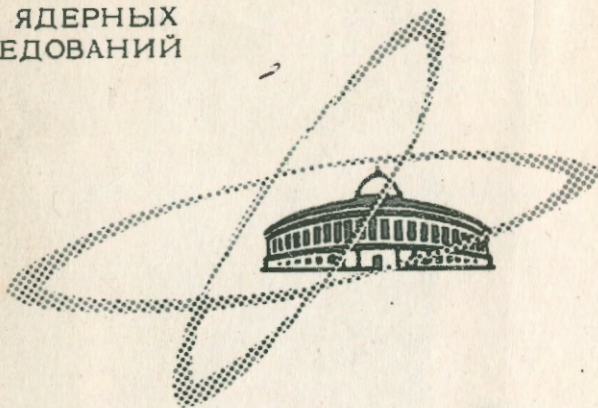


ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

2645



Б. Ю. Семенов, Н. С. Фролов

КОМПЛЕКС БЛОКОВ ДЛЯ ПИТАНИЯ  
ЭЛЕКТРОННО-ФИЗИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

1966

2845

**Б. Ю. Семенов, Н. С. Фрелов**

**КОМПЛЕКС БЛОКОВ ДЛЯ ПИТАНИЯ  
ЭЛЕКТРОННО-ФИЗИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ**

Направлено в сборник "Передовой научно-  
технический и производственный опыт"

**Научно-техническая  
библиотека  
ОИЯИ**

## В в е д е н и е

Качество и надежность работы разнообразной радиоэлектронной аппаратуры, применяемой в физических экспериментах, в большой степени зависят от параметров источников питания. Поэтому задача создания достаточно простых, надежных и универсальных транзисторных источников питания для радиоэлектронных схем является актуальной.

В Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований разработан комплекс унифицированных блоков для питания электронной аппаратуры, применяемой в физических экспериментах. Условия работы аппаратуры - нормальные лабораторные, температура окружающей среды  $20^{\circ} \pm 10^{\circ}\text{C}$ .

При разработке комплекса блоков был учтен опыт разработки и эксплуатации источника питания широкого применения ИП-2,<sup>1/4</sup> разработанного ранее, а блоки БТ2а и БСУ аналогичны соответствующим блокам прибора ИП-2, но отличаются от них большей универсальностью.

В основу разработки комплекса были положены следующие основные принципы.

1. Обеспечение надежной работы и отсутствия необходимости настройки после монтажа блоков путем:

а) расчета всех элементов схем при учете действия наиболее неблагоприятного сочетания возмущающих факторов (тока нагрузки, изменения напряжения сети, температуры окружающей среды и т.п.), а также отклонений величин элементов (сопротивлений, конденсаторов и др.) от номинальных значений;

б) использования элементов схем в более легких режимах, чем предельно допустимые;

в) возможности применения в блоках стабилизированных выпрямителей двойной защиты от перегрузок и коротких замыканий (кроме предохранителя может вводиться релейная схема); применение релейной защиты целесообразно и представляет дополнительные удобства в случаях, когда возможны частые короткие замыкания (например, при настройке аппаратуры);

г) соответствующей проверки элементов перед монтажом.

2. Обеспечение достаточно высоких выходных характеристик стабилизированного выпрямителя (большой коэффициент стабилизации, малое внутреннее сопротивление и т.д.) при сравнительно простой схеме.

3. Блочная конструкция, позволяющая легко компоновать источники для питания различной аппаратуры; конструктивно блоки выполняются на унифицированных шасси, принятых в ОИЯИ.

4. Универсальность блоков. На основе одного и того же блока стабилизированного выпрямителя путем добавления съемных субблоков и элементов или перепайки одного провода можно получать источники питания на разные напряжения и токи с дополнительной релейной защитой от коротких замыканий и перегрузок и без этой защиты, с термокомпенсацией и без нее, с встроенным трансформатором или без него - всего несколько десятков модификаций, удовлетворяющих наилучшим образом заданным конкретным условиям.

5. Использование в различных блоках по возможности унифицированных элементов и деталей (как то: транзисторы, печатные платы стабилизированного выпрямителя и защиты, радиатор и др.), применение дешевых и надежных деталей.

6. Технологичность в условиях мелкосерийного производства, а также возможность изготовления блоков силами сравнительно небольших мастерских.

#### Технические характеристики блоков и субблоков

Комплекс состоит из 8 основных унифицированных блоков (2-трансформаторных и 4-стабилизированных выпрямителей) и 8 съемных субблоков (1-выпрямительный мост, 2-трансформаторы и 3-схемы защиты).

Трансформаторные блоки и субблоки питаются от сети переменного тока напряжением 220 В  $\pm 10\%$  частотой 50 Гц; они обеспечивают получение переменных напряжений для питания блоков стабилизированных выпрямителей. Принципиальные схемы блоков и субблоков приведены на рис. 1, 3, 5 и 7. Вторичные обмотки трансформаторов состоят из пар обмоток, питающих мосты выпрямителей М1 и М2, и обмотки индикации. Число пар обмоток соответствует количеству блоков стабилизированных выпрямителей, питаемых от данного трансформаторного блока или субблока: трансформатор блока БТ2а имеет 4 пары обмоток, блока БТ3а-2, а трансформаторы субблоков Тр1 Тр2- по одной паре обмоток. Одна из обмоток пары питает основной нагрузочный мост,

другая - вспомогательный (необходимый для питания источника опорного напряжения и усилителя в цепи обратной связи стабилизатора). Причем для большей универсальности блоков БТ2а и БТ3а обмотки выполнены таким образом, что они могут меняться ролями в зависимости от типа питаемого блока стабилизированного выпрямителя. На передних панелях трансформаторных блоков (рис. 2 и 4) размещены тумблер и сигнальная лампочка включения сети, прибор для измерения выходных напряжений и токов блоков стабилизированных выпрямителей, подключаемых к данному трансформаторному блоку, а также контрольные гнезда для подключения в случае необходимости более точного прибора.

Трансформаторные субблоки (см. рис. 5, 6, 7 и 8) помещаются непосредственно в блоки стабилизированных выпрямителей; в этом случае последние превращаются в однокальные источники питания на соответствующее выходное напряжение и ток нагрузки. Основные технико-характеристики блоков и субблоков приведены в таблице №1.

Блоки стабилизированных выпрямителей. На передней панели каждого блока, кроме выполненных на основе БС15-0,5, располагаются тумблер включения выходного напряжения, выходные клеммы, предохранитель цепи выпрямленного напряжения, потенциометр установки уровня выходного напряжения, две сигнальные лампочки (включения блока и срабатывания защиты) и кнопка деблокировки защиты (см. рис. 11, 17 и 20). На передней панели блока, выполненного на основе БС15-0,5, устанавливается только предохранитель цепи выпрямленного напряжения (см. рис. 14). Все блоки стабилизированных выпрямителей, кроме выполненных на основе БС15-0,5, могут быть использованы совместно с соответствующими трансформаторными блоками или субблоками как в составе источников питания различной электронной аппаратуры, так и для создания отдельных приборов-лабораторных источников питания. Выходное напряжение в этих блоках выводится не только на клеммы, расположенные на передней панели, но и на соответствующие контакты разъема, расположенного на задней стенке блока. Блоки, выполненные на основе БС15-0,5, предназначены для использования в составе блоков питания сравнительно небольших электронных приборов (например, пересчетных). Выходное напряжение в этих блоках выводится только на соответствующие контакты разъема.

При разработке стабилизированных выпрямителей была использована известная схема стабилизатора напряжения с обратной связью и последовательным включением регулирующего элемента, в качестве которого используется составной транзистор (см. принципиальные схемы). Принцип работы, особенности и методы расчета подобных схем освещены в литературе<sup>1,2/</sup>.

Принципиальные электрические схемы блоков показаны на рис. 9, 12, 15 и 18.

Т а б л и ц а № 1

Основные технические характеристики трансформаторных блоков и субблоков

№№ пп	Обозначение	Кол-во и комбинация блоков стабилизированных выпрямителей, питаемых от данного блока или субблока	Тип и площадь сердечника трансформатора	Конструктивное выполнение	Габариты 3 мм
1	БТ2а	Любые 4 блока стабилизированных выпрямителей в любой комбинации	Ленточный ПЛ118х32-80 (2 шт.)	Отдельн. блок	180х120х х305
2	БТ3а	Любые 2 блока стабилизированных выпрямителей в любой комбинации	Ленточный ПЛ118х32-80	Отдельн. блок	80х120х х305
3	Тр1	БСУ	Ленточн. ПЛ 12,5х х25-50	Съемный субблок	75х70х50
4	Тр2	БС27-03 БС50-0,25	Ленточный ПЛ-12,5х х25-50	Съемный субблок	75х70х50

Примечание: Обозначение ленточных сердечников указаны в соответствии с нормалью, принятой в ОИЯИ.

Технические характеристики блоков приведены в таблицах № 2 и № 3. Таблица № 2 дает представление о всех возможных модификациях, которые образуются на основе четырех основных типов блоков. В этой таблице поясняется принятая система обозначений, которой необходимо пользоваться при заказе или работе с блоками.

Субблоки защиты. Как показывает длительный опыт эксплуатации большого количества стабилизированных выпрямителей (более 200 шт.), предохранитель обеспечивает надежную защиту элементов схем от выхода из строя при коротких замыканиях и перегрузках. Введение же релейной защиты целесообразно и вызывается необходимостью иметь дополнительные удобства в работе (быстрое возвращение в рабочее состояние блока после короткого замыкания), а также экономию предохранителей там, где возможны частые перегрузки и короткие замыкания (например, при настройке макетов схем). Субблоки выполняются съемными. Для блоков, выполняемых на основе БСУ, применяется субблок 3<sub>1</sub>, для блоков БС27-0,5 - субблок 3<sub>2</sub>, для блоков БС50-0,25 -

- субблок 3<sub>3</sub>. Каждый субблок может быть настроен с помощью потенциометра на любой ток срабатывания в пределах 0,8 - 1,5 а. Принципиальные и монтажные схемы, а также внешний вид субблоков защиты показаны на рис. 21, 22, 23, 24, 25, 28 и 27.

Субблок выпрямительного моста. В зависимости от конкретных требований, предъявляемых при проектировании того или иного источника питания, блоки стабилизированных выпрямителей на основе БСУ могут выполняться на 0,8; 0,8 и 1а в зависимости от типа и количества диодов в плече моста М1 (см. рис. 8). Мост М1, содержащий 4 диода типа Д302 (Д214), выполнен в виде съемного субблока. Внешний вид его показан на рис. 28.

#### Конструктивное оформление блоков

Как уже отмечалось, при разработке описываемого комплекса была принята блочная конструкция, позволяющая легко компоновать источники для питания разнообразной аппаратуры как в составе стоек, так и в виде отдельных лабораторных приборов. Блоки комплекса выполняются на унифицированных шасси, принятых в ОИЯИ. Высота шасси 120 мм, ширина 180 (БТ-2а), 80 (БТ-3а; БСУ; БС 27-0,5; БС-50-0,25) и 40 мм (БС 15-0,5). При включении источника питания в виде отдельного прибора блоки помещаются в приборный кожух, показанный на рис. 31. В этом случае при соответствующей комплектации можно получить до 6 независимых каналов питания.

Во всех блоках стабилизированных выпрямителей комплекса использована одна унифицированная печатная плата, показанная на рис. 32.

В блоках БСУ; БС 27-0,5 и БС 50-0,25 использован одинаковый радиатор, чертеж которого приведен на рис. 33. В блоках, выполняемых на основе БС 15-0,5, применен радиатор меньшей площади аналогичной конструкции, чертеж которого показан на рис. 34.

Таблица № 2

Основные технические характеристики, возможные модификации и система обозначений блоков стабилизированных выпрямителей

№№ шп	Тип основного блока	Элементы обозначения и характеристики блоков			Габариты, мм <sup>3</sup>
		Первое число (группа чисел), обозначающее выходное напряжение в вольтах	Второе число, обознач. грузки в амперах	Дополнительные элементы обозначения, обозначающие наличие в блоке: Т-термокомпенсации, З-субблока защиты, Тр-трансформаторного субблока	
1	2	3	4	5	6
1.	БСУ	1,5; 6; 10; 12; 15 (может устанавливаться любым в диапазоне 1 - 15в)	0,6 0,8 1	Блоки могут иметь: а) Т - термокомпенсацию, б) З-субблок защиты, в) Тр-трансформаторный субблок	80x120x x305
2.	БС27-0,5	27	0,5		
3.	БС50-0,25	50	0,25		
4.	БС15-0,5	1,5; 6; 10; 12; 15	0,5	Блоки могут иметь Т - термокомпенсацию	40x120x x305

**Примечания:** 1. Различные входные напряжения блоков, выполненных на основе БСУ и БС15-0,5, получаютс я перепайкой одного провода согласно разводке, указанной на принципиальной схеме (см. рис. 9 и 12) и установкой соответствующего потенциометра.

2. В зависимости от требуемого тока нагрузки блоков, выполняемых на основе БСУ, в плечах основного моста М1 могут устанавливаться различные диоды: на 0,8а-1 диод Д7Ж (Д226); на 0,8а-2 диода Д7Ж (Д226); на 1а - диод Д302 (Д214).

3. Термокомпенсация в блоках, выполняемых на основе БСУ и БС15-0,5, осуществляется с помощью кремневых стабилитронов, в блоках БС27-0,5 и БС-50-0,25 - с помощью термисторов (см. принципиальные схемы на рисунках 9, 12, 15 и 18).

4. При заказе или в других случаях следует указывать полное обозначение блока, например: БС12-1-ТЗ<sub>1</sub>, что означает: блок стабилизированного выпрямителя, обеспечивающего выходное напряжение 12в, ток нагрузки 1а с термокомпенсацией и защитой.

## Характеристики блока стабилизированного выпрямителя

1. Напряжение пульсаций 0,5-5 мв (т.е. составляет 0,02-0,2% от выходного напряжения).

2. Время установления теплового равновесия 15-20 мин.

3. Изменение выходного напряжения за время установления теплового равновесия 5 - 100 мв.

Таблица № 3

№№ шп	Время действия возмущающего фактора	Возмущающий фактор	Изменение выходного стабилизатора (абсолютное значение) ΔU <sub>вых</sub> , мв	Примечание
1.	Не более 1 мин	Изменение тока нагрузки от $I_H = 0$ до $I_H$ ном.	0,5-5	ΔU <sub>вых</sub> слабо зависит от типа блока. Большие значения ΔU <sub>вых</sub> из указанных обычно имеют блоки с большим значением U <sub>вых</sub> и I <sub>H</sub> .
2.		Изменение напряжения сети на ΔU <sub>сети</sub> = ± 20 в	0,5-3	
3.	Не менее 15-20 минут.	Изменение тока нагрузки от $I_H = 0$ до $I_H$ ном.	1-15	Величина ΔU <sub>вых</sub> определяется изменением теплового режима элементов и зависит от тщательности исполнения цепи термокомпенсации
4.		Изменение напряжения сети на ±20 вольт	1,5-30	
		Изменение напряжения сети на ±20 вольт	1,5-30	
5.		Изменение температуры окружающей среды на ±10°C	1-100	
6.		Воздействие суммы возмущающих факторов в наиболее неблагоприятных сочетаниях	5-150-350	
7.	Дрейф за 8 часов работы		< 80	

В результате анализа таблицы № 3 можно сделать следующие выводы:

1. Изменение теплового режима элементов играет определяющую роль в изменении выходного напряжения стабилизатора (так, ΔU<sub>вых</sub> при возмущениях нетеплового

порядка составляет 0,002-0,2%, в то же время при тепловых возмущениях  $\Delta U$  вых. может достигать 1-1,5%).

2. При необходимости иметь большую стабильность выходного напряжения следует производить тщательную компенсацию.

Следует заметить, что приведены некоторые усредненные характеристики; в результате разброса параметров элементов характеристики отдельных стабилизированных выпрямителей могут лежать за пределами указанных значений.

Требования к элементам схем блоков, монтажу, рекомендации по проверке, настройке и эксплуатации

Требования к элементам схем блоков.

Для обеспечения необходимой надежности и исключения настройки перед монтажом элементы, устанавливаемые в блоки стабилизированных выпрямителей, должны соответствующим образом проверяться.

Сопротивления и конденсаторы, устанавливаемые в схему, должны удовлетворять номиналам и допускам, указанным в спецификации (см. соответствующие схемы).

Кремниевые стабилитроны, кроме устанавливаемых для термокомпенсации, должны иметь разброс величины напряжения стабилизации не более, чем  $\pm 0,5$  в от величины номинального значения. К кремниевым стабилитронам, устанавливаемым для термокомпенсации, такое требование не предъявляется, они должны удовлетворять паспортным данным.

Требования к транзисторам определяются тем, в какой источник они устанавливаются. В источник питания с плавным регулированием уровня выходного напряжения и напряжения 27 и 50 в максимальное напряжение  $U_{кэ}$  проходных транзисторов может быть около 28 в, поэтому к транзисторам  $T_1, T_2, T_3$  предъявляются жесткие требования в отношении обратного тока коллектора и предельно допустимого напряжения коллектор-эмиттер, что приводит к отбраковке значительного количества транзисторов из партии П4 (транзистор  $T_1$ ), а в качестве транзистора  $T_3$  приходится применять в этом случае транзисторы типа П14А, П20, П21, П25-П26Б. <sup>/3/</sup> В источниках питания с фиксированным уровнем выходного напряжения 1,5; 6; 10; 12 и 15 в максимальное напряжение  $U_{кэ}$  проходных транзисторов не превышает 15 в, поэтому требования к транзисторам  $T_1, T_2, T_3$  значительно снижаются. В качестве транзистора  $T_3$  в данном случае можно использовать любой транзистор типа П13-П16Б <sup>/3/</sup>, а количество пригодных для установки в качестве транзистора  $T_1$

триодов типа П4 из каждой партии возрастает. Значения параметров, которым должны удовлетворять устанавливаемые в схему транзисторы, приведены в таблице № 4 для источника питания с плавным регулированием уровня выходного напряжения от 1 до 15 в и на напряжения 27 и 50 в, в таблице № 5 - для источника питания с фиксированным уровнем выходного напряжения в пределах от 1 до 15 в.

Т а б л и ц а № 4

Требования к транзисторам, устанавливаемым в стабилизаторы с плавным регулированием выходного напряжения от 5 до 15 в и на напряжения 27 и 50 в.

Обознач. транзистора в схеме	Тип (в скобках указана возмож. замена)	$I_{кэ}^{1)}$ не более		В, не менее,		Ток $I_{э}$ при кот. изм. В и $I_{б}$
		$U_{кб} = 28,5$ в	$U_{кб} = 8$ в	16 не более, при $U_{кб} = 1,5$ в	16	
		мка	мка	В	16	
$T_1$	П4 Б (любой П4)	300	-	10	100ма	1а
$T_2$	П202 (П201А-П203)	100	-	30	2,5 ма	75ма
$T_3$	П25 (П14А, П20, П21, П25-П26Б)	30	-	10	0,2 ма	2 ма
$T_4, T_5$	П14 (П13-П16Б)	-	5	30	40мка	2 ма

1) Обратный ток коллектора  $I_{кэ}$  при измерении не должен увеличиваться.

Следует отметить, что требования к транзисторам, указанные в таблицах № 4 и 5, обусловлены обеспечением надежности работы для случая наихудшего сочетания действия факторов и отклонений элементов, а так как такое сочетание маловероятно, то некоторое снижение требований (увеличение  $I_{кэ}$  и снижение В) не должно существенно снизить надежность партии блоков. Поэтому указанные в таблицах № 4 и 5 требования можно рассматривать как рекомендуемые.

Т а б л и ц а № 5

Требования к транзисторам, устанавливаемым в стабилизаторы с фиксированным уровнем выходного напряжения в пределах от 1 до 15 в.

Обознач. транзистора в схеме	Т и п (в скобках указана возможная замена)	$I_{кз}^{н}$ не более		В не менее, $I_{б}^{н}$ не более, при $U_{кз} = 1,5$ в		Ток $I_{э}$ при котором измер. В и $I_{б}$
		$U_{кб} = 15$ в	$U_{кб} = 8$ в	В	А	
T <sub>1</sub>	П4Б (любой П4)	300	-	10	100ма	1а
T <sub>2</sub>	П202 (П201А-П203)	100	-	30	25 ма	75ма
T <sub>3</sub>	П14 (П13-П18Б)	40	-	10	0,2ма	2 ма
T <sub>4</sub> , T <sub>5</sub>	П14 (П13-П18Б)	-	5	30	70мкА	2 ма

1) Обратный ток коллектора  $I_{кз}$  при измерении не должен увеличиваться.

#### Требования к монтажу и проверке

##### А. Трансформаторные блоки и субблоки

В изготовленных трансформаторных блоках (субблоках) проверяются:

- 1) Ток холостого хода (он должен быть не более 0,2 а).
- 2) Выходные напряжения соответствующих отводов обмоток.

Проверка происходит при номинальном напряжении сети.

##### Б. Блоки стабилизаторов

#### Монтаж

При монтаже особое внимание должно быть обращено на качество пайки. Выводные концы элементов должны предварительно тщательно облуживаться и выступать над плоскостью печатной схемы не менее, чем на 1,5-2 мм.

Все элементы должны устанавливаться так, чтобы можно было прочесть величину их номинальных значений.

Для надежного теплового контакта транзистор Т<sub>1</sub> типа ПЧ устанавливается на радиатор с прокладкой из свинцовой фольги и опрессовывается. Эскиз приспособления для опрессовки показан на рис. 35.

Изгиб выводов транзисторов и стабилитронов допускается на расстоянии 3-5 мм от корпуса.

Сечения соединительных проводов и места их присоединения должны точно соответствовать монтажной схеме. (В противном случае ввиду большого тока нагрузки параметры стабилизатора могут резко ухудшиться).

После монтажа плату следует промыть спиртом-ректификатом, не допуская при этом нарушения защитного покрытия элементов.

#### Проверка

После монтажа должна быть произведена тщательная проверка правильности соединений и соответствия установленных номиналов элементов схеме.

Затем на блок подаются номинальные значения входных напряжений мостов М1 и М2. При этом проверяется следующее:

а) Возможность регулировки выходного напряжения. Необходимо при этом обращать внимание на легкость вращения потенциометра (см. принципиальные схемы блоков) и плавность регулировки выходного напряжения.

б) Способность выдерживать нагрузку. Величина тока нагрузки при соответствующем выходном напряжении должна быть установлена в соответствии с типом испытываемого блока.

в) Проверяется напряжение на стабилитронах.

г) Отсутствие паразитной генерации и аномальных пульсаций контролируется по осциллографу, подключенному к выходу стабилизатора.

д) После этого измеряется коэффициент стабилизации, выходное сопротивление и другие параметры.

##### В. Субблоки защиты

Субблоки защиты настраиваются в зависимости от конкретных требований с помощью потенциометра R<sub>2</sub> (см. рис. 21, 24 и 26) на ток срабатывания в пределах 0,5-1,5 а.



### Рекомендации по эксплуатации

Перед включением в сеть приборы необходимо заземлить.

В случае перегорания предохранителя он должен быть заменен исправным калиброванным, ток плавления которого не превышает номинальный.

В случае выхода из строя какого-либо транзистора или стабилитрона он должен быть заменен в соответствии с требованиями к элементам соответствующего блока.

### Заключение

Опытные экземпляры описанных блоков были изготовлены в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ, в настоящее время производство их осваивается в центральных экспериментальных мастерских ОИЯИ.

Авторы приносят глубокую благодарность А.Н. Сиваеву за интерес к работе, а также В.А. Завражному, Л.С. Краснобородовой, Н.Е. Коренскому и В.Т. Шевченко за участие в разработках.

### Литература

1. С.Д. Додик. Полупроводниковые стабилизаторы постоянного тока и напряжения. Изд-во "Советское радио", Москва, 1962.
2. Б.Ю. Семенов, Н.С. Фролов. О некоторых вопросах расчета стабилизаторов напряжения. Препринт ОИЯИ 1274, Дубна 1963 г.
3. Транзисторы и полупроводниковые диоды. Справочник под общей редакцией И.Ф. Николаевского. Связьиздат, Москва, 1963 г.
4. В.А. Завражнов, Б.Ю. Семенов, Н.С. Фролов. Низковольтный стабилизированный источник питания широкого применения ИП-2. Препринт ОИЯИ № 2608, Дубна 1966 г.

Рукопись поступила в издательский отдел  
23 марта 1966 г.

### СПЕЦИФИКАЦИЯ

деталей, входящих в состав блока универсального стабилизированного выпрямителя БСУ

Обозначения	Наименование и тип	Основные данные номинал	Количество
R 1	Сопротивление проволочное 0,5 ом; 0,5 Вт	0,5 ом	1
R 2	— МЛТ-2-2,7к ± 10%	2,7 к	1
R 3	— МЛТ-0,5-3,3к ± 10%	3,3 к	1
R 4	— перем. СП-1-0С-3-12-А-2Вт 5к	5,0 к	1
R 5	— МЛТ-1-6,2к ± 5%	6,2 к	1
R 6	— МЛТ-0,5-4,7 к ± 5%	4,7 к	1
R 7	— МЛТ-0,5-16 ком ± 5%	16 к	1
R 8	— МЛТ-0,5-220 ± 10%	220 ом	1
R 9	— МЛТ-0,5-10 к ± 10%	10 к	1
R 10	— МЛТ-0,5-3 к ± 5%	3 к	1
R 11	— МЛТ-0,5-330 ± 10%	330 ом	1
R 12	— МЛТ-0,5- 2,2 к ± 10%	2,2 к	11
R* 13	— МЛТ-0,5-130 к ± 10%	130 к	1
C 2	Конденсатор ЭПЦ-а-150/15-м	15 мкф	1
C 1, C 3	— К50-3-25/2000	2000 мкф	2
C 4	— КТМ-Л-100 ± 10%	100 пф	1
C 5	— МБМ-160-0,05-П	0,05 мкф	1
D 1-D 4	Диод Д7Ж		4
D 5-D 8	Диод Д302		4
СТ 1, СТ 2	Стабилитрон Д813		2
СТ 3	— Д810		2
СТ 4-СТ 7	— Д808		4
T 1	Транзистор П4Б		1
T 2	— П203		1
T 4, T 5	— П14		2
T 3	— П14А		1
P 1	Теплоотвод	S = 435 см <sup>2</sup>	1

ПРИЛОЖЕНИЕ № 2

СПЕЦИФИКАЦИЯ

деталей, входящих в состав блока стабилизированного выпрямителя БС15-0,5

Обозначение	Наименование и тип	Основные данные номинал	Количество
R1	Сопротивление проволочное 1 ом 0,25 Вт	1 ом	1
R2	- " - МЛТ-2-2,7 к ±10%	2,7 к	1
R3	- " - МЛТ-0,5-3,3 к ±10%	3,3 к	1
R4	- " - перемен. СПО-0,5-5,6 к-5мм	5,6 "	1
R5	- " - МЛТ-1-6,2 к ±5%	6,2 "	1
R6	- " - МЛТ-0,5-4,7 к ±5%	4,7 "	1
R7	- " - МЛТ-0,5-16 к ±5%	16 "	1
R8	- " - МЛТ-0,5-220 ±10%	220 ом	1
R9	- " - МЛТ-0,5-10 к ±10%	10 к	1
R10	- " - МЛТ-0,5-3 к ±5%	3,0 к	1
R11	- " - МЛТ-0,5-330 ±10%	330 ом	1
R12	- " - МЛТ-0,5-2,2 ±10%	2,2 к	1
R*13	- " - МЛТ-0,5-130 к ±10%	130 к	1
C1	Конденсатор ЭГЦ-6-30/500-М	500 мкф	1
C2	- " - ЭГЦ-а-150/15-М	15 "	1
C3	- " - ЭГЦ-6-20/1000-М	1000 мкф	1
C4	- " - КТМ-Л-100 ±10% - 16	100 пф	1
C5	- " - МБМ-160-0,05 -П	0,05 мкф	1
D1-D8	Диод Д7Ж		8
СТ1, СТ2	Стабилитрон Д813		2
СТ3	- " - Д810		1
СТ4-СТ7	- " - Д808		4
T1	Транзистор П4Б		1
T2	- " - П26Б		1
T3	- " - П14А		1
T4, T5	- " - П14		2
P1	Тепловод	S = 240 см <sup>2</sup>	1
Пр	Предохранитель	0,5 а	1

ПРИЛОЖЕНИЕ № 3

СПЕЦИФИКАЦИЯ

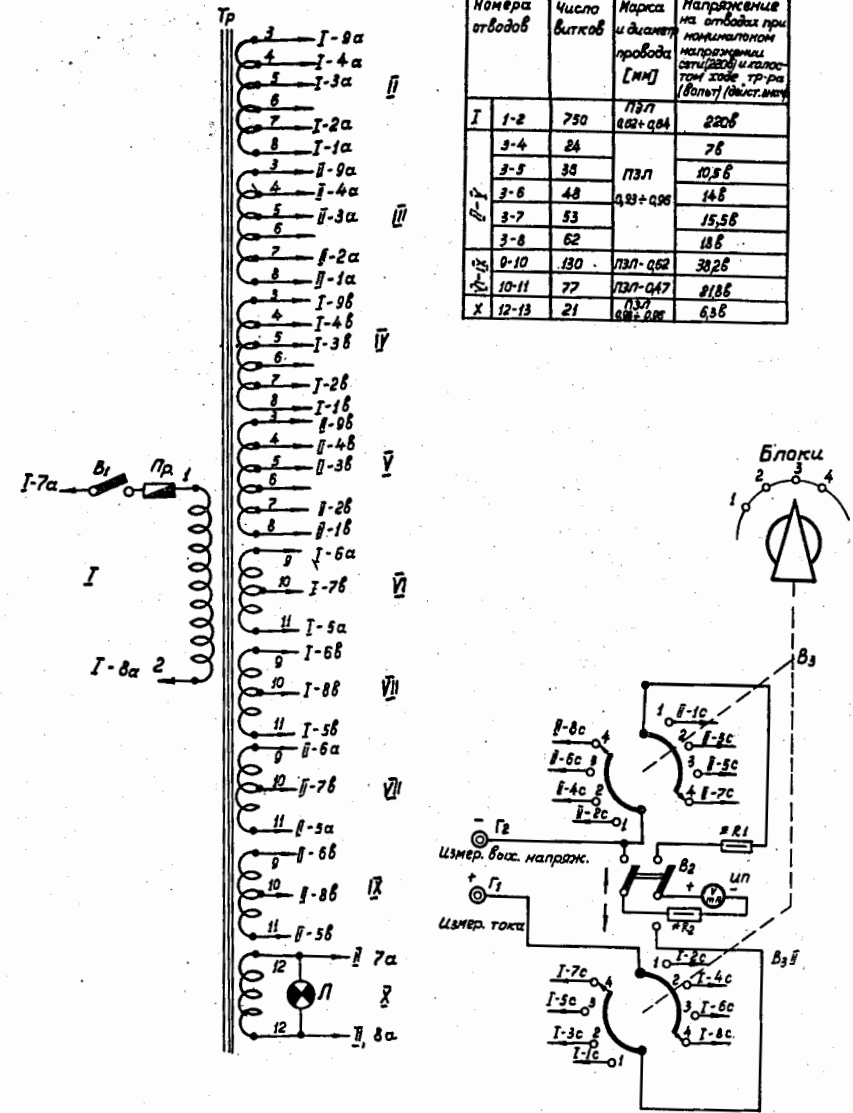
деталей, входящих в состав блока стабилизированного выпрямителя БС 27-0,5

Обозначение	Наименование и тип	Основные данные номинал	Количество
R1	Сопротивление проволочное 0,25 Вт, 1 ом	1 ом	1
R2	- " - МЛТ-0,5-1,8 к ±10%	1,8 к	1
R3	- " - МЛТ-0,5-6,2 к ±10%	6,2 к	1
R4, R10	- " - МЛТ-0,5-1 к ±10%	1,0 к	2
R5	- " - МЛТ-0,5-39 к ±10%	39 "	1
R6	- " - МЛТ-0,5-2,7 к ±10%	2,7 "	1
R*7	- " - МЛТ-0,5-3,6 ±10%	3,6 "	1
R8	- " - ММТ-1-1 к ±10%	1,0 "	1
R9	- " - перемен. СП-1-ОС-312А-2 Вт-580	580 ом	1
R*11	- " - МЛТ-0,5-1,8 к ±10%	1,8 к	1
R12	- " - МЛТ-0,5-1,2 к ±10%	1,2 к	1
R*13	- " - МЛТ-0,5-130 к ±10%	130 к	1
C1	Конденсатор ЭГЦ-а -150/15-М	15 мкф	1
C2, C3, C5	- " - ЭГЦ-а-50/200-М	200 мкф	1
C4	- " - МБМ-160-0,05-П	0,05 мкф	1
Пр 2	Предохранитель 0,5 а	0,5 а	1
СТ1, СТ2	Стабилитрон Д813		2
D1 - D8	Диод Д7Ж		8
T1	Транзистор П4Б		1
T2	- " - П203		1
T3	- " - П26А		1
T4	- " - П16А		1
P1	Тепловод	S = 435 см <sup>2</sup>	1

СПЕЦИФИКАЦИЯ

деталей, входящих в состав блока стабилизированного выпрямителя БС50-0,25

Обозначение	Наименование и тип	Основные данные номинал	Количество
R1	Сопротивление проволочное 0,25 Вт, 2 Ом	2 Ом	1
R2	МЛТ-0,5-1,8 к ±10%	1,8 к	1
R3	МЛТ-0,5-8,2 к ±10%	8,2 к	1
R4	МЛТ-0,5-1 к ±10%	1, к	1
R5	МЛТ-0,5-82 к ±10%	82 к	1
R6	МЛТ-0,5-5,8 к ±10%	5,8 к	1
R*7, R*11	МЛТ-0,5-820 Ом ±10%	820 Ом	2
R8	ММТ-1-1 к ±10%	1 к	1
R9	перем. СП-1-0С-3-12А-2Вт-1к	1 к	1
R10	МЛТ-0,5-2,7 к ±10%	2,7 к	1
R12	МЛТ-0,5-2,2 к ±10%	1,2 к	1
R*13	МЛТ-0,5-130 к ±10%	130 к	1
C1	Конденсатор ЭГЦ-а-150/15-М	15 мкф	1
C2, C3, C5	ЭГЦ-а-50/200-М	200 мкф	1
C4	МБМ-160-0,05-П	0,05 мкф	1
T1	Транзистор П4Б		1
T2	П203		1
T3	П28Б		1
T4	П18А		1
D1-D8	Диод Д7Ж		8
СТ1-СТ4	Стабилитрон Д813	0,25а	1
Пр2	Предохранитель 0,25	S = 435 см <sup>2</sup>	1
Р1	Теплоотвод		1



Номера отводов	Число витков	Марка и диаметр провода [мм]	Напряжение на отводах при номинальном напряжении сети (220В) и нагрузке (в ампер) (Вмест. мкф)
I	1-2	ПЭП 0,02+0,04	220В
	3-4	24	7В
	3-5	38	10,5В
	3-6	48	14В
	3-7	53	15,5В
II	3-8	62	18В
	0-10	130	30,2В
III	10-11	77	11,8В
X	12-13	21	6,3В

Рис. 1. Принципиальная электрическая схема блока трансформатора БТ2а.

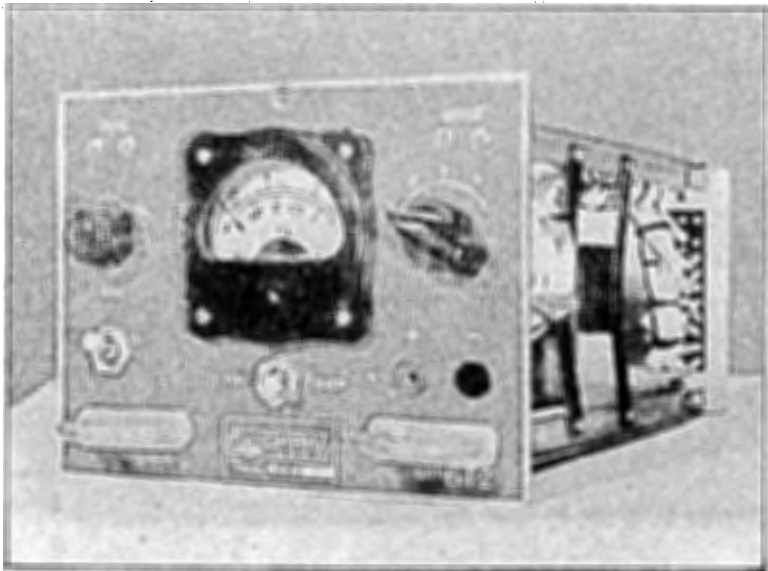


Рис. 2. Блок трансформатора БТ2а.

Номера отводов	Число витков	Марка и диаметр провода [мм]	Напряжение на отводах при номинальном напряжении сети (220В) и высотой зазора трансформатора (выс. знак)
1-2	1500	ПЭЛ 0,41-0,44	220В
3-4	42	ПЭЛ	7В
3-5	64		10,5В
3-6	85		14В
3-7	94		15,5В
3-8	110	09-096	18В
9-10	230	ПЭЛ 0,52	38,2В
10-11	130	ПЭЛ 0,47	21,8В
12-13	38	ПЭЛ 0,62	6,3В

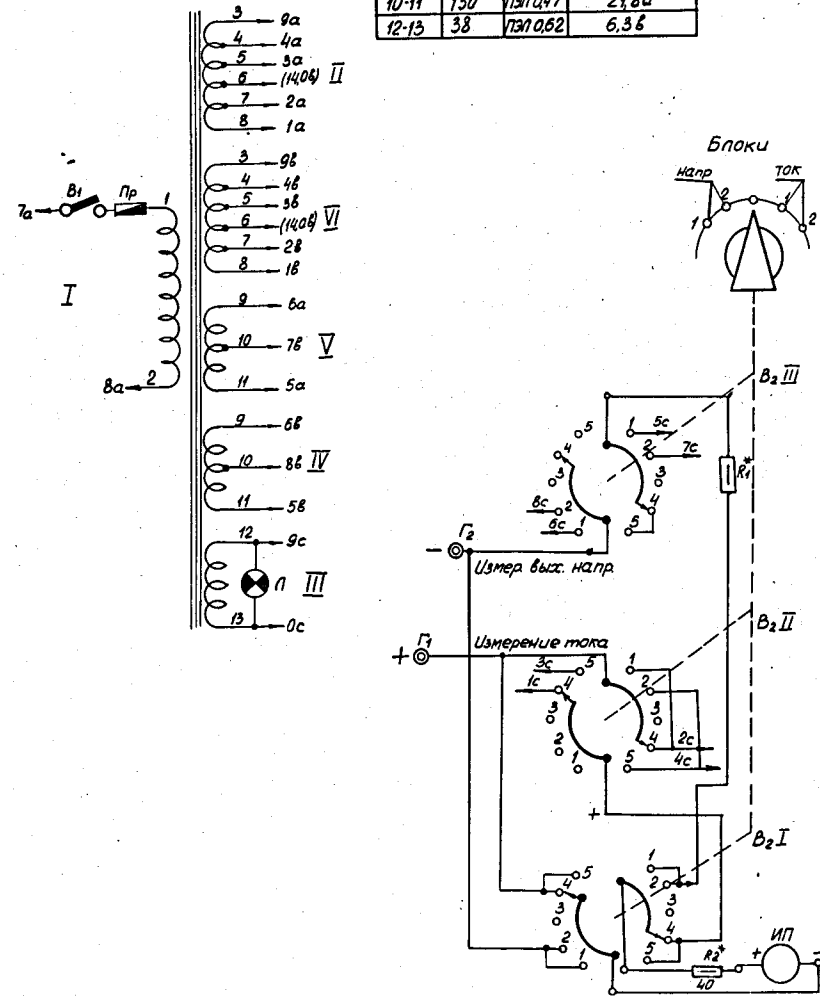


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема блока трансформатора БТ3а.

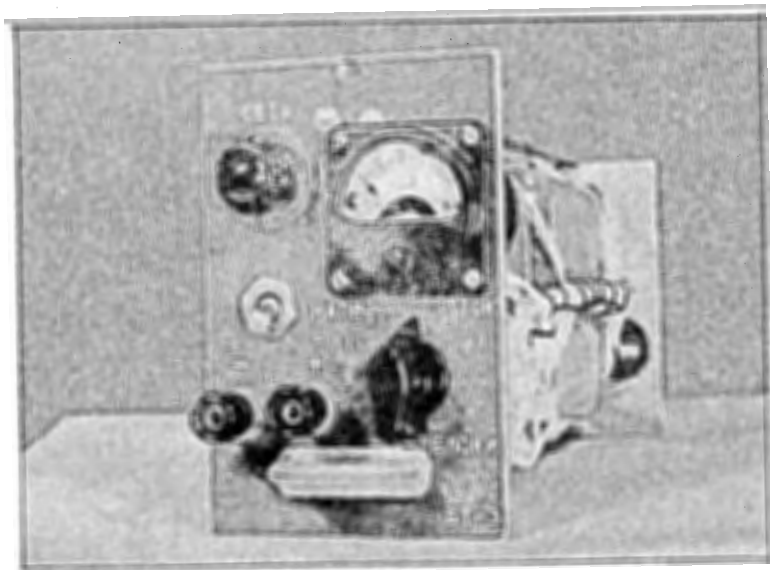
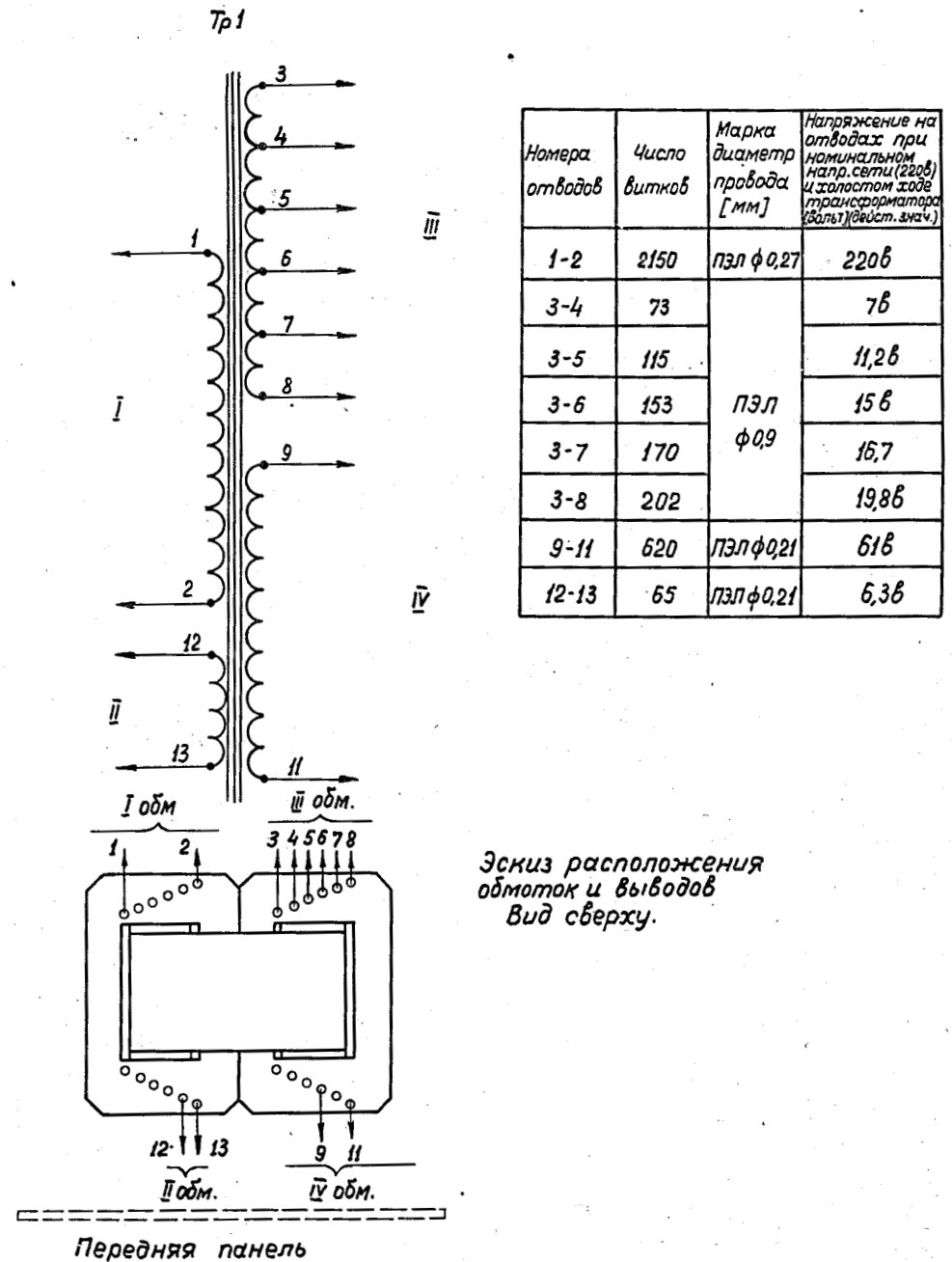


Рис. 4. Блок трансформатора БТ3а.



Эскиз расположения обмоток и выводов Вид сверху.

Рис. 5. Принципиальная электрическая схема субблока трансформатора Тр1.

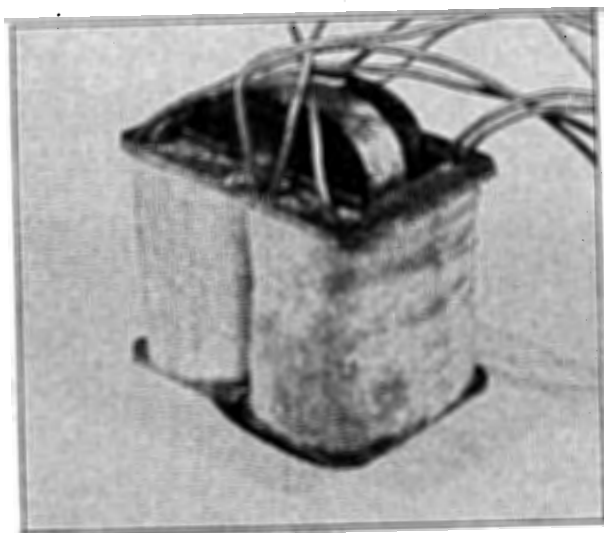
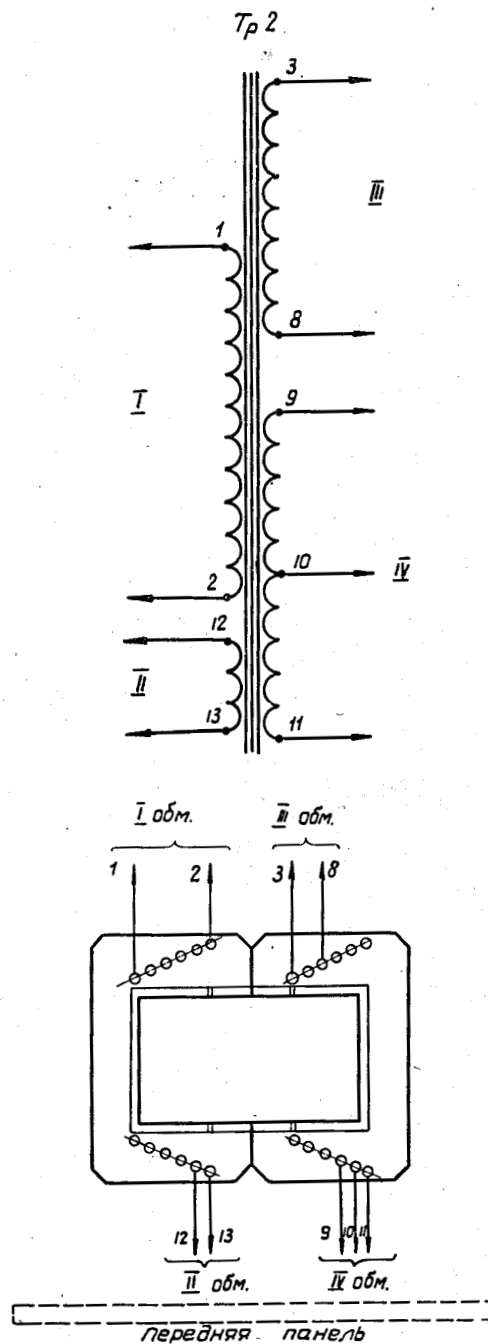


Рис. 6. Субблок трансформатора Тр1.



Номера отводов	Число витков	Марка и диаметр провода [мм]	Напряжение на отводах при номинальном напряжении (220В) и частотом 50 Гц трансформат. (Вольт) (действ. знач.)
1-2	2160	ПЭЛ φ 0,27	220В
3-8	202	ПЭЛ φ 0,21	19,8В
9-10	420	ПЭЛ φ 0,59	41В
9-11	620	ПЭЛ φ 0,41	61В
12-13	65	ПЭЛ φ 0,21	6,3В

Эскиз расположения обмоток и выводов вид сверху.

Рис. 7. Принципиальная электрическая схема субблока трансформатора Тр2.

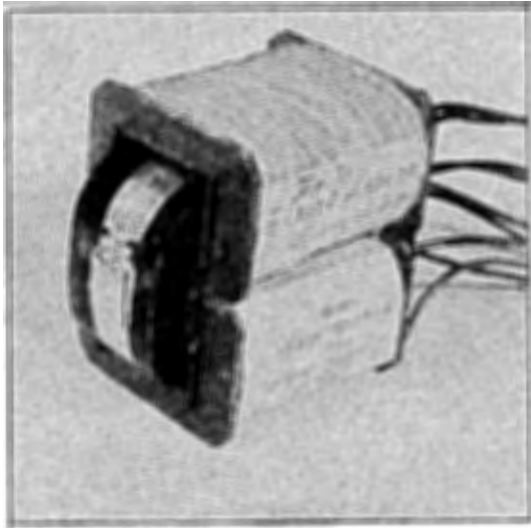


Рис. 8. Субблок трансформатора Тр2.

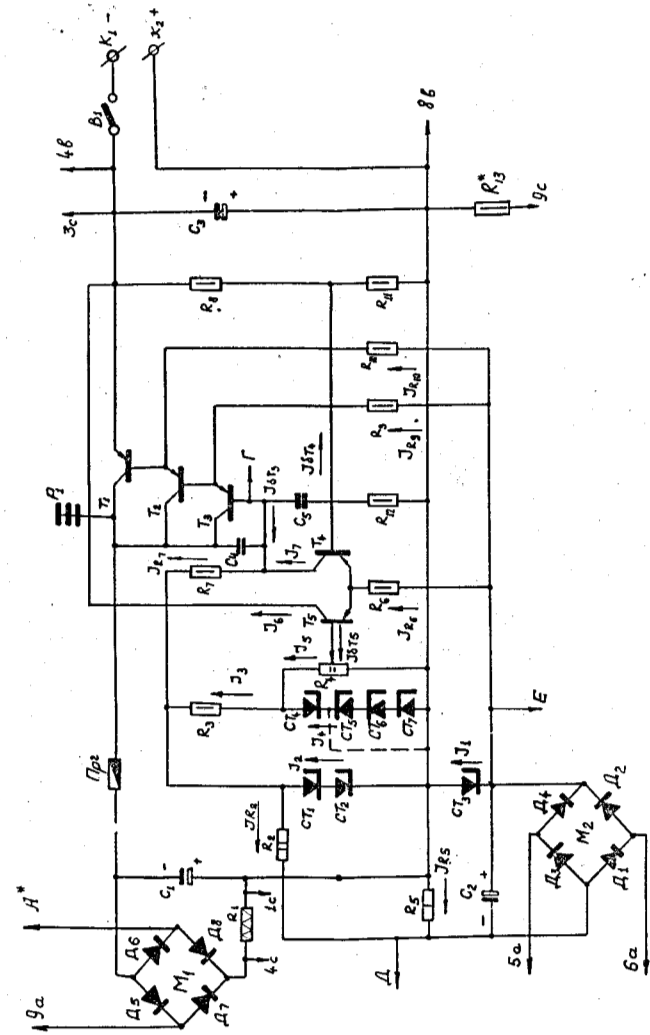


Рис. 9. Принципиальная электрическая схема блока стабилизированного выпрямителя БСУ.

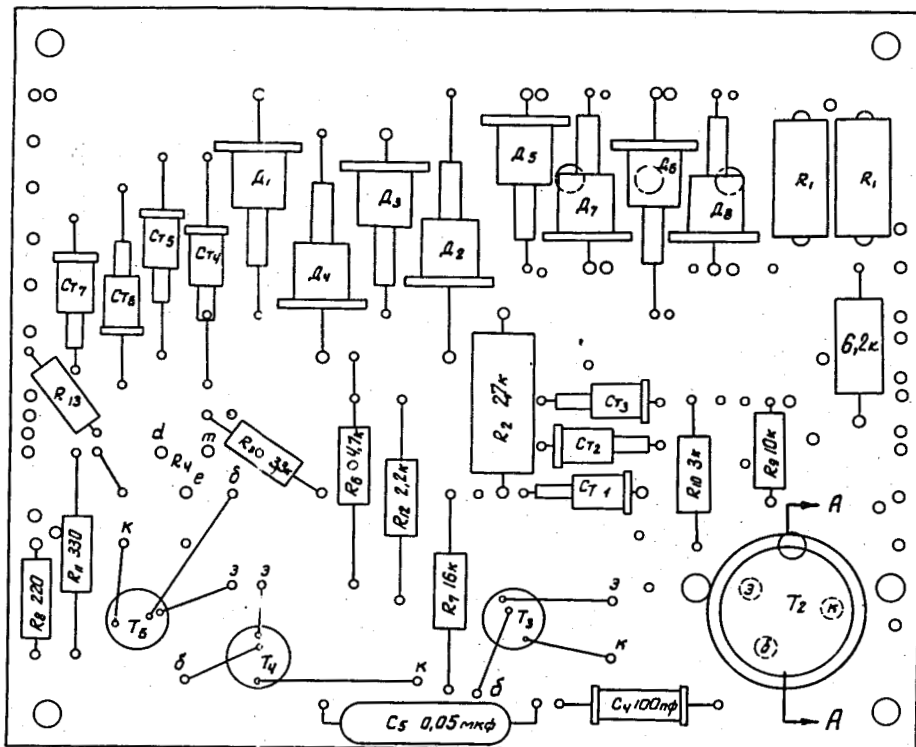


Рис. 10. Расположение деталей на печатной плате блока БСУ.

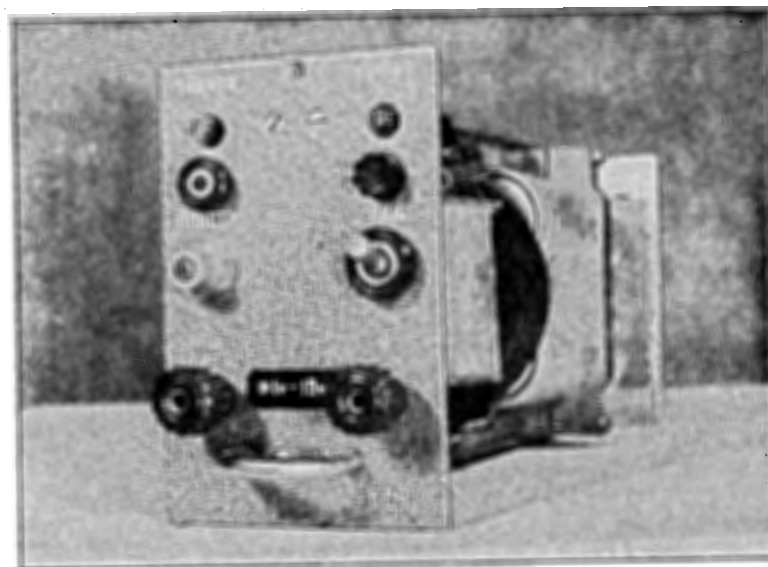


Рис. 11. Блок стабилизированного выпрямителя БСУ.



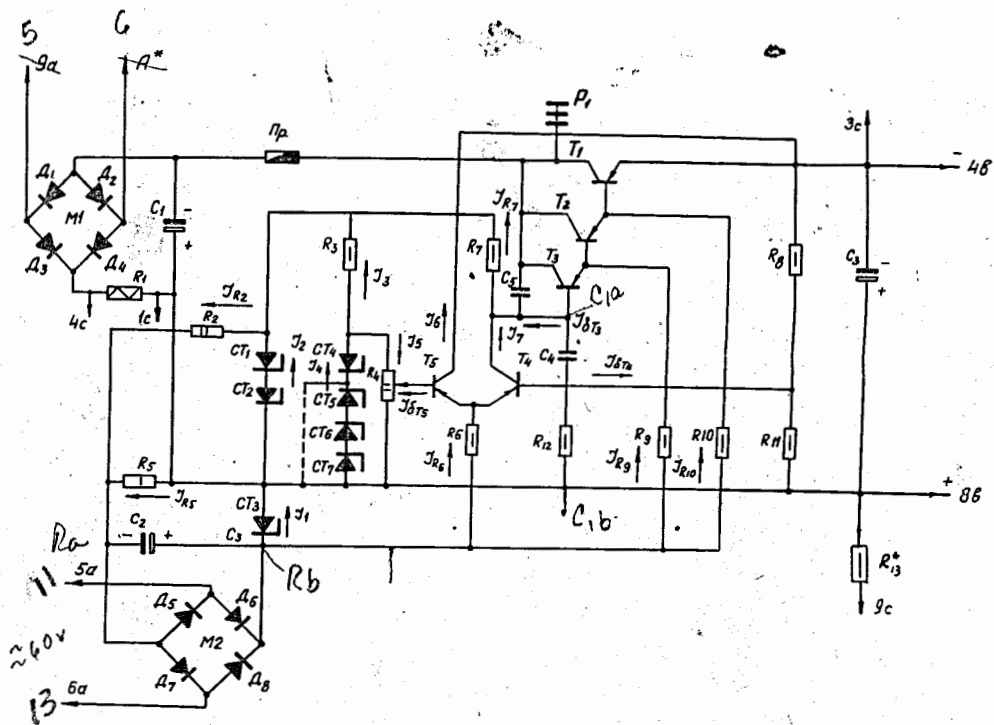


Рис. 12. Принципиальная электрическая схема блока стабилизированного выпрямителя БС 15-0,5.

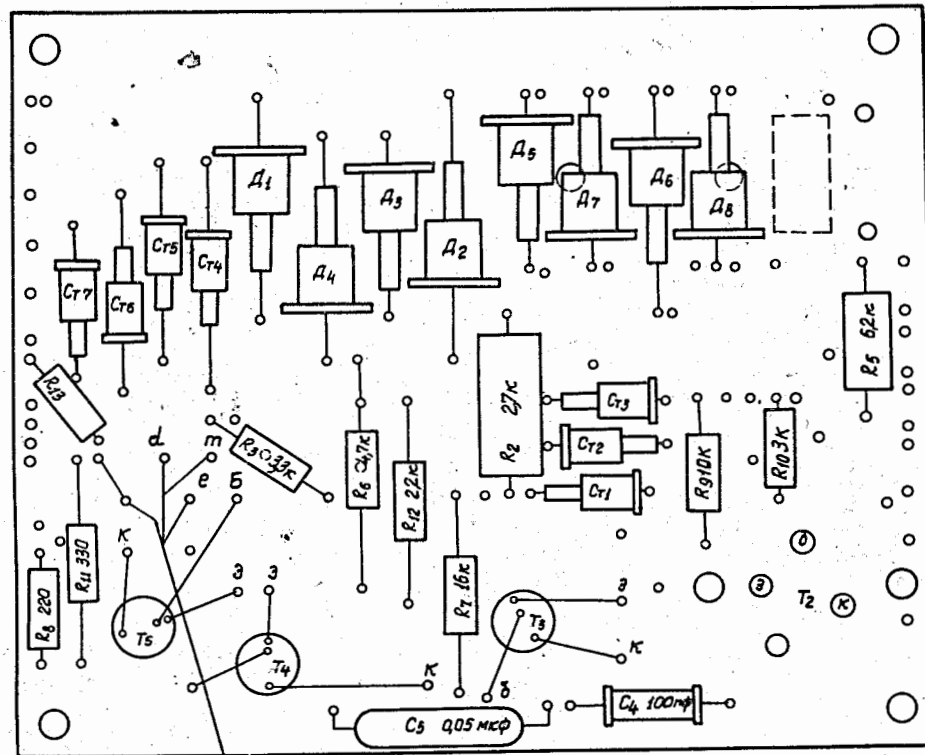


Рис. 13. Расположение деталей на печатной плате БС15-0,5.

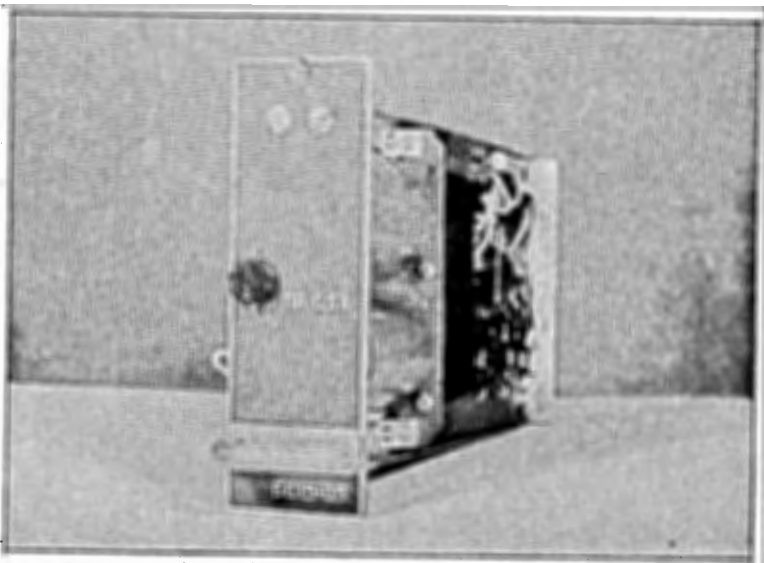


Рис. 14. Блок стабилизированного выпрямителя БС 15-0,5.

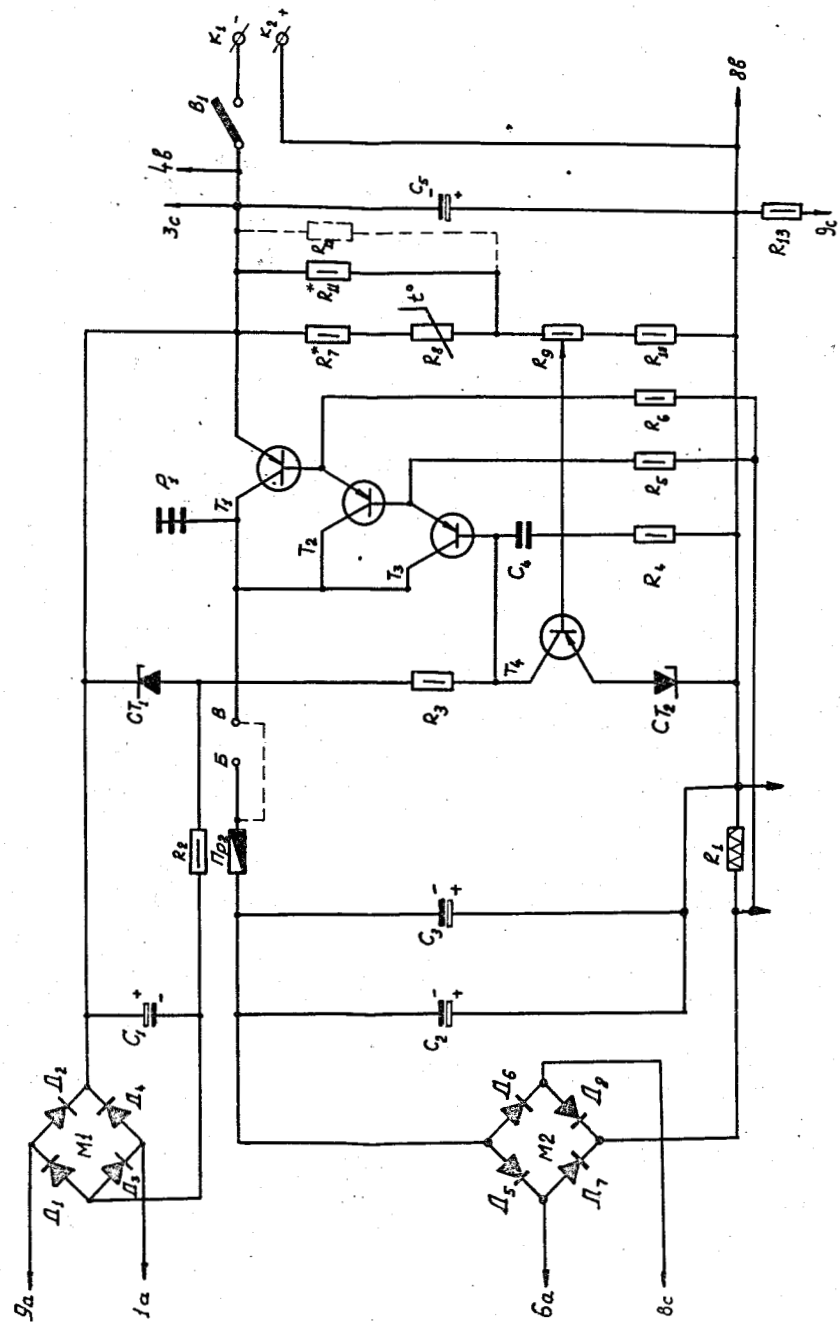


Рис. 15. Принципиальная электрическая схема блока стабилизированного выпрямителя БС 27-0,5.

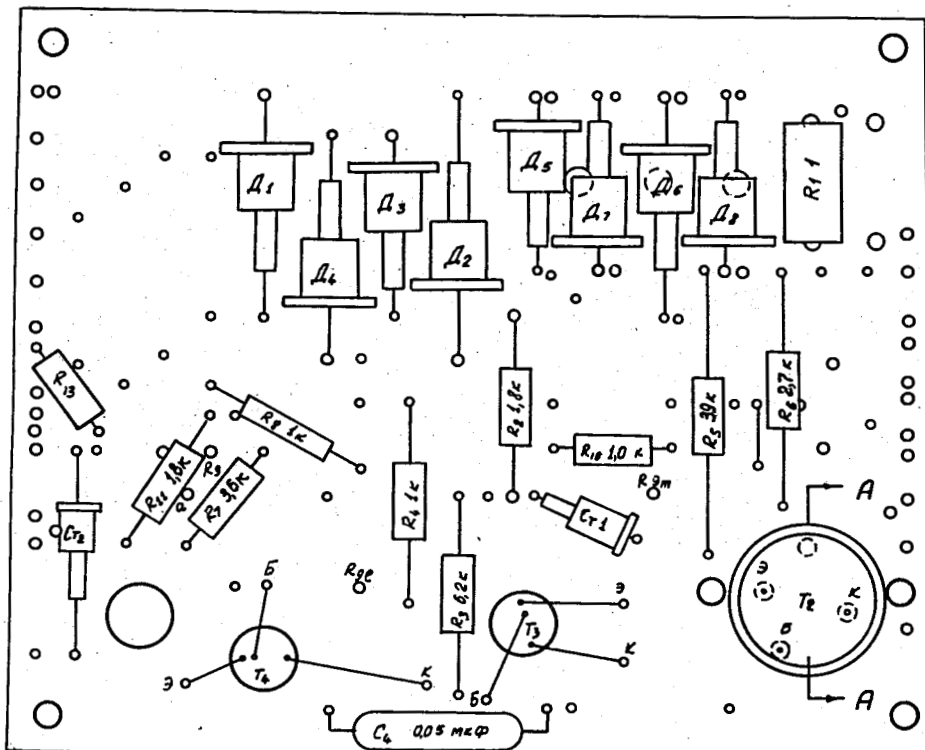


Рис. 18. Расположение деталей на печатной плате блока БС 27-05.

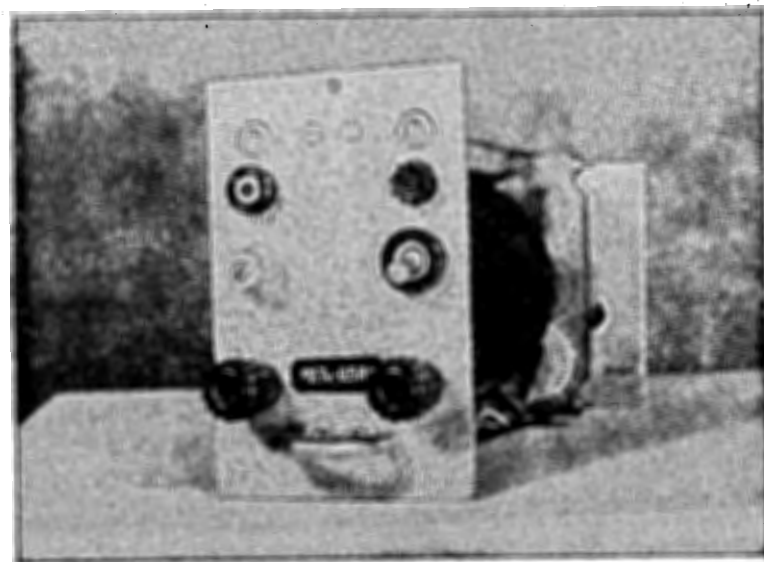


Рис. 17. Блок стабилизированного выпрямителя БС 27-0,5.

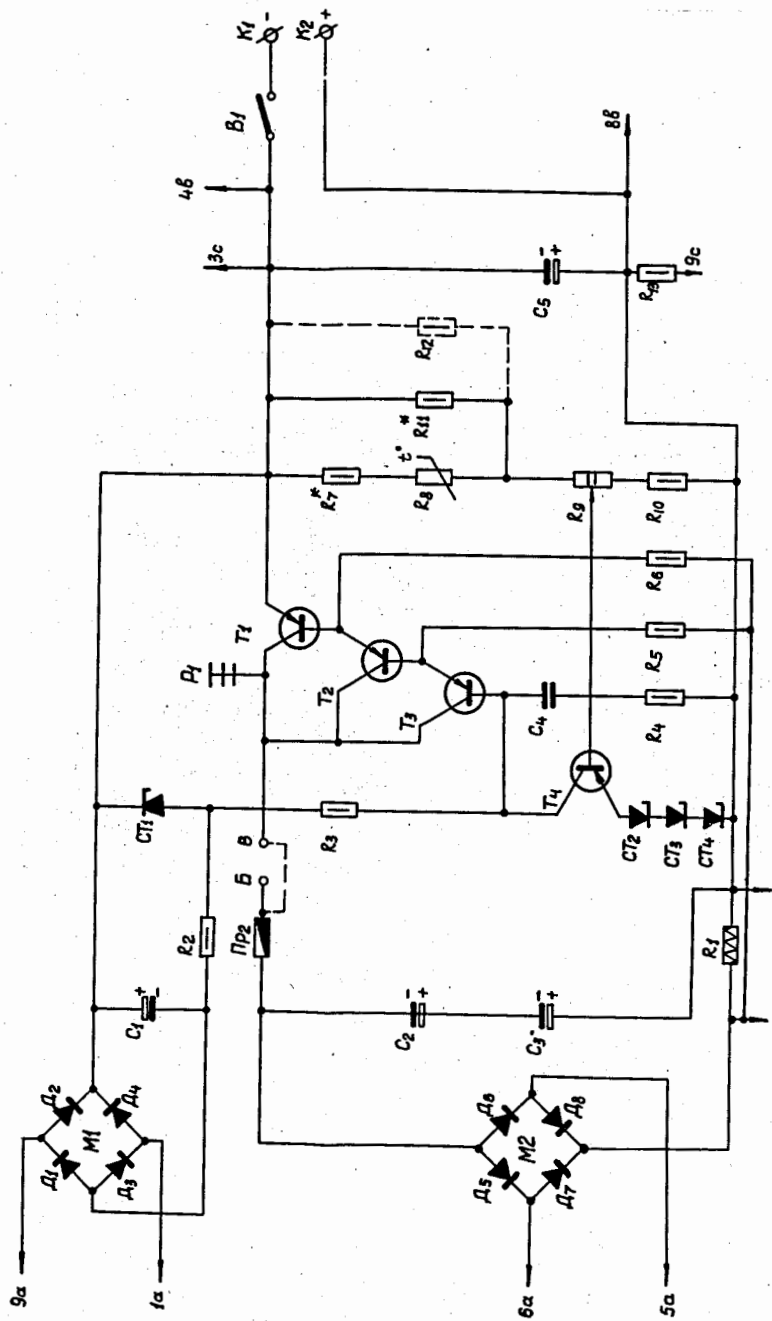


Рис. 18. Принципиальная электрическая схема блока стабилизированного выпрямителя БС 50-0,25.

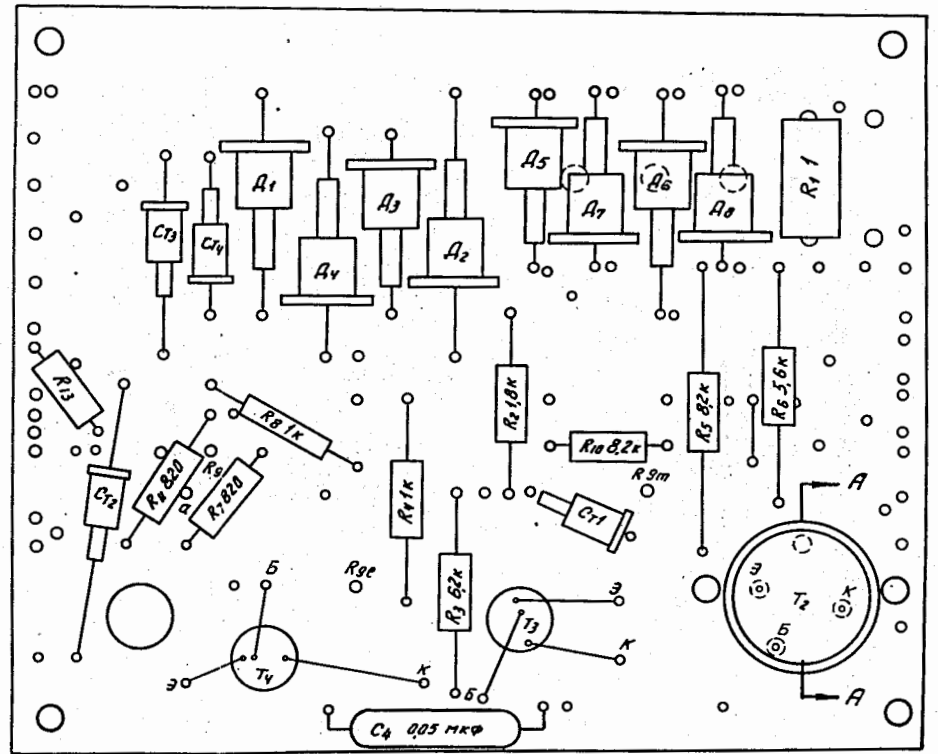


Рис. 19. Расположение деталей на печатной плате блока БС50-0,25.

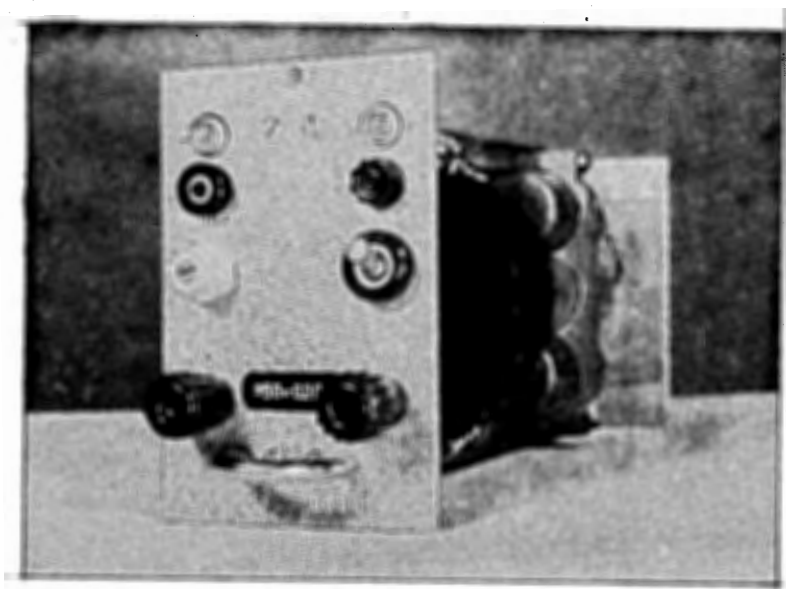


Рис. 20. Блок стабилизированного выпрямителя БС 50-0,25.

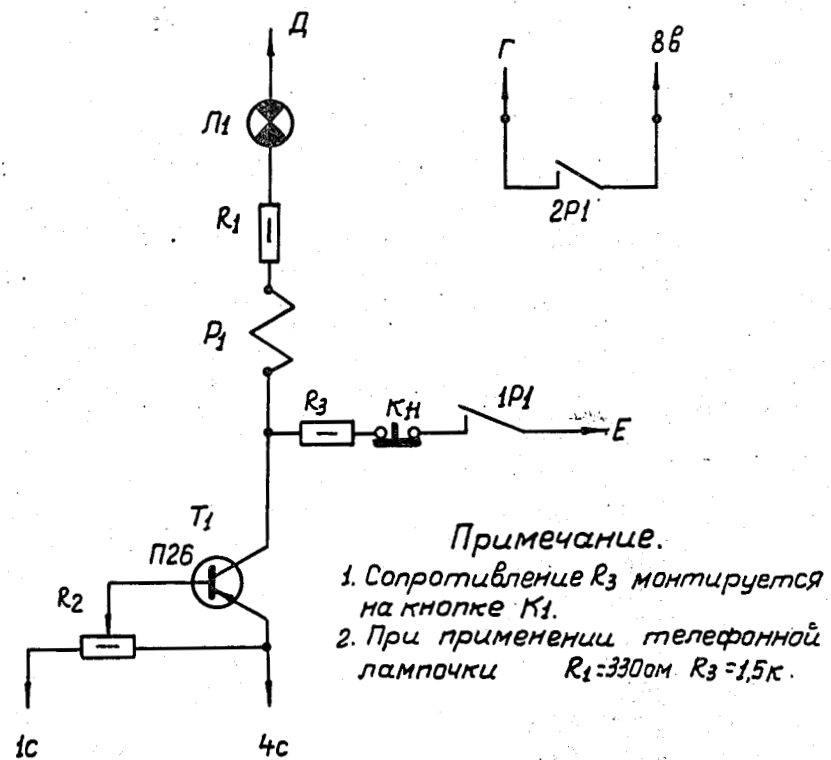
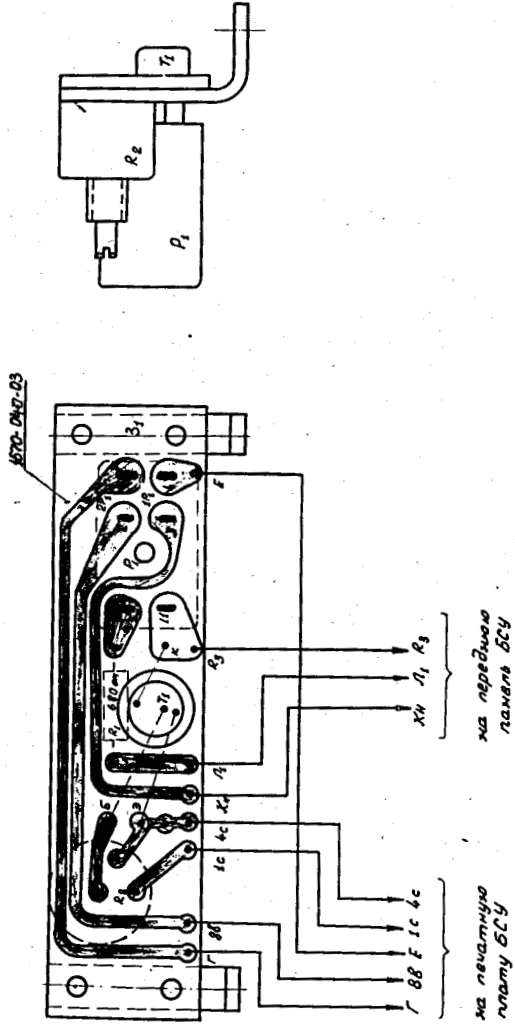


Рис. 21. Принципиальная электрическая схема субблока защиты  $З_1$ .

Вид со стороны  
печатного монтажа



на печатную  
плату БСУ

1. Внешние соединения пропаять  
свинец ПМБГ аз.

2. Остальные данные по монтажу  
приведены на принципиальной  
схеме БСУ.

3. При применении телерадио-  
лампочки КР4 Р1, 330ом.  
R3 = 1,5 к.

Рис. 22. Монтажная схема субблока защиты 3.

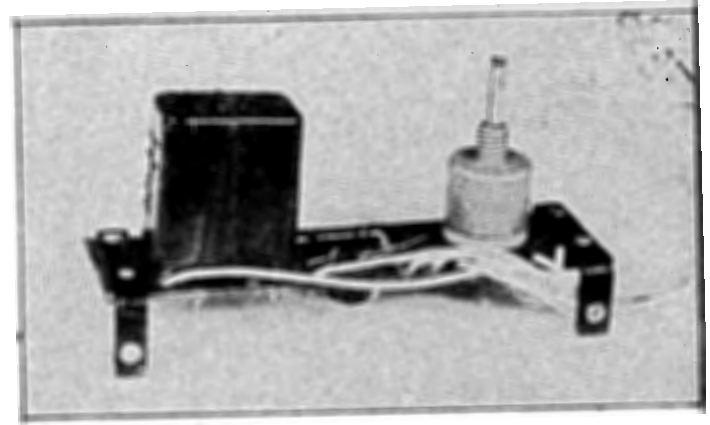
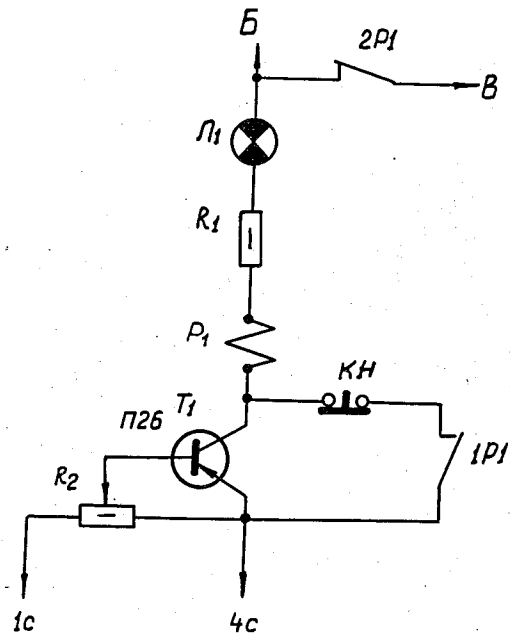


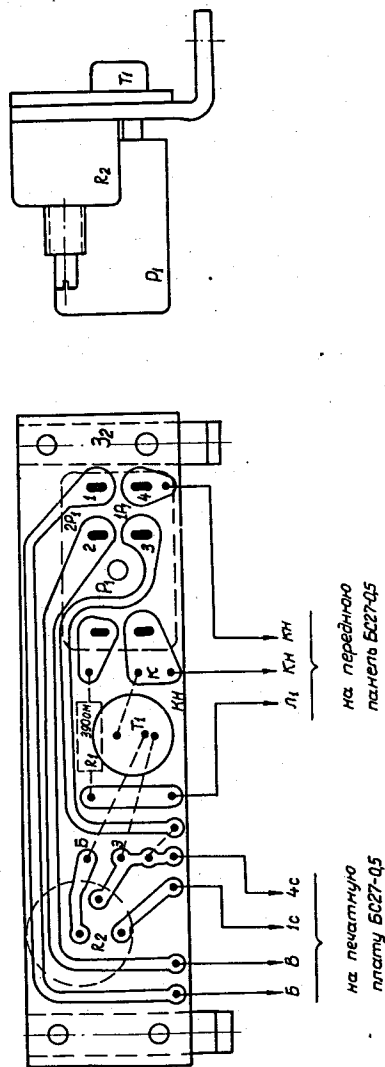
Рис. 23. Субблок защиты.



**Примечание**  
 При применении телефонной лампочки  
 сопротивление  $R_1=200\text{ом}$ .

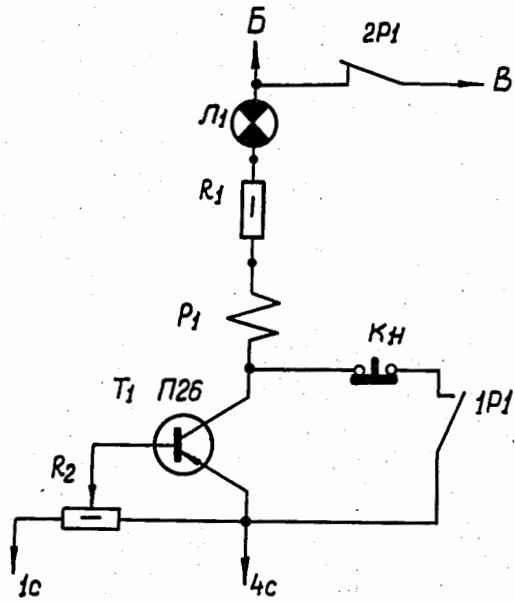
Рис. 24. Принципиальная электрическая схема субблока защиты З<sub>2</sub>.

Вид со стороны печатного монтажа.



1. Внешние соединения производить проводом ПМВГ 03
2. При применении телефонной лампочки  $R_1=200\text{ом}$ .
3. Остальные данные по монтажу приведены на принципиальной схеме защиты З<sub>2</sub>, а также на принципиальной монтажной схеме БС27-05

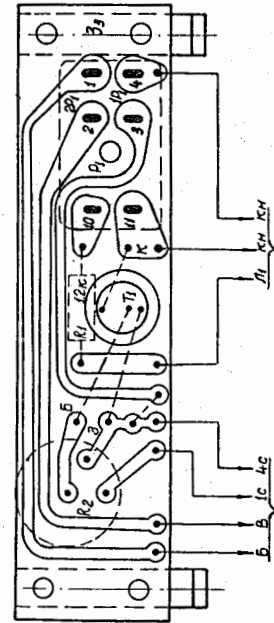
Рис. 25. Монтажная схема субблока защиты З<sub>2</sub>.



**Примечание.**  
 При применении телефонной лампочки  
 сопротивление  $R_1 = 1,2 \text{ к}$

Рис. 28. Принципиальная электрическая схема субблока защиты З<sub>3</sub>.

Вид со стороны печатного монтажа.



на печатную  
 плату БС50-025

на переднюю  
 панель БС50-025

1. Внешние соединения производить проводом ПМВГ 03.
2. Остальные данные по монтажу приведены на принц. эл. схеме защиты З<sub>3</sub>, а также на принц. эл. и монтажной схемах БС50-025.

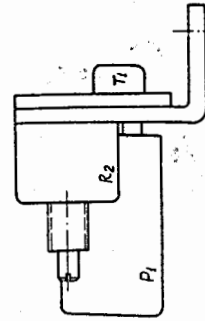


Рис. 27. Монтажная схема субблока защиты З<sub>3</sub>.





Ш III

№№	Назначение	Куда пост.
0с	Земля	
9с	Измерен. вых. напр. (+)	Шт 7с
8с	Питание М2 ~ 382 В	Шт 7в
7с	Питан. ламп ~ 63 В	Шт 0с
6с	Питание лампы ~ 63 В	Шт 9с
5с		
4с	Измерение тока (+)	Шт 3с
3с	Измер. вых. напр. (-)	Шт 8с
2с		
1с	Измерение тока (-)	Шт 4с
0в	Земля	
9в		
8в	Выходное напр. (+)	
7в		
6в		
5в		
4в	Выходное напр. (-)	
3в		
2в		
1в		
0а	Земля	
9а	Питание М1	Шт 8в
8а		
7а		
6а	Питание М2	Шт 6в
5а	Питание М2 ~ 60 В	Шт 5в
4а	Питание М1 ~ 7 В	Шт 4в
3а	Питание М1 ~ 10,5 В	Шт 3в
2а	Питание М1 ~ 15,5 В	Шт 2в
1а	Питание М1 ~ 18 В	Шт 1в

Ш II

№№	Назначение	Куда пост.
0с	Земля	
9с	Измерение вых. напр. (+)	Шт 5с
8с	Питание М2 ~ 382 В	Шт 8в
7с	Питан. ламп ~ 63 В	Шт 0с
6с	Питание лампы ~ 63 В	Шт 9с
5с		
4с	Измерение тока (+)	Шт 1с
3с	Измер. вых. напр. (-)	Шт 8с
2с		
1с	Измерение тока (-)	Шт 2с
0в	Земля	
9в		
8в	Выходное напр. (+)	
7в		
6в		
5в		
4в	Выходное напр. (-)	
3в		
2в		
1в		
0а	Земля	
9а	Питание М1	Шт 9а
8а		
7а		
6а	Питание М2	Шт 6а
5а	Питание М2 ~ 60 В	Шт 5а
4а	Питание М1 ~ 7 В	Шт 4а
3а	Питание М1 ~ 10,5 В	Шт 3а
2а	Питание М1 ~ 15,5 В	Шт 2а
1а	Питание М1 ~ 18 В	Шт 1а

Ш I

№№	Назначение	Куда пост.
0с	Питан. ламп ~ 63 В	Шт 7с
9с	Питание лампы ~ 63 В	Шт 6с
8с	Измер. вых. напр. (-)	Шт 3с
7с	Измер. вых. напр. (+)	Шт 9с
6с	Измер. вых. напр. (-)	Шт 3с
5с	Измер. вых. напр. (+)	Шт 9с
4с	Измерение тока (-)	Шт 1с
3с	Измерение тока (+)	Шт 4с
2с	Измерение тока (-)	Шт 1с
1с	Измерение тока (+)	Шт 4с
0в	Земля	
9в	Питание М1	Шт 9а
8в	Питание М2 ~ 382 В	Шт 8с
7в	Питание М2 ~ 382 В	Шт 8с
6в	Питание М2	Шт 6а
5в	Питание М2 ~ 60 В	Шт 5а
4в	Питание М1 ~ 7 В	Шт 4а
3в	Питание М1 ~ 10,5 В	Шт 3а
2в	Питание М1 ~ 15,5 В	Шт 2а
1в	Питание М1 ~ 18 В	Шт 1а
0а	Земля	
9а	Питание М1	Шт 9а
8а		
7а	Сеть ~ 220 ± 10%	
6а	Питание М2	Шт 6а
5а	Питание М2 ~ 60 В	Шт 5а
4а	Питание М1 ~ 7 В	Шт 4а
3а	Питание М1 ~ 10,5 В	Шт 3а
2а	Питание М1 ~ 15,5 В	Шт 2а
1а	Питание М1 ~ 18 В	Шт 1а

Сеть

Рис. 80. Схема внешних соединений источника питания на два канала с использованием блока трансформатора БТЗв.

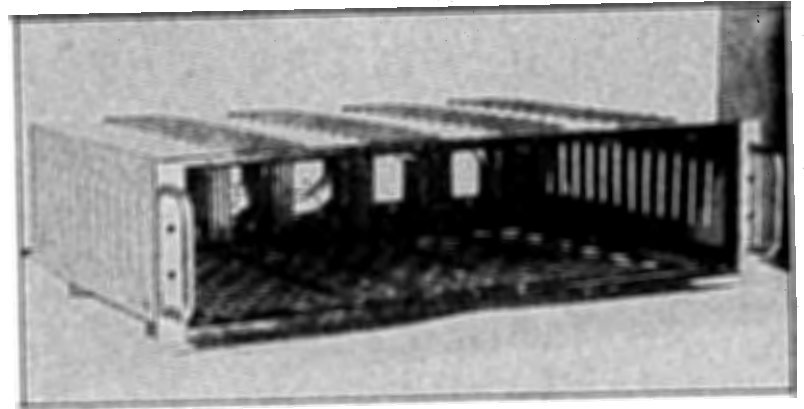
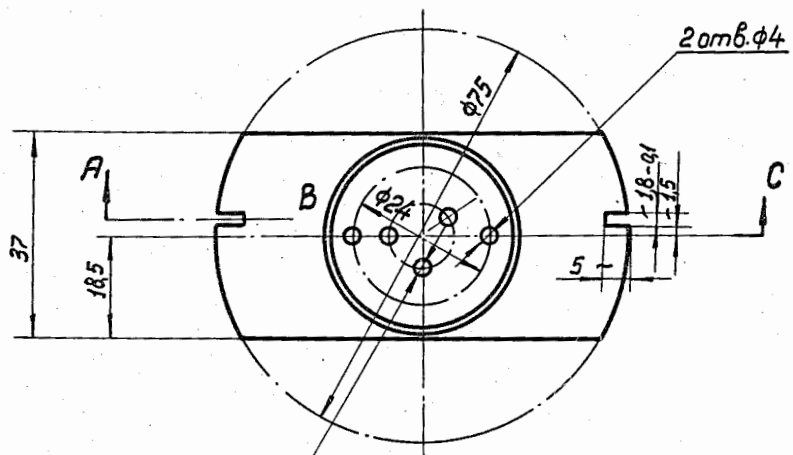
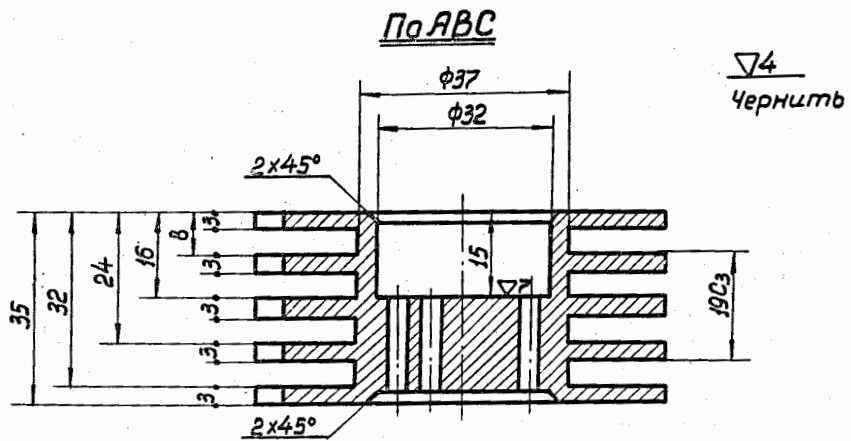


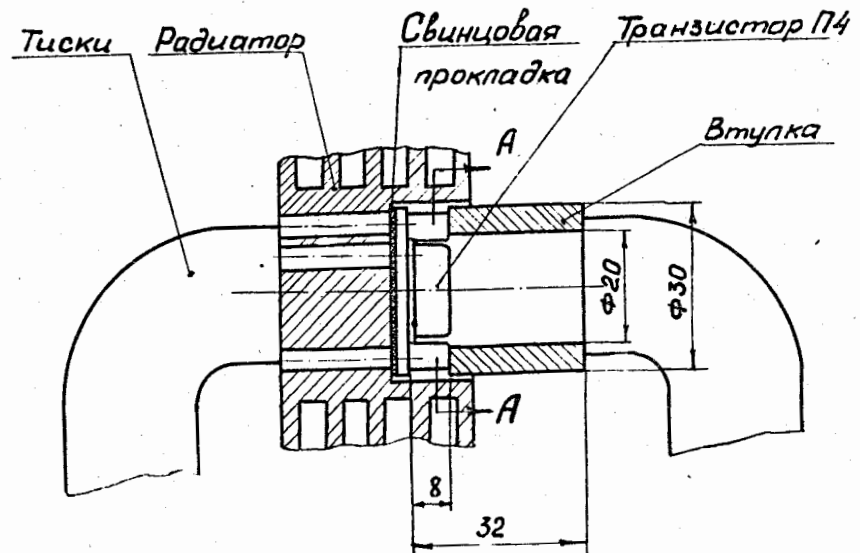
Рис. 31. Кожух приборный.





3 отв.  $\phi 4,5$  сверлить  
по шаблону, сохраняя  
указанное расположение.

Рис. 34. Радиатор для блоков стабилизированных выпрямителей БС 15-0,5.



по А-А  
(разрез по втулке)

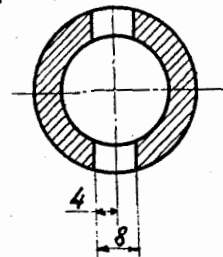


Рис. 35. Приспособление для опрессовки транзистора на радиаторе.