

Лабораторная работа

СОСТАВЛЕНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

1. Определение и виды принципиальных электрических схем

Принципиальная электрическая схема (ПЭС) – это чертеж, на котором изображены с помощью стандартных условных графических символов полный состав электрических элементов и связей между ними, обеспечивающие решение соответствующих задач автоматизации: автоматический пуск-останов установки или комплекса машин; включение-отключение аппаратов; автоматический контроль состояния и параметров объекта; авторегулирование, защиту, сигнализацию и др.

ПЭС являются основой для разработки электромонтажных схем (схем соединений и подключения), необходимых для проведения монтажно-наладочных работ, обслуживания и ремонта электрических устройств.

По выполняемым функциям различают следующие виды ПЭС:

- ПЭС контроля технологических параметров (измерительных каналов);
- ПЭС регулирования соответствующих технологических параметров;
- ПЭС дистанционного управления электродвигателями рабочих и регулирующих органов (задвижки, направляющего аппарата и т. п.);
- ПЭС силовых и исполнительных электроприводов машины или установки;
- ПЭС защиты и сигнализации;
- ПЭС блоков питания элементов системы и т. д.

2. Требования к проектируемым ПЭС и этапы их разработки

Основными требованиями к разрабатываемым ПЭС являются:

- надежность, простота и экономичность. Это требование выполняют использованием в схемах стандартных, недорогих элементов, а также минимизацией их количества;
- безопасность оперативного персонала в процессе эксплуатации системы (защита от поражения током, взрывозащита и т. п.);
- исключение повреждений технологического оборудования в различных состояниях схемы (снятие напряжения питания, короткое замыкание, отказ одного или нескольких элементов и т.п.);
- наличие автоблокировок, исключающих аварийные ситуации на объекте при ошибочных действиях персонала.

Разработка ПЭС осуществляется последовательным выполнением следующих этапов (стадий).

2.1. Составление с использованием ФСА перечня функций ПЭС.

Пример перечня функций: а) дистанционное управление электродвигателями; б) автоматическое регулирование температуры; в) автоматическая защита и сигнализация о перегреве подшипников рабочей машины и т. д.

2.2. Составление для каждой функции ПЭС перечня операций и условий их выполнения.

Например, для функции «Дистанционное управление электродвигателем» можно выделить три операции: включить (пуск), отключить (останов), изменить направление вращения (реверсирование).

2.3. Графическое изображение элементарных электрических цепей, реализующих каждую операцию соответствующей функции ПЭС.

Например, элементарные цепи, реализующие функцию дистанционного управления электродвигателем: «Пуск-останов», «Реверс».

2.4. Проверка ПЭС на появлении аварийных ситуаций:

а) возможность возникновения ложных цепей управления. Например, по команде ПУСК электродвигателя М1 включается и электродвигатель М2 и т. п.

б) опасность неправильной работы при повреждениях элементарных цепей. Например, самовключение электродвигателя при отказе тиристорного пускателя и т. п.

2.5. Расчет и выбор элементов ПЭС (блоков питания, элементов функциональных цепей и др.). При этом рассчитывают требуемые значения электрических параметров (токов, напряжений, сопротивлений, емкостей и др.) и при выборе согласовывают элементы по мощности, напряжению и току.

2.6. Составление в виде перечня элементов ПЭС Пример перечня представлен в табл. 1.

Таблица 1

Перечень элементов ПЭС

Позиционное обозначение	Наименование (тип)	Кол-во	Примечание
R1, R8	МЛТ-0,25-6,8к +10%	2	
K13	Реле МКУ48-С, РАЧ.509.023П	1	

В примечании указывают технические данные, не содержащиеся в наименовании элемента (например, для трансформатора специального изготовления – количество витков обмоток, сечение магнитопровода), особенности монтажа и т. п.

Таким образом, любая сложная ПЭС выполняется как набор схем элементарных цепей и типовых узлов (например, узел питания, узел дистанционного управления электродвигателем, типовые узлы технологической сигнализации и т.п.). Такой подход облегчает, в определенном смысле, разработку ПЭС любой сложности, например ПЭС автоматизации технологического объекта.

3. Основные правила выполнения ПЭС

Правила выполнения ПЭС детально изложены в ГОСТ 2.702-75.

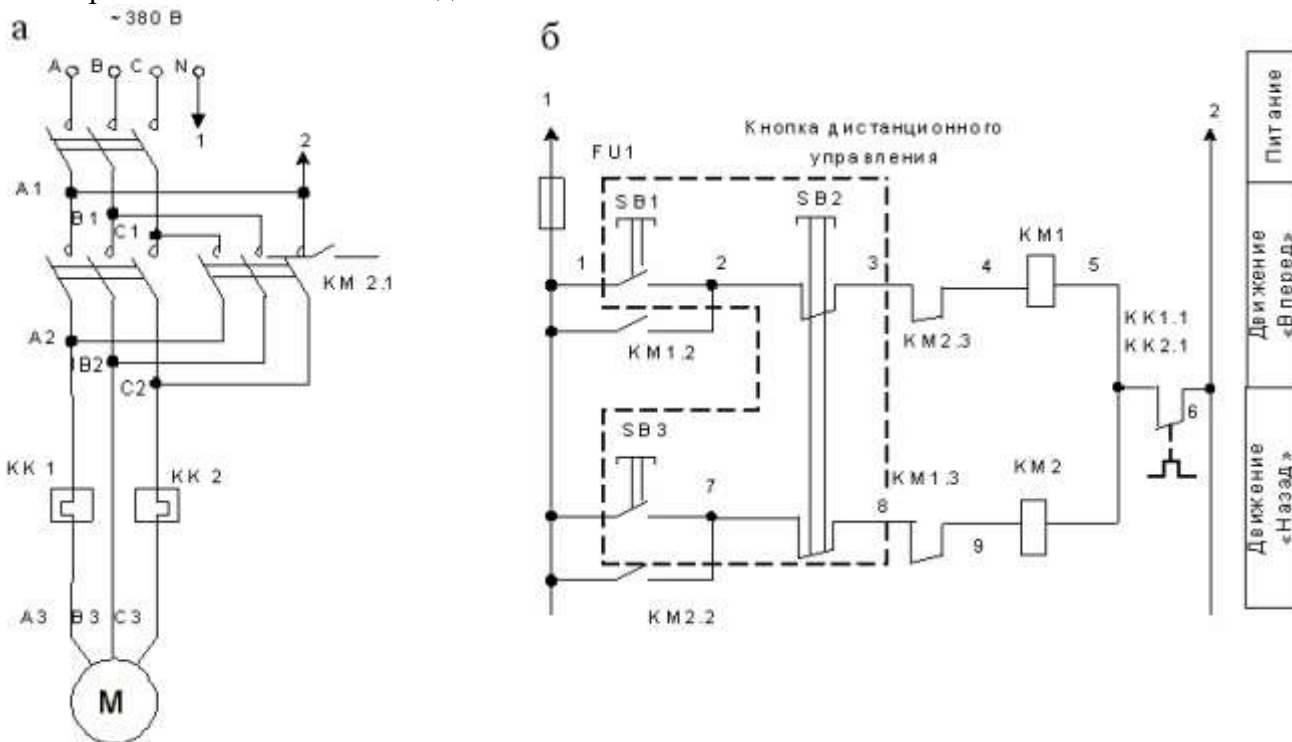


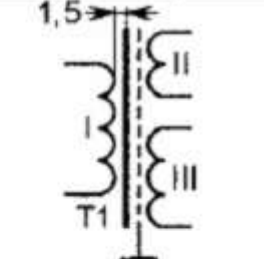
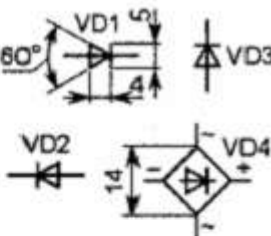
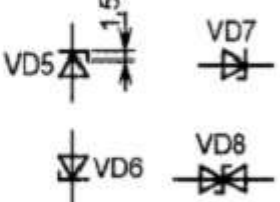

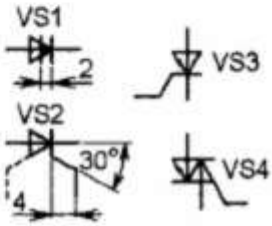
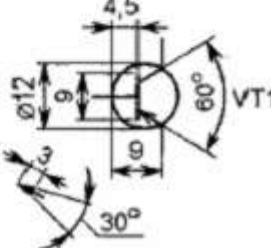
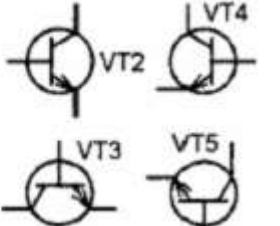
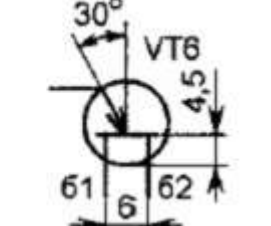
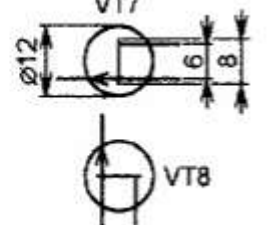
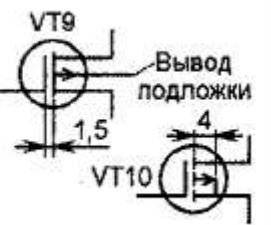
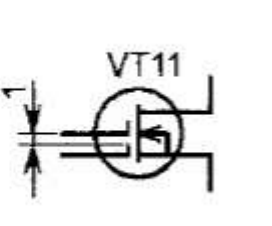
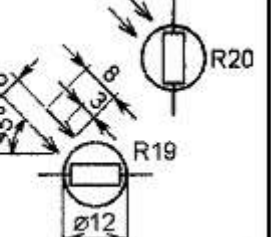
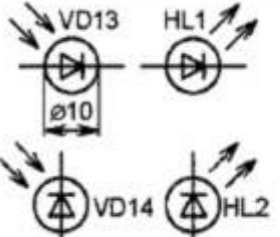
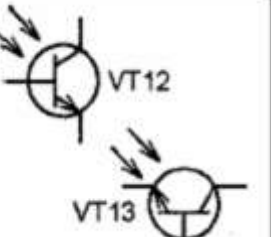
Рис. 1. ПЭС дистанционного управления электродвигателем:
а) силовая схема; б) схема управления

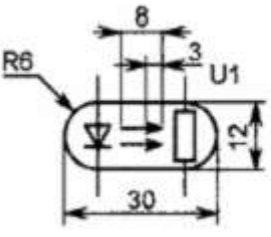
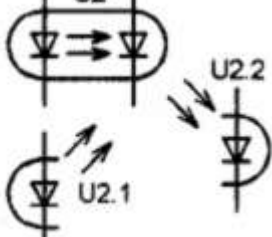
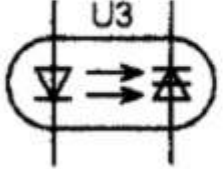
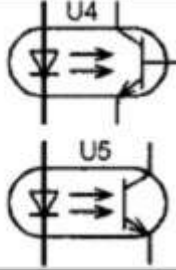
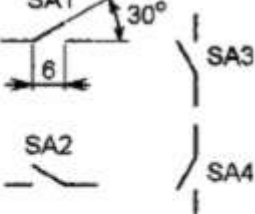
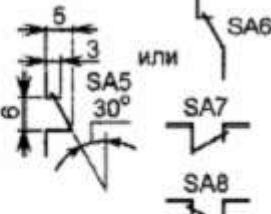
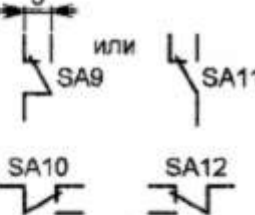
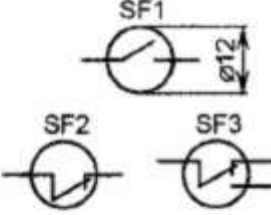
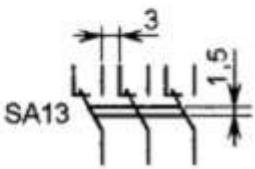
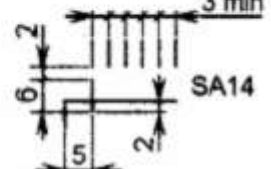
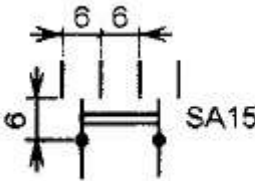
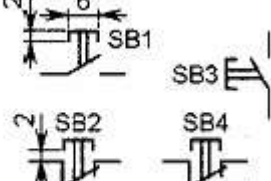
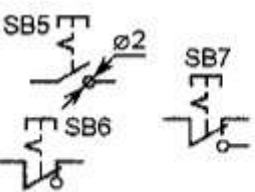
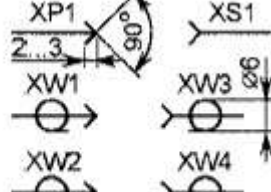
Рассмотрим основные правила выполнения ПЭС, используя в качестве примера ПЭС дистанционного управления электродвигателем, представленную на рис. 1.

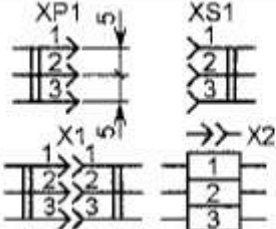
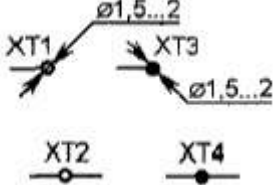
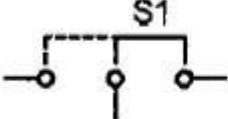
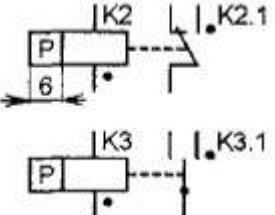
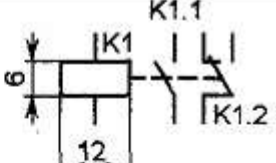
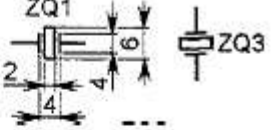
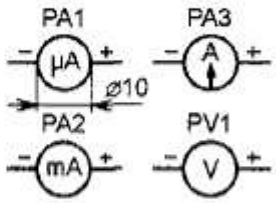
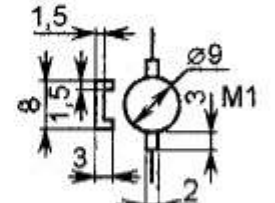
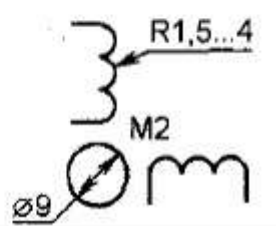
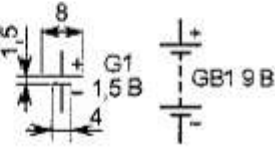
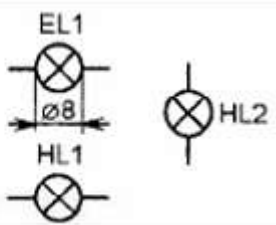
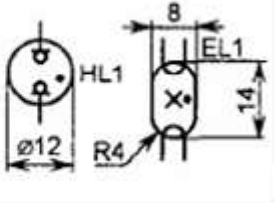
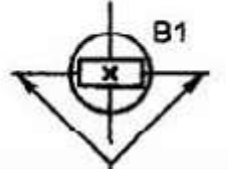
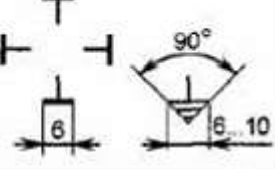
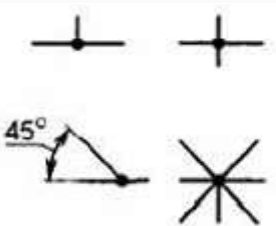
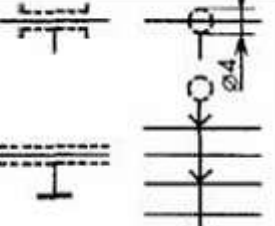
3.1. Элементы на схеме изображают в виде условных стандартных графических обозначений в соответствии с ГОСТами. При отсутствии стандартных обозначений разрешается использовать нестандартные графические обозначения с пояснением их на свободном поле схемы. УГО электрических элементов, наиболее часто встречающихся в электрических схемах, с гостированными размерами и обозначениями, приведены в табл. 2.

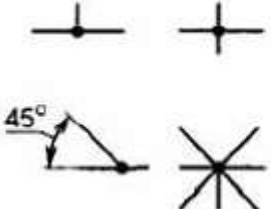
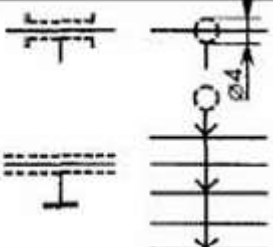
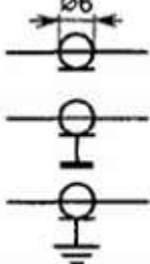
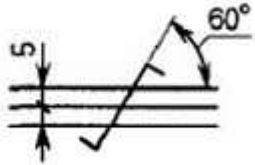
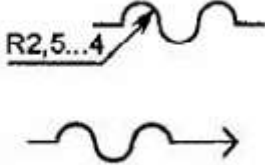
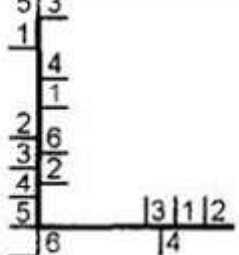
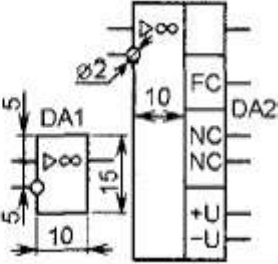
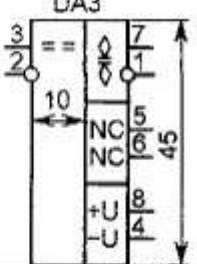
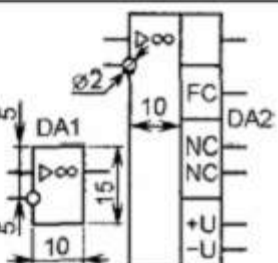
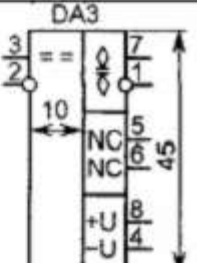
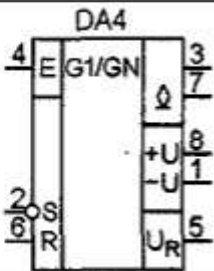
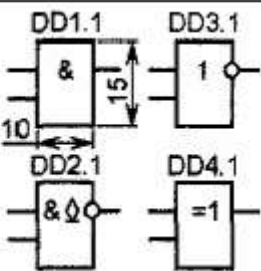
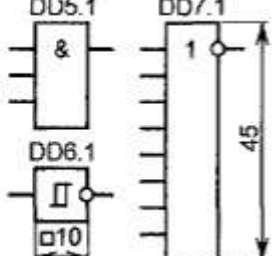
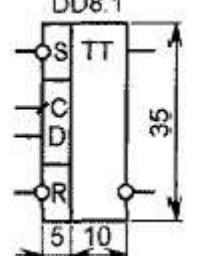
Таблица 2

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
1	2	3	4
Резистор постоянный		Резистор постоянный	
Резистор переменный		Резистор подстроечный	
Резисторы нелинейные: терморезистор и варистор		Конденсатор постоянной емкости	
Конденсаторы оксидные полярный и неполярный		Конденсатор подстроечный	
Катушка индуктивности, дроссель (L3 — с отводами)		Катушка, дроссель с магнитопроводом (L7 — с медным)	

<p>Трансформатор с тремя обмотками и электростатическим экраном</p>		<p>Диод, диодный мост</p>	
<p>Стабилитрон (VD8 — двуханодный)</p>		<p>Диод Шоттки (VD9), ограничительный (VD10), варикап (VD11)</p>	
<p>Диодистор (VS1), триодистор (VS2, VS3), симистор (VS4)</p>		<p>Транзистор p-n-p</p>	
<p>Транзистор n-p-n</p>		<p>Транзистор однопереходный</p>	
<p>Транзистор полевой с p-каналом</p>		<p>Транзистор полевой с изолированным затвором и p-каналом</p>	
<p>Транзистор полевой с изолированным затвором и n-каналом</p>		<p>Фоторезистор</p>	
<p>Фото- и светодиод</p>		<p>Фототранзистор</p>	

<p>Оптрон резисторный</p>		<p>Оптрон диодный</p>	
<p>Оптрон тиристорный</p>		<p>Оптрон транзисторный</p>	
<p>Контакт замыкающий (выключатель)</p>		<p>Контакт размыкающий</p>	
<p>Контакт переключаю- щий</p>		<p>Геркон</p>	
<p>Переключатель 2ПЗН</p>		<p>Переключатель 6ПЗН</p>	
<p>Переключатель 3ПЗН (среднее положение — нейтральное)</p>		<p>Выключатель и переключатель кнопочные (с самовозвратом)</p>	
<p>Выключатель и переключатель кнопочные с возвратом в исх. положение повторным нажатием</p>		<p>Штырь и гнездо разъёмного соединителя (XW1-XW4 — коаксиального)</p>	

<p>Вилка и розетка разъёмного соединителя</p>		<p>Контакты разборного и неразборного соединений</p>	
<p>Перемычка контактная</p>		<p>Реле электромагнитное</p>	
<p>Реле поляризованное</p>		<p>Резонатор кварцевый, пьезокерамический</p>	
<p>Приборы электроизмерительные</p>		<p>Коллекторный электродвигатель постоянного тока</p>	
<p>Электродвигатель двухобмоточный</p>		<p>Элемент гальванический, аккумуляторный, батарея элементов</p>	
<p>Лампы накаливания: осветительная (EL1) и сигнальная (HL1, HL2)</p>		<p>Лампы тлеющего разряда и газоразрядная осветительная</p>	
<p>Датчик Холла</p>		<p>Соединение с общим проводом (корпусом), заземление</p>	
<p>Ответвления линий электрической связи</p>		<p>Экранированные линии связи</p>	

<p>Ответвления линий электрической связи</p>		<p>Экранирован- ные линии связи</p>	
<p>Кабель коаксиальный</p>		<p>Линии электрической связи, выполненной скрученными проводами</p>	
<p>Линия электрической связи, выполненная гибким проводом</p>		<p>Линия групповой связи</p>	
<p>Усилитель операционный</p>		<p>Компаратор КР554СА3</p>	
<p>Усилитель операционный</p>		<p>Компаратор КР554СА3</p>	
<p>Таймер КР1006ВИ11</p>		<p>Элементы логические</p>	
<p>Элементы логические</p>		<p>D — триггер</p>	

Индикатор цифровой		Набор резисторов	
Датчики неэлектрических величин		Микросхемный стабилизатор напряжения	
Коммутатор электронный		Усилитель	
Аттенуаторы с постоянным и регулируемым затуханием		Генератор	
Преобразователь		ФНЧ (Z1), ФВЧ (Z2), полосовой (Z3) и режекторный (Z4) фильтры	
Направление передачи сигнала		Поток цифровых данных	

Условные графические обозначения элементов цифровой техники:

а) УГО имеет форму прямоугольника, к которому подводят линии выводов. УГО элемента может содержать три поля: основное и два дополнительных;

б) дополнительные поля располагают слева и справа от основного поля. Допускается дополнительные поля разделять на зоны, которые отделяются горизонтальной чертой;

в) в первой строке основного поля УГО помещают обозначенные функции, выполняемой элементом. В последующих строках основного поля располагают информацию по ГОСТ 2.708-81 «Правила выполнения электрических схем и цифровой вычислительной техники»

г) размеры УГО определяются:

- по высоте:

- количеством линий вводов (выводов);
- количеством интервалов;
- количеством строк информации в основном и дополнительных полях;
- размером шрифта;

- по ширине:

- наличием дополнительных полей;
- количеством знаков, помещаемых в одной строке внутри УГО;
- размером шрифта;

д) расстояние между линиями вводов (выводов) должно быть не менее 5 мм;

е) ширина дополнительного поля должна быть не менее 5 мм;

ж) надписи внутри УГО выполняются основным шрифтом по ГОСТ 2.304-81 «Шрифты чертежные».

3.2. Связи между элементами изображают сплошными линиями толщиной 0,2-0,4 мм для цепей управления и 0,6-1 мм для силовых цепей.

3.3. Соединения (а, б) и пересечения (в) линий связи имеют вид:



Рис. 2. Обозначение соединений

3.4. Обрыв линии связи обозначают стрелкой, а рядом пишут адрес (маркировку) участка цепи, куда подключается данная линия (см. рис. 1).

3.5. Всем элементам ПЭС присваивается позиционное обозначение согласно ГОСТ 2.710-81 «Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах» в порядке слева направо и сверху вниз.

В общем случае структура позиционного обозначения (кода) элемента имеет вид:

Вид элемента	Номер элемента	Функциональное назначение элемента
(1)	(2)	(3)

Позиции (1) и (2) образуют обязательную часть буквенно-цифрового обозначения элемента, а позиция (3) – необязательную часть.

Позиция (1) характеризует принадлежность элемента к определенной группе однородных элементов, например конденсаторы, контакторы, двигатели и т. п. и описывается одной или двумя заглавными буквами латинского алфавита.

Позиция (2) характеризует порядковый номер элемента среди ему подобных, присваиваемый арабскими числами в порядке чтения схемы слева направо и сверху вниз.

Примеры буквенно-цифровых обозначений элементов ПЭС:

K1, K2 – обмотки реле 1, 2;

K1.1, K1.2 – контакты 1, 2 реле K1;

VD1, VD2 – диоды 1,2;

HL1, HL2, HL3 – сигнальные лампы 1, 2, 3.

Двухбуквенный код вида элемента более информативен по сравнению однобуквенным, поэтому первый из них более предпочтителен для ПЭС.

Позиция (3) редко используется для обозначения элементов.

3.6. Рекомендуется строчный способ выполнения ПЭС – отдельные цепи изображают вертикальными и горизонтальными строками (см. рис. 1), располагая строки в порядке срабатывания элементов.

3.7. Правила маркировки участков цепей на ПЭС определяет ГОСТ 2.709-72. Маркировка участков цепей необходима для проведения ремонтов, составления электромонтажных схем. Она позволяет идентифицировать (опознавать) участки схемы, а также может отражать их функциональное назначение, что упрощает чтение схемы. Это достигается использованием группы чисел, например: 1-100 – цепи управления, 101-200 – цепи сигнализации и т. д.

Основные правила маркировки (нумерации) участков цепей:

- маркировка может осуществляться арабскими цифрами или буквами и цифрами;
- участки цепи, разделенные элементами (контактами, обмотками реле, резисторами и др.) имеют разную маркировку (номера). Однако, участки цепи, разделенные разъемами, неразъемными контактными соединениями должны иметь одинаковую маркировку;
- маркировка слаботочных цепей управления, защиты, сигнализации выполняется арабскими цифрами последовательно, начиная от источника питания, слева направо и сверху вниз (см. на рис. 1 маркировку проводников схемы управления);
- силовые цепи трехфазного переменного тока маркируют буквами А, В, С, N (фазы и ноль) и цифрами, обозначающими порядковые номера участков цепи в данной фазе. Например участки А1, А2...В1, В2... на силовой схеме рис. 12;
- силовые цепи постоянного тока маркируют цифрами с указанием знака полярности «+» или «-». При этом участки цепей положительной полярности нумеруют четными числами, а отрицательной полярности – нечетными числами.

3.8. Коммутирующие элементы (контакты кнопок, реле, пускателей, выключателей, разъединителей и др.) изображают на ПЭС, как правило, в положении, соответствующем отсутствию тока во всех цепях схемы и внешних принудительных воздействий.

3.9. Для облегчения нахождения элементов на ПЭС используют либо пояснительную таблицу, располагаемую справа от схемы на свободном поле, либо нумерацию строк схемы (см. на рис. 12 строки (1), (2)), либо то и другое.

3.10. Для всех программных устройств, конечных и путевых выключателей, ключей управления и т.п. на ПЭС изображают либо циклограммы, либо диаграммы их работы с пояснениями.

На рис. 3 в качестве примера приведена циклограмма работы контактов многоцепного реле времени, состояние которых определяется текущим значением времени, отсчитываемого с момента включения реле в течение цикла его работы. Такое реле применяется для управления оборудованием в функции времени.

Контакт реле	Время, мин							Назначение контакта
	1	2	3	4	5	6	7	
К1	—————				—————			Управление механизмом 1
К2		—————					—————	Управление механизмом 2

Рис. 3. Циклограмма работы многоцепного реле времени:

————— замкнутое состояние контакта

На рис. 4 в качестве примера приведена диаграмма работы переключателя режимов управления (Руч – ручное управление, Авт – автоматическое управление) объектом, состояние контактов которого определяется положением его рукоятки.

Кон- такт	Положение рукоятки		
	Руч	0	Авт
S1	—		
S2			—
S3	—		

Рис. 4. Таблица переключений контактов переключателя режимов управления:
 — контакт замкнут