямителя показана на рисунке 1

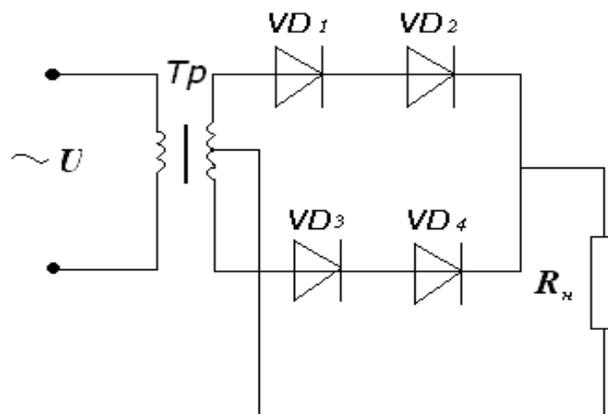


Рис.1

Пример 2.

Составить схему однофазного мостового выпрямителя, используя один из трех диодов: Д222, КД202Н, Д215Б. Мощность потребителя $P_d = 300 Bm$, напряжение потребителя $U_d = 200 B$.

Решение:

1. Выписываем из таблицы данные диодов:

Д222: $I_{доп} = 0,4 A$, $U_{обр} = 600 B$

КД202Н: $I_{доп} = 1 A$, $U_{обр} = 500 B$

Д215Б: $I_{доп} = 2 A$, $U_{обр} = 200 B$.

2. Определим ток потребителя: $I_d = \frac{P_d}{U_d} = \frac{300}{200} = 1,5 A$

3. Напряжение в непроводящий период для мостовой схемы:

$$U_{\epsilon} = 1,57 U_d = 1,57 \cdot 200 = 314 B$$

4. Выбираем диод из условий $I_{доп} \geq 0,5I_d = 0,5 \cdot 1,5 = 0,75A$ и $U_{обр} > U_{в} = 314B$ этим условиям удовлетворяет диод КД202Н $I_{доп} = 1 > 0,75 A$, $U_{обр} = 500 > 314 B$ Диод Д222 подходит по напряжению, но не подходит по току, Д215Б подходит по току, но не подходит по напряжению.

5. Составляем схему мостового выпрямителя (рисунок 2)

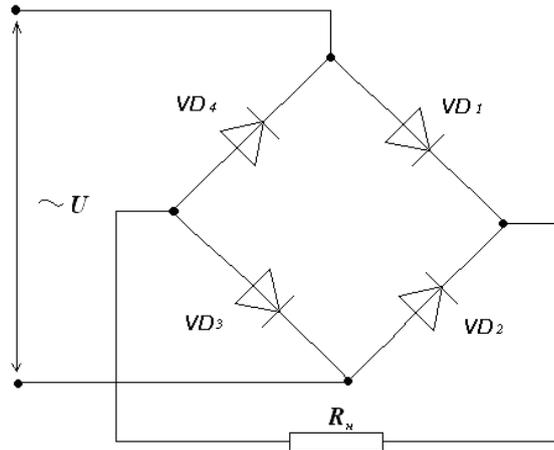


Рис. 2

Пример 3. Для питания постоянным током потребителя мощностью $P_d = 40W$ при напряжении $U_d = 80B$ собрать схему трехфазного однотактного выпрямителя на диодах Д207.

Решение:

1. Выписываем из таблицы 2 параметры диода Д207:

$$I_{доп} = 0,1 A, \quad U_{обр} = 200B$$

2. Определяем ток потребителя:

$$I_d = \frac{P_d}{U_d} = \frac{40}{80} = 0,5A$$

3. Определяем напряжение, действующее на диод в непроводящую часть периода:

$$U_{в} = 2,1 U_d = 2,1 \cdot 80 = 168B$$

4. Проверяем диод по параметрам $I_{доп} \geq \frac{I_d}{3}$, $U_{обр} > U_{в}$

В данном случае условие по допустимому току не выполняется, т.к. $0,1 < \frac{0,5}{3} = 0,16$, чтобы выполнить это условие следует в каждую фазу включить два диода параллельно, тогда $2 \cdot 0,1 = 2,2 > 0,16$.

$U_{обр} > U_{\epsilon}$, $200 B > 168 B$, условие по обратному напряжению выполняется.

Схема трехфазного выпрямителя представлена на рисунке 3.

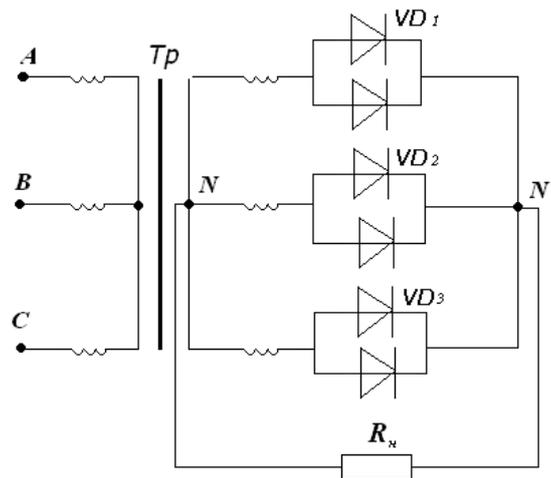


Рис. 3

Пример 4. Начертите схему трехфазного мостового выпрямителя для питания постоянным током потребителя мощностью $P_d = 40 Bm$ при напряжении $U_d = 40 B$, выбрав стандартные диоды из таблицы 2. Пояснить принцип действия выпрямителя, используя временные графики напряжений.

Решение:

1. Определяем ток потребителя:

$$I_d = \frac{P_d}{U_d} = \frac{40}{14} = 2,9 A$$

2. Определяем напряжение, действующее на диод в непроводящую часть периода.

$$U_{\epsilon} = \frac{\pi}{3} U_d = \frac{3,14}{3} 14 = 15 B$$

3. Для трехфазной мостовой схемы диоды должны удовлетворять по допустимому прямому току $I_{дон} \geq \frac{I_d}{3} = \frac{2,9}{3} = 0,97 A$, по обратному напряжению $U_{обр} > U_{\epsilon} = 15 B$

4. Из таблицы 2 выбираем диод Д224В, удовлетворяющий этим условиям. Его параметры $I_{дон} = 2A$, $U_{обр} = 50B$. Схема трехфазного мостового выпрямителя приведена на рисунке 4.

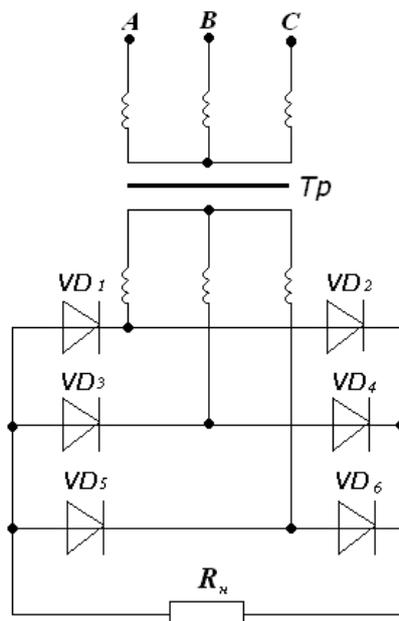


Рис. 4

В этой схеме три диода VD2, VD4, VD6 объединены в катодную группу, а три диода VD1, VD3, VD5 – в анодную группу. При работе схемы ток всегда проводят два диода: один в катодной группы, а другой в анодной. В любой момент времени в катодной группе открыт тот диод, потенциал анода которого выше потенциалов анодов других диодов в группе, а в анодной группе открыт тот диод, потенциал катода которого ниже потенциалов катодов других диодов.

На рисунке 5 построены кривые фазных напряжений. Как видно из рисунка, диоды схемы проводят ток в течение $1/3$ периода.

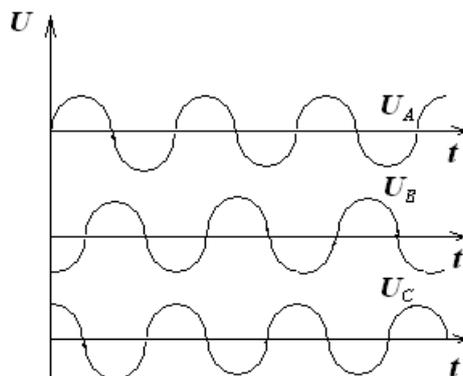


Рис. 5

На рисунке 6 построена кривая выпрямленного напряжения. Кратность пульсаций выпрямленного напряжения по отношению к частоте сети равна шести.

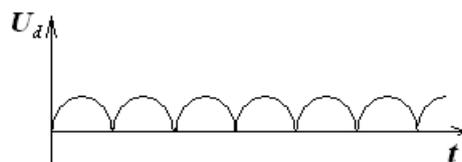


Рис.6

Таблица 2

Технические данные полупроводниковых диодов

Тип диода	$I_{дон}, A$	$U_{обр}, B$	Тип диода	$I_{дон}, A$	$U_{обр}, B$
Д7Г	0,3	200	Д231	10	300
Д205	0,4	400	Д231Б	5	300
Д207	0,1	200	Д232	10	400
Д209	0,1	400	Д232Б	5	400
Д2210	0,1	500	Д233	10	500
Д211	0,1	600	Д233Б	5	500
Д214	5	100	Д234Б	5	600
Д214А	10	100	Д242	5	100
Д214Б	2	100	Д242А	10	100
Д215	5	200	Д242Б	2	100
Д215А	10	200	Д243	5	200
Д215Б	2	200	Д243А	10	200
Д217	0,1	800	Д243Б	2	200
Д218	0,1	1000	Д244	5	50
Д221	0,4	400	Д244А	10	50
Д222	0,4	600	Д244Б	2	50
Д224	5	50	Д302	1	200
Д224А	10	50	Д303	3	150
Д224Б	2	50	Д304	3	100
Д226	0,3	400	Д305	6	50

Д226А	0,3	300	КД202А	3	50
			КД202Н	1	500

Список информационного обеспечения:

Основные источники:

1. Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники. – М.: Мастерство, 2010
2. Синдеев Ю.Г. Электротехника с основами электроники – Ростов н/Дону: Феникс, 2015
3. Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника. – М.: Высш. школа, 2014
4. Китаев В.Е. Электротехника с основами промышленной электроники. – М.: Высш. школа, 2011