

7488

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



7488

Экз. чит. зала

13 - 7488

Ю.Н.Денисов, В.В.Калиниченко

ОПОРНЫЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

**1973**

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

13 - 7488

Ю.Н.Денисов, В.В.Калиниченко

**ОПОРНЫЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА**

Для разработанных в Лаборатории ядерных проблем вариантов магнитных компараторов постоянного тока <sup>/1,2/</sup> требуются эталонные /опорные/ источники тока 1 ма, 10 ма, 1 а, 1,024 а. Допустимая нестабильность эталонного тока 1 а / 1,024 а/ имеет порядок  $10^{-5}$ , а токов 1 ма и 10 ма -  $10^{-3}$ .

Изготовленные для работы с компараторами источники тока на 1 ма и 10 ма выполнены по схемам транзисторных компенсационных стабилизаторов с однокаскадными УПТ <sup>/3/</sup>. Принципиальная схема стабилизатора на 1 ма приведена на рис. 1 /Т1, Т2/. Нестабильность тока, измеренная в лабораторных условиях, не превышает 0,1% за 8 часов /после 30 мин прогрева/. Изменение сопротивления нагрузки от 0 до 100 ом вызывает отклонение тока на 0,05% /при наличии балластного сопротивления  $R = 3 \text{ ком/}$ .

Нагрузкой источника тока на 1 ма является соответствующая секционированная обмотка сравнения компаратора, сопротивление которой в процессе коммутации изменяется от 0 до 25 ом.

На рис. 1 представлена также принципиальная схема преобразователя напряжения /Т3, Т4, Тр1/. Выходное напряжение преобразователя 80 в /выпрямитель Д6 ÷ Д9/ имеет малые пульсации промышленной частоты и используется для получения опорного напряжения в устройстве сравнения стабилизатора 1 а / 0,024 а/. Преобразователь имеет также выход 20 в /выпрямитель Д1 - Д4/, используемый в стабилизаторе 1 ма.

Стабилизированный источник тока 1 а <sup>/1,024 а/</sup> выполнен по схеме с двойным регулированием <sup>/3/</sup>. Блок-схема этого источника приведена на рис. 2.

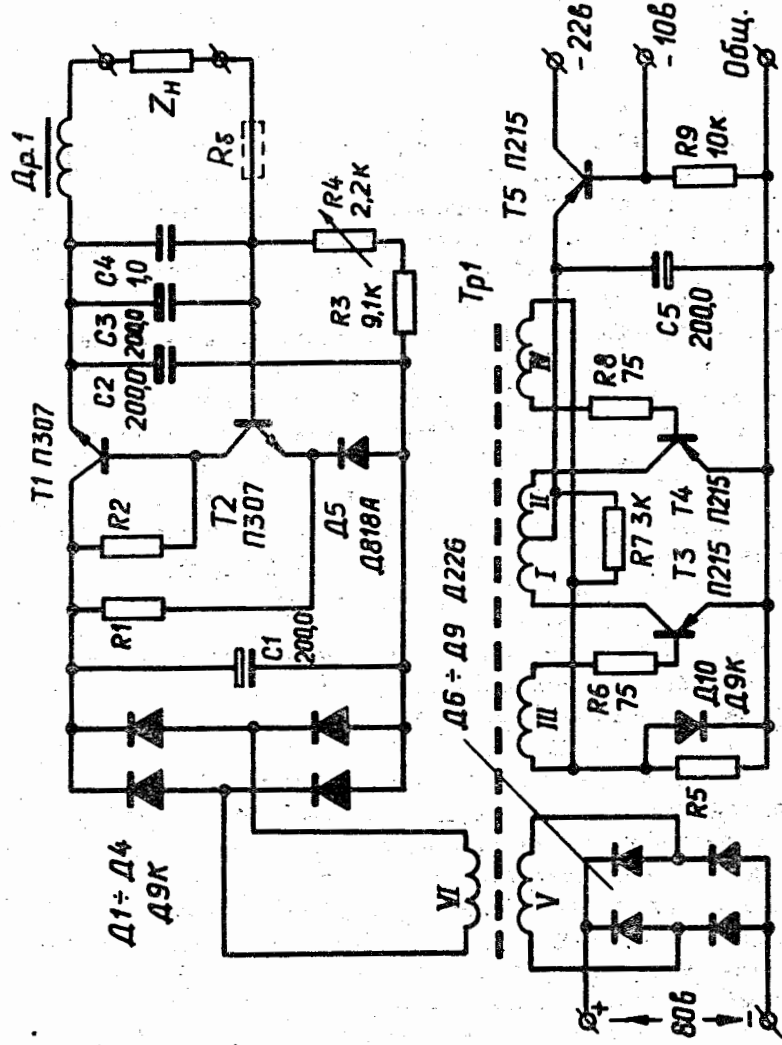


Рис. 1. Принципиальная схема стабилизированного источника тока 1 мА.

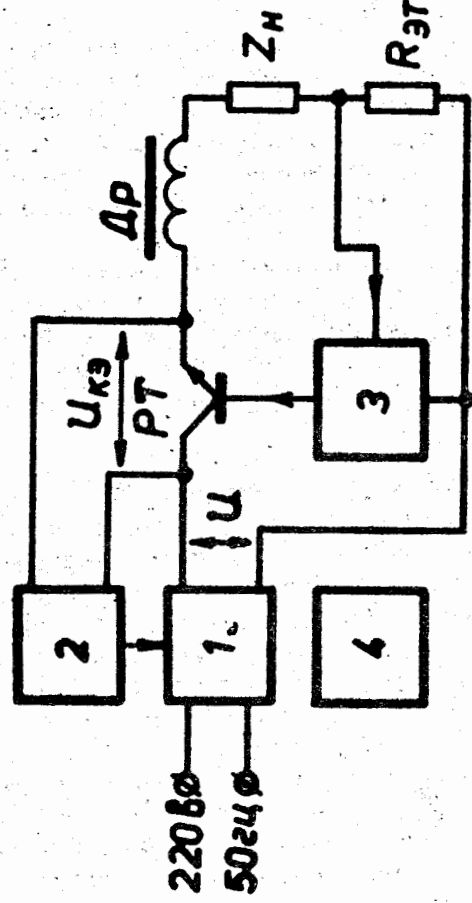


Рис. 2. Блок-схема стабилизированного источника 1 мА /1,024 а/. 1 - управляемый выпрямитель, 2 - устройство управления, 3 - устройство сравнения и УПТ, 4 - термостат, РТ - регулирующий транзистор, R<sub>ЭТ</sub> - эталонное сопротивление.

Основной контур стабилизации содержит транзисторный регулятор /РТ/, эталонное сопротивление  $R_{эп}$  /, устройство сравнения и УПТ /3/. Эталонное сопротивление и ряд других элементов устройства сравнения помещены в термостат /4/. Вспомогательный контур стабилизации содержит управляемый выпрямитель /1/ и устройство управления /2/.

Принципиальная схема вспомогательного контура стабилизации показана на рис. 3. Устройство управления проводимостью регулирующего тиристора Д13 включает в себя генератор пилообразного напряжения /Т1/, диодно-регенеративную схему сравнения /Т2//4/, усилитель импульсов управления /Т3/ и измерительное устройство /Т4, Д7/.

Генератор пилообразного напряжения имеет длительность прямого хода 9,7 мсек и запускается дважды за период сетевого напряжения. Амплитуда пилообразного напряжения ~ 5 в. Для запуска генератора служат обмотки V, VI силового трансформатора Тр1 и вентили Д1, Д2.

Пилообразное напряжение подается на один из входов диодно-регенеративной схемы сравнения /катод диода Д3/, другой ее вход /катод диода Д8/ подключен к выходу измерительного устройства. Значение напряжения на выходе измерительного устройства находится в определенном соответствии с величиной отклонения напряжения  $U_{кэ}$  от заданного значения. Когда мгновенное значение пилообразного напряжения превысит /по абсолютной величине/ уровень выходного напряжения измерительного устройства, на выходе схемы сравнения появляется серия коротких импульсов. Первый импульс серии возникает в момент равенства напряжений, приложенных к входам диодно-регенеративной схемы сравнения, и его временное положение определяется величиной отклонения  $U_{кэ}$  от заданного значения. После усиления импульсы подаются на управляющий электрод регулирующего тиристора.

Перечисленные элементы совместно с регулирующим тиристором Д13 образуют контур автоматического регулирования, который своим действием стабилизирует па-

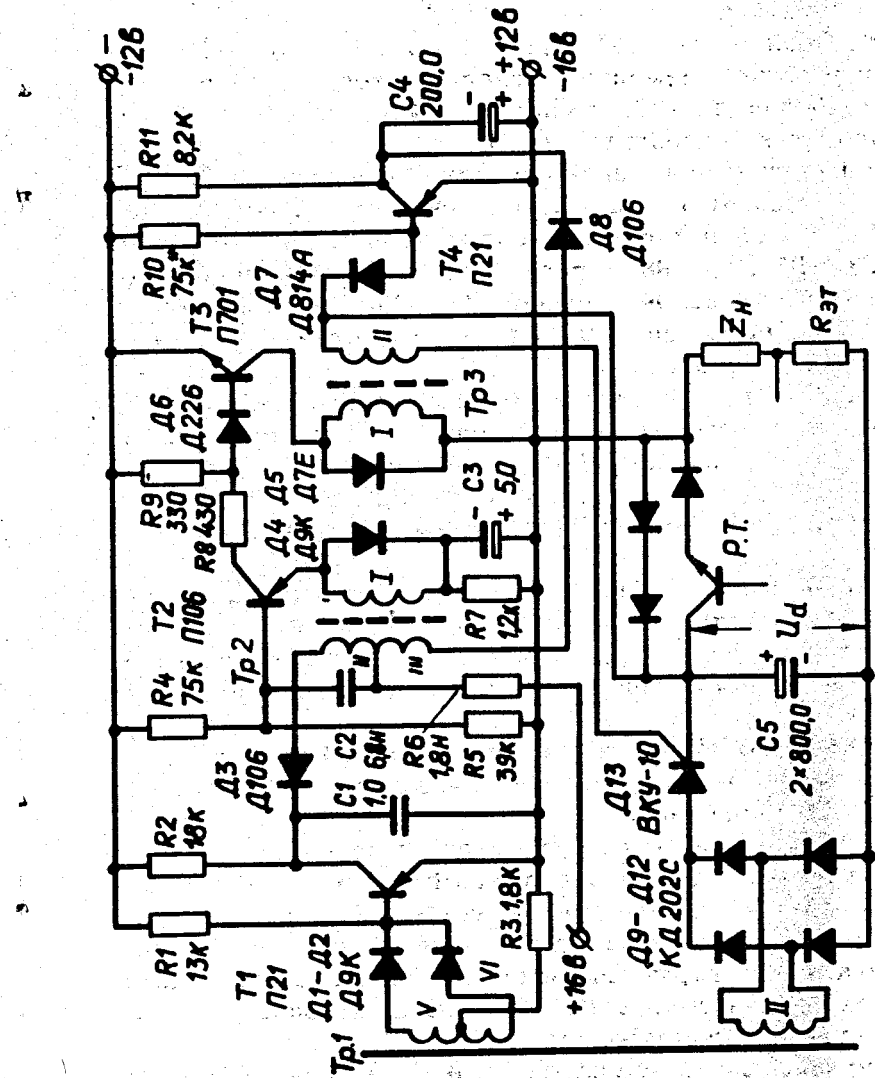


Рис. 3. Принципиальная схема вспомогательного контура стабилизации.

дение напряжения  $U_{кэ}$  на регулирующем транзисторе РТ. Значение  $U_{кэ}$  примерно равно напряжению пробоя стабилитрона Д7.

Принципиальная схема основного контура стабилизации показана на рис. 4.

Тройной составной транзистор /Т1-Т3/ является регулирующим элементом основного контура стабилизации. Для защиты РТ от опасных импульсных перенапряжений служат стабилитроны Д1, Д2.

В качестве источника опорного напряжения применяется трехконтурный параметрический стабилизатор /Д6-Д11/, снабженный регулируемым делителем напряжения  $R5 \div R8$  / $R5$ ,  $R6$ ,  $R8$  - резисторы из манганиновой проволоки;  $R7$  - проволочный многооборотный потенциометр/. Разность напряжений  $U_{оп}$  и  $U_R$  поступает на вход усилителя постоянного тока /УПТ - падение напряжения на эталонном резисторе  $R_{эп}$ , обусловленное стабилизируемым током; эталонный резистор выполнен из манганиновой проволоки,  $R_{эп} \approx 0,4 \text{ ом}/$ . Здесь используется УПТ с преобразованием, обсуждавшийся в работе<sup>5/</sup> для полноты изложения схема УПТ приведена на рис. 5/.

Модулятор выполнен на полевых транзисторах типа КП102Е, частота модуляции  $\sim 10 \text{ кГц}$ . Модулятор, эталонное сопротивление  $R_{эп}$ , делитель опорного напряжения ( $R5 \div R8$ ), стабилитрон Д6 и транзистор Т4 помещены в камеру термостата.

Резисторы  $R3 - R5$  и конденсаторы  $C1 - C3$  образуют корректирующие звенья, обеспечивающие устойчивость контура стабилизации.

Камера термостата представляет собой прямоугольный стакан из латуни с размерами  $52 \times 52 \times 78 \text{ мм}^3$  и толщиной стенок  $\sim 1 \text{ мм}$ . Нагреватель выполнен проводом ПЭШОК  $\phi 0,4 \text{ мм}$  в виде однослойной бифилярной намотки, прилегающей к наружным боковым поверхностям стакана. Камера теплоизолируется пластинами пенопласта и помещается в стальной кожух.

Внутри камеры размещены две печатные платы, на которых смонтированы термостатируемые элементы, а также элементы термодатчика. Выводы от термостати-

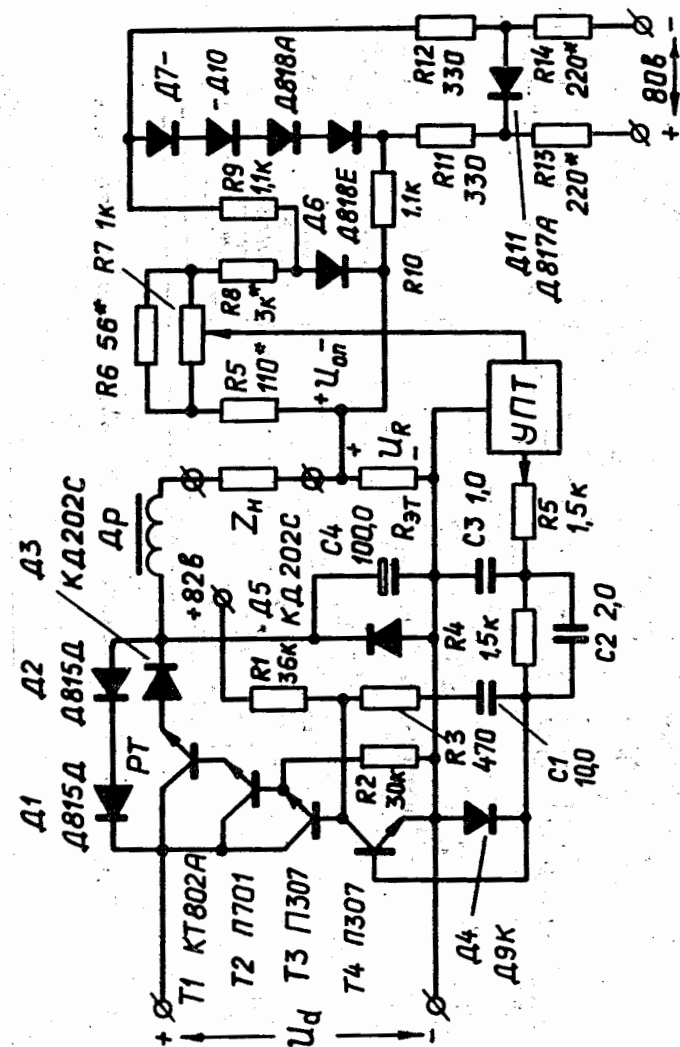


Рис. 4. Принципиальная схема основного контура стабилизации.

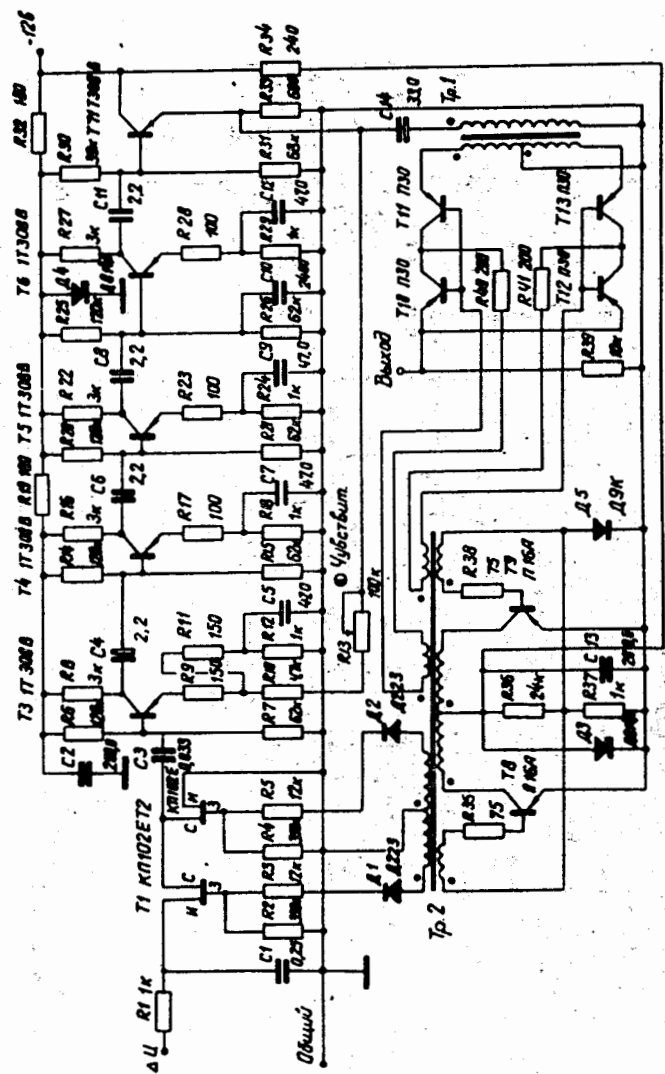


Рис. 5. Принципиальная схема УПТ с преобразованием.

руемых элементов к контактам разъема, установленного на крышке кожуха, представляют собой гибкие провода, проходящие через отверстие на торце камеры. Такое выполнение выводов ухудшает качество термостатирования, однако установка тепловых компенсаторов для 15 выводов требует нежелательного увеличения размеров термостата.

Принципиальная схема канала терморегулирования показана на рис. 6. Датчиком температуры служит терморезистор R18 типа ММТ-1, помещенный внутри камеры очень близко к ее стенке. Терморезистор совместно с резистором R17 и обмотками XI, XII образует термочувствительный мост /обмотки XI, XII, а также обмотки IX и X являются дополнительными обмотками трансформатора модуляционного генератора; модуляционный генератор показан на схеме рис. 5, его трансформатор Tr2, кроме обмоток I-VIII, имеет обмотки IX-XII, не показанные на схеме/. Сигнал разбаланса моста после усиления /T1-T3/ и фазочувствительного детектирования /T4-T7/ поступает на вход усилителя мощности постоянного тока /T8-T10/. Нагрузкой усилителя мощности является нагревательная обмотка R. Сопротивление нагревателя равно ~ 36 ом.

На рис. 7 показаны источники питания узлов стабилизаторов 1 а и /1,024 а/ и 1 ма /10 ма/.

Дрейф тока источника 1 а в лабораторных условиях не превышает  $4 \cdot 10^{-5}$  за 8 часов работы после прогрева в течение 1 часа. При изменении сопротивления нагрузки на величину  $\pm \Delta R = 10$  ом отклонение тока для разных экземпляров стабилизаторов лежит в пределах  $\pm /3-5/ \cdot 10^{-5}$ . Сопротивление обмотки компаратора, подключенной к источнику 1 а /1,024 а/, изменяется в процессе коммутации ее витков от 0 до 4 ом.

Приложение

Конструктивные данные некоторых узлов.

Схема рис. 1.

Др.1. Сердечник: пластины Ш16, толщина пакета 16 мм, железо трансформаторное.

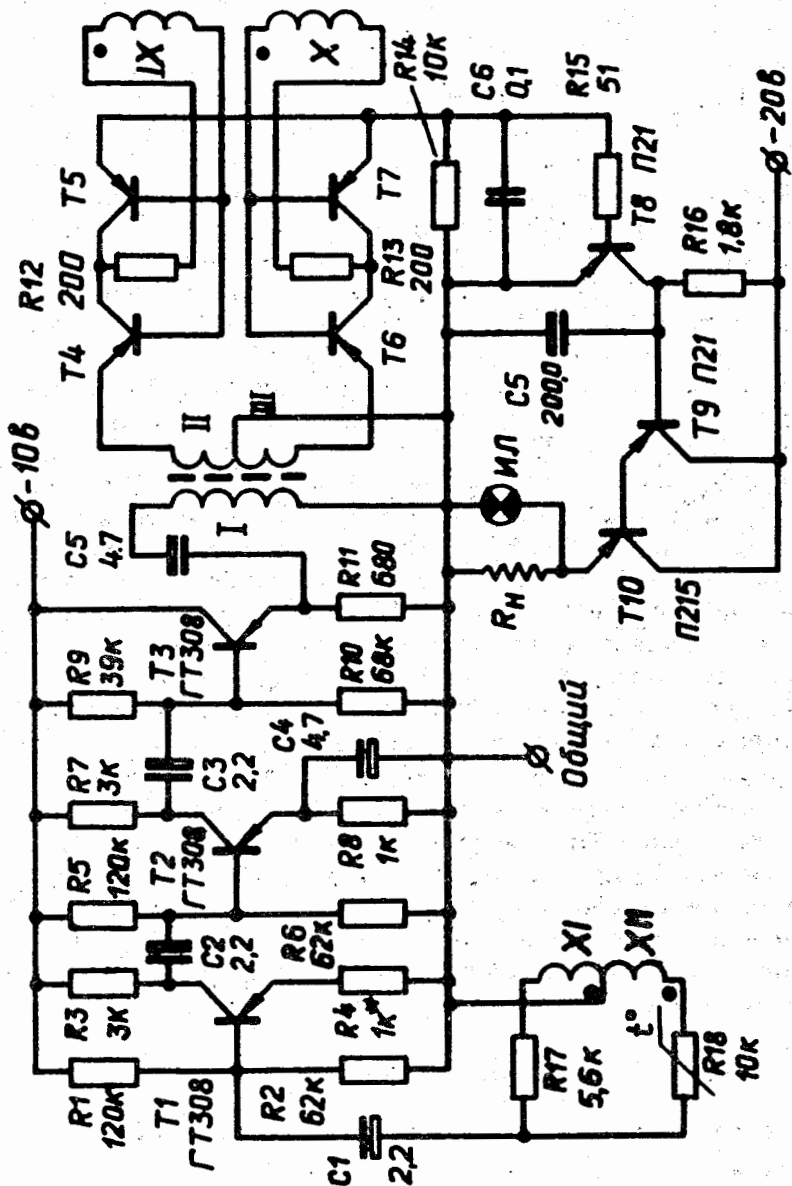


Рис. 6. Принципиальная схема канала терморегулирования.

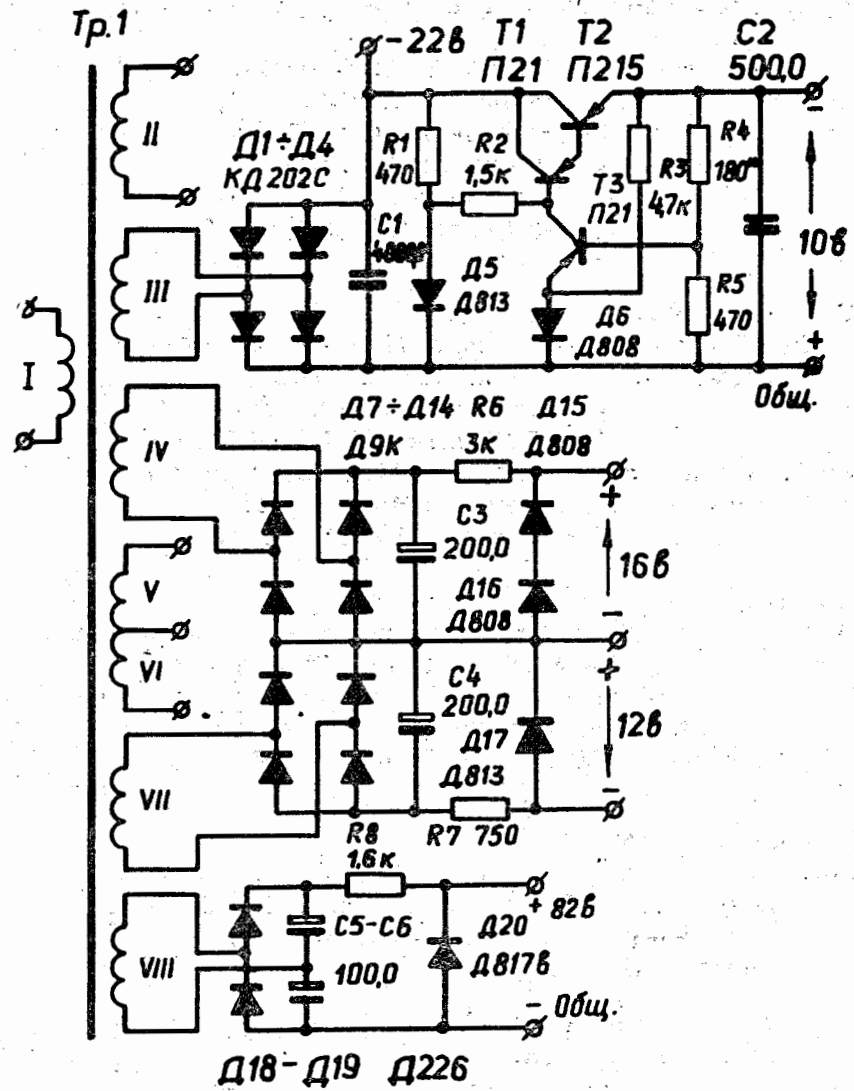


Рис. 7. Принципиальная схема источников питания.



Обмотка: 6000 витков; провод ПЭВ-2  $\phi$  0,12 мм.  
Тр.1. Сердечник: два кольца Ф-600, размеры 46x28x  
x 8 мм<sup>3</sup>.

Обмотки: I - 75 витк. ПЭЛШО  $\phi$  0,38;  
II - 75 витк. ПЭЛШО  $\phi$  0,38;  
III - 9 витк. ПЭВ-2  $\phi$  0,31;  
IV - 9 витк. ПЭВ-2  $\phi$  0,31;  
V - 600 витк. ПЭВ-2  $\phi$  0,21;  
VI - 150 витк. ПЭЛШО,  $\phi$  0,31.

Схема рис. 3.

Тр.2. Сердечник: 1 кольцо М2000, 20x12x6 мм<sup>3</sup>.

Обмотки: I - 50 витк. ПЭВ-2  $\phi$  0,21;  
II - 300 витк. ПЭЛШО  $\phi$  0,15;  
III - 300 витк. ПЭЛШО  $\phi$  0,15.

Тр.3. Сердечник: 2 кольца М2000, 17,6x8x5 мм<sup>3</sup>.

Обмотки: I - 60 витк. ПЭВ-2  $\phi$  0,21;  
II - 30 витк. ПЭЛШО  $\phi$  0,31.

Схема рис. 4.

Др. Сердечник: 2 комплекта магнитопровода на 360 вт  
/ЦЭМ/, собранные по типу "бронев-  
вого" сердечника с немагнитным за-  
зором I мм.

Обмотка: 2500 витков ПЭВ-2  $\phi$  0,83.

Схема рис. 5.

Тр.1. Сердечник: 1 кольцо М2000, 20x12x6 мм<sup>3</sup>.

Обмотки: I, II, III - по 100 витк. ПЭЛШО  $\phi$  0,2.

Тр.2. Сердечник: кольцо М2000, 19x13x9 мм<sup>3</sup>.

Обмотки: I, II, V, VI, XI, XII - по 60 витк.  
ПЭЛШО  $\phi$  0,2;  
III, IV - по 8 витк. ПЭВ-2  $\phi$  0,27;  
VII, VIII, IX, X - по 10 витк.  
ПЭЛШО  $\phi$  0,31.

Схема рис. 6.

Тр. Сердечник: 1 кольцо М2000, 20x12x6 мм<sup>3</sup>.

Обмотки: I, II, III - по 100 витк. ПЭЛШО  $\phi$  0,2.

Схема рис. 7

Тр.1. Сердечник: магнитопровод ЦЭМ 290 вт.

Обмотки:

I 2x500 витк. ПЭВ-2  $\phi$  1,0.  
II 2x170 витк. ПЭВ-2  $\phi$  0,83;  
III 78 витк. ПЭВ-2  $\phi$  0,83;  
IV 90 витк. ПЭВ-2  $\phi$  0,25;  
V 80 витк. ПЭВ-2  $\phi$  0,15;  
VI 80 витк. ПЭВ-2  $\phi$  0,15;  
VII 90 витк. ПЭВ-2  $\phi$  0,35;  
VIII 170 витк. ПЭВ-2  $\phi$  0,25;  
IX 27 витк. ПЭВ-2  $\phi$  0,49.

#### Литература

1. Ю.Н.Денисов, В.В.Калиниченко. Сообщения ОИЯИ, 13-5960, Дубна, 1971.
2. Ю.Н.Денисов, В.В.Калиниченко. Сообщения ОИЯИ, 13-6531, Дубна, 1972.
3. С.Д.Додик. Полупроводниковые стабилизаторы постоянного напряжения и тока. Изд-во "Сов. радио", 1962.
4. Расчет и проектирование импульсных устройств на транзисторах. Сб. статей под ред. М.Д.Штерка, изд-во "Сов. радио", 1963.
5. Ю.Н.Денисов, В.В.Калиниченко, В.А.Пережогин. Препринт ОИЯИ, Р9-6241, 79, Дубна, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел  
9 октября 1973 года.