

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
Лабораторная работа № 1. Последовательное и параллельное соединение в схемах из резисторов	12
Лабораторная работа № 2. Исследование электрической цепи переменного тока с активным и индуктивным сопротивлениями	19
Лабораторная работа № 3. Исследование электрической цепи пе- ременного тока с активным и емкостным сопротивлениями ...	24
Лабораторная работа № 4. Последовательное соединение активного сопротивления, индуктивности и емкости (резонанс напряжения)	29
Лабораторная работа № 5. Параллельное соединение индуктивного и емкостного сопротивлений (резонанс токов)	34
Лабораторная работа № 6. Трехфазная цепь при соединении приемника «звездой». Роль нейтрального провода	39
Лабораторная работа № 7. Трехфазная цепь при соединении приемника «треугольником»	46
Лабораторная работа № 8. Исследование работы полупроводниковых приборов	53
Лабораторная работа № 9. Изучение феррорезонансного стабилизатора напряжения	59
Лабораторная работа № 10. Проверка индукционного счетчика электрической энергии	64
Лабораторная работа № 11. Определение основных технических данных однофазного трансформатора напряжения	69
Лабораторная работа № 12. Изучение асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором	75
Лабораторная работа № 13. Сборка и проверка работы схемы управления трехфазным асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором с помощью реверсивного и нереверсивного магнитного пускателя	82
Лабораторная работа № 14. Изучение двигателя постоянного тока	86
Лабораторная работа № 15. Определение маркировки обмоток статора трехфазного двигателя	91

Лабораторная работа № 16. Изучение работы биполярного транзистора	95
Лабораторная работа № 17. Усилитель напряжения на полевом транзисторе	102
Лабораторная работа № 18. Исследование работы схемы операционного усилителя	107
Лабораторная работа № 19. Проверка работы схемы сумматора	116
Лабораторная работа № 20. Проверка работы схемы дифференциатора	120
Лабораторная работа № 21. Проверка работы схемы интегратора	124
Лабораторная работа № 22. Изучение свойств фильтра низких частот	128
Лабораторная работа № 23. Изучение свойств полосового фильтра	134
Лабораторная работа № 24. Изучение свойств фильтра высоких частот	139
Лабораторная работа № 25. Исследование логических микросхем серии К511ЛА1 и К511ЛА5	143
Лабораторная работа № 26. Определение основных технических параметров микросхем серии К561ЛА8	153
Лабораторная работа № 27. Определение основных технических параметров микросхем серии К561ЛЕ6	160
Лабораторная работа № 28. Изучение работы швейной машины в автоматическом режиме	168
Лабораторная работа № 29. Автоматическое управление моментом зажигания двигателя внутреннего сгорания	174
Лабораторная работа № 30. Автоматическое управление секундомером на основе микроЭВМ серии К1814	180
Лабораторная работа № 31. Изучение автоматического регулятора напряжения	188
Литература	194

ПРЕДИСЛОВИЕ

В современных условиях специалист любого профиля не может активно содействовать совершенствованию учебных и технологических процессов без достаточно глубоких знаний основ электротехники, электроники и автоматики. В связи с этим учебными планами педагогических институтов и университетов предусмотрен курс основ электротехники, электроники и автоматики, при изучении которого немаловажное значение имеет лабораторный практикум, так как выполнение лабораторных работ способствует более глубокому усвоению основных теоретических положений изучаемых электротехнических и электронных устройств.

В процессе выполнения лабораторных работ создаются определенные условия для получения студентами необходимых навыков в пользовании разнообразными измерительными приборами и электрооборудованием, что также имеет большое значение. Наряду с этим в ходе выполнения лабораторных работ у студентов накапливается определенный опыт экспериментирования и развивается критический подход к результатам проведенного эксперимента.

Для работы в лаборатории электротехники, электроники и автоматики необходимо соблюдать следующие требования:

1. Общие требования безопасности

1.1. Энергетической базой выполнения работ является электроэнергия напряжением 220/380 В переменного тока и 36 В переменного и постоянного тока. Лаборатория относится к категории учебных помещений повышенной опасности. Основным опасным производственным фактором здесь является опасность поражения электрическим током. Опасность возникает вследствие того, что ток оказывает физиологическое действие на организм человека. Это действие проявляется в том, что ток величиной 3 мА вызывает неприятное жжение и зуд в том месте, где ток проходит через тело человека:

- при величине тока 15-20 В поражаются двигательные мышцы и человек лишается возможности управлять своим телом;
- ток величиной 50-100 мА вызывает фибрилляцию сердца и его паралич. Кроме того, такой же ток вызывает паралич дыхания, при этом теряется кровоснабжение коры головного мозга и человек также может погибнуть;
- для быстрого освобождения пострадавшего от действия электрического тока необходимо знать схему электроснабжения лаборатории.

Центр питания лаборатории – распределительный шкаф – находится справа при входе в лабораторию. При включении центрального автомата загорается сигнальная лампа. Подача напряжения на розетки и на каждый из рядов стенов осуществляется от отдельных автоматов.

Напряжение питания 380 В подается по кабелям, разводка которых осуществлена под полом и выводится к стендам через защитные бронерукава. Напряжение на каждый стол подается от отдельного автомата стенда, при этом загорается сигнальная лампа стенда. Все три фазы поступают на стенд через автоматические выключатели, управляемые независимо друг от друга. Напряжение 220 В выключается через дополнительный тумблер и имеет отдельную сигнальную лампу.

Блоки питания 36 В также имеют отдельные управления и сигнализацию. Таким образом, напряжение со стенда может полностью снято пофазно отключением соответствующего выключателя или полностью отключением соответствующего автоматического выключателя, или полностью отключением автомата стенда автомата ряда или центрального автомата (рис. а-d).

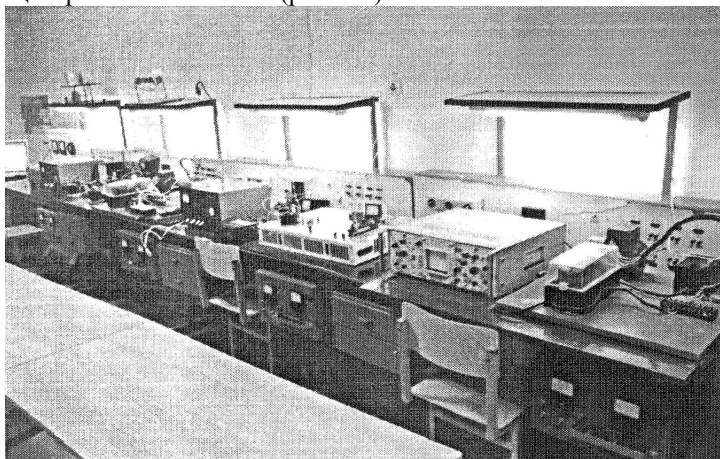


Рис. а. Фрагмент участка кабинета для проведения лабораторных работ по электротехнике

Все стенды и распределительный шкаф связан с центральным заземлением контуром лаборатории. Под каждым стендом находится диэлектрический коврик.

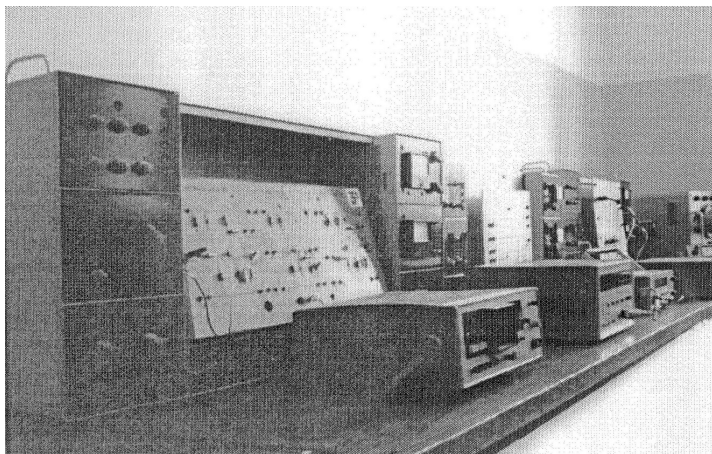


Рис. в. Фрагмент участка кабинета для проведения лабораторных работ по электронике

1.2. При обнаружении неисправности, например, отсутствие светового сигнала при включении, работу выполнять ЗАПРЕЩАЕТСЯ. Не разрешается использовать монтажные провода без наконечников. Во всех этих случаях работающий обязан немедленно поставить в известность преподавателя или учебного мастера.

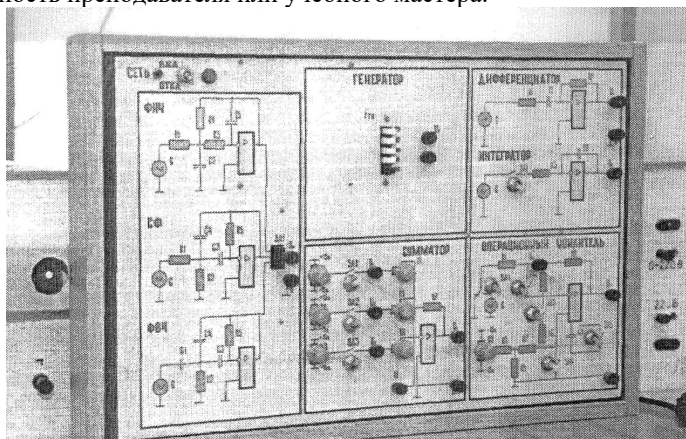


Рис. с. Переносной стенд для изучения фронтальных работ по электронике

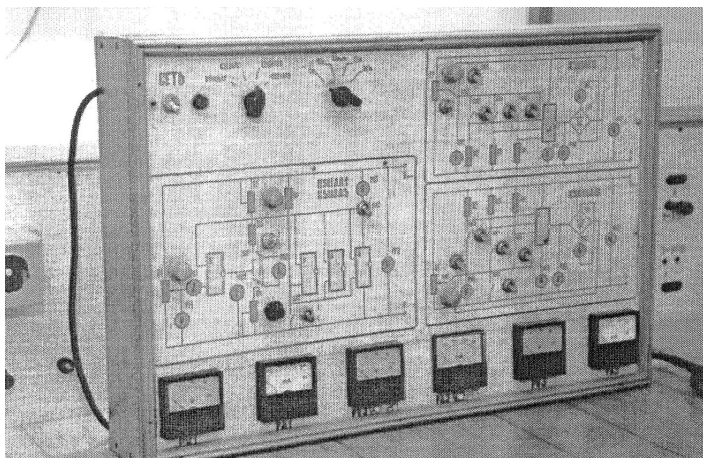


Рис. d. Переносной стенд для изучения микросхем серии К511ЛА1, К511ЛА5, К361ЛЕ6, К361ЛА8

1.3. Особое внимание следует обратить на приборы, определить для какого тока – постоянного или переменного – они предназначены, пределы измерения и цену деления. Это необходимо для правильного использования приборов и обеспечения их исправности.

1.4. При выполнении работ штатные средства защиты (см. п. 1.1) используются автоматически. Но каждый работающий обязан быть внимательным при выполнении работы, соблюдать правила ношения одежды (см. п. 2.4).

ЗАПРЕЩАЕТСЯ работать в верхней одежде.

1.5. Если во время работы возникают опасности или вредности, не свойственные выполнению данной работы, например, появляется сильная вибрация или заскакивание контактного реле, искрение, запах гари, дым и т. п., работающий обязан немедленно отключить установки и сообщить о случившемся преподавателю или учебному мастеру.

1.6. При несчастных случаях, механической травме или заболевании, для оказания самопомощи или взаимопомощи пользуются аптечкой первой помощи, которая имеется в лаборатории. Если кто-то из работающих оказался под напряжением, немедленно отключить центральный рубильник без просьбы и напоминаний. Отключение

производит тот, кто ближе всех находится к центру питания. Первую помощь пострадавшему от действия электрического тока оказывают методом «рот в рот» и непрямого массажа сердца в случае необходимости. Во всех случаях о случившемся ставится в известность преподаватель.

1.7. При нарушении настоящей инструкции работающий немедленно снимается с работы и может быть допущен к дальнейшей работе в лаборатории только после сдачи экзамена по знанию правил техники безопасности в действующих электроустановках, потребителя в объеме второй группы и настоящей инструкции.

2. Требование безопасности перед началом работы

2.1. Подготовка лабораторных столов к работе ведется учебным мастером. Проверяется укомплектованность каждого стола монтажными проводами и их исправность.

Работающий к началу работы должен самостоятельно теоретически изучать суть работы и методику ее выполнения, знать опасные зоны рабочего места, методы безопасного выполнения работы и получить от преподавателя разрешение на выполнение работы.

2.2. Работающий обязан проверить состояние рабочего стола механического крепления конструкций. ЗАПРЕЩАЕТСЯ при проверке стола залезать на панели столов или под столы, снимать панели. Работающий должен получить у учебного мастера необходимое переносное оборудование и приборы, проверить их исправность.

2.3. Следует обратить внимание на освещенность рабочего места при пасмурной погоде, особенно в зимнее время, естественная освещенность может быть ниже нормы. В этом случае необходимо потребовать включения электрического освещения.

2.4. Перед работой проверьте состояние своей рабочей одежды. Широкие рукава необходимо завязать, куртки, пиджаки и т. п. должны быть застегнуты, концы галстуков, косынок и т. п. должны быть убраны. Длинные волосы подобраны так, чтобы не мешали наблюдению, и исключалась возможность касания ими токоведущих частей.

3. Требования безопасности во время работы

3.1. ЗАПРЕЩАЕТСЯ облакачиваться на панели столов. Монтаж схем можно вести только при снятом напряжении, обращая внимание на соответствие приборов, роду и величине тока и напряжения. Схему собирать последовательно, используя монтажную маркировку принципиальных схем. Собранную схему или часть схемы предъявлять для проверки преподавателю. После разрешения на включение

напряжения ЗАПРЕЩАЕТСЯ производить какие-либо изменения в схеме: переставлять провод, подключать новые элементы, устранять неисправности и т. п. РАЗРЕШАЕТСЯ: включать схему под напряжение, наблюдать за работой оборудования, регистрировать показания приборов, управлять схемой коммутационными аппаратами.

Работающие объединяются в бригады по 2-3 человека. Чтобы не мешать друг другу при монтаже, члены бригады распределяют обязанности следующим образом: бригадир следит за сборкой по схеме, монтажники ведут непосредственный сбор схемы. В процессе сборки нескольких простых и сложных схем члены бригады меняются обязанностями. Во время снятия экспериментальных данных члены бригады распределяют между собой обязанности по регистрации показаний приборов. Обработка данных и составление отчетов делаются каждым работающим индивидуально. Оформление отчетов делается по ГОСТу на текстовые документы научных работ.

Организационные мероприятия по обеспечению требований безопасности труда сводятся к надзору за выполнением личных правил безопасности работающими, оформление начала, перерывов и окончания работы.

Надзор за работающими ведет преподаватель. Начало работы, перерыв и окончание работы оповещается сигналом. Работающие обязаны начать работу в строго назначенное время и выходить на перерыв по сигналу.

При необходимости вести наблюдения во время перерыва, один из членов бригады остается вести наблюдение с ведома преподавателя.

После перерыва ему разрешается выйти только по разрешению преподавателя или учебного мастера.

3.2. Безопасное управление собранными схемами осуществляется использованием коммутационных аппаратов, ручками тестов, регуляторов напряжения. ЗАПРЕЩАЕТСЯ управлять схемами при открытых дверцах шкафов управления или перестановкой проводов, или подключением новых элементов под напряжением.

3.3. При всех случаях возникновения аварийной ситуации работающий обязан в возможно короткий промежуток времени отключить напряжение. В случае пожара эвакуация из помещения лаборатории ведется в организованном порядке по распоряжению преподавателя. Запасным выходом может служить окно.

4. Требования безопасности после окончания работы

4.1. По окончании работы необходимо отключить напряжение, убедиться в его отсутствии и только после этого разобрать схему.

4.2. На каждом рабочем месте должен быть обеспечен надлежащий порядок. Монтажные провода убираются в лабораторные столы. Снятые с приборов крышки и колпаки устанавливаются на место. Лишние предметы убираются с лабораторного стола.

4.3. Уборку лабораторных столов после выполнения работы производят работающие. Все полученные приборы и оборудование сдаются.

4.4. Если во время работы обнаружались неполадки или нарушения технологического процесса, работающий должен сообщить об этом преподавателю.

4.5. Особое внимание должно быть обращено на случаи появления специфического запаха перегретой изоляции, гари или появления дыма. Следует помнить, что в этом случае возгорание предметов может произойти не сразу. Поэтому необходимо проверить и выявить возможный очаг пожара и предотвратить возгорание.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ захламлять лабораторию использованной бумагой (черновиками, ненужными конспектами и т. п.).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ И ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ В СХЕМАХ ИЗ РЕЗИСТОРОВ

Приборы, оборудование и принадлежности, используемые в работе:

1. Источник – сеть переменного тока напряжением 220-380 В.
2. Блок питания типа БП 4822-2.
3. Стол лабораторный.
4. Цифровой миллиамперметр постоянного тока типа ЩО-2.00, диапазон измерения от 0 до 50 мА, напряжение питания 24 В, класс точности 0,2.
5. Цифровой вольтметр постоянного тока типа ЩО-2.00, диапазон измерения от 0 до 200 В, напряжение питания 24 В, класс точности 0,2.
6. Цифровой вольтметр постоянного тока типа ЩО-2.00, диапазон измерения от 0 до 20 В, напряжение питания 24 В, класс точности 0,2.
7. Цифровой амперметр постоянного тока типа ЩО-2.00, диапазон измерения от 0 до 1 А, напряжение питания 24 В, класс точности 0,2.
8. Цифровой миллиамперметр постоянного тока типа ЩО-2.00, диапазон измерения от 0 до 500 мА, напряжение питания 24 В, класс точности 0,2.

I. Цель работы

Исследование последовательного, параллельного и смешанного включений приемников электрической энергии. Определение падения напряжения на отдельных приемниках. Определение силы тока в отдельных приемниках и общей силы тока в цепи источника ЭДС. Доказать опытным путем законы Ома и Кирхгофа. Приобретение практических навыков в сборке электрических схем.

II. Задание

1. Собрать схему при включении приемников электроэнергии последовательно, параллельно и смешанно.
2. Измерить напряжение на участках цепи и токи в них.
3. Используя показания приборов, вычислить по закону Ома сопротивление каждого приемника, результаты измерений и вычислений сравнить.
4. Доказать существование зависимостей, выраженных законами Ома и Кирхгофа.

5. Вычислить сопротивления и проводимости участков цепи.
6. Определить общее или эквивалентное сопротивление различных сложных схем.
7. Составить отчет о выполненной работе.

III. Краткая теория и пояснения к работе

Электрическая цепь может содержать несколько приемников энергии, имеющих различные сопротивления. Предположим, что внешняя цепь генератора состоит из трех приемников энергии с сопротивлениями R_1 , R_2 , R_3 . Такое соединение приемников, при котором каждый из них поочередно включен в одну замкнутую электрическую цепь, называется последовательным (рис. 1.1):

$$R = R_1 + R_2 + R_3.$$

Напряжение на зажимах последовательно соединенных приемников энергии равно произведению тока на сопротивление приемника, т. е.:

$$U_1 = IR_1; \quad U_2 = IR_2; \quad U_3 = IR_3.$$

Таким образом, сумма напряжений на последовательно соединенных приемниках равна напряжению на зажимах источника энергии:

$$U = U_1 + U_2 + U_3.$$

Параллельно соединенными называются элементы электрической цепи, находящиеся под одним и тем же напряжением (рис. 1.2).

Первый закон Кирхгофа гласит, что сумма сил токов, входящих в узловую точку, равна сумме сил токов, выходящих из нее. Для рассматриваемой схемы уравнение выглядит так:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4.$$

Напряжение на всех приемниках одинаково, т. к. их концы присоединены к одному и тому же источнику:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + U_4.$$

Сила тока в отдельных ветвях определяется по закону Ома:

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1}; \quad I_2 = \frac{U_2}{R_2}; \quad I_3 = \frac{U_3}{R_3}; \quad I_4 = \frac{U_4}{R_4}.$$

Величина, обратная сопротивлению, называется проводимостью цепи:

$$g = \frac{1}{R}; \quad g_1 = \frac{1}{R_1}; \quad g_2 = \frac{1}{R_2}; \quad g_3 = \frac{1}{R_3}; \quad g_4 = \frac{1}{R_4}.$$

Согласно первому закону Кирхгофа сила общего тока определяется как сумма сил токов:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$

или

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} + \frac{U}{R_4}.$$

Сократив обе части полученного выражения на U , окончательно получим:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}.$$

Последняя формула дает возможность определить эквивалентное сопротивление:

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdot R_4}{R_2 \cdot R_3 \cdot R_4 + R_1 \cdot R_3 \cdot R_4 + R_1 \cdot R_2 \cdot R_4 + R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}.$$

Если в электрической цепи резисторы, соединенные параллельно между собой, включены последовательно с другими резисторами, то такое соединение их называется смешанным (рис. 1.3).

Токораспределение и падения напряжений на участках такой цепи определяется по законам Ома и Кирхгофа.

IV. Порядок выполнения работы и указания

1. Ознакомиться с измерительными приборами и оборудованием, необходимыми для выполнения работы.

2. Записать основные технические параметры источника питания, измерительных приборов и реостатов.

3. Собрать схему (рис. 1.1) последовательного соединения сопротивлений и представить ее руководителю для проверки.

4. Замкнуть рубильник P .

5. Измерить силу тока в цепи, падения напряжения на каждом сопротивлении и общее напряжение, подведенное к цепи.

6. По полученным данным определить мощность каждого участка и всей цепи.

7. По показаниям приборов определить сопротивления каждого участка и всей цепи, убедиться, что:

$$R = R_1 + R_2 + R_3.$$

8. Показания приборов и результаты расчетов занести в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Исследование последовательного соединения сопротивлений

Измеренные величины					Вычисленные величины							
U	U_1	U_2	U_3	I	P	P_1	P_2	P_3	R	R_1	R_2	R_3
В	В	В	В	А	Вт	Вт	Вт	Вт	Ом	Ом	Ом	Ом

9. Собрать схему (рис. 1.2) параллельного соединения сопротивлений резисторов и представить ее руководителю для проверки.

10. Замкнуть рубильник P , измерить общий ток и токи в каждой ветви и убедиться, что для любого узла цепи алгебраическая сумма сил токов равна нулю.

11. Измерить напряжение на зажимах источников и напряжение в узловых точках.

12. По результатам измерений рассчитать сопротивление цепи, проводимость всех потребителей и мощность всей цепи и каждой ветви отдельно.

13. Результаты проведенных измерений и вычислений занести в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Исследование параллельного соединения сопротивлений резисторов

№ п/п	Измеренные величины						Вычисленные величины				
	U	I	I_1	I_2	I_3	I_4	R	R_1	R_2	R_3	R_4
	В	А	А	А	А	А	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом
1.											
2.											
3.											
4.											

№ п/п	Вычисленные величины									
	g	g_1	g_2	g_3	g_4	P	P_1	P_2	P_3	P_4
	См	См	См	См	См	Вт	Вт	Вт	Вт	Вт

14. Собрать схему (рис. 1.3) смешанного включения сопротивлений и показать ее руководителю для проверки.

15. Замкнув рубильник P , измерить общий ток и токи в ветвях, напряжение на участках цепи и общее напряжение, приложенное к цепи.

16. Вычислить сопротивления, проводимости и мощности каждой ветви и всей цепи.

17. Показания приборов и результаты вычислений записать в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Исследование параллельного соединения сопротивлений

№ п/п	Измеренные величины										Вычисленные величины									
	U	U_1	U_2	I	I_1	I_2	R	R_1	R_2	R_3	g	g_1	g_2	g_3	P	P_1	P_2	P_3		
	В	В	В	А	А	А	Ом	Ом	Ом	Ом	См	См	См	См	Вт	Вт	Вт	Вт		

18. Составить отчет о выполненной работе.

V. Контрольные вопросы

1. Чему равно падение напряжения на приемнике?
2. Какое соединение называется последовательным?
3. Какое соединение называется параллельным?

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru