

**Министерство высшего и среднего специального
образования РСФСР**

**Московский институт приборостроения
Орловский филиал**

М. Т. Прасов

Э. В. Мысловский

**РАЗРАБОТКА И ОФОРМЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
СХЕМ ЭВС**

Орел, 1990

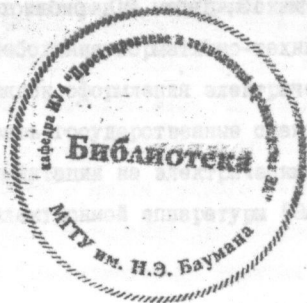
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РСФСР

МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ
ОРЛОВСКИЙ ФИЛИАЛ

М.Т. Прасов, Э.В. Мисловский

РАЗРАБОТКА И ОФОРМЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ ЭЭС

Учебное пособие



УДК 621.396.6 : 681.31 (07)

Утверждено

ученым советом института в качестве
учебного пособия

Прасов М.Т., Мысловский Э.Б. Разработка и оформление электрических схем ЭЭС. Учебное пособие для вузов. — О. : ОФМИП. 1990.

Рассмотрены основные рекомендации и достаточно полно изложены правила выполнения электрических схем с учетом современных требований Государственных стандартов ЕСКД

Учебное пособие предназначено для студентов специальностей 2205 и 2303 при выполнении курсового и дипломного проектирования
Ил. 13, Табл. 20, библиогр. 15 назв.



Введение

Дальнейшее совершенствование системы стандартизации, является одним из условий улучшения качества выпускаемой продукции. Это обусловлено тем, что повышение требований к конструкторско-технологической документации является необходимым условием улучшения качества проектно-конструкторских разработок и качества продукции, выпускаемой электронной промышленностью.

В методических указаниях рассматриваются правила выполнения электрических схем, определяемые Государственными стандартами СССР и стандартами СЭВ.

Целью методических указаний является развитие навыков практического использования государственных стандартов при оформлении учебно-конструкторской документации.

В результате изучения материала методических указаний студенты должны знать основные требования нормативно-технической документации, устанавливающей порядок оформления электрических схем и уметь самостоятельно использовать государственные стандарты при оформлении конструкторской документации на электрические схемы разрабатываемой или исследуемой электронной аппаратуры (ЭА).

2. Виды и типы электрических схем

Схема это графический конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений и обозначений составные части изделий и связи между ними.

Общие требования к выполнению схем, их виды, типы и обозначения устанавливают ГОСТ 2.701-76 (СТ СЭВ 651-77 и СТ СЭВ 527-77). В соответствии с этими стандартами устанавливаются следующие основные типы электрических схем и их условные обозначения:

1. Схема электрическая структурная Э1 (101);
2. Схема электрическая функциональная Э2 (102);
3. Схема электрическая принципиальная Э3 (201);
4. Схема электрическая соединений (монтажная) Э4 (301);
5. Схема электрическая подключения Э5 (303);
6. Схема электрическая общая Э6 (302).

Перечисленные выше стандарты, а также ГОСТ 2.702-75 (СТ СЭВ 1188-78) и СТ СЭВ 158-75 ЕСКД СЭВ "Схемы электрические. Общие требования к выполнению" устанавливают относительно электрических схем следующие термины и определения:

1. Элемент электрической схемы - составная часть схемы, которая выполняет определённую функцию в изделии и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное функциональное назначение (например, резистор, конденсатор, транзистор, микросхема и т.д.)

2. Совокупность элементов, представляющих единую конструкцию, называется устройством (например, плата, блок, модуль, шкаф и т.д.).

3. Совокупность элементов, не объединённых в одну конструкцию, но выполняющих в изделии определённую функцию, называется функциональной группой (например, задающий генератор, оперативное запо-

минающее устройство и т.д.).

4. Линия взаимосвязи – это отрезок линии, указывающий на наличие электрической связи между частями схемы – элементами и устройствами.

Чертёж любой электрической схемы выполняется из набора символов, являющихся условными графическими или буквенно-цифровыми обозначениями элементов, устройств, функциональных групп и линий взаимосвязи по правилам, определяемым соответствующими стандартами.

Рассмотрим эти правила для выполнения перечисленных выше электрических схем.

3. Правила выполнения схем электрических структурных

Структурная схема (Э1) определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи.

Структурные схемы разрабатывают при проектировании изделия ЭА на этапах, предшествующих разработке схем электрических принципиальных (ЭЗ).

На структурных схемах (рис. 1,2) изображают все основные функциональные части изделия и взаимосвязи между ними.

Функциональные части изображают, как правило, в виде прямоугольников.

Отдельные элементы структурной схемы допускается изображать в виде условных графических обозначений. При изображении элементов схемы в виде прямоугольников или условных графических обозначений указывают тип элемента (устройства) и (или) обозначение документа (основной конструкторской документации, государственного стандарта, технических условий и др.), на основании которого этот элемент применён. Если функциональных частей много, то вместо наименований, типов и обозначений допускается проставлять порядковые номера справа от изображения или над ним. Указанные номера проставляются сверху вниз и в направлении слева направо, с последующей расшифровкой в таблице, помещаемой на схеме.

Построение структурной схемы, расположение функциональных частей и линий связи должно давать представление о структуре изделия, взаимодействии его составных частей, а также о прохождении электрических сигналов в направлении слева направо.

На линиях электрической связи направление прохождения электрических сигналов обозначают стрелками в соответствии с ГОСТ 2.721-74. Обычно толщина линий связи и графических обозначений одинакова и

Поз.	Наименование	Кол. Прим.
I	Генератор АБГ. XX. XXX. IOI	I
2	Селектор	I
3	Генератор АБГ. XX. XXX. IO3	I
4,7	Формирователь	2
5,8	Счётчик АБГ. XX. XXX. O5I	2
6,9	Выходной каскал АБГ. XX. XXX. IOI	2

АБГ. XX. XXX. O07 ЭI	
Формирователь	
Схема электрической структурная	

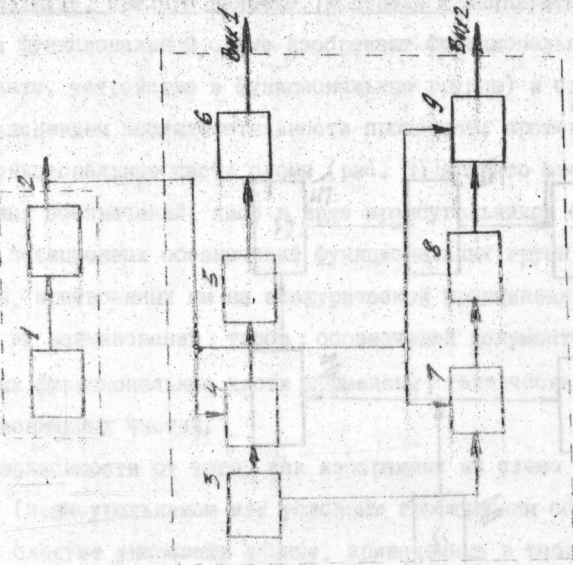
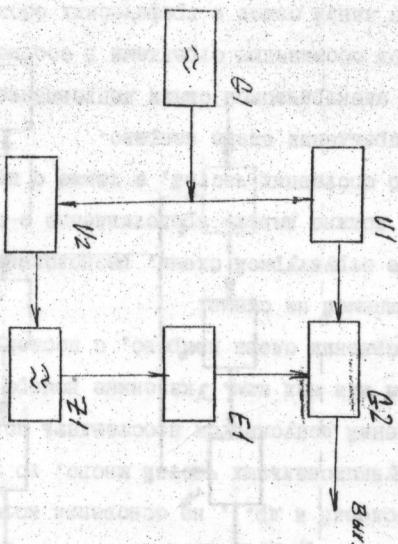


Рис. 1.



Поз.	Наименование	Кол. шт.	Прим.
Э1	Уст-во управления АБЛ.ХХХ.С12	1	
1	Генератор АБЛ.ХХХ.С09	1	
2	Генератор АБЛ.ХХХ.С10	1	
1	Трансформатор АБЛ.ХХХ.С15	1	
2	Трансформатор АБЛ.ХХХ.С16	1	
1	Трансформатор ВВЛ.ХХХ.С18	1	

АБЛ.ХХХ.ХУ.С13 Э1

Корректор
схема электрическая
схем. от 09.04.09

составляет 0,3 ... 0,4 мм. В некоторых случаях допускается двух кратное увеличение толщины этих линий.

На структурной схеме допускаются поясняющие надписи, математические формулы, временные диаграммы, поясняющие последовательность прохождения обработки электрических сигналов. Такие сведения обычно указывают сверху или справа от графических обозначений функциональных частей структурной схемы.

4. Правила выполнения схем электрических функциональных

4.1. Основные определения

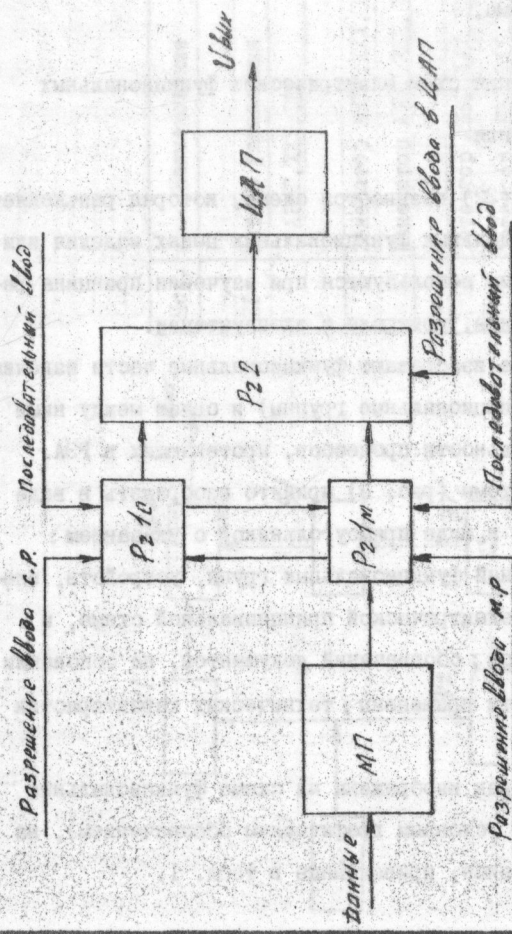
Функциональной схемой (ЭЭ) называется схема, которая разъясняет процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия или в изделии в целом. Эти схемы используются при изучении принципа работы изделия, при его наладке, контроле и эксплуатации.

На функциональной схеме изображают функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы) и связи между ними с разъяснением последовательности процессов, протекающих в РЭА.

Функциональные части схемы (рис. 3) принято изображать в виде условных обозначений, либо в виде прямоугольников с указанием:

- позиционных обозначений функциональных групп, устройств, элементов, присвоенных им на электрической принципиальной схеме, и (или) их наименований; типов; обозначений документов, на основании которых функциональные части применены; технических характеристик функциональных частей.

В зависимости от того, как изображены на схеме функциональные части (прямоугольником или условным графическим обозначением), на схеме следует указывать данные, приведенные в табл. 1.



XXX.XXX.001 ЭЭ

Контролер сопряжения
ЦАП с МП
Схема электрическая
функциональная

Рис. 3

Таблица I

Вид	Изображение на схеме функциональных частей		
	Элемент	Устройство	Функциональная группа
Условно графическое обозначение (УГО) элемента схемы и устройства	УГО элемента, позиционное обозначение присвоенное на электрической принципиальной схеме	УГО устройства позиционное обозначение, присвоенное на электрической принципиальной схеме, тип ГОСТ, ОСТ, ТУ	
Условное графическое обозначение устройства или функциональной группы	-	Прямоугольник изображается прямой линией; внутри помещается позиционное обозначение, присвоенное на электрической принципиальной схеме, наименование, тип, ГОСТ, ОСТ, ТУ	Прямоугольник изображается штрих-пунктирной линией; внутри помещается условное обозначение, присвоенное на электрической принципиальной схеме, наименование

ГОСТ 2.702-75 (СТСЭВ 1188-78) - Правила выполнения электрических схем - рекомендует на функциональных схемах указывать технические характеристики функциональных частей рядом с графическими обозначениями. Поясняющие надписи, диаграммы или таблицы определяющие последовательность прохождения сигналов в схеме РЭА, размещают над

основной надписью.

Допускается указывать необходимые параметры сигналов в характерных точках, например, величины токов, напряжений, формы и величины импульсов, математические зависимости и др.

На рис. 3 изображена схема электрическая функциональная Э2. Вид и тип схемы определяют её наименование и шифр. Например, схема электрическая (вид) функциональная (тип) имеет шифр Э (электрическая) 2 (функциональная).

4.2. Особенности выполнения буквенно-цифровых обозначений в схемах функциональных групп и устройств

На схеме разрабатываемой РЭА устройства, имеющие самостоятельные схемы, изображают в виде прямоугольника (рис. 1).

Каждое устройство рассматривается как элемент схемы и ему присваивается позиционное обозначение, проставляемое снаружи прямоугольника (рис. 2). Оно состоит из буквенного кода устройства, определяющего его вид (например, "А" – аналоговое устройство; "Д" – дискретное устройство; "Г" – генератор; "Е" – прочие устройства) и порядкового номера устройства, присваиваемого в пределах каждой группы устройств.

Если устройство показано на схеме в виде прямоугольника, то вместо условных графических обозначений (УГО) входных и выходных цепей допускается помещать таблицы с характеристиками этих цепей, а вне прямоугольника помещают таблицы с указанием адресов внешних присоединений (рис. 4).

Устройства соединяют между собой линиями электрической связи совмещенным или разнесённым способом.

При совмещенном способе линии связи, идущие в одном направлении, сливаются в одну линию, но при подходе к контактам каждую линию

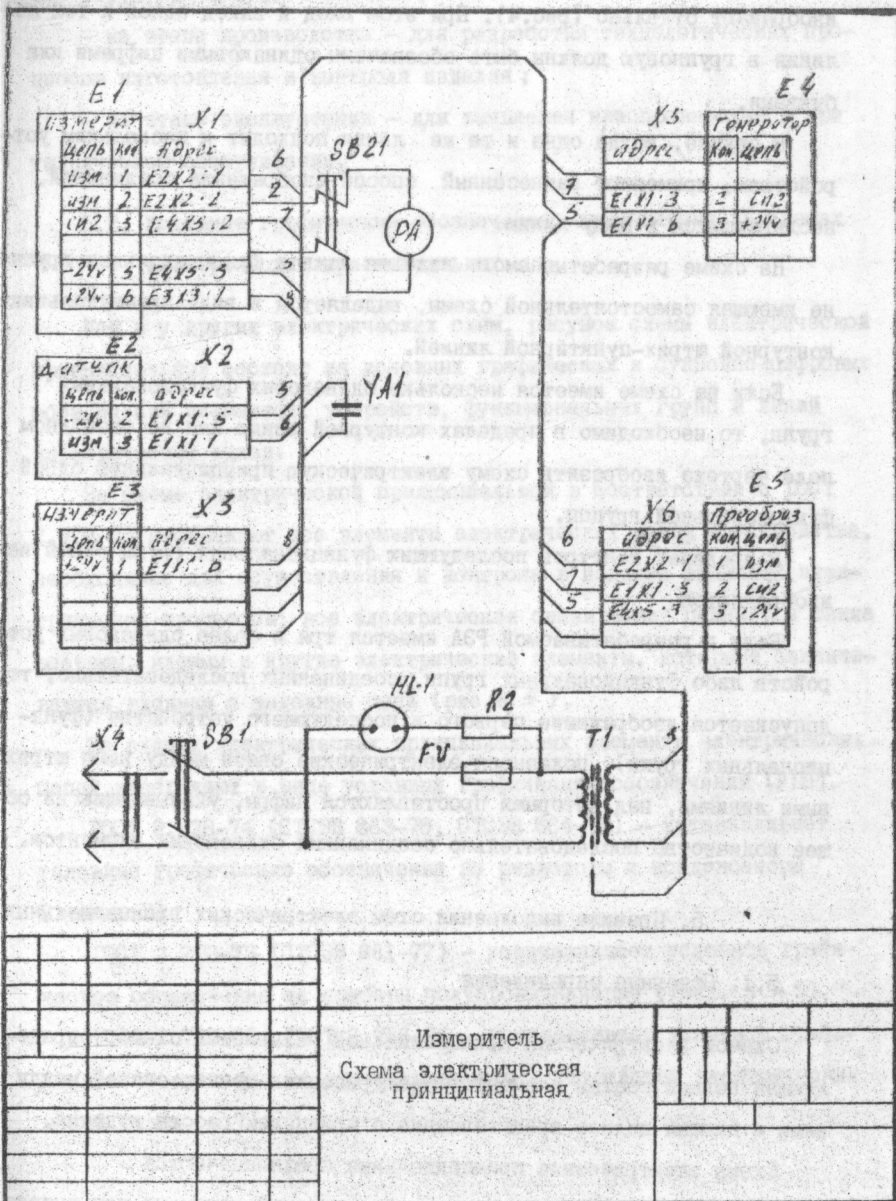


Рис. 4.

изображают отдельно (рис.4). При этом вход и выход одной и той же линии в групповую должны быть обозначены одинаковыми цифрами или буквами.

В случае, когда одна и та же линия подходит к нескольким устройствам, применяют разнесенный способ изображения соединений, несливающихся в одну линию.

На схеме разрабатываемого изделия каждая функциональная группа не имеющая самостоятельной схемы, выделяется в виде прямоугольника контурной штрих-пунктирной линией.

Если на схеме имеется несколько одинаковых функциональных групп, то необходимо в пределах контурной линии или на свободном поле чертежа изобразить схему электрическую принципиальную одной функциональной группы.

В пределах контуров последующих функциональных групп схемы не изображаются.

Если в разрабатываемой РЭА имеется три и более одинаковых устройств либо функциональных групп, соединенных последовательно, то допускается изображение первого и последующего устройства (функциональных групп), показывая электрические связи между ними штриховыми линиями, над которыми проставляются цифры, указывающие на общее количество последовательно соединенных одинаковых элементов.

5. Правила выполнения схем электрических принципиальных

5.1. Основные определения

Схемой электрической принципиальной называется схема, определяющая полный состав элементов электрических цепей, связей между ними и дающая полное представление о принципах работы изделия.

Схемы электрические принципиальные предназначаются :

- на этапе конструирования - как основной документ для вытпе-

ния структуры будущего изделия ;

– на этапе производства – для разработки технологических процессов изготовления и контроля изделия ;

– на этапе эксплуатации – для выявления неисправностей и при техническом обслуживании.

5.2. Условные графические обозначения, применяемые на схемах электрических принципиальных.

Как и у других электрических схем, рисунок схемы электрической принципиальной состоит из условных графических и буквенно-цифровых обозначений элементов, устройств, функциональных групп и линий электрической связи.

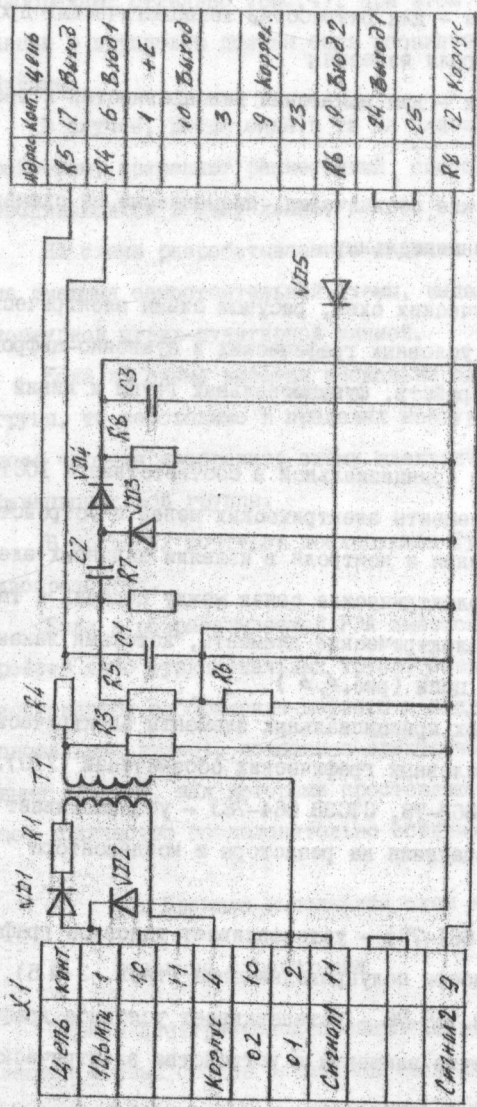
На схеме электрической принципиальной в соответствии с ГОСТ 2.702-75 изображают все элементы электрических цепей и устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все электрические связи между цепями, а также разъемы, клеммы и другие электрические элементы, которыми заканчиваются входные и выходные цепи (рис. 4, 5).

На схемах электрических принципиальных элементы электрических цепей изображают в виде условных графических обозначений (УГО).

ГОСТ 2.728-74 (СТСЭВ 863-78, СТСЭВ 864-78) – устанавливает условные графические обозначения на резисторы и конденсаторы (табл. 2).

ГОСТ 2.703-73 (СТСЭВ 661-77) – устанавливает условное графическое обозначение на приборы полупроводниковые (табл. 3 + 5).

ГОСТ 2.727-68 ; ГОСТ 2.756-76 – устанавливает условное графическое обозначение на прочие элементы и устройства электрических цепей (табл. 6, 7).



Измеритель
 Схема электрическая
 Принципиальная

Рис. 5

ГОСТ 2.755-74 — устанавливает условные графические обозначения на коммутационные устройства и контактные соединения (табл. 8).

Условные графические обозначения содержатся также в стандартах СЭВ — СТ СЭВ 741-74 Обозначения условные графические в электрических схемах. Обозначения общего применения.

Условные графические обозначения изображают на схеме в размерах, установленных в соответствующих стандартах. Если размеры элементов в стандартах не установлены, то элементы должны изображаться на схемах в размерах, в которых они изображены в соответствующих стандартах.

Положение элементов на схемах должно соответствовать их положению в соответствующих стандартах. При необходимости условные графические обозначения можно изображать зеркально или поворачивать на углы, кратные 90° .

Линии связи и условные графические обозначения элементов рекомендуется выполнять толщиной 0,2 — 0,4 мм. Расстояние между параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм.

5.3. Организация рисунка схемы

Графические изображения и соединяющие их линии следует располагать на поле схемы таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей (взаимосвязанные электрические цепи должны располагаться таким образом, чтобы прохождение сигнала по этим цепям осуществлялось, как правило, в направлении слева — направо).

Линии должны быть показаны, как правило, полностью. Допускается обрывать линии связи удаленных друг от друга элементов, если графическое изображение связей затрудняет чтение схемы (например, цепи питания). Возле обрывов линий необходимо проставлять обозначение мест подключения.

На изделие допускается выполнять схему на нескольких листах. Линии связи, которые должны переходить с одного листа на другой, обрывают за пределами изображения схемы.

Около места обрыва указывают обозначение, присвоенное этой линии (номер цепи) и в скобках номер листа, на котором показывают продолжение линии.

5.4. Совмещенный и разнесенный способы изображения элементов схем.

Элементы и устройства на схемах изображают совмещенным или разнесенным способом.

При совмещенном способе составные части элементов или устройств изображают на схеме в непосредственной близости друг к другу (рис. 6).

При разнесенном способе составные части элементов и устройств изображают на схеме в разных местах, чтобы были выделены функциональные группы или более наглядно изображены отдельные электрические цепи. В этом случае к порядковому номеру элемента добавляют условный номер изображения его части. Порядковый и условный номера разделяют точкой.

При построении электрических схем разнесенным способом условные графические обозначения элементов или их составных частей, входящих в одну цепь, изображают последовательно друг за другом по прямой, а отдельные цепи — друг под другом, образуя таким образом параллельные горизонтальные и вертикальные строки, вследствие чего этот метод назван строчным (рис. 7).

5.5. Многолинейное и однолинейное изображения схем

Схемы выполняются в многолинейном и однолинейном изображении. При многолинейном изображении каждую цепь изображают отдельной линией, элементы в этих цепях — отдельными условными графическими

обозначениями (рис. 8).

При однолинейном изображении цепи, выполняющие идентичные функции, изображают одной линией, а одинаковые элементы этих цепей — одним условным графическим обозначением (рис. 8).

При однолинейном изображении около одного условного графического обозначения, заменяющего несколько условных графических обозначений одинаковых элементов, указывают позиционные обозначения всех этих элементов.

5.6. Позиционные обозначения элементов

Позиционное обозначение — это условное буквенно-цифровое обозначение, присвоенное каждому элементу, входящему в состав изделия.

Как правило, позиционное обозначение должно состоять из двух частей, записываемых без разделительных знаков и пробелов.

I часть — буквенный код элемента, определяющий его вид, — одна или несколько букв латинского алфавита, например, R — резистор, C — конденсатор, V — полупроводниковый элемент, S — устройство коммутационное.

II часть — порядковый номер элемента, в пределах элементов данного вида (одна или несколько арабских цифр).

Буквенные коды элементов, определяющих их вид, приведены в табл. 9

Порядковый номер элементам схемы присваивают в соответствии с последовательностью их расположения сверху вниз, слева направо. Буквы и цифры позиционного обозначения выполняют чертёжным шрифтом одного размера, например, R 1, R 2 и т.д. Надписи должны быть расположены сверху или справа от условных графических обозначений элементов.

Изложенный порядок присвоения позиционных обозначений изменяется, если схемы выполняются со следующими упрощениями:

— при наличии в изделии нескольких одинаковых элементов, соеди-

Условные графические обозначения на резисторы и конденсаторы
по ГОСТ 2.728-74 (СТ СЭВ 803-78, СТ СЭВ 864-78)





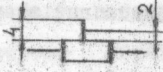
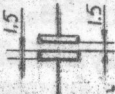
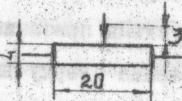



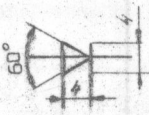
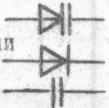


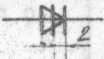


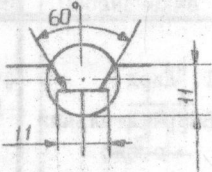
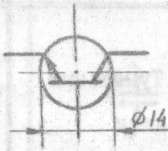
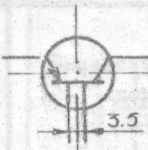


Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
1. Резистор постоянный		6. Конденсатор постоянной ёмкости	
2. Резистор переменный		7. Конденсатор электролитический полярный	
3. Резистор подстроечный		8. Конденсатор электролитический неполярный	
4. Потенциометр функциональный		9. Конденсатор переменной ёмкости	
5. Потенциометр функциональный кольцевой замкнутый		10. Конденсатор подстроечный	

Таблица 3

Условные графические обозначения полупроводниковых диодов
по ГОСТ 2.730-73 (СТ СЭВ 661-88)

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
1. Диод Выпрямительный столб		6. Варикап (диод емкостной)	или 
2. Тунельный диод		7. Двухнаправ- ленный диод	
3. Тунельный диод - обращенный		8. Диодный тиристор	
4. Стабилитрон односторонний		9. Триодный тиристор с управлением по аноду	
5. Стабилитрон двусторонний		10. Триодный тиристор с управлением по катоду	или 

Условные графические обозначения транзисторов
по ГОСТ 2.730-73 (СТ СЭВ 661-86)

Наименование	Обозначение
1. Транзистор типа р-п-р	
2. Транзистор типа п-р-п	
3. Транзистор типа р-п-р с двумя базовыми выводами	
4. Полевой транзистор с каналом р - типа	
5. Полевой транзистор с каналом п - типа	

Примечание. При выполнении схем допускается корпус транзистора не обозначать, размеры по ГОСТ 2.730-73. Приложение 2, изм. 3.

Условные графические обозначения фоточувствительных и излучающих полупроводниковых приборов
по ГОСТ 2.730-73 (СТ СЭВ 661-88)

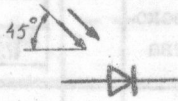
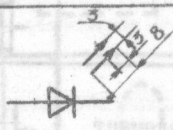
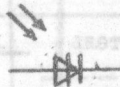


Наименование	Обозначение
1. Фотодиод	
2. Светодиод	
3. Дiodный фототиристор	
4. Фототранзистор типа p - n - p	
5. Фоторезистор	




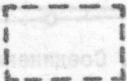
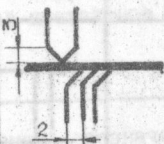
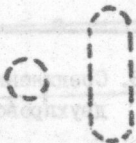
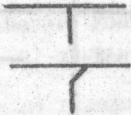
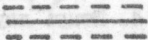
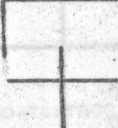

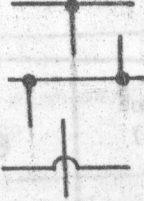



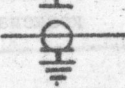
Таблица 6

Прочие условные графические обозначения по ГОСТ 2.756-76

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Катушка электро-механического устройства		Катушка индуктивности	
Электромагнит		Соединение с корпусом	
Пьезоэлемент		Заземление	
Предохранитель		Микрофон	
Телефон		Линия коаксиальная	
Антенна		Прибор измерительный	
Лампа накаливания		Баллон электровакуумный	

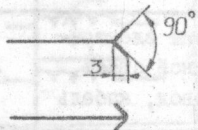

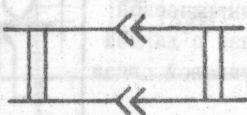
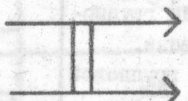
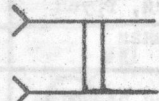
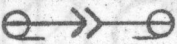
Таблица 7

Условные графические обозначения на провода, кабели, шины
по ГОСТ 2.751-73

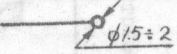


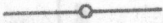



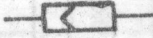

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Линия электрической связи, провод, кабель		Линия экранирования	
Линия групповой связи		Экранирование группы элементов	
Графическое слияние линий электрической связи с линией групповой связи		Экранирование группы линий связи	
Разветвление. Слияние групповой связи. Излом групповой связи.		Линия электрической связи экранированная	
Пересечение линий, групп связи		Заземление	
Линия электрической связи с ответвлениями: одним; двумя.		Корпус	
		Кабель коаксиальный Экран соедин. с корпусом	
		Экран заземлен	
			

Условные графические обозначения контактных соединений

по ГОСТ 2.755-74

Наименование	Обозначение
1. Контакт разъёмного контактного соединения: а) гнездо б) штырь	
2. Соединение контактное разъёмное однопроводное	
3. Соединение контактное разъёмное двухпроводное (многопроводное)	
4. Штырь двухпроводного (многопроводного) контактного разъёмного соединения	
5. Гнездо двухпроводного (многопроводного) контактного разъёмного соединения	
6. Соединение контактное разъёмное коаксиальное (высокочастотное)	

Условные графические обозначения контактных соединений
по ГОСТ 2.755-74

Наименование	Обозначение
1. Контакт разборного контактного соединения	 
2. Контакт неразборного контактного соединения	
3. Разборное контактное соединение	
4. Неразборное контактное соединение	
Допускаемое обозначение :	
1. Контакт разъёмного контактного соединения а) штырь	
б) гнездо	
2. Соединение контактное разъёмное однопроводное	
3. Соединение контактное разъёмное коаксиальное	

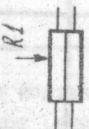
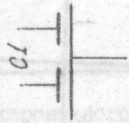
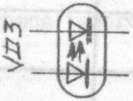

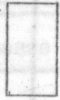
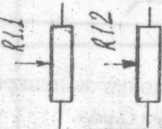
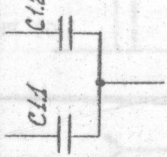
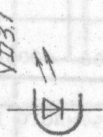
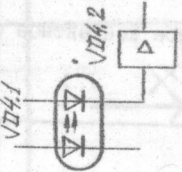
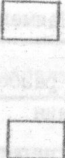
Вид УГО	Потенциометр двухосмотровый	Конденсатор с тремя выво- дами	Диодный оптрон	Диодный оптрон с усилителем	Устройство
Совмещенный	 <p>R1</p>	 <p>C1</p>	 <p>VD3</p>	 <p>VD4</p>	 <p>A2</p>
Разнесённый	 <p>R1.1 R1.2</p>	 <p>C1.1 C1.2</p>	 <p>VD3.1</p>	 <p>VD4.1 VD4.2</p>	 <p>A2.1 A2.2</p>

Рис. 6

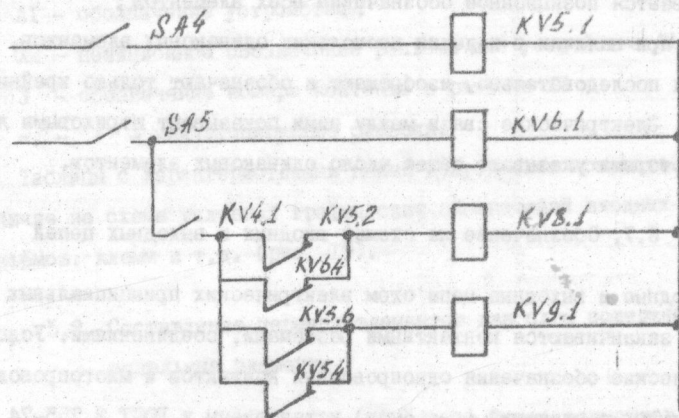


Рис. 7

<p>Многолинейное изображение схемы</p>		
<p>Однолинейное изображение схемы</p>		

Рис. 8

нённых параллельно, тогда изображают одну ветвь, указав число ветвей при помощи обозначения ответвлений. Около УГО такого ответвления указывается позиционное обозначение всех элементов;

– при наличии в изделии нескольких одинаковых элементов, соединённых последовательно, изображают и обозначают только крайние элементы. Электрические связи между ними показывают штриховыми линиями над которыми указывают общее число одинаковых элементов.

5.7. Обозначение на схемах входных и выходных цепей

Входные и выходные цепи схем электрических принципиальных чаще всего заканчиваются контактными разъёмами, соединениями. Условные графические обозначения однопроводных контактов и многопроводных контактных соединений (разъёмов) установлены в ГОСТ 2.755-74 и приведены в табл. 8.

Если входные и выходные цепи заканчиваются разборными контактными соединениями (клеммами, колодками) или неразборными (паяными контактами), то они обозначаются на схемах, как показано в табл.8.

Характеристики входных и выходных цепей изделия, а также адреса внешних соединений рекомендуется указывать на схемах электрических принципиальных, записывая их в таблицы, помещаемые взамен условных графических обозначений разъёмных, разборных и неразборных соединений.

Если таблица заменяет условное графическое обозначение разъёма или разборного соединения (клеммы), то ей присваивают позиционное обозначение элемента, взамен которого она помещена (рис.9).

В таблице взамен слова "Конт" допускается помещать условное графическое обозначение контакта разъёма. В графе "Цепь" записывают характеристики входных и выходных цепей. В графе "Адрес" записывают адреса внешних соединений.

Для примера рассмотрим запись : - А1-Х2:3 (рис. 9 строка 1)

А1 - обозначение устройства ;

Х2 - позиционное обозначение разъема для устройства А1 ;

3 - обозначение номера контакта в разъеме Х2 ;

-, -, : - квалифицирующие символы.

Таблицы с характеристиками цепей допускается помещать также при наличии на схеме условных графических обозначений входных и выходных разъемов, клемм и т.д. (рис. 10).

5.8. Составление перечня элементов для схем содержащих отдельные элементы

Данные об элементах записываются в перечень элементов, при этом связь перечня с условными графическими обозначениями осуществляется с учетом позиционных обозначений элементов.

Перечень элементов оформляется в виде таблицы и выполняется на первом листе схемы или в виде самостоятельного документа (рис. 11).

Основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют по формам 2 и 2а основной надписи для текстовых документов, по ГОСТ 2.104-68 (СТ СЭВ 140-74, СТ СЭВ 365-76).

В графах перечня указываются следующие данные :

в графе "Поз. обозначение" - позиционное обозначение элемента ;

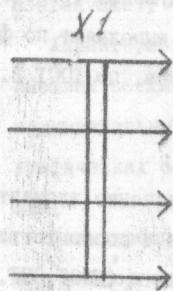
в графе "Наименование" - наименование элемента в соответствии с документом на элемент и обозначение этого документа (ГОСТ, ОСТ, ТУ) ;

в графе "Кол" - указывается количество элементов ;

в графе "Примечание" - при необходимости указываются дополнительные технические данные элемента.

КОИТ.	У.Р.Н.Б	Агрег
1	$\Delta f = 0,3 \dots 3 \text{ КГц}$; $R_H = 100 \text{ Ом}$	$= A1 - X1:3$
2	$U_{\text{ВНХ}} = 0,5 \text{ В}$; $R_H = 600 \text{ Ом}$	$= A1 - X1:2$
3	$U_{\text{ВНХ}} = +6 \text{ В}$; $R_H = 500 \text{ Ом}$	$= A1 - X1:3$
4	$U_{\text{ВНХ}} = +20 \text{ В}$; $R_H = 1 \text{ кОм}$	$= A1 - X1:4$

Рис. 9



КОИТ.	У.Р.Н.Б	Агрег
1	$+60 \text{ В}$; $R_H = 100 \text{ Ом}$	$= A1 - X1:6$
2	$0,5 \text{ В}$; $R_H = 500 \text{ Ом}$	$= A1 - X1:9$
3	$\Delta f = 0,3 \dots 3 \text{ КГц}$	$= A1 - X1:3$
4	$+20 \text{ В}$; $R_H = 1 \text{ кОм}$	$= A1 - X1:1$

Рис. 10

Перечень элементов схемы электрической принципиальной

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Усилитель НЧР5.032.001	1	
C1	Конденсатор К50-6-25-106 И ОЖО.463.031 ТУ	1	
C2	Конденсатор КТ-И-М75-200нф $\pm 10\%$ ГОСТ 7159-73	1	
<u>Резисторы</u>			
P 1	СП5-14-4,7Ком $\pm 10\%$ ОЖО.468.500ТУ	1	
P 2	СП5-14-33Ком $\pm 10\%$ ОЖО.468.500 ТУ	1	
<u>Полупроводниковые приборы</u>			
	Диод полупроводниковый Д 223 Б ГОСТ 14343-70	2	
	Стабилитрон Д 814Д ГОСТ 14913-69	1	
	Стабилитрон Д 814Е ГОСТ 14126-71	1	
	Вилка МРН 14-1 0ЮО.363.004 ТУ	1	

Измеритель
Перечень элементов

Элементы в перечне записываются группами в алфавитном порядке буквенно-цифровых позиционных обозначений, приведенных в табл. 9.

В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают в порядке возрастания порядковых номеров.

Элементы одного типа с одинаковыми электрическими параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера допускается записывать в перечень в одну строку согласно ГОСТ 2302-76. В этом случае в графу "Поз. обозначение" вписывают только позиционные обозначения с наибольшим и наименьшим порядковыми номерами, например: R 2 ... R 6, а в графе "Кол." - общее количество таких элементов.

При изображении на схеме элементов, параметры которых подбираются при регулировке, около позиционных обозначений этих элементов на схеме и в перечне элементов проставляют знаки * (например: С1,* а на поле схемы помещают запись "Подбирают при регулировке").

5.9. Система условных обозначений некоторых элементов

5.9.1. Условные обозначения резисторов

Условные обозначения элементов электрических схем обычно представляют собой сокращение терминов, определяющих функциональное назначение этих элементов, их конструктивные, технологические и эксплуатационные признаки.

Так, например, резисторы имеют следующую систему обозначений.

Буквы: С - резисторы постоянные; СП - резисторы переменные.

Цифры, стоящие после букв, обозначают разновидность резистора в зависимости от материала резистивного слоя: 1 - непроволочные тонкослойные углеродистые и бороуглеродистые; 2 - непроволочные тонкослойные металлодиэлектрические и металлоокисные; 3, 4 - непроволочные композиционные плёночные и объёмные; 5 - проволочные; 6 - не-

Условные буквенные обозначения элементов
по ГОСТ 2.710-81 (СТ СЭВ 2182-80)

Букв. обозн.	Группы видов элементов	Примеры	Двухбук. обознач.
1	2	3	4
А	Устройство	Общее назначение	-
В	Преобразователи неэлектрических величин в электрические (кроме генераторов, источников питания)	Громкоговорители	ВА
		Магнитострикционный элемент	ВВ
		Детектор ионизирующих излучений	ВД
		Телефон	ВЕ
		Сельсин-приёмник	ВЗ
		Сельсин-датчик	ВК
		Термопара, тепловой датчик	ВМ
		Микрофон	ВН
		Датчик давления	ВР
		Пьезоэлемент	ВQ
Датчик частоты вращения	ВР		
Звукосниматель	ВS		
С	Конденсаторы	Общее назначение	-

1	2	3	4
D	Логические элементы, микросхемы	Устройство хранения информации	DS
		Устройства задержки	DT
E	Элементы разные	Лампа осветительная	EL
		Нагревательный элемент	EK
F	Разрядники, предохранители, устройства защиты	Дискретный элемент защиты по току мгновенного действия	FA
		Предохранитель плавкий	FV
		Дискретный элемент защиты по напряжению, разрядник	FV
G	Генераторы, источники питания	Батарея	GB
H	Устройства индикации и сигнализации	Прибор звуковой сигнализации	HA
		Индикатор символьный и на жидких кристаллах	HB
		Прибор световой сигнализации	HL

4	2	3	4
K	Реле, контакторы пускатели	Реле токовое	KA
		Реле указательные	KH
		Контактор, пускатель	KK
		Контактор, магнитный пускатель	KM
		Реле времени	KT
		Реле напряжения	KV
L	Катушка индуктивности, дроссель	Дросель люминисцентного освещения	LL
M	Двигатели	Общего назначения	-
P	Приборы измерительные, измерительное оборудование	Амперметр	PA
		Счётчик импульсов	PC
		Частотомер	PF
		Счётчик активной энергии	PJ
		Счётчик реактивной энергии	PK
		Омметр	PR
		Часн, измеритель времени	PT
		Вольтметр	PV
Ваттметр	PW		

1	2	3	4	
Q	Выключатели и разъединители в силовых цепях	Выключатель автоматический	QF	
		Разъединитель	QS	
R	Резисторы	Терморезистор	RK	
		Потенциометр	RP	
		Шунт измерительный	RS	
		Варистор	RV	
S	Устройства коммутационные в цепях управления, сигнализации и в измерительных схемах	Выключатель или переключат.	SA	
		Выключатель кнопочный	SB	
		Выключатель автоматический	SF	
		Выключатели срабатывающие от различных воздействий :	от уровня	SL
			от давления	SP
от температуры	SK			
T	Трансформаторы, автотрансформаторы	Трансформаторы тока	TA	
		Электромагнитный стабилизатор	TS	
		Трансформатор напряжения	TV	

Продолжение табл. 9

1	2	3	4
У	Устройства связи, преобразователи электрических величин в электрические	Модулятор	УВ
		Демодулятор	УУ
		Дискриманатор	УТ
		Преобразователь частотный, инвертор	УЗ
V	Приборы электровакуумные; Приборы полупроводниковые.	Диод, стабилитрон	VП
		Приборы электровакуумные	VL
		Транзистор	VT
W	Антенны Линии и элементы СВЧ	Антенна	WA
X	Соединения контактные	Токосъёмник, контакт скользящий	XA
		Штырь	XP
		Гнездо	XS
		Соединение разборное	XT
Y	Устройства механические с электромагнитным приводом	Электромагнит	YA
		Тормоз с электромагнитным приводом	YB
		Муфта с электромагнитным приводом	YC
Z	Устройства оконечные, фильтры, ограничители	Общего назначения	-

проволочные тонкослойные металлизированные. После первой цифры через дефис ставится вторая цифра (или цифры), обозначающая регистрационный номер типа резистора.

Полное условное обозначение резисторов, используемое при разработке конструкторской документации и при заказе комплектующих изделий, должно иметь следующий вид:

С I - 4 - 0,125 - I,1 Мом $\pm 5\%$ -A-25 -B ГОСТ 25 350-82

Сокращённое
обозначение

Мощность рассеяния

Номинальное сопротивление

Допустимое отклонение

Обозначение группы по уровню шумов

Обозначение по группе ТКС

Всеклиматическое исполнение

Обозначение документа на поставку

5.9.2. Условные обозначения конденсаторов

Конденсаторы подразделяются на следующие группы:

- по характеру изменения ёмкости - постоянные: переменные и подстроечные;
- по виду диэлектрика - с органическим, неорганическим, газообразным, оксидным диэлектриком;
- по конструктивному исполнению в зависимости от внешних воздействий - незащищенные, защищенные: уплотненные, герметизированные;
- в зависимости от способа монтажа - для навесного, для печатного, для микросхем и микромодулей.

Условное графическое обозначение конденсаторов бывает сокращённым и полным. Система сокращённых обозначений конденсаторов состоит

из следующих букв и цифр:

- первый элемент - буква или сочетание букв, обозначающих подкласс конденсатора: К - постоянной емкости; КИ - переменной емкости; КТ - подстроечные;

- второй элемент - цифры обозначают группу конденсатора. В зависимости от материала диэлектрика конденсаторы постоянной ёмкости подразделяются на следующие группы:

- керамические на номинальное напряжение ниже 1600 В	10
- керамические на номинальное напряжение выше 1600 В	15
- стеклянные	21
- стеклокерамические	22
- тонкоплёночные с неорганическим диэлектриком	26
- слюдяные малой мощности	31
- слюдяные большой мощности	32
- бумажные на номинальное напряжение ниже 2 кВ	40
- бумажные на номинальное напряжение выше 2 кВ	41
- бумажные металлизированные	42
- оксидно-электролитические алюминиевые	50
- оксидно-электролитические танталовые, ниобиевые и др.	51
- объёмно-пористые	52
- оксидно-полупроводниковые	53
- с воздушным диэлектриком	60
- вакуумные	61
- полистирольные	71 (70)
- фторластовые	72
- лакоплёночные	76
- полипропиленовые	78

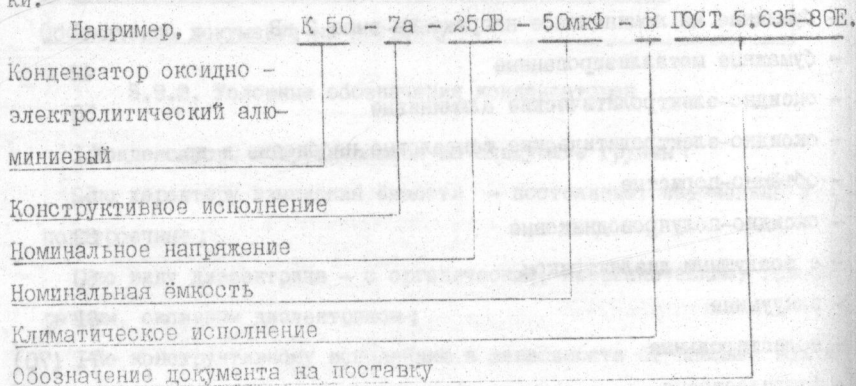
Подстроечные и конденсаторы переменной ёмкости:

- вакуумные,

- с воздушным диэлектриком,
- с газообразным диэлектриком,
- с твердым диэлектриком.

Третий элемент - цифры обозначают регистрационный номер типа конденсатора. В состав обозначения могут входить также буквы.

Параметры и характеристики, входящие в полное условное обозначение, указывают в следующей последовательности: подкласс конденсатора, группу конденсатора по виду материала диэлектрика, регистрационный номер тип конденсатора и конструктивное исполнение, номинальное напряжение, номинальная ёмкость, допустимое отклонение ёмкости, группа и класс по температурной стабильности ёмкости, номинальная реактивная мощность (указывается для небольшой группы специализированных конденсаторов), другие дополнительные характеристики.



5.9.3. Система условных обозначений транзисторов

Система обозначений современных типов транзисторов базируется на ряде классификационных признаков и включает следующее:

Первый элемент (буква или цифра) обозначает исходный полупроводниковый материал, на основе которого изготовлен транзистор:

Г или 1 — для германия или его соединений ;

К или 2 — для кремния или его соединений ;

А или 3 — для соединений галлия ;

И или 4 — для соединений индия.

Второй элемент обозначения — буква, определяющая подкласс (или группу) транзистора.

Для обозначения подклассов используется одна из двух букв :

Т — для биполярных и П — для полевых транзисторов.

Третий элемент — цифра, определяющая основные функциональные возможности транзистора (граничную частоту и допустимое значение рассеиваемой мощности), см. табл. 10.

Таблица 10

Транзистор	Обозначение
Малой мощности (до 0,3Вт) с граничной частотой	
коэффициента передачи тока :	
до 3 МГц	1
3 ... 30 МГц	2
более 30 МГц (высокочастотные)	3
Средней мощности (0,3 ... 1,5 Вт)	
до 3 МГц	4
3 ... 30 МГц	5
более 30 МГц	6
Большой мощности (более 1,5 Вт)	
до 3 МГц	7
3 ... 30 МГц	8
более 30 МГц	9

Четвертый элемент — число, обозначающее порядковый номер разработки технологического типа транзистора. Для обозначения используют двухзначные числа от 01 до 99.

Пятый элемент — буква, условно определяющая классификацию по параметрам транзисторов, изготовленных по единой технологии.

Стандарт предусматривает также введение в обозначение ряда дополнительных знаков при необходимости отметить отдельные существенные конструктивно-технологические особенности приборов.

В качестве дополнительных элементов обозначения используют следующие символы:

- цифры от 1 до 9 — для обозначения модернизаций транзистора, приводящих к изменению его конструкции или электрических параметров;
- буква С — для обозначения наборов в общем корпусе однотипных транзисторов (транзисторные сборки);
- цифра, записанная через дефис — для обозначения бескорпусных транзисторов.

Примеры обозначения некоторых транзисторов:

КТ 603А — кремниевый биполярный общего применения, средней мощности, высокочастотный, номер разработки 03, группа А;

2Т 920Б — кремниевый биполярный, большой мощности, сверхвысокочастотный, номер разработки 20, группа Б;

2 ПС 202-А-2 набор маломощных кремниевых полевых транзисторов средней частоты, номер разработки 02, группа А, бескорпусный, с тремя выводами на кристаллодержателе — 2.

Примечание. В настоящее время введено новое семиэлементное обозначение транзисторов, отличающееся от существующего трехзначным номером разработки.

Например, обозначение транзистора типа КП 7235Г расшифровывается так: кремниевый полевой транзистор с частотой до 3 МГц, рассе —

иваемой мощностью более 1,5Вт, предназначен для аппаратуры широкого применения, номер разработки 235, группа Г.

5.9.4. Условные обозначения диодов

Система обозначений полупроводниковых диодов, тиристоров и оптоэлектронных приборов базируется на ряде классификационных признаков этих приборов и включает следующее.

Первый элемент (буква — для приборов широкого применения, цифра — для приборов специального назначения) обозначает исходный полупроводниковый материал, на основе которого изготовлен прибор (см. п.5.9.3).

Второй элемент обозначения — буква, определяет подкласс прибора.

Третий элемент обозначения — цифра (или буква для оптронов), определяет функциональные возможности прибора (параметры, назначение и т.д.).

Четвёртый, пятый, шестой элементы обозначают порядковый номер разработки.

Седьмой элемент обозначения — буква, условно определяет классификацию по параметрам прибора, изготовленного по единой технологии.

Для обозначения подклассов приборов используется одна из следующих букв (второй элемент обозначения):

Д — для диодов выпрямительных, импульсных, магнитодиодов, термодиодов;

И — выпрямительных столбов и блоков;

В — варикапов;

И — тунельных диодов;

А — сверхвысокочастотных диодов;

С — стабилитронов;

Г — генераторов шума;

Л — излучающих оптоэлектронных приборов;

- О - оптопар;
- У - триодных тиристоров.

Для обозначения наиболее характерного признака прибора используются символы (третий элемент), характеризующие различные подклассы приборов.

Сверхвысокочастотные диоды (подкласс А):

- 1 - смесительные диоды;
- 2 - детекторные диоды;
- 3 - усилительные диоды;
- 4 - параметрические диоды;
- 5 - переключающие и ограничительные диоды;
- 6 - умножительные и настроечные диоды;
- 7 - генераторные диоды;
- 8 - для прочих СВЧ диодов.

Варикапы (подкласс В):

- 1 - подстроечные варикапы;
- 2 - умножительные варикапы.

Диоды (подкласс Д):

- 1 - выпрямительные диоды с постоянным или средним значением прямого тока не более 0,3 А;
- 2 - выпрямительные диоды с постоянным или средним значением прямого тока от 0,3 до 10 А;
- 3 - магнитодиоды и термодиоды;
- 4 - импульсные диоды с временем восстановления обратного сопротивления более 500 нс ;
- 5 - импульсные диоды с временем восстановления от 150 до 500 нс;
- 6 - импульсные диоды с временем восстановления от 30 до 150 нс;
- 7 - импульсные диоды с временем восстановления от 5 до 30 нс;
- 8 - импульсные диоды с временем восстановления от 1 до 5 нс;

9 - импульсные диоды с временем восстановления до I нс.

Излучающие оптоэлектронные приборы (подкласс Л) :

I - излучающие диоды инфракрасного диапазона ;

2 - излучающие модули инфракрасного диапазона.

Приборы визуального представления информации :

3 - светоизлучающие диоды ;

4 - знаковые индикаторы ;

5 - для знаковых табло ;

6 - для шкал ;

7 - для экранов.

Стабилитроны (подкласс С) :

I - стабилитроны мощностью до 0,3 Вт и номинальным напряжением стабилизации до 10 В ;

2 - стабилитроны мощностью до 0,3 Вт и номинальным напряжением стабилизации от 10 В до 100 В ;

3 - стабилитроны мощностью до 0,3 Вт и номинальным напряжением стабилизации более 100 В ;

4 - стабилитроны мощностью от 0,3 Вт до 5 Вт с номинальным напряжением стабилизации менее 10 В ;

5 - стабилитроны мощностью от 0,3 Вт до 5 Вт с номинальным напряжением стабилизации от 10 В до 100 В.

В качестве дополнительных элементов обозначения используются следующие символы :

буква С после второго элемента обозначает набор однотипных приборов (сборка) в общем корпусе ;

цифра (от I до 6), написанная через дефис после седьмого элемента обозначения, характеризует бескорпусные приборы ;

Буква Р после последнего элемента обозначения - для диодов с парным подбором.

пример обозначения некоторых приборов.

КД 2С2Г – кремниевый выпрямительный диод, предназначенный для работы со средним значением прямого тока от 0,3А до 10А, номер разработки 02, группа Г.

ЗПС 523Г – набор (сборка) кремниевых импульсных диодов, предназначенных для устройств специального назначения, с временем восстановления обратного сопротивления от 150нс до 500нс, номер разработки 23, группа Г.

КС 147А – кремниевый стабилитрон мощностью рассеивания до 0,3Вт с номинальным напряжением стабилизации до 10В, номер разработки 47, группа А.

5.9.5. Условные обозначения интегральных схем.

В соответствии с ГОСТ 18 682-73 интегральные микросхемы (ИМС) подразделяются на 3 группы, которым присвоены следующие обозначения:

1 ; 5 ; 7 – полупроводниковые ИМС ;

2 ; 4 ; 6 ; 8 – гибридные ИМС ;

3 – прочие интегральные микросхемы (пленочные, вакуумные, керамические и т.п.).

первый элемент – цифра, указывающая конструктивно-технологическое исполнение микросхем (полупроводниковая, гибридная, пленочная);

второй элемент – две цифры, обозначающие порядковый номер разработки серии микросхем (от 01 до 99) ;

третий элемент – две буквы, обозначающие функциональное назначение микросхемы.

Некоторые часто встречающиеся буквенные обозначения ИМС приведены в табл. II. Полный набор обозначений ИМС дан в ГОСТ 18 682-73.

четвертый элемент – порядковый номер разработки микросхем по функциональному признаку в данной серии.

Первые два элемента показывают обозначение серии ИМС. При необходимости разделения микросхем по назначению некоторых электрических параметров в качестве пятого элемента обозначения применяются буквы (от А до Я) или маркировка цветными точками, которые устанавливаются в технической документации на конкретные схемы.

Для ИМС широкого применения в начале обозначения проставляется буква К (она же входит и в обозначение серии).

Таблица II

Функции, выполняемые ИМС	Буквенное обозначение по ГОСТ 18682-73
Генераторы :	
гармонических сигналов ;	ГС
сигналов прямоугольной формы ;	ГГ
сигналов специальной формы.	ГФ
Детекторы :	
амплитудные ;	ДА
частотные ;	ДС
фазовые	ДФ
Модуляторы :	
амплитудные	МА
частотные	МС
фазовые	МФ
Преобразователи :	
частоты	ПС
фазы	ПФ
напряжения	ПН
Вторичные источники питания :	
выпрямители	ЕВ

Функции, выполняемые ИМС	Буквенное обозначение по ГОСТ 18 682-73
стабилизаторы напряжения	БН
стабилизаторы тока	ЕТ
Схемы селекции и сравнения :	
амплитудные	СА
временные	СВ
частотные	СС
Усилители :	
высокой частоты	УВ
промежуточной частоты	УР
низкой частоты	УН
импульсных сигналов	УИ
постоянного тока	УТ
операционные и дифференциальные	УД
Фильтры :	
верхних частот	ФВ
нижних частот	ФН
полосовые	ФЕ
Формирователи :	
импульсные прямоугольной формы	АГ
специальной формы	АФ
Многофункциональные ИМС :	
аналоговые	ХА
цифровые	ХЛ
комбинированные	ХК

продолжение табл. II

Функции, выполняемые ИМС	Буквенное обозначение по ГОСТ 18 682-73
Микросборки, наборы элементов диодов	ИД
транзисторов	ИТ
резисторов	ИР
конденсаторов	ИЕ

Пример записи микросхем в графу "Наименование" перечня элементов имеет вид:

"Микросхема" К 155 ЛАЗ КО.348.009 ТУ". К — широкого применения; I — полупроводниковая микросхема; 55 — серия; ЛА — функциональное назначение (элемент И — ИЕ); 3 — номер разработки в серии по функциональному назначению; КО.348.009 ТУ — документ на поставку микросхемы.

"Микросхема К 118 УН2А ИЮ.348.009 ТУ". К — широкого применения; I — полупроводниковая микросхема; 18 — серия; УН — функциональное назначение (усилитель низкой частоты); 2 — номер разработки в серии по функциональному назначению; группа А; ИЮ.348.009 ТУ — документ на поставку.

Выводы различных типов микросхем имеют свою маркировку, изображаемую на электрической схеме. На поле схем структурных, функциональных и принципиальных электрических допускается приводить таблицы сигналов, в которых указывают информацию, необходимую для определения порядка прохождения сигнала в схеме РЭА. Форма таблицы сигналов произвольная, в которой указывается следующая обязательная информация: наименование или обозначение сигнала и (или) его порядковый номер; конструктивные обозначения контактов, через кото-

рый проходит сигнал. В таблицу могут быть также введены дополнительная информация.

5.9.6. Условные графические обозначения элементов цифровой техники.

Условное графическое обозначение элемента цифровой техники согласно ГОСТ 2.743-82 (СТ СЭВ 3735-82) может содержать основное и одно или два дополнительных прямоугольных поля расположенных по обе стороны от основного поля (рис. 12).

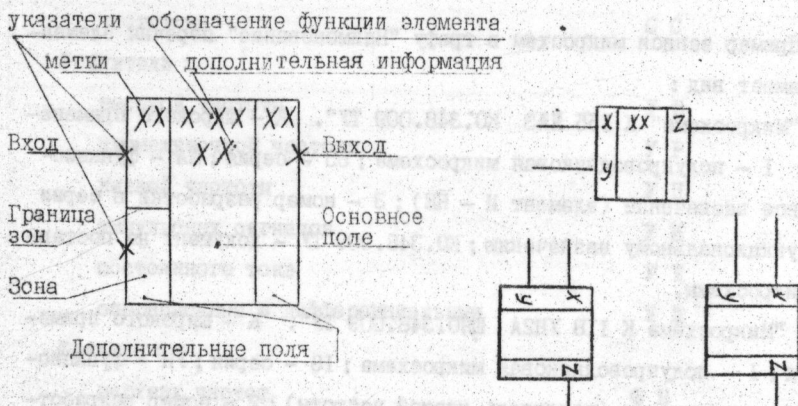


Рис. 12. Условное графическое обозначение элемента цифровой техники.

В основном поле условного графического обозначения элемента помещают следующую информацию :

в первой строке – символ функции, выполняемой элементом ;

во второй строке – наименование, тип или код элемента ;

в последующих строках – буквенно-цифровое обозначение или порядковый номер ; конструктивное расположение ; адресное обозначение элемента на листе и другую информацию.

В дополнительных полях помещают информацию о функциональных назначениях выводов (указатели, метки).

Метки обозначают функции выводов и состоят из латинского алфавита, арабских цифр и специальных знаков, записанных без пробелов, например А - адрес ; Д - данные ; R - установка в "логический 0" и др.

Указатели (специальные знаки) характеризуют свойства соединения линий выводов (статические, динамические, инверсные и т.д.)

Выводы элементов цифровой техники делятся на входы, выходы, двунаправленные выходы (служат как для ввода, так и для вывода информации) и выходы не несущие логической информации (например, для подключения питания, внешних P.C - цепей и т.д.). Входы изображают слева, выходы - справа, остальные выходы - с любой стороны.

При необходимости допускается поворачивать условное графическое обозначение на угол 90° по часовой стрелке и располагать входы сверху, а выходы - снизу (рис. 12).

Функциональное назначение элемента указывают, как было отмечено выше, в первой строке основного поля. Его составляют из прописных букв латинского алфавита, арабских цифр и специальных знаков, записываемых без пробелов (число знаков не ограничивается).

Обозначения основных функций приведены в табл. 12.

Таблица 12

Основные функции элементов цифровой техники

Функция	Обозначение	Функция	Обозначение
Вычислитель	CP	Перенос	CR
Центральный процессор	CPV	Прерывание	JNR
Процессор	P	Передача	TF
		Приём	RC

Функция	Обозначение	Функция	Обозначение
Секция процессора	<i>PS</i>	Ввод - вывод	<i>JO</i>
Память	<i>M</i>	Ввод-вывод последовательный	<i>JOS</i>
Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ):		Ввод-вывод параллельный	<i>JOP</i>
с произвольным доступом;	<i>RAM</i>	Арифметика	<i>A</i>
с последовательным доступом;	<i>SAM</i>	Суммирование	<i>SM</i> или Σ
стековое запоминающее устройство	<i>STM</i>	Умножение	<i>MPL</i>
Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ):	<i>ROM</i>	Деление	<i>DIV</i>
ПЗУ с возможностью программирования:		Вычитание	<i>SUB</i>
однократного;	<i>PROM</i>	Логика	<i>L</i>
многократного	<i>RPPROM</i>	Логическое И	$\&$ или <i>И</i>
Управление		Логическое ИЛИ	≥ 1 или <i>1</i>
Регистр:		Исключающее ИЛИ	$= 1$
общее обозначения;	<i>RG</i>	Задержка	\rightarrow <i>DJ</i>
со сдвигом слева направо или сверху вниз;	<i>RG →</i>	Генератор:	
со сдвигом справа налево или снизу вверх;	<i>RG ←</i>	общее обозначение	<i>G</i>
с реверсивным сдвигом	<i>RG ↔</i>	непрерывной последовательности импульсов	<i>GN</i>
Счётчик	<i>CT</i>	одиночного импульса	<i>GI</i>
Счётчик по основанию	<i>CTn</i>	синусоидальных сигналов	<i>GSIN</i>
Счётчик двоичный	<i>CT2</i>	Триггер:	
Счётчик десятичный	<i>CT10</i>	общее обозначение	<i>T</i>
		двухступенчатый	<i>TT</i>
		Шмитта (пороговый элемент)	<i>TH</i>

Продолжение табл. 12



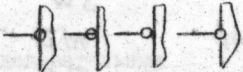
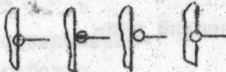
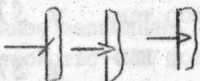
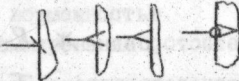


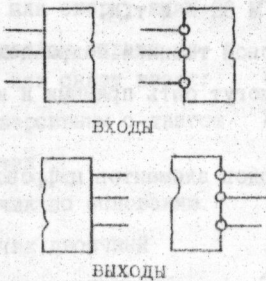
Функция	Обозначение	Функция	Обозначение
Дешифратор	ΠC	Формирователь :	
Шифратор	$C\Pi$	общее обозначение	F
Преобразователь	X/Y	логического 0	FLO
цифро-аналоговый	$\#/\Lambda$	логической 1	$FL1$
аналого-цифровой	$\Lambda/\#$	Усилитель	\triangleright или $>$
Мультиплексор	MUX	Ключ	SW
Демультимплексор	ΠMX	Модулятор	$M\Pi$
Мультиплексер-селектор	$M.S$	Демодулятор	ΠM
Селектор	$S4$	Нелогический элемент	*
Элемент монтажной логики	\diamond или \times	Стабилизатор тока	* STJ
монтажное ИЛИ	10 или \vee	Стабилизатор напряжения	* STV
монтажное И	$\&0$ или $\&\times$	Набор резисторов	* R
Набор диодов	* Π	Набор транзисторов	* T
Набор индикаторов	* H		

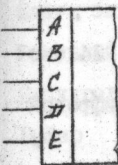
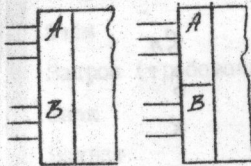
Допускается справа к обозначению функции добавлять технические характеристики элемента, например, оперативную память динамического типа (ей присвоена буква Π) можно обозначать $RAM\Pi$, оперативную память ёмкостью 32 Кбайт — $RAM 32 K$ и т.д.

Информационные выводы элементов цифровой техники подразделяют на статические и динамические, которые могут быть прямыми и инверсными.

Условное графическое обозначение выводов элементов цифровой техники приведены в табл. 13.

Условные графические обозначения указателей выводов элементов цифровой техники ГОСТ 2.743-82

Обозначение	Наименование
	прямой статический вход
	прямой статический выход
	инверсный статический вход
	инверсный статический выход
	прямой динамический вход
	инверсный динамический вход
	вывод, не несущий логической информации изображен слева
	вывод, не несущий логической информации изображен справа
 <p data-bbox="246 1145 312 1169">ВХОДЫ</p> <p data-bbox="246 1294 329 1317">ВЫХОДЫ</p>	<p data-bbox="474 1035 992 1332">графические обозначения логического элемента выполняют без дополнительных полей, когда все входы (выходы) логически равнозначны; функции выводов однозначно определяются функциями элемента, при этом расстояние между соседними линиями входов (выходов) должны быть одинаковыми.</p>

Обозначение	Наименование
	<p>Если входы (выходы) логически неравноценны, то в дополнительном поле напротив линии каждого входа (выхода) указывают метку, которая обозначает функциональное свойство или назначение соответствующего входа (выхода)</p>
	<p>Если элемент имеет несколько групп равноценных входов (выходов), метки указывают по отношению к группам (напротив линий первого входа (выхода) в каждой группе), при этом группы входов (выходов) разделяют интервалами или зонами</p>

Примечания : I. Размеры условного графического обозначения элемента определяются :

- а) по высоте - числом линий выводов, интервалов, строк информации в основном и дополнительных полях, размером шрифта ;
- б) по ширине - наличием дополнительных полей, числом знаков, помещаемых в одной строке основного и дополнительного полей, размером шрифта.

2. Расстояние между линиями выводов должны быть не менее и кратным 5 мм при выполнении вручную и не менее интервала между строками при выполнении автоматизированным способом.

Функциональное назначение выводов обозначают метками в дополнительных полях. Число знаков в метке не ограничивается. Обозначения основных меток выводов элементов цифровой техники, указывающие их функциональное назначения приведены в таблице I4.

Таблица I4

Обозначение основных меток выводов элементов цифровой техники

Наименование	Обозначение
Установка в состояние :	S_n
п	S
I	R
O	SR
исходное (сброс)	
Разрешение установки универсального	
JK - триггера в состояние	J
I	K
O	
Вход изменения содержимого элемента на n :	
увеличения	$+n$
уменьшения	$-n$
Вывод двунаправленный	\longleftrightarrow или $\langle \rangle$
Авария (ошибка)	ER
Адрес	A
Адресация по координатам X; Y	$X; Y$
Больше или равно	\geq
Меньше или равно	\leq
Равенство	$=$

Наименование	Обозначение
Байт ; бит	BY; BJT
Условный бит (" флажок")	FL
Блокировка (запрет)	IE
Буфер	BF
Готовность	RA
Данные	II
Запись (команда записи)	WR
Заём	BR
Запрос (требование)	RQ
Знак	ST
Захват	TR
Исполнение (конец)	END
Инструкция (команда)	JNS
Контроль	CH
Маркер	MR
Начало	BB
Ожидание	WJ
Ответ	AN
Перенос	CR
Распределение переноса	CRP
Генерация переноса	CRG
Переполнение	OF
Повтор	RP
Приоритет	PR
Продолжение	CN
Пуск	ST

Наименование	Обозначение
Позиция (например, микросхемы)	<i>PO</i>
Разрешение	<i>E</i>
Расширение	<i>EX</i>
Регенерация	<i>REF</i>
Режим	<i>MO</i>
Синхронизация	<i>SYN</i>
Состояние	<i>SA</i>
Считывание	<i>RD</i>
Строб	<i>C</i>
Условие	<i>CC</i>
Вектор	<i>VEC</i>
Инверсия	<i>JN</i>
Младший	<i>LSB</i>
Средний	
Старший	<i>MSB</i>
Ширина	<i>B</i>
Группа выводов, объединённых внутри элемента	<i>]</i>

Обозначения основных меток, указывающих функциональное назначение выводов элементов цифровой техники, не несущих логической информации приведены в таблице I5.

Обозначение основных меток, указывающих назначение выводов элементов цифровой техники, не несущих логической информации

Наименование	Обозначение
Коллектор	K
Эмиттер общего обозначение	E
Эмиттер <i>NPN</i>	$E \rightarrow$ или $E \triangleright$
Эмиттер <i>PNP</i>	$E \leftarrow$ или $E \triangleleft$
База	B
Вывод для подключения :	
ёмкости	C
индуктивности	L
резистора	R
Вывод питания от источника напряжения	V
Питание цифровой части элемента	V#
Питание аналоговой части элемента	V Π
Признак информационного питания	V Π
Общий вывод	OV
Вывод питания от источника тока	J

При обозначении выводов элементов цифровой техники открытые выходы элементов, т.е. выходы рассчитанные на повышенную нагрузку (к ним подсоединены коллекторы или эмиттеры, стоки или истоки транзисторов выходных каскадов) обозначают одним из специальных знаков ромбиком или кружком с четырьмя лучами (см. рис. 13).

Если вывод элемента соединён с коллектором транзистора *p-n-p* эмиттером транзистора *n-p-n*, стоком полевого транзистора с *p* - каналом или истоком прибора с *n* - каналом, ромбик помечают черточкой сверху, а кружок - уголком, обращённым к нему раскрытым

(рис. 13 в,е).

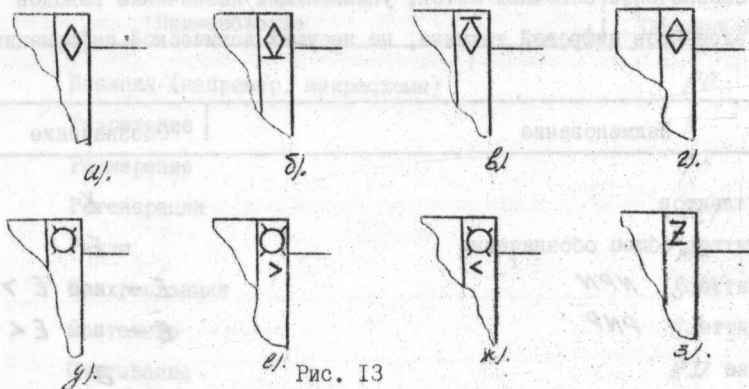


Рис. 13

Если же названные электроды принадлежат транзисторам противоположенной структуры или приборам с каналами противоположенного типа, чёрточку у ромбика помещают снизу, а вершину уголка направляют к кружку (рис. 13 б,ж).

Вывод элемента с так называемым состоянием высокого выходного сопротивления обозначают ромбиком с чёрточкой внутри или латинской буквой Z (рис. 13 г, з).

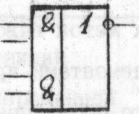
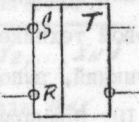
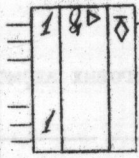
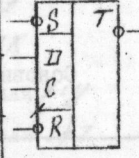
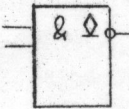
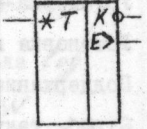
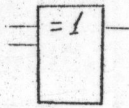
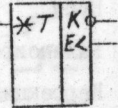
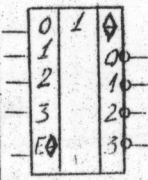

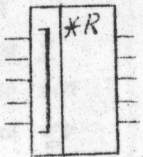
Примеры условного графического обозначения элементов цифровой техники приведены в таблице 16.

5.9.7. Условные графические обозначения элементов аналоговой техники

К элементам аналоговой техники относятся аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи, усилители (интегрирующие, дифференцирующие и т.п.), электронные ключи, коммутаторы и т.д.

Условные графические обозначения элементов аналоговой техники устанавливаются ГОСТ 2.743-82 и ГОСТ 2.759-82 (СТ СЭВ 3735-82 и СТ СЭВ 3336-81).

Условные графические обозначения элементов цифровой техники ГОСТ 2.743-82

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
И - ИЛИ - НЕ		<i>RS</i> - триггер с инверсными входами	
ИЛИ - И с открытым эмиттерным выходом (<i>NPN</i>)		<i>D</i> - триггер с установкой по инверсным входам <i>R</i> и <i>S</i> с динамическим входом <i>C</i> , реагирующим на изменение сигнала из состояния "0" в состояние "1"	
И - НЕ с открытым коллекторным выходом (<i>NPN</i>)		Наборы нелогических элементов: транзисторы структура <i>PNP</i>	
Двухходовый элемент, исключаящий ИЛИ		транзисторы структура <i>NPN</i>	
Элемент четырёхразрядный магистральный с состоянием высокого импеданса		диоды (прямая полярность)	
		резисторы (часть выводов объединены)	

Приняты обозначения : для аналоговых сигналов \surd или I, для цифровых сигналов # .

Обозначения указателей выводов и условных графических обозначений элементов аналоговой техники аналогичны обозначениям в цифровой технике. Обозначения основных меток выводов и основных функций, выполняемых аналоговыми элементами приведены в табл. 17 и 18. Примеры условного графического обозначения элементов аналоговой техники приведены в таблице 19.

Таблица 17

Основные метки выводов аналоговых элементов

Наименование	Обозначение
Начальное значение интегрирования	J
Установка начального значения	S
Установка в состояние "0"	R
Установка в исходное состояние	SR
Поддержание текущей величины сигнала	H
Строб, такт	C
Пуск	ST
Балансировка (коррекция "0")	NC
Коррекция частотная	FC
Общий вывод :	OV
для аналоговой части элемента	OV \wedge
для цифровой части элемента	OV#

Таблица 18

Основные функции, выполняемые аналоговыми элементами

Наименование	Обозначение
Общее обозначение функций	$F(X_1, X_2, \dots, X_n)$
Выбор максимальной переменной	MAX или <i>max</i>
Выбор минимальной переменной	MIN или <i>min</i>
Генерирование	G
Детектирование	DK
Деление	$X:Y$ или $x:y$
Деление частоты	:FR или :fz
Дифференцирование	π/dt или d/dt
Зона нечувствительности	—
Извлечение корня	$X^{1/2}$ или $X^{1/5}$ или \sqrt{x}
Интегрирование	INT или \int
Насыщение	\int
Логарифмирование	LOG или <i>log</i>
Переключение (общее обозначение):	SW
замыкание	SWM или — —
размыкание	SWB или —
переключение	SWT или — —
Показательная функция	X^Y или x^y или x^y
Пороговый элемент	TH или \square или σ
Преобразование	X/Y или x/y
Сравнение (компаратор)	=
Суммирование	SM или Σ
Тригонометрические функции, например синус	SIN или <i>sin</i>
Умножение	$X \cdot Y$ или $x \cdot y$
Умножение — деление	$X \cdot Y : Z$ или $x \cdot y : z$
Экспонента	EXP или <i>exp</i>

Таблица 19

Обозначения условные графические (элементы аналоговой техники)
ГОСТ 2.759-82 (СТ СЭВ 3336-81)

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
1. Усилитель. Общее обозначение до - весо- вые коэффициенты до - коэф- фициенты усиления		7. Функциональный преобразователь $X_1 \dots X_n$ - аргумент ($X_1 \dots X_n$) - функция выполняемая преоб- разователем	
2. Усилитель с коэффициентом уси- ления 10^4 с двумя выходами		8. Преобразователь сигналов Общее назначение	
3. Усилитель операционный		9. Преобразователь аналого-цифровой	
4. Усилитель суммирующий = $-10(0,1a + 0,2b + 0,3c + 0,5d)$		10. Преобразователь координат полярных в прямоугольные	
5. Усилитель инвертирующий		11. Преобразователь цифроаналоговый	
6. Усилитель с двумя выходами. Верхний - неинвер- тирующий с усиле- нием 2 Нижний - инвертирую- щий с усилением 3		12. Электронные ключи, коммутаторы Общее обозначение	

5.9.8. Условные обозначения микросхем

В настоящее время применяются пять типов корпусов, основные особенности которых приведены в табл. 20.

Таблица 20.

Тип	Форма основания корпуса	Выводы		Шаг, мм
		Расположение на плоскости основания	Расположение относительно плоскости основания	
1	Прямоугольный	В пределах основания корпуса	Перпендикулярное	2,5
2	Прямоугольный	За пределами основания корпуса	Перпендикулярное	2,5 1,25
3	Круглый	В пределах и за пределами основания корпуса по окружности	Перпендикулярное	Под углом 360°/п
4	Прямоугольный	За пределами основания корпуса	Параллельное	1,25 0,625
5	Прямоугольный	В пределах основания корпуса	Без выводов	1,25

По конструктивно-технологическому признаку различают корпуса :

- металлостеклянные ;
- металлополимерные ;
- металлокерамические ;
- керамические ;
- пластмассовые.

Каждый вид корпуса характеризуется габаритными и присоединительными размерами, числом выводов и расположением их относительно плоскости основания корпуса. Выводы микросхем могут лежать в плос-

кости основания корпуса (планарные выводы) или быть перпендикулярными ему (штыревые выводы). Планарные выводы по сечению, как правило, прямоугольные, штыревые - круглые или прямоугольные. Диаметр круглых выводов 0,3 ... 0,5 мм, прямоугольные выводы имеют диаметр описанной окружности 0,4 ... 0,6 мм.

По габаритным и присоединительным размерам корпуса подразделяются на типоразмеры, каждому из которых присваивается шифр, первый элемент которого обозначает тип корпуса (1,2,3,4);

второй элемент - трехзначное число от 001 до 999, обозначает номер типоразмера;

третий элемент указывает количество выводов;

четвертый элемент - номер модификации корпуса.

Например, корпус 2101.14-2 расшифровывается:

2 - тип корпуса прямоугольной формы; 101 - типоразмер; 14 - выводов; 2 - модификация конструктивного исполнения.

Для корпусов ИМС установлен шаг выводов для установки их на печатные платы табл. 20.

6. Правила выполнения схем электрических соединений и подключений

Схемой электрических соединений (Э4) называют схему показывающую соединения основных частей изделия РЗА и определяющую выполнение прокладки проводов, жгутов, кабелей, которыми осуществляются эти соединения.

ГОСТ 2.702-75 устанавливает единые правила выполнения схем соединений.

На схеме соединений изображаются все устройства и элементы, входящие в состав изделия, а также соединения между ними.

Устройства и элементы на схеме изображают:

устройства - в виде прямоугольника или внешних очертаний;

элементы - в виде условных графических обозначений, прямоугольников или внешних очертаний.

На схеме около графических обозначений элементов и устройств указываются позиционные обозначения, присвоенные им на принципиальной схеме.

Входные и выходные элементы изображают на схеме в виде условных графических обозначений или в виде таблиц. Каждой таблице присваивается позиционное обозначение.

На схеме принято указывать цифрами обозначения контактов элементов (устройств) нанесённых на изделие (например, реле, потенциометры) или установленные в документации.

Провода, жгуты, кабели показываются на схеме отдельными линиями толщиной от 0,4 ... 1,0 мм. Провода идущие на схеме в одном направлении допускается сливать в одну линию. Однако, при подходе к контактам каждый провод изображается отдельно.

Схемой электрической подклочений (35) называется схема, показывающая внешние подключения изделия. Данными схемами пользуются при разработке других конструкторских документов и для осуществления подключения изделия при его эксплуатации.

На схеме подключения изображают изделия РЭА, его входные и выходные элементы (разъёмы, колодки и т.п.) и подводимые к ним провода и кабели внешнего монтажа, около которых помещают данные о подключении изделия (характеристики внешних цепей и их адреса). Изделие на схеме изображают в виде прямоугольника, а его входные и выходные элементы - в виде условных графических обозначений.

7. Список нормативно-технической документации и литературы, использованной в Методических указаниях

- I. ГОСТ 2.701-76 - Виды и типы схем.
(СТ СЭВ 661-77)
2. ГОСТ 2.702-75 - Схемы электрические. Общие требования к выполнению.
(СТ СЭВ 1188-78)
3. ГОСТ 2.721-74 - Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.
4. ГОСТ 2.728-74 - Обозначения условные графические в схемах, резисторы, конденсаторы.
5. ГОСТ 15.133-77 - Приборы полупроводниковые. Термины и определения.
6. ГОСТ 2.730-73 - ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые.
7. ГОСТ 18.472-82 - Приборы полупроводниковые. Корпуса. Габаритные и присоединительные размеры.
8. ГОСТ 20.003-74 - Транзисторы биполярные. Электрические параметры. Термины, определения и буквенные обозначения.
9. ГОСТ 19.095-73 - Транзисторы полевые. Электрические параметры. Термины, определения и буквенные обозначения.
10. ГОСТ 2.708-81 - Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники.
(СТ СЭВ 1982-80)
- II. ГОСТ 2.743-72 - Обозначения условные графические в схемах. Элементы и устройства цифровой вычислительной техники.
12. ГОСТ 2.751-73 - Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений.
13. ГОСТ 2.710-81 - Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.

14. ОСТ П336.919-81 -- Приборы полупроводниковые. Система условных обозначений.

15. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА :

Справ. пособие Э.Т. Романычева, А.К. Иванова и др. --

М. : Радио и связь. -- 1984

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение
2. Виды и типы электрических схем
3. Правила выполнения схем электрических структурных
4. Правила выполнения схем электрических функциональных
 - 4.1. Основные определения
 - 4.2. Особенности выполнения буквенно-цифровых обозначений в схемах функциональных групп и устройств
5. Правила выполнения схем электрических принципиальных
 - 5.1. Основные определения
 - 5.2. Условные графические обозначения, применяемые на схемах электрических принципиальных
 - 5.3. Организация рисунка схемы (СТ СЭВ 158-75)
 - 5.4. Совмещённый и разнесённый способы изображения элементов схем
 - 5.5. Многолинейное и однолинейное изображение схем
 - 5.6. Позиционное обозначения элементов
 - 5.7. Обозначения на схемах входных и выходных цепей
 - 5.8. Составление перечня элементов для схем, содержащих отдельные элементы
 - 5.9. Система условных обозначений некоторых элементов электрических схем
 - 5.9.1. Условные обозначения резисторов
 - 5.9.2. Условные обозначения конденсаторов
 - 5.9.3. Система условных обозначений транзисторов
 - 5.9.4. Условные обозначения диодов
 - 5.9.5. Условные обозначения интегральных схем
 - 5.9.6. Условные графические обозначения элементов цифровой техники

5.9.7. Условные графические обозначения элементов аналоговой техники

5.9.8. Условные обозначения корпусов микросхем

6. Правила выполнения схем электрических соединений и подключений

7. Список нормативно-технической документации и литературы, используемой в методическом пособии

Прасов М.Т., Мысловский Э.В.

Разработка и оформление электрических схем ЭЭС.

Учебное пособие

Редактор Л.В. Константинова

Корректор Т.П. Тарасова

Подп. к печати 28.05.90. Заказ № 1023. Формат 60 x 84 1/16.
бумага тип № 2, Печать оперативная. Объем 4,5 п.л., уч-изд.
л. 4,5. Тираж 500 экз.

Доп. план выпуска внутривузовской литературы на 1990 г.
Позиция № 170.

Московский институт приборостроения, Москва, Стромынка, 20.

Цена 25 коп.