

С 344/38

Г-788

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

1922



А.Г. Грачев, С.С. Кирилов

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

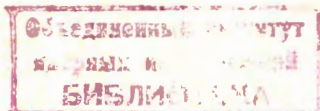
ВОСЬМИКАНАЛЬНЫЙ ПЕРЕСЧЕТНЫЙ ПРИБОР  
НА ПОЛУПРОВОДНИКАХ С ВЫВОДОМ  
ДАННЫХ НА ЦИФРОПЕЧАТЬ

В кн.: Полупроводниковые  
элементы в вычисл.  
технике. сб. статей.  
1965 М., 1965, с 3-17

2889/3 чф.

А.Г. Грачев, С.С. Кирилов

ВОСЬМИКАНАЛЬНЫЙ ПЕРЕСЧЕТНЫЙ ПРИБОР  
НА ПОЛУПРОВОДНИКАХ С ВЫВОДОМ  
ДАННЫХ НА ЦИФРОПЕЧАТЬ



## В в е д е н и е

В экспериментальной ядерной физике в качестве регистрирующих приборов используются различные пересчетные схемы. Количество таких приборов, используемых в одном эксперименте, может достигать шести и более.

При работе на циклических ускорителях иногда возникает необходимость фиксировать данные, полученные в результате каждого цикла ускорения или группы циклов, т.е. через 5-10 сек, в течение многих часов подряд.

При таком режиме работы съем данных вручную даже с одной пересчетной схемы утомителен и неизбежно приводит к ошибкам. Это вызывает необходимость регистрации данных с помощью автоматических устройств, которые позволяют повысить достоверность данных, полученных в результате эксперимента.

В 1963 г. был опубликован доклад Ф.Иселина о разработанной в ЦЕРН'е системе пересчетных схем со скоростью регистрации до 25 Мгц. Эта система позволяет осуществить последовательный вывод данных на цифропечать или перфоратор с 30-ти счетчиков<sup>/1/</sup>. Целью данной работы являлась разработка полупроводниковой системы пересчетных схем с автоматическим выводом данных на цифропечать.

## Состав прибора

Прибор состоит из 8 пересчетных каналов, схемы управления вводом и выводом данных с промежуточной памятью, цифропечатающей машины типа ЦПМ-1 (из комплекта частотомера ЧЗ-4) и контрольного генератора. Каждый пересчетный канала, в свою очередь, состоит из блока формирования входных импульсов, шести унифицированных пересчетных декад, выходного блока и источника питания. Общий вид прибора показан на рис. 1, а блок-схема - на рис. 2.

## Входной блок

Входной блок обеспечивает формирование регистрируемых импульсов по амплитуде и длительности, а также операции "пуск", "стоп" и "сброс" и подключение контрольного генератора. Схема блока показана на рис. 3, тумблером Т1 вход блока подключается через диод Д1 к выходу контрольного генератора.

Регистрируемые импульсы положительной полярности через инвертор ПП1 и повторитель ПП2 подаются на формирующий одновибратор, выполненный на туннельном диоде Д4, через цепочку R 10-Д3. Сопротивление R 10 и триод ПП3 образуют ключ, управляющий пропуском входных импульсов. При размыкании тумблера Т3 или подаче через сопротивление R 11 на базу отрицательного напряжения триод ПП3 открывается и шунтирует вход формирующего одновибратора, тем самым осуществляя операцию "стоп".

Сформированные на Д4 импульсы через двухкаскадный усилитель с трансформаторной связью (ПП5, ПП6) поступают на вход первой декады пересчетной схемы.

Трансформатор Тр формирует на базе ПП6 двухполярные импульсы с амплитудой от пика до пика около 2 вольт, что позволяет уменьшить время восстановления оконечного каскада и получить на выходе импульсы, амплитуда и форма которых мало зависят от распределения во времени регистрируемых импульсов до частоты 25 Мгц. При регистрации отрицательных импульсов тумблером Т2 входной инвертор отключается.

Операция "сброс" осуществляется кнопкой КН или подачей отрицательного напряжения (-12в) на базу триода ПП9. В связи с тем, что для работы блока необходимо напряжение - 7 вольт, а источники питания дают стандартное напряжение -12 вольт, причем ток, потребляемый блоком, изменяется от 35 ма в режиме покоя до 50 ма при максимальной скорости счета, в схему включен простой стабилизатор напряжения на составном триоде ПП7, ПП8 и стабилитроне Д6.

Входное сопротивление блока 50, 75, 100 или 150 ом в зависимости от установленного для согласования с подводимым импульсы кабелем сопротивления.

Чувствительность блока 0,5 вольта.

Максимальная амплитуда входных импульсов до 3 вольт.

Длительность входных импульсов 20-80 нсек.

Выходные импульсы положительные, с амплитудой 6 вольт и длительностью по основанию 40-50 нсек.

Общий вид входного блока приведен на рис. 4.

#### Пересчетные декады

В приборе применены пересчетные декады, составленные из ненасыщенных триггеров с нелинейной обратной связью, управляемым счетным входом и автоматическим смещением. Декады построены по системе 1-2-4-8 и являются модернизацией разработанных ранее сотрудниками ОИЯИ И.Ф. Колпаковым, Б.А. Зеленовым и Н.С. Мороз<sup>1/2, 1/3</sup>.

Применение новых типов транзисторов и диодов позволило увеличить быстродействие



и повысить надежность. В отличие от опубликованных ранее в использованных в приборе декадах изменено включение индикаторных лампочек и вместо эмиттерных повторителей установлены инвертирующие усилители, с тем чтобы упростить связи с цифропечатью и облегчить режим.

В приборе использованы декады трех модификаций с различной максимальной скоростью счета, отличающиеся друг от друга только примененными в них деталями. Схема декады модификации 3 приведена на рис. 5.

Разрешающая способность и схемные особенности декад сведены в таблицу 1.

Напряжение питания 12 в. Ток, потребляемый собственно триггерами одной декады, равен 60 ма. Индикация потребляет максимально 70 ма.

Входные импульсы положительные с амплитудой 5-6 вольт. Общий вид декады показан на рис. 6.

#### Схема управления

Схема управления предназначена для автоматического ввода данных в пересчетные блоки и вывода информации из них на цифропечатающую машину ЦПМ-1 по сигналам от ускорителя заряженных частиц или оператора.

Блок-схема устройства управления приведена на рис. 2. Она состоит из схемы пропускания, элементов автоматического управления работой прибора, схемы памяти (совмещена на схеме с блоками пересчета), блока формирователей выходных импульсов на ЦПМ-1.

Работает схема управления следующим образом. В исходном состоянии потенциалом от триггера Т1 через повторители ЭП1 и ЭП2 закрыты ключи входных блоков, а потенциалом от триггера Т2 закрыт ключ К4 кольца связи с ЦПМ-1.

С приходом стартового импульса на вход схемы пропускания через заданное время (40-3000) мсек опрокидывается триггер Т1, через ЭП1 и ЭП2 открываются ключи входных блоков и начинается регистрация импульсов, поступивших на входы пересчетных блоков. Через (10-220) мсек импульс, вырабатываемый схемой пропускания, возвращает триггер Т1 в исходное состояние. При этом закрываются ключи входных блоков. Таким образом время регистрации информации пересчетными блоками определяется схемой пропускания.

В том случае, когда за время регистрации произойдет заполнение одного из пересчетных блоков, триггер Т1 будет возвращен в исходное состояние импульсом с выхода

любого пересчетного блока через диодную схему ИЛИ и усилитель УС1, независимо от состояния схемы пропускания.

Возвращаясь в исходное состояние, триггер Т1 опрокидывает триггеры Т2 и Т3 и одновибратор ОВ1. При этом закрывается ключ К3 и открывается ключ К4. В результате этих операций потенциалом от триггера Т3 закрывается до окончания печати ключ К1, а импульсом одновибратора ОВ1 по цепи ФИ2, ЭП4 и ЭП5 запускаются генераторы переписи информации из пересчетных блоков в ферритовые кольца памяти. Одновременно с ОВ1 через ИЛИ 2 запускается одновибратор задержки ОВ2 и заносится 1 в счетчик номера канала ПС-8 и готовится к выдаче импульса считывания первый выход дешифратора рис. 7. В качестве счетчика ПС-8 использована унифицированная декада, которая приводится в исходное состояние импульсом от ЦПМ-1 по цепи ЭП8, ОВ3, К3, Т3, ОВ4 после окончания печати. С возвращением в исходное состояние одновибратора ОВ2 через инвертер ФИ3 и усилитель УС2 запускается цифронепать и через дешифратор запускается усилитель считывания с колец первого пересчетного блока. Импульсы с выходных обмоток колец памяти и трансформаторов опроса ПС8 (через ЭП6, ЭП7) подаются на формирователи Ф1 - Ф29, формирующие положительные импульсы длительностью 120 мксек и амплитудой 22 вольта, которые через сопротивление 180 ком подаются на вход ЦПМ-1. Принципиальная схема формирователя приведена на рис. 8И. В результате этого номер пересчетного блока печатается на первой дорожке ленты ЦПМ-1, а зарегистрированная первым пересчетным блоком информация - на следующих 7-ми дорожках.

Импульс конца печати первой строки с выхода ЦПМ-1 через ЭП8, ОВ3, К4, ФИ3, ИЛИ-2 заносит в ПС-8 число 2 и запускает одновибратор задержки ОВ2. Этим заканчивается цикл печати информации с первого пересчетного блока и начинается цикл печати информации со второго. Задержка одновибраторов ОВ2 и ОВ3 совместно с задержкой в ЦПМ-1 равна примерно 500 мсек, что соответствует скорости печати 2 строки в секунду. Кольцо связи через К4 разрывается после печати информации с последнего (по схеме восьмого) пересчетного блока, так как с последнего выхода дешифратора снимается импульс для возвращения триггера Т2 в исходное состояние. При этом закрывается ключ К4, открывается ключ К3 и последний импульс с выхода ЦПМ-1 подается по цепи ЭП8, ОВ3, К3 на триггер Тз. Триггер Тз приходит в исходное состояние, запускает одновибратор ОВ4 и деблокирует ключ К1. Импульсом одновибратора ОВ4 счетчик ПС-8 приводится в исходное состояние. Таким образом схема управления оказывается в исходном состоянии. Триггер Т2 связан с дешифратором через переключатель, поэтому на ленте ЦПМ-1 можно печатать любое число каналов до 8. Принципиальные схемы элементов приведены на рис. 8.

### Промежуточная память

Вывод информации, зарегистрированной пересчетными блоками, на цифropечать производится через промежуточную память, которая позволяет снять информацию со всех блоков одновременно и, не дожидаясь окончания работы цифropечати, продолжать накопление информации.

Принципиальная схема памяти в виде плоской матрицы  $8 \times 25$  приведена на рис. 9. Схема содержит число колец ППГ, равное числу триггеров в пересчетных блоках. Первый горизонтальный ряд колец соответствует первому пересчетному блоку, второй ряд – второму и т.д. Первый вертикальный ряд колец соответствует первым триггерам первых декад пересчетных блоков, второй – вторым триггерам и т.д. Обмотки записи ( $W_1 = 25$  витков) каждого горизонтального ряда одним концом присоединены к усилителю записи, а другим – через диоды и токоограничивающие сопротивления – к коллекторам триодов индикации пересчетных декад. Импульс записи подается на все усилители записи одновременно, поэтому вся информация пересчетных блоков оказывается переписанной в промежуточную память.

Схема усилителя записи приведена на рис. 8 (К). Обмотки считывания ( $W_2 = 5$  витков) соединены последовательно по горизонтальным рядам, причем каждый горизонтальный ряд имеет свой усилитель считывания, схема которого приведена на рис. 8 (Л).

При считывании информации на усилители считывания поочередно подаются импульсы с дешифратора, поэтому на ленте ЦПМ-1 информация пересчетных блоков печатается по строкам (одна строка на каждый пересчетный блок).

### Выходной блок

Для уменьшения межблочных соединений кольца памяти смонтированы на отдельных платках, размещенных в пересчетных блоках. По этой же причине усилители записи и считывания размещены в выходных ячейках пересчетных блоков вместе с дополнительным счетным триггером, который позволял довести емкость каждого блока до  $2 \times 10^6$  импульсов. Там же размещен переходной каскад, позволяющий соединить два пересчетных блока последовательно.

### Контрольный генератор

Для проверки правильности работы прибора в него встроены специальный контрольный генератор, который может работать в трех режимах:

- а) одиночная серия из семи импульсов,

- б) около 1000 серий по 7 импульсов в каждой,
- в) число серий определяется оператором.

Импульсы подаются одновременно на входы всех пересчетных каналов. Схема контрольного генератора приведена на рис. 10. Он состоит из трех одновибраторов и блокинг-генератора. Первый одновибратор запускается кнопкой "пуск" и переводит второй в режим автогенерации, задавая время, в течение которого генератор выдает серии импульсов, т.е. количество серий. Положительные импульсы второго одновибратора дифференцируются и запускают третий одновибратор, отрицательный импульс которого переводит в режим автогенерации формирующий блокинг-генератор, выполненный на триоде П417. Длительность импульса третьего одновибратора выбрана таким образом, чтобы блокинг-генератор выдал серию из семи импульсов.

Через эмиттерные повторители отрицательные импульсы с амплитудой около 1 вольта подаются на входные блоки пересчетных каналов. Так осуществляется режим б). В режиме а) третий одновибратор запускается непосредственно положительным фронтом импульса первого одновибратора. В режиме в) второй одновибратор переводится в режим автогенерации переключателем режимов.

Контроль производится визуально по лампочкам индикации и путем сравнения ланых индикации с записью на ленте ЦПМ-1.

#### Блоки питания

В приборе все блоки питания одинаковы. Принципиальная схема блока питания приведена на рис. 11, а общий вид на рис. 12.

Блок характеризуется следующими данными:

1. Выходное напряжение 12 вольт,
2. Выходной ток до 1 ампера,
3. Напряжение пульсаций на выходе менее 2 мв.
4. Изменение выходного напряжения при изменении тока нагрузки от 0 до 1а не более 50 мв.

По схеме - это обычный последовательный стабилизатор напряжения, снабженный релейно-транзисторной (реле Р и ПП5) защитой проходного триода от коротких замыканий в цепях нагрузки. Несмотря на свою примитивность защита работает надежно.



## Конструктивные особенности

Прибор выполнен на полупроводниковых элементах. Все однотипные функциональные элементы взаимозаменяемы. Любой пересчетный блок может быть использован как отдельный настольный прибор с индивидуальным управлением. На рис. 13 представлен один из пересчетных блоков прибора, в котором размещены две пересчетные схемы емкостью  $10^3$  и  $10^5$ .

Путем простой перестановки ячеек из них может быть собрана пересчетная схема с емкостью  $10^8$ , причем один из входных блоков будет не нужен.

Оформлен прибор в виде стойки, конструктивные элементы которой унифицированы по Объединенному институту ядерных исследований.

## З а к л ю ч е н и е

Разработанный прибор может быть использован как для проведения отдельных физических экспериментов на синхрофазотроне, так и для включения в состав аппаратуры общего измерительного центра, оборудованного промежуточными накопителями информации. В этом случае информация прибора может быть передана в параллельном коде непосредственно на накопитель.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность Ю.А.Каржавину и А.С.Гаврилову за проявленный интерес к работе и полезные советы, М.Н.Михайловой и А.К.Зеленовой за помощь в изготовлении и наладке блоков прибора.

## Л и т е р а т у р а

1. F.Iselin. "25 MC/S scalars with flexible print-punch facilities".  
Nuclear Instruments and Methods, 20 330-335 (1963).
2. И.Ф.Колпаков. Декадный пересчетный прибор с разрешающим временем  $10^{-7}$  сек на полупроводниковых триодах. ПТЭ № 6, 1962, 55.
3. Б.А.Зеленов, И.Ф.Колпаков, Н.С.Мороз. Декадный пересчетный прибор на транзисторах на 12 Мгп. Препринт ОИЯИ Р-1310.
4. Б.Н.Кононов, Ю.А.Чуркип. "Формирующие устройства на туннельных диодах". ПТЭ, № 4, 1963, стр. 67.
5. С.Д.Додик. Полупроводниковые стабилизаторы постоянного напряжения и тока. Изд. "Соврадио", 1962 г.

Рукопись поступила в издательский отдел  
22 декабря 1964 г.

Модель	Разрезающая способность		Схемные особенности					
	Двойные импульсы (нсек)	Серия из 7-ми импульсов (А.ггг)	Периодич. импульсы (А.ггг)	Триоды ПП1, ПП2, ПП3	Д и о д ы	Конденсаторы		
1	-	-	0,3	П16А	Д8Д	отсут- ствуют	470	3000
2	150	200	5	П416А	Д8Д	Д9Д	51	470
3	50	70	18	Высоко- частотн. триод с $t_d \approx 200$ Мгц	Д18	Д18	24	470

Диоды Д6 всюду типа Д9Д

Триоды с  $\beta = 50 - 200$ .

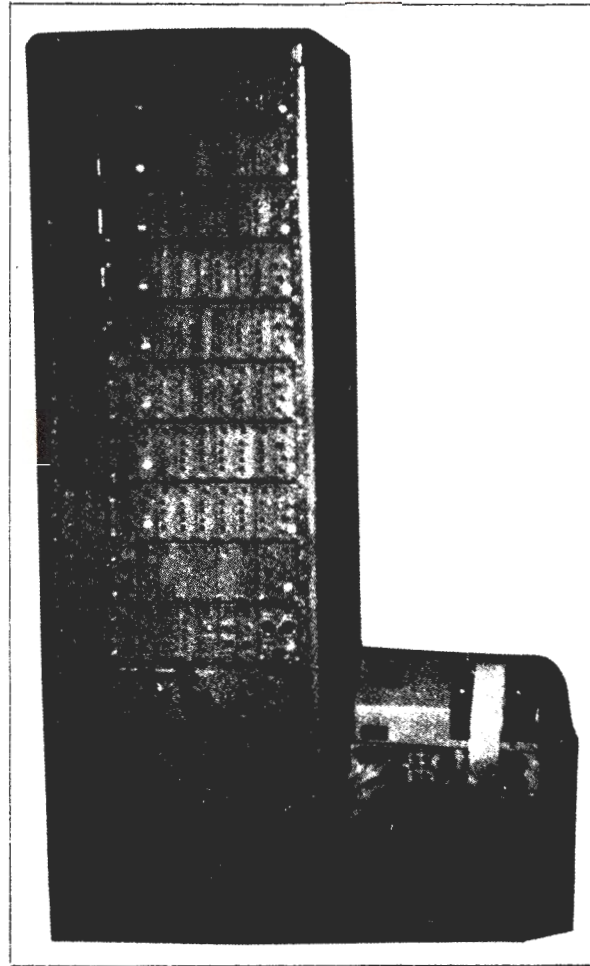


Рис. 1. Общий вид прибора

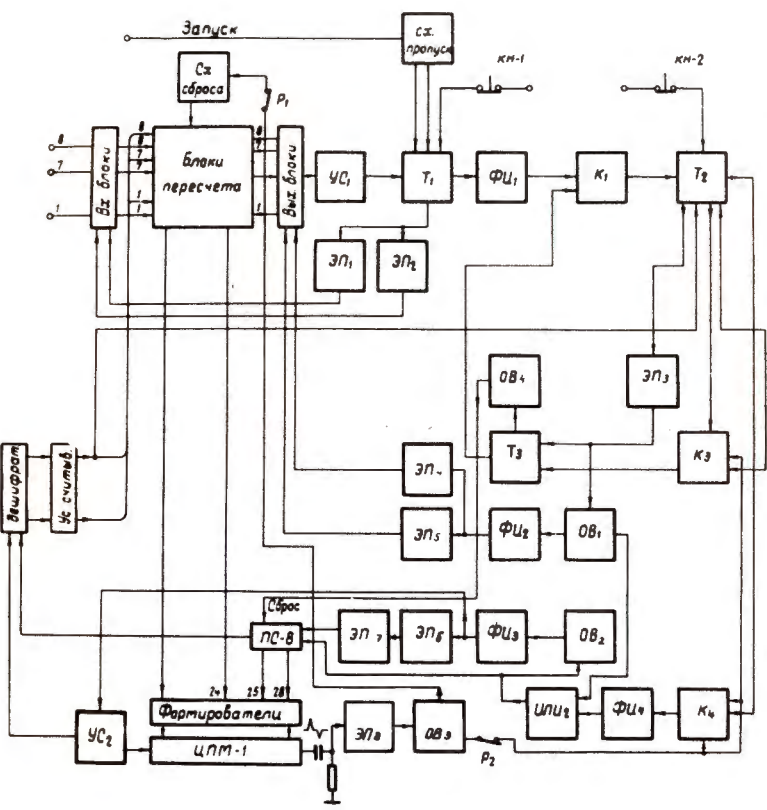


Рис. 2. Блок-схема

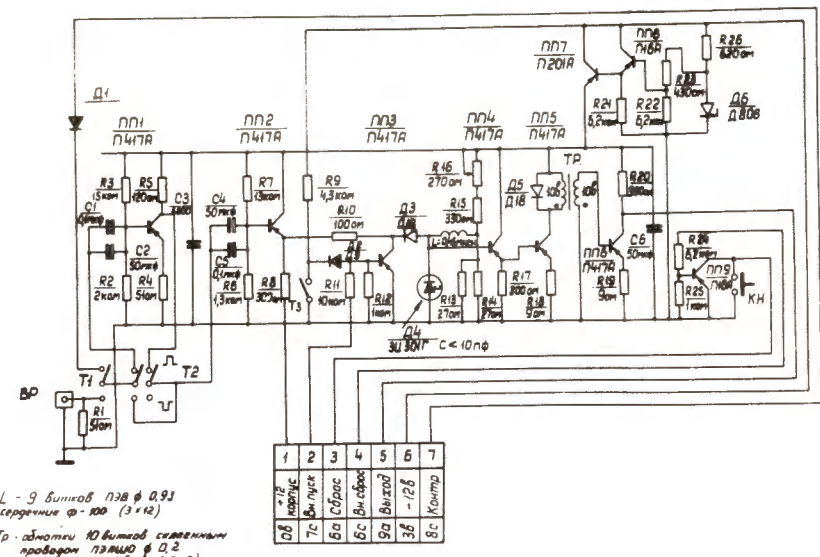


Рис. 3. Схема входного блока

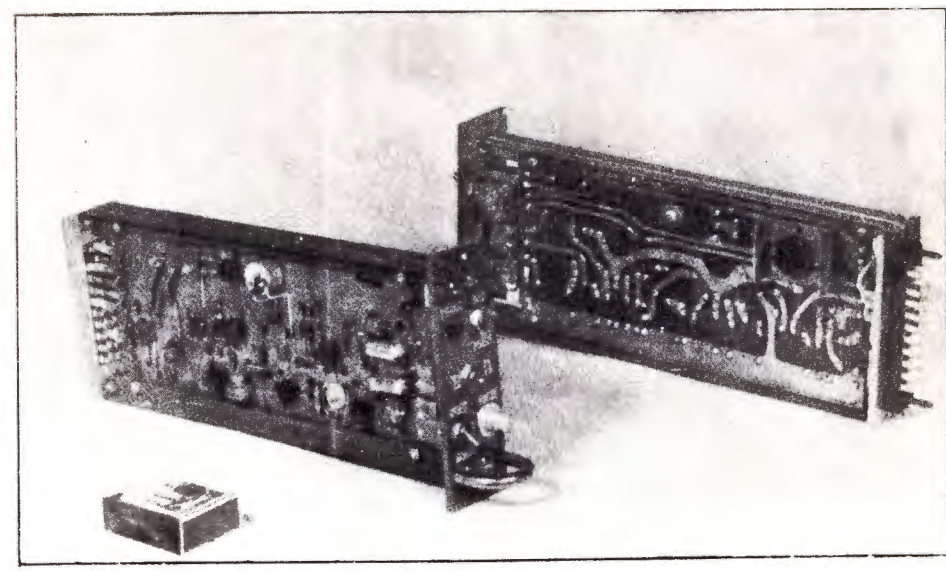
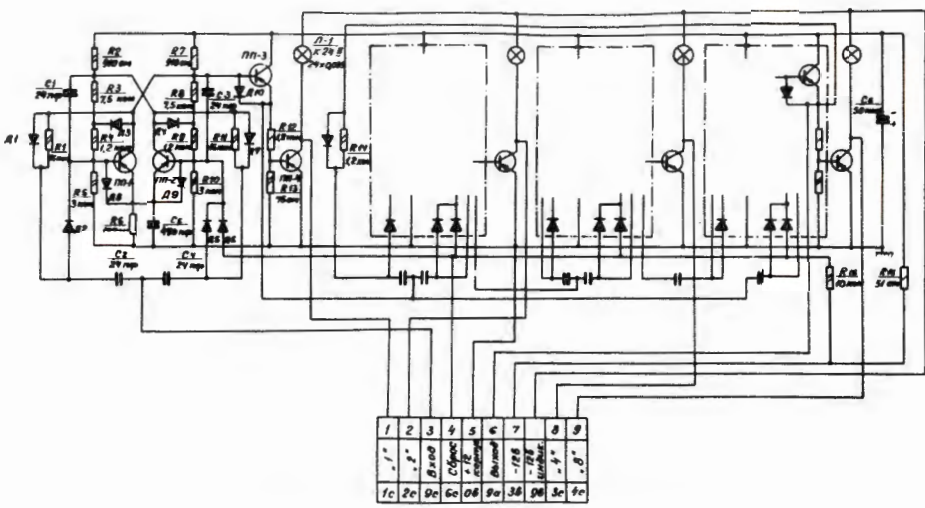


Рис. 4. Входной блок



Унифицированная пересчетная декада

Рис. 5. Схема декады

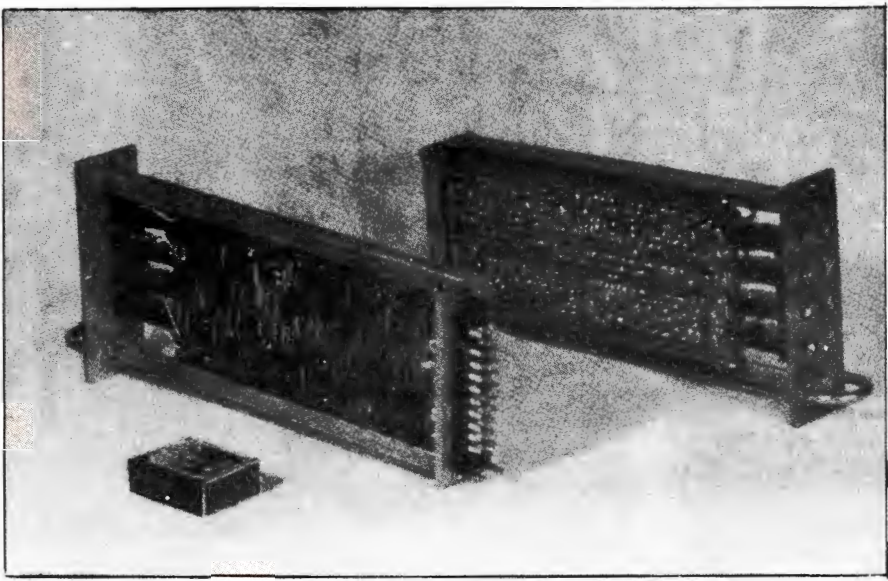
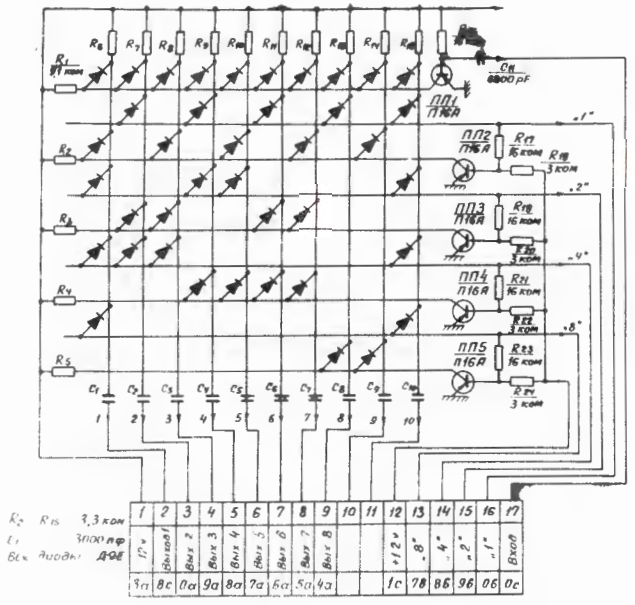


Рис. 6. Общий вид декады



7. II 1TOP



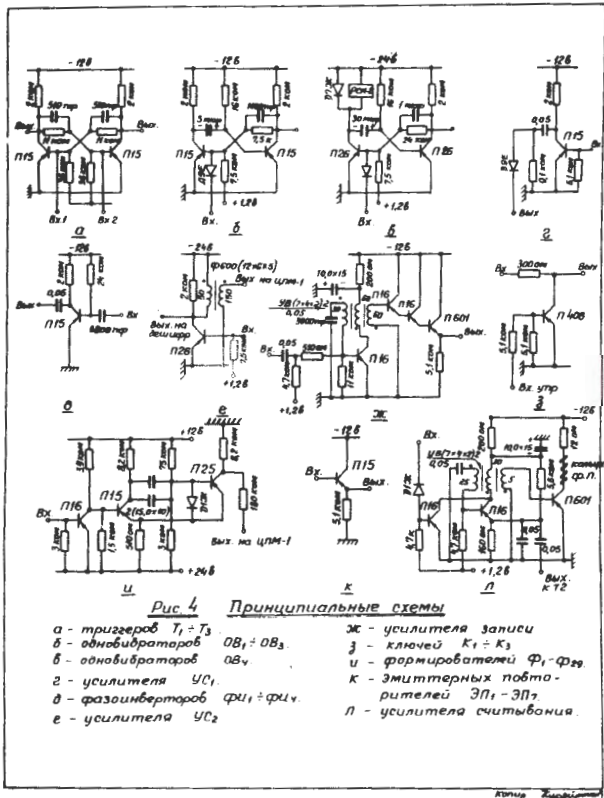


Рис. 8. Схема элементов схемы управления

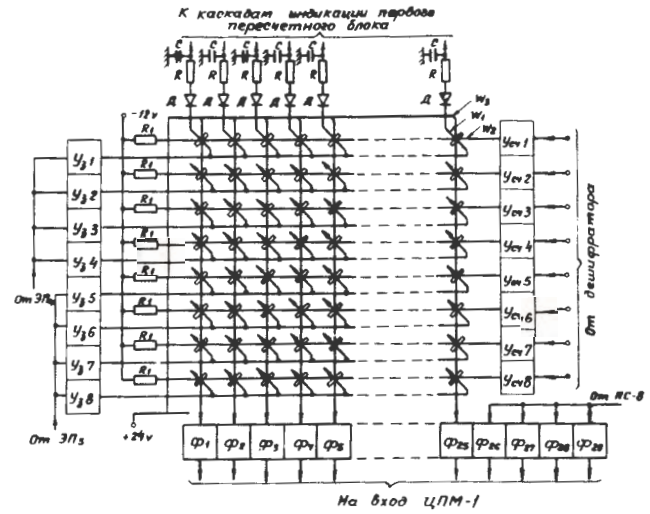


Рис. 9. Схема промежуточной памяти

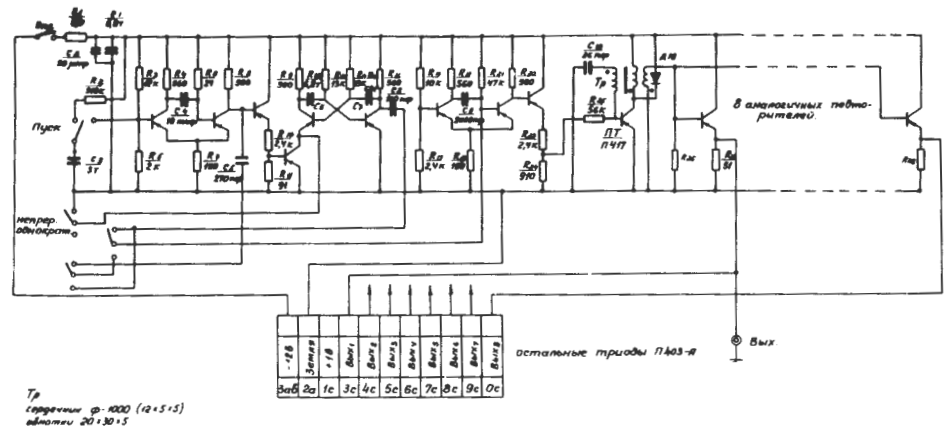


Рис. 10. Контрольный генератор



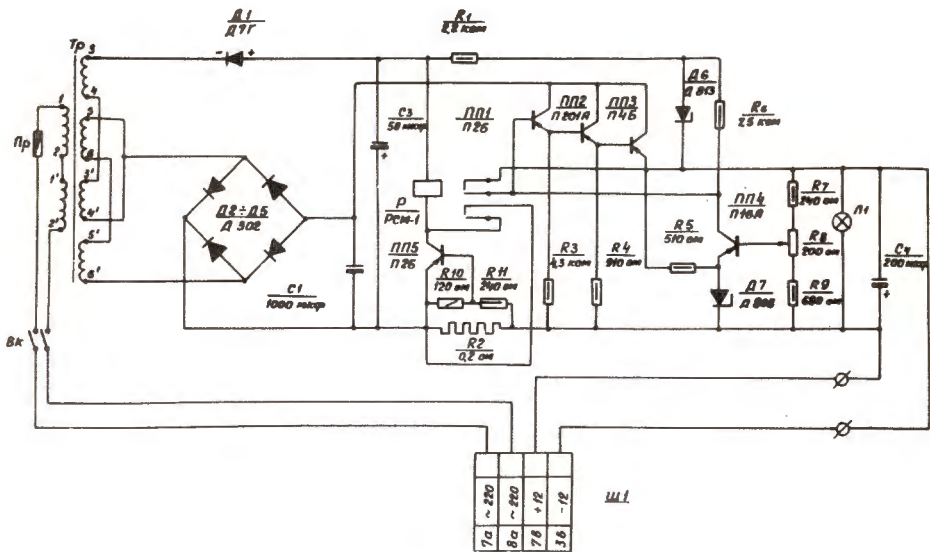


Рис. 11. Схема блока питания

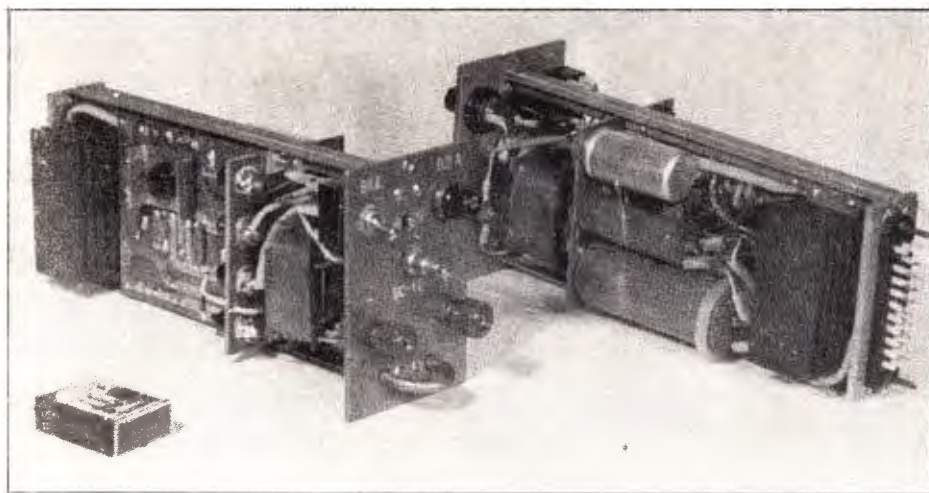


Рис. 12. Общий вид блока питания

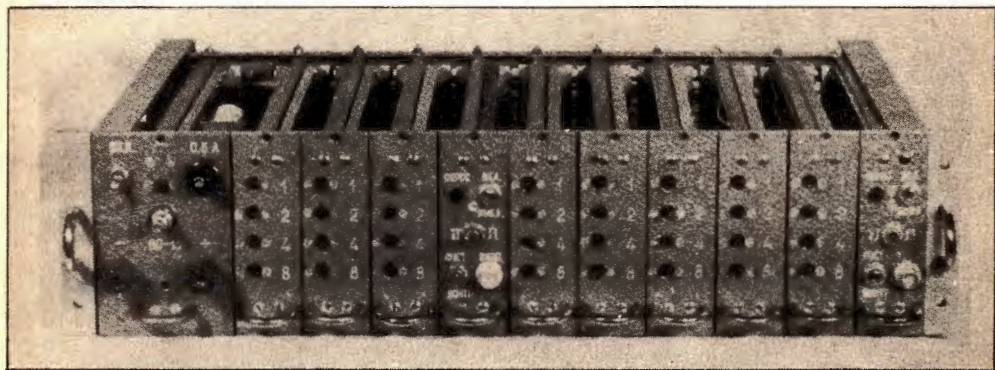


Рис. 13. Пересчетный блок