МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ и МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «РЯЗАНСКИЙ КОЛЛЕДЖ ЭЛЕКТРОНИКИ»

РАССМОТРЕНО
на заседании цикловой комиссии
"Общепрофессиональных дисциплин"
Председатель ЦК « »_____20____г.
_____ Зверева Е.Н.

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УМР
_____ М.Е.Ларина

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ заочного отделения ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

по дисциплине: **Электротехника и электроника**

для специальности: ***23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта***

Председатель ЦК _____ / Зверева Е.Н./
Разработчик _____/Зверева Е.Н/

Рязань, 2018

Содержание

1. Предисловие 3
2. Инструкция к лабораторной работе №1 4
3. Инструкция к лабораторной работе №2 6
4. Инструкция к лабораторной работе №3 9
5. Инструкция к лабораторной работе №4 13
6. Отчет по лабораторной работе №1 14
7. Расчет цепей постоянного тока 16
8. Тестовые задания по учебной дисциплине 23
9. Контрольные вопросы 26

Предисловие

Контрольная работа является одной из форм самостоятельного изучения заочниками программного материала по всем предметам. Работа над ней способствует расширению и углублению знаний, приобретению опыта работы со специальной литературой.

Методические указания к лабораторным работам разработаны в соответствии с примерной программой для средних специальных учебных заведений. Лабораторные работы, представленные в настоящих методических указаниях, направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений по темам:

1. Режимы работы электрической цепи (*Лабораторная работа №1)*
2. Переменный ток. Параллельное соединение (*Лабораторная работа №2. Резонанс токов)*
3. Трехфазные цепи (*Лабораторная работа №3. Соединение потребителей по схеме «звезда»)*
4. Устройства с одним дом (*Лабораторная работа №4. Изучение характеристик полупроводниковых диодов)*

В ходе выполнения лабораторных работ у студентов формируются практические умения и навыки работы с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, делать выводы, оформлять результаты), которые будут использованы ими в их дальнейшей профессиональной деятельности.

Лабораторные работы носят репродуктивный характер. При их выполнении студенты пользуются подробными инструкциями, в которых указаны цель работы, оборудование, вопросы для допуска к работе, краткие теоретические сведения, порядок выполнения работы, таблицы, схемы или рисунки, контрольные вопросы, литература.

Контрольная работа должна содержать:

1. Отчеты по лабораторным работам 1-4
2. Расчет цепей постоянного тока («Метод узлового напряжения»)
3. Тестовые задания по учебной дисциплине
4. Ответы на вопросы

Лабораторные работы выполняются аудиторно под руководством преподавателя, остальные задания самостоятельно. Контрольная работа выполняется студентом после изучения всего курса.

Правильно оформленная работа сдается на заочное отделение для регистрации и последующей проверки преподавателем. Каждое задание оценивается отдельно, за выполненную лабораторную работу- «зачет- незачет».

Инструкция к лабораторной работе № 1
Тема: «Режимы работы электрической цепи».
Лаборатория электротехники

1. Цель работы:

1.1 Ознакомиться с режимами работы электрической цепи: холостого хода, короткого замыкания, рабочим.

1.2 Исследовать изменение тока, напряжения на участках цепи, мощностей и к.п.д. при изменении сопротивления внешней цепи.

2. Указания мер безопасности:

2.1 Правила по технике безопасности выполнять в соответствии с инструкцией, действующей в лаборатории.

3. Перечень контрольно-измерительной аппаратуры:

3.1 Лабораторный стенд ЛЭС-4.
3.2 Д2 - полупроводниковый диод.
3.3 R_B - резистор R_1 (эквивалент внутреннего сопротивления).
3.4 AX, BY, CZ – ламповые реостаты.
3.5 B_2 – выключатель.
3.6 PA – амперметр на 1 А.
3.7 PV – вольтметр на 150 В.

4. Вопросы для домашней подготовки студентов к лабораторной работе:

4.1 Что такое электрическая цепь?
4.2 Что такое источник электрической цепи?
4.3 Что такое приемник электрической цепи?
4.5 Охарактеризуйте режим короткого замыкания электрической цепи.
4.6 Охарактеризуйте режим холостого хода электрической цепи.
4.7 Как можно объяснить возникновение пожара при повреждении электрической проводки?

5. Краткие теоретические сведения:

Физические явления, происходящие в цепи, сопротивление которой изменяется от 0 до ∞, можно объяснить законом Ома для всей электрической цепи. Ток в этом случае определяется из уравнения:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + R_0}$$

Напряжение на зажимах источника питания будет равно: $U = I \cdot R = \varepsilon - I \cdot R_0$

Мощность источника питания: $P_1 = \varepsilon \cdot I$, а мощность потребителя: $P_2 = U \cdot I$.

Зная мощности P_1 и P_2, можно определить коэффициент полезного действия:

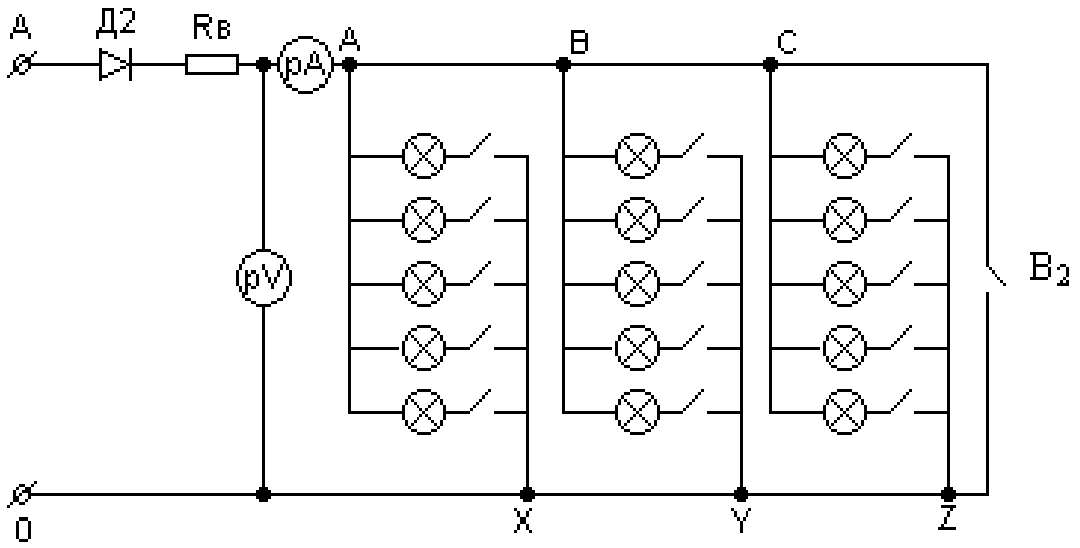
$$\eta = \frac{U}{\varepsilon} \cdot 100\%$$

При холостом ходе, когда $R = \infty$, $I_{\tilde{o}.\tilde{o}.} = \frac{\varepsilon}{\infty + R_0} = 0$. При этом напряжение на зажимах источника питания будет иметь наибольшее значение, равное ЭДС: $U_{x.x} = \varepsilon$

При коротком замыкании, когда R = 0, ток достигает наибольшего значения: $I = \frac{\varepsilon}{R_0}$,

а напряжение на зажимах источника питания: $U_{\hat{e}.\varsigma} = I^2 R - \frac{\varepsilon}{R_0} \cdot 0 = 0$

6. Схема электрическая принципиальная:



7. Подготовка к работе:

7.1 Ознакомиться с электрической схемой и начертить ее в тетрадь.
7.2 Ознакомиться с измерительными приборами и порядком их включения в цепь.
7.3 Собрать электрическую цепь по схеме.
7.4 Поставить переключатели пределов измерения приборов на нужные значения в соответствии с пунктом 3.6 – 3.7.
7.5 Выключатель B_2 выключить.
7.6 Пригласить руководителя для проверки собранной схемы.

8. Порядок выполнения работы:

8.1 Исследовать работу электрической цепи в режиме холостого хода, для чего все лампы реостатов выключить. Записать показания приборов в таблицу.
8.2 Определить зависимость напряжения на зажимах генератора от тока в цепи. Для этого, меняя сопротивление нагрузки (включая по три лампы), записать показания приборов в таблицу. Ключ B_2 должен быть разомкнут.
8.3 Исследовать работу электрической цепи в режиме короткого замыкания. Для этого при включенных ламповых реостатах замкнуть выключатель B_2. Показания приборов записать в таблицу (на 7 опытов):

№ п/п	Измерить		Вычислить				
	I	U	R	U_0	P_1	P_2	η
	А	В	Ом	В	Вт	Вт	%

9. Обработка и анализ результатов работы:

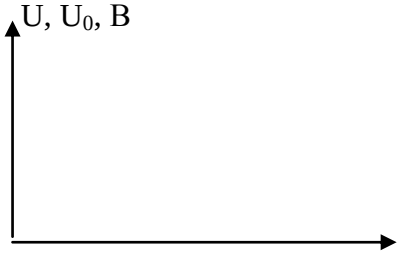
9.1 Рассчитать величины, указанные в таблице, применяя для расчетов следующие формулы:

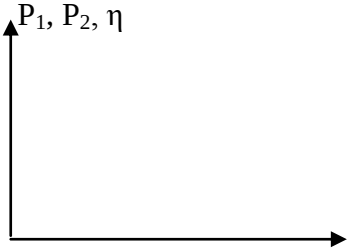
$R = \frac{U}{I}$; $U_0 = \varepsilon - U$; $P_1 = \varepsilon \cdot I$; $P_2 = U \cdot I$

$\eta = \frac{U}{\varepsilon} \cdot 100\%$, где η – КПД

ε – ЭДС, равная напряжению на зажимах генератора при холостом ходе.
P_1 – мощность генератора.
P_2 – мощность потребителя электрической энергии (внешней цепи).

9.2 Построить на одном графике зависимости U = f (I) и U_0 = f (I):
9.3 Построить на одном графике зависимости U = f (I) и U_0 = f (I):





9.4 По данным лабораторной работы **сравнить и сделать выводы**:
а) как меняется сила тока в режиме короткого замыкания и холостого хода;
б) как меняется напряжение в режиме короткого замыкания и холостого хода;
в) объяснить, как и почему изменяется напряжение на зажимах генератора при увеличении тока нагрузки;
г) как изменяется мощность внешней цепи при увеличении тока нагрузки. При каком токе (по сравнению с током короткого замыкания) мощность приемника максимальна?

10. Требования к оформлению отчета:

Отчет должен содержать:
10.1 Номер лабораторной работы.
10.2 Название и цель работы.
10.3 Принципиальную электрическую схему, выполненную с соблюдением требований ЕСКД.
10.4 Таблицу с результатами измерений и вычислений.
10.5 Полный расчет одного любого опыта.
10.6 Графики необходимых зависимостей.
10.7 Выводы по работе.

11. Контрольные вопросы:

11.1 Как изменяется ток в цепи при изменении нагрузки от 0 до ∞?
11.2 Как изменяется напряжение нагрузки (внешней цепи) при увеличении силы тока?
11.3 Как изменяется падение напряжения внутри источника при увеличении силы тока?
11.4 Как изменяется мощность нагрузки при увеличении силы тока?
11.5 Как изменяется КПД при увеличении силы тока?

Инструкция к лабораторной работе № 2
Тема: «Резонанс токов».
Лаборатория электротехники

1. Цель работы:

1.1 Ознакомиться с одним из способов настройки контура в резонанс.
1.2 Проверить основные свойства цепи при резонансе.

2. Указания мер безопасности:

2.1 Правила по технике безопасности выполнять в соответствии с инструкцией, действующей в лаборатории.

3. Перечень контрольно-измерительной аппаратуры:

3.1 Лабораторный стенд ЛЭС-4.

3.2 T – автотрансформатор (ЛАТР-1).
3.3 L – катушка однофазного трансформатора на 220В.
3.4 C – конденсатор переменной емкости 0 – 34,75мкФ.
3.5 PA – амперметр на 0,25 - 0,5 - 1 А.
3.6 PA_K – амперметр на 0,25 - 0,5 - 1 А.
3.7 PA_C – амперметр на 0,25 - 0,5 - 1 А.
3.8 PV – вольтметр на 150 В.
3.9 11 проводников.

4. Вопросы для домашней подготовки студентов к лабораторной работе:

4.1 В какой цепи возможно возникновение резонанса токов и почему?
4.2 Назовите условие резонанса токов.
4.3 Что такое активная проводимость; реактивная индуктивная и реактивная емкостная проводимости?
4.4 Какое значение имеет общий ток, и по какой формуле он вычисляется, если в цепи имеет место резонанс токов?
4.5 Объясните построение векторной диаграммы при резонансе токов.

5. Краткие теоретические сведения:

Резонансом токов называют такой режим работы разветвленной электрической цепи, состоящей из параллельно включенных индуктивности и конденсатора, при котором реактивные проводимости элементов становятся равными: $b_L = b_C$, где $b_L = \frac{1}{\omega L}$ - реактивная проводимость катушки; $b_C = \omega C$ – реактивная проводимость конденсатора.

Равенство реактивных проводимостей может быть достигнуто путем изменения емкости, индуктивности или частоты напряжения питания. В данной работе резонанс токов достигается путем изменения емкости.

Действующее значение тока в электрической схеме определяется выражением:

$$I = U \cdot Y = U\sqrt{G^2 + (b_L - b_C)^2},$$

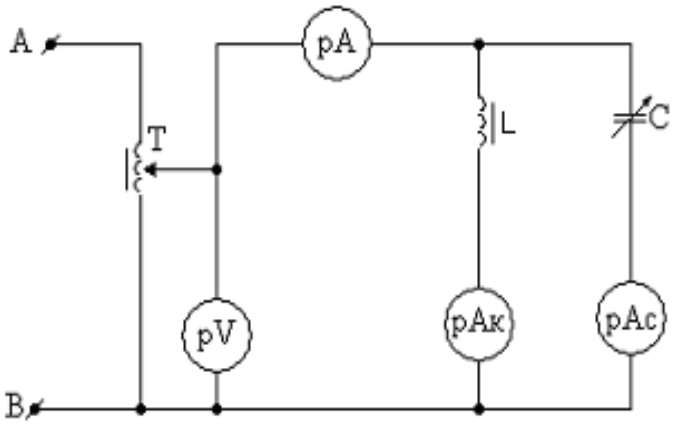
где: U – напряжение питания схемы, Y – полная проводимость схемы, G – активная проводимость схемы; b_L и b_C – реактивные проводимости элементов схемы.

При плавном увеличении емкости, ток емкостной ветви увеличивается и стремится к равенству с током катушки индуктивности. Общий ток схемы непрерывно уменьшается и при резонансе становится минимальным, т.к. реактивная проводимость схемы равна нулю и действует только активная проводимость: $I = U \cdot Y = U\sqrt{G^2 + (b_L - b_C)^2} = U \cdot G$.

Дальнейшее изменение емкости приводит к росту общего тока и тока в ветви, где включен конденсатор. В разветвленной цепи токи в ветвях с реактивными элементами могут превышать общий ток до разветвления.

При $b_L > b_C$ ($I_L > I_C$) электрическая цепь имеет индуктивный характер; при $b_L < b_C$ ($I_L < I_C$) электрическая цепь имеет емкостной характер; при резонансе токов $b_L = b_C$ ($I_L = I_C$). Коэффициент мощности при резонансе токов всегда равен единице, т.е. $\cos\varphi = 1$.

6. Схема электрическая принципиальная:



7. Подготовка к работе:

7.1 Ознакомиться с электрической схемой и начертить ее в тетрадь.

7.2 Ознакомиться с измерительными приборами и порядком их включения в цепь.

7.3 Собрать электрическую цепь по схеме.

7.4 Поставить переключатели пределов измерения приборов на нужные значения в соответствии с пунктом 3.5 – 3.8.

7.5 Пригласить руководителя для проверки собранной схемы.

8. Порядок выполнения работы:

8.1 Включить общий выключатель и с помощью автотрансформатора установить напряжение 80В.

8.2 При напряжении в цепи 80В, изменяя емкость от 12 до 18 мкФ через каждые 2 мкФ, от 18 до 24 мкФ через 1 мкФ, и от 24 до 30 мкФ через 2 мкФ, измерять токи. Показания приборов записывать в таблицу (на 13 опытов):

№ п/п	Измерить					Вычислить				
	C	U	I	I_C	I_K	y	g	b_C	b_K	cos φ
	мкФ	В	А	А	А	См	См	См	См	

9. Обработка и анализ результатов работы:

9.1 Допустив, что конденсатор в исследуемой цепи не имеет потерь, рассчитать емкостную проводимость по формуле: $b_C = \frac{I_C}{U}$.

9.2 Считая параметры катушки (R, L) неизменными, определить активную проводимость катушки, используя данные резонанса токов:

$$g = \frac{I_A}{U} = \frac{I_{\text{ðâç}}}{U}, \text{ т.к. } I_A = I_{рез}$$

9.3 Рассчитать полную и активную проводимости катушки:

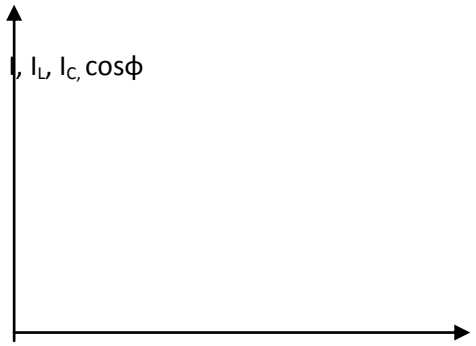
$$y_{\hat{E}} = \frac{I_{\hat{E}}}{U} \qquad b_{\hat{E}} = \sqrt{y_{\hat{E}}^{\,2} - g^2}$$

9.4 Рассчитать полную проводимость цепи: $y = \frac{I}{U}$

9.5 Рассчитать коэффициент мощности: $\cos\varphi = \frac{g}{y}$

Примечание: расчет указанных величин произвести для трех режимов работы:
при C_1 = 12 мкФ, $C_2 = C_{рез}$, C_3 = 30 мкФ.

9.6 По результатам опытов и расчетов построить в масштабе резонансные кривые:



9.7 Построить в одинаковом масштабе векторные диаграммы для трех режимов цепи:
C_1 = 12 мкФ, $C_2 = C_{рез}$, C_3 = 30 мкФ.

10. Требования к оформлению отчета:

Отчет должен содержать:

10.1 Номер лабораторной работы.
Название и цель работы.

10.3 Принципиальную электрическую схему, выполненную с соблюдением требований ЕСКД.

10.4 Таблицу с результатами измерений и вычислений.

10.5 Расчет величин, указанных в пунктах 9.1 – 9.5 для одного любого опыта.

10.6 Векторные диаграммы для трех указанных режимов и резонансные кривые.

10.7 **Выводы по работе** по пунктам:

а) о возможности получения резонанса токов путем изменения емкости;
б) объяснить характер резонансных кривых;
в) сравнить токи катушки и конденсатора в режиме резонанса с общим током и дать объяснение;
г) какой из токов преобладает до резонанса ($C < C_{рез}$) и после резонанса ($C > C_{рез}$).

11. Контрольные вопросы:

11.1 В какой электрической цепи возможен резонанс токов?
11.2 Что называют резонансом токов?
11.3 Какими способами можно настроить контур в резонанс токов?
11.4 Какое значение приобретает общий ток в цепи при резонансе и почему?
11.5 Чему равна полная проводимость цепи при резонансе и почему?
11.6 Чему равен угол сдвига фаз между напряжением и током в цепи при резонансе?
11.7 Как будут изменяться токи на отдельных участках заданной в работе цепи при изменении емкости и почему?
11.8 Как найти активный ток для построения векторных диаграмм? Будет ли он изменяться при изменении емкости?
11.9 Может ли ток в катушке при резонансе быть меньше общего тока и почему?

Инструкция к лабораторной работе № 3
Тема: «Исследование трехфазной цепи при соединении потребителей энергии «звездой».
Лаборатория электротехники

1. Цель работы:

1.1 Проверить опытным путем соотношения между фазными и линейными токами и напряжениями при равномерной и неравномерной нагрузке фаз.

1.2 Выяснить роль нулевого провода.

1.3 Построить в масштабе топографические диаграммы при равномерной и неравномерной нагрузках.

2. Указания мер безопасности:

2.1 Правила по технике безопасности выполнять в соответствии с инструкцией, действующей в лаборатории.

3. Перечень контрольно-измерительной аппаратуры:

3.1 Лабораторный стенд ЛЭС-4.

3.2 PA_1, PA_2, PA_3 – амперметры на 1 А.

3.3 PA_0 – амперметр на 1-2 А.

3.4 PV – вольтметр на 300 В.

3.5 11 проводников, 2 щупа

4. Вопросы для домашней подготовки студентов к лабораторной работе:

4.1 Начертите схему соединения «звезда» без подключения нагрузки и с нагрузкой.

4.2 Что такое линейные провода, нейтральный провод; линейные и фазные напряжения; линейные и фазные токи?

4.3 Запишите основные соотношения для соединения «звезда».

4.4 Роль нейтрального провода.

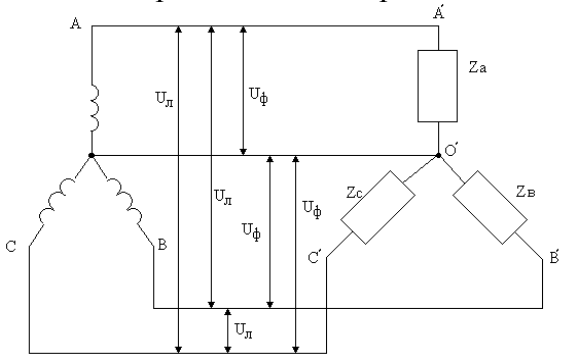
4.5 Охарактеризуйте симметричный режим соединения «звезда».

4.6 Охарактеризуйте несимметричный режим соединения «звезда».

4.7 Запишите формулы вычисления мощностей.

5. Краткие теоретические сведения:

Работа трехфазной системы, соединенной по схеме «звезда», обеспечивается наличием трехпроводной линии генератор - приемник, но чаще применяется четырехпроводная линия, состоящая из трех линейных проводов и одного нулевого или нейтрального.



Напряжения между нейтральным проводом и любым линейным называются фазными (это напряжения U_{AX}, U_{BY}, U_{CZ}); напряжения между любыми двумя линейными проводами называются линейными (U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}).

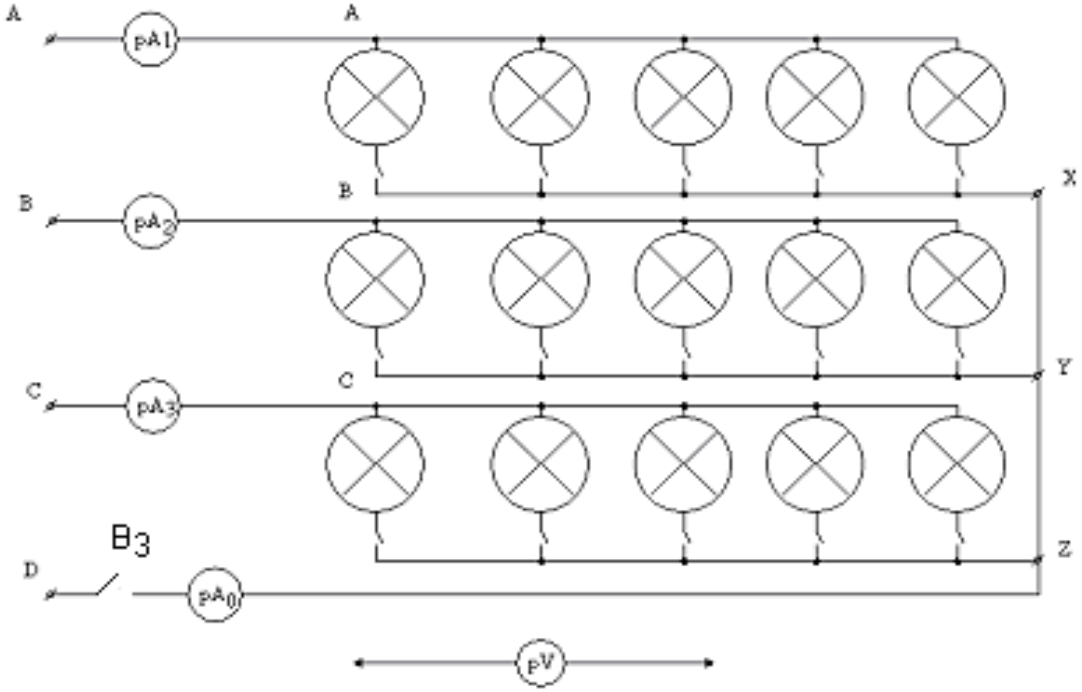
В такой системе соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами определяются выражениями: $U_{Ë} = \sqrt{3}U_{Ô}$, $I_Л = I_Ф$.

При неравномерной нагрузке фаз без нулевого провода фазные напряжения в большой степени зависят от распределения нагрузки между фазами: напряжение на фазах с большей

нагрузкой (меньшим сопротивлением) понижается, а на фазах с меньшей нагрузкой (большим сопротивлением) возрастает.

Наличие нулевого провода при неравномерной нагрузке фаз обеспечивает независимость режима работы одной фазы потребителей электроэнергии от другой фазы, т.к. в этом случае при любых нагрузках фаз система будет оставаться симметричной. Поэтому, там, где нагрузка неравномерная, применяется соединение потребителей энергии «звездой» с нулевым проводом. Линейные напряжения при любом распределении нагрузок между фазами сохраняют симметричный характер и остаются постоянными, т.к. мощность генератора значительно больше мощности, потребляемой приемниками энергии.

6. Схема электрическая принципиальная:



7. Подготовка к работе:

7.1 Ознакомиться с электрической схемой и начертить ее в тетрадь.
7.2 Ознакомиться с измерительными приборами и порядком их включения в цепь.
7.3 Собрать электрическую цепь по схеме.
7.4 Поставить переключатели пределов измерения амперметров на 1А.
7.5 Установить равномерную нагрузку фаз с нулевым проводом, т.е. включить все тумблеры на ламповых реостатах и выключить тумблер B_3.
7.6 К вольтметру присоединить щупы и выставить необходимый предел измерения.
7.7 Пригласить руководителя для проверки собранной схемы.

8. Порядок выполнения работы:

8.1 Исследовать трехфазную цепь при равномерной нагрузке фаз, для чего:

а) включить общий выключатель и замерить линейные токи; фазные напряжения U_{AX}, U_{BY}, U_{CZ}; линейные напряжения U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} между соответствующими точками на ламповых реостатах; а также напряжение смещения нейтрали U_0 между нейтральными точками (Z и O) и ток нулевого провода. Все полученные результаты записать в таблицу:

№ п/п	Характер нагрузки	Состояние электрической цепи	Измерить										
			I_A	I_B	I_C	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	U_A	U_B	U_C	I_O	U_O
			A	A	A	B	B	B	B	B	B	A	B
1.	$R_A = R_B = R_C$	**руб. B_3 – вкл.** **руб. B_3 – выкл.**											
2.	$R_A = R_B > R_C$	**руб. B_3 – вкл.** **руб. B_3 – выкл.**											
3.	$R_A \neq R_B \neq R_C$	**руб. B_3 – вкл.** **руб. B_3 – выкл.**											
4.	$R_A = R_B$; $R_C = \infty$	**руб. B_3 – вкл.** **руб. B_3 – выкл.**											

б) произвести те же измерения при отключенном нулевом проводе (выключатель B_3 разомкнуть).

8.2 Исследовать трехфазную цепь при неравномерной нагрузке и выяснить роль нулевого провода. Для этого включить общий выключатель, измерить токи и напряжения цепи с нулевым проводом (выключатель B_3 включен) и без нулевого провода (выключатель B_3 разомкнут) в следующих опытах:

а) при уменьшении нагрузки в одной из фаз и равных нагрузках в других фазах (в фазе С включены 2 лампы, в фазах А и В лампы включены полностью);

б) при неодинаковой нагрузке во всех фазах (в фазе А включено 5 ламп, в фазе В включены 3 лампы, в фазе С включены 2 лампы);

в) при отсутствии нагрузки в одной из фаз и равных нагрузках в других фазах (в фазах А и В включены все лампы, в фазе С все лампы выключены).

9. Обработка и анализ результатов работы:

9.1 При равномерной нагрузке сравнить и сделать **выводы:**

а) напряжения на фазах между собой;

б) токи в фазах;

в) линейные напряжения с фазными;

г) изменяются ли токи и напряжения при отключении (обрыве) нулевого провода.

9.2 При неравномерной нагрузке сравнить и сделать **выводы:**

а) напряжения на фазах при включенном нулевом проводе;

б) то же при отключенном нулевом проводе;

в) ток нейтрали и напряжение нейтрали при наличии и отсутствии нулевого провода;

г) какова роль нулевого провода?

9.5 Построить топографические диаграммы для двух случаев:

а) при равномерной нагрузке фаз (опыт 1);

б) при неравномерной нагрузке всех фаз (опыт 2 и 3 при включенном и выключенном тумблере B_3).

Графически определить ток в нулевом проводе, сравнить его с измеренным и сделать вывод.

10. Требования к оформлению отчета:

Отчет должен содержать:

10.1 Номер лабораторной работы.

Название и цель работы.

10.3 Принципиальную электрическую схему, выполненную с соблюдением требований ЕСКД.
10.4 Таблицу с результатами измерений и вычислений.
10.5 Топографические диаграммы для указанных режимов.
10.6 Выводы по работе.

11. Контрольные вопросы:

11.1 Какова роль нейтрального провода?
11.2 Почему не включают предохранители в нейтральный провод?
11.3 Почему опасно короткое замыкание одной фазы приемника в четырехпроводной цепи?
11.4 Почему при симметричной нагрузке нулевой провод не нужен?
11.5 Каково соотношение между линейными и фазными напряжениями и токами при соединении нагрузки «звездой»?

Инструкция к лабораторной работе № 4
Тема: *«Изучение характеристик полупроводникового диода»*

***1. Цель**: 1.* Исследование напряжения и тока диода при прямом и обратном смещении р-п перехода

2. Построение и исследование ВАХ для полупроводникового диода.
3. Исследование сопротивления диода при прямом и обратном смещении по ВАХ.
4. Анализ сопротивления диода.
5. Измерение напряжения изгиба ВАХ.

2. Приборы и элементы:

1. Функциональный генератор — поле приборов
2. Мультиметр — поле приборов
3. Осциллограф — поле приборов
4. Источник постоянного напряжения — Passive
5. Диод 1N4001 — Active
6. Резисторы — Passive

3. Краткие теоретические сведения:

Снятие ВАХ производится измерением напряжения на диоде, подсоединяя к диоду через резистор источники напряжения различной величины. Ток диода при этом можно вычислить из выражения: $I_{пр}=(E-U_{пр})/R$ (1.1), где $I_{пр}$- ток диода в прямом направлении, E- напряжение источника питания, $U_{пр}$- напряжение на диоде в прямом направлении.

Изменив полярность диода, можно снять ВАХ в обратном направлении; $I_{обр}=(E-U_{обр})/R$ (1.2), где $I_{обр}$- ток диода в обратном направлении, $U_{обр}$- напряжение на диоде в обратном направлении.

Для измерения используется мультиметр, который подключают то как вольтметр, то как амперметр или применяют вольтметр и амперметр, чтобы видеть ток и напряжение на табло этих приборов. Наиболее быстро можно исследовать ВАХ, наблюдая её на экране осциллографа. Координата точки по горизонтальной оси осциллографа будет пропорциональна напряжению, а по вертикальной- току через диод. Если на приборе выбран режим В/А, то величина, пропорциональная току через диод (канал В), будет откладываться по вертикальной оси, а напряжение (канал А)- по горизонтальной. ВАХ будет на экране осциллографа.

4. Порядок проведения экспериментов

1. Измерение напряжения и вычисления тока через диод.

Откройте файл с9_011 и включите схему. Мультиметр покажет напряжение на диоде $U_{пр}$ при прямом смещении. Переверните диод и снова запустите схему. Теперь мультиметр покажет $U_{обр}$

при обратном смещении. Запишите показания в раздел «Результаты экспериментов». Вычислите ток диода при прямом $I_{пр}$ и обратном $I_{обр}$ смещении согласно формулам (1.1) и (1.2).

2. *Измерение тока.*

Откройте файл с9_012 и включите схему. Мультиметр покажет ток на диоде $I_{пр}$ при прямом смещении. Переверните диод и снова запустите схему. Теперь мультиметр покажет $I_{обр}$ при обратном смещении. Запишите показания в раздел «Результаты экспериментов».

3. *Измерение статического сопротивления диода.*

Измерьте сопротивление диода в прямом и обратном подключении, используя мультиметр в режиме омметра (Ω). Малые значения соответствуют прямому подключению.

4. *Снятие ВАХ диода.*

а) Прямая ветвь. Откройте файл с9-013. Включите схему. Последовательно устанавливая значения ЭДС источников равными 5В, 4В, 3В, 2В, 1В, 0,5В, 0В запишите значения напряжения $U_{пр}$ и тока $I_{пр}$ в таблицу а).

б) Обратная ветвь. Переверните диод. Последовательно устанавливая значения ЭДС источников равными 0В, 5В, 10В, 15В запишите значения напряжения $U_{обр}$ и тока $I_{обр}$ в таблицу б).

в) По полученным данным постройте графики $I_{пр}(U_{пр})$ и $I_{обр}(U_{обр})$.

г) Вычислите сопротивление диода на постоянном токе $I_{пр}$=4мА по формуле $R_{СТ}=U_{ПР}/I_{ПР}$ и занесите результат е).

д) Определите напряжение изгиба и занесите результат ж). Напряжение изгиба определяется из ВАХ диода, смещённого в прямом направлении, для точки, где характеристика претерпевает резкий излом.

5. *Получение ВАХ на экране осциллографа.*

Откройте файл с9-014. Включите схему. На ВАХ, появившейся на экране осциллографа, по горизонтальной оси отсчитывается напряжение на диоде в милливольтах (канал А), а по вертикальной- ток в миллиамперах (канал В, 1мВ соответствует 1мА). Определите напряжение изгиба.

5. Выполнение отчета по работе и контрольные вопросы

6. Литература:

1. Панфилов Д.И., Чепурин И.Н. и др. Электротехника и электроника в экспериментах и упражнениях: Практикум на Electronics Workbench., -М.: ДОДЭКА, 2000.-288с.
2. Китаев В.Е. Электротехника с основами промышленной электроники., -М., Высшая школа,-1980.-254с.
3. Чумаченко Ю.Т., Федорченко А.А. Автомобильный электрик.-Ростов н/Д. 2004/-352с.

Образец оформления отчета (лабораторная работа №1)

Работы №2-4 оформляются аналогично в соответствии с требованиями к отчету, указанными в инструкциях.

Задание №1

Отчет по лабораторной работе №1

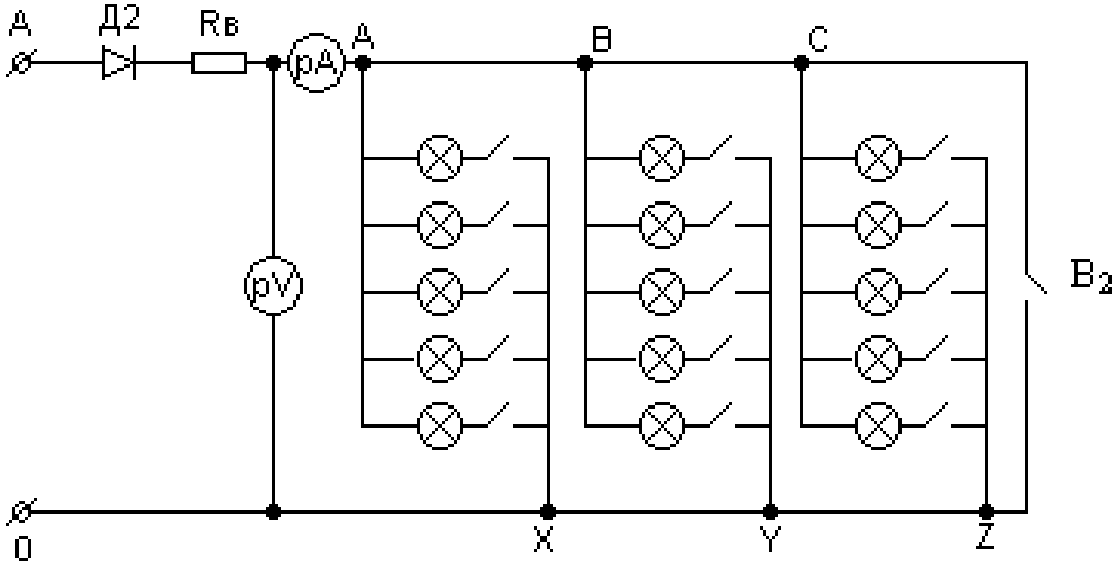
Режимы работы электрической цепи

1. Цель работы:

1.1 Ознакомиться с режимами работы электрической цепи: холостого хода, короткого замыкания, рабочим.

1.2 Исследовать изменение тока, напряжения на участках цепи, мощностей и к.п.д. при изменении сопротивления внешней цепи.

2. Схема электрическая принципиальная:



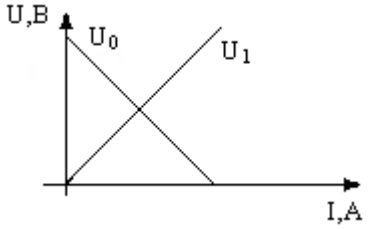
№ п/п	Измерить		Вычислить				
	I	U	R	U_0	P_1	P_2	η
	А	В	Ом	В	Вт	Вт	%
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							

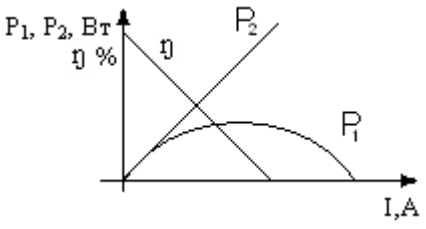
3. Расчеты:

$R = \frac{U}{I}$; $U_0 = \varepsilon - U$; $P_1 = \varepsilon \cdot I$; $P_2 = U \cdot I$ $\eta = \frac{U}{\varepsilon} \cdot 100\%$, где η - КПД

ε – ЭДС, равная напряжению на зажимах генератора при холостом ходе.
P_1 – мощность генератора.
P_2 – мощность потребителя электрической энергии (внешней цепи).

4. Графики:





5. Выводы:

а) Сила тока в режиме короткого замыкания максимальна, а в режиме холостого хода минимальна и равна нулю.

б) Напряжение на зажимах генератора в режиме короткого замыкания равно нулю, а в режиме холостого хода равно ЭДС генератора.

в) При увеличении тока нагрузки напряжение на зажимах генератора падает.

г) При увеличении тока мощность внешней цепи возрастает, затем убывает. Максимальную величину принимает при токе, равном половине тока короткого замыкания.

Если по какой- то причине студентом пропущено лабораторное занятие, то для получения данных необходимо приходить с подготовленными отчетами

Расчет цепей постоянного тока
«Метод узлового напряжения»

Порядок расчета цепей методом узлового напряжения:

1. Если по условию задачи задан реальный источник ЭДС, обязательно указываем на схеме его внутреннее сопротивление.

2. Расставляем направления токов в ветвях: все токи либо вытекают из узла, либо втекают в него.

3. Рассчитываем электрическую проводимость каждой ветви: g = 1/R (См).

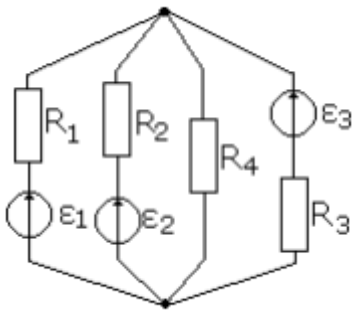
4. Рассчитываем напряжение между узловыми точками по формуле: UAB = Σ(εg)/Σg. В этой формуле ЭДС берется со знаком “+”, если ее направление совпадает с направлением тока в ветви.

5. Рассчитываем значения токов в ветвях по формуле: Ii = (εi – UAB)· gi . В этой формуле ЭДС берется со знаком “+”, если ее направление совпадает с направлением тока в ветви.

6. Т.к. направления токов в ветвях были выбраны произвольно, то при расчете токи получаются алгебраическими величинами (либо положительными, либо отрицательными). Если какой-то ток получился отрицательным, это значит, что модуль его равен полученному значению, а действительное направление на схеме в противоположную сторону.

7. Проверяем по 1 закону Кирхгофу

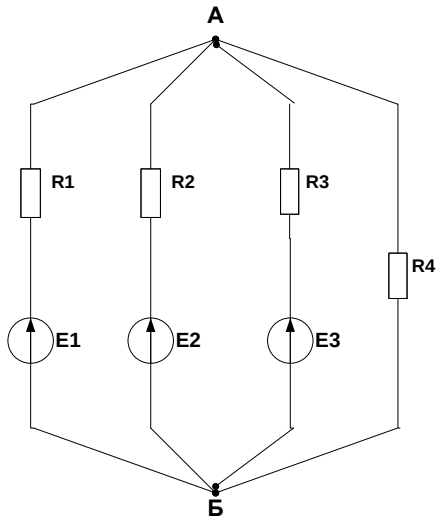
Пример решения задачи:



Дано:
ε1 = 20 В; ε2 = 100 В; ε3=80В;
rВ1= rв2 = rв3 = 0,5 Ом;
R1=9,5Ом, R2=19,5Ом,
R3 = 3,5 Ом; R4=10Ом
Задание:
определить токи в ветвях
Решение:
g1 = 1/(R1 + rв1) = 1/(9,5 + 0,5) = 0,1 См
g2 = 1/(R2 + rв2) = 1/(19,5 + 0,5) = 0,05 См
g3 = 1/(R3 + rв3) = 1/(3,5 + 0,5) = 0,25 См
g4 = 1/R4 = 1/10 = 0,1 См
UAB = (ε1g1 + ε2g2 + ε3g3)/(g1 + g2 + g3 + g4) = (2 + 5 + 20)/0,5 = 54 В
I1 = (ε1 - UAB)· g1 = -3,4 А
I3 = (ε3 - UAB)· g3 = 6,5 А
I2 = (ε2 - UAB)· g2 = 2,3 А
I4 = - UAB·g4 = -5,4 А
-3,4+6,5+2,3-5,4=0- верно
Ответ: I_1, I_4 направлены к нижнему узлу

Варианты задач: ***(****номер соответствует номеру по журналу)*

Вариант 1:

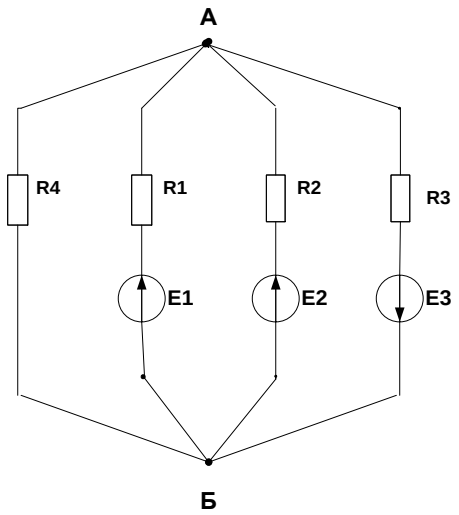


Метод узлового напряжения.

Найти токи в схеме методом узлового напряжения, если:
E_1 = 112 В;
E_2 = 24 В;
E_3 = 35 В;
R_1 = 11,2 Ом;
R_2 = 19,2 Ом;
R_3 = 27,4 Ом;
R_4 = 35,4 Ом;
$r_{в1}$ = 2 Ом.
Внутренние сопротивления источников Э.Д.С. E_2 и E_3 не учитываем.

Вариант 2:

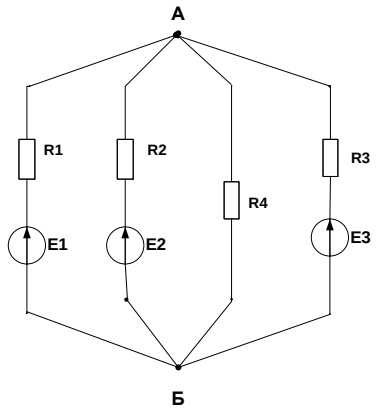
Метод узлового напряжения.



Найти токи в схеме методом узлового напряжения, если:
E_1 = 85 В;
E_2 = 76 В;
E_3 = 178 В;
R_1 = 17,8 Ом;
R_2 = 26,2 Ом;
R_3 = 34,2 Ом;
R_4 = 41,2 Ом;
$r_{в3}$ = 2 Ом.
Внутренние сопротивления источников Э.Д.С. E_1 и E_2 не учитываем.

Вариант 3:

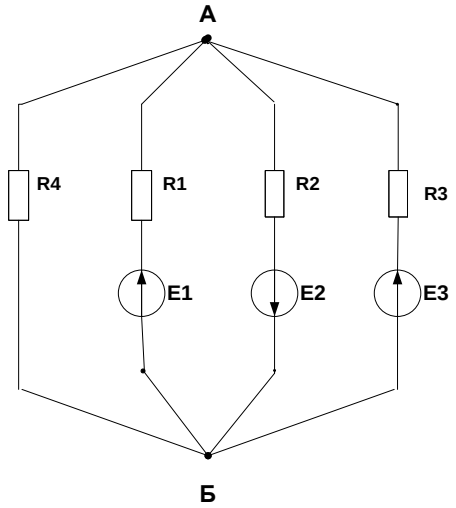
Метод узлового напряжения.



Найти токи в схеме методом узлового напряжения, если:
E_1 = 46 В;
E_2 = 138 В;
E_3 = 57 В;
R_1 = 13,8 Ом;
R_2 = 22,2 Ом;
R_3 = 30,2 Ом;
R_4 = 38,2 Ом;
$r_{в2}$ = 2 Ом.
Внутренние сопротивления источников Э.Д.С. E_1 и E_3 не учитываем.

Вариант 4:

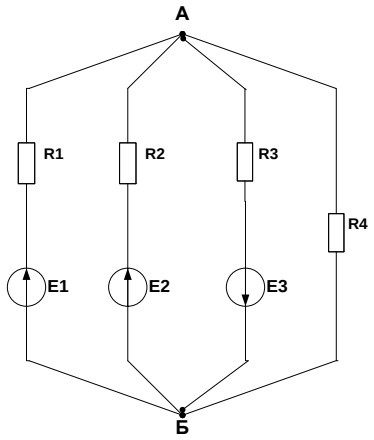
Метод узлового напряжения.



Найти токи в схеме методом узлового напряжения, если:
E_1 = 83 В;
E_2 = 74 В;
E_3 = 174 В;
R_1 = 17,4 Ом;
R_2 = 25,6 Ом;
R_3 = 33,6 Ом;
R_4 = 41,6 Ом;
$r_{в3}$ = 2 Ом.
Внутренние сопротивления источников Э.Д.С. E_1 и E2 не учитываем.

Вариант 5:

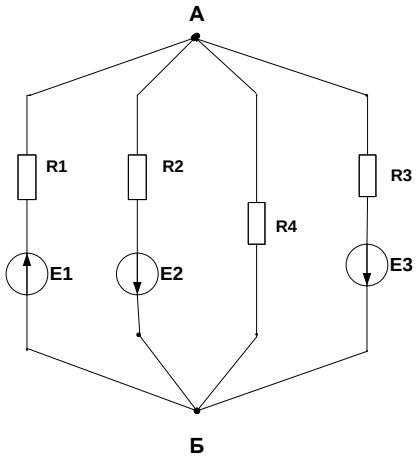
Метод узлового напряжения.



Найти токи в схеме методом узлового напряжения, если:
E_1 = 118 В;
E_2 = 27 В;
E_3 = 37 В;
R_1 = 11,8 Ом;
R_2 = 20,2 Ом;
R_3 = 28,2 Ом;
R_4 = 36,2 Ом;
$r_{в1}$ = 2 Ом.
Внутренние сопротивления источников Э.Д.С. E_2 и E_3 не учитываем.

Вариант 6:

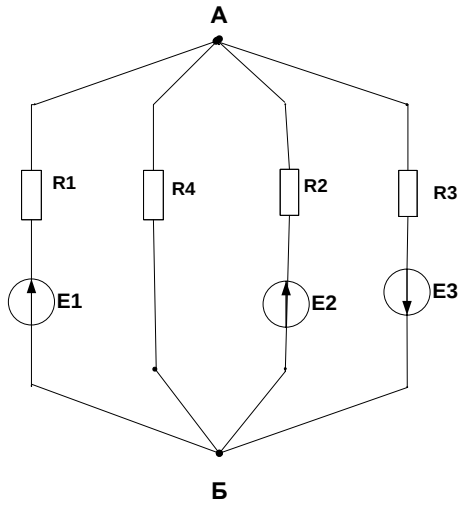
Метод узлового напряжения.



Найти токи в схеме методом узлового напряжения, если:
E_1 = 136 В;
E_2 = 34 В;
E_3 = 45 В;
R_1 = 13,6 Ом;
R_2 = 21,8 Ом;
R_3 = 29,8 Ом;
R_4 = 37,8 Ом;
$r_{в1}$ = 2 Ом.
Внутренние сопротивления источников Э.Д.С. E_2 и E_3 не учитываем.

Вариант 7:

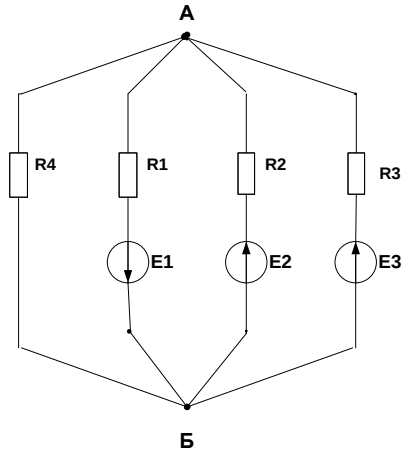
Метод узлового напряжения.



Найти токи в схеме методом узлового напряжения, если:
E_1 = 54 В;
E_2 = 158 В;
E_3 = 65 В;
R_1 = 15,8 Ом;
R_2 = 24,2 Ом;
R_3 = 32,2 Ом;
R_4 = 40,2 Ом;
$r_{в2}$ = 2 Ом.
Внутренние сопротивления источников Э.Д.С. E_1 и E_3 не учитываем.

Вариант 8:

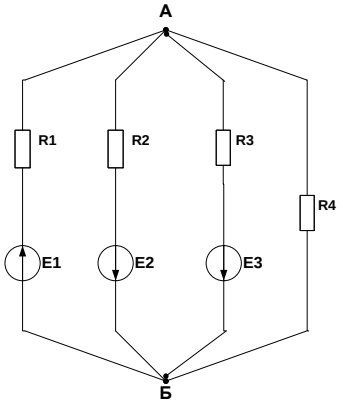
Метод узлового напряжения.



Найти токи в схеме методом узлового напряжения, если:
E_1 = 86 В;
E_2 = 77 В;
E_3 = 182 В;
R_1 = 18,2 Ом;
R_2 = 26,4 Ом;
R_3 = 34,4 Ом;
R_4 = 42,4 Ом;
$r_{в3}$ = 2 Ом.
Внутренние сопротивления источников Э.Д.С. E_1 и E_2 не учитываем.

Вариант 9:

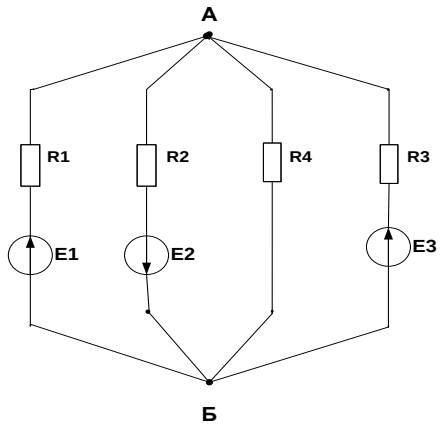
Метод узлового напряжения.



Найти токи в схеме методом узлового напряжения, если:
E_1 = 116 В;
E_2 = 26 В;
E_3 = 37 В;
R_1 = 11,6 Ом;
R_2 = 19,6 Ом;
R_3 = 27,8 Ом;
R_4 = 35,8 Ом;
$r_{в1}$ = 2 Ом.
Внутренние сопротивления источников Э.Д.С. E_2 и E_3 не учитываем.

Вариант 10:

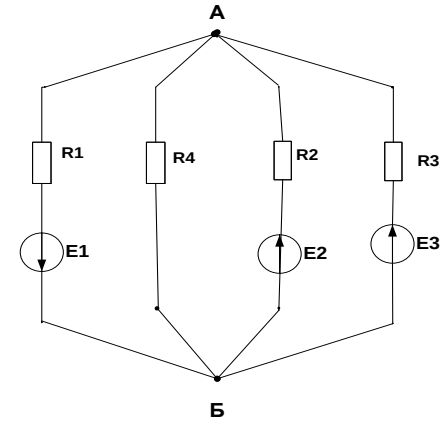
Метод узлового напряжения.



Найти токи в схеме методом узлового напряжения, если:
E_1 = 134 В;
E_2 = 33 В;
E_3 = 44 В;
R_1 = 13,4 Ом;
R_2 = 21,6 Ом;
R_3 = 29,6 Ом;
R_4 = 37,6 Ом;
$r_{в1}$ = 2 Ом.
Внутренние сопротивления источников Э.Д.С. E_2 и E_3 не учитываем.

Вариант 11:

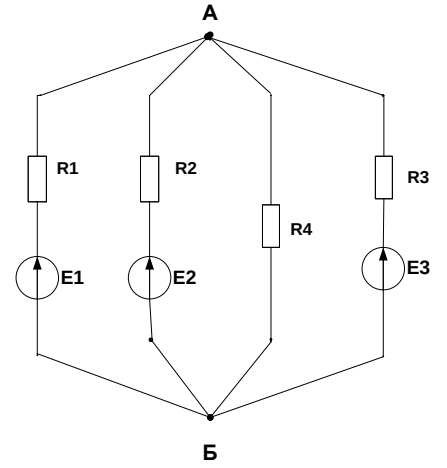
Метод узлового напряжения.



Найти токи в схеме методом узлового напряжения, если:
E_1 = 55 В;
E_2 = 162 В;
E_3 = 67 В;
R_1 = 16,2 Ом;
R_2 = 24,4 Ом;
R_3 = 32,4 Ом;
R_4 = 40,4 Ом;
$r_{в2}$ = 2 Ом.
Внутренние сопротивления источников Э.Д.С. E_1 и E_3 не учитываем.

Вариант 12:

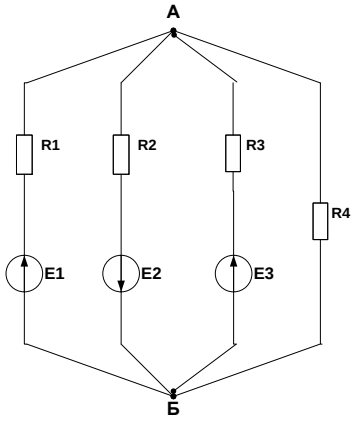
Метод узлового напряжения.



Найти токи в схеме методом узлового напряжения, если:
E_1 = 46 В;
E_2 = 138 В;
E_3 = 57 В;
R_1 = 13,8 Ом;
R_2 = 22,2 Ом;
R_3 = 30,2 Ом;
R_4 = 38,2 Ом;
$r_{в2}$ = 2 Ом.
Внутренние сопротивления источников Э.Д.С. E_1 и E_3 не учитываем

Вариант 13:

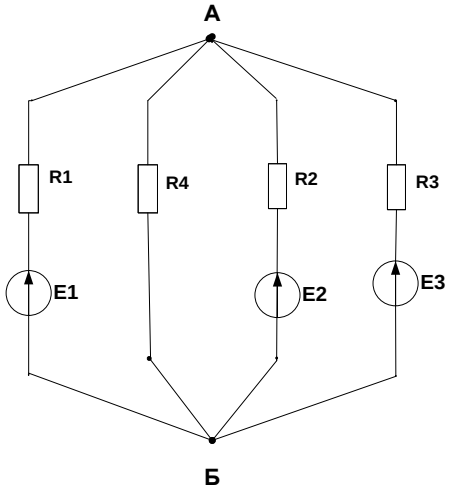
Метод узлового напряжения.



Найти токи в схеме методом узлового напряжения, если:
E_1 = 114 В;
E_2 = 25 В;
E_3 = 36 В;
R_1 = 11,4 Ом;
R_2 = 19,4 Ом;
R_3 = 27,6 Ом;
R_4 = 35,6 Ом;
$r_{в1}$ = 2 Ом.
Внутренние сопротивления источников Э.Д.С. E_2 и E_3 не учитываем.

Вариант 14:

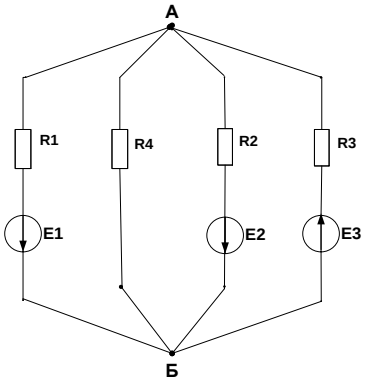
Метод узлового напряжения.



Найти токи в схеме методом узлового напряжения, если:
E_1 = 132 В;
E_2 = 32 В;
E_3 = 43 В;
R_1 = 13,2 Ом;
R_2 = 21,4 Ом;
R_3 = 29,4 Ом;
R_4 = 37,4 Ом;
$r_{в1}$ = 2 Ом.
Внутренние сопротивления источников Э.Д.С. E_2 и E_3 не учитываем.

Вариант 15:

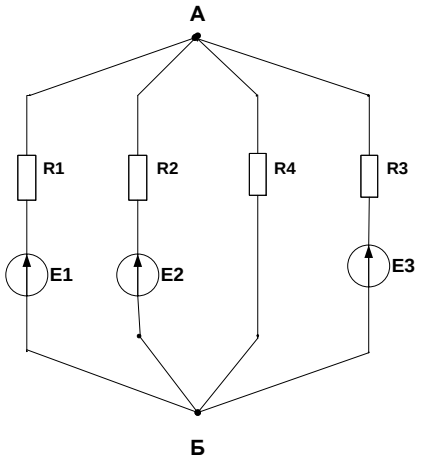
Метод узлового напряжения.



Найти токи в схеме методом узлового напряжения, если:
E_1 = 56 В;
E_2 = 164 В;
E_3 = 69 В;
R_1 = 16,4 Ом;
R_2 = 24,6 Ом;
R_3 = 32,6 Ом;
R_4 = 40,6 Ом;
$r_{в2}$ = 2 Ом.
Внутренние сопротивления источников Э.Д.С. E_1 и E_3 не учитываем.

Вариант 16:

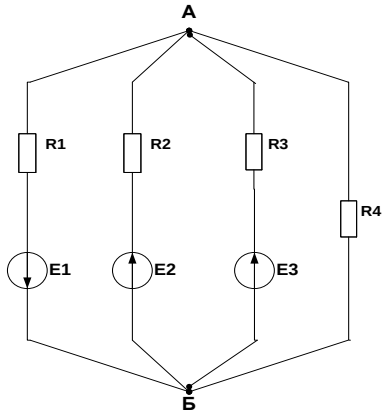
Метод узлового напряжения.



Найти токи в схеме методом узлового напряжения, если:
E_1 = 46 В;
E_2 = 138 В;
E_3 = 57 В;
R_1 = 13,8 Ом;
R_2 = 22,2 Ом;
R_3 = 30,2 Ом;
R_4 = 38,2 Ом;
$r_{в2}$ = 2 Ом.
Внутренние сопротивления источников Э.Д.С. E1 и E_3 не учитываем.

Вариант 17:

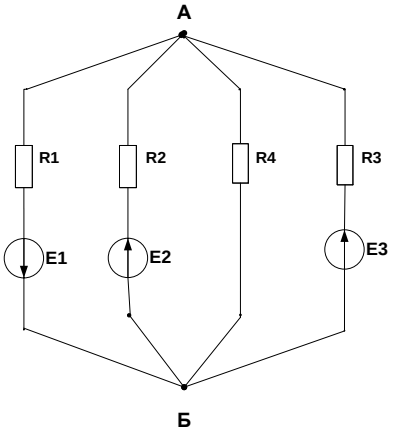
Метод узлового напряжения.



Найти токи в схеме методом узлового напряжения, если:
E_1 = 122 В;
E_2 = 28 В;
E_3 = 39 В;
R_1 = 12,2 Ом;
R_2 = 20,4 Ом;
R_3 = 28,4 Ом;
R_4 = 36,4 Ом;
$r_{в1}$ = 2 Ом.
Внутренние сопротивления источников Э.Д.С. E_2 и E_3 не учитываем.

Вариант 18:

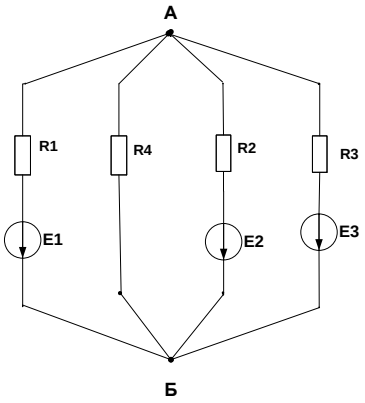
Метод узлового напряжения.



Найти токи в схеме методом узлового напряжения, если:
E_1 = 47 В;
E_2 = 142 В;
E_3 = 58 В;
R_1 = 14,2 Ом;
R_2 = 22,4 Ом;
R_3 = 30,4 Ом;
R_4 = 38,4 Ом;
$r_{в2}$ = 2 Ом.
Внутренние сопротивления источников Э.Д.С. E_1 и E_3 не учитываем.

Вариант 19:

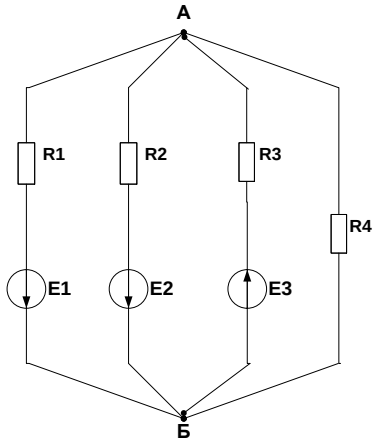
Метод узлового напряжения.



Найти токи в схеме методом узлового напряжения, если:
E_1 = 71 В;
E_2 = 66 В;
E_3 = 166 В;
R_1 = 16,6 Ом;
R_2 = 24,8 Ом;
R_3 = 32,8 Ом;
R_4 = 40,8 Ом;
$r_{в3}$ = 2 Ом.
Внутренние сопротивления источников Э.Д.С. E_1 и E_2 не учитываем.

Вариант 20:

Метод узлового напряжения.



Найти токи в схеме методом узлового напряжения, если:
E_1 = 124 В;
E_2 = 29 В;
E_3 = 40 В;
R_1 = 12,3 Ом;
R_2 = 20,6 Ом;
R_3 = 28,6 Ом;
R_4 = 36,6 Ом;
$r_{в1}$ = 2 Ом.
Внутренние сопротивления источников Э.Д.С. E_2 и E_3 не учитываем.

Если в группе по списку больше 20 человек, варианты начинаются сначала: 21-1, 22-2 и т.д.

Тестовые задания по учебной дисциплине

(*необходимо выбрать правильный ответ)*

1. Какое электрическое поле называется однородным?
   а) поле, созданное зарядами одного знака;

   б) поле, созданное равным количеством положительных и отрицательных зарядов;

   в) поле, в каждой точке которого напряженность имеет одинаковое значение и направление;

   г) поле, в каждой точке которого напряженность имеет одинаковое направление

2. Размерность потенциала 1В в системе СИ может быть представлена

   а) Дж/Кл;

   б) Н/Кл;

в) Кл/м;

г) ДжКл;

3. Как изменится модуль силы кулоновского взаимодействия двух точечных зарядов, если расстояние между ними увеличить в 3 раза?

а) увеличиться в 3 раза;

б) уменьшится в 3 раза;

в) увеличиться в 9 раз;

г) уменьшится в 9 раз;

д) не изменится

4. Разность потенциалов между обкладками плоского конденсатора, расстояние между которыми 4см, напряженность электрического поля 80В/м, равна:

а) 320В;

б) 3,2В;

в) 200В;

г) 20В;

д) 2В;

5. Какую работу совершили силы электростатического поля при перемещении 4Кл из точки с потенциалом 40В в точку с потенциалом 0В?

а) 80Дж;

б) 160Дж;

в) 0;

г)10Дж;

6. При перемещении электрического заряда q между точками с разностью потенциалов 6В силы, действующие на заряд со стороны электростатического поля, совершили работу 3Дж. Чему равен заряд q?

а) 0,5Кл;

б) 2Кл;

в) 18Кл;

г) по условию задачи заряд определить невозможно.

7. Какое направление принято за направление вектора напряженности электрического поля?

а) направление вектора силы, действующий на точечный положительный заряд;

б) направление вектора силы, действующий на точечный отрицательный заряд;

в) направление вектора скорости точечного положительного заряда;

г) направление вектора скорости точечного отрицательного заряда.

8. Какая физическая величина определяется отношением заряда, переносимого через поперечное сечение проводника за время t, к этому временному интервалу?
   а) напряжение;

   б) сила тока;

   в) электрическое сопротивление;

   г) ЭДС

9. Какая из приведенных ниже формул применяется для вычисления мощности постоянного электрического тока?
   а) $I=\frac{U}{R}$;

   б) P=UI;

   в) A=IUt;

   г) $I=\frac{E}{R+r}$

10. Три конденсатора с емкостями 3 мкФ, 1 мкФ и 4 мкФ соединены параллельно. Чему будет равна общая емкость?

    а) 0,63 мкФ;

    б) 1,58 мкФ;

    в) 8 мкФ

    г) 0

11. Выберите из предложенных ниже элемент, который не относится к активным:

    а) резистор;

    б) лампочка;

    в) конденсатор

12. В режиме короткого замыкания:

    а) R = ∞, I = 0, напряжение имеет максимальное значение;

    б) R = 0, U = 0, ток имеет максимальное значение;

    в) R = 0, I = 0, напряжение имеет максимальное значение.

    г) R = 0,1, I = 0,2, напряжение имеет максимальное значение

13. Узел – это точка, в которой соединяются

    а) два и более проводника;

б) не менее трех проводников.

в) не более двух проводников

г) два проводника

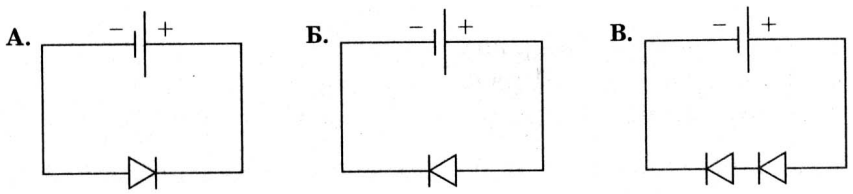
14. Каким типом проводимости обладают полупроводники с донорной примесью?

а) В основном электронной.

б) В основном дырочной.

в) Электронной и дырочной.

15.



На схемах_представлены три варианта включения полупроводниковых диодов в электрическую цепь с одним и тем же источником тока. В каком случае сила тока в цепи будет иметь минимальное значение?

а) В случае А.

б) В случае Б.

в) В случае В.

Дайте ответы на вопросы, опишите понятия

(вариант по номеру журнала: четный- четные вопросы, нечетный- нечетные вопросы)

1. Понятие магнитного поля
2. Способы получения магнитной энергии
3. Сила Ампера
4. Сила Лоренца
5. Магнитная индукция (определение, формула, ед. измерения)
6. Магнитный поток (определение, формула, ед. измерения)
7. Магнитное напряжение (определение, формула, ед. измерения)
8. МДС (определение, формула, ед. измерения)
9. Магнитная напряжённость (определение, формула, ед. измерения)
10. Работа сил магнитного поля
11. Закон электромагнитной индукции
12. Пуск двигателя постоянного тока
13. Опишите конструкцию генератора переменного тока
14. Какие виды трансформаторов существуют?
15. Зарисуйте схемы включения биполярных транзисторов
16. Сток, исток, затвор
17. Назначение тиристоров
18. Как получить из переменного тока постоянный?
19. Распишите закон синуса для переменного однофазного тока
20. Для чего нужны диоды?

Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

- Цуркин А.П., Мосолов Д.Н. Учебное пособие по курсу электротехнике и электронике -М.: МГУЭСИ, 2008[1]
- Немцов М.В., Немцова М.Л. Электротехника и электроника: учебник для студентов учреждений среднего проф.образования- М.: книжкаИнфо, 2013
-

Дополнительные источники:

- Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники- М.: Высшая школа, 2005[1]
- Берёзкина Т.Ф., Гусев Н.Г. Задачник по общей электротехнике с основами электроники- М.: Высшая школа, 2001[1]
- Панфилов Д.И., Иванов В.С., Чепурин И.Н. Электротехника и электроника в экспериментах и упражнениях: практикум на Electronics Workbench: Том 1,2- М.: ДОДЕКА, 2004[1]

Интернет- ресурсы:

- Теоретические основы электротехники http://www.twirpx.com/file/9886/
- Электронные учебники по электротехнике http://stf.mrsu.ru/toe/uchebniki.htm
- Автомобильная электроника http://www.vksn.narod.ru/auto/car.html
- Сайт Паяльник. В помощь автолюбителям http://cxem.net/avto/electronics/4.php