

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СХЕМ

1 Общие требования к выполнению схем

Схемы выполняют без соблюдения масштаба на форматах А4...А0.

Графические обозначения

- условные, установленные стандартами на соответствующие схемы;
- упрощенные внешние очертания (в том числе аксонометрические);
- прямоугольники.

Размеры условных графических обозначений элементов установлены стандартами.

Допускается:

- все обозначения пропорционально уменьшать, сохраняя четкость схемы;
- увеличивать условные графические обозначения при вписывании в них поясняющих знаков;
- уменьшать условные графические обозначения, если они используются как составные части обозначений других элементов, например резистор в антенне;
- поворачивать условное графическое обозначение на угол, кратный 45 и 90°, или изображать зеркально повернутым.

Расстояние между отдельными графическими обозначениями не должно быть **менее 2 мм**.

Толщина линий связи и графических обозначений одинакова (0,3...0,4 мм).

Утолщенными линиями (вдвое толще принятой толщины линии) изображают линии групповой связи (линии, условно изображающие группу линий электрической связи проводов, кабелей, шин, следующих на схеме в одном направлении).

Линии связи должны состоять, как правило, из горизонтальных и вертикальных отрезков с расстоянием между ними **не менее 3 мм**.

2 Правила выполнения структурных электрических схем

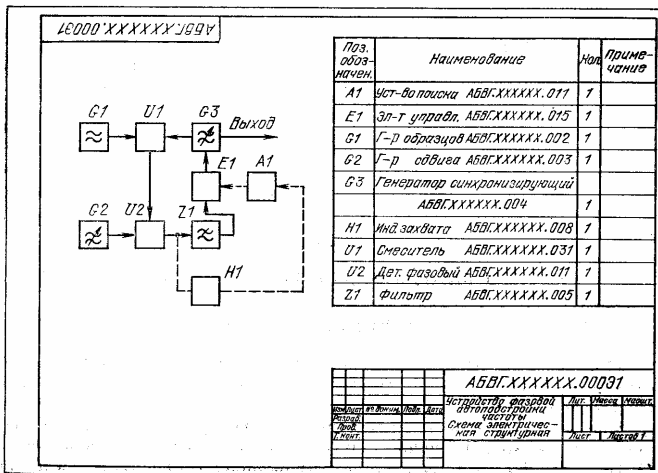


Рис. 7.1. Схема электрическая структурная (в рабочей документации сокращения не допускаются)

Структурная электрическая схема определяет основные функциональные части изделия (элементы, устройства, функциональные группы), их назначение и связи.

Все функциональные части на схеме изображают в виде прямоугольников, или условных графических обозначений (рис. 1, 2) с указанием типа элемента. Если функциональных частей много, вместо наименований, типов и обозначений допускается проставлять порядковые номера справа от изображения или над ним, как правило, сверху вниз в направлении слева направо, с их расшифровкой в таблице, помещаемой на схеме (рис. 3).

На схеме допускаются поясняющие надписи, диаграммы, таблицы, указания параметров в характерных точках (величины токов, напряжений, формы и величины импульсов), математические зависимости и т.п.

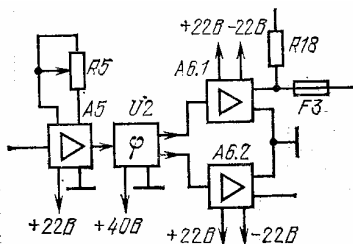


Рис. 2. Фрагмент структурной схемы: изображение функциональных частей

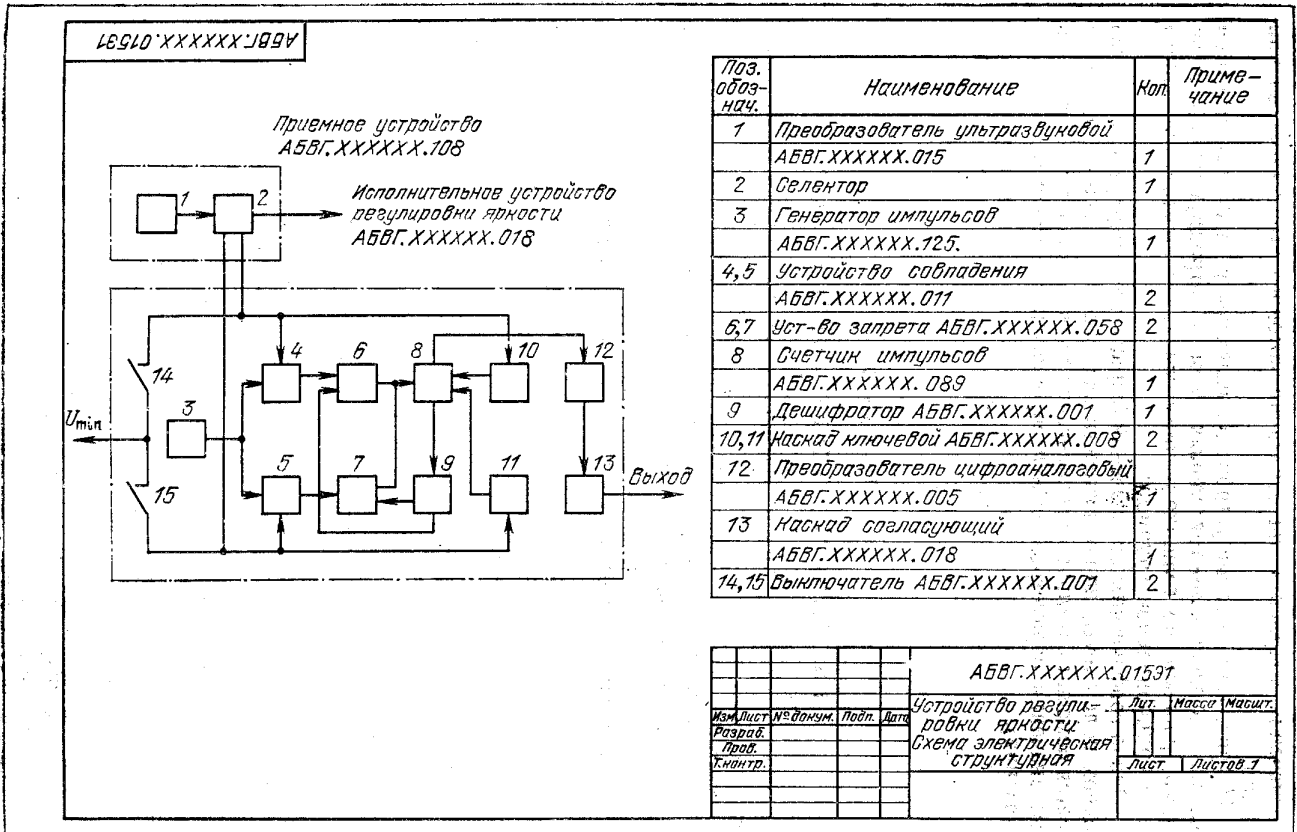


Рис. 8.2. Схема электрическая структурная (в рабочей документации сокращения не допускаются)

Рис. 3

3 Правила выполнения функциональных электрических схем

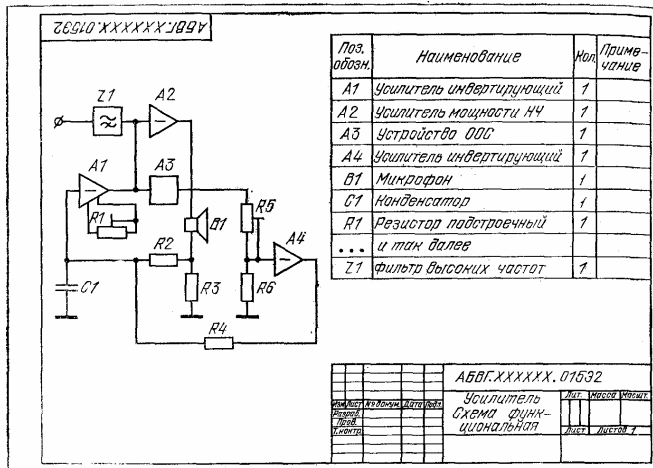
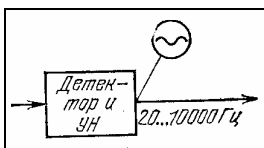


Рис. 7.2. Схема электрическая функциональная



Пример поясняющих параметров

На функциональной схеме изображают функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы) и связи между ними с разъяснением последовательности процессов, протекающих в отдельных функциональных цепях изделия или в изделии в целом.

Эти схемы используются при изучении принципов работы изделий, при их наладке, контроле и ремонте.

Функциональные части схемы принято изображать либо в виде условных обозначений, либо в виде прямоугольников с указанием позиционных обозначений функциональных групп, устройств, элементов, присвоенных им на принципиальной схеме, их наименований, поясняющих надписей, диаграмм, таблиц, параметров в характерных точках.

Эти сведения приводятся выборочно в объеме, необходимом для наиболее полного и наглядного представления о последовательности процессов, иллюстрируемых схемой.

Эти сведения приводятся выборочно в объеме, необходимом для наиболее полного и наглядного представления о последовательности процессов, иллюстрируемых схемой.

4 Правила выполнения принципиальных схем

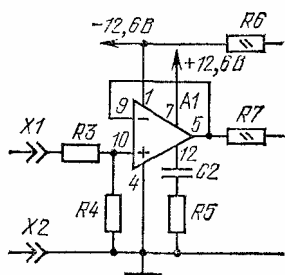


Рис. 5. Фрагмент электрической схемы: обрыв линии связи

Принципиальная схема определяет полный состав изделия, содержит все элементы и связи между ними и дает детальное представление о принципах работы изделия. На ней изображают все содержащиеся в изделии электрические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также элементы (соединители, зажимы и т. п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи. Принципиальная схема служит исходным документом для разработки других конструкторских документов, в том числе чертежей. Эти схемы также используются для изучения принципов работы изделий при их наладке, контроле и ремонте.

При графическом оформлении принципиальной схемы надлежит учитывать следующие правила и рекомендации.

4.1. Схемы выполняются для изделий, находящихся в отключенном состоянии.

4.2. Элементы схем показывают условными графическими обозначениями, установленными стандартами (см. табл.).

4.3. На схеме указывают обозначения выводов (контактов) элементов или устройств, нанесенные на изделие или установленные в их документации (см. рис. 5, обозначение выводов микросхемы).

4.4. Всем элементам, устройствам и функциональным группам изделия, изображенным на схеме, присваиваются **позиционные обозначения**, содержащие информацию о виде элемента и его порядковом номере в пределах данного вида. Позиционное обозначение состоит в общем случае из трех частей, имеющих самостоятельное смысловое значение. Их записывают без разделительных знаков и пробелов, одним размером шрифта. В первой части указывают вид элемента, например, R — резистор, C — конденсатор, BS — звуко-сниматель; во второй части — порядковый номер элемента в пределах данного вида, например, R1, R2, ..., R12, C1, C2, ..., C14, в третьей части допускается указывать соответствующее функциональное назначение, например, C4J — конденсатор C4, используемый как интегрирующий. Порядковые номера присваивают, начиная с единицы, в пределах группы с одинаковыми позиционными обозначениями в соответствии с последовательностью расположения элементов на схеме, считая, как правило, сверху вниз в направлении слева направо. Позиционные обозначения проставляют рядом с условными графическими обозначениями элементов с правой стороны или над ними.

Таблица — Буквенные коды позиционных обозначений

A		Устройство (общее обозначение)		H		Устройства индикации
B		Преобразователи		HL		световая сигнализация
	BA	громкоговоритель		K		Реле и контакторы
	BM	микрофон		L		Катушки индуктивности
C		Конденсаторы		R		Резисторы
D		Микросхемы		S		Выключатели и переключатели
	DA	микросхемы аналоговые		SB		выключатель кнопочный
	DD	микросхемы цифровые		T		Трансформаторы
E		Элементы разные		V		Приборы э-вакуумные и п/п
	EL	Лампа накаливания		VD		диод, стабилитрон
F		Предохранители, разрядники		VL		лампа
	FU	предохранитель плавкий		VT		транзистор
G		Генераторы, источники питания		VS		тиристор
	GB	батарея		X		Разъемные соединения

4.5. Соединения элементов показываются сплошными горизонтальными и вертикальными линиями с минимальным количеством изломов, а соединения проводов — точкой в месте их пересечения. Пересечение линий без точки — соединение проводов отсутствует.

4.6. Если линии связи затрудняют чтение схемы, их можно оборвать, закончив стрелкой, и указать обозначение провода, наименование сигнала, условное обозначение буквой, цифрой.

4.7. Схемы рекомендуется выполнять строчным способом. Условные графические обозначения устройств, входящих в одну цепь, изображают последовательно друг за другом по прямой. Отдельные цепи — рядом, в виде параллельных горизонтальных или вертикальных строк.

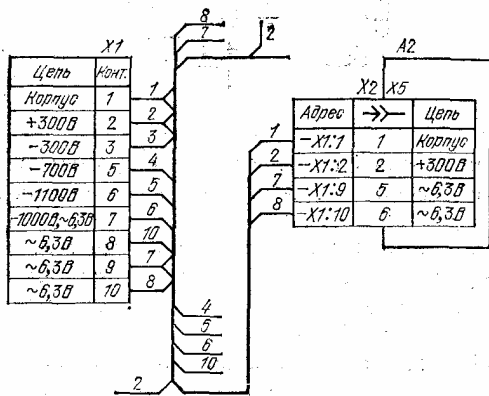


Рис. 6. Изображение линий связи.

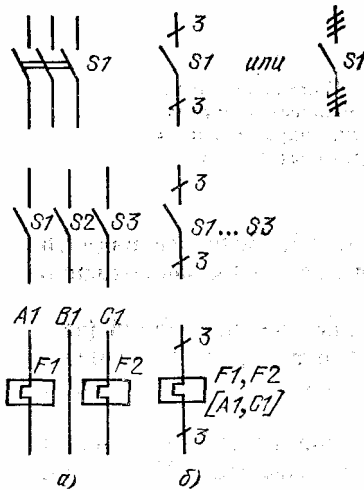


Рис. 7. Многолинейное (а) и однолинейное (б) изображения схем

4.8. Допускается сливать в одну линию несколько электрически не связанных линий связи (т.н. шина или жгут). При этом (см. рис. 6) каждую линию помечают в месте слияния на обоих концах цифрами, буквами или сочетаниями букв и цифр. При необходимости шины маркируются. Пересечение шин без соединения рекомендуется показывать дугой.

4.9. Схемы могут изображаться как многолинейным, так и однолинейным способом. При многолинейном

изображении каждую цепь показывают отдельной линией. На рис. 7 приведено однолинейное изображение цепи, когда цепи, выполняющие идентичные функции, изображают одной линией, а одинаковые элементы этих цепей — одним условным графическим обозначением.

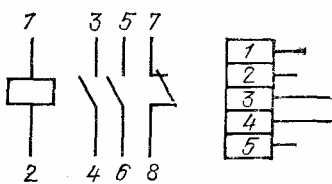


Рис. 8. Изображение элемента (реле) совмещенным способом

4.10. Иногда элементы в схеме используются не полностью (например, не все контакты реле). В этом случае допускается показывать элементы, ограничиваясь изображением только используемых частей (изображение реле на рис. 9).

4.11. Элементы типа реле, содержащих большое количество контактов, могут быть изображены на схеме двумя способами: совмещенным и разнесенным. При совмещенном способе (рис. 8) составные части элементов или устройств изображаются на схеме в непосредственной близости друг к другу; при разнесенном (рис. 9) — в разных местах, для большей наглядности отдельных цепей.

4.12. При изображении на схеме элемента разнесенным способом позиционные обозначения элемента проставляют около каждой составной части (рис. 9). Если различные составные части элементов включены в различные функциональные узлы изделия, то в позиционное обозначение элемента допускается включать обозначение устройства (группы), в которое элемент входит, например, = А3-К5 — реле К5, входящий в устройство А3.

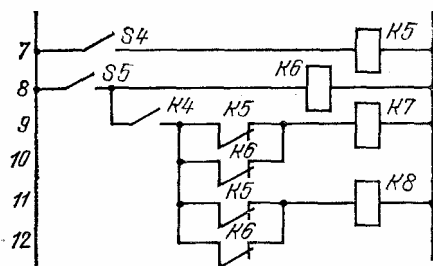


Рис. 9. Частичное изображение элементов разнесенным способом

Обозначение	Наименование
	<p>Общие элементы</p> <p>Поток электромагнитной энергии, сигнал электрический</p> <p>а) в одном направлении б) в обоих направлениях в) в обоих направлениях одновременно</p>
	<p>Обмотка трансформатора, автотрансформатора, дросселя и магнитного усилителя</p>
	<p>Сердечник (магнитопровод):</p> <p>а) ферромагнитный (в том числе ферритовый) б) ферромагнитный с воздушным зазором в) магнитодиэлектрический г) немагнитный</p>
	<p>Катушка индуктивности, дроссель без сердечника</p>
	<p>Катушка индуктивности со скользящими контактами (например, двумя)</p>
	<p>Дроссель с ферромагнитным сердечником</p>
	<p>Трансформатор без сердечника</p>
	<p>Трансформатор однофазный с ферромагнитным сердечником</p>
	<p>Трансформатор трехфазный:</p> <p>а), б) с ферромагнитным сердечником</p> <p>в) соединение обмоток звезда — звезда с выведенной (средней) точкой</p>

Обозначение	Наименование
	<p>Автотрансформатор однофазный с ферромагнитным сердечником</p>
	<p>Автотрансформатор трехфазный с ферромагнитным сердечником, соединение обмоток в звезду</p>
	<p>Катушка электромеханического устройства:</p> <p>а) общее обозначение б) с одной обмоткой в) с двумя обмотками г) с n обмотками д) воспринимающая часть электротеплового реле</p>
	<p>Контакт выключателя и переключателя:</p> <p>а) замыкающий б) размыкающий в) переключающий</p>

Обозначение	Наименование
	<p>Антенна:</p> <p>а) асимметричная</p> <p>б) симметричная</p>
	<p>Элемент пьезоэлектрический</p>
	<p>Конденсатор постоянной емкости</p> <p>Конденсатор электролитический:</p> <p>а) поляризованный</p> <p>б) неполяризованный</p> <p>Конденсатор переменной емкости</p>
	<p>Прибор измерительный:</p> <p>а) показывающий (амперметр)</p> <p>б) регистрирующий (осциллограф)</p> <p>в) интегрирующий (счетчик)</p>
	<p>Фазовращатель:</p> <p>а) нерегулируемый</p> <p>б) регулируемый</p>
	<p>Элемент логический</p>
	<p>Корпус</p>

Обозначение	Наименование												
	<p>Заземление</p>												
<table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr><td>a</td><td>5</td><td>6</td></tr> <tr><td>b</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>d</td><td>1,5</td><td>2</td></tr> </table>	a	5	6	b	4	5	d	1,5	2	<p>Полупроводниковые приборы</p> <p>Диод полупроводниковый</p> <p>Туннельный диод</p> <p>Стабилитрон</p>			
a	5	6											
b	4	5											
d	1,5	2											
<table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr><td>D</td><td>12</td><td>14</td></tr> <tr><td>A*</td><td>9</td><td>11</td></tr> <tr><td>a</td><td>2,5</td><td>3,5</td></tr> <tr><td>b</td><td>3</td><td>4</td></tr> </table>	D	12	14	A*	9	11	a	2,5	3,5	b	3	4	<p>Транзистор типа p-n-p</p> <p>Транзистор типа n-p-n</p>
D	12	14											
A*	9	11											
a	2,5	3,5											
b	3	4											
	<p>Транзистор типа p-n-p с двумя базовыми выводами</p>												
	<p>Двухэмиттерный транзистор типа n-p-n</p>												
<table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr><td>D</td><td>10</td><td>12</td><td>14</td></tr> <tr><td>a</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr> <tr><td>b</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td></tr> </table>	D	10	12	14	a	5	6	7	b	7	8	9	<p>Полевой транзистор с каналом n-типа</p>
D	10	12	14										
a	5	6	7										
b	7	8	9										
	<p>Полевой транзистор с каналом p-типа</p>												

Обозначение	Наименование
	<p>Фоторезистор</p> <p>Фотодиод</p> <p>Фототранзистор <i>p-n-p</i></p> <p>Светодиод</p>
	<p>Двоичные логические элементы</p> <p>Основное поле. Внутри основного поля в верхней его части помещают информацию о функции, выполняемой логическим элементом, — символ функции. Допускается помещать дополнительные данные по ГОСТ 2.708—72</p> <p>В качестве символа функции используют знак (букву, цифру или специальный знак) или последовательность знаков. Например:</p> <p>I — ИЛИ; & — И; M2 — сложение по модулю; = эквивалентность; ≥ <i>n</i> — логический порог и т. д.</p>
	<p>Основное поле с левым и правым дополнительными полями. В дополнительных полях помещают условные обозначения входов и выходов, называемые метками: входы изображают с левой стороны, выходы — с правой стороны прямоугольника</p>

Обозначение	Наименование
<p>Форма 1</p> <p>Форма 2</p> <p>а) </p> <p>б) </p> <p>в) </p> <p>г) </p> <p>д) </p> <p>е) </p> <p>ж) </p> <p>з) </p> <p>и) </p>	<p>Обозначения на входах и выходах:</p> <p>а) прямой статический вход</p> <p>б) прямой статический выход</p> <p>в) инверсный статический вход</p> <p>г) инверсный статический выход</p> <p>д) прямой динамический вход</p> <p>е) инверсный динамический вход</p> <p>ж) вывод, не несущий логической информации, изображен слева</p> <p>з) вывод, не несущий логической информации, изображен справа</p> <p>и) указатель полярности. Состоянию «логическая 1» соответствует менее положительный уровень (обозначен вход и выход)</p>

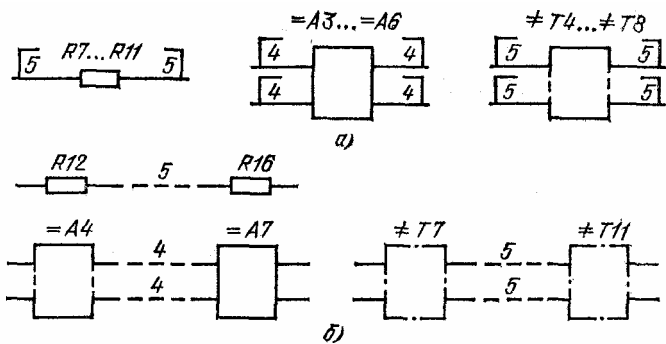


Рис. 10. Изображение нескольких одинаковых элементов (устройств), соединенных параллельно (а) и последовательно (б)

При параллельном соединении элементов допускается вместо изображения всех ветвей параллельного соединения изображать только одну ветвь, указывая количество ветвей при помощи обозначения отвлечения. Позиционные обозначения проставляют с учетом всех ветвей, входящих в параллельное соединение. При последовательном соединении вместо изображения всех последовательно соединенных элементов допускается изображать только первый и последний элементы, показывая электрические связи между ними штриховыми линиями. Над штриховой линией указывают общее количество одинаковых элементов. В позиционных обозначениях при этом должны быть учтены элементы, не изображенные на схеме.

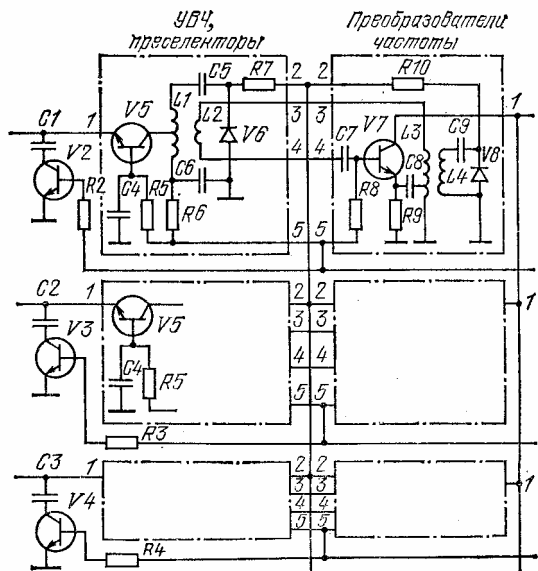


Рис. 11. Выделение на схеме устройства функциональных групп, не имеющих самостоятельных схем

4.15. При выполнении сложных принципиальных схем части общей схемы могут выделяться в самостоятельные устройства, имеющие самостоятельную принципиальную схему. Такие устройства выделяются сплошной линией, вдвое толще линии связи, с указанием наименования или типа устройства.

4.16. Элементам, входящим в устройства, присваивают позиционные обозначения в пределах каждого устройства (рис. 12).

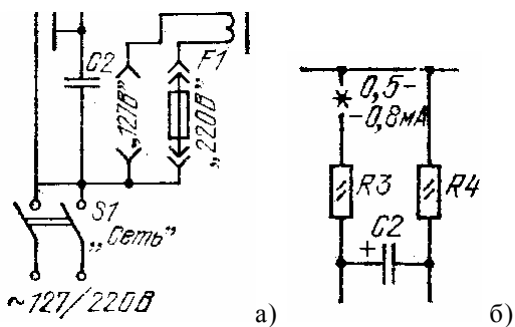


Рис. 13.

4.17. Для пояснения в условиях эксплуатации, около условных графических обозначений элементов (рис. 13-а), помещают соответствующие надписи, знаки или графические обозначения. Если эти надписи и обозначения должны быть нанесены на изделие, то их заключают в кавычки. На схеме указывают также параметры, подлежащие измерению на контрольных контактах, гнездах и т. п. (рис. 13-б).

4.13. При параллельном соединении элементов допускается вместо изображения всех ветвей параллельного соединения изображать только одну ветвь, указывая количество ветвей при помощи обозначения отвлечения. Позиционные обозначения проставляют с учетом всех ветвей, входящих в параллельное соединение. При последовательном соединении вместо изображения всех последовательно соединенных элементов допускается изображать только первый и последний элементы, показывая электрические связи между ними штриховыми линиями. Над штриховой линией указывают общее количество одинаковых элементов. В позиционных обозначениях при этом должны быть учтены элементы, не изображенные на схеме.

4.14. Некоторые части устройства могут быть выделены в функциональные группы (рис. 11). При этом они выделяются на схеме штрих пунктирной линией с указанием функциональной группы. Элементам, входящим в функциональные группы, присваивают позиционные обозначения по общим правилам. При наличии нескольких идентичных групп содержимое групп (кроме первой) может не показываться. При этом позиционные обозначения элементов, присвоенные в одной из этих групп, повторяют в последующих.

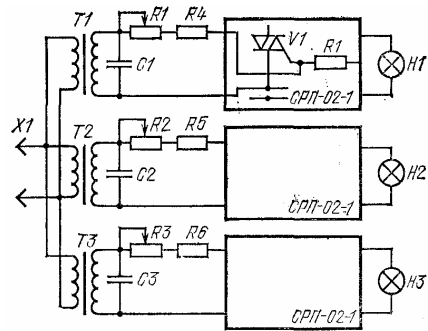


Рис. 12. Выделение на схеме устройства, имеющего самостоятельную принципиальную схему

X1		
Конт.	Цель	Адрес
1	$\Delta f = 0,3 \dots 3 \text{ мГц}; R_H = 500 \text{ Ом}$	$= A1-X1:1$
2	$U_{\text{Вых}} = 0,5 \text{ В}; R_H = 500 \text{ Ом}$	$= A1-X1:2$
3	$U_{\text{Вых}} = +50 \text{ В}; R_H = 500 \text{ Ом}$	$= A1-X1:3$
4	$U_{\text{Вых}} = +20 \text{ В}; R_H = 1 \text{ кОм}$	$= A1-X1:4$

Рис. 14

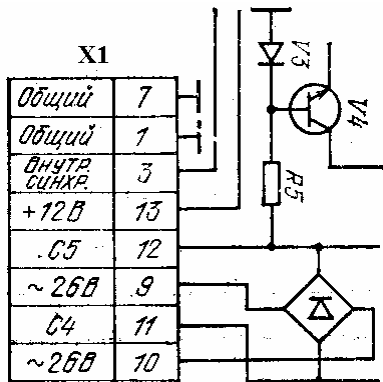
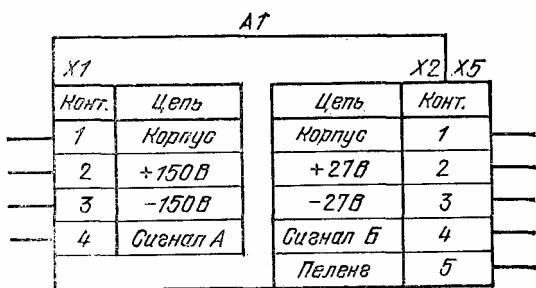
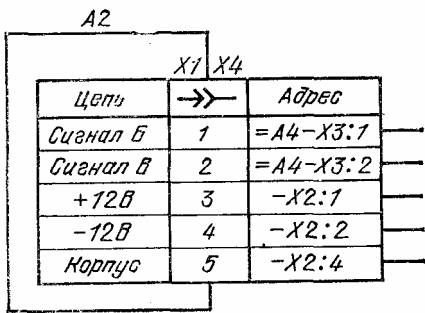


Рис. 15



а)



б)

Рис. 16. Размещение таблицы характеристик входных и выходных цепей при изображении устройств в виде прямоугольника: а — без указания адресов внешних соединений; б — с указанием адресов внешних присоединений

5.1. В первом случае перечень оформляют в виде таблицы и, как правило, над основной надписью, на расстоянии не менее 12 мм от нее. Продолжение перечня помещают слева от основной надписи, повторяя заголовки таблицы.

4.18. Внешние соединения. Характеристики входных и выходных цепей, а также адреса их внешних подключений записываются в таблицы по форме, приведенной на рис. 14. Адреса внешних соединений входных и выходных цепей данного изделия указываются, если они известны. Например, адрес «=A1—X1:4» означает, что выходной контакт изделия должен быть соединен с 4-м контактом 1-го соединителя устройства А1. Таблицы помещают вместо условных графических обозначений входных и выходных элементов — соединителей, плат и т. д. Таблицам присваивают позиционные обозначения элементов, которые они заменяют. Из таблицы могут быть изъяты графы, если отсутствуют сведения для них (адрес на рис. 15), и введены дополнительные графы. Если на схеме несколько таких таблиц, заголовок таблицы можно приводить только один раз (рис. 15). Порядок расположения контактов в таблице определяется удобством построения схемы (и платы).

4.19. Если устройства (рис. 16-а), имеющие самостоятельную принципиальную схему, изображены в виде прямоугольника, то вместо условных графических обозначений входных и выходных элементов в прямоугольнике помещают таблицы с характеристиками входных и выходных цепей, а вне прямоугольника (рис. 16-б) таблицы с указанием адресов внешних присоединений.

5 Перечень элементов

Все сведения об элементах, входящих в состав изделия и изображенных на схеме, записывают в перечень элементов, который помещают либо на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа.

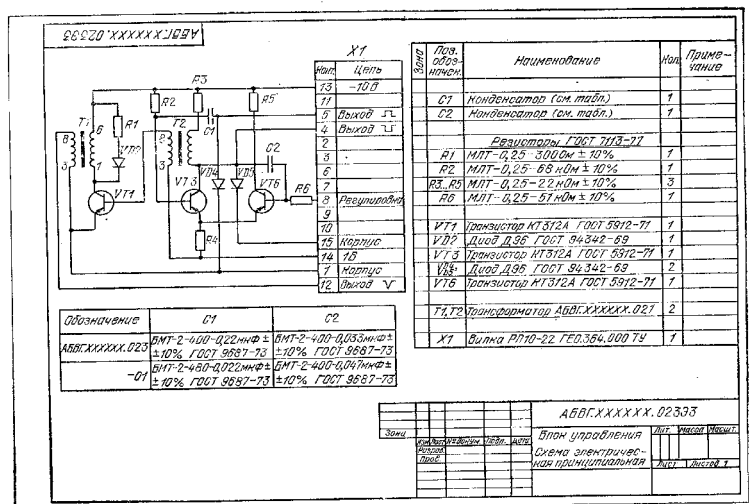


Рис. 7.3. Схема электрическая принципиальная

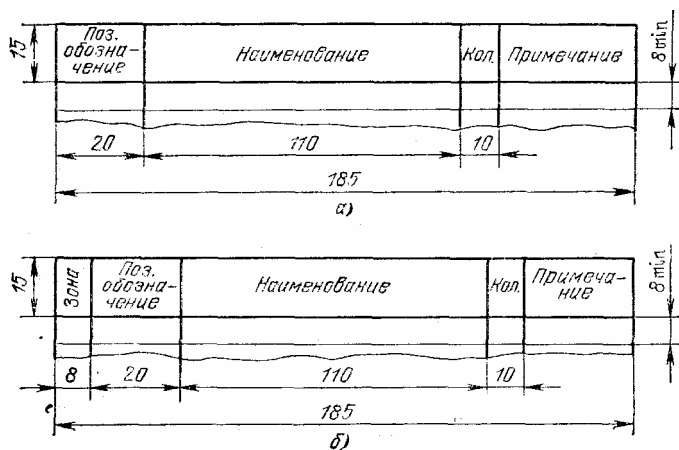


Рис. 18. Формы таблиц перечня элементов

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Резисторы</i>			
R1	МЛТ-0,5-300 Ом ± 5% ГОСТ 7113-77	1	
R2	ГОП-Г-А-560 Ом ± 10% ОО-3-12 ГОСТ 5574-73	1	
R3	ПЭВ-10-3 кОм ± 5% ГОСТ 6513-65	1	

а)

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Резисторы ОМЛТ ГОСТ 7113-77</i>			
<i>Резисторы СП ГОСТ 5574-73</i>			
<i>Резисторы ПЭВ ГОСТ 6513-75</i>			
R1	ОМЛТ-0,5-200 Ом ± 10%	1	
R2	ГОП-Г-А-560 Ом ± 10% ОО-3-12	1	
R3	ПЭВ-10-3 кОм ± 5%	1	
R4	ОМЛТ-2-630 Ом ± 5%	1	
R5, R6	ОМЛТ-0,5-910 Ом ± 10%	2	

б)

Рис. 19. Оформление перечня элементов:
а—запись элементов, имеющих общее наименование; б—запись документов, на основании которых элементы применены;

Одинаковые обозначения документов, на основании которых эти элементы применены (рис. 19-б) перечисляются в начале и подчеркиваются.

5.4. Позиционные обозначения элементов, параметры которых подбирают при регулировке, отмечают на схеме и в перечне звездочкой (например, R1*), а на поле схемы помещают запись: «Подбирают при регулировании». В перечне указывают наименование и параметр элемента, близкого к расчетному.

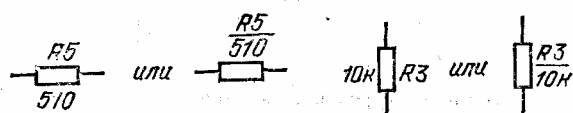


Рис. 20. Упрощенный способ обозначения единиц измерений около условных графических обозначений

— для резисторов: до 1 кОм — без указания размерности, более 1 кОм - буква "к", более 1 МОм — буква "М"; для конденсаторов — до 10 нФ - в пФ без указания размерности, выше — в мкФ с указанием "мкФ".

5.2. Во втором случае перечень элементов выполняют на формате А4 (рис. 18) с присвоением шифра, состоящего из буквы П (перечень) и шифра схемы, к которой выпускается перечень, например, ПЭ3. — перечень элементов к принципиальной электрической схеме.

В графах перечня указывают следующие данные:

- позиционное обозначение элемента;
- наименование элемента (устройства), а также обозначение документа (ГОСТ, ТУ) на основании которого этот элемент (устройство) применен;

— в графе «Примечание» — указание технических данных элемента, не содержащихся в его наименовании.

5.3. Элементы записывают в перечень группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров. Элементы одного типа с одинаковыми электрическими параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в перечень в одну строку. В этом случае в графу «Поз. обозначение» вписывают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например, R3, R4; C8 ... C12, а в графу «Кол.» — общее количество таких элементов.

Одинаковые наименования (рис. 19, а) записывают в виде общего заголовка один раз на каждом листе перечня и подчеркивают.

5.5. В некоторых случаях (например, в принципиальных схемах на микросборки) около условных графических и позиционных обозначений указывают номиналы резисторов и конденсаторов. При этом допускается применять упрощенный способ обозначения единиц измерений (рис. 20):