

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Тюменский Государственный Нефтегазовый Университет»
Институт промышленных технологий и инжиниринга

Методические рекомендации по дисциплине
Инженерная графика

Графическое оформление электрических принципиальных схем

Цель работы.

1. Изучение правил выполнения электрических принципиальных схем.
2. Изучение условных графических обозначений и приобретение навыков вычерчивания наиболее часто встречающихся условных графических обозначений.
3. Ознакомление с ГОСТ 2.701-84, ГОСТ 2.702-75, ГОСТ 2.708-81, ГОСТ 2.709-72, ГОСТ 2.710-81, ГОСТ 2.417-78.

Содержание задания. Вычертить принципиальные электрические схемы по варианту задания. Номера рисунков выбирать в соответствии с порядковым номером фамилии студента в списке группы следующим образом:

- рис. 1 - варианты 1, 6, 11, 16, 21;
- рис. 2 - варианты 2, 7, 12, 17, 22;
- рис. 3 - варианты 3, 8, 13, 18, 23;
- рис. 4 и 5 – варианты 4, 9, 14, 19, 24;
- рис. 6 и 7 – варианты 5, 10, 15, 20, 25;
- рис. 8 - нечетные варианты;
- рис. 9 - четные варианты.

Порядок выполнения задания

1. Перед выполнением задания ознакомиться с правилами выполнения электрических принципиальных схем и условными графическими обозначениями элементов схем (табл. 1).
2. Вычертить принципиальную электрическую схему, заменяя прямоугольники условными графическими обозначениями и соблюдая размеры обозначений. Соединить условные графические обозначения линиями связи согласно схеме-заданию. Схему выполнить таким образом, чтобы количество изломов и пересечений линий связи было минимальным. При вычерчивании схем полупроводникового релейного элемента Т205 и полупроводникового элемента выдержки времени Т305 замените окружности с надписью внутри **Р...** условными графическими обозначениями резисторов.
3. Нанесите позиционные обозначения элементов шрифтом № 5.
4. В графе «Наименование» основной надписи запишите название схемы шрифтом № 5, а ниже – «Схема электрическая принципиальная» шрифтом № 3,5. В графе «Обозначение» основной надписи запишите обозначение чертежа, последними буквами и цифрами которого должно быть «ЭЗ».

Схемы

Схемой называется графический документ, на котором в виде условных изображений или обозначений представлены составные части изделия и связи между ними. Схемы значительно упрощают изображение изделия, связь между его элементами, обеспечивают детальное понимание принципа работы изделия и облегчают изучение его устройства в случае, когда нет необходимости в изображении конструкции деталей изделия.

Вид и тип схемы, общие требования к их выполнению устанавливает ГОСТ 2.701-84.

Схемы в зависимости от видов элементов, входящих в состав изделия, подразделяются на следующие виды: электрические – Э, гидравлические – Г, пневматические – П, кинематические – К и др.

Схемы в зависимости от основного назначения подразделяются на следующие типы: структурные – 1, функциональные – 2, принципиальные – 3, соединений (монтажные) – 4, подключения – 5, общие – 6, расположения – 7, объединенные – 0.

Наименование схемы определяется ее видом и типом, например: схема электрическая принципиальная, схема гидравлическая структурная. Это название вписывается в графу «Наименование» основной надписи после названия изделия, на которое выполнена схема. Название схемы вписывается шрифтом меньшего размера, применяемым для наименования изделия.

Каждой схеме присваивается шифр. Шифр должен состоять из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей тип схемы. Например, схема электрическая принципиальная – Э3, схема электрическая соединений – Э4.

Линии связи выполняются толщиной от 0,2 до 1 мм, в зависимости от размеров схемы. Графическое обозначение элементов схемы следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи. Если в условных графических обозначениях имеются утолщенные линии, то их следует выполнять толще линии связи в два раза.

Число изломов и пересечений линии связи должно быть наименьшим. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм.

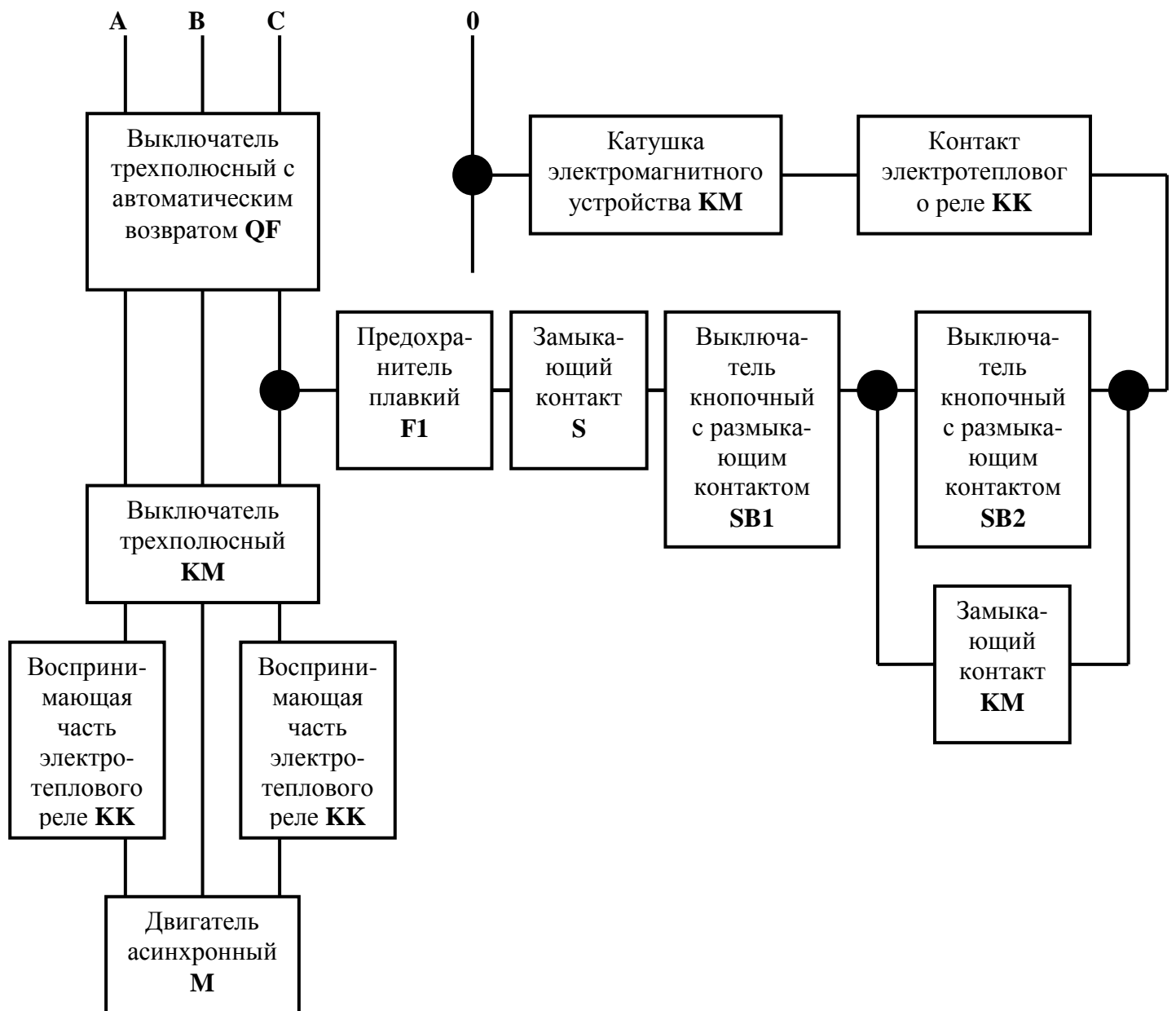


Рис. 1. Схема управления асинхронным электродвигателем

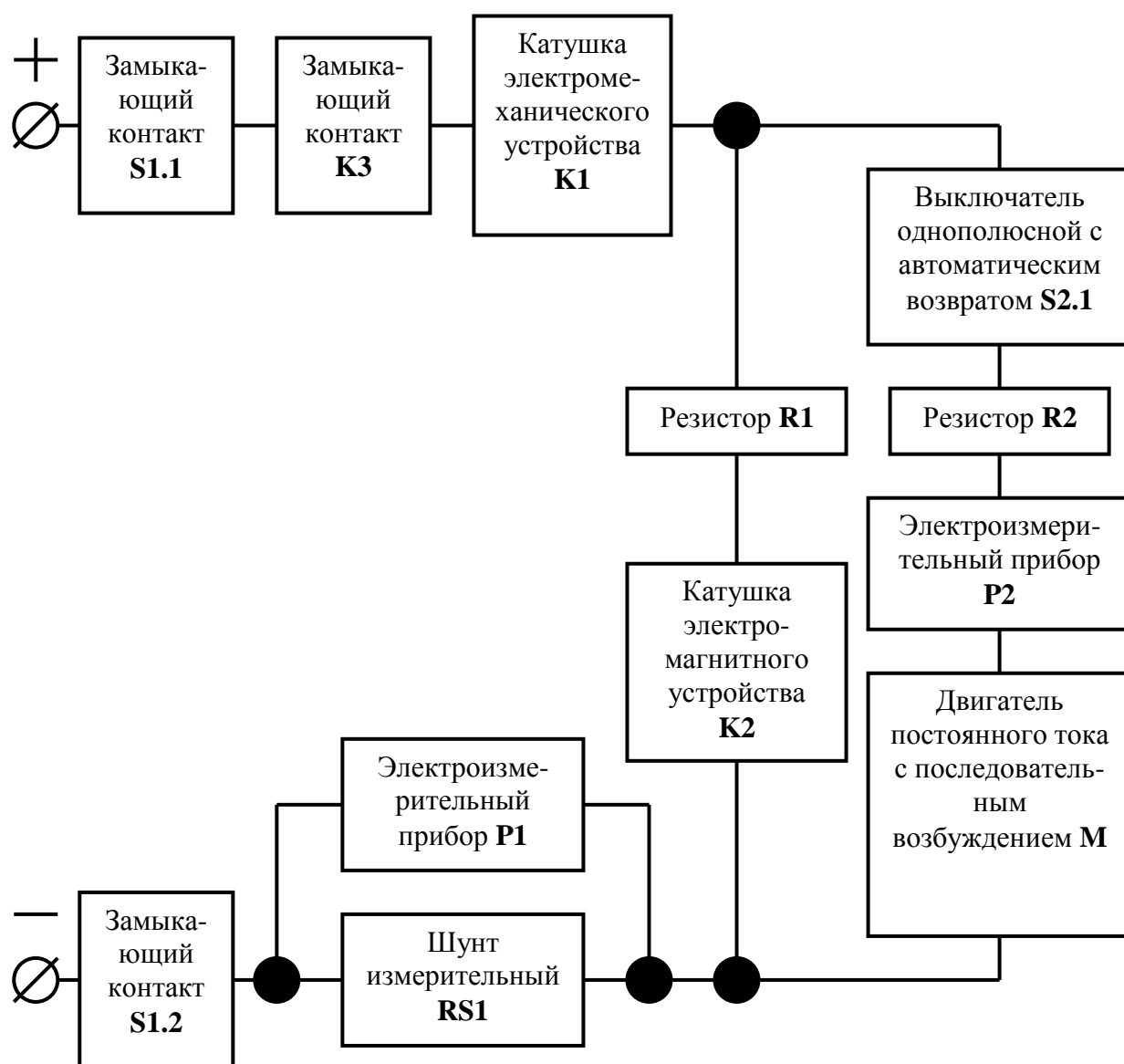


Рис. 2. Схема электрических цепей двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением

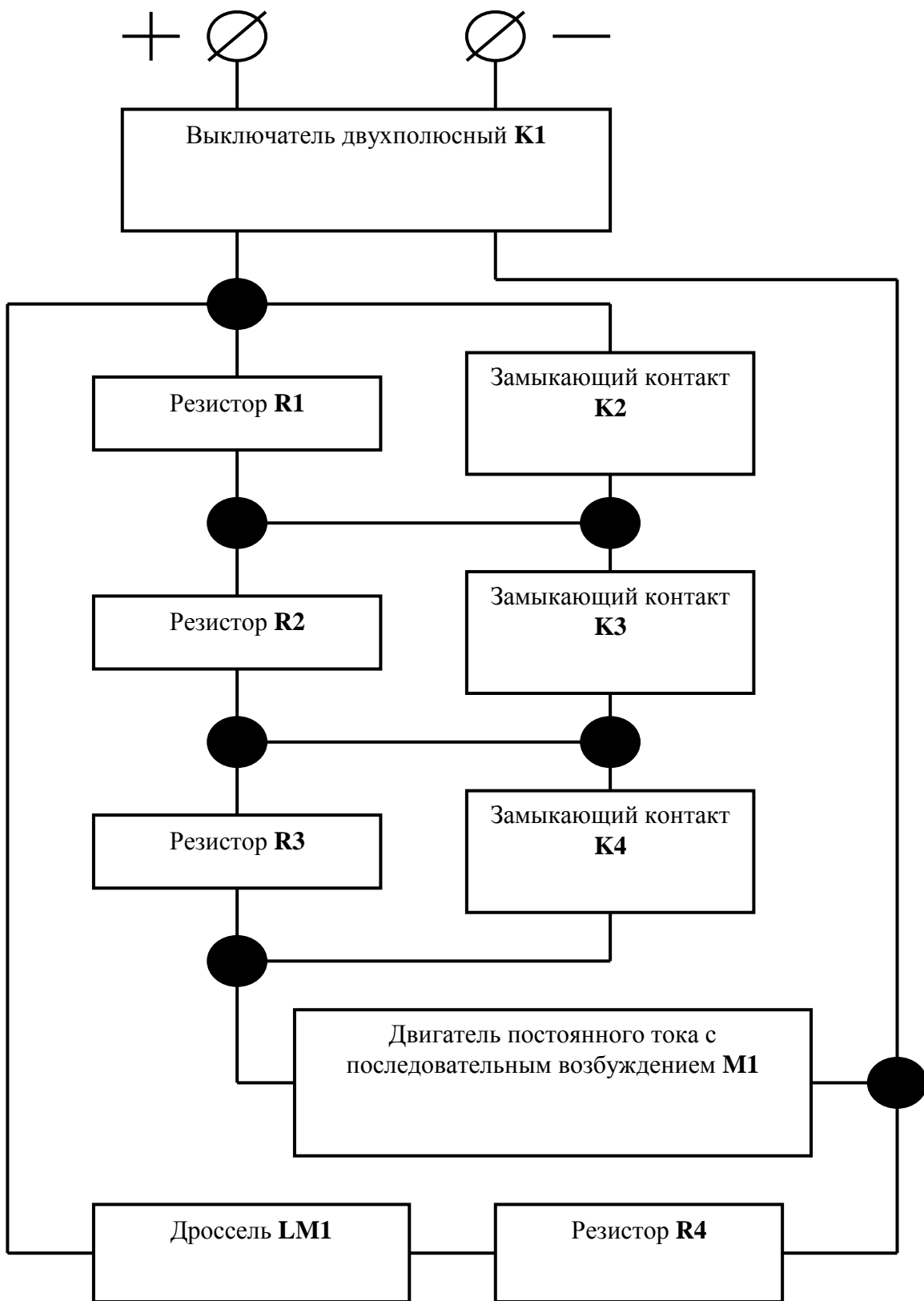


Рис. 3. Схема силовой цепи двигателя постоянного тока

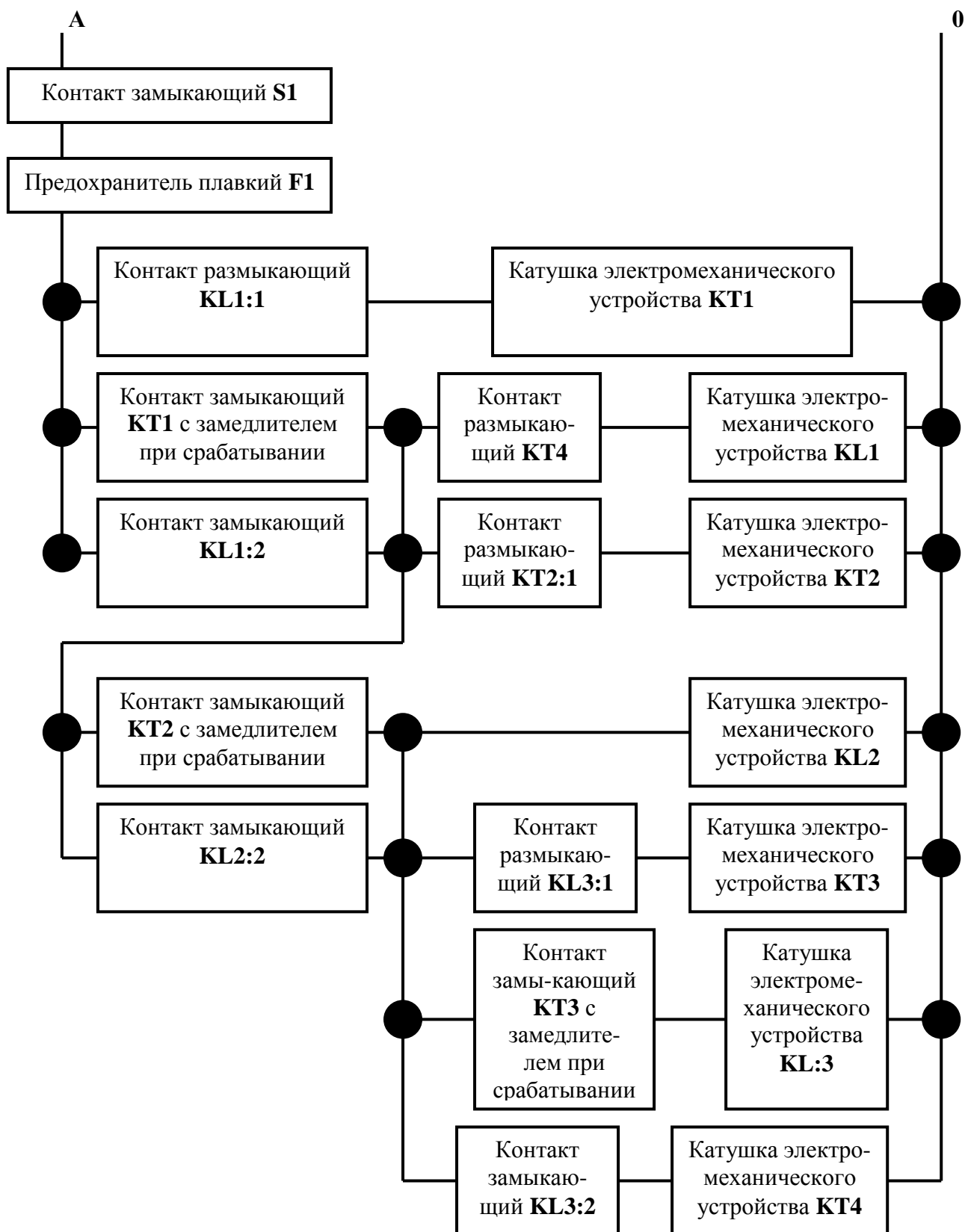


Рис. 4. Схема цепей реле при автоматическом последовательном включении ламп

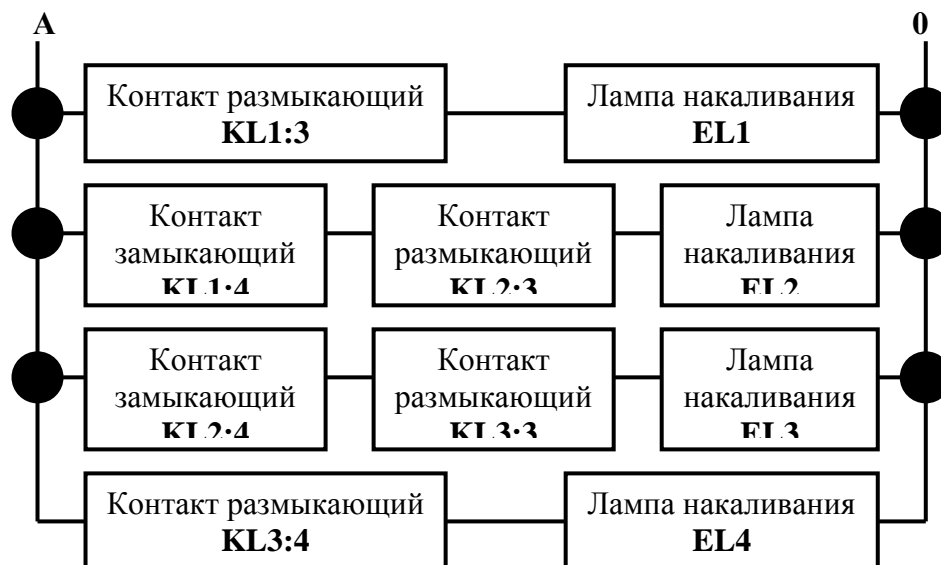


Рис. 5. Схема ламп при автоматическом последовательном их включении

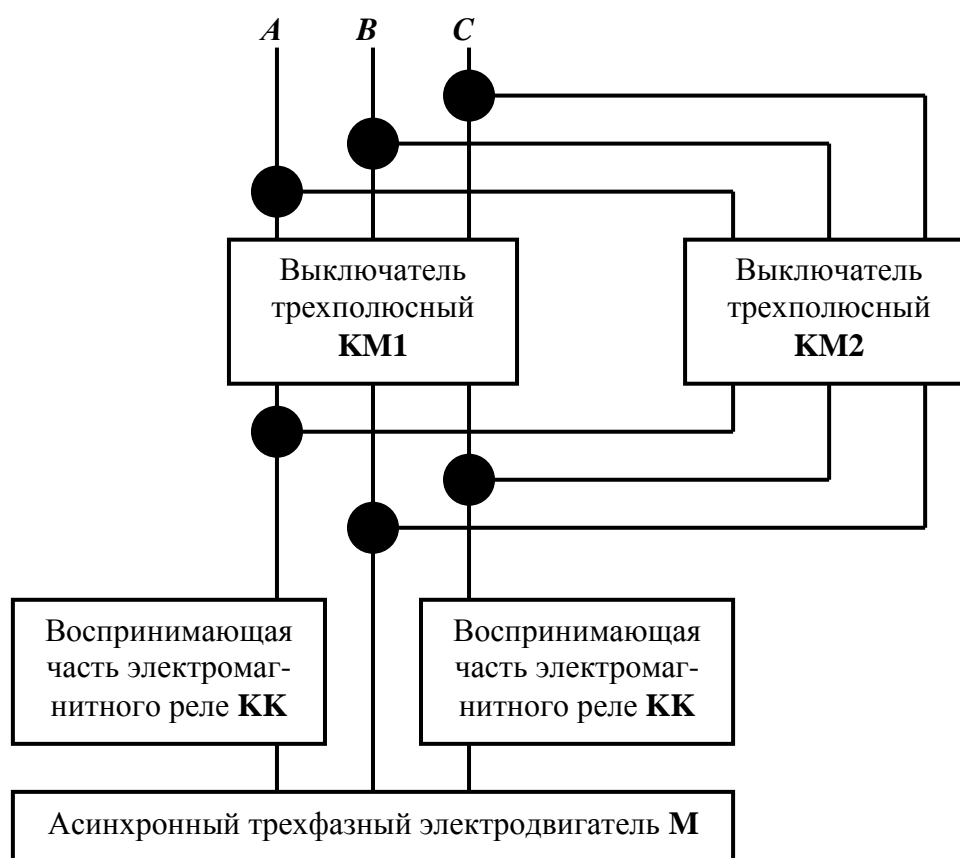


Рис.6. Схема силовой цепи реверсивного управления асинхронным электродвигателем

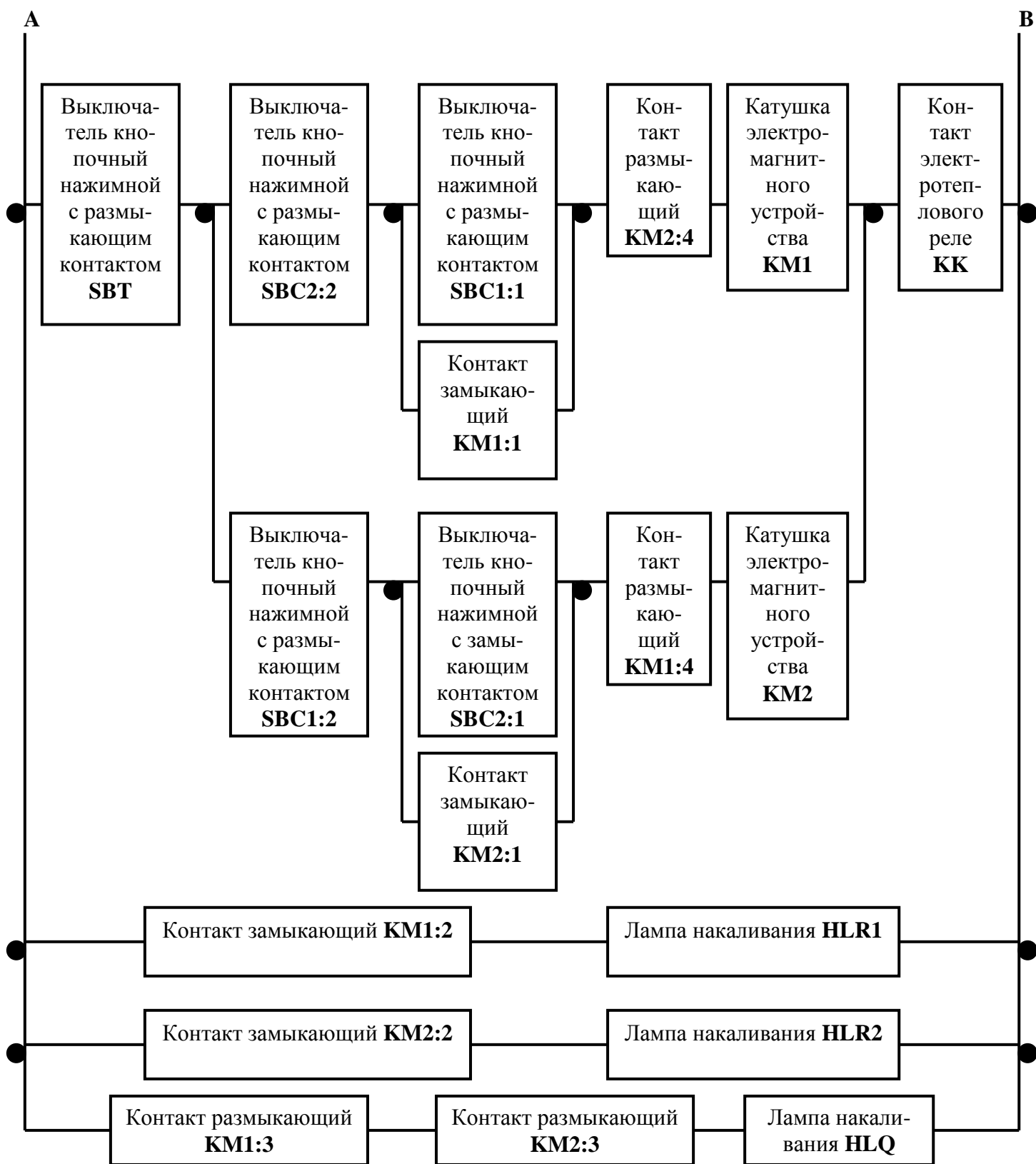


Рис.7. Схема цепи реверсивного управления асинхронным электродвигателем

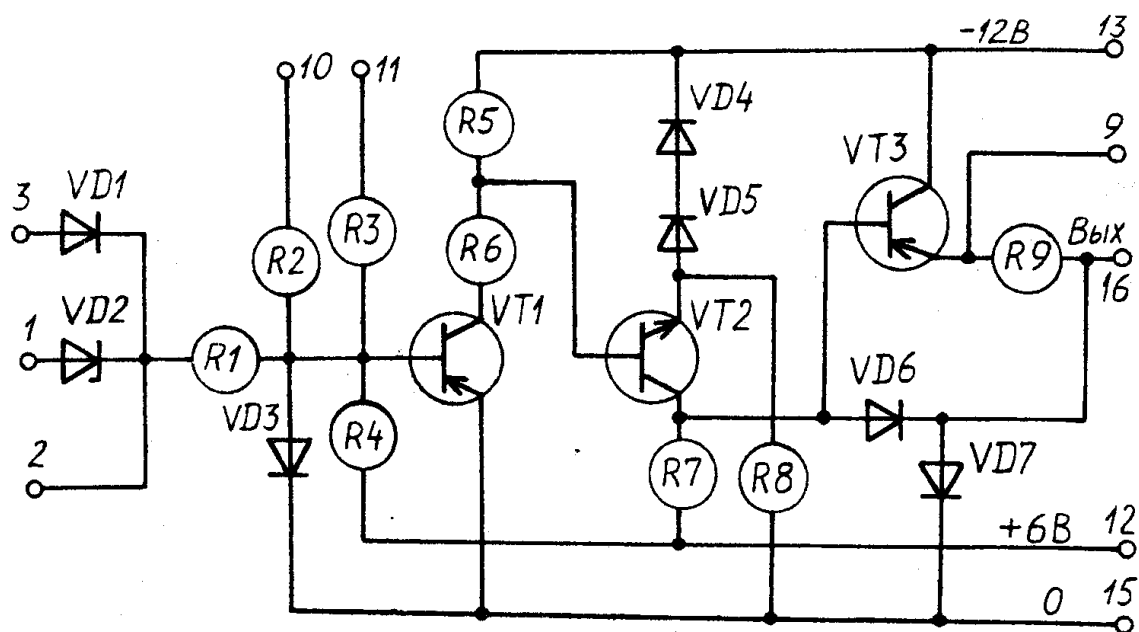


Рис.8. Схема полупроводникового релейного элемента Т205

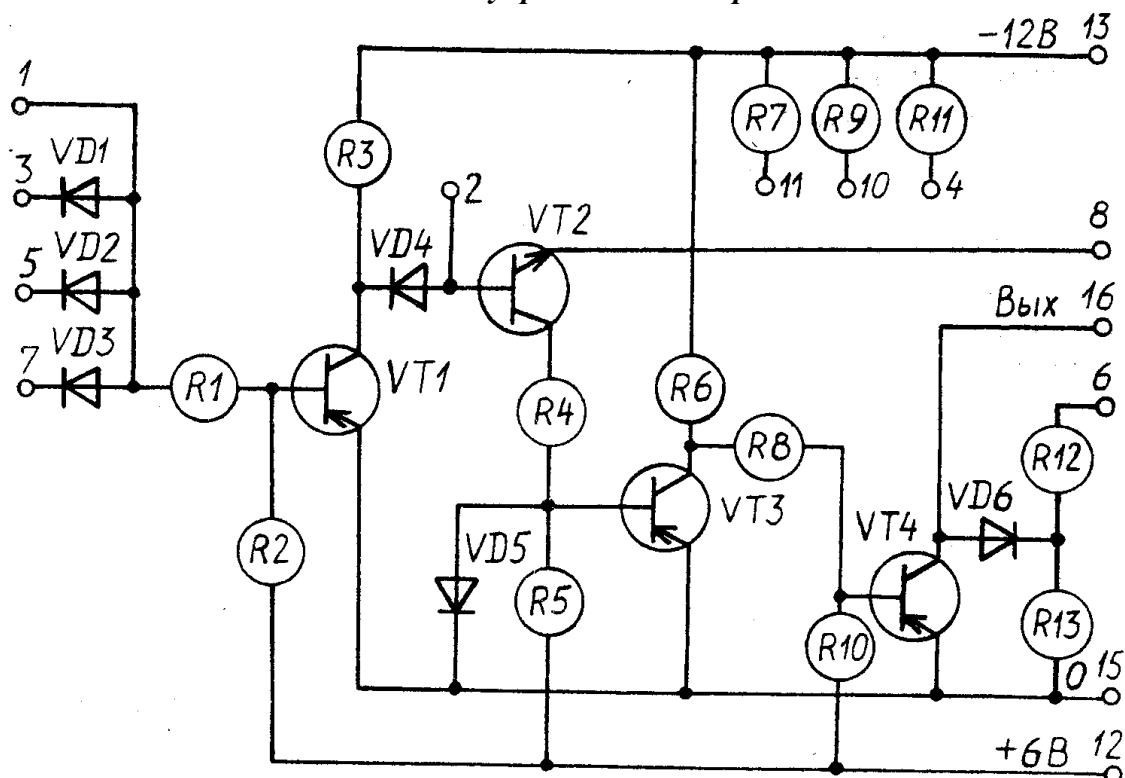


Рис.9 Схема полупроводникового элемента выдержки времени Т305

Электрические принципиальные схемы

Схема принципиальная – это схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и, как правило, дающая детальное представление о принципах работы изделия.

Принципиальными схемами пользуются для изучения принципа работы изделия, а также при наладке, контроле и ремонте. Они служат для разработки других конструкторских документов, например схем соединений.

Построение электрических принципиальных схем должно быть максимально наглядным, удобным для чтения, наилучшим образом должно отражать логику развития процесса в изделиях. Это может быть достигнуто, если соблюдать следующие условия.

1. Элементы, совместно выполняющие какие-либо определенные функции (функциональные группы), следует в схеме группировать вблизи друг от друга.

2. Элементы внутри функциональных групп следует располагать так, чтобы конфигурация цепей была простейшей, количество изломов и пересечений линий было наименьшим. При этом типовые сочетания элементов должны быть вычерчены в общеизвестных типовых положениях, при которых подчеркивается смысловая сущность такого начертания.

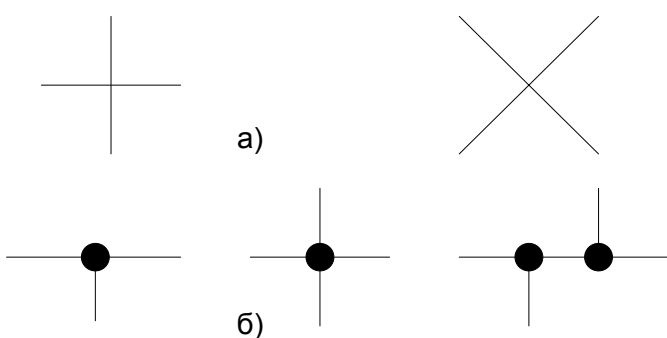
3. функциональные группы элементов следует располагать на схеме в последовательности, соответствующей развитию процесса слева направо, аналогично расположению на структурной схеме.

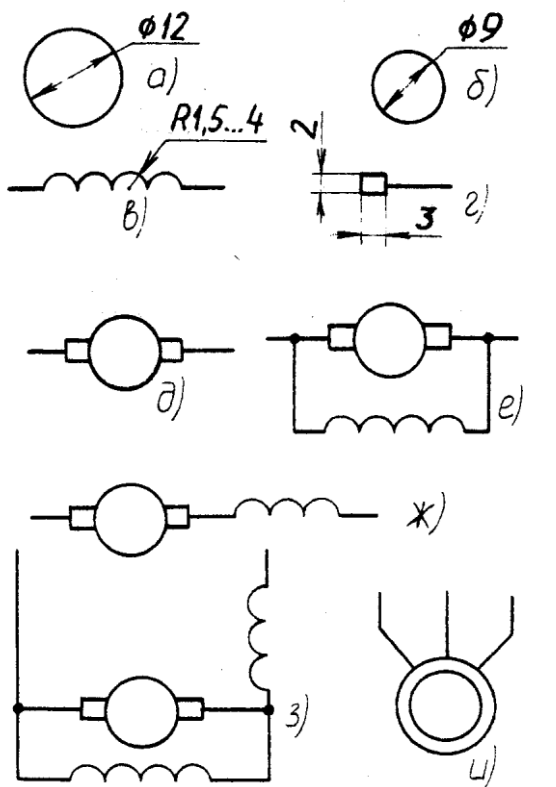
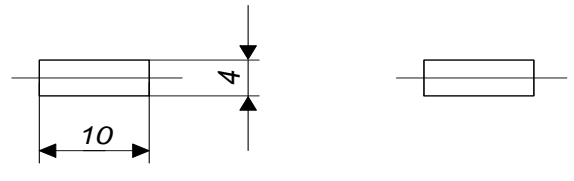
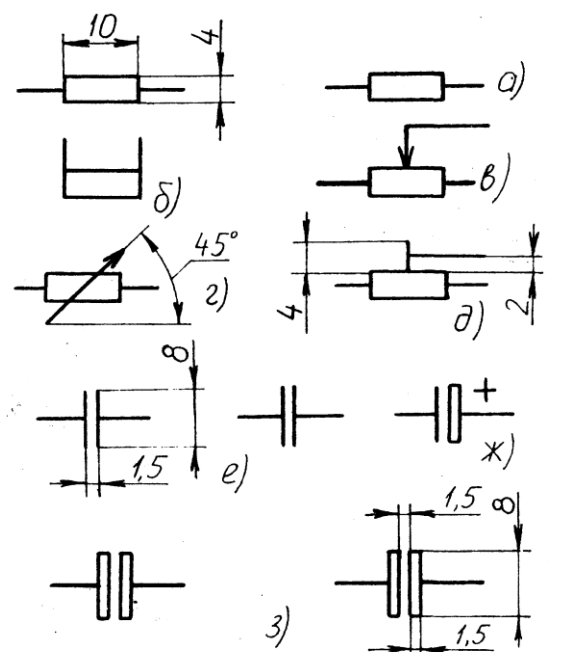
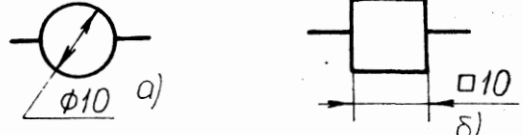
4. Все дополнительные и вспомогательные функциональные цепи (элементы и связи между ними) следует, как правило, выводить из полосы, занятой основными цепями.

Схемы вычерчивают для изделий, находящихся в отключенном состоянии. Элементы на схеме изображают в виде условных графических обозначений (табл. 1).

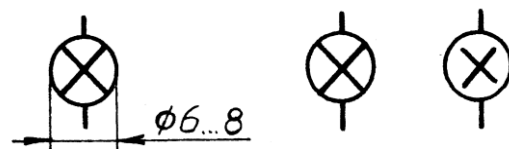
Линии электрической связи на принципиальной схеме носят условный характер и не являются изображениями реальных проводов. Это позволяет располагать условные графические обозначения элементов в соответствии с развитием рабочего процесса, а не в соответствии с действительным расположением этих элементов в изделии, и соединять их вывода кратчайшим путем.

Схема должна быть компактной. Ориентировочно можно применить следующие нормы на расстояния: от точки пересечения или разветвления электрической цепи до контура элемента – 5 мм, между элементами в вертикально расположенных цепях – 12-15 мм, между элементами в горизонтально расположенных цепях – 8-10 мм. Если при построении схемы расстояния получаются больше указанных, то уменьшать их, вводя изломы линии, нецелесообразно. Расстояния между функциональными группами следует выбирать несколько большими, чем между элементами внутри группы.

<p>Линии электрической связи, провода, кабели, шины (ГОСТ 2.751-73):</p> <p>а) – графическое пересечение двух линий электрической связи, электрически не соединённых; линии должны пересекаться под углом 90°;</p> <p>б) – линии электрической связи с одним и двумя ответвлениями.</p>	 <p>The diagram illustrates two types of electrical connection line conventions. Part (a) shows a horizontal line intersecting a vertical line at a 90-degree angle, with the label 'а)' to its right. Part (b) shows a horizontal line with two vertical lines branching off it at different points, each branch point marked with a solid black dot, and the label 'б)' to its right.</p>
---	---

<p>Электрические машины (ГОСТ 2.722-86):</p> <p>а) – статор электрической машины;</p> <p>б) – ротор электрической машины, обмотка трансформатора;</p> <p>в) – обмотка катушки индуктивности;</p> <p>г) – щётки на коллекторе;</p> <p>д) – ротор с обмоткой, коллектором и щётками;</p> <p>е) – машина постоянного тока с параллельным возбуждением;</p> <p>ж) – машина постоянного тока с последовательным возбуждением;</p> <p>з) – машина постоянного тока со смешанным возбуждением;</p> <p>и) – асинхронный трёхфазный электродвигатель.</p>	
<p>Предохранитель плавкий (ГОСТ 2.727-68).</p>	
<p>Резисторы, конденсаторы (ГОСТ 2.728-74):</p> <p>а) – резистор постоянный;</p> <p>б) – шунт измерительный;</p> <p>в) – резистор переменный;</p> <p>г) – резистор переменный в реостатном включении;</p> <p>д) – резистор подстроечный;</p> <p>е) – конденсатор постоянной ёмкости;</p> <p>ж) – конденсатор электрический полярный;</p> <p>з) – конденсатор электрический неполярный.</p>	
<p>Электроизмерительные приборы (ГОСТ 2.729-68):</p> <p>а) – показывающий;</p> <p>б) – регистрирующий.</p>	

Лампа накаливания (ГОСТ 2.732-68).



Полупроводниковые приборы (ГОСТ 2.730-73):

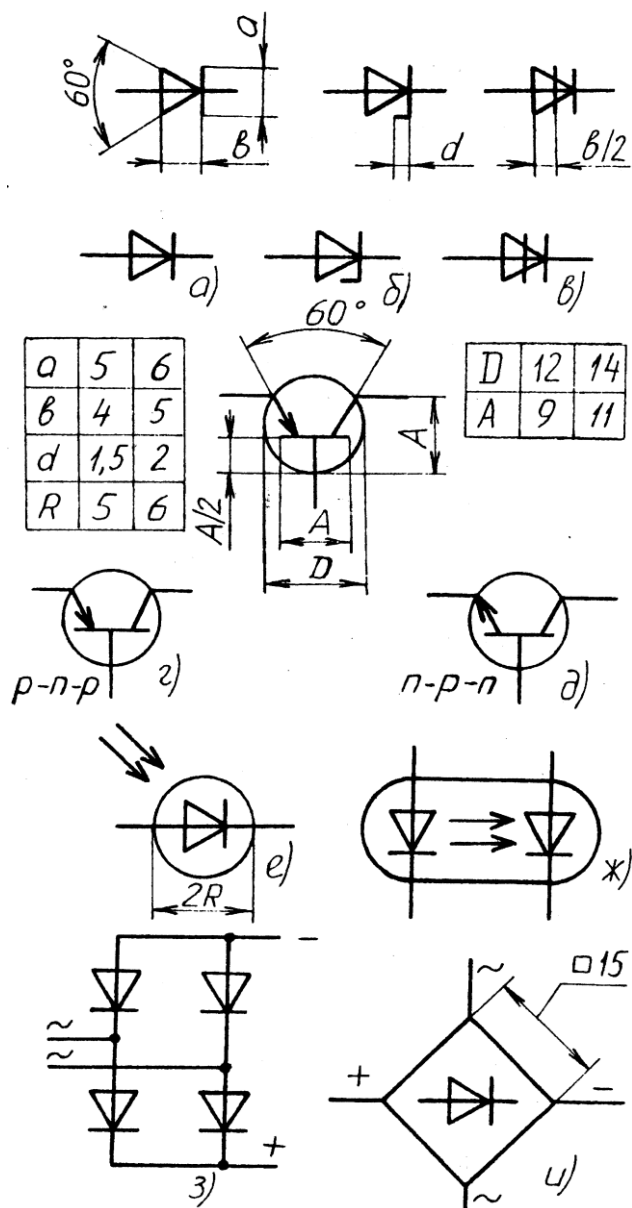
- а) – диод;
- б) – стабилитрон;
- в) – тиристор;
- г) – транзистор типа $p-n-p$;
- д) – транзистор типа $n-p-n$;
- е) – фотодиод;
- ж) – диодная пара.

Пример обозначения типовой схемы на полупроводниковых приборах.

Однофазная мостовая схема:

з) – её развёрнутое изображение;

и) – её упрощённое изображение.

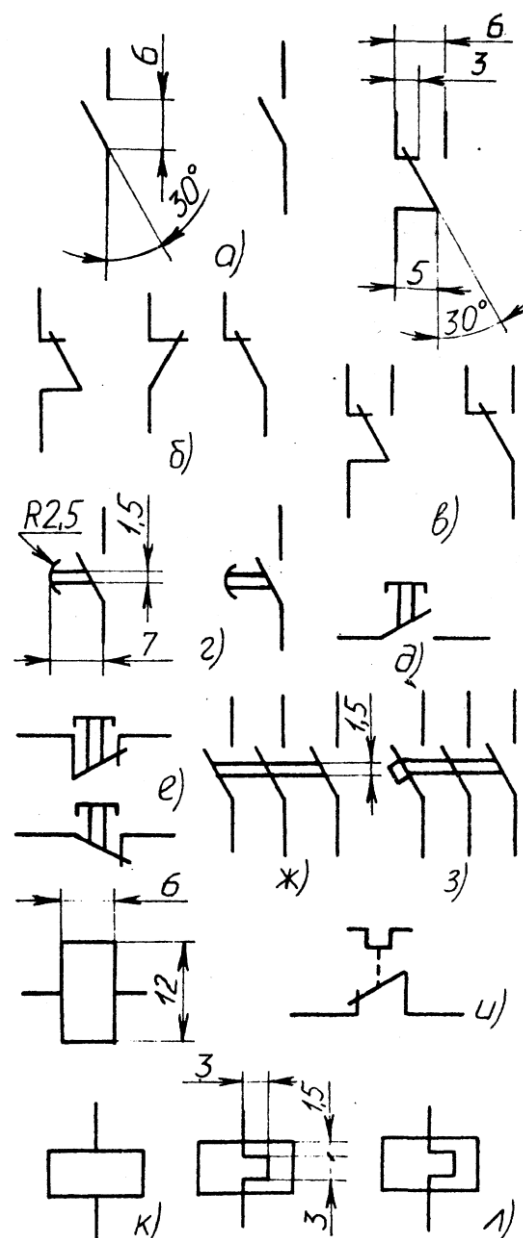


Коммутирующие устройства и контактные соединения (ГОСТ 2.755-74):

- а) – контакт замыкающий;
- б) – контакт размыкающий;
- в) – контакт переключающий;
- г) – контакт замыкающий с замедлением, действующим при срабатывании;
- д) – выключатель кнопочный нажимной с замыкающим контактом;
- е) – выключатель кнопочный нажимной с размыкающим контактом;
- ж) – выключатель трёхполюсный;
- з) – выключатель трёхполюсный с автоматическим возвратом;
- и) – контакт электротеплового реле.

Воспринимающая часть электромеханических устройств (ГОСТ 2.756-76):

- к) – катушка электромеханического устройства;
- л) – воспринимающая часть электротеплового реле.



Условные графические обозначения элементов должны быть вычерчены на схеме либо в положении, в котором они приведены в стандартах, либо повернуты на угол, кратный 90^0 , если в стандартах отсутствуют специальные указания. Допускается условные графические обозначения повернуть на угол, кратный 45^0 , или изображать зеркально повернутыми.

Условные графические обозначения элементов, функциональных групп и устройств выполняют совмещенным или разнесенным способами. При совмещенном способе составные части элементов или устройств изображают на схеме так, как они расположены в изделии, т.е. в непосредственной близости друг от друга. При разнесенном способе условные графические обозначения составных частей элементов располагаются в разных местах схемы с учетом порядка прохождения по ним тока так, чтобы отдельные цепи были изображены наиболее наглядно. Раздельно изображаемые части элементов можно соединить линиями механической связи (штриховая линия), указывающей на принадлежность их к одному элементу. При изображении элементов разнесенным способом разрешается на свободном поле схемы помещать условные графические обозначения элементов, выполненные совмещенным способом. При этом элементы, используемые в изделии частично, изображают полностью с указанием использованных и неиспользованных частей (например, все контакты реле). Выводы неиспользованных частей изображают короче выводов использованных

(рис. 10). Принципиальная схема нереверсивного управления асинхронным электродвигателем изображена совмещенным (рис. 11а) и разнесенным (рис. 11б) способами.

Схемы выполняют в многолинейном и однолинейном изображениях. При многолинейном – каждую цепь изображают отдельной линией, а элементы в цепях – отдельными условными обозначениями (рис. 12а). При однолинейном – цепи, выполняющие идентичные функции, изображают одной линией, а одинаковые элементы этих цепей – одним условным обозначением (рис. 12б). Однолинейное изображение рекомендуется для упрощения начертания схем с большим числом линий связи и большой протяженностью [9].

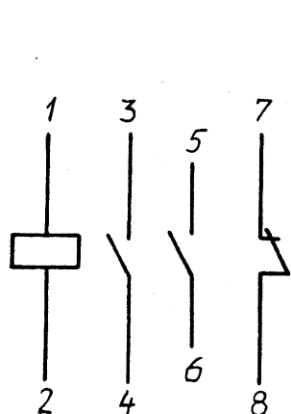


Рис. 10

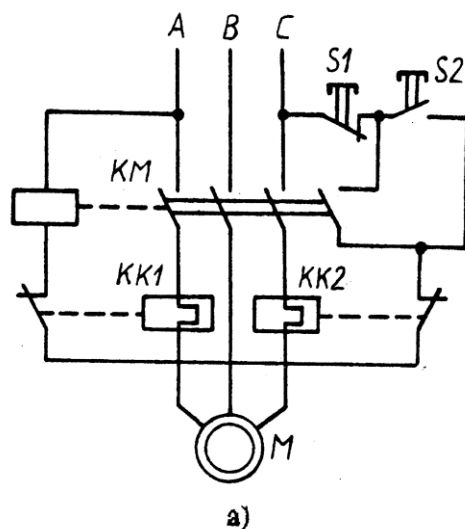


Рис. 11

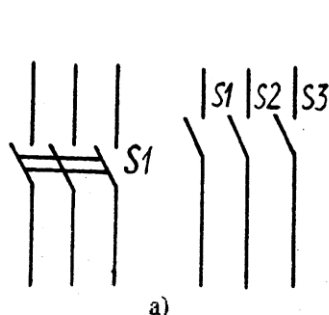
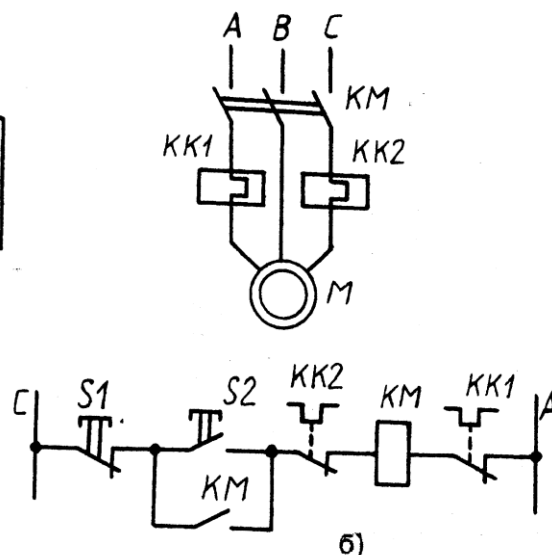
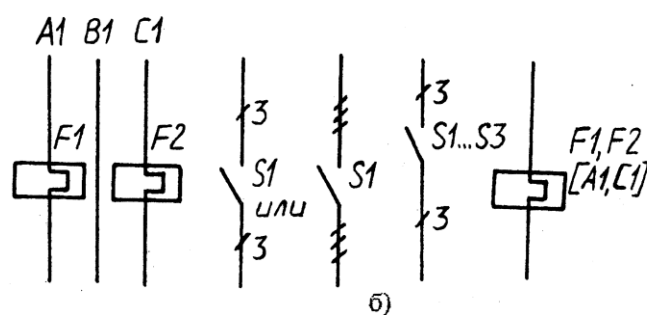


Рис. 12



Цепь	Конт.
-12В	13
Выход	16
Земля	15
+6В	12

Рис. 13

Все элементы на схеме, в том числе входные и выходные (разъемы, клеммы и т.д.), должны иметь позиционные обозначения. Каждое позиционное обозначение должно состоять из буквенного обозначения вида элемента и порядкового номера элемента, назначаемого, начиная с единицы, в пределах группы элементов с одинаковыми буквенными обозначениями. Позиционные обозначения выполняют шрифтами № 3,5 или № 5 и наносят на схемы справа от условного графического обозначения или над ним.

Буквенные коды наиболее распространенных элементов должны соответствовать ГОСТ 2.710-80. Буквенные коды видов элементов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Первая буква кода (обязательная)	Группа видов элементов	Двухбуквенный код	Виды элементов
А	Устройства		Усилители, приборы телеуправления, лазеры
С	Конденсаторы		
Е	Элементы	ЕК ЕЛ	Нагревательный элемент Лампа осветительная
F	Разрядники, предохранители,	FA	Дискретный элемент защиты по току мгновенного действия

	устройства защитные	FP FU FV	Дискретный элемент защиты по току инерционного действия Предохранитель плавкий Дискретный элемент защиты по напряжению, разрядник
H	Устройства индикационные и сигнальные	HA HG HL HV	Прибор звуковой сигнализации Индикатор символьный Прибор световой сигнализации Индикаторы ионные и полупроводниковые
K	Реле, контакторы, пускатели	KA KH KK KL KM KT KV	Реле токовое Реле указательное Реле электротепловое Реле промежуточное Контактор, магнитный пускатель Реле времени Реле напряжения
L	Катушки индуктивности, дроссели	LL LG LM	Дроссель люминесцентного освещения Обмотка возбуждения генератора Обмотка возбуждения электродвигателя
M	Двигатель постоянного и переменного тока		
P	Приборы, измерительное оборудование	PA PC PF PI PG PK PR PS PT PV PW	Амперметр Счетчик импульсов Частотомер Счетчик активной энергии Осциллограф Счетчик реактивной энергии Омметр Регистрирующий прибор Часы, измеритель времени Вольтметр Ваттметр
Q	Выключатели и разъединители силовых цепей	QF QK QS QW	Выключатель автоматический Короткозамыкатель Разъединитель Выключатель нагрузки
R	Резисторы	RK RP RR RS RU	Терморезистор Потенциометр Реостат Шунт измерительный Вариатор
S	Устройства коммутационные в цепях управления, сигнализации и измерительных	SA SB SF SL SP SQ SR SK	Выключатель или переключатель Выключатель кнопочный Выключатель кнопочный Выключатель, срабатывающий от различных воздействий: уровня, давления, положения (путевой), частоты вращения, температуры.

T	Трансформаторы, автотрансформаторы	TA TS TV	Трансформатор тока Электромагнитный стабилизатор Трансформатор напряжения
V	Приборы электровакуумные, полупроводниковые	VD VL VT VS	Диод, стабилитрон Прибор электровакуумный Трансформатор Тиристор
X	Соединения контактные	XA XP XS XT XW	Токосъемник, контакт скользящий Штырь Гнездо Соединение разборное Соединитель высокочастотный

Элемент данного вида может быть обозначен одной буквой – общим кодом вида элемента или двумя буквами, или несколькими буквами – кодом данного элемента. Двухбуквенный и многобуквенный коды применяют для уточнения вида элемента. Применение того или иного способа зависит от конкретного содержания схемы.

Если необходимо обозначить контакт какого-либо элемента, следует после позиционного обозначения этого элемента поставить двоеточие и цифру, указывающую номер контакта, например **KM2:1**.

Порядковые номера обозначений присваиваются в соответствии с последовательностью расположения этих элементов на схеме в целом или в последовательности расположения их в отдельных функциональных цепях сверху вниз в направлении слева направо.

Последовательность присвоения порядкового номера может быть нарушена в зависимости от размещения элементов в объекте, направления прохождения сигналов или функциональной последовательности процесса, а также при внесении в схему изменений. Позиционное обозначение проставляют на нем рядом с условным графическим обозначением элементов и устройств по возможности с правой стороны или над ними.

На схемах рекомендуется указывать характеристики входных и выходных цепей изделия. Их указывают в виде параметров или в виде наименований («-12 В», «Выход», «Земля», «+6 В» и т.п.). Данные рекомендуется записывать в виде таблицы, помещенной взамен условных графических обозначений входных и выходных элементов (рис.13). Каждой таблице присваивают позиционное обозначение того элемента, взамен условного графического обозначения которого она помещена. Рамку таблицы и линии граф вычерчивают сплошной основной линией. Линии строк – сплошной тонкой. Заголовки граф выполняют шрифтом № 5, заполняют таблицу шрифтами № 3,5 или № 5. Размеры граф стандартом не установлены и определяются содержанием записей; ширина строк – 8 мм. Можно определенные части таблицы помещать в разных местах схемы, при этом все части таблицы должны быть снабжены одним и тем же позиционным обозначением.

В графе «Конт.» таблицы указывают обозначение (номера) контактов элементов. Допускается выполнять таблицу не в последовательности номеров контактов, а исходя из наивыгоднейшей конфигурации линий электрической связи.

Каждая схема должна быть снабжена перечнем элементов, в который записывают все элементы. Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа. Если перечень элементов помещают на первом листе схемы, то его располагают, как правило, над основной надписью. Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм. Продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи. В этом случае заголовки таблицы повторяют.

В графах перечня (рис. 14) указывают следующие данные:

в графе «Поз. обознач.» - позиционное обозначение элементов, устройства или функциональной группы;

в графе «Наименование» - наименование элемента (устройства) в соответствии с документами, на основании которых он применен, и обозначение этого документа;

в графе «Кол.» - количество одинаковых элементов;

в графе «Примечание» - технические данные элемента, не содержащегося в его наименовании.

Так, название элемента с позиционным обозначением **R1** означает: резистор типа МЛТ на номинальную мощность 0,5 Ватта с номинальным сопротивлением 20 кОм и допустимым отклонением сопротивления $\pm 10\%$.

При разбивке поля схемы на зоны перечень элементов дополняют графой «Зона», указывая в ней обозначение зоны, в которой расположен элемент [8].

Перечень элементов в виде самостоятельного документа выполняют на листе формата А4 с основной надписью для текстовых документов. В графе основной надписи указывают наименование изделия, а под ним шрифтом на один размер меньше записывают «Перечень элементов». Обозначение перечня элементов должно состоять из буквы П и шифра схемы, к которой выполнен перечень, например, шифр перечня элементов к электрической принципиальной схеме – ПЭЗ.

Элементы записываются в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. Если на схеме применяют позиционные обозначения, состоящие из букв латинского и русского алфавитов, то в перечень вначале записываются элементы с позиционными обозначениями, составленными из букв латинского алфавита, а затем – из букв русского алфавита. В пределах каждой группы элементы располагаются в порядке возрастания номеров. Для удобства внесения изменений рекомендуется оставлять несколько незаполненных строк между отдельными группами элементов или между элементами в большой группе [7]. Для сокращения перечня допускается однотипные элементы с одинаковыми параметрами, имеющие в схеме последовательные порядковые номера, записывать в перечень одной строкой, вписывая в соответствующую графу только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковым номерами (рис. 14). В графе «Кол.» указывается общее количество таких элементов. При записи однотипных элементов допускается не повторять в каждой строке наименование элемента, а записывать его в виде заголовка к соответствующему разделу или записывать в заголовке обозначение документов:

Резисторы МЛТ ГОСТ 7113-77,

Резисторы СП ГОСТ 5574-73.

Если на схеме сложного устройства позиционные обозначения присвоены элементам в пределах устройств или одинаковых функциональных групп, то элементы, относящиеся к устройствам или функциональным группам, записываются в перечень отдельно. Запись элементов, входящих в каждое устройство или функциональную группу, начинается с заголовка, который записывается в графе «Наименование» и подчеркивается. На одной строке с заголовком указывается общее количество одинаковых устройств или функциональных групп, а в соответствующей строке – количество элементов, входящих в одно устройство или функциональную группу.

При наличии в изделии нескольких одинаковых элементов, допускается вместо всех ветвей параллельного соединения изображать только одну ветвь. Около графического обозначения элемента указывают позиционные обозначения всех элементов, входящих в это соединение (рис. 15). В перечень элементов они записываются в одну строку.

Если в изделии имеются три или более одинаковых элемента, соединенных последовательно, то на схеме допускается изображать только крайние элементы, показывая электрические связи между ними штриховыми линиями, над которыми указывают общее количество одинаковых элементов. При присвоении позиционных обозначений должны быть учтены элементы, не изображенные на схеме (рис. 16).

Список литературы

1. Александров К.К., Кузьмина Е.Г. Электротехнические чертежи и схемы. – М.:Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
2. ГОСТ 2.701-84. ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. – М.:Изд-во стандартов, 1984. – 15 с.
3. ГОСТ 2.702-75. ЕСКД. Правила выполнения электрических схем. – М.:Изд-во стандартов, 1975. – 31 с.
4. ГОСТ 2.709-89. ЕСКД. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах – М.:Изд-во стандартов, 1989. – 10 с.
5. ГОСТ 2.710-81. ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах– М.:Изд-во стандартов, 1981. – 15 с.
6. ГОСТ 2.747-68. ЕСКД. Обозначения условные в графических схемах. Размеры условных графических обозначений. – М.:Изд-во стандартов, 1967. – 10 с.
7. Инженерная и компьютерная графика: Учебник для вузов / Э.Т. Романычева, А.К. Иванова, А.С. Куликов и др.; Под ред. Э.Т. Романычевой. – М.:Высш. шк., 1996. – 367 с.
8. Попова Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение: Справочник. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 1999. – 453с.
9. Усатенко С.Т., Каченюк Т.К., Терехова М.В. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.:Изд-во стандартов, 1992. – 316 с.