

Оформление электрических принципиальных схем.

Методические указания.

Электрическая принципиальная схема

Общие понятия и требования к выполнению схем

Схема – документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

На рис.1.1 представлена электрическая принципиальная схема, а на рис.1.2 – перечень элементов.

Согласно ГОСТ 2.701 – 84 все схемы в зависимости от элементов, входящих в них, и от основного назначения схемы делятся соответственно на виды и типы. Вид схемы обозначается буквой, например, электрическая – Э, кинематическая – К, гидравлическая – Г (всего 11 видов схем). Тип схемы обозначается цифрой, например, структурная – 1, функциональная – 2, принципиальная – 3 (всего 8 типов схем). Например, обозначение электрической принципиальной схемы выпрямителя: ...МЗ.503.007ЭЗ (рис.1.1).

Для изделия, в состав которого входят элементы разных видов, разрабатывают несколько схем соответствующих видов одного типа, например, схему электрическую принципиальную и схему гидравлическую принципиальную или одну комбинированную схему, содержащую элементы и связи разных видов.

Номенклатура типов схем на изделие определяется в зависимости от особенностей изделия, причем количество типов схем должно быть минимальным, но в совокупности они должны содержать сведения в объеме, достаточном для проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта изделия.

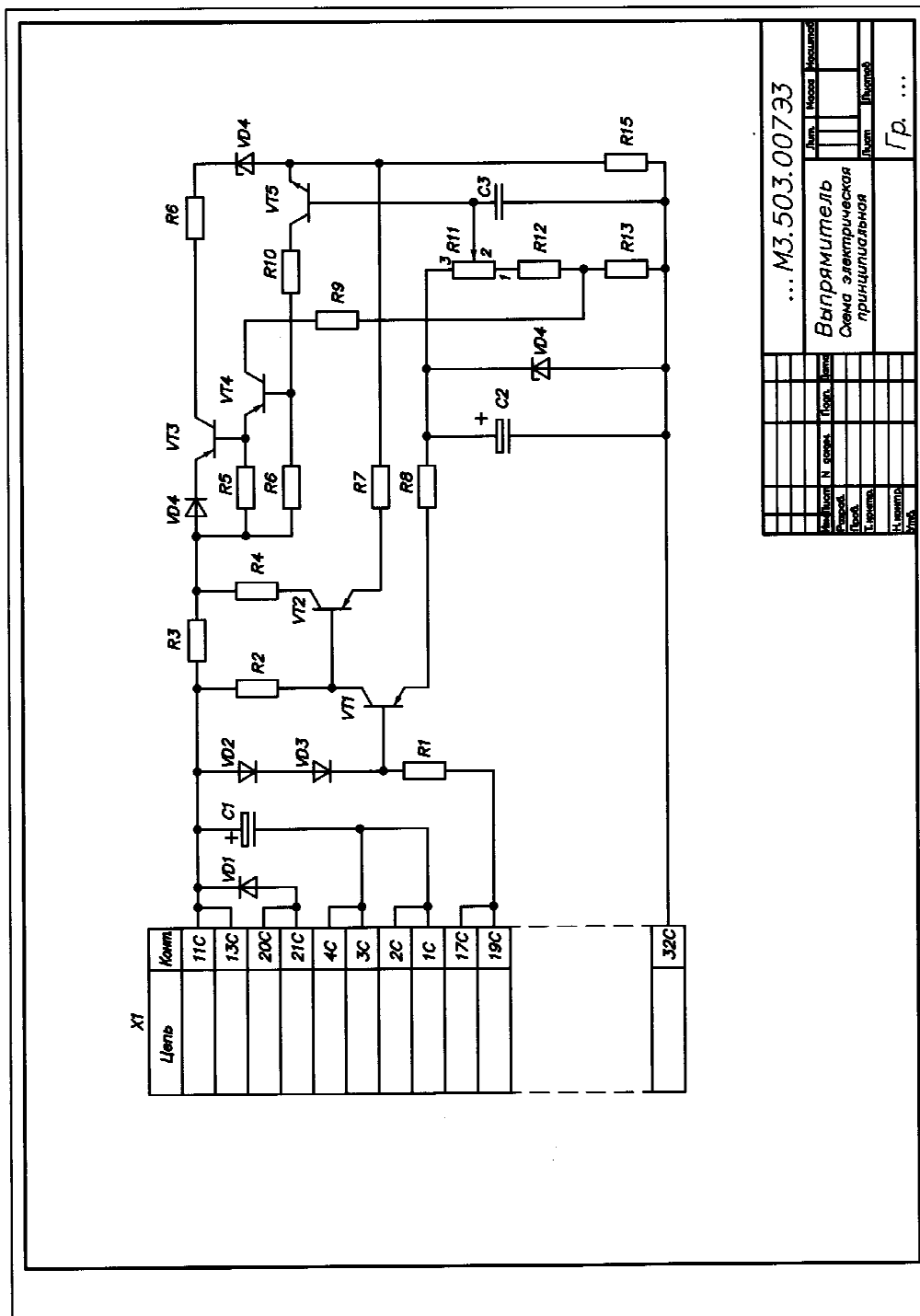


Рис.1.1. Электрическая принципиальная схема

Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Конденсаторы</i>			
C1	K50-6-II-25B-200 мкФ ОЖО.464.031ТУ	1	
C2	R50-6-I-10B-10 мкФ ОЖО.464.031ТУ	1	
C3	KM-56-Н90-750 пФ... ОЖО.460.161ТУ	1	
<i>Резисторы МЛТ ОЖО.467.180ТУ</i>			
<i>Резисторы С2 ОЖО.467.130ТУ</i>			
R1,R2	МЛТ-0,25-2,7 кОм...	2	
R3	C2-29B-0,125-2 Ом...	1	
R4	МЛТ-0,25-2,7 кОм...	1	
R5...R8	C2-29B-0,125-2 Ом...	4	
R9,R10	МЛТ-0,25-2,7 кОм...	2	
R11	СПЗ-39-I-1 кОм... ОЖО.468,354ТУ	1	
R12...R14	C2-29B-0,125-2 Ом...	3	
R15	МЛТ-0,25-220 Ом...	1	
<i>Диоды</i>			
VD1	Диод КД202А УЖЗ.362.036ТУ	1	
VD2...VD4	Диод КД521А dPЗ.362.035ТУ	3	
VD5,VD6	Стабилитрон ДВ14А аАо.336.207ТУ	2	
<i>Транзисторы</i>			
VT1,VT2	КТ3107А аАО.336.170ТУ	2	
VT3	КТ837А аАО.360.403ТУ	1	
VT4	КТ3107А аАО.336.170ТУ	1	
VT5	КТ315А ЖКЗ.365.200ТУ	1	
X1	Вилка СНП59-96... КеО.364.043ТУ	1	
... МЗ.503.007ПЭЗ			
Выпрямитель			
Гр....			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Проф.				
Н. контр.				
Утв.				

Лит.	Лист	Листов
		1

Формат А4-2

Рис.1.2. Перечень элементов к электрической принципиальной схеме

Схемы выполняются на любой бумаге (миллиметровой, ватмане) в зависимости от стадии разработки конструкторской документации (эскизный проект, рабочая документация). Формат листа схемы определяется ГОСТ 2.301 – 68, если же схема выполняется автоматизированно, то ГОСТ 2.004 – 88.

При выполнении схем применяют следующие графические обозначения элементов:

- условные графические обозначения (УГО), установленные в стандартах ЕСКД;

- геометрические фигуры, например, прямоугольники;

- упрощенные внешние очертания (в том числе аксонометрические).

Условные графические обозначения элементов изображают в размерах, установленных в стандартах на УГО. Обозначения элементов, размеры которых в стандартах не установлены, изображают на схеме в размерах, в которых они выполнены в стандартах.

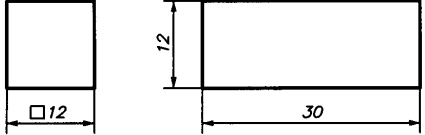
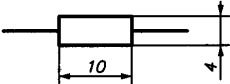
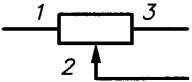
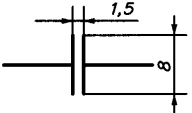
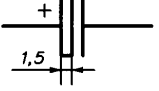
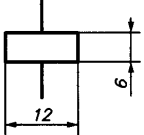
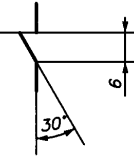
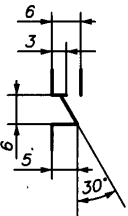
Допускается поворачивать УГО на угол, кратный 45° по сравнению с изображением, приведенным в стандарте, или изображать зеркально повернутым. Условные графические изображения, используемые в вариантах заданий, приведены в табл.1.1. Размеры УГО, а также толщина их линий должны быть одинаковыми на всех схемах данного изделия.

Линии связи между элементами схемы должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество изломов и взаимных пересечений. Стандарт ГОСТ 2.701 – 84 устанавливает толщину линий связи от 0,2 до 1 мм, рекомендуемая толщина от 0,3 до 0,4 мм.

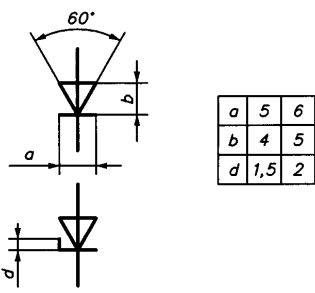
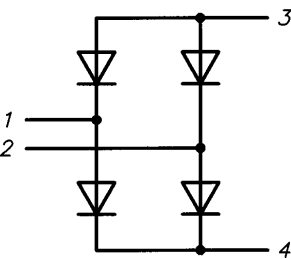
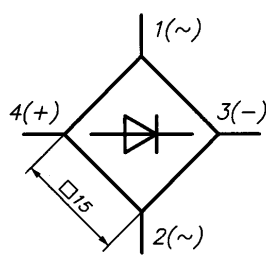
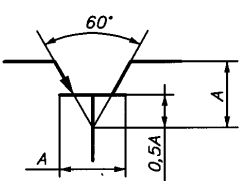
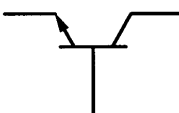
Толщина линии связи должна быть равна толщине линий УГО. Две соседние линии связи должны проходить на расстоянии не менее 3мм

Таблица 1.1.

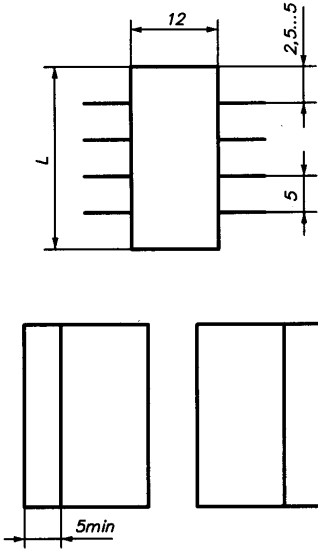
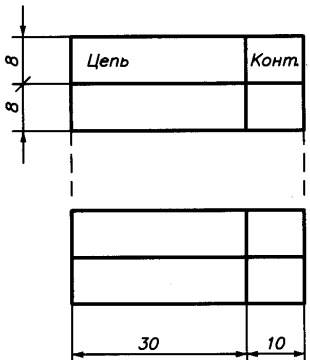
Условные графические обозначения в схемах

Обозначение	Наименование	ГОСТ
	<u>Обозначения общего применения</u> Прибор, устройство	2.721–74
	<u>Резисторы</u> Постоянный	2.728–74
	Переменный	
	<u>Конденсаторы</u> Постоянной емкости, общее обозначение	2.728–74
	Электролитический поляризованный	
	<u>Воспринимающая часть электромеханических устройств</u> Катушка (реле)	2.756–76
	<u>Устройства коммутационные и соединения контактные</u> Контакт замыкающий	2.755–74
	Контакт переключающий	

Продолжение табл.1.1.

Обозначение	Наименование	ГОСТ									
 <table data-bbox="521 434 624 524"><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	<u>Приборы полупроводниковые</u> Диод Стабилитрон односторонний	2.730–73
a	5	6									
b	4	5									
d	1,5	2									
	Однофазная мостовая выпрямительная схема развернутое изображение										
	упрощенное изображение										
 <table data-bbox="568 1453 671 1498"><tr><td>A</td><td>9</td><td>11</td></tr></table>	A	9	11	Транзисторы типа PNP							
A	9	11									
	типа NPN										

Окончание табл.1.1.

Обозначение	Наименование	ГОСТ
	<p><u>Элементы цифровой техники</u></p> <p>Микросхема:</p> <p>основное поле с входами (слева) и выходами</p> <p>с дополнительными полями</p>	2.743-91
	<p><u>Таблица контактов соединителя</u></p>	2.702-75

друг от друга. Между графическими изображениями должно быть расстояние не менее 2 мм.

Основная надпись на схеме – по форме 1 ГОСТ 2.104 – 68. в основной надписи записывают обозначение, наименование, вид и тип схемы (см. рис.1.1).

В таблице 1.2 приведены ГОСТы ЕСКД на правила выполнения схем различных видов.

Таблица 1.2.

ГОСТы ЕСКД на выполнение схем

Наименование	ГОСТ
Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению	2.701 – 84
Правила выполнения электрических схем	2.702 – 75
Правила выполнения кинематических схем	2.703 – 68
Правила выполнения гидравлических и пневматических схем	2.704 – 76
Правила выполнения электрических схем обмоток и изделий с обмотками	2.705 – 70
Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники	2.708 – 81
Система обозначения цепей в электрических схемах	2.709 – 89
Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах	2.710 – 81
Схема деления изделия на составные части	2.711 – 82
Правила выполнения вакуумных схем	2.797 – 81
Правила выполнения чертежей и схем оптических изделий	2.412 – 81

Оформление электрической принципиальной схемы

Правила выполнения электрических схем приведены в ГОСТ 2.702 – 75.

На принципиальной схеме изображают все электрические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы (соединители, зажимы и т. п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи (см. рис.1.1).

Схемы выполняют на изделия, находящиеся в отключенном положении.

Элементы на схемах изображают *совмещенным* и *разнесенным* способами. При совмещенном способе составные части элементов или устройств изображают на схеме в непосредственной близости друг от друга. При разнесенном способе составные части элементов или отдельные элементы устройства изображают на схеме в разных местах, так чтобы схема выглядела нагляднее (рис.1.3).

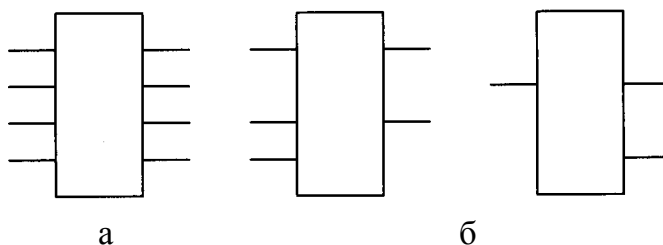


Рис.1.3. Изображение элемента совмещенным (а) и разнесенным способами (б)

Для упрощения схемы допускается несколько электрически не связанных линий связи сливать в линию групповой связи, но при подходе к контактам (элементам) каждую линию связи изображают отдельной линией. Каждой линии связи на обоих концах (в месте выхода из элемента и в месте подхода к

другому элементу) присваивают условные обозначения, цифровые или буквенные (рис.1.4).

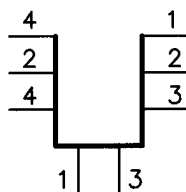


Рис.1.4. Изображение линии групповой связи

Вместо условных графических обозначений входных и выходных элементов – соединителей, плат и т. д. помещают таблицы (рис.1.5). недействующие на схеме контакты не изображают. Таблицы допускается выполнять разнесенным способом. Порядок расположения контактов в таблице определяется удобством чтения схемы. В графе «Конт.» записывают номер контакта соединителя, в графе «Цепь» – характеристику цепи.

Конт.					
Цепь					

Рис.1.5. Таблица, заменяющая изображение соединителя

Для однозначного определения элементов, входящих в состав изделия и изображенных на схеме, каждому элементу (устройству) схемы присваивают буквенно-цифровые позиционные обозначения согласно ГОСТ 2.710 – 81.

Позиционное обозначение в общем случае состоит из трех частей, указывающих вид элемента, его номер и функцию. Буквенные коды наиболее распространенных видов приведены в табл.1.3. Для уточнения вида элемента допускается применять двухбуквенный код, например для полупроводникового прибора – диода VD.

Таблица 1.3.

Буквенные коды радиоизделий, используемых в задании

Первая буква кода (обязательная)	Группа видов радиоизделий	Примеры видов радиоизделий	Двухбуквенный код
A	Устройства		
C	Конденсаторы		
D	Схемы интегральные, микросборки	Схема интегральная аналоговая	DA
K	Реле, контакторы, пускатели, дроссели	Реле токовое Реле времени Реле напряжения	KA KT KV
L	Катушки индуктивности, дроссели		
R	Резисторы	Потенциометр	RP
V	Приборы электровакуумные и полупроводниковые	Диод, стабилитрон Транзистор	VD VT
X	Соединения контактные	Штырь Гнездо Соединение разборное (вилка, розетка)	XP XS XT

Порядковые номера элементам присваивают, начиная с единицы, в пределах группы элементов, которым на схеме присвоено одинаковое буквенное обозначение, например, R1, R2, R3 и т. д., C1, C2, C3 и т. д. Порядковые номера должны быть присвоены в соответствии с последовательностью расположения элементов на схеме, считая сверху вниз в направлении слева направо. Позиционные обозначения проставляют на схеме рядом с условными графическими обозначениями элементов с правой стороны или над ними. При изображении элемента разнесенным способом позиционное обозначение проставляют около каждой составной части (см. рис.1.6).

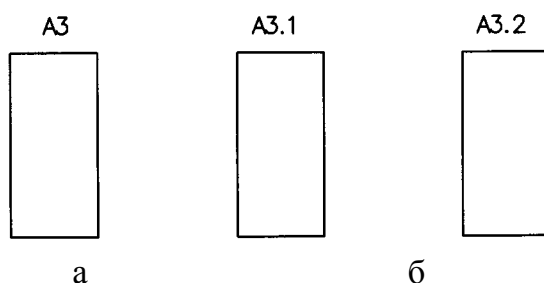


Рис.1.6. Обозначение элемента изображенного совмещенным (а) и разнесенным (б) способами

Данные об элементах, входящих в состав изделия и изображенных на схеме записывают в перечень элементов, который помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа. В первом случае перечень оформляют в виде таблицы (рис.1.7), заполняемой сверху вниз, которую располагают над основной надписью на расстоянии не менее 12 мм от нее. Продолжение перечня помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы. Во втором случае перечень элементов выполняют на листах формата А4 с основной надписью по ГОСТ 2.104 – 68 (форма 2 – на первом

листе и 2а – на последующих листах (см. рис.1.8 и рис.1.9)). В этом случае перечень элементов к схеме ...МЗ.503.007ЭЗ имеет обозначение ...МЗ.503.007ПЭЗ (см. рис.1.2).

В графах перечня элементов указывают следующие данные:

- в графе “Поз. обозначение” – позиционные обозначения элементов (устройств);
- в графе “Наименование” – наименование элементов (устройств) в соответствии с документом, на основании которого этот элемент (устройство) применен, а также обозначение этого документа (ГОСТ, ОСТ, ТУ);
- в графе “Примечание” – технические данные элемента, не содержащиеся в его наименовании (при необходимости).

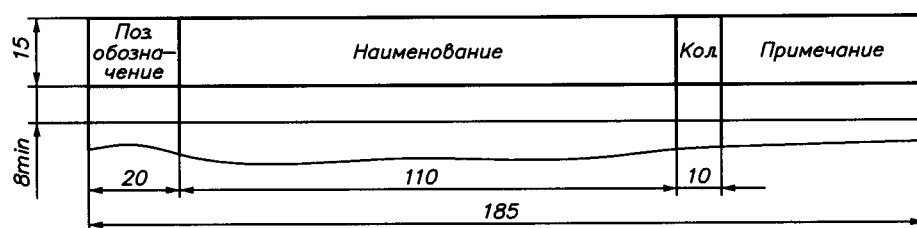


Рис.1.7. Перечень элементов

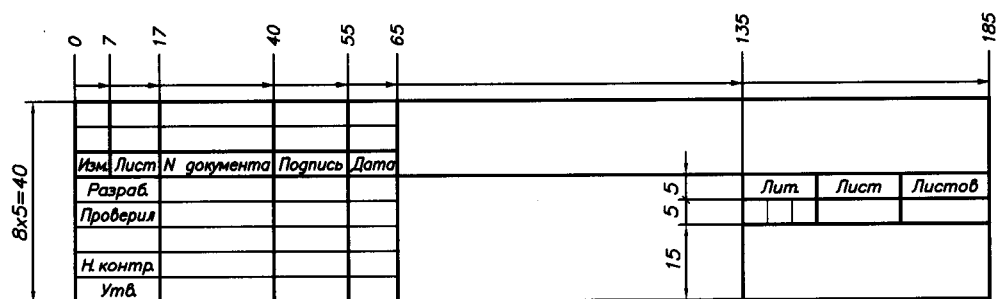


Рис.1.8. Основная надпись форма 2

На рис.1.10 показаны примеры записи элементов, у которых одинаковые:

- *наименования*. В этом случае наименование записывают в виде общего заголовка один раз на каждом листе перечня;
- *обозначения документов*, на основании которых эти элементы применены.

Приложение 1

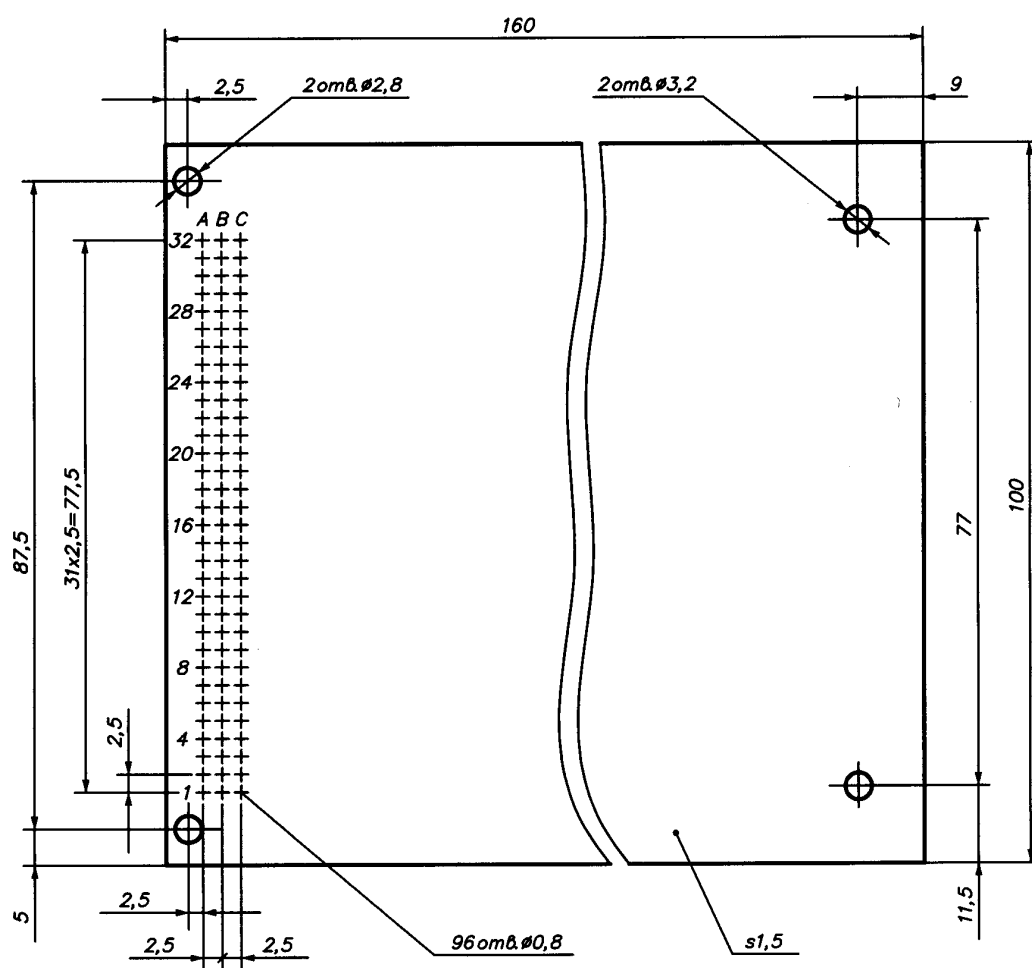


Рис.П2.1 Заготовка печатной платы

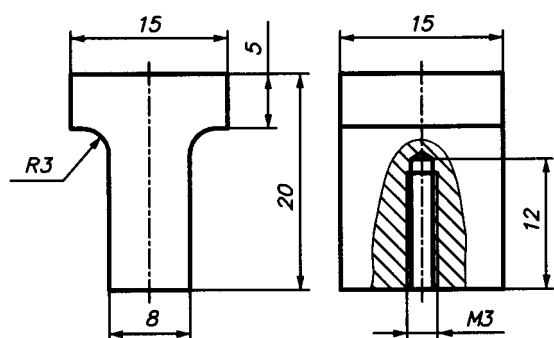
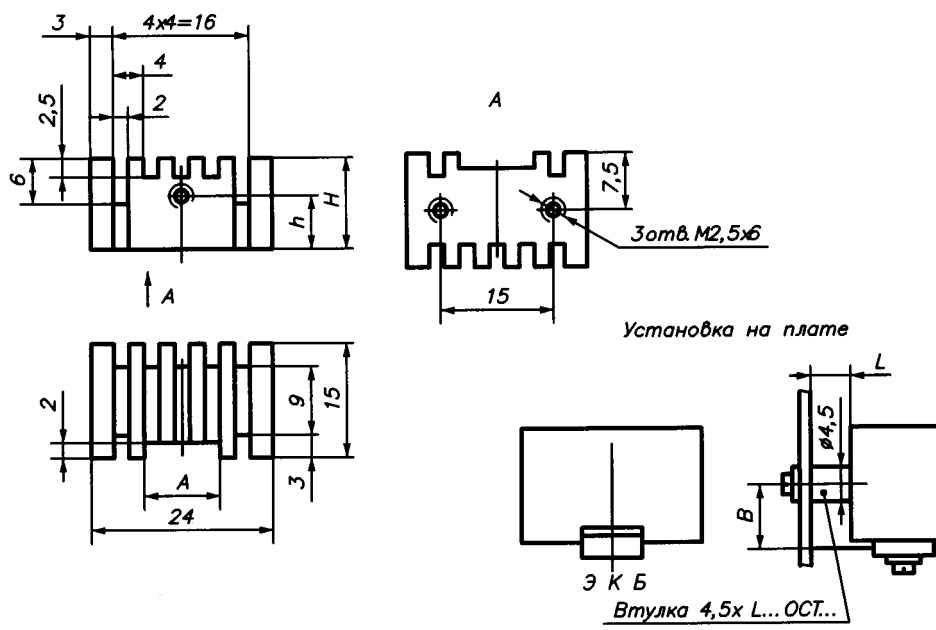


Рис.П2.2 Ручка ...М8.671.640



Транзисторы	Обозначение радиатора	Размеры, мм				
		H	h	A	B	L
КТ819, КТ837	...М8.650.001	20	15	11	9	6
КТ814, КТ815, КТ817	...М8.650.002	12	7	10	7	3

Рис.П2.3 Радиатор

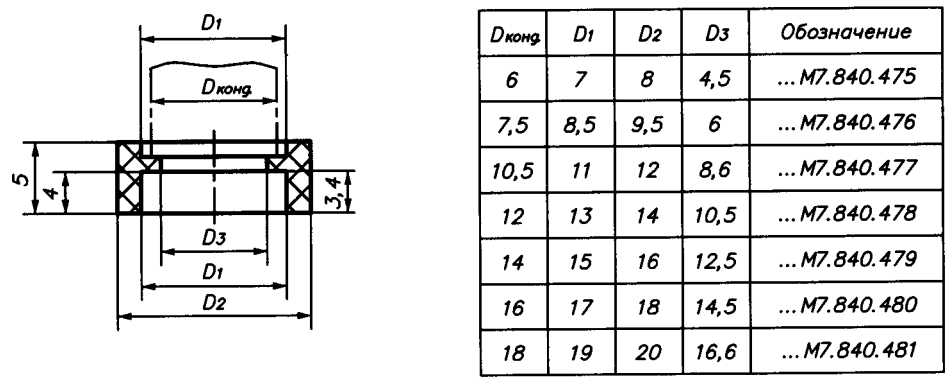


Рис.П2.4 Прокладки под конденсаторы К50-6... и К50-35

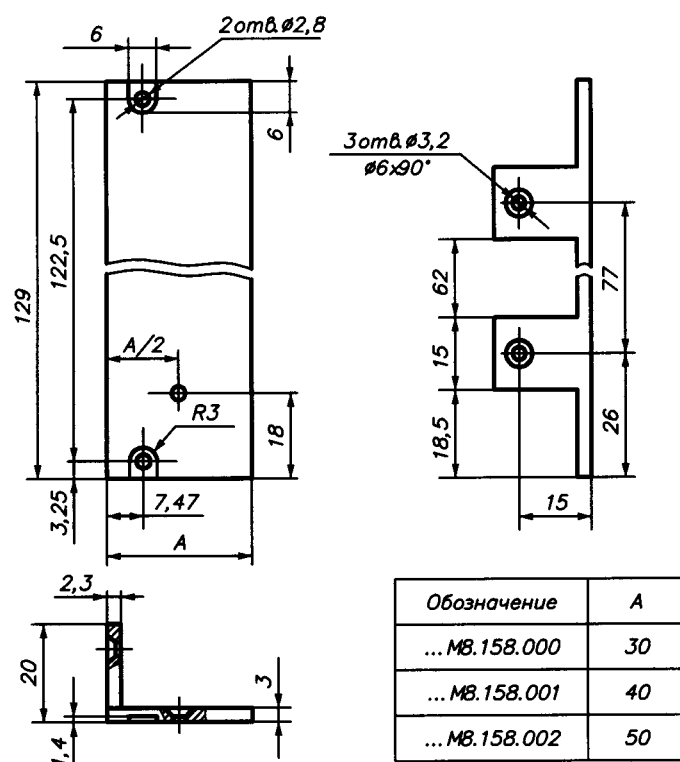


Рис.П2.5 Панель

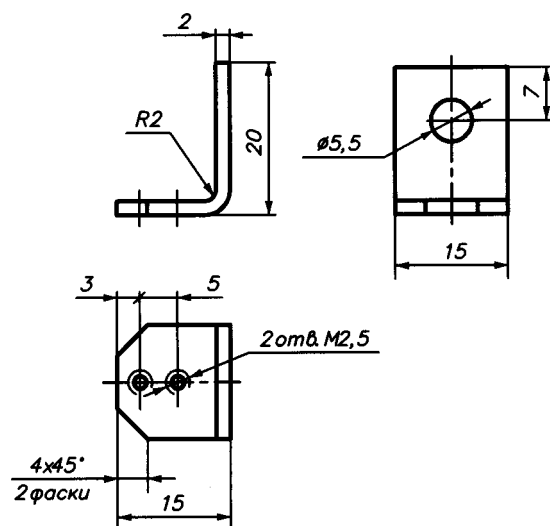


Рис.П2.6 Угольник ...М8.116.000

Па

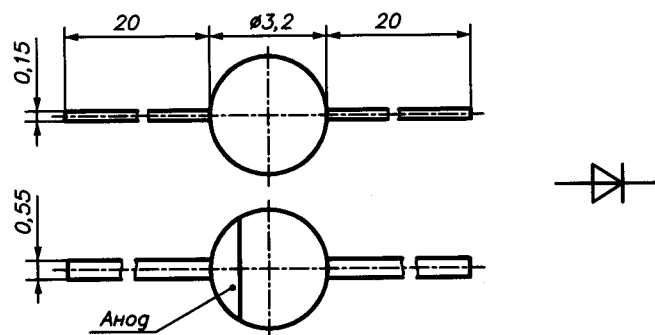


Рис.П2.7 Диоды КД103А , КД103Б ТТЗ.362.082ТУ

Па

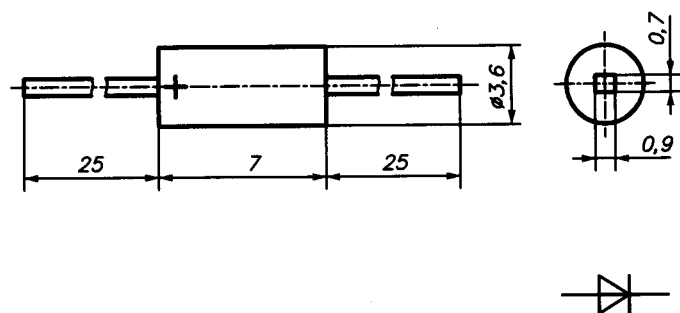


Рис.П2.8 Диоды КД105А, ..., КД105Г ТРЗ.362.060ТУ

Па

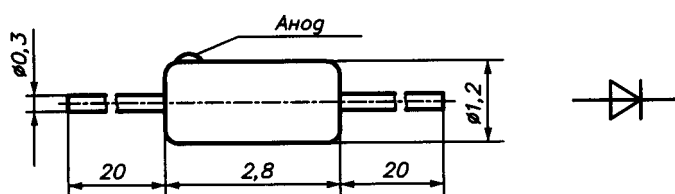


Рис.П2.9 Диод КД510А ТТЗ.362.100ТУ

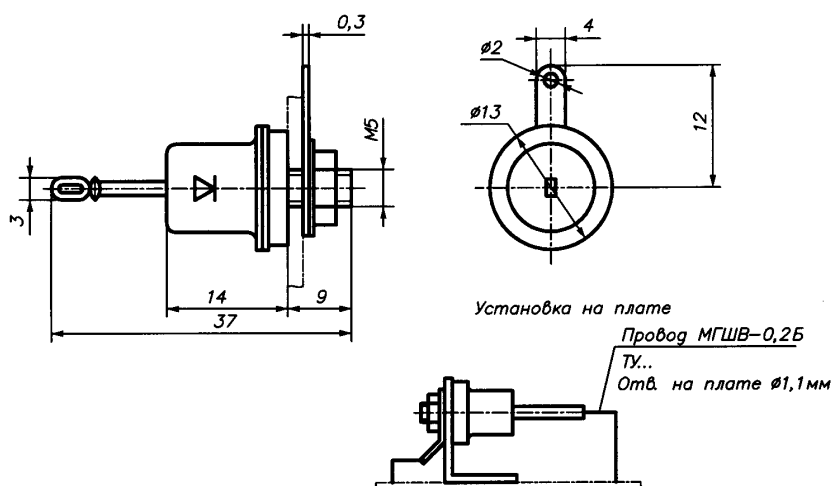
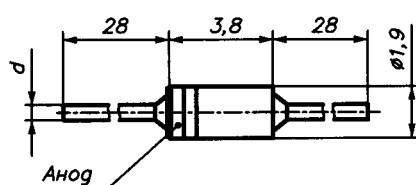


Рис.П2.10 Диод КД202А УЖ3.362.036ТУ

IIa



Тип диода	d
КД521А	0,55
КД522А, ..., Д522В	0,3



Рис.П2.11 Диоды КД521А ДР3.362.035ТУ; КД522А, КД522Б, КД522В ДР3.362.029ТУ

Ia, IIa

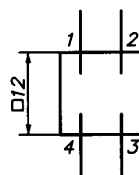
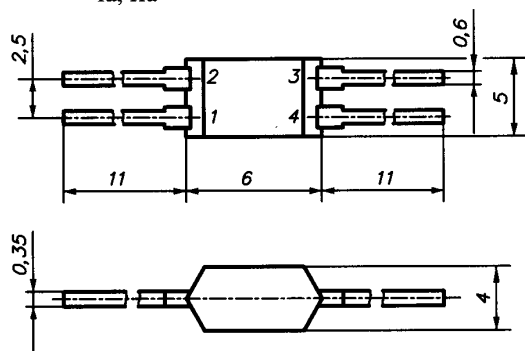


Рис.П2.12 Диодная матрица КД906А ТТ3.362.126ТУ

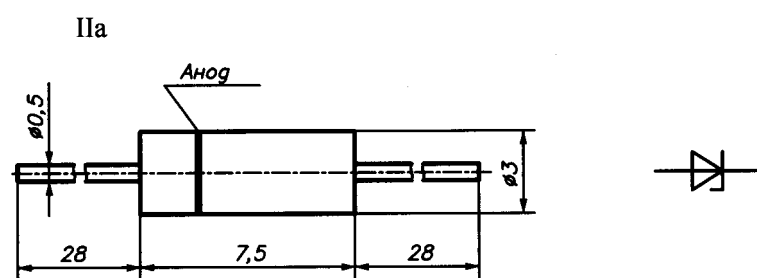


Рис.П2.13 Стабилитроны КС133А, КС139А, КС156А СМЗ.362.812ТУ

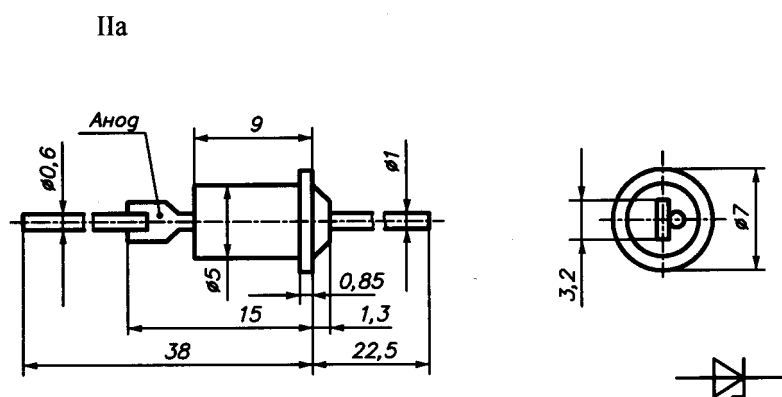


Рис.П2.14 Стабилитроны Д814А, ..., Д814Д аАО.362207ТУ

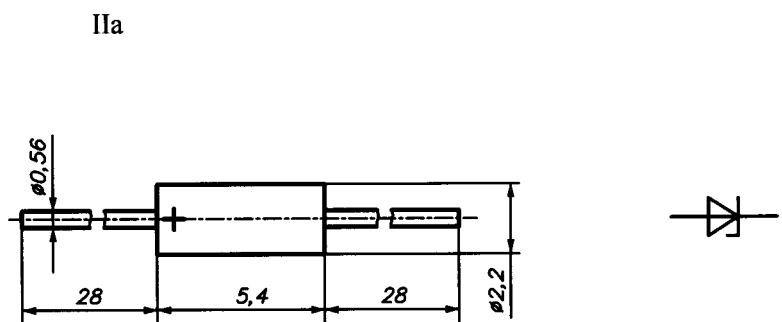
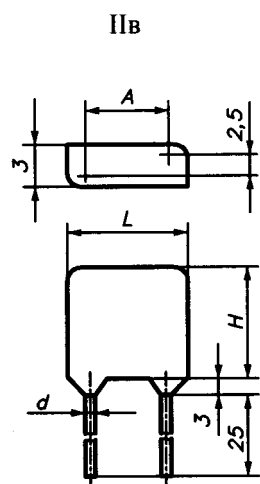


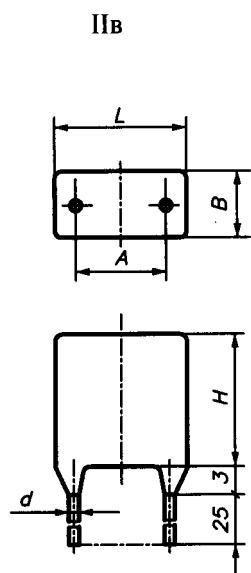
Рис.П2.15 Стабилитроны Д818А, ..., Д818Е СМЗ.362.045ТУ



Группа по ТКЕ	С _{ном} , пФ	L	H	A	d
M47; M1500	68-270	5	4,5	2,5	0,5
H90; M1500	750-1200	7	6,5	5	
M1500	1300-2200	9	8,5	7,5	
H90+M1500	2400-3900	11	10,5	10	0,6
H90	0,15 мкФ	13	12,5		



Рис.П2.16 Конденсатор КМ-56 ОЖО.460.161ТУ



Группа по ТКЕ	С _{ном} , мкФ	L	H	B	A	d
H90	0,47	12	12	6,0	7,5	0,6
	0,68; 1	14	14		10	
	1,5; 2,2	14	13,5	10		

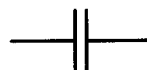
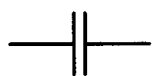
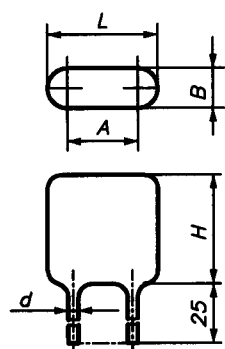


Рис.П2.17 Конденсатор КМ-6А ОЖО.469.061ТУ

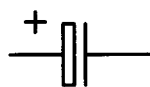
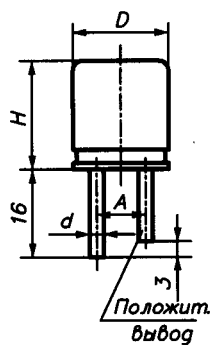
IIb



Группа по ТКЕ	С _{ном}		L	B	H	A	d
H90	мкВ	0,033	10	3,5	10	5,0	0,5
		0,047	12	4,5	12		
		0,068	14		14		
H30	нВ	680; 1000	4	3,5	4	2,5	
M47		22-36					
		220-270	12	4,5	12	5,0	

Рис.П2.18 Конденсатор К10-7В ГОСТ 25814-83

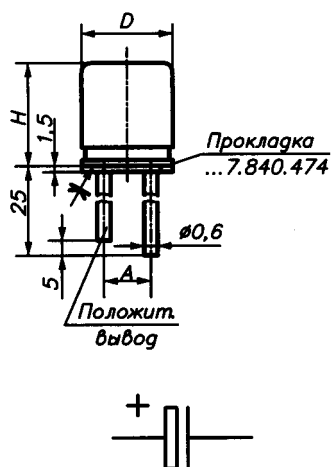
IX6



С ном, мкФ	U ном, В	D	H	A	d
22	25	6	12	2,5	0,5
	40		14		
47	6,3	6	12	2,5	
	16				
	160	16	25	7,5	
470	6,3	12	16	5	0,8
	16		19		
100	25	10,5	14		
	40		16		

Рис.П2.19 Конденсатор К50-35 ОЖО.464.214ТУ

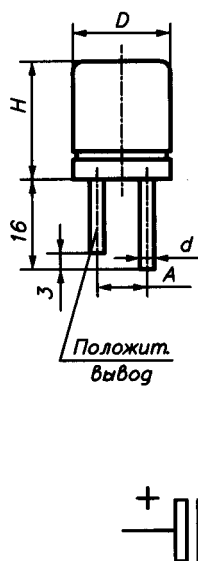
IX6



С ном. мкФ	U ном. В	D	H	A
22	6,3	4	7	1,25
33		5		
220		8	12	2,5
10	16	4	7	1,25
47		6,3		
4,7	25	4		
10		5		
33		6,3		

Рис.П2.20 Конденсатор К50-40 ОЖО.464.242ТУ

IX6



Вид конд.	С ном. мкФ	U ном. В	D	H	A	d	
I	10	10	6	13	2,5	0,5	
	20		7,5				
	50		10,5	15	5		
	5; 10	16	6	13	2,5		0,8
	100		12	18	5		
	200		25	18	18		
II	200	6,3	14	16	5	0,8	
	200	16	16	18	7,5		
	500		18	25			
	200	25	18				
	100	50	18	25			25
	200		25				

Рис.П2.21 Конденсаторы К50-6-I, К50-6-II ОЖО.464.031ТУ

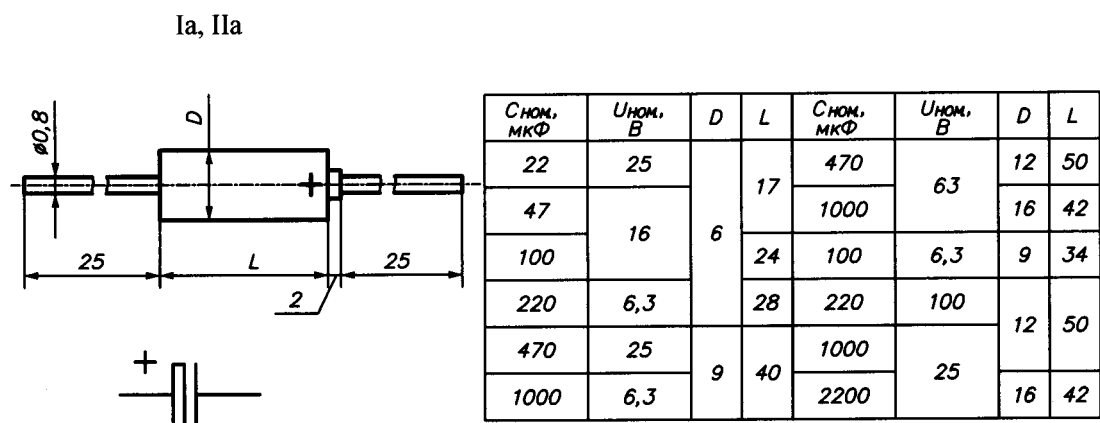


Рис.П2.22 Конденсатор К50-24 ОЖО.464.137ТУ

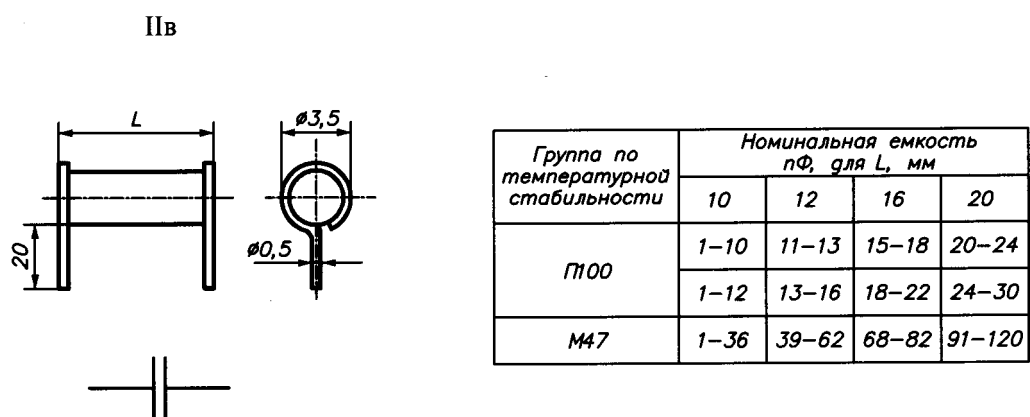
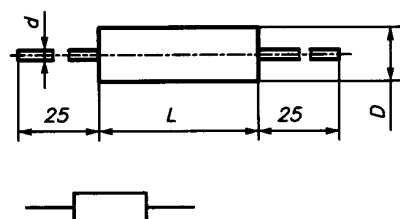


Рис.П2.23 Конденсатор КТ-I ГОСТ 23385-78

Иа, Иа



Тип резистора	L, мм	D, мм	d, мм
МЛТ-0,125	6,0	2,2	0,6
МЛТ-0,25	7,1	3,2	
МЛТ-0,5	10,8	4,2	0,8
МЛТ-1,0	13,0	6,6	
МЛТ-2,0	18,5	8,6	1,0

Тип резистора	L, мм	D, мм	d, мм
С2-29В-0,125	8	3,5	0,6
С2-29В-0,25	11	4,7	0,8
С2-29В-0,5	14	7,5	
С2-29В-1,0	20	9,8	1,0
С2-29В-2,0	28		

Тип резистора	L, мм	D, мм	d, мм
С5-5-1	20	6,15	0,8
С5-5-2	27		
С5-5-5	33	11,2	1,0
С5-5-8	42		
С5-5-10	52		

Рис.П2.24 Резисторы МЛТ... ОЖО.467.180ТУ, С2-29В... ОЖО.467.130ТУ, С5-5... ОЖО.467.505ТУ

Ив

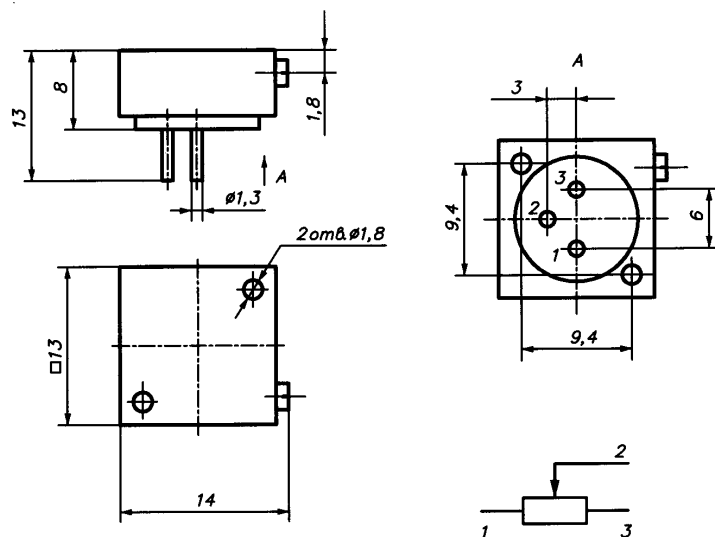


Рис.П2.25 Резистор СП5-2 ОЖО.468.506ТУ

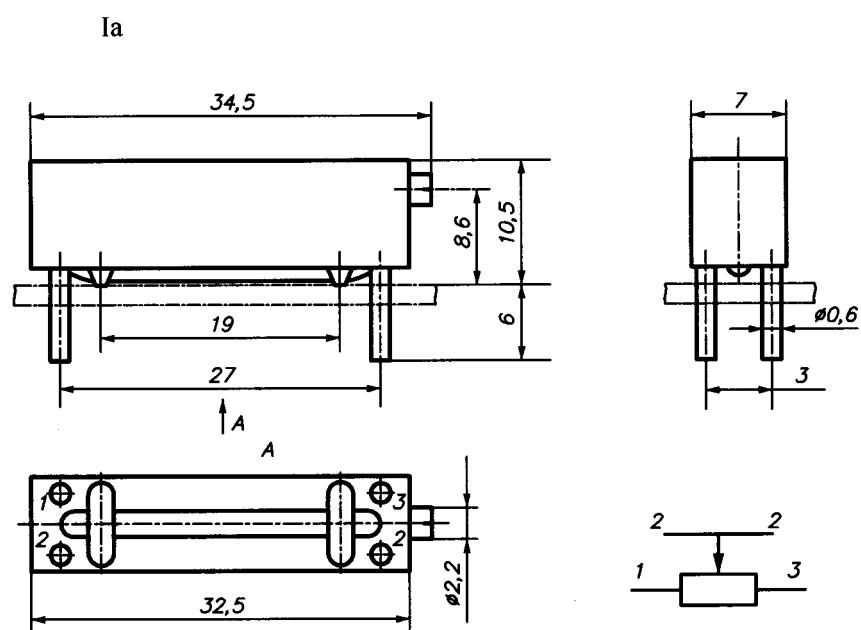


Рис.П2.26 Резистор СП5-14 ОЖО.468.551ТУ

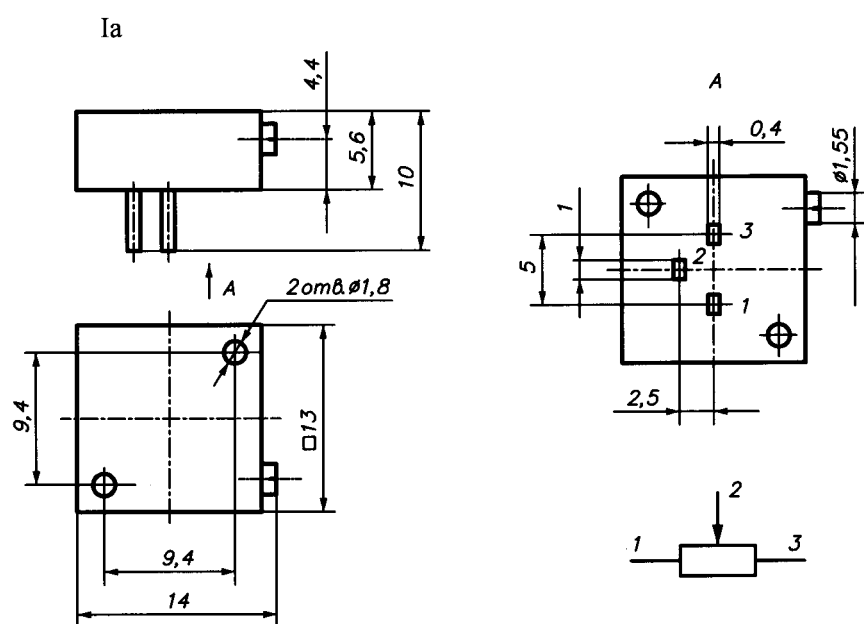


Рис.П2.27 Резистор СП3-39А-I ОЖО.468.354ТУ

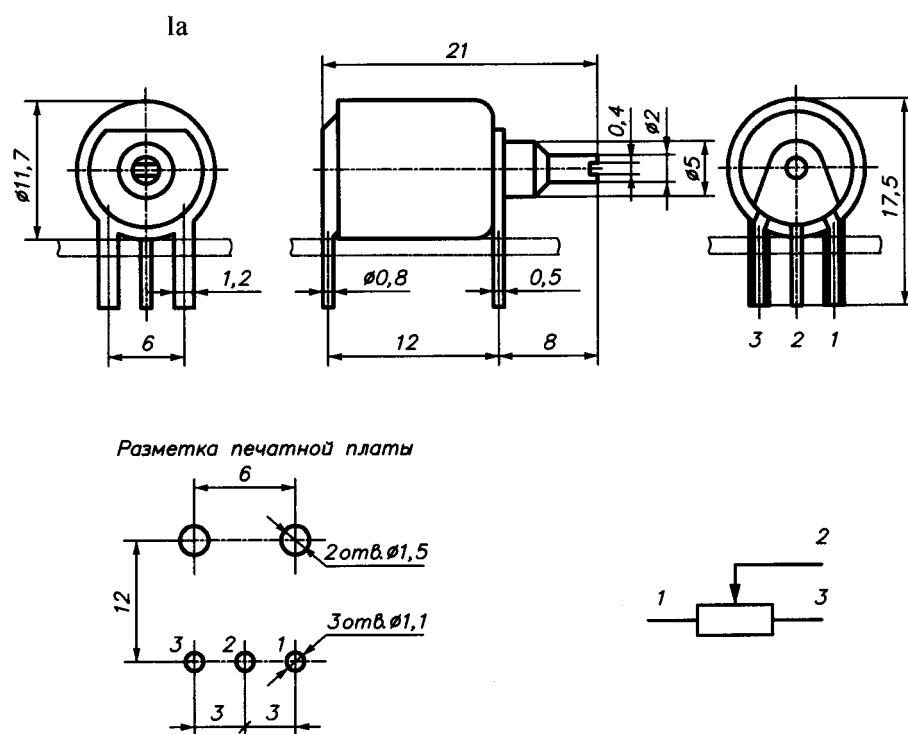


Рис.П2.28 Резистор СПЗ-16а ОЖО.468.087ТУ

la

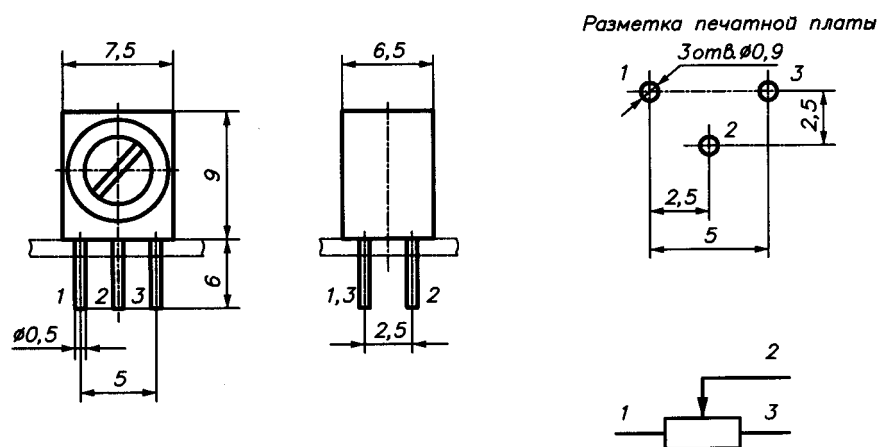


Рис.П2.29 Резистор СПЗ-196 ОЖО.468.134ТУ

VIIIa

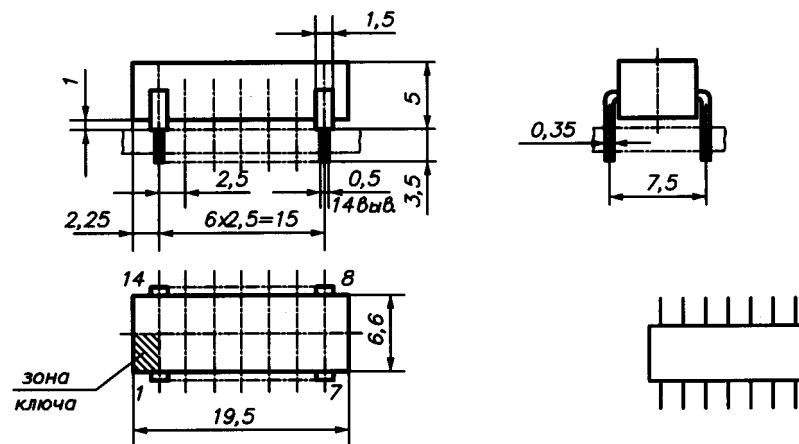


Рис.П2.30 Микросхемы: К155ЛА3 К155ЛА4 К155ЛА8 бКО.348.006ТУ, К155ЛА6 бКО.348.006-01ТУ, К155ИЕ5 бКО.348.006-04ТУ, К553УД1А бКО.348.260-ТУ, К553УД2 бКО.348.260-02ТУ, К554СА3А бКО.348.279-02ТУ

VIIIa

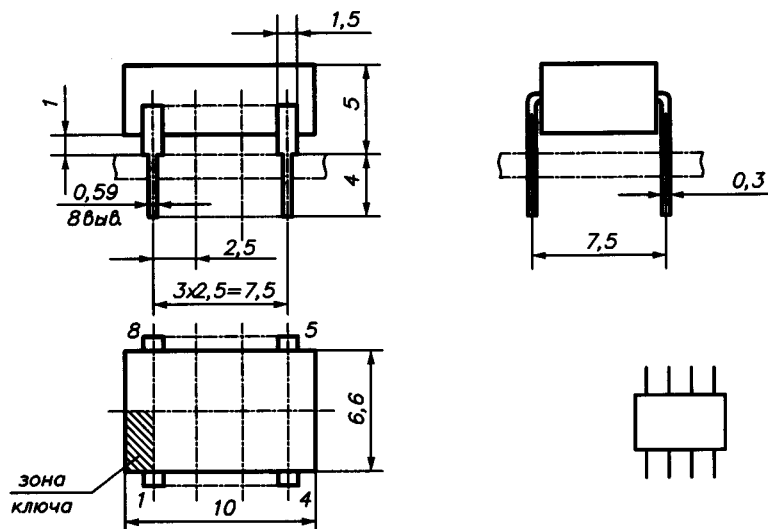


Рис.П2.31 Микросхема КР140УД608 бКО.348.095-03ТУ

VIIIa

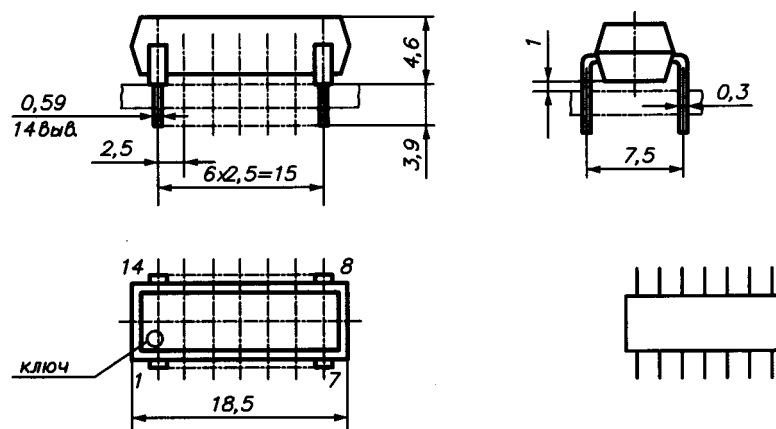


Рис.П2.32 Микросхемы КР142ЕН1Б, КР142ЕН2Б бКО.348.634-01ТУ

Va

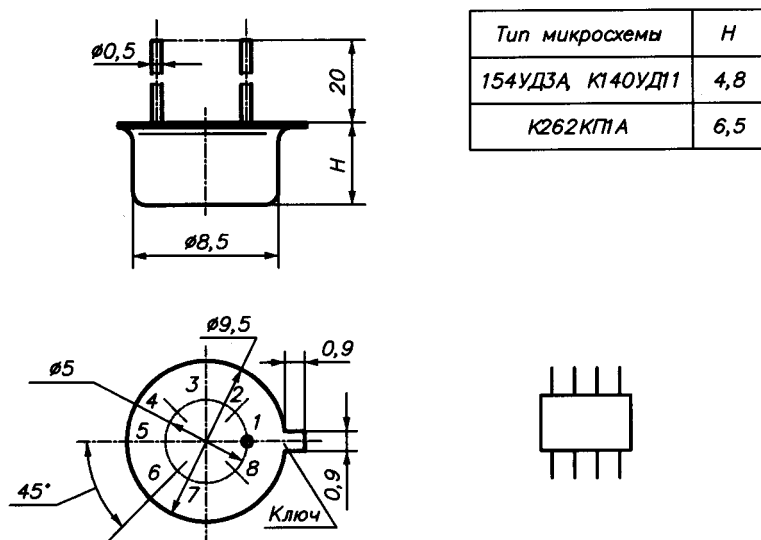


Рис.П2.33 Микросхемы: 154УД3А бко.347.206ТУ, К140УД11 бКО.348.302ТУ, К262КП1А бКО.348.051ТУ

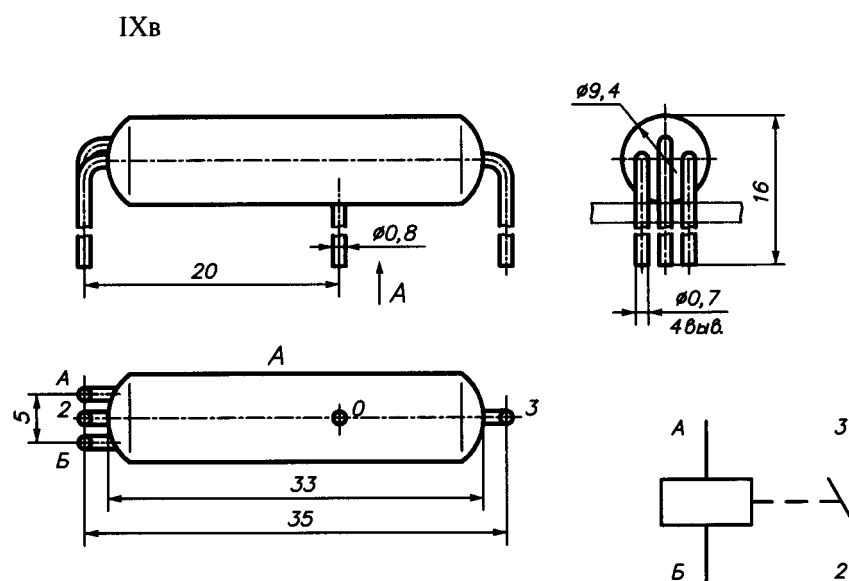


Рис.П2.34 Реле РЭС64-А РС4.569.724 дЫО.450.001ТУ

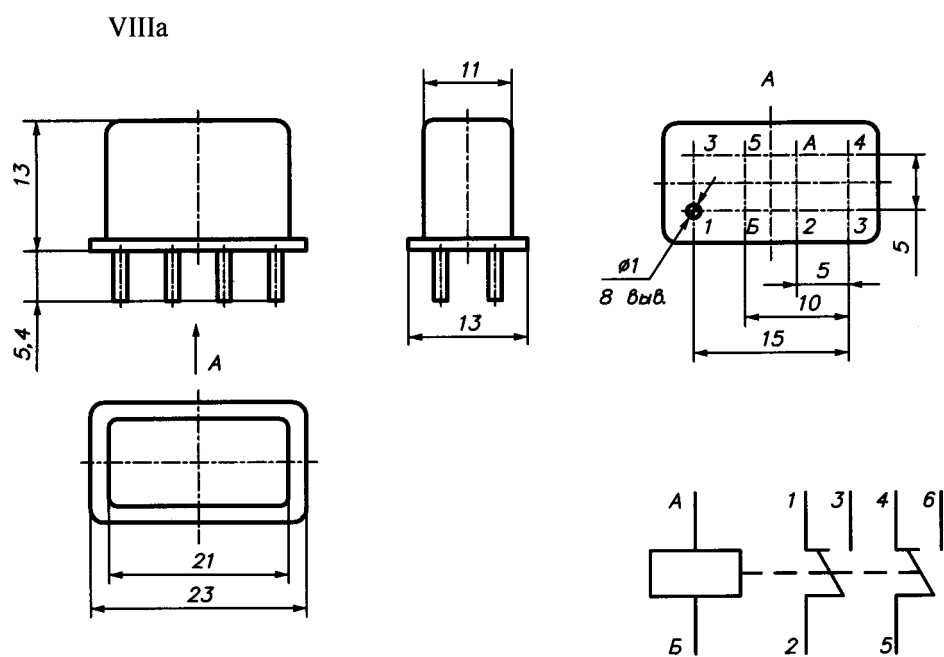


Рис.П2.35 Реле РЭС47 РФ4.500.407-01.02 РФО.450.044ТУ

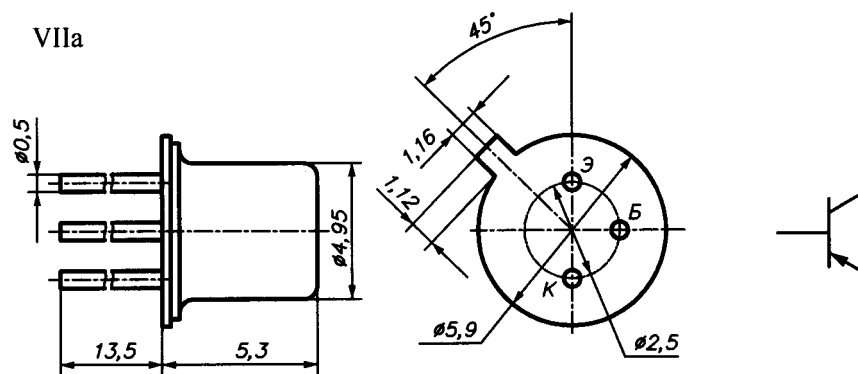


Рис.П2.36 Транзисторы КТ313А, КТ313Б аАО.336.131ТУ
VIIa

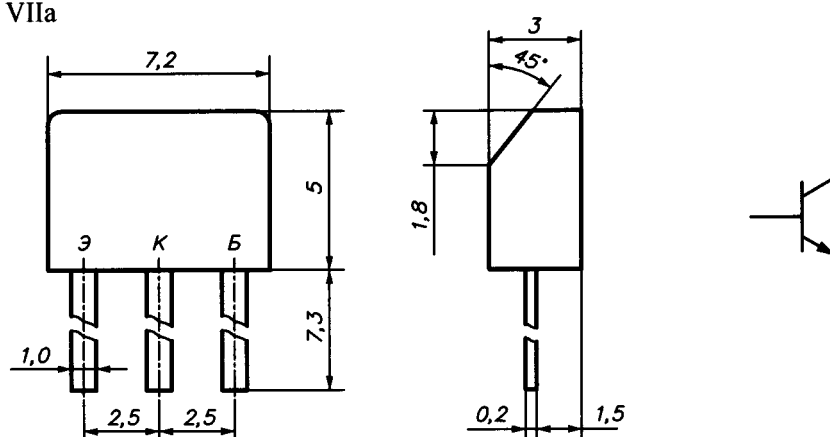


Рис.П2.37 Транзисторы КТ315А ,..., КТ315Е ЖКЗ.365.200ТУ
VIIa

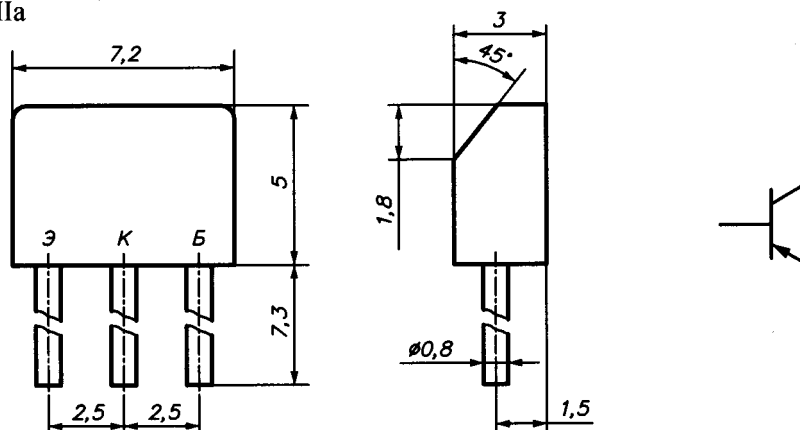


Рис.П2.38 Транзисторы КТ361А, ..., КТ361В ФЫО.336.201ТУ

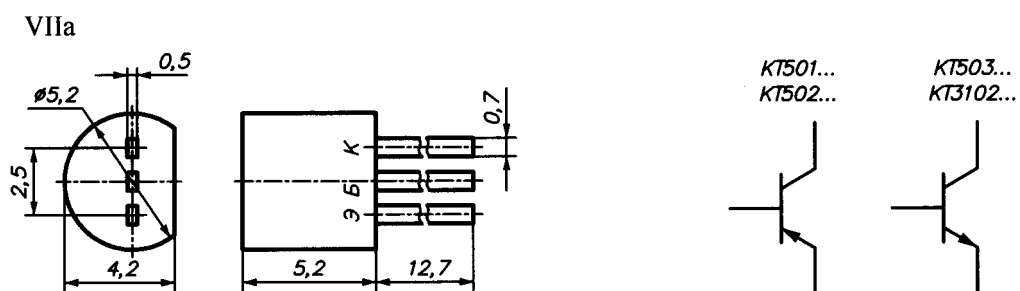


Рис.П2.39 Транзисторы: КТ501А, ..., КТ501Е аАО.336.044ТУ, КТ502А, ..., КТ502Е аАО.336.182ТУ, КТ503А, ..., КТ503Е аАО.336.183ТУ, КТ3102А, ..., КТ3102Е, КТ3102АМ аАО.336.122ТУ

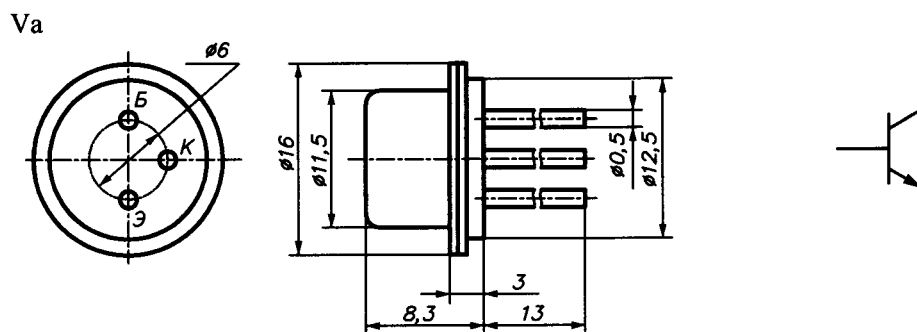


Рис.П2.40 Транзисторы КТ801А, КТ801Б ЩЫЗ.365.001ТУ

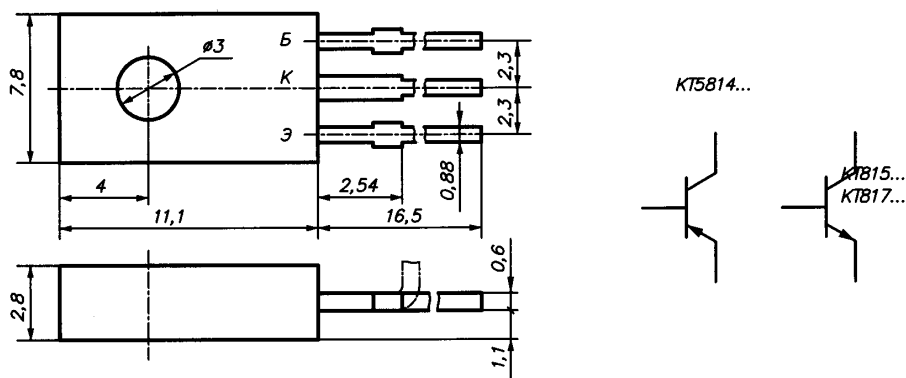


Рис.П2.41 Транзисторы: КТ814А, ..., КТ814Г аАО.336.184ТУ, КТ815А, ..., КТ815Е аАО.336.185ТУ, КТ817А, ..., КТ817Б аАО.336.187ТУ

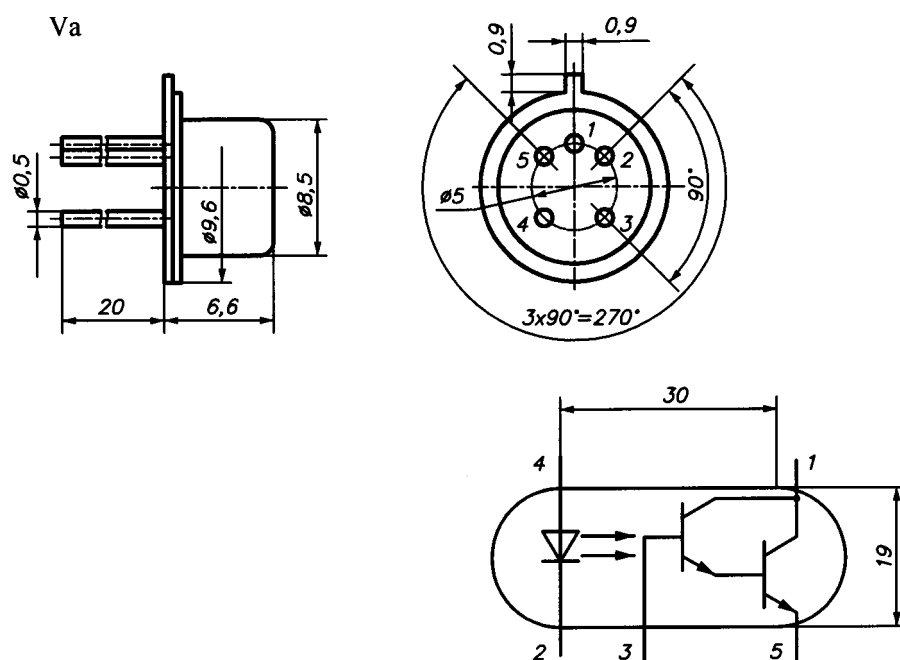


Рис.П2.44 Оптопара транзисторная АОТ110 аАО.336.260ТУ

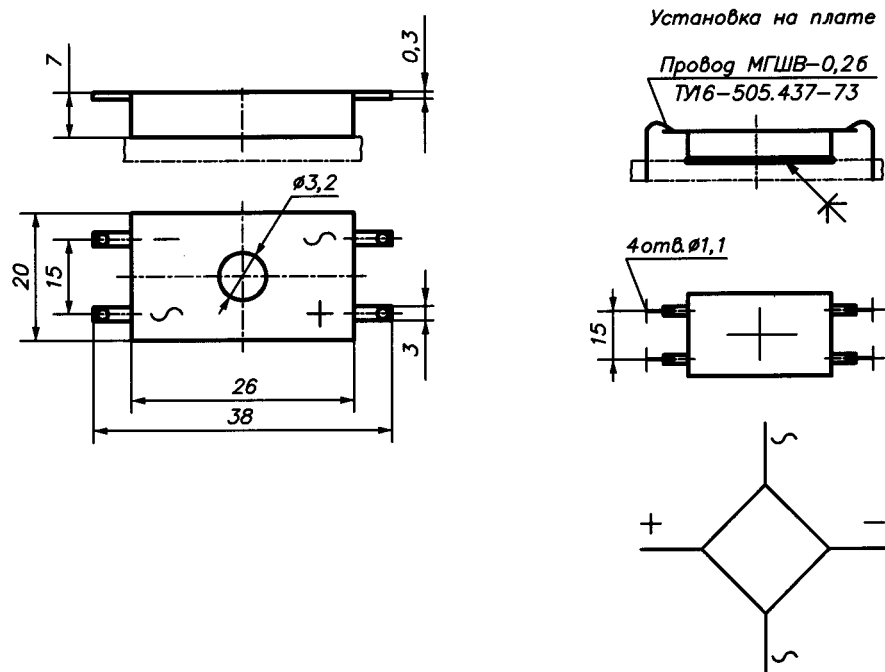


Рис.П2.45 Прибор выпрямительный КЦ402А УФО.336.006ТУ

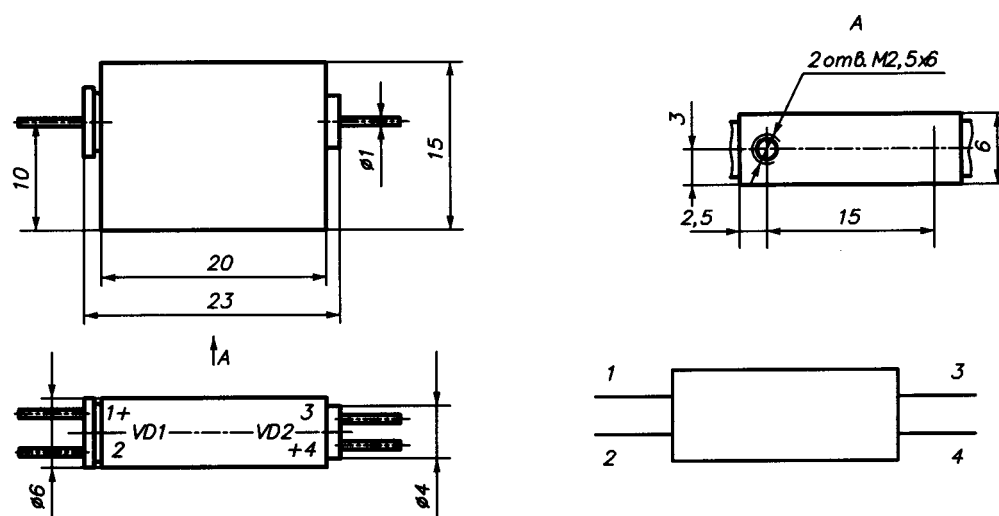


Рис.П2.46 Фотодатчик ...М3.850.230 (сборочная единица)

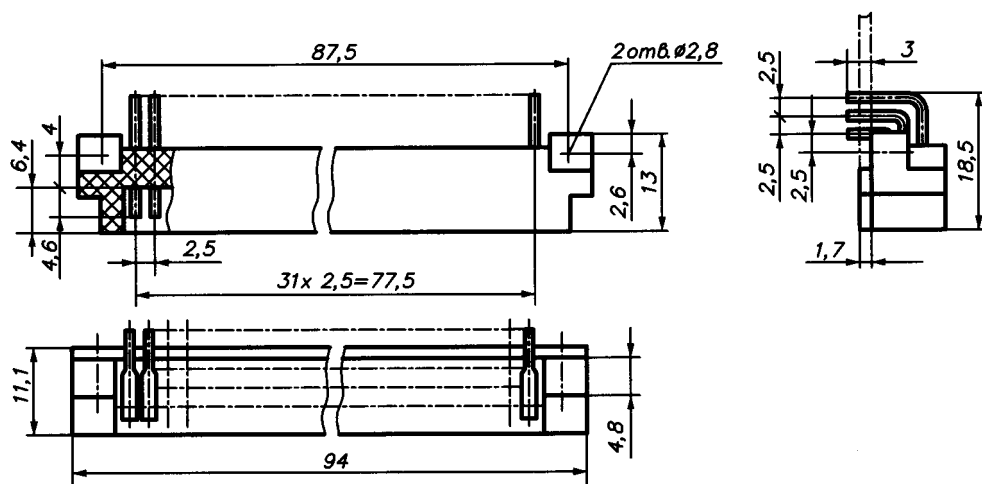


Рис.П2.47 Вилка СНП59-96... КеО.364.043ТУ