

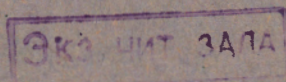
1352



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

В.Я. Алмазов, И.А. Голутвин, В.Д. Инкин, Ю.А. Каржавин,
В.Д. Неустроев, В.Д. Степанов

1352



ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ПУ
ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗМЕРЕНИЙ
КАМЕРНЫХ СНИМКОВ

Дубна 1963

В.Я. Алмазов, И.А. Голутвин, В.Д. Инкин, Ю.А. Каржавин,
В.Д. Неустроев, В.Д. Степанов

1352

ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ПУ
ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗМЕРЕНИЙ
КАМЕРНЫХ СНИМКОВ



Дубна 1963

А н н о т а ц и я

Установка ПУ предназначена для измерения координат следов частиц по снимкам, полученным на пузырьковых, диффузионных и других камерах. Измеренные координаты фиксируются на перфоленте для ввода их в счетную машину. Установка позволяет ускорить процесс обработки по сравнению с ручным в 4-6 раз. Точность отсчета определяется шагом применяемых дифракционных решеток. В установке ПУ может использоваться любой, соответствующий требованиям измерений микроскоп /УИМ- 2, БМИ и др./. В установке применен перфоратор ПЛ. Все электронные схемы выполнены на полупроводниковых триодах.

После некоторых переделок ПУ может быть использована для измерений параметров многократного рассеяния. В этом случае установка ускоряет процесс обработки по сравнению с ручным методом в 4 - 5 раз.

1. Расположение числового материала на бумажной ленте

Расположение числового материала /определяется программой счета на электронно-счетной машине/ приведено на рис. 1. В одном кадре на ленте может располагаться одно 40-разрядное число с дополнительными признаками.

Схема расположения числа на одном кадре приведена на рис. 2, где пунктиром обозначено расположение координат X и Y и указано расположение дополнительных признаков.

2. Составные части прибора

Общий вид прибора показан на рис. 3. На каретках микроскопа /1/ укрепляются дифракционные решетки-датчики перемещений /2 и 3/. Стойка /4/ содержит электронные схемы отсчетного канала и схемы управления перфоратором, перфоратор /5/ располагается на стойке.

Пульт управления /6/ сделан выносным, в него вмонтирована кнопочная машинка для пробивки служебных знаков. На микроскопе УИМ-21 устанавливается проекционная насадка ПН7. Микроскоп дополнительно оборудуется фрикционными винтами и улучшенным осветителем.

3. Методика работы с прибором

На предметном столе микроскопа закрепляется измеряемый снимок, и оператор вручную совмещает измеряемую точку снимка с перекрестием окуляра или с перекрестием на внешнем экране микроскопа и нажатием кнопки производит отсчет координат. На перфоленте пробиваются координаты "X" и "Y" измеряемой точки в двоичном коде.

4. Электронные схемы системы отсчета и регистрации координат

Блок-схема отсчетного устройства приведена на рис. 4.

В качестве датчиков перемещений /1 и 2/ используются дифракционные решетки с шагом 10 мк. Светочувствительными элементами являются фототранзисторы ФТ-1/3,4/. Следует отметить, что максимальная скорость движения по следу при обработке событий не может превосходить 3 мм/сек, т.к. скорость ограничивается микрометрическими винтами микроскопа. При таких скоростях движения с фотодатчиков будет идти до 1200 имп/сек. Поэтому скорость счета в автоматических установках для обработки камерных снимков обычно ограничивается частотами порядка 3-5 тыс. имп/сек.

Однако в измерительных микроскопах предусматривается возможность быстрого перемещения кареток при условии расцепления их с микрометрическими винтами. Это существенно повышает скорость измерений, т.к. позволяет осуществлять быстрый переход кареток со следа на след и т.п.

При быстром перемещении кареток скорость увеличивается до 30 мм/сек, что соответствует частотам повторения сигналов с фотодатчиков до 12 тыс. имп/сек. Поэтому отсчетный канал полуавтомата ПУ рассчитан на скорость работы до 30-50 тыс. имп/сек.

Обработка сигналов фотодатчиков производится во входном блоке /5,8/, который служит для определения знака перемещения и формирует счетные импульсы.

Схема обработки сигналов с фотодатчиков приведена на рис. 5 /для одной координаты/.

Взаимным наклоном линий решеток устанавливается сдвиг фаз сигналов с двух соседних фототриодов ФТ, равный 90° .

Сигналы усиливаются дифференциальными усилителями ДУ1 и ДУ2 и поступают на формирующие триггеры Т3 и Т4.

Фототриоды, ДУ и триггеры /3 и 4/ имеют потенциальные связи. Счетные импульсы формируются путем суммирования импульсов с дифференцирующих цепочек ДЦ/5-8/. После диодного сумматора /20/ импульсы усиливаются и поступают на счетный вход двойного реверсивного счетчика /7,8/ /см. рис. 4/.

Для определения знака направления движения служат 8 ключевых схем К/9-16/, на которые подаются импульсы с дифференцирующих цепочек ДЦ /5-8/ и напряжения с коллекторов триодов триггеров /3 и 4/ /см. рис. 5/. При движении в одном направлении импульсы проходят через ключи К/9-12/, при обратном - через К /13-16/. Эти импульсы задерживаются мультивибраторами /18 и 19/ на время прохождения процесса счета.

Такое построение схемы определения знака и формирования счетных импульсов позволяет получить большую скорость счета при применении в реверсивных счетчиках простых диодных ключей, т.к. в канале формирования счетных импульсов отсутствует задержка, обычно применяемая для компенсации времени переключения ключей реверса.

Быстродействие схемы определения знака ограничено ключами К /9-16/ и задержками /18 и 19/, и схема удовлетворительно работает до частот повторения 3-5 тыс. имп/сек., однако это не влияет на общее быстродействие счетного канала, т.к. в момент реверса скорость движения резко снижается из-за большой инерционности кареток микроскопа.

Точность отсчета в рассмотренном варианте входного блока составляет ± 5 мк, т.к. в моменты реверсирования кареток первый импульс считается с неправильным знаком /знаковые ключи счетчиков переключаются после первого импульса/. Для повышения точности отсчета до $\pm 2,5$ мк необходимо во второй разряд счетчиков /7 и 8/ /см.рис.4/ добавить в моменты реверса по одному импульсу. Для получения этих импульсов дифференцируются сигналы с триггеров знака 10 и 11 при помощи цепочек ДЦ-12 и ДЦ-13.

Далее эти импульсы задерживаются мультивибраторами М14 и М15 для того, чтобы добавка импульсов происходила после переключения знаковых ключей.

На рис. 6 представлена схема ячейки дифференциальных усилителей, на рис. 7 - ячейка определения знака, содержащая, кроме этого, формирующие триггеры и дифференцирующие цепочки с усилителями для формирования счетного импульса.

На рис. 8 приведена схема ячейки реверса и записи, содержащая два мультивибратора задержки, триггер знака и блокинг-генератор записи.

Принципиальная схема счетной ячейки, состоящая из 4-х разрядов двоичного реверсивного счетчика с промежуточной памятью на ферритовых кольцах с ключевыми триодами индикации приведена на рис. 9.

Ферритовые кольца схемы памяти объединяются в матрицу в соответствии со схемой расположения числа на кадре.

В принципе это позволяет /при замене блока управления/ использовать любой перфоратор. В установке ПУ использован перфоратор ПЛ.

В соответствии с принятым расположением числового материала на бумажной ленте координаты X и Y одной измеряемой точки /или служебное число/ с маркерной отметкой /или дополнительными признаками/ располагаются на 12 строках и в 5 столбцах. Операция переноса числа автоматизирована и выполняется нажатием одной кнопки.

Автоматическую протяжку ленты на 12 строк и управление операциями записи в ферритовую память, считывание и пробивку числа обеспечивает блок управления /9//см.рис.4/. Управление протяжкой ленты перфоратора, счет числа строк, разворот импульсов считывания осуществляется с помощью магнитного регистра. Магнитный регистр приводится в действие от тактового генератора.

На рис. 10 приведена схема ячейки магнитного регистра, в которую входят: собственно магнитный регистр, тактовый генератор и выходные усилители.

Магнитный регистр собран на ферритовых кольцах ВТ-5. Перенос с разряда на разряд регистра производится при помощи транзисторов ПТ-2 - ПТ-15, которые одновременно используются для считывания. Обмотки считывания колец ферритовой матрицы счетчиков /СТ/ включены последовательно в коллекторные цепи этих триодов.

Импульс записи снимается с кольца 0 магнитного регистра. С колец 2 - 11 снимаются импульсы для разворота релейного регистра машинки служебных знаков. С колец 1 - 12 через суммирующие диоды Д2 - Д13 снимаются импульсы для управления протяжкой ленты перфоратора. Эти импульсы усиливаются усилителем на триоде ПТ21 и подаются на формирователь и усилитель импульсов поворота, расположенные в ячейке тактового генератора 2 и поворота /см. рис. 11/. С кольца 3 снимается импульс для запуска счетчика кадров, а с кольца 12 снимается "маркерный" импульс, которые подаются на ячейку привода счетчика кадров и УМП /см. рис. 12/. Тактовый генератор представляет собой самовозбуждающийся мультивибратор, управляемый от кнопки отсчета координат. При нажатии кнопки в кольцо 0 регистра подается импульс, и с контакта С-0 разьема снимается запирающее напряжение + 24 в. Напряжение пря-

моугольной формы с коллекторов мультивибратора дифференцируется, усиливается, и при помощи двух блокинг-генераторов /ПТ-1, ПТ-2/ формируются две последовательности импульсов сдвига регистра.

Остановка тактового генератора производится импульсом с кольца 12. Релейные схемы управления магнитным регистром и тактовым генератором, связанные с кнопкой отсчета, находятся в ячейке управления /см. рис. 13/ и пульте управления.

Выходные обмотки ферритовой матрицы счетчиков разбиты на четыре группы в соответствии с требуемым расположением числового материала на кадре. Импульсы с каждой группы колец подаются на формирователи - усилители выходных импульсов питания магнитов перфоратора /УМП/. Принципиальная схема ячейки УМП приведена на рис.14.

При использовании установки ПУ в составе автоматических установок для обработки камерных снимков /АПС/ может быть предусмотрена схема блокировки записи /см. рис. 4/, запрещающая запись во время прохождения процесса счета в счетчиках. Это позволяет производить запись числа в ферритовую память во время движения.

5. Пульт управления

Пульт управления установки ПУ включает в себя: кнопочную машинку для записи служебных знаков, совмещенную индикацию счетчиков и машинки служебных знаков, счетчики числа кадров и обработанных следов /лучей/, переключатель режимов работ, кнопку КН 42 отсчета координат, кнопку восстановления режима КН 43 и кнопку КН 44 добавки пустого кадра.

Принципиальная схема пульта управления приведена на рис. 15. Для уменьшения погрешностей в работе операторов в пульте управления предусмотрен автоматический сброс режимов работы после выполнения требуемых операций. Режимы работ устанавливаются переключателем П1-8 и реле Р 42. После выполнения всех операций в данном режиме реле Р 42 обесточивается, режим отключается, и исполнительные кнопки КП 42 и КН 44 перестают действовать. Лампочка Л44 индицирует наличие требуемого режима работы, лампа Л43 загорается после окончания всех операций режима и гаснет при переходе к следующему режиму /исключение составляет 3-ий режим, см.далее/.

Переключатель режимов обеспечивает 4 режима работы в соответствии с требуемым порядком расположения числового материала на перфоленте.

а/ Режим пробивки служебных знаков. В этом режиме может быть пробито не более 30 служебных кадров. Однако это количество выбирается определенным и в программах ОИЯИ равно 9 кадрам. Переход на другое количество кадров требует перепайки провода, идущего с контакта 9 счетчика кадров /на принципиальной схеме изображена только одна ламель/.

На первом кадре пробивается номер зоны /для счетной машины/ и автоматически пробивается признак зоны. На последующих кадрах - дополнительные служебные знаки и характеристики события /номер пленки и кадра, число лучей и т.п./.

Пробивка производится кнопкой отсчета после набора числа на машинке служебных знаков, после пробивки число, набранное на машинке, автоматически сбрасывается при помощи реле Р41. В этом режиме лампочки индикации Л1 - отключаются от счетчиков и служат для индикации числа набранных на машинке служебных знаков, при этом на ключевые триоды индикации /см. схему рис. 9, разъем С10 / подается запирающее напряжение с переключателя П2/1.

Реле Р1 - Р40 машинки служебных знаков включаются при нажатии кнопок КН 1 - КН 40 и служат для включения лампочек индикации и отпирания диодных ключей /Д1-Д40/, которые сформированы в матрицу, аналогичную ферритовой. Считывание набранного числа производится импульсами с магнитного регистра, которые проходят через открытые диодные ключи и поступают на входы усилителей для магнитов перфоратора.

б/ Режим пробивки реперных точек.

Пробиваются 3 реперных точки, после чего с контакта 3 счетчика кадров на реле Р43 поступает напряжение сброса, и режим отключается.

в/ Пробивка координат.

В этом режиме производится пробивка координат треков. Число координат - произвольно. Счетчик кадров имеет шкалу до 30 /большее число координат встречается редко/, однако пробивку можно вести далее, считая количество оборотов счетчика. По окончании пробивки требуемого числа координат нажимается кнопка КП 44, при этом автоматически пробивается пустой кадр с маркерной отметкой, передвигается на одно число счетчик лучей, и сбрасывается режим. В схеме добавки пустого кадра задействованы реле Р44 и Р45. После этого нажатием кнопки КН 43 восстанавливается режим и начинается пробивка следующего трека.

г/ Четвертый режим.

Производится добавка 33 пустых кадров с маркерными отметками, в первом из которых пробивается признак конца.

Сброс режима производится с контакта 33 счетчика кадров. Счетчики кадров и лучей сбрасываются на 0 в требуемых режимах автоматически. Для сброса счетчиков используется тактовый генератор, расположенный в ячейке ТГ 2 /см. рис. 11/.

6. Питание установки

Установка питается от сети переменного тока 220 в. Ток потребления 0,65а.

Система питания состоит из нескольких блоков.

а/ Питание ламп осветителя дифракционных решеток осуществляется нестабилизированным выпрямителем на ток питания 2,2а, пульсации выпрямленного напряжения 10%.

б/ Питание релейных схем пульта управления производится от нестабилизированных выпрямителей + 24 и - 24 вольта.

в/ Для питания электронных схем используются стабилизированные выпрямители,

один на +12в и три на - 12в, максимальный ток нагрузки каждого 300 ма.

Принципиальные схемы выпрямителей даны на рис. 16-18.

Для контроля источников питания установлен стрелочный прибор с переключателем на все стабилизированные напряжения.

7. Схема разводки

Схема включения фототриодов приведена на рис. 19. Общая схема разводки электронной стойки, включая пульт управления, приведена на рис. 20.

8. Конструктивное выполнение

Электронная часть установки смонтирована в стойке, на которой располагается перфоратор /см. рис. 21/.

Все блоки выполнены в виде ячеек, смонтированных на каркасах ячеек от счетной машины М-20. Все ячейки выполнены с применением печатного монтажа.

Фотография типовой ячейки приведена на рис. 22 /ячейка двоичного счетчика/.

Узлы дифракционных решеток для координат X и Y отличаются только длиной кронштейнов для крепления больших решеток. На рис. 23 дана схема, поясняющая конструкцию узла.

В состав узла входят: дифракционная решетка /5/, круглая дифракционная решетка, так называемая маска /8/, осветитель /1/ и головка /2/ с четырьмя линзами и фототриодом.

Осветитель, маска и головка закреплены на одном основании и при движении стола перемещаются относительно неподвижной дифракционной решетки /5/.

Для получения достаточной амплитуды напряжения на фототранзисторах необходимо обеспечить зазор между решетками в пределах 20 - 100 мк при постоянстве зазора между маской и решеткой на всей длине перемещения стола микроскопа.

Достигается это следующим образом. Маска /8/ укреплена в обойме /10/, подвешенной на пластинчатой пружине /8/ к корпусу осветителя /1/. По углам обоймы /10/ закреплены четыре стальных штыря /7/, скользящих при перемещении стола по краям дифракционной решетки /5/. При начальной юстировке штыри /7/ закрепляются таким образом, чтобы между маской и дифракционной решеткой был обеспечен необходимый зазор. Указанный зазор сохраняется и при работе узла, т.к. штыри находятся в постоянном соприкосновении с дифракционной линейкой под действием двух легких пружин, условно обозначенных на рисунке стрелками "а". Регулирование угла между штрихами на маске и решетке осуществляется посредством кольца /9/. Конструкция позволяет применять решетки с малым шагом /где требуются малые зазоры и опасны тепловые расширения кронштейнов/ и проста в монтаже и в юстировке.

На рис. 24 приведена фотография расположения узлов дифракционных решеток на микроскопе УИМ-21.

Дополнительное оборудование микроскопа сводится к замене осветителя и ходовых винтов.

Замена осветителя позволяет использовать проекционную насадку микроскопа в условиях комнаты с нормальным освещением. В осветителе используется лампа 12 в., 100 вт., конденсор и вся оптика остаются прежними.

Замена ходовых винтов на специально сконструированные для полуавтоматов "фрикционные винты" существенно увеличивает скорость обработки, т.к. собственные винты микроскопа имеют ход 25 мм, а это неудобно при обработке длинных следов.

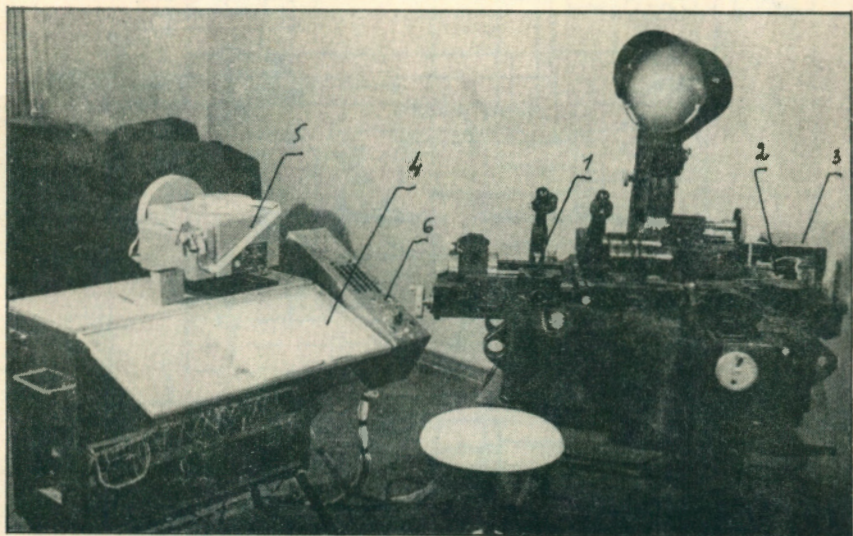
Принцип действия "фрикционных винтов" поясняется рис. 25.

Оператор при помощи штурвала поворачивает гладкий стальной валик /1/, который через прижатый к нему стальной ролик /2/ передает поступательное движение каретке микроскопа. Такие устройства удобны тем, что наряду с плавным перемещением кареток позволяют осуществлять движение каретки "от руки" /т.к. трение сталь по стали не велико/.

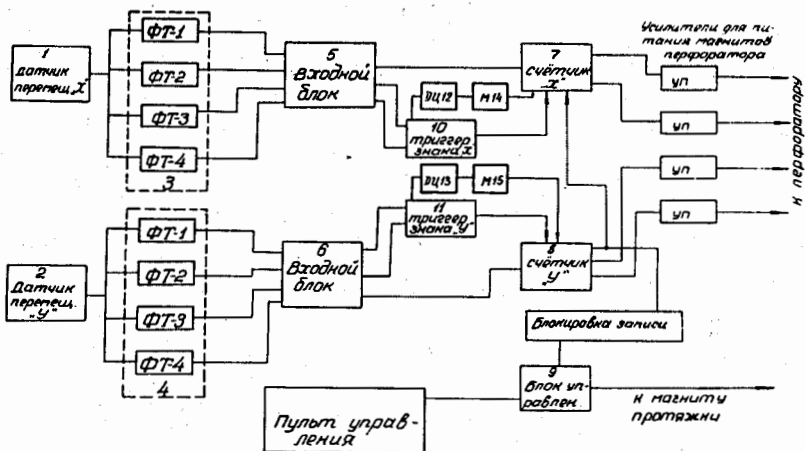
Л и т е р а т у р а

1. Nuclear Instruments, vol 2, № 2, P 154 (1958).
2. Э. Феньевеш и др. ПТЭ, № 2, стр. 68, 1961.
3. У.М. Андреев и др. ПТЭ, № 3, стр. 52, 1961.

Рукопись поступила в издательский отдел
8 июля 1963 г.



Р и с. 3



Система отсчёта координат

Р и с. 4

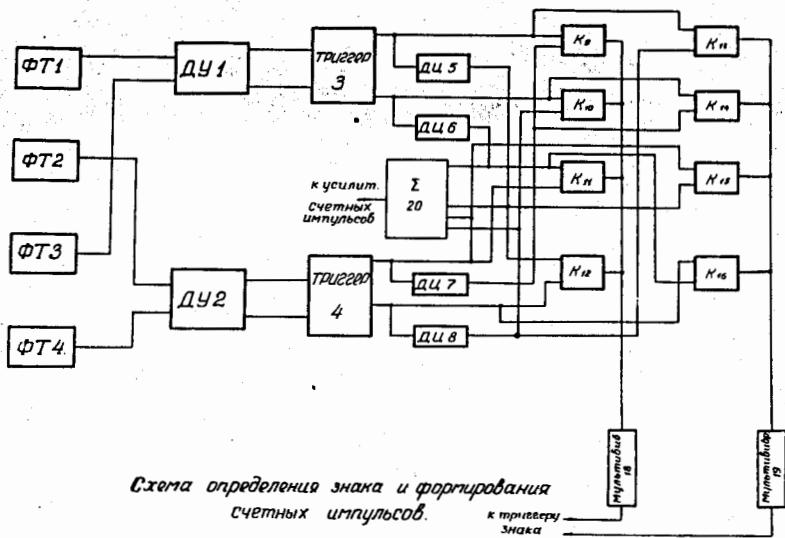
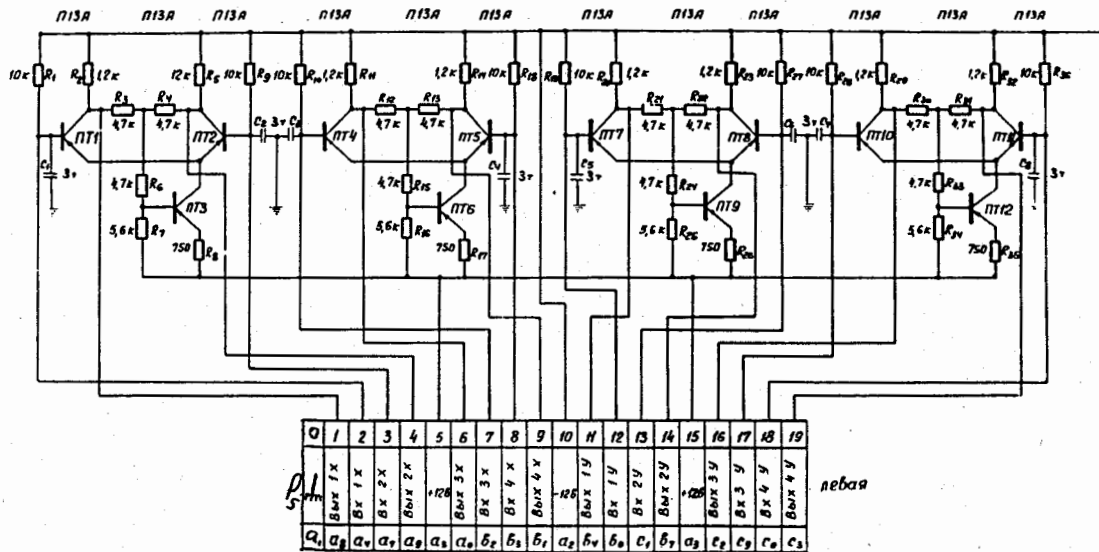


Схема определения знака и фортификация
счетных импульсов.

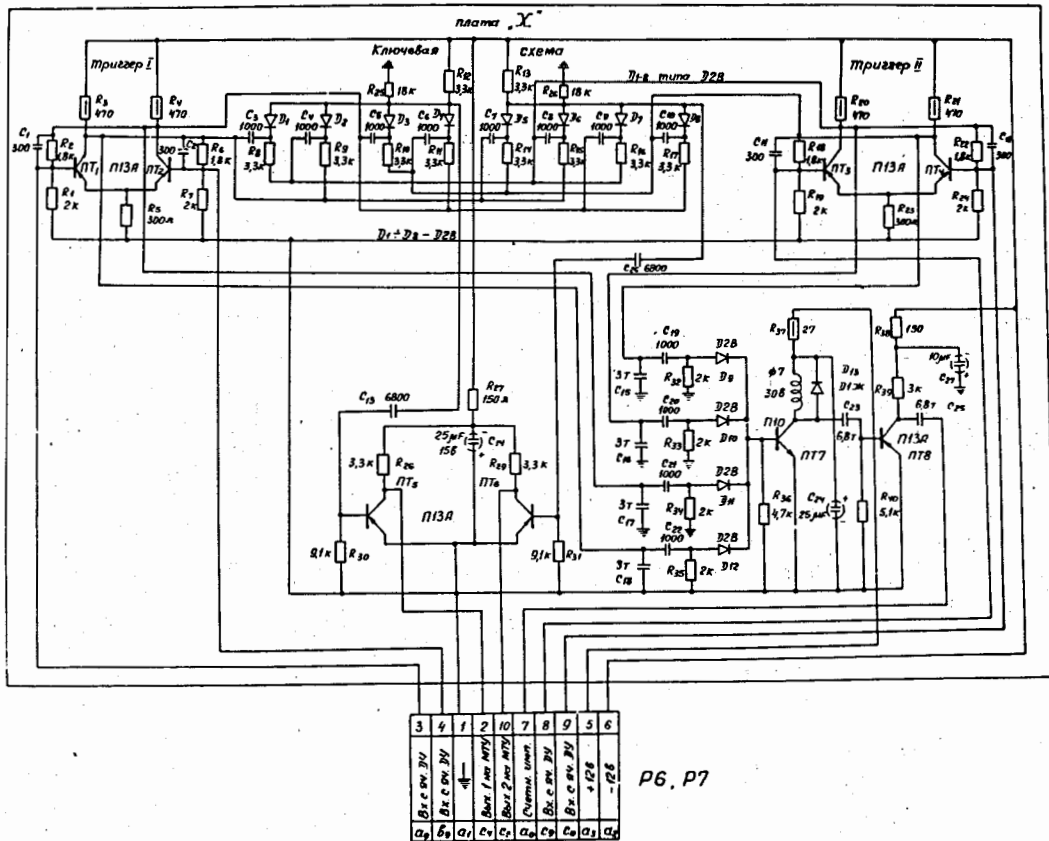
Р и с. 5

Ячейка ДУ



Р и с. 6

Ячейка определения знака



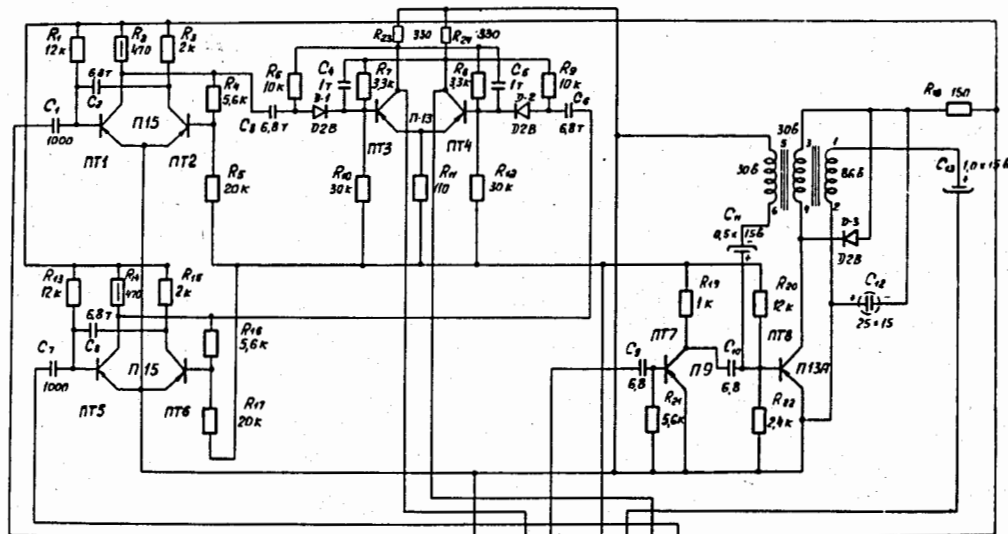
Р и с . 7

Ячейка реверса и записи.

Мультивибраторы

Триггер знака

Блокинг-генератор записи



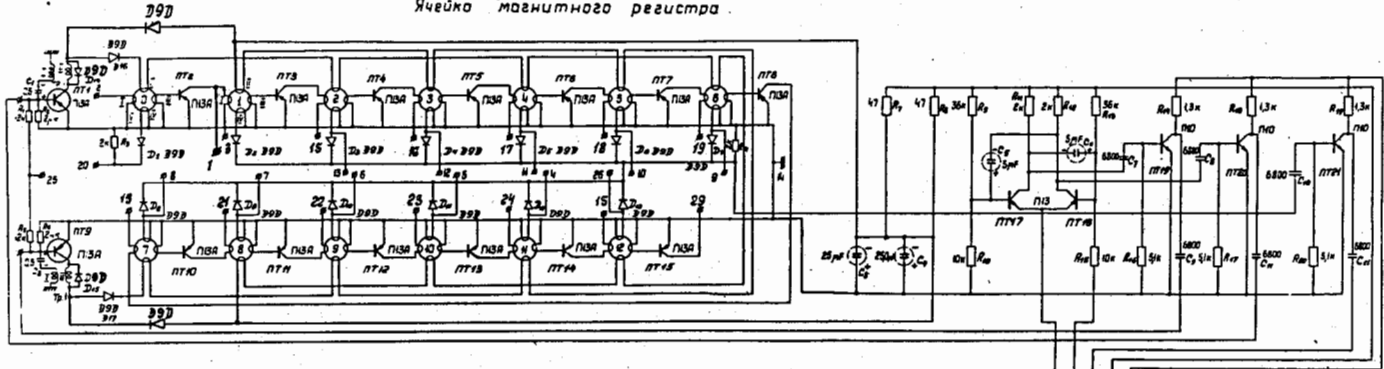
1	2	3	4	5	6	7	8	9
⊖	Вх с ТЗ	Вх с ТЗ	Запуск блок записи	-126	+126	Упр. записи	Вх с ТЗ	Вх с ТЗ
C ₁	C ₄	C ₈	C ₇	C ₂	C ₃	C ₆	C ₅	C ₉

P6, P7

Р и с . 8

15

Ячейка магнитного регистра



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
29 пустых	Пуск дежурной	Пустой промывной	Машина										Считывание					Считывание					Линейка						
05 06	07	08	09	0a	b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0a	0b	0c	0d	0e	0f	0g	0h	0i
			1 200p	2 200p	3 200p	4 200p	5 200p	6 200p	7 200p	8 200p	9 200p																		

P12

Тр-р I. Катушка ФН = 12 мм
Витки I - 30
II - 40

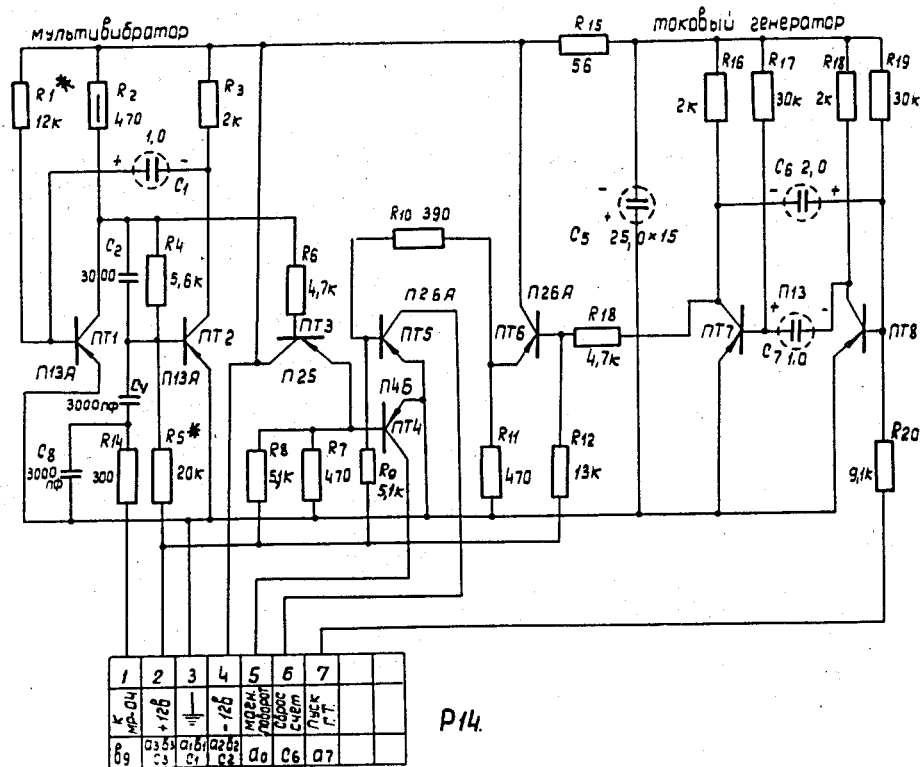
Тр-р O. ФН = 3 мм 3 витка на I тр-р
Витки 1, 2, 3 - 5 витков
3, 4 - 15 витков

Тр-р. I-13. ФН = 3 мм 3 витка на I тр-р
Витки 2, 3 - 5 витков
4, 5 - 15 витков

1	2	3	4	5
01	02	03	04	05

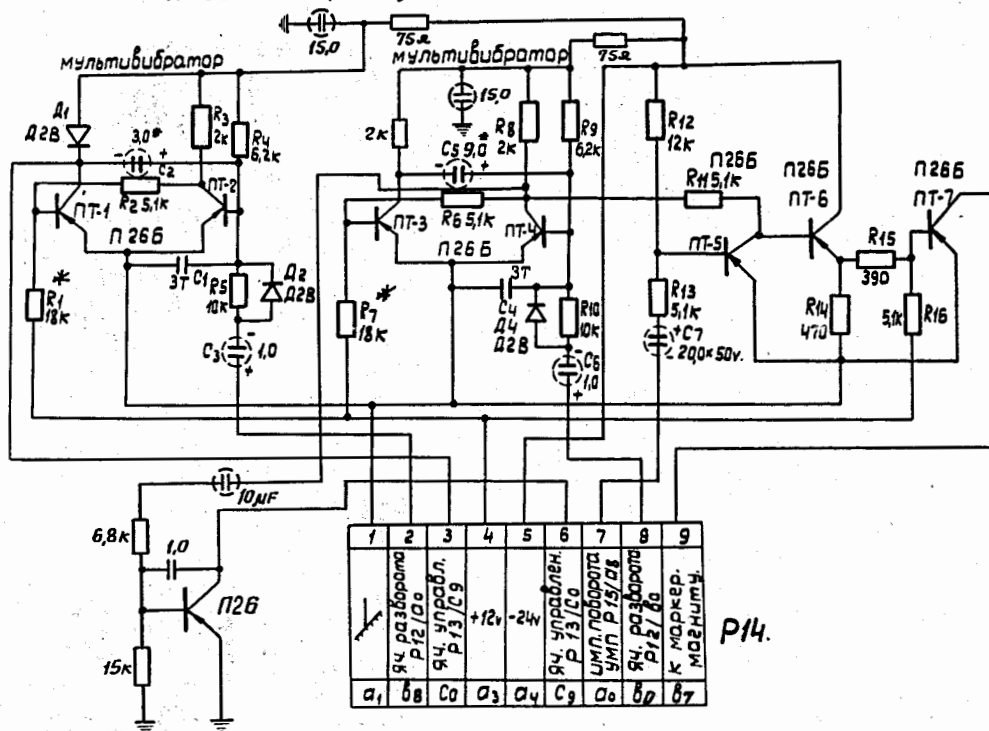
Р и с. 10

ячейка тактового генератора и поворота



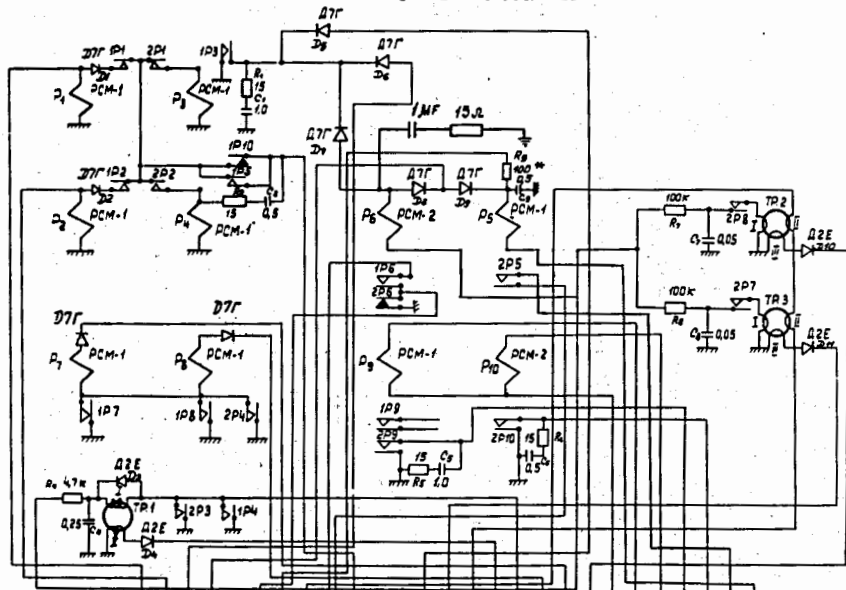
Р и с. 11

ячейка привода счетчика кадров умп



Р и с. 12

Схема управления



PCM-1 - 6X4
PCM-2 - 6X5

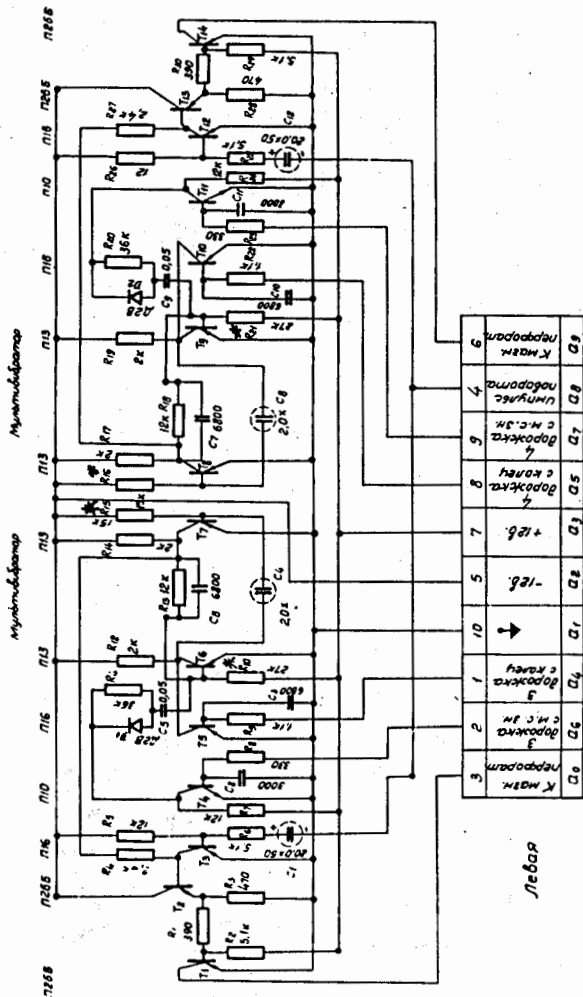
TR1 - N=2000
D=12mm
W1=20 витков, W2=5 витков

TR2 и TR3
D=4mm 2хкатода на 1тр-д
W1; W2 = 5 витков, W3 = 10 витков

P13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
2P4	2P3	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4	2P4
Добываю	Отсчет	Сч. лучей	Защитная	УИИ	к вых. обв.	ДТ	УИИ	УИИ	20	УИИ	УИИ	УИИ	УИИ	УИИ	УИИ	УИИ	УИИ	УИИ	УИИ	УИИ	УИИ	УИИ	УИИ	УИИ	УИИ	УИИ	УИИ	УИИ	УИИ	
04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34

22



Левая

3	КМАН	А9
2	КМАН	А8
1	Вопроска	А7
10	Вопроска	А6
5	-12В	А5
7	-12В	А4
8	Вопроска	А3
9	Вопроска	А2
4	Вопроска	А1
6	Вопроска	А0
5	Вопроска	А9
3	Вопроска	А8
2	Вопроска	А7
1	Вопроска	А6
10	Вопроска	А5
5	-12В	А4
7	-12В	А3
8	Вопроска	А2
9	Вопроска	А1
4	Вопроска	А0
6	Вопроска	А9
5	Вопроска	А8
3	Вопроска	А7
2	Вопроска	А6
1	Вопроска	А5
10	Вопроска	А4
5	-12В	А3
7	-12В	А2
8	Вопроска	А1
9	Вопроска	А0
4	Вопроска	А9
6	Вопроска	А8
5	Вопроска	А7
3	Вопроска	А6
2	Вопроска	А5
1	Вопроска	А4
10	Вопроска	А3
5	-12В	А2
7	-12В	А1
8	Вопроска	А0
9	Вопроска	А9
4	Вопроска	А8
6	Вопроска	А7
5	Вопроска	А6
3	Вопроска	А5
2	Вопроска	А4
1	Вопроска	А3
10	Вопроска	А2
5	-12В	А1
7	-12В	А0
8	Вопроска	А9
9	Вопроска	А8
4	Вопроска	А7
6	Вопроска	А6
5	Вопроска	А5
3	Вопроска	А4
2	Вопроска	А3
1	Вопроска	А2
10	Вопроска	А1
5	-12В	А0

Правая

6	КМАН	А9
5	Вопроска	А8
3	Вопроска	А7
2	Вопроска	А6
1	Вопроска	А5
10	Вопроска	А4
5	-12В	А3
7	-12В	А2
8	Вопроска	А1
9	Вопроска	А0
4	Вопроска	А9
6	Вопроска	А8
5	Вопроска	А7
3	Вопроска	А6
2	Вопроска	А5
1	Вопроска	А4
10	Вопроска	А3
5	-12В	А2
7	-12В	А1
8	Вопроска	А0
9	Вопроска	А9
4	Вопроска	А8
6	Вопроска	А7
5	Вопроска	А6
3	Вопроска	А5
2	Вопроска	А4
1	Вопроска	А3
10	Вопроска	А2
5	-12В	А1
7	-12В	А0
8	Вопроска	А9
9	Вопроска	А8
4	Вопроска	А7
6	Вопроска	А6
5	Вопроска	А5
3	Вопроска	А4
2	Вопроска	А3
1	Вопроска	А2
10	Вопроска	А1
5	-12В	А0

Усилитель для магнитов перфоратора

Выпрямитель 12 v

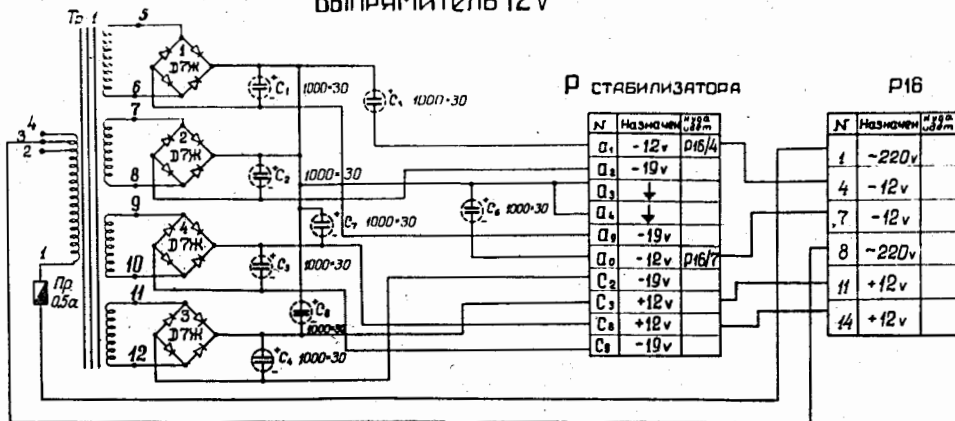
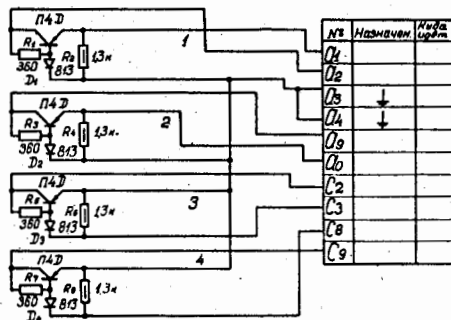
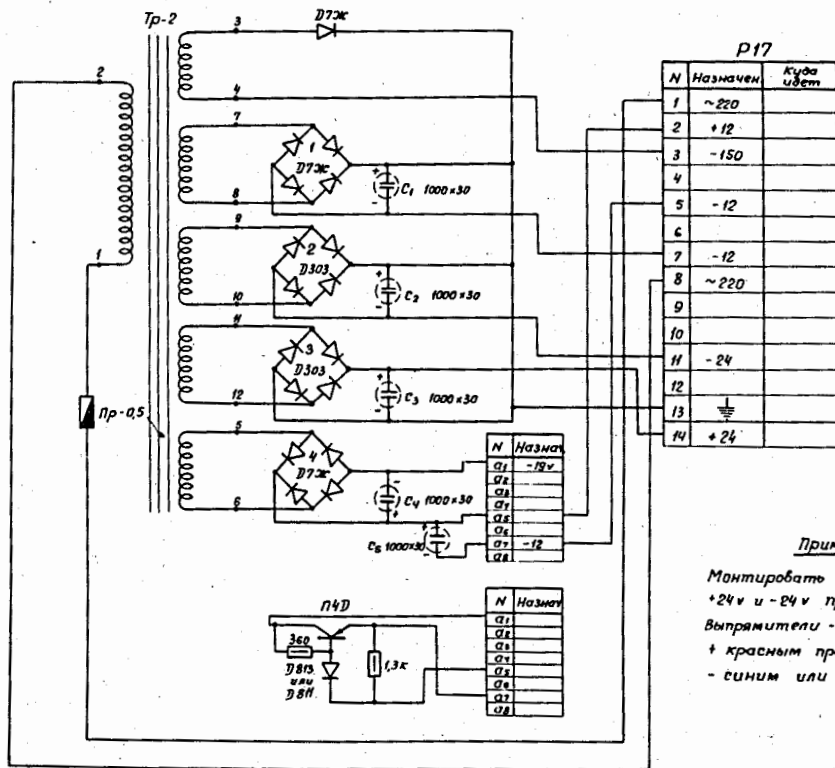


СХЕМА ЯЧЕЙКИ СТАБИЛИЗАТОРА.



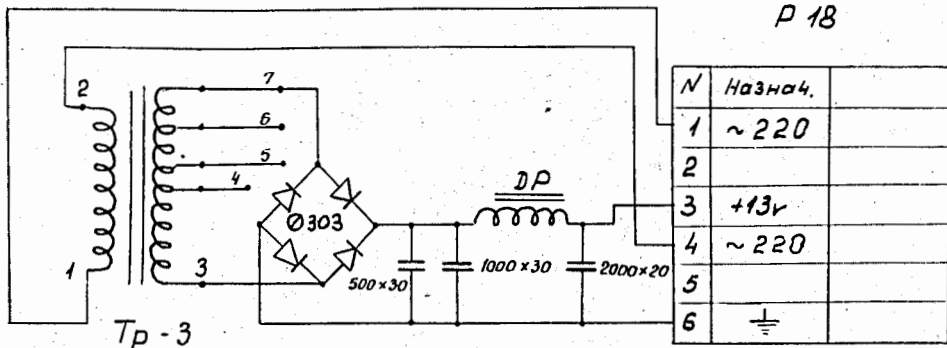
Выпрямитель №2



Примечание:

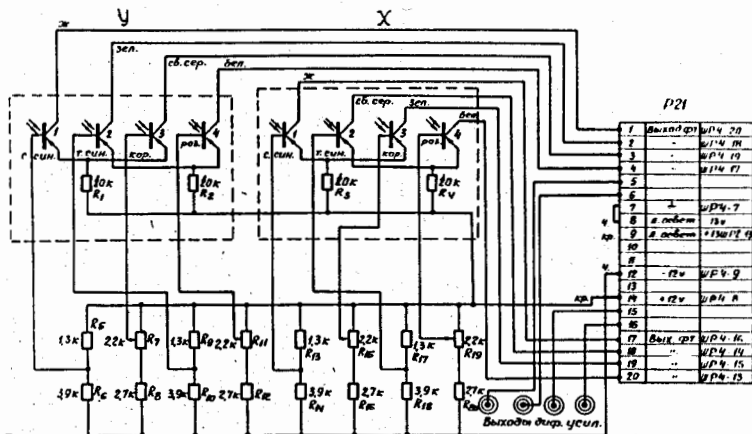
Монтировать выпрямители
+24v и -24v проводом $\phi 1, 1,5$
Выпрямители -12v проводом $\phi 0,5; 0,75$
+ красным проводом
- синим или черным.

Р и с. 17



Выпрямитель питания ламп
дифракционных решеток.

Р и с. 18

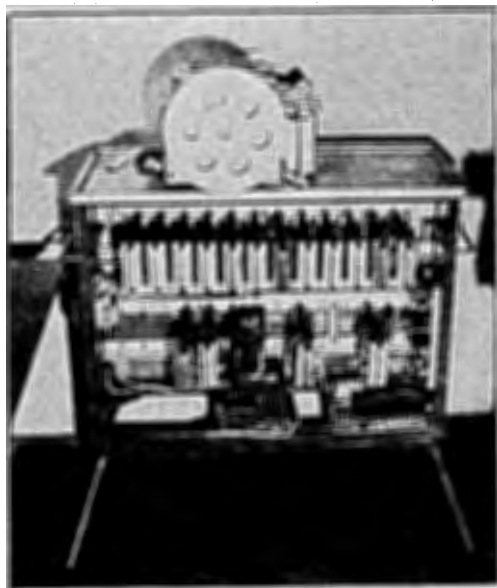


Примечания

- ⊖ - контр. гнездо
- - монтируется на головках.
- Все остальное монтируется на отливке.

Схема включения фототриодов

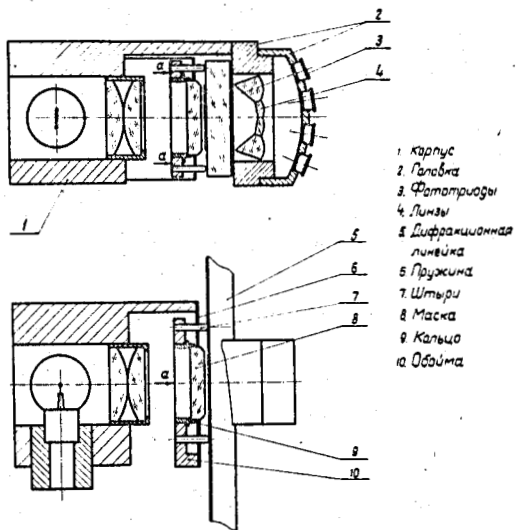
Р и с. 19



Р и с. 21

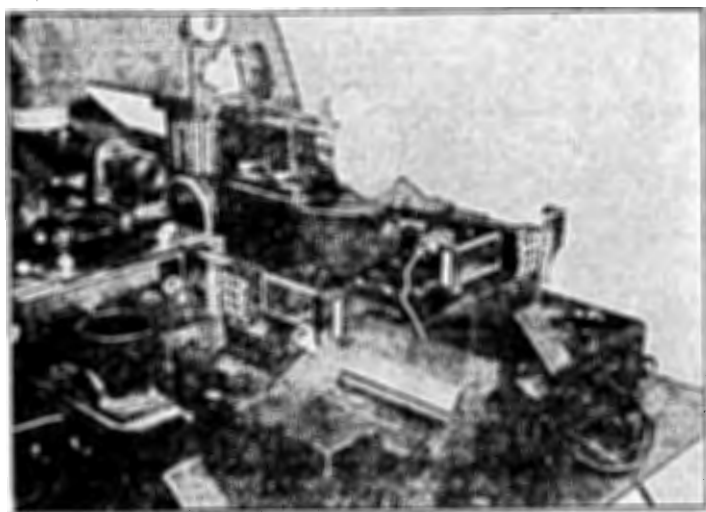


Р и с. 22

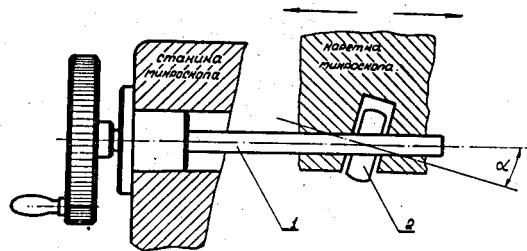


Узел дифракционных решеток.

Р и с. 23



Р и с. 24



Р и с. 25