

5447 *3e*

330/1-77

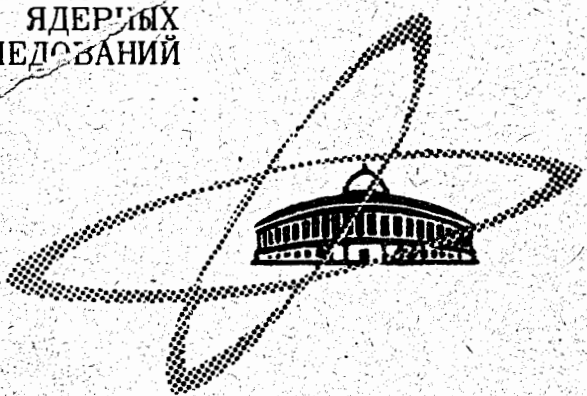
ЭКЗ. ЧИТ. ЗАЛА

А-2807

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

13 - 5447



В.А. Арефьев, С.Г. Басиладзе, В.Я. Гвоздев,
А.Г. Грачев, И.Ф. Колпаков, П.К. Магъяков,
Н.М. Никитюк, В.А. Смирнов

СИСТЕМА БЫСТРЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ БЛОКОВ
ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

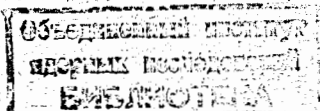
1970

5447.

13 - 5447

И.А. Арефьев, С.Г. Башиладзе, В.Я. Гвоздев,
А.Г. Грачев, И.Ф. Колпаков, П.К. Маньяков,
Н.М. Никитюк, В.А. Смирнов

**СИСТЕМА БЫСТРЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ БЛОКОВ
ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ**



Описываемая система представляет собой функционально полный набор блоков ядерной электроники /1/. Она предназначена для работы с сигналами в основном от сцинтилляционных счетчиков и реализации логических и аналоговых операций с быстродействием в единицы наносекунд.

Система состоит из трех основных групп блоков: логических (временных), линейных (аналоговых), управляющих блоков и преобразователей, а также из группы вспомогательных по назначению модулей.

I. Логические (импульсные) блоки производят логическую обработку сигналов в пределах простейших операций. Их можно подразделить на две подгруппы.

1,а. Блоки предварительного преобразования сигналов. В число их входит:

- 1) двоянный формирователь импульсов - 2Ф100;
- 2) двоянный формирователь со следящим порогом - 2ФСП100;
- 3) размножитель логических сигналов - 4Р100;
- 4) смеситель логических сигналов - С100;
- 5) блок задержки наносекундного диапазона - БЗ100М;
- 6) блок задержки микросекундного диапазона - МКЗ100.

Эти блоки выполняют стандартизацию сигналов по амплитуде, времени, осуществляют сдвиг импульсов во времени, их разветвление и объединение.

1,6. Блоки второй подгруппы осуществляют логические операции совпадения, запрета и инверсии. К ним относятся:

- 1) четырехкратная схема совпадений с каналом антисовпадений - 4СС100;
- 2) четырехкратная мажоритарная схема совпадений - 4МСС100;
- 3) двояная схема двукратных совпадений - 2СС100М;
- 4) четырехканальная стробируемая схема совпадений - ССТ100;
- 5) двадцатичетырехканальная схема ворот для годоскопов - 24ГСВ100.

II. Линейные блоки:

- 1) двоянный линейный суммирующий усилитель - 2ЛУ100;
- 2) линейный размножитель - ЛР100;
- 3) линейный сумматор - 6ЛС100;
- 4) линейные ворота - ЛВ100;
- 5) двоянный аттенюатор - 2А100;
- 6) дискриминатор интегральный - ДИ100;
- 7) дифференциальный дискриминатор - ДД100

выполняют функции усиления и ослабления аналоговых сигналов, сложения и разветвления их, отбора по амплитуде и времени прохождения.

III. Третья группа блоков предназначена для контроля и управления режимами работы устройств, преобразования временных и аналоговых сигналов в цифровую форму с запоминанием, либо выдачей на ЭВМ.

В нее входят:

- 1) время-амплитудный конвертор - ВАК100;
- 2) аналогово-цифровые преобразователи (блоки амплитудного преобразования) - БАП1024Б; БАП1024Д; БАП1024С;
- 3) генератор управления - ГУ100;
- 4) импульсные ворота - ИВ100;

- 5) трехдекадная пересчетная схема с цифровой индикацией - ЗДС;
- 6) двадцатидвухканальный генератор наносекундных импульсов для световых диодов - 22ГИИС.

IV. Вспомогательные блоки являются более ранними разработками, уступающими основным блокам по параметрам:

- 1) триггер-формирователь - ТФ100;
- 2) четверная схема совпадений - СС100;
- 3) двойная схема двойных совпадений - 2СС100;
- 4) шестикратная схема совпадений - 6СС100;
- 5) двояная схема двукратных совпадений с каналом антисовпадений - 2ССА100;
- 6) двояный усилитель-ограничитель импульсов - 2У100;
- 7) восьмиканальный размножитель - 8Р100;
- 8) четырехканальный размножитель - Р100.

Частично перекрываясь по выполняемым операциям с основными блоками, они расширяют функциональные возможности системы.

Все блоки сопряжены между собой по уровням сигналов и входным сопротивлениям. Передача сигналов от физической установки и между блоками производится по кабелям с волновым сопротивлением 50 ом. В связи с этим входные сопротивления всех блоков одинаковы и равны 50 ом^{х/}. Отражения от входов схем импульсов с длительностью фронта 1 нсек не превышает 5-10%. Уровни логических сигналов совпадают с уровнями по стандарту NIM. Логическому нулю соответствует нулевой уровень напряжения, а логической единице - отрицательный сигнал с амплитудой 0,8 в. Порог срабатывания логических схем равен 0,3 + 0,4 в. Логические выходы выполнены на генераторах тока с уровнями 0 + 16 ма. В линейных блоках диапазон амплитуд составляет не менее - 0,3 + -0,6 в, выходы обычно выполнены на генераторах напряжения.

^{х/} За исключением МК3100 и блоков на интегральных схемах, где фронты рабочих сигналов составляют сотни наносекунд.

Все связи в блоках осуществлены, как правило, по постоянному току, кроме того приняты меры для обеспечения малого времени восстановления времязадающих элементов, поэтому в системе достижима максимальная скорость счёта 100 мгц (индекс 100). Питание схем стандартное: ± 12 в, ± 24 в.

Конструктивно блоки выполнены с размером передней панели 160 мм по вертикали и кратными 20 мм по горизонтали, основным размером является 160×80 мм². Максимальный размер печатной платы равен 135×260 мм². Импульсы наносекундной длительности подаются и снимаются через высокочастотные разъемы, расположенные на передней панели. Медленные сигналы (управления и индикации), а также питание подаются через 30-контактный разъем, расположенный на противоположном конце платы.

Схемы предназначены для лабораторного применения, температурный диапазон их составляет $0 + 40^{\circ}\text{C}$.

Ниже приводится описание кратких характеристик схем; токи, потребляемые блоками, указаны для нормальных режимов. Для сдвоенных блоков даются характеристики одной из схем.

I. ЛОГИЧЕСКИЕ БЛОКИ

Сдвоенный формирователь импульсов 2Ф100

Блок 2Ф100 (фотография и принципиальная схема даны на рис. 1 и 2 соответственно) представляет собой два независимых формирователя, каждый из которых преобразовывает отрицательные сигналы в широком диапазоне амплитуд и длительностей (например, от сцинтилляционных счетчиков) в стандартные уровни. Формирователь имеет регулируемый диапазон длительностей выходных сигналов, задаваемых

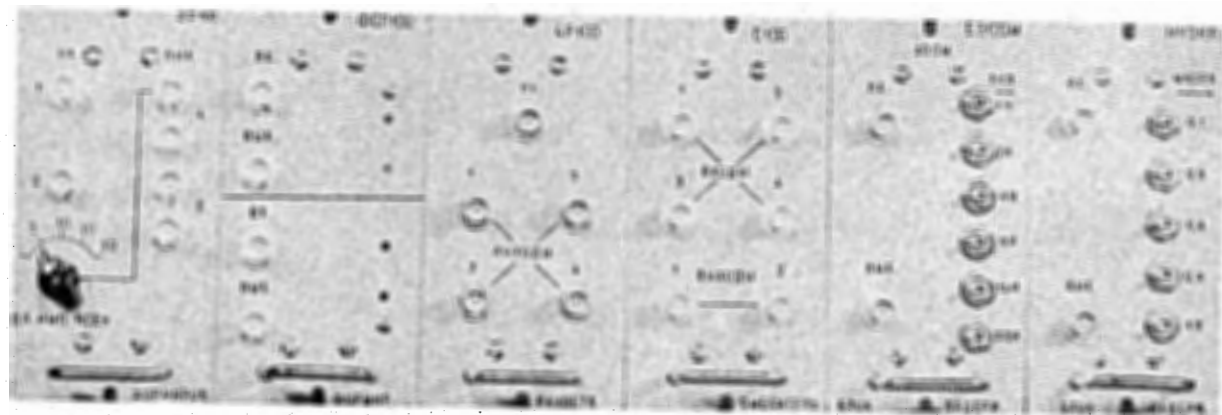
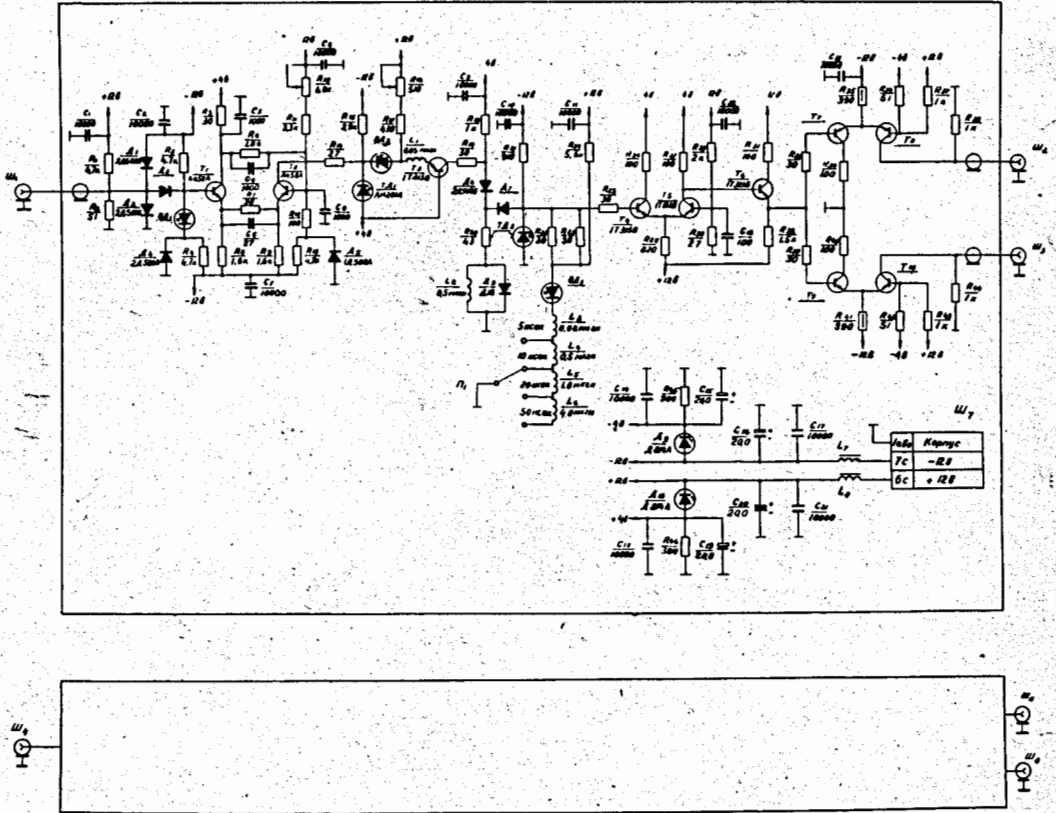


Рис. 1. Логические блоки предварительного преобразования сигналов:
2Ф100, 2ФСП100, 4Р100, С100, БЗ100М, МКЗ100.

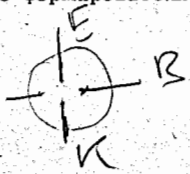
Обращенный диод



- 1. Индуктивности L_1, L_2 выполняются на резисторе МАТ-0,5-1м проводом ПЭВМ # 0,2 мм.
- 2. Индуктивности L_3, L_4 выполняются на феррите N800 # 10 × 8 × 6 проводом ПЭВМ # 0,2 мм, 20 витков.

ГТ330 - А458А

Рис. 2. Принципиальная схема двоянного формирователя импульсов 2Ф100.



индуктивностями, в силу чего минимальная скважность не может быть менее 3.

Краткие характеристики

Чувствительность	- 50 мв
Максимальная амплитуда на входе	- 50 в - в импульсе
	- 5 в - по постоянному току
Число выходов	- 2
Собственная задержка схемы	- 8 нсек
Длительность перепадов выходного импульса	- 2 нсек
Длительность выходных импульсов	- 5; 10; 20; 50 нсек
Мертвое время ^{x/} равно удвоенной длительности выходного импульса	
Максимальная частота срабатываний	- 100 мгц
Потребляемые токи от источников питания	- -12 в, 320 ма; +12 в, 200 ма.

Сдвоенный формирователь со следящим порогом 2ФСП100

Формирователь со следящим порогом 2ФСП100 (рис. 1, 3)^{/2/} предназначен для формирования импульсов от быстрых сцинтилляционных счетчиков с пластическими сцинтилляторами с целью получения оптимального временного разрешения при большом разбросе амплитуд входных импульсов.

Схема может быть использована также как обычный формирователь по переднему фронту, но с меньшей максимальной частотой повторения

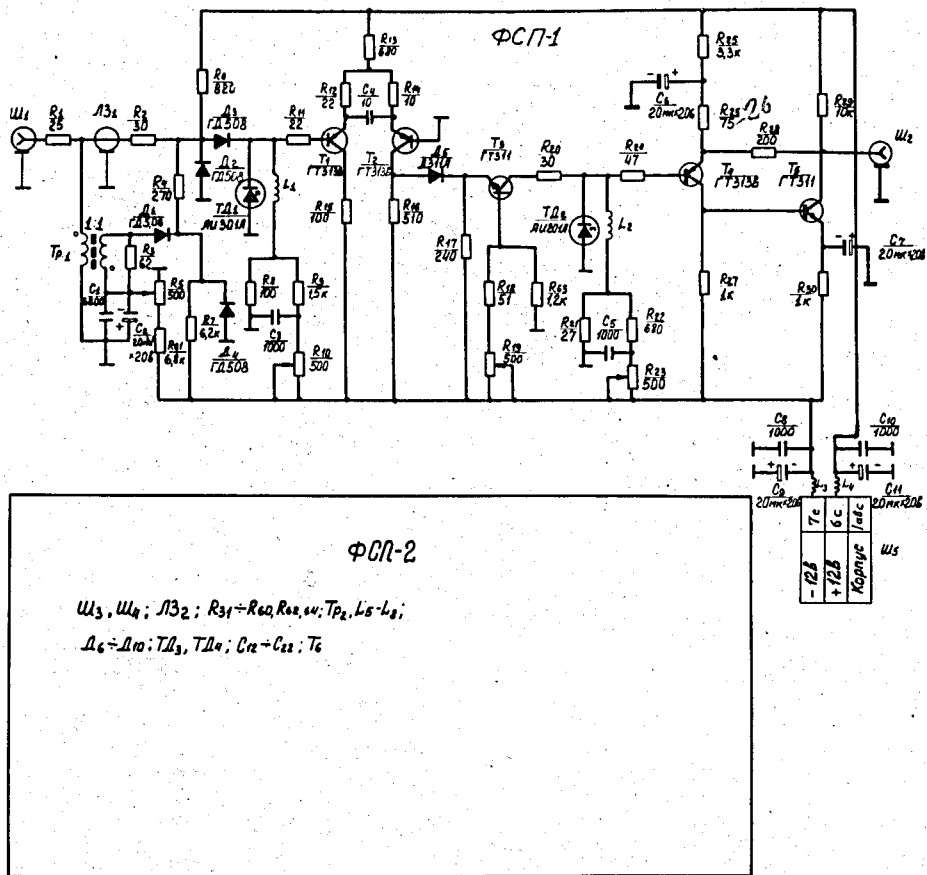


Рис. 3. Принципиальная схема двойного формирователя импульсов со следящим порогом 2ФСН100.

импульсов, чем 2Ф100. Схема полностью заменяет дискриминатор нуля и дает лучшее временное разрешение по сравнению с обычным методом пересечения нуля.

Блок 2ФСП100 может быть использован и с более медленными счетчиками, но в этом случае необходимо заменить длину кабеля задержки внутри схемы.

Краткие характеристики

Динамический диапазон входных амплитуд: $0,1+10$ в,

"гуляние" в этом диапазоне: $+ 150$ псек.

В динамическом диапазоне $0,2+10$ в "гуляние" составляет $+75$ псек, при установке уровня срабатывания равном $0,1+0,2$ амплитуды входного импульса.

Стабильность порога: лучше, чем 2%.

Задержка между входом и выходом: 18 нсек

Длительность перепадов выходного импульса: 10 нсек

Мертвое время: 50 нсек

Максимальная частота повторения: 20 мгц

Потребляемые токи: -12 в, 80 ма; $+12$ в, 50 ма.

Размножитель логических сигналов - 4P100

Размножитель 4P100 (рис. 1 и 4) разветвляет стандартный логический сигнал по четырем каналам.

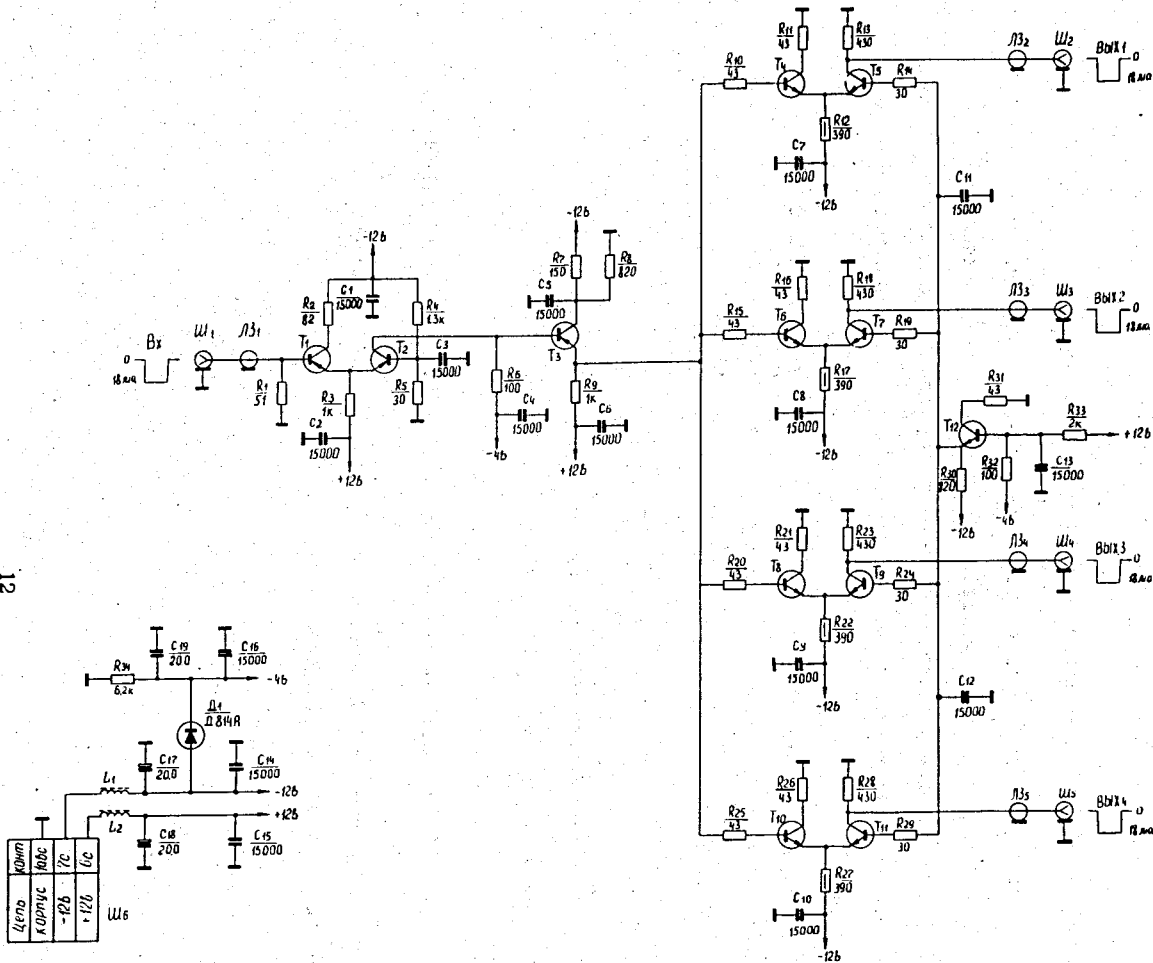


Рис. 4. Принципиальная схема размножителя логических сигналов 4P100.

Краткие характеристики

Число входов:	1
Минимальная длительность входного сигнала:	3 нсек
Число выходов:	4
Задержка:	5 нсек
Длительность выходных перепадов:	4 нсек
Длительность выходного импульса равна длительности входного плюс 1,5 нсек.	
Максимальная частота срабатываний:	100 мГц
Потребляемые токи:	-12 в, 160 ма; +12 в, 90 ма.

Смеситель логических сигналов С100

Схема С100 (рис. 1, рис. 5) представляет собой логический смеситель, несуммирующий амплитуды входных импульсов и выполняющий функцию "ИЛИ".

Краткие характеристики

Число входов:	4
Минимальная длительность входного сигнала:	3 нсек
Число выходов:	1
Задержка:	7 нсек
Длительность выходных перепадов:	2,5 нсек
Длительность выходного импульса равна длительности входного плюс 2 нсек.	

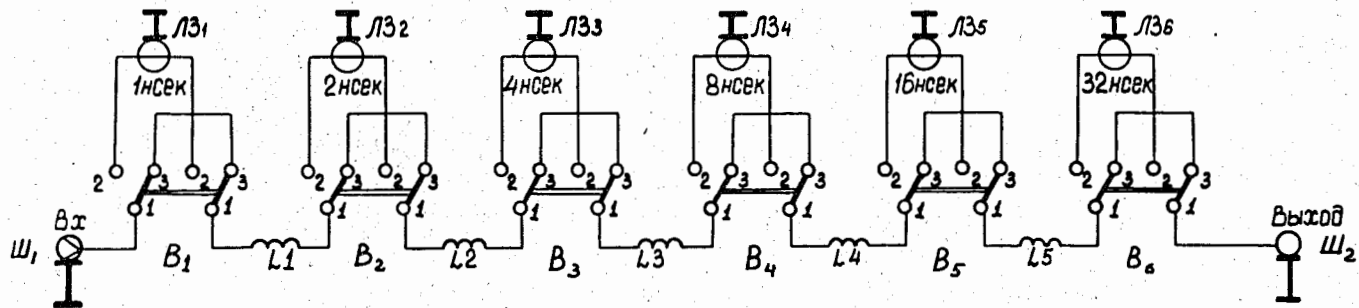


Рис. 6. Принципиальная схема блока задержки наносекундного диапазона EZ100M.

Максимальная частота срабатываний:	100 мгц
Потребляемые токи:	-12 в; 60ма; +12 в, 30 ма.

Блок задержки наносекундного диапазона БЗ100М

Блок БЗ100М (рис. 1 и 6) предназначен для введения калиброванной задержки между различными устройствами.

Краткие характеристики

Волновое сопротивление:	50 ом
Переменная задержка суммируемыми ступенями по 1,2,4,8,16,32 нсек	
Собственная задержка:	2 нсек
Максимальная задержка:	65 нсек
Точность установки переменной задержки:	не хуже 5%
Длительность выходных перепадов:	не более 2 нсек
Коэффициент прямого прохождения:	6%.

Блок задержки микросекундного диапазона МКЗ100

Блок МКЗ100 (рис. 1 и 7) предназначен для введения калиброванной задержки при работе со схемами микросекундного диапазона.

При положении всех тумблеров "выключено" сигнал проходит с входа на выход через замкнутые накоротко контакты тумблеров.

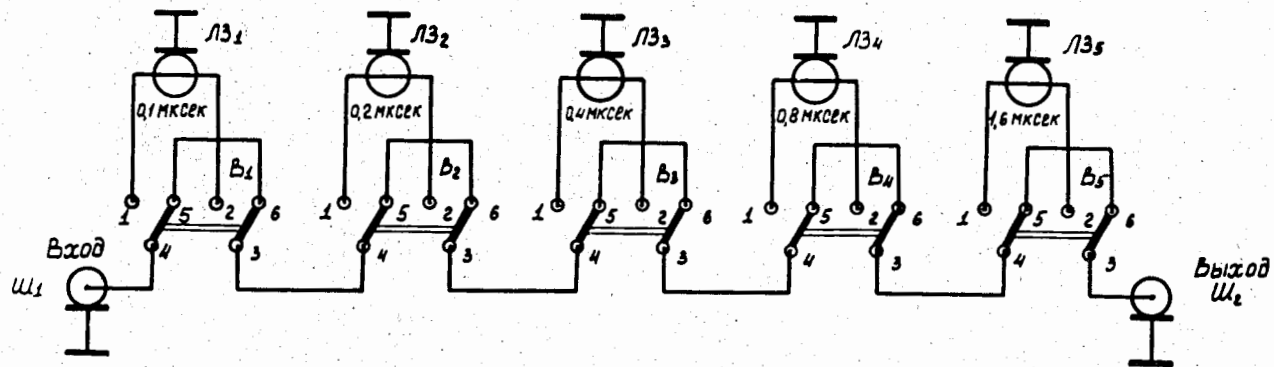


Рис. 7. Принципиальная схема блока задержки микросекундного диапазона МК3100.

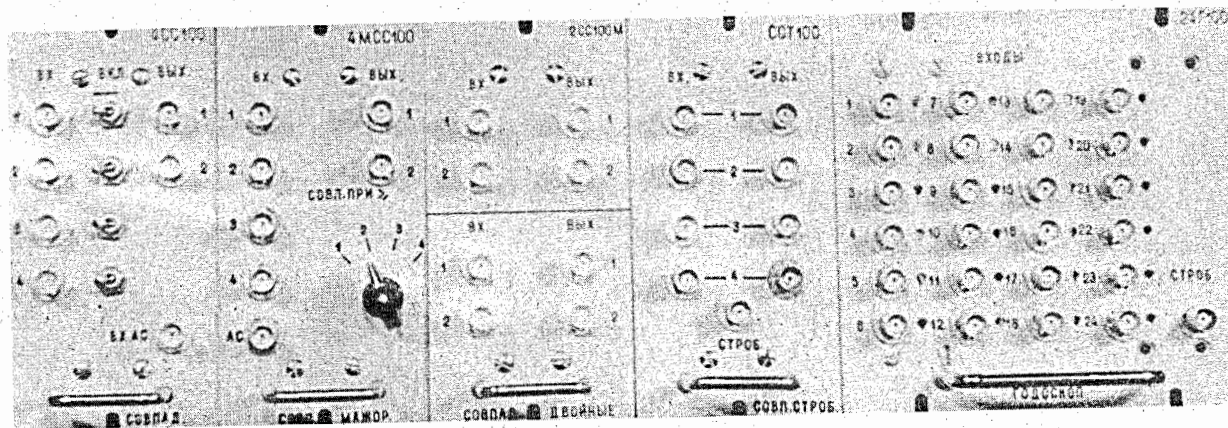


Рис. 8. Логические блоки совпадений, запрета и инверсии: 4СС100, 4МСС100, 2СС100М, ССТ100, 24ГСВ100.

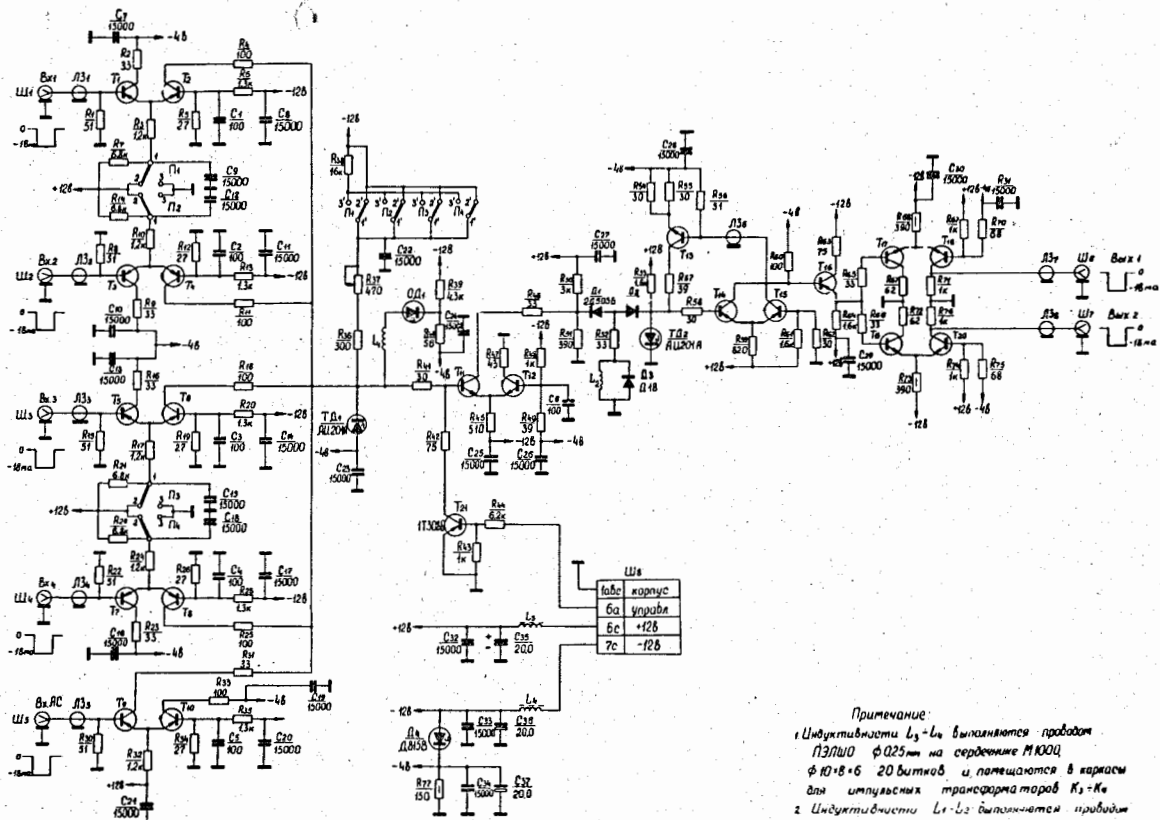


Рис. 9. Принципиальная схема четырехкратной схемы совпадений с каналом антисовпадений 4СС100.

Краткие характеристики

Волновое сопротивление:	400 ом
Переменная задержка:	суммируемыми ступенями 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6 мксек.
Максимальная задержка:	3,1 мксек
Точность установки задержки:	5%
Длительность выходного перепада:	не более 0,1 времени задержки.

Четырехкратная схема совпадений с каналом антисовпадений 4СС100

Схема совпадений 4СС100 (рис. 8 и 9) предназначена для временного отбора событий, а также может быть использована как логический элемент "И" для коротких импульсов.

Краткие характеристики

Разрешающее время задается внешними формирователями.

Минимальное разрешающее время:	4 нсек
Число входов совпадений:	1 + 4
Число входов антисовпадений:	1
Число выходов:	2
Задержка по каналам совпадений:	13 нсек
Задержка по каналу антисовпадений:	10 нсек
Длительность выходного сигнала:	10 нсек (допускается регулировка)
Мертвое время равно длительности выходного сигнала	
Максимальная частота срабатываний:	80 мгц

Амплитуда закрывающего сигнала на входе управления: -6в

Потребляемые токи: -12 в, 180 ма; +12 в, 90ма.

Четырехкратная мажоритарная схема совпадений 4МСС100

Мажоритарная схема совпадений 4 МСС100 (рис. 8 и 10) служит для временного отбора событий, когда сумма числа сигналов превышает требуемое число (от 1 до 4), устанавливаемое с помощью переключателя. Схема 4МСС100, реализующая пороговую логику, позволяет упростить выполнение логических решений в сложных установках для физических экспериментов. Типичным применением схемы является случай, когда при большом количества счетчиков необходимо вызвать срабатывание монитора для регистрации частиц лишь в нескольких счетчиках.

В случае "4 из четырех" схема превращается в обычную четырехкратную схему совпадений, а в случае "1 или более из четырех" работает как логический смеситель. Две мажоритарные схемы совпадений могут ограничивать требуемое число и сверху и снизу, например, "2 или 3 из четырех".

Краткие характеристики

Разрешающее время задается внешними формирователями.

Минимальное разрешающее время: 4нсек

Число входов совпадений: 4

Число входов антисовпадений: 1

Число выходов: 2

Логика работы:

- а) "1 или более из четырех",
- б) "2 или более из четырех",
- в) "3 или более из четырех",
- г) "4 из четырех"

при отсутствии сигнала антисовпадений.

Задержка по каналам совпадений:	5 нсек
Задержка по каналу антисовпадений:	5 нсек
Длительность выходных перепадов:	2 нсек
Длительность выходного импульса:	10 нсек (допустима регулировка).

Мертвое время равно длительности выходного импульса.

При продолжении действия суммы входных сигналов схема совпадений срабатывает вторично.

Максимальная частота срабатываний:	80 мгц
Амплитуда закрывающего сигнала на входе управления:	- 6в
Потребляемые токи:	-12 в, 180 ма; +12 в, 90 ма.

Сдвоенная схема двукратных совпадений 2СС100М

Блок 2СС100М содержит две независимых схемы двойных совпадений (рис. 8 и 11), предназначенных для временного отбора событий. Типичное применение схемы - годоскопы и схемы временных ворот.

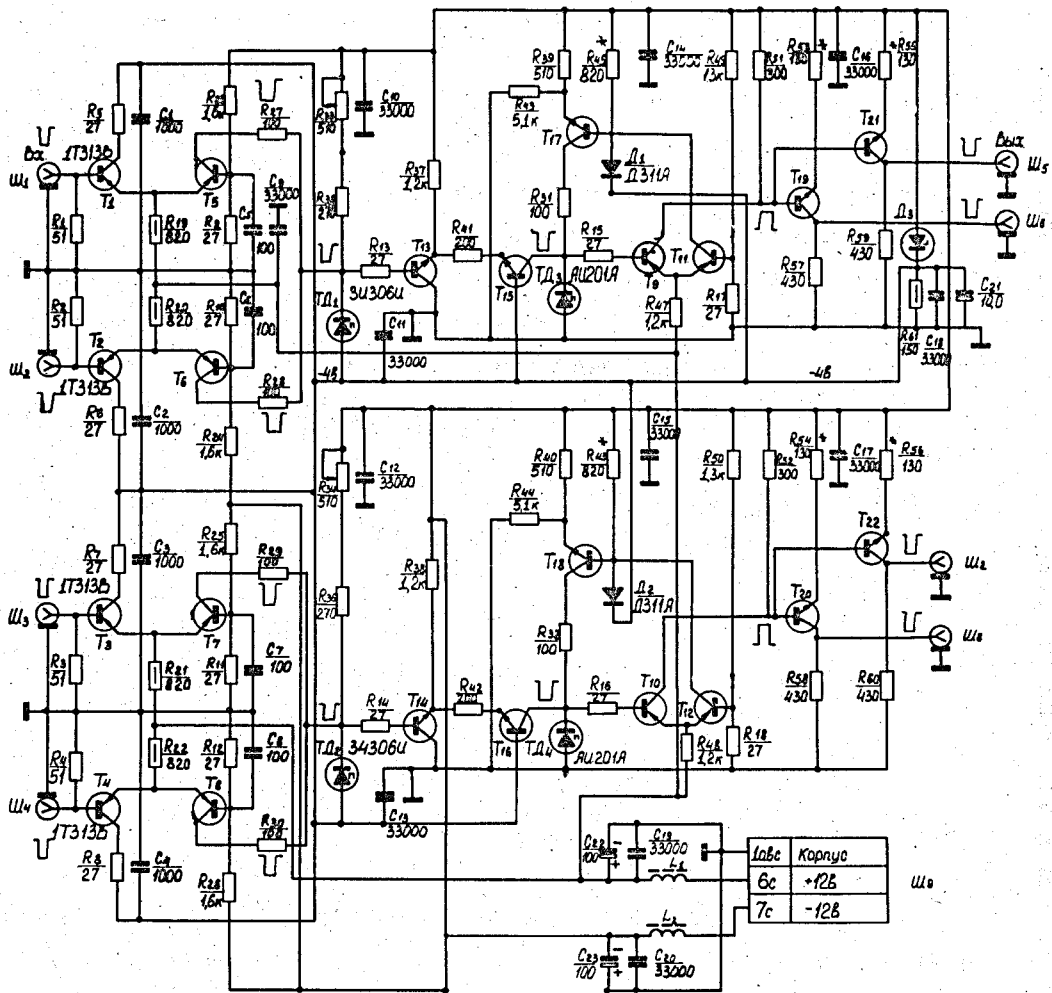


Рис. 11. Принципиальная схема двойной схемы двукратных совпадений 2СС 100М.

Краткие характеристики

Разрешающее время задается внешними формирователями.

Минимальное разрешающее время:	3 нсек
Число входов:	2
Количество выходов:	2
Задержка:	13 нсек
Длительность выходных перепадов:	3 нсек
Длительность выходного импульса:	10 нсек (допустима регулировка).

Мертвое время равно длительности выходного импульса,

При продолжении действия суммы входных сигналов схема срабатывает вторично.

Максимальная частота срабатываний:	80 мгц
Потребляемые токи:	-12 в, 240 ма; +12 в, 80 ма.

Четырехканальная стробируемая схема совпадений ССТ100

Стробируемая схема совпадений ССТ100 (рис. 8 и 12) содержит четыре схемы совпадений с одним общим входом управления и предназначена для годоскопов и временных ворот.

Краткие характеристики

Разрешающее время задается внешними формирователями.

Минимальное разрешающее время:	4 нсек
--------------------------------	--------

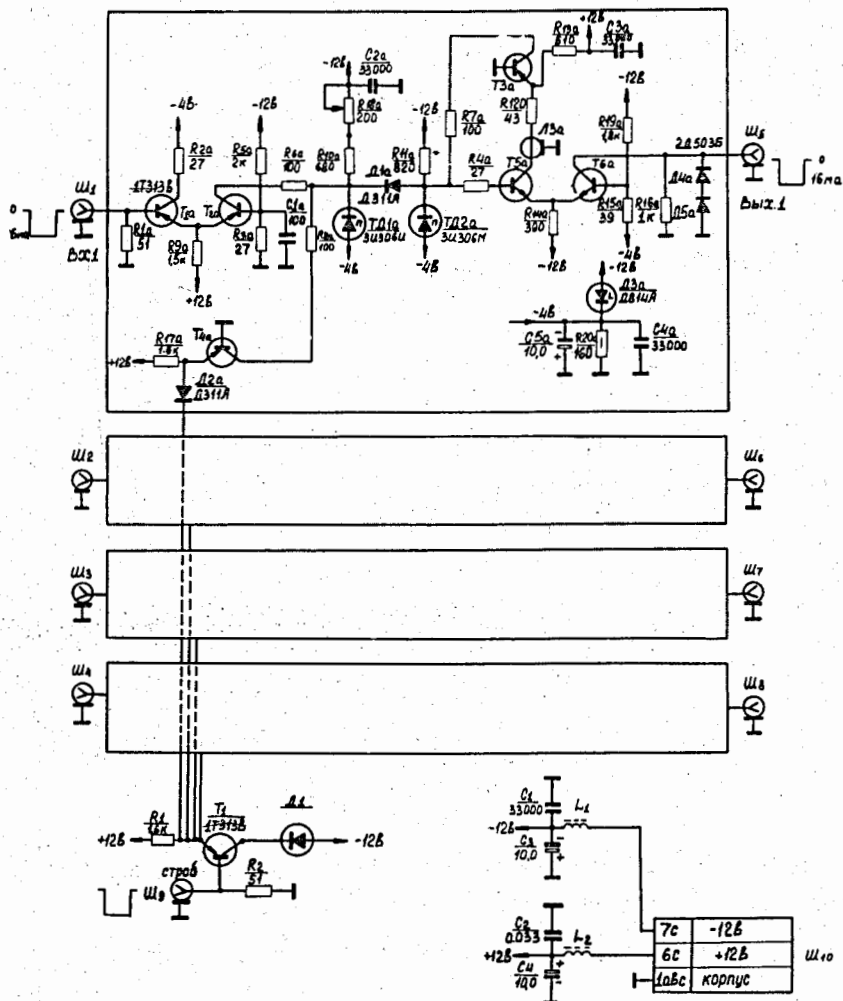


Рис. 12. Принципиальная схема стробируемой схемы совпадений ССТ100.

Число каналов пропускания:	4
Число входов управления:	1
Задержка:	6 нсек
Длительность выходных перепадов:	2 нсек
Длительность выходного импульса:	10 нсек

(допустима регулировка).

Мертвое время равно длительности выходного импульса. При продолжении действия входных сигналов каналы пропускания срабатывают вторично.

Максимальная частота срабатываний:	80 мгц
Потребляемые токи:	-12 в, 260 ма; +12 в, 150ма.

Двадцатичетырехканальная схема ворот для годоскопов 24ГСВ100

Двадцатичетырехканальная схема ворот 24ГСВ100 (рис. 8 и 13) имеет двадцать четырех входа, управляемых от общего входа управления. Сигналы с каждой из двадцати четырех сумм "И" поступают на 24-разрядный регистр. Вывод осуществляется параллельно через выходные вентили сигналом опроса. В блоке имеется световая индикация состояний регистра.

Краткие характеристики

Число входов пропускания:	24
Число входов управления:	1
Минимальное время "ворот":	8 нсек
Выходные сигналы: логические уровни 0+5 в на нагрузке 100 ом	

Амплитуда сигнала опроса: +5 в
 Потребляемые токи: -6 в, 4500 ма; +6в, 600 ма
 Блок выполнен на интегральных схемах типа ECL .

II . ЛИНЕЙНЫЕ БЛОКИ

Сдвоенный линейный суммирующий усилитель 2ЛУ100

Усилитель 2ЛУ100 (рис. 14 и рис. 15)^{/3/} предназначен для линейного усиления электрических сигналов в широком диапазоне времен: от единиц наносекунд до постоянного тока. При необходимости схема может также использоваться как импульсная с уровнем ограничения по выходу 1 в (с ограничителями, показанными на рис. 15 пунктиром).

Краткие характеристики

Количество алгебраических суммирующих входов:	2
Количество выходов:	1
Выходное сопротивление:	не более 5 ом
Коэффициент усиления по каждому из входов:	12
Диапазон линейной передачи сигнала по выходу:	0+6 в
Интегральная нелинейность:	не более 2,0%
Задержка:	не менее 5 нсек
Длительность выходных перепадов:	2,5 нсек
Диапазон рабочих частот:	0+150 мгц
Допвременный дрейф выходного нуля:	не более 20 мв
В режиме ограничения:	$U_{\text{вых.}} = 1в + 0,4 \cdot U_{\text{вх}}$ [в] ,

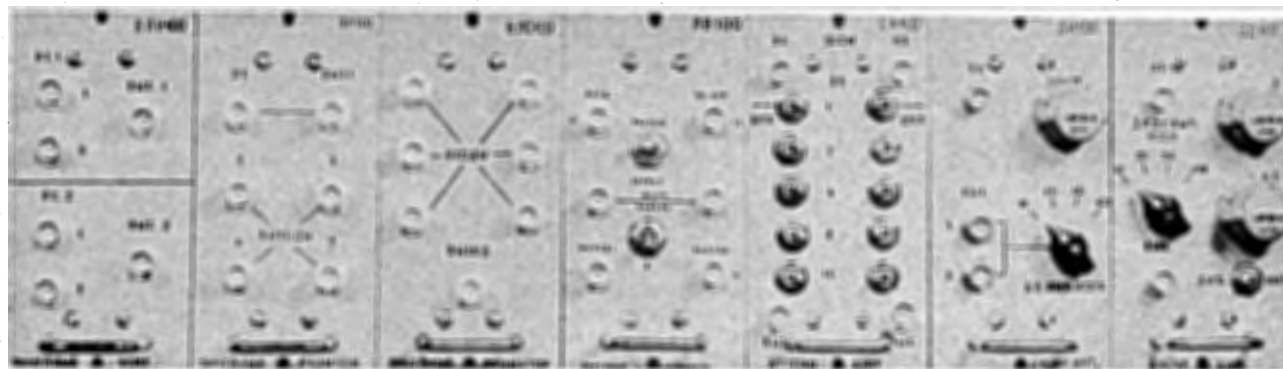


Рис. 14. Линейные блоки: 2ЛУ100, ЛР100, ВЛС100, ЛВ100, 2А100, ДИ100, ДД100.

$$t_M = 5 \text{ нсек} + 3 \cdot (U_{\text{вх}} [в] - 2)$$

Потребляемые токи:

-12 в, 80 ма; +12 в, 80 ма; -24 в,
36 ма; +24 в, 36 ма.

Линейный размножитель ЛР100

Размножитель ЛР100 (рис. 14 и 16) ^{/3/} используется в тех случаях, когда один сигнал надо направить с сохранением амплитуды по нескольким каналам.

Краткие характеристики

Число входов:	1
Входное сопротивление:	400 ом параллельно с нагрузкой на первом выходе.
Число выходов:	5
Выходное сопротивление по 2+5 выходам:	не более 5ом
Диапазон линейности:	0+6 в
Коэффициент передачи:	0,8+10%
Задержка:	3 нсек
Длительность выходных перепадов:	2 нсек
Диапазон рабочих частот:	0+150 мгц
Потребляемые токи:	-12в, 44 ма; +12 в, 44 ма.

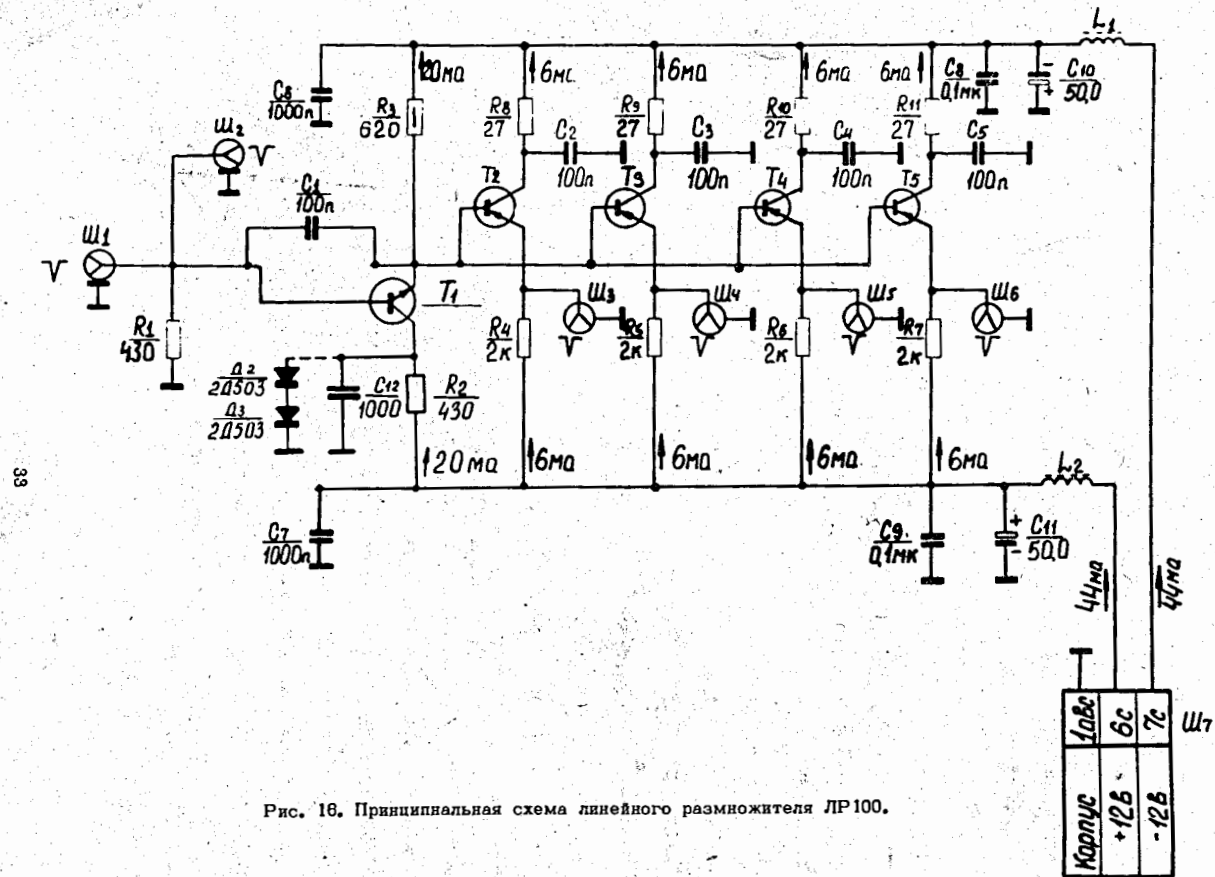


Рис. 16. Принципиальная схема линейного размножителя ЛР100.

Линейный сумматор 6ЛС100

Линейный сумматор 6ЛС100 (рис. 14 и 17) предназначен для аналогового суммирования сигналов по шести входам.

Краткие характеристики

Количество арифметически суммирующих входов:	6
Диапазон сигналов по входам:	0+7 в
Количество выходов:	1
Вид выхода:	генератор тока
Коэффициент передачи $x/$:	0,9
Диапазон суммы сигналов по выходу $x/$:	0+-6 в
Задержка:	3 нсек
Длительность выходных перепадов:	3 нсек
Диапазон рабочих частот:	100 гц+120 мгц
Потребляемые токи:	-12 в, 12 ма; +12 в, 20 ма; +24 в, 12 ма.

Линейные ворота ЛВ100

Линейная схема ЛВ100 (рис. 14 и 18) ^{14/} применяется в том случае, когда требуется разрешить или запретить поступление сигналов на вход спектрометрического устройства в течение некоторого интервала времени, не изменяя при этом существенно вида самих сигналов.

Ворота имеют непосредственный быстрый токовый выход и медленный выход с интегралом коротких импульсов.

$x/$
на нагрузку 50 ом.

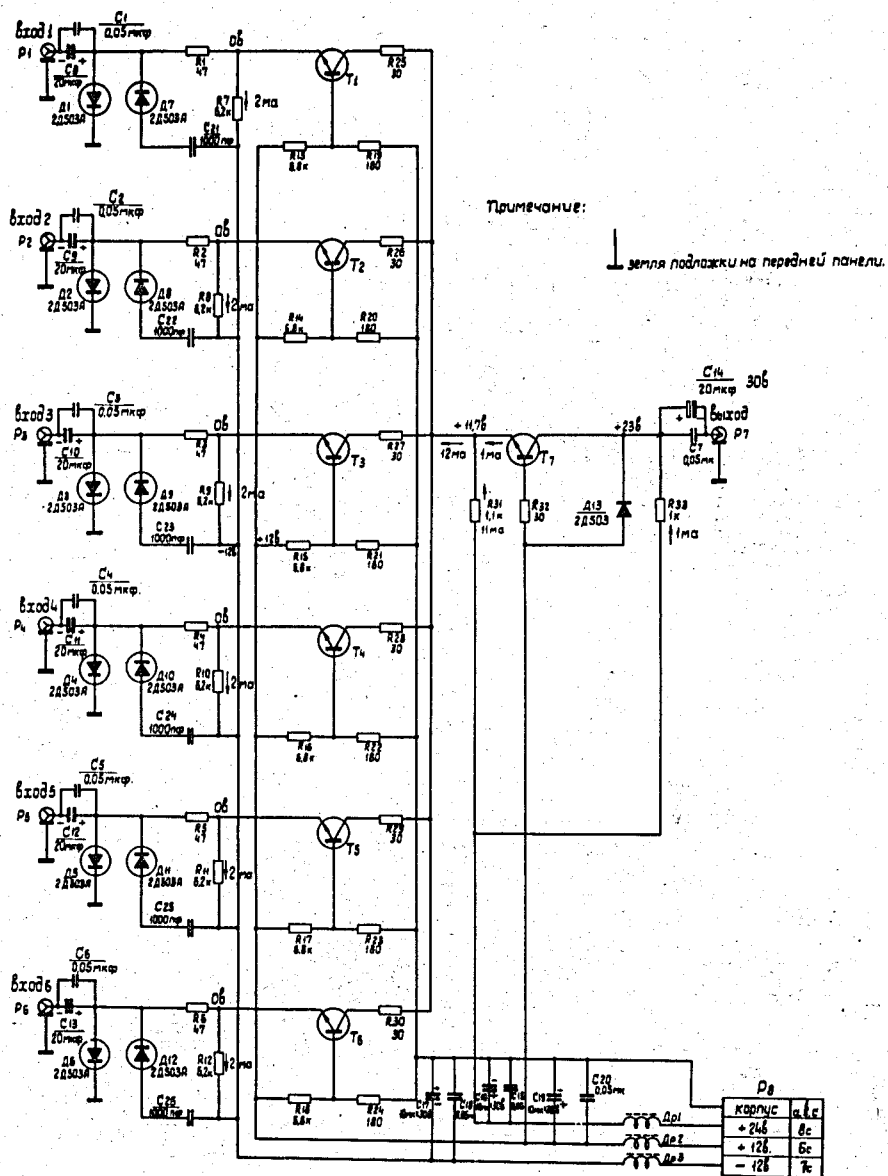


Рис. 17. Принципиальная схема линейного сумматора 6LS100.

Краткие характеристики

Диапазон входных амплитуд:	0 + 6 в
Интегральная нелинейность:	не более 2%
Коэффициент передачи по быстрому выходу ^{х/} :	0,9
Длительность выходных перепадов:	3 нсек
Диапазон рабочих частот по быстрому каналу пропускания ^{х/} :	100 гц + 120 мгц
Диапазон длительностей "ворот": от 12 нсек до постоянного тока.	
Максимальная амплитуда сигнала на входе управления:	30 в
"Пьедестал" не более 50 мв ^{х/}	
Мертвое время по быстрому выходу:	5 нсек
Диапазон длительностей интегрируемых импульсов:	5 + 200 нсек
Коэффициент передачи по медленному выходу:	0,06 нсек ⁻¹
Диапазон амплитуд на выходе интегратора:	0 + -6 в
Потребляемые токи:	-12 в, 40 ма; +12 в, 20 ма; -24 в, 55 ма.

Сдвоенный аттенюатор 2A100

Аттенюатор 2A100 (рис. 14 и 19) осуществляет ступенчатое ослабление сигналов для введения их в динамический диапазон последующих блоков. Аттенюаторы представляют собой П-образные резистивные делители.

^{х/} на нагрузку 50 ом.

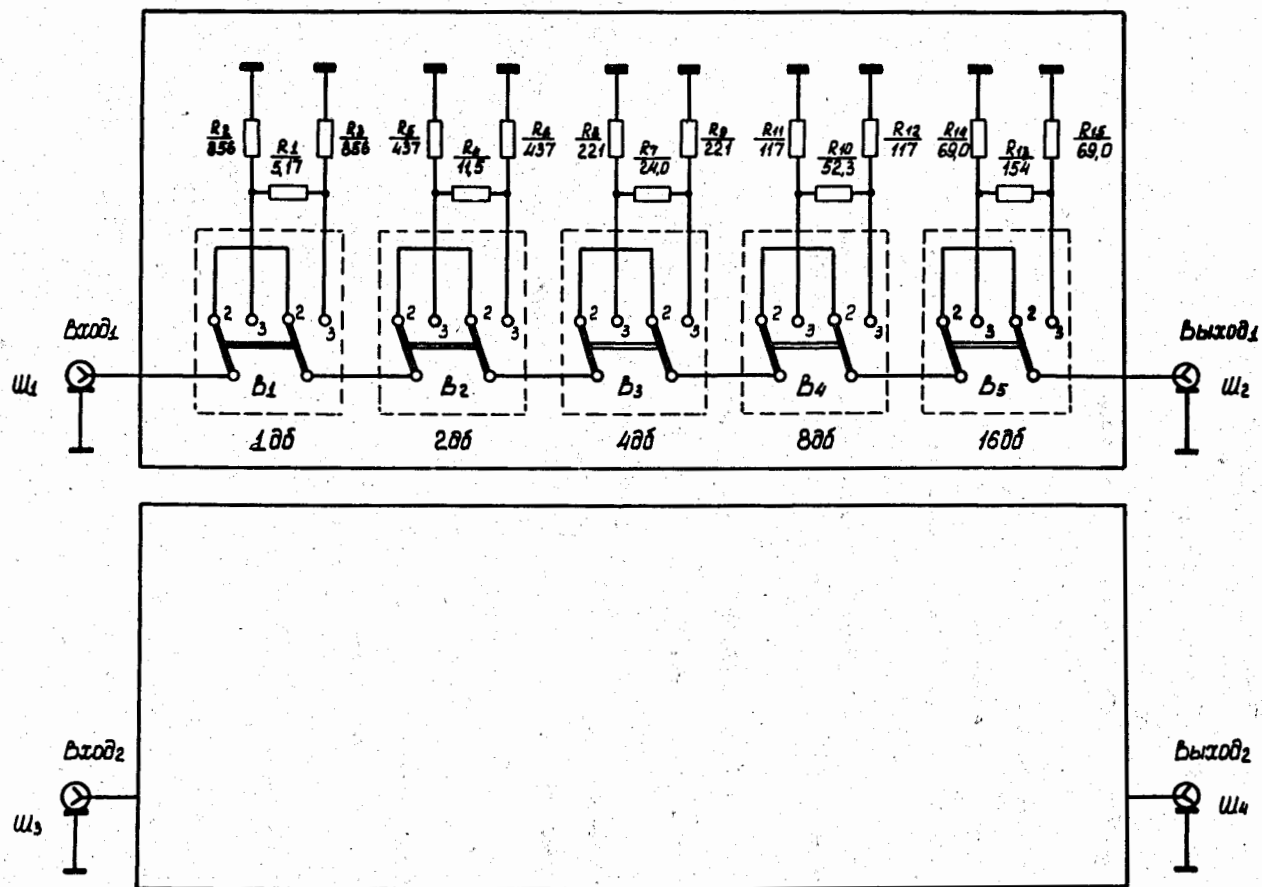


Рис. 19. Принципиальная схема двойного аттенюатора 2-А100.

Краткие характеристики

Число входов:	1
Число выходов:	1
Ослабление суммируемыми ступенями:	1,2,4,8,16 дБ
Максимальное ослабление:	31 дБ
Прямое прохождение сигнала:	менее 1%
Точность ослабления:	3%
Длительность выходных перепадов:	2 нсек
Диапазон рабочих частот:	0 + 170 мгц
Входное сопротивление и сопротивление нагрузки:	50 ом.

Дискриминатор интегральный ДИ100

Интегральный дискриминатор ДИ100 (рис. 14 и 20)^{15/} предназначен для отбора наносекундных импульсов, превышающих по амплитуде порог дискриминации. Дискриминатор можно использовать для стандартизации коротких импульсов от сцинтилляционных счётчиков.

Краткие характеристики

Число входов:	1
Порог дискриминации:	-0,1 + -2в
Интегральная нелинейность установки порога:	не хуже 1%
Число выходов:	2 (соединенных параллельных)
Задержка:	12 нсек
Длительность выходных перепадов:	4 нсек
Длительность выходного импульса:	10,20,50,100 нсек
Мертвое время равно длительности выходного импульса. При продолжении действия входного сигнала дискриминатор срабатывает вторично.	

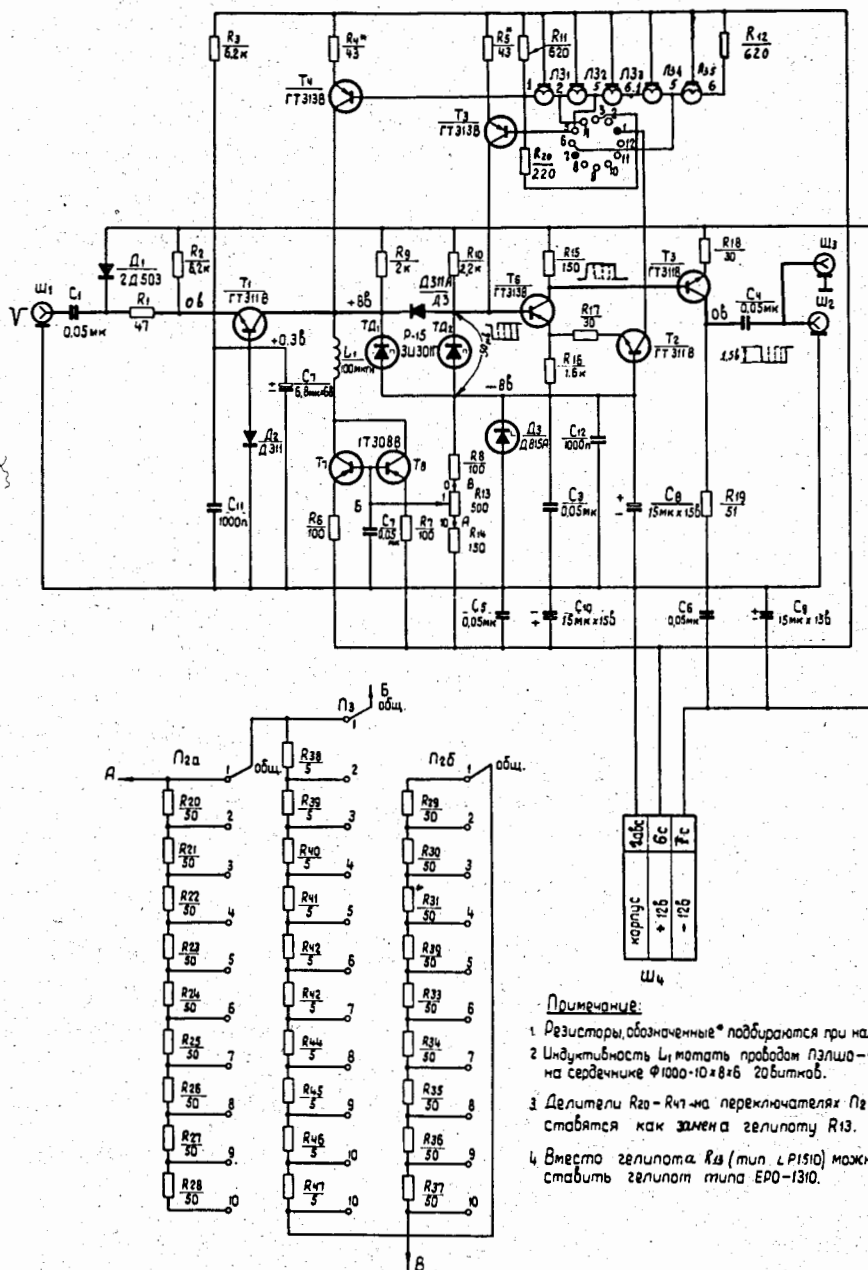


Рис. 20. Принципиальная схема интегрального дискриминатора ДИ100.

- Примечание:
- 1 Резисторы, обозначенные * подбираются при наладке.
 - 2 Индуктивность L_1 мотать проводом ПЭЛШО-Ф02 на сердечнике $\Phi 1000 \times 10 \times 8 \times 6$ 20 витков.
 - 3 Делители $R_{20} - R_{47}$ на переключателях Π_2 ; Π_3 ставятся как замена гелипота R_{13} .
 - 4 Вместо гелипота R_{13} (тип $L P 1510$) можно ставить гелипот типа $EPD-1310$.

Максимальная частота срабатываний:	50 мгц
Потребляемые токи:	-12 в, 20 ма; +12 в, 105 ма.

Дифференциальный дискриминатор ДД100

Дифференциальный дискриминатор ДД100 (рис. 14 и 21)^{/6/} предназначен для применения в спектрометрии в качестве одноканального анализатора. Дискриминатор отбирает наносекундные импульсы с амплитудами, попадающими в границы "окна".

Краткие характеристики

Число входов:	1
Порог дискриминации:	-0,1 + 2 в
Ширина "окна":	0 + 1 в
Дифференциальная нелинейность:	2%
Число выходов:	1
Задержка:	15 нсек
Длительность выходных перепадов:	4 нсек
Длительность выходного импульса:	10, 20, 50, 100 нсек
Мертвое время равно длительности выходного импульса. При продолжении действия входного сигнала дискриминатор срабатывает вторично.	
Максимальная частота срабатываний:	40 мгц
Потребляемые токи:	-12 в, 60 ма; +12 в, 160 ма.

III. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ, БЛОКИ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ

Время-амплитудный конвертор ВАК-100

Схема ВАК100 (рис. 22 и 23)^{/7/} используется для измерения временных интервалов. На выходе схемы появляется сигнал с амплитудой, пропорциональной временному интервалу между импульсами "старт" и "стоп".



Рис. 22. Блоки преобразователей, управления и контроля: ВАК100, БАП-1024Б, ГУ100, ИВ100, ЗДС, 22ГИИС.

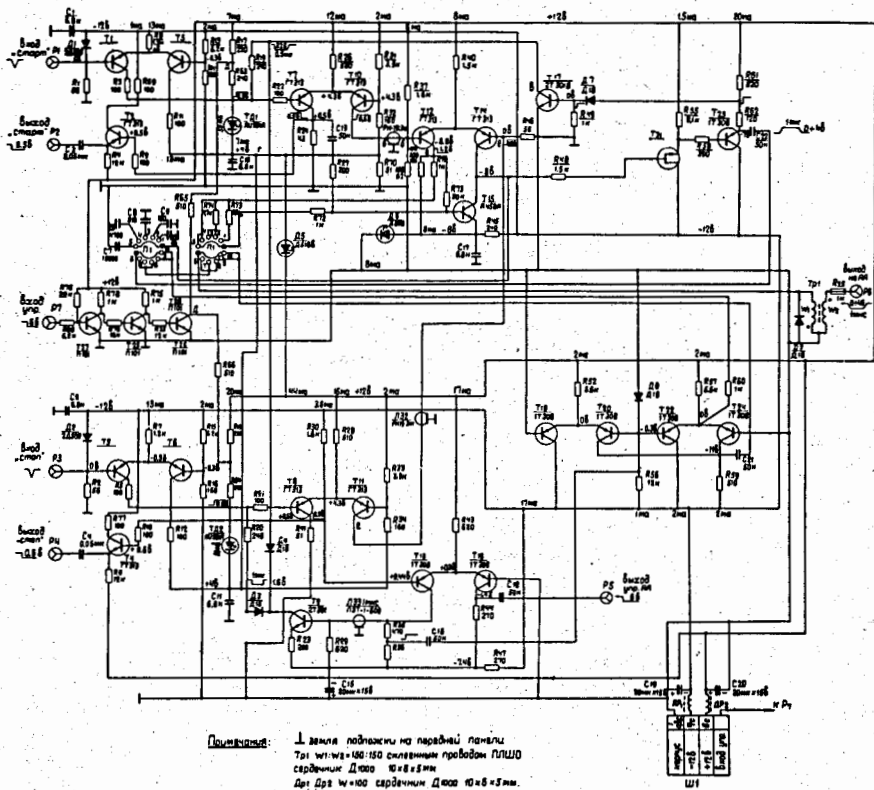


Рис. 23. Принципиальная схема время-амплитудного конвертора ВАК100.

Краткие характеристики

Диапазоны временных интервалов:	10 нсек, 30 нсек, 100 нсек, 1 мксек, 3 мксек
Разрешение:	менее 5 псек в диа- пазоне 10 нсек (0,05%)
Стабильность:	лучше 0,1%
Диапазон выходных напряжений:	а) 0 + 6 в на нагруз- ку 10 к, б) 0 + 0,2 в на нагрузку 50 ом
Длительность выходного импульса:	1 мксек
Мертвое время:	1 мксек плюс диапа- зон преобразования
Амплитуда сигнала на входе управления: длительностью не менее 0,5 мксек.	-6 в
Выход управления:	- 6 в (на 1к), 1 мксек
При нагрузке 50 ом на выходе "старт" амплитуда	- 0,5 в
длительность 1 мксек; на выходе "стоп"	- 0,6 в
длительность 1 мксек плюс диапазон преобразования.	
Потребляемые токи:	-12 в; 100 ма; +12 в, 190 ма.

Аналогово-цифровые преобразователи

БАП-1024Б, БАП-1024Д и БАП-1024С

Блок аналогово-цифрового преобразователя БАП-1024Б (рис. 22 и 24) представляет собой прибор для измерений импульсных и постоянных уровней напряжения. Прибор выполнен на транзисторах со счётчиком на интегральных схемах. Для измерения постоянных или медленно изменяющихся уровней напряжений на входе блока имеются линейные

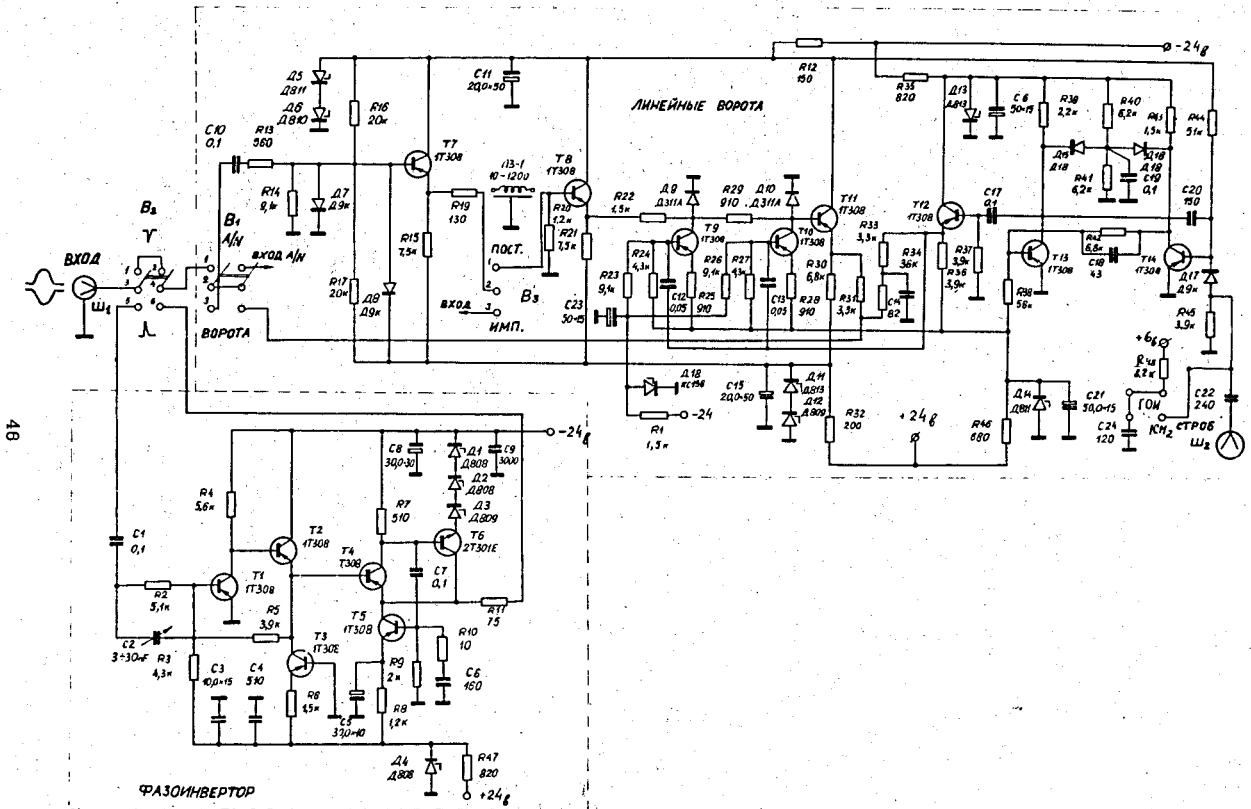
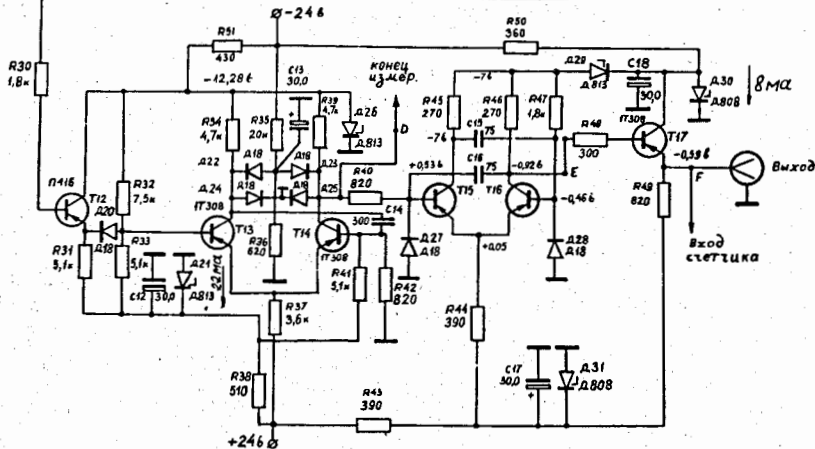
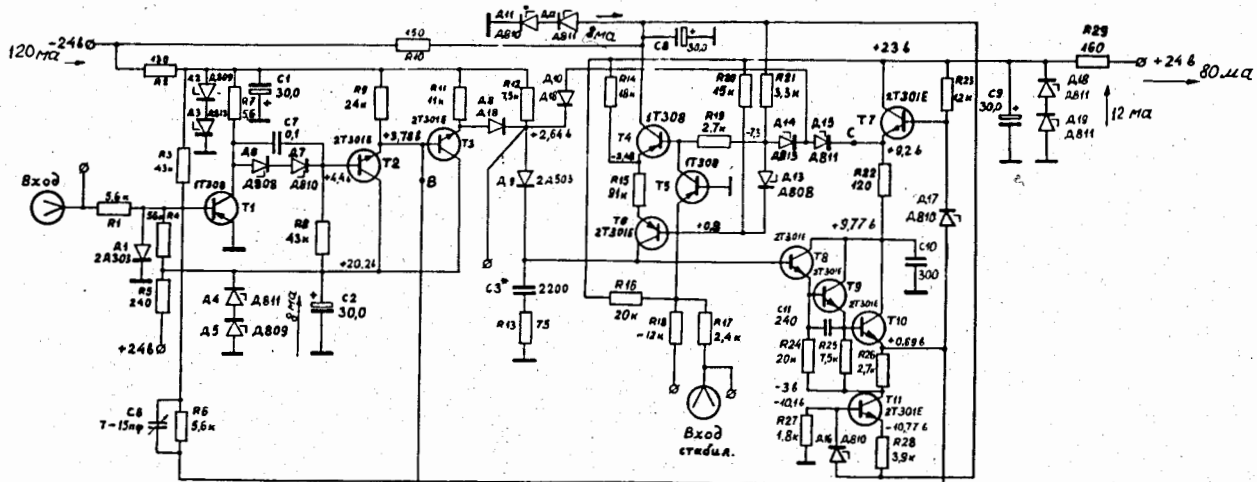


Рис. 24а. Принципиальная схема блока амплитудного преобразователя. Линейные ворота с формирователем.



Преобразователь
A → N

Рис. 246. Принципиальная схема блока амплитудного преобразователя. Аналого-цифровой преобразователь.

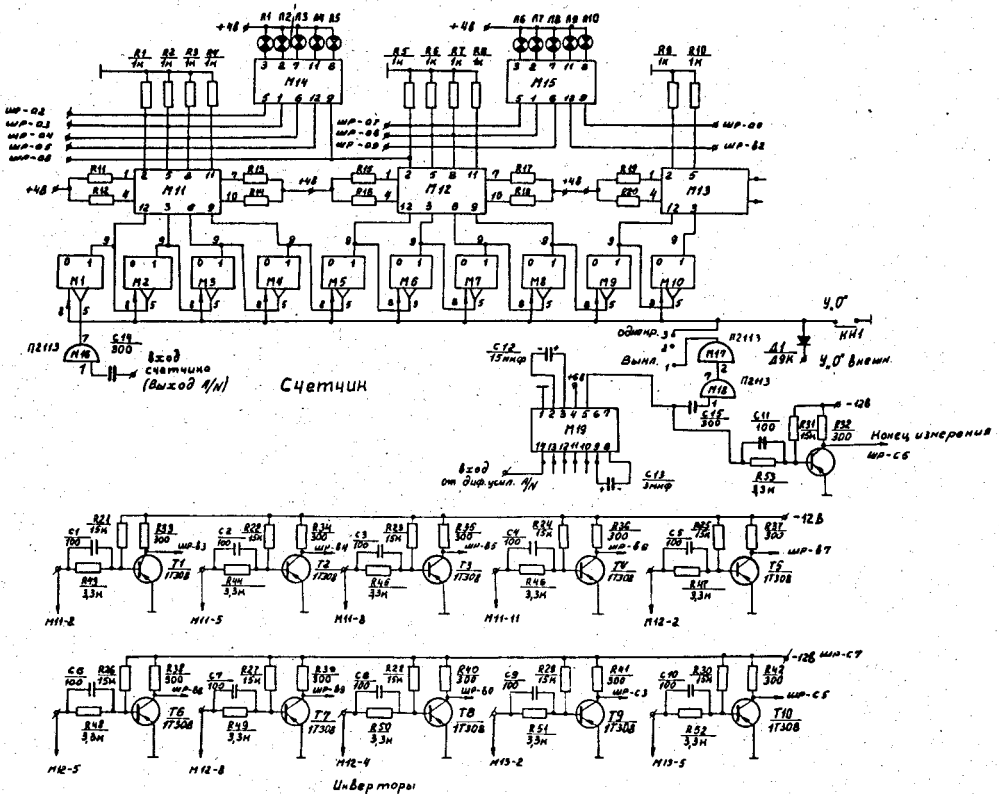


Рис. 24в. Принципиальная схема блока амплитудного преобразователя. Счётчик.

ворота (рис. 24а), которые открываются импульсом управления, либо с помощью кнопки, расположенной на передней панели прибора.

Измеряемое напряжение представляется в виде серии импульсов (рис. 24б) (в последовательном коде) и в виде двоичного параллельного 10-разрядного кода на выходе счётчика (рис. 24в). После каждого цикла измерений сброс счётчика может задерживаться на 10 мсек, что позволяет визуально производить наладку и калибровку прибора с помощью генератора точной амплитуды. В рабочем режиме импульс сброса счётчика должен опережать сигнал не менее чем на 1 мсек.

Краткие характеристики

Диапазон входных амплитуд:	-0,1 + -10 в
Длительность входного сигнала при открытых воротах:	0,1 + 3 мсек
Амплитуда и длительность сигнала управления:	+5в; 0,5 мсек
Выходные сигналы:	
а) серия импульсов с частотой 5 Мгц,	
б) с выходов триггеров в 10-разрядном счётчике, логические уровни сигналов	0 + +3 в 0 + -7 в
Интегральная нелинейность:	
а) лучше 0,1 для импульсных напряжений,	
б) лучше 0,2% для постоянных напряжений,	
Мертвое время:	равно длительности серии импульсов
Потребляемые токи:	-24 в, 100 ма; +3 в, 100 ма; +3 в, 100 ма; 6 в, 60 ма; +24 в, 100 ма.

Аналогово-цифровой преобразователь БАП-1024Д является модификацией предыдущей схемы и содержит два независимых аналого-цифровых преобразователя, без схем линейных ворот на входе и счётчиков на выходе. Он отличается повышенной частотой генератора, выполненного на интегральных схемах.

Краткие характеристики

Диапазон входных амплитуд:	-0,1 + 10 в
Длительность измеряемых импульсов:	0,1 + 3 мксек
Выходные сигналы: серия импульсов с частотой до 15 Мгц и уровнями 0+3в.	
Интегральная нелинейность:	не более 0,1%,
Дифференциальная нелинейность:	1%
Термостабильность коэффициента преобразования:	0,3 кан/град.С
Мертвое время равно длительности серии импульсов	
Потребляемые токи:	-24 в, 60 ма; +3в, 20 ма; +6 в, 20 ма; +24 в, 60 ма.

Аналогово-цифровой преобразователь БАП-1024С выполнен практически полностью на интегральных схемах (рис. 25)^{8/}. Он предназначен для измерения импульсных и постоянных уровней напряжения. Изменяемое напряжение представляется в последовательном и двоичном параллельном кодах. По функциональным возможностям прибор дублирует блок БАП-1024Б, кроме того он имеет встроенный генератор с частотой повторения 50 гц для проверки правильности работы.

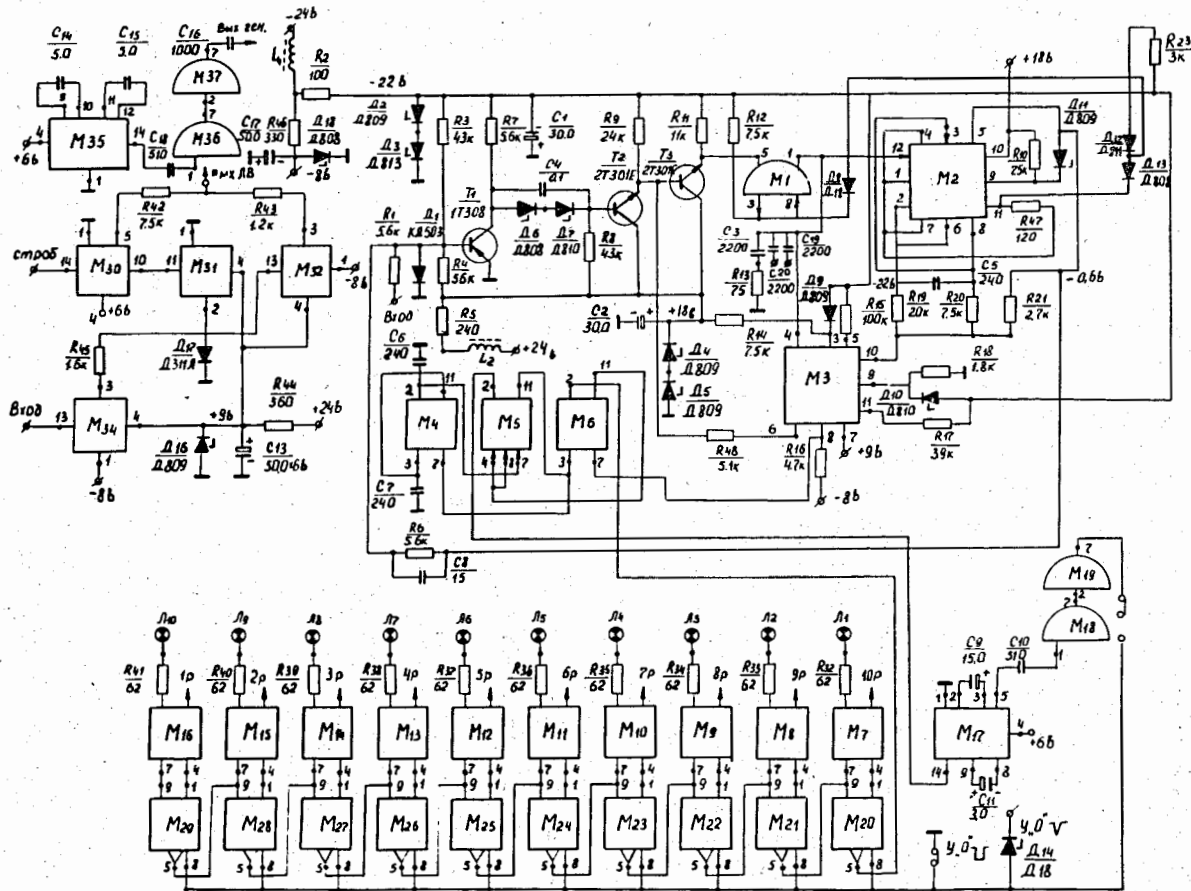


Рис. 25. Принципиальная схема БАП 1024С.

Краткие характеристики

Диапазон входных амплитуд:	-0,1 + -7в
Длительность входного сигнала при открытых воротах:	0,1 + 3 мксек
Амплитуда и длительность сигнала управления:	-5в; 0,5 мксек
Выходные сигналы:	
а) серия импульсов с частотой 5 МГц;	
б) с выходов триггеров в 10-разрядном счётчике, логические уровни 0 + 3в.	
Интегральная нелинейность:	
а) не более 0,1% для импульсных напряжений,	
б) лучше 0,2% для постоянных напряжений.	
Мертвое время равно длительности серии импульсов.	
Потребляемые токи:	-24 в, 50 ма; +3 в, 100 ма; +24 в, 50 ма.

Генератор управления ГУ100

Основное назначение генератора ГУ100 (рис. 22 и 26) ^{19/} - управление режимами работы логических устройств во времени.

Генератор имеет логические выходы (прямой и инверсный), соответствующие задаваемому временному интервалу, а также формирует импульс, соответствующий концу временного интервала (импульс логической задержки), позволяющий, например, генераторам работать последовательно (либо в кольце) друг от друга.

При последовательной работе двух генераторов их выходы могут быть подключены непосредственно по входу управления импульсных ворот, запрещающих прохождение импульса запуска на первый генератор.

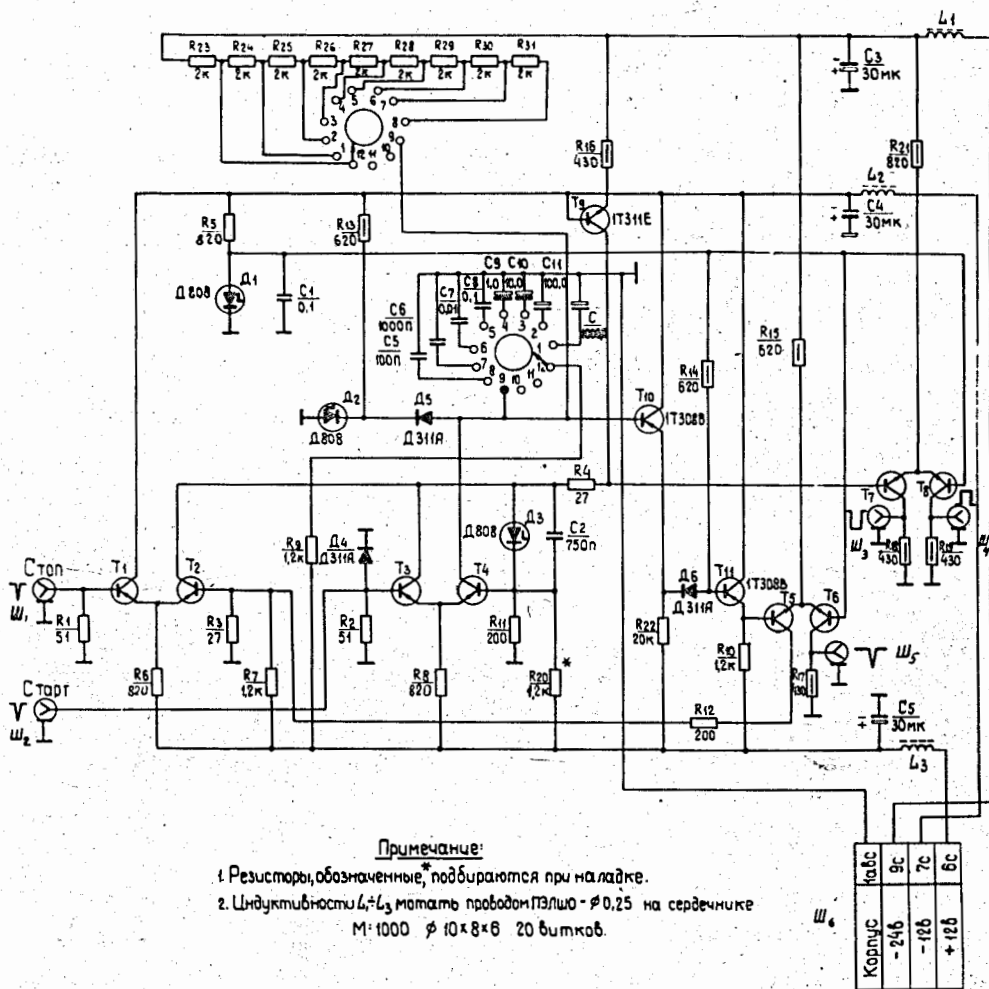


Рис. 26. Принципиальная схема генератора управления ГУ100.

Образуемое устройство задания временного интервала (из двух одинаковых составляющих) практически не обладает мертвым временем.

Краткие характеристики

Значения задаваемых временных интервалов:

- а) через декаду от 0,1 мксек до 1 сек и кратные множителям от 1 до 9,
- б) любые, свыше 10 нсек, формируемые по старт-стопному принципу

Минимальная длительность входных сигналов:	5 нсек
Уровни выходных сигналов:	
а) при нагрузке 50 ом	0ч -0,8 в
б) при нагрузке 1 к	0ч -6 в
Выходное сопротивление	400 ом
Задержка срабатывания генератора:	не более 10 нсек
Длительность импульса логической задержки:	не более 0,1 от задаваемого временного интервала.

Мертвое время генератора: не более чем задаваемый через декаду диапазон (слабо зависит от положения множителя).

Потребляемые токи: 12 в, 35 ма; +12 в, 60 ма; -24 в, 80 ма.

Импульсные ворота ИВ100

Блок ворот ИВ100 (рис. 22 и 27)^{/9/} предназначен для пропускания или запрета прохождения стандартных логических сигналов в широком диапазоне времен: от единиц наносекунд до постоянного тока. С помощью блока можно осуществить сложение двух логических сигналов и их раз-

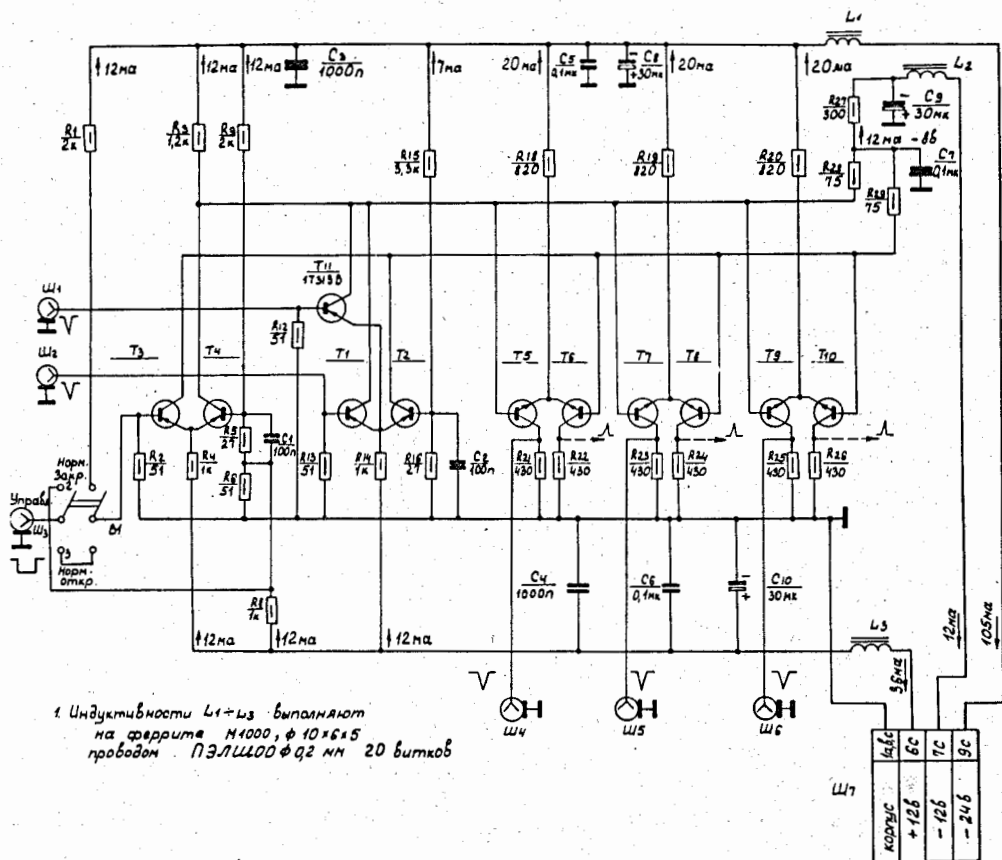


Рис. 27. Принципиальная схема импульсных ворот ИВ100.

ветвление на три выхода. Кроме этого блок можно использовать для инвертирования логических сигналов по любому из трех выходов.

При необходимости схема может играть роль согласующего элемента (по выходу) при осуществлении задержек логических сигналов в микросекундном диапазоне.

Краткие характеристики

Количество входов:	2
Количество выходов:	3 (прямых или инверсных)
Уровни выходных сигналов:	
а) при нагрузке 50 ом	0+ -0,8 в
б) при нагрузке 1 к	0+ -6 в
Выходное сопротивление	400 ом
Задержка пропускаемого сигнала	не более 5 нсек
Длительности выходных перепадов	3 нсек
Время переключения ворот	не более 5 нсек
Потребляемые токи: -12в, 12ма; +12 в, 36 ма; -24 в, 105 ма.	

Трехдекадная пересчётная схема с цифровой индикацией ЗДС

Пересчётная схема ЗДС (рис. 22 и 28)^{/10/} предназначена для подсчёта и запоминания количества пришедших на ее вход импульсов, а также параллельного вывода этого числа.

Пересчётная схема выполнена на интегральных схемах, а индикация - на цифровых лампах ИН-2. Привод ламп осуществляется транзисторами КТ605 и допускает включение до 5 внешних цифровых ламп параллельно.

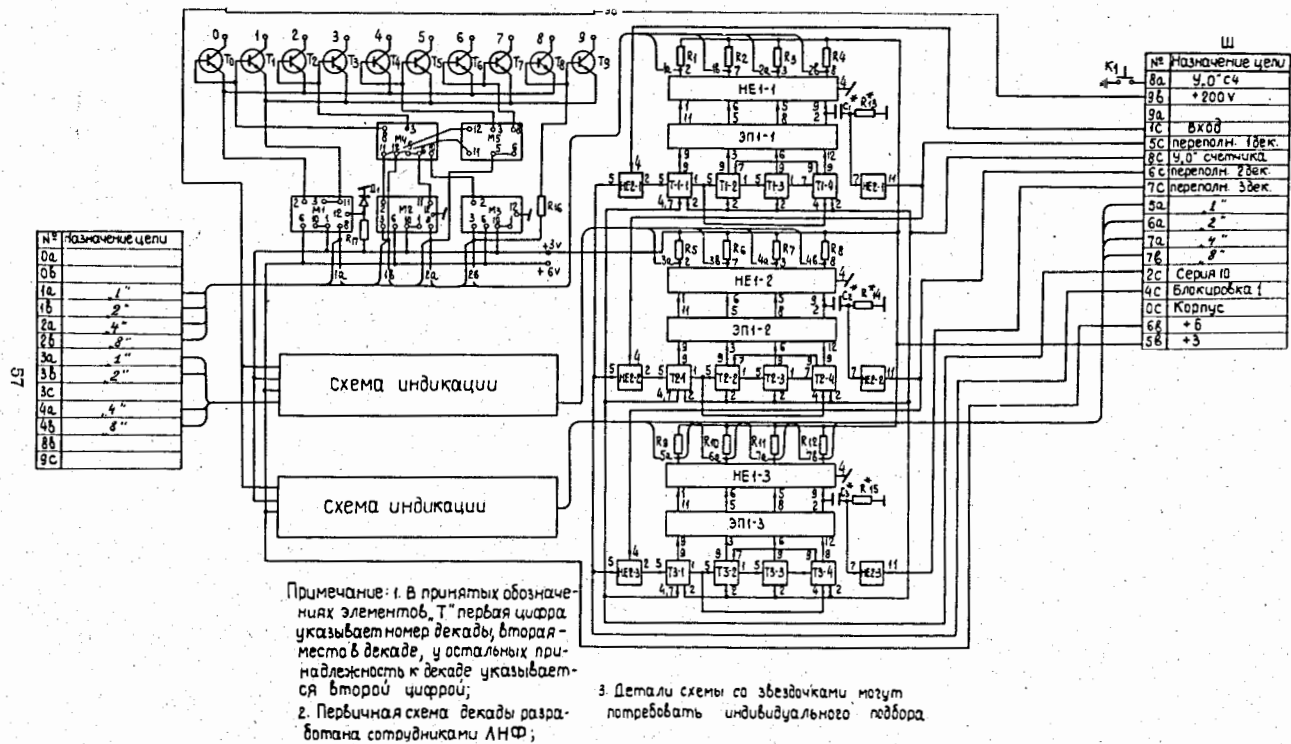


Рис. 28. Принципиальная схема трехдекадной пересчетной схемы с цифровой индикацией ЗДС.

№	Назначение цепи
0a	
0b	
1a	1"
1b	2"
2a	4"
2b	8"
3a	1"
3b	2"
4a	4"
4b	8"
8a	
8b	
9c	

№	Назначение цепи
8a	У.О" с4
8b	+200 v
9a	ВХОД
7c	перелом 1дек.
8c	У.О" счетчика
6c	перелом 2дек.
7c	перелом 3дек.
5a	1"
6a	2"
7a	4"
7b	8"
2c	Серия 10
4c	Блок-коробка 1
0c	Корпус
6a	+6
5b	+3

На разъем выведены выходы всех разрядов всех декад и общий вход досчета. Это позволяет осуществить вывод информации в двоично-десятичном параллельном и последовательном кодах.

Краткие характеристики

Коэффициент пересчета	10^3
Рабочие перепады напряжения	от +3 в до 0 в ^{х/}
Максимальная частота срабатываний	5 МГц
Потребляемые токи: +3 в, 20 ма; +6 в, 150 ма; +200 в, 8 ма.	

22-канальный генератор наносекундных импульсов для световых диодов 22ГИИС

Многоканальный генератор наносекундных импульсов 22ГИИС (рис. 22 и 29)^{/11/} используется для получения световой вспышки наносекундной длительности со световых диодов. Типичное применение генератора - калибровка счетчиков и контроль регистрирующей аппаратуры.

Краткие характеристики

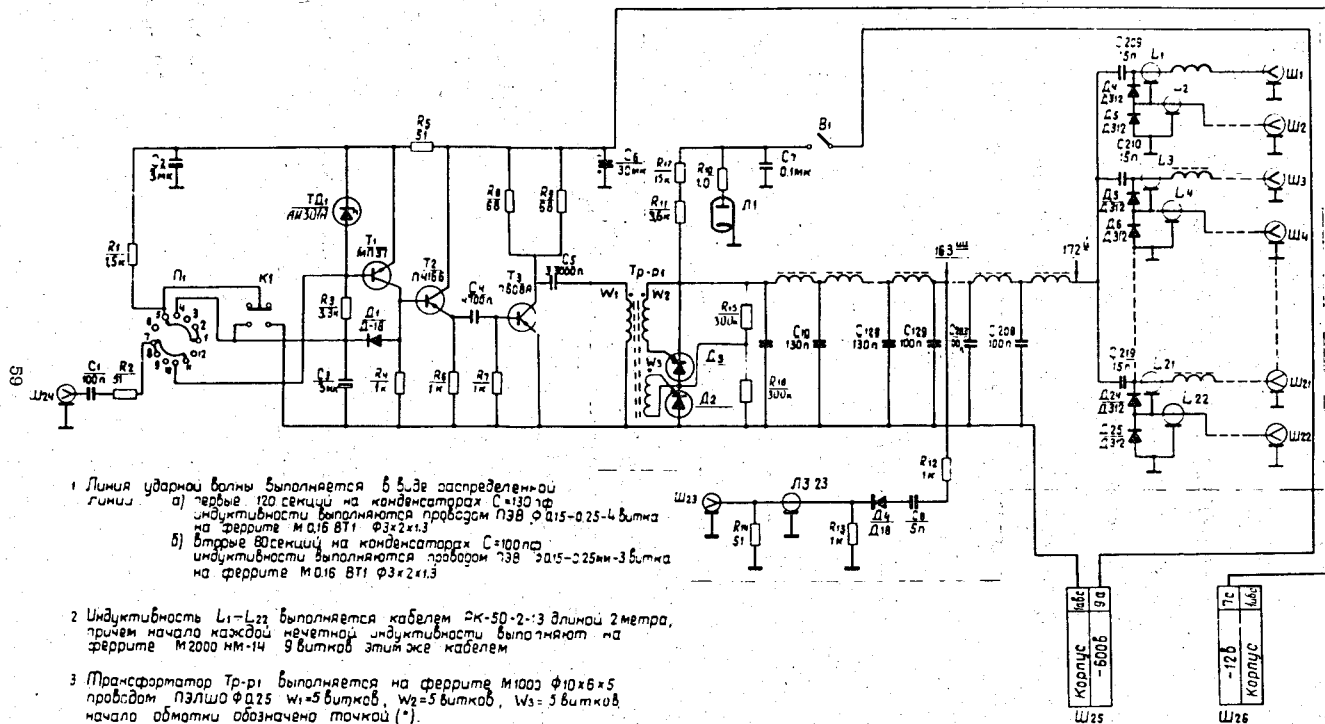
Режимы работы:

- а) одиночный запуск с помощью кнопки
- б) внешний запуск
- в) автоколебания с частотой 500 гц

Параметры выходных импульсов:

- | | |
|---------------------|--------|
| а) амплитуда | 50 в |
| б) время нарастания | 3 нсек |

х/ Как на входе, так и на выходе.



- 1 Линия ударной волны выполняется в виде распределенной линии
 - а) первые 120 секции на конденсаторах $C=110$ пФ индуктивности выполняются проводом ПЭВ $\Phi 0,15-0,25-4$ витков на феррите М 0,16 ВТ1 $\Phi 3 \times 2 \times 1,3$
 - б) вторые 80 секций на конденсаторах $C=100$ пФ индуктивности выполняются проводом ПЭВ $\Phi 0,15-0,25$ мм-3 витков на феррите М 0,16 ВТ1 $\Phi 3 \times 2 \times 1,3$
- 2 Индуктивность L_1-L_{22} выполняется кабелем РК-50-2-3 длиной 2 метра, причем начало каждой нечетной индуктивности выполняются на феррите М 2000 мм-14 9 витков этим же кабелем
- 3 Трансформатор Tr-р1 выполняется на феррите М 1000 $\Phi 10 \times 6 \times 5$ проводом ПЭЛШО $\Phi 0,25$ $w_1=5$ витков, $w_2=5$ витков, $w_3=3$ витков, начало обмотки обозначено точкой (*).

Рис. 29. Принципиальная схема 22-канального генератора импульсов.

в) время спада 5 нсек

Потребляемые токи: -12 в, 1 ма; -600 в, 1 ма.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ БЛОКИ

Триггер-формирователь ТФ100

Блок ТФ100 (рис. 30 и 31) предназначен для формирования прямоугольных импульсов различной длительности со стандартной амплитудой любой полярности.

Краткие характеристики

Количество входов	1
Чувствительность по входу	-0,3 в
Максимальная входная амплитуда	-50 в
Количество выходов:	
а) 2 параллельных, отрицательной полярности	
б) 2 параллельных, положительной полярности	
Длительность выходных импульсов:	10, 20, 50, 100, 200, 500 нсек, 1 мксек.
Задержка	6 нсек.

Мертвое время равно длительности выходного импульса, после чего при продолжении действия входного сигнала формирователь срабатывает вторично.

Потребляемые токи -12 в, 17 ма;
+12 в, 64 ма.



Рис. 30. Вспомогательные блоки: ТФ100, СС100, 2СС100, 6СС100, 2ССА100, 2У100, 8Р100.

F c b

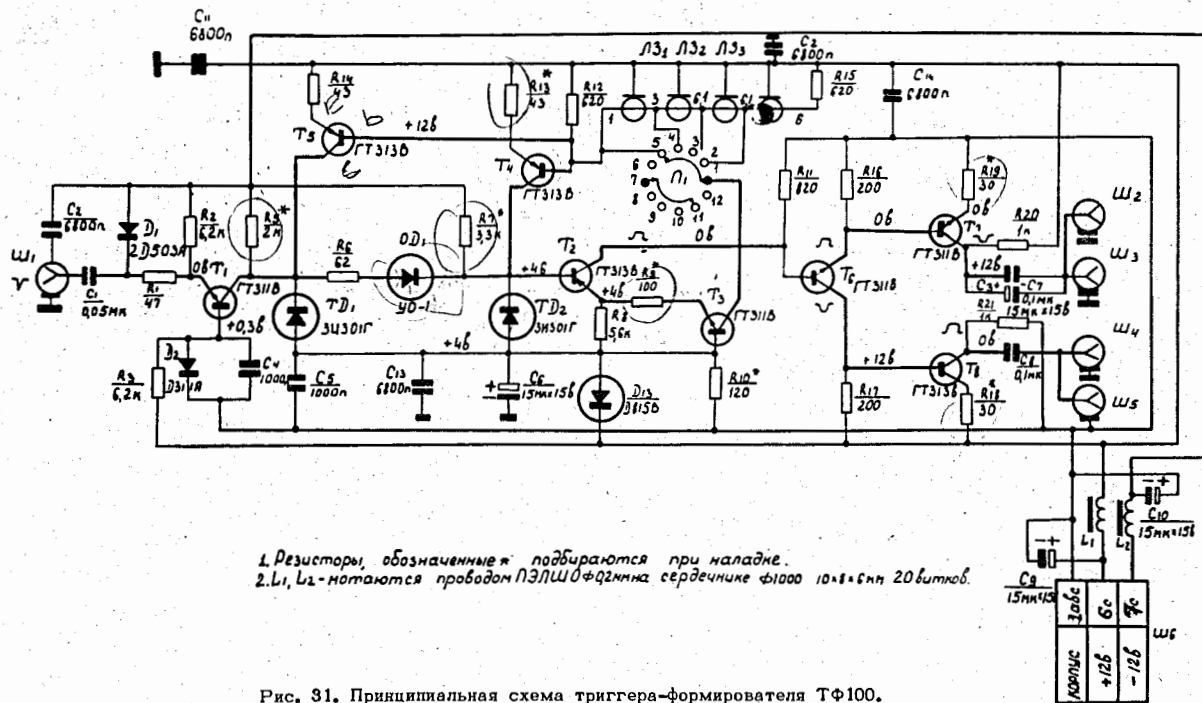



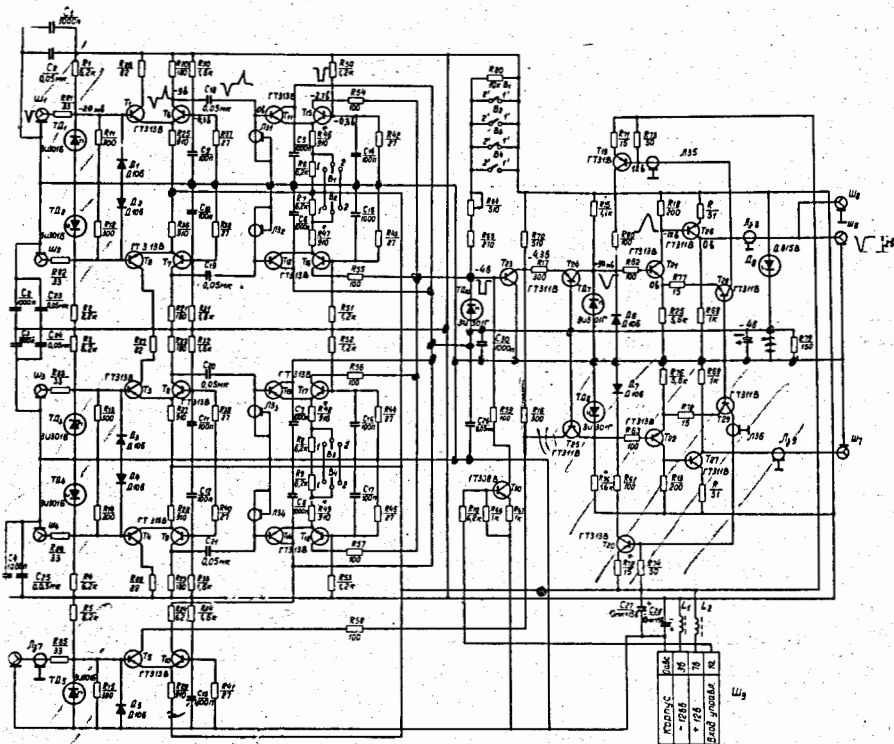
Рис. 31. Принципиальная схема триггера-формователя ТФ100.

Четвертая схема совпадений СС100

Схема совпадений СС100 (рис. 30 и 32)^{/4/} предназначена для временного отбора сигналов со сцинтилляционных счётчиков со временем разрешения 4+20 нсек.

Краткие характеристики

Разрешающее время задается формирующими кабелями в схеме:	4+20 нсек
Число входов совпадений	1+4
Число входов антисовпадений	1
Диапазон входных амплитуд	-0,3+10 в
Число выходов:	
а) совпадений - 2, включенных параллельно,	
б) совпадений плюс антисовпадений	1
Задержка каналов совпадений	20 нсек
Задержка канала антисовпадений	17 нсек
Длительность выходного импульса (допустима регулировка)	10 нсек
Мертвое время равно максимальной длительности импульса из задаваемых входным или выходным формирователями.	
Амплитуда закрывающего сигнала на входе управления	6 в
Потребляемые токи:	-12 в, 270 ма+ +12 в, 90 ма.



Примечание

1 Ш1, Ш2, Ш3 — вых и вх клеммы монтажного высоконапряженного ящика ПК-50-2-13 (ПК-13).

Рис. 32. Принципиальная схема четверной схемы совпадений СС100.

Двойная схема двойных совпадений 2СС100

Блок 2СС100 состоит из двух схем временных ворот (рис. 30 и 33), предназначенных для временного отбора сигналов со сцинтилляционных счётчиков при наличии стробирующего сигнала. Схема является модификацией четверной схемы совпадений, из которой исключены два канала совпадений и антисовпадений, а в третьем канале (строб-вход) исключена времязадающая часть.

Краткие характеристики

Длительность формируемого сигнала пропускания задается формирующим кабелем	4+20 нсек
Минимальная длительность строб-сигнала	5 нсек
Число выходов, включенных параллельно	2
Задержка	15 нсек
Длительность выходного импульса (допустима регулировка)	10 нсек
Мертвое время равно максимальной длительности импульса из задаваемых входным формирователем канала пропускания, или выходным формирователем.	
Потребляемые токи:	-12 в, 200 ма +12 в, 70 ма.

Шестикратная схема совпадений 6СС100

Схема 6СС100 (рис. 30 и 34)^{/12/} предназначена для отбора совпадающих во времени событий. Она представляет собой диодную схему совпадений с аналоговым выходом и требует после себя дискриминатора для окончательного отбора совпадений.

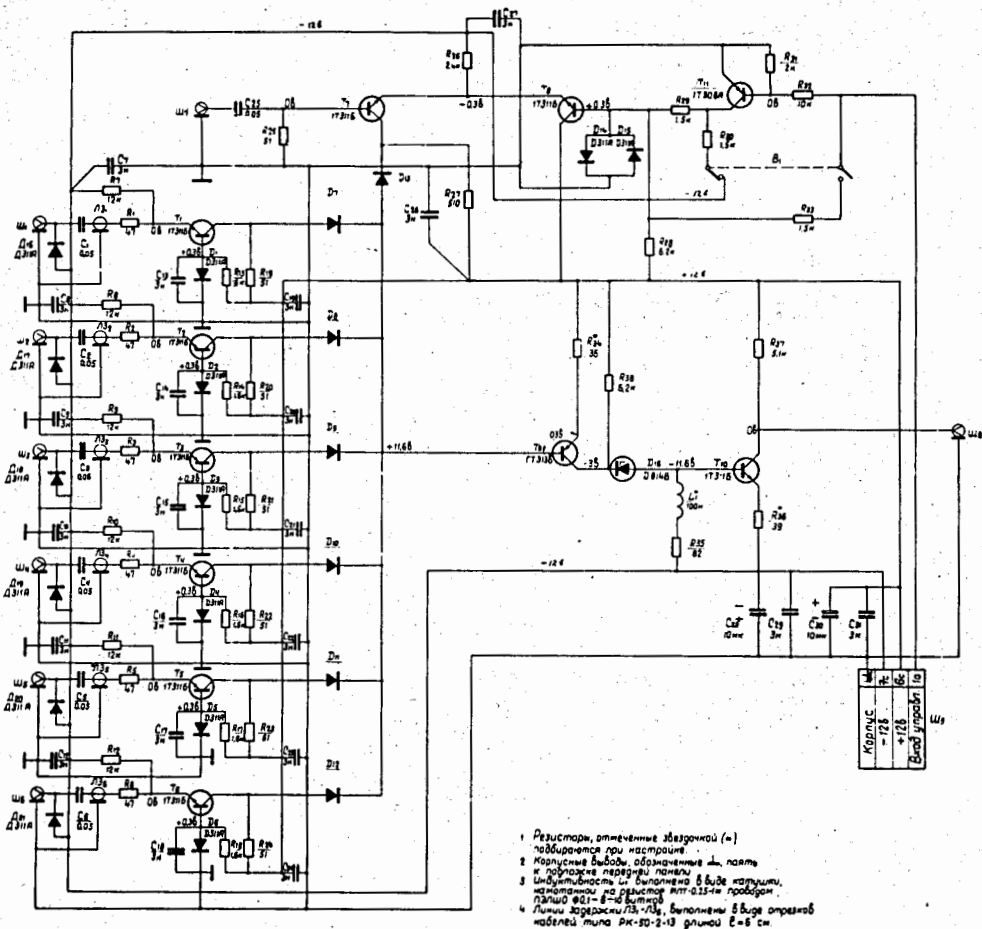


Рис. 34. Принципиальная схема шестикратной схемы совпадений 6СС100.

Краткие характеристики

Разрешающее время задается внешними формирователями.

Минимальное разрешающее время	не хуже 3 нсек
Число входов совпадений	6
Число входов антисовпадений	1
Диапазон входных амплитуд	-0,1+10 в
Коэффициент отбора	не хуже 4
Задержка	4 нсек
Мертвое время	6 нсек
Амплитуда импульса управления	-6 в
Потребляемые токи	-12 в, 15 ма, +12 в, 60 ма.

Сдвоенная схема двукратных совпадений с каналом антисовпадений 2ССА100

Блок 2ССА100 содержит две двоичные схемы совпадений с каналом антисовпадений (рис. 30 и 35), являющихся диодными схемами совпадений с аналоговым входом, и требует после себя дискриминаторов для окончательного отбора совпадений.

Краткие характеристики

Разрешающее время задается внешними формирователями.

Минимальное разрешающее время	3 нсек
Число входов совпадений	2
Число входов антисовпадений	1.
Диапазон входных амплитуд	-0,1+10 в
Коэффициент передачи схемы при совпадениях	1
Коэффициент отбора	не хуже 4

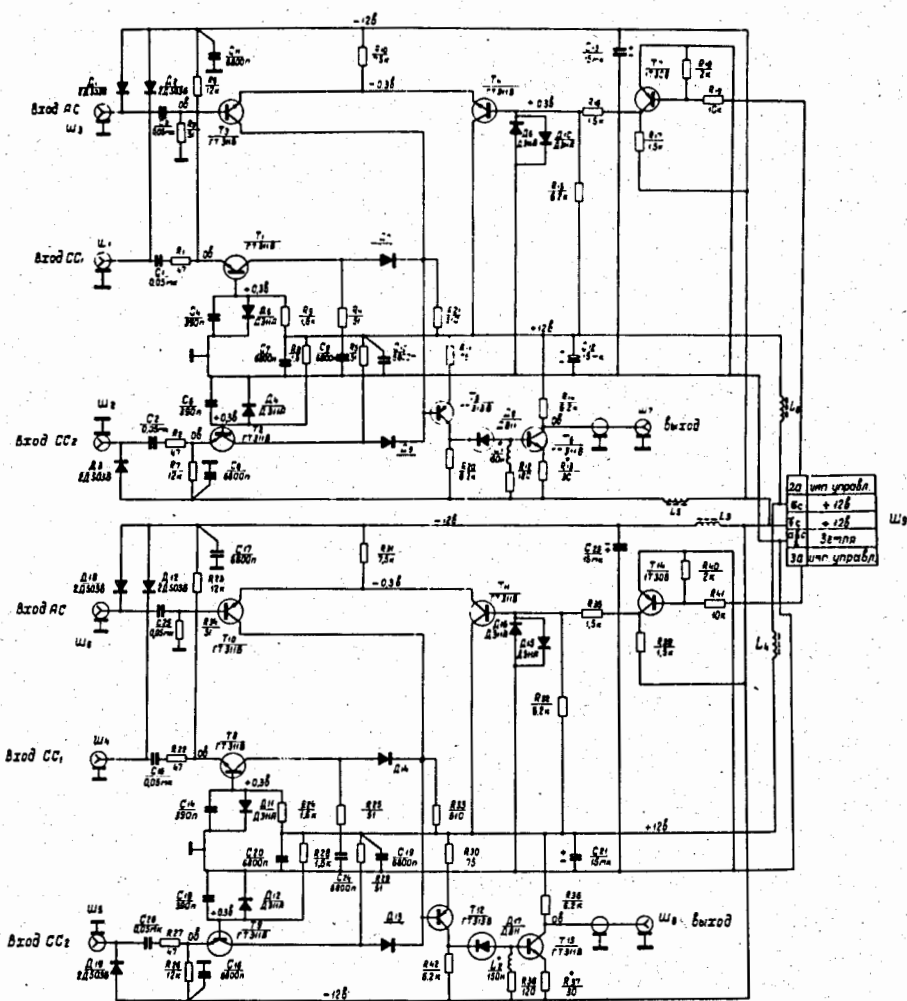


Рис. 35. Принципиальная схема двойной схемы двукратных совпадений с каналом антисовпадений 2ССА100.

Задержка	3 нсек
Мертвое время	5 нсек
Амплитуда импульсов управления	-6 в
Потребляемые токи	-12 в, 20 ма; +12 в, 46 ма.

Сдвоенный усилитель - ограничитель
импульсов 2У100

Блок 2У100 (рис. 30 и 36) предназначен для усиления и ограничения импульсов, поступающих с анода фотоумножителя, работающего с черенковскими или сцинтилляционными счётчиками.

Краткие характеристики

Количество входов	1
Количество выходов, включенных параллельно	2
Коэффициент усиления	4,5 \pm 20%
Диапазон линейности по выходу	0 \pm -2 в
Диапазон входных амплитуд	0 \pm -3 в
Задержка	5 нсек
Длительность выходных перепадов	3,5 нсек
Мертвое время	20 нсек
Максимальная частота повторения	100 Мгц
Потребляемые токи	-12 в, 20 ма; +12 в, 10 ма.

Восьмиканальный размножитель 8P100

Размножитель 8P100 (рис. 30 и 37) является линейным быстрым размножителем на основе 8 параллельных усилительных каскадов со связью по постоянному току.

Краткие характеристики

Число входов	1
Число выходов	8
Диапазон линейной передачи	0+ -6 в
Коэффициент передачи	1
Задержка	7 нсек
Длительность выходных перепадов	4 нсек
Мертвое время	9 нсек
Потребляемые токи	-12в, 100 ма, +12 в, 120 ма.

Четырехканальный размножитель P100

Размножитель P100 является линейным размножителем на основе 8P100 с четырьмя выходами.

Описанная система блоков применяется в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ для электронных установок для физических экспериментов на ускорителях Дубны и Серпухова.

В заключение авторы выражают благодарность М.П. Беляковой, В.Н. Какуриной, А.А. Рюмину и В.И. Мажулину, принимавшим участие в технологической разработке системы и оформлении документации.

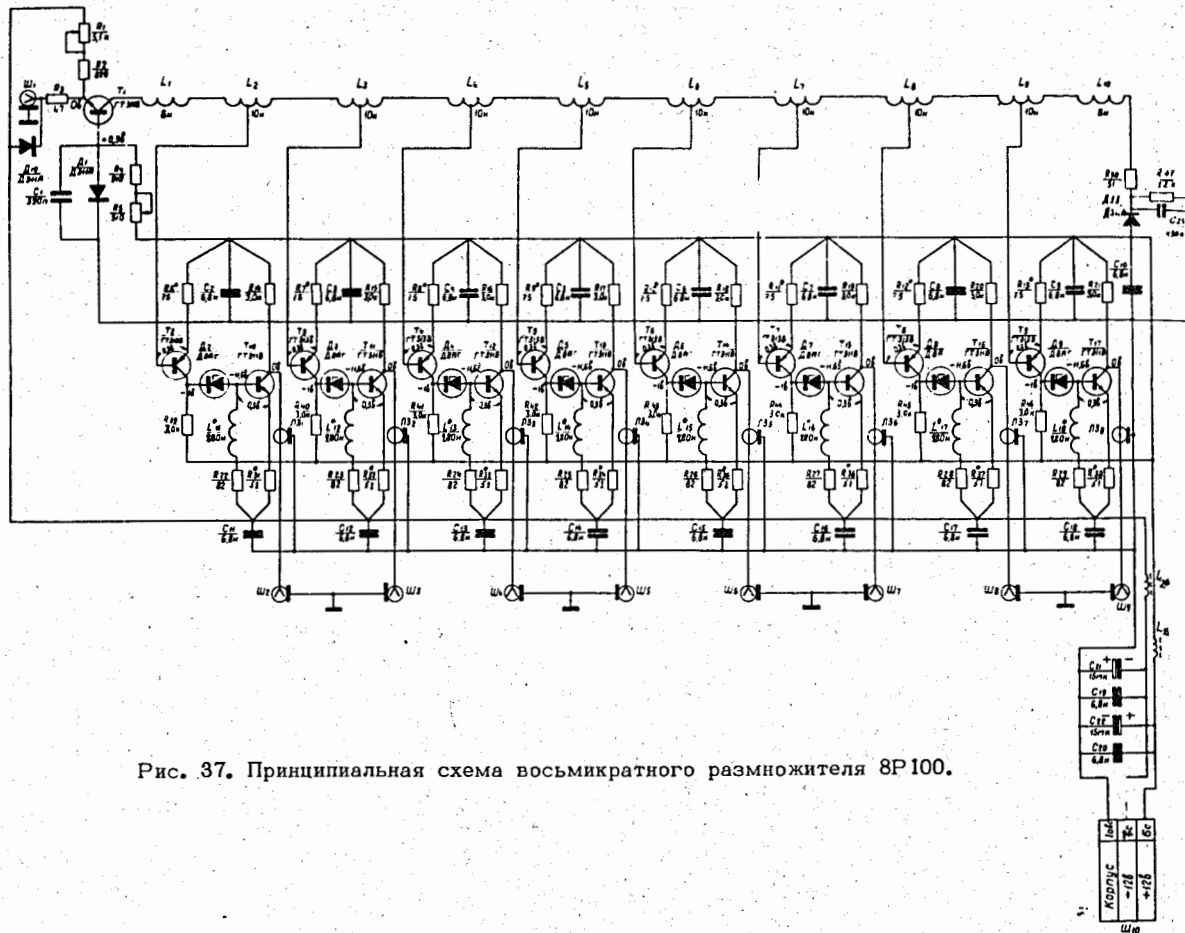


Рис. 37. Принципиальная схема восьмикратного умножителя 8P100.

Литература

1. Sugarman R.M., Higinbotham W.A., Proc. Intern. 1960 LRL Conf. for High Energy Phys. Instrumentation, Interscience Publishers, N.Y. - Lond, 1961, p. 54.
2. М. Дражев. Препринт ОИЯИ 13-4720, Дубна, 1969.
3. С.Г. Басиладзе. Препринт ОИЯИ 13-5413, Дубна, 1970.
4. Ю.К. Акимов, С.Г. Басиладзе, Ю.Г. Будяшов, Б.А. Зеленев, В.Г. Зинов, И.Ф. Колпаков, Л.К. Лебедева, Й. Манца, М.А. Плышевский. Препринт ОИЯИ 13-3700, Дубна 1968.
5. Ю.К. Акимов, М.Н. Дражев, И.В. Колпаков, В.И. Рыкалин. Атомиздат, Москва 1970.
6. Ю.Г. Будяшов, В.Г. Зинов. Препринт ОИЯИ 13-3093, Дубна 1966.
7. Ю.Г. Будяшов, В.Г. Зинов. Препринт ОИЯИ 13-3700, Дубна 1968.
8. Н.М. Никитюк. Препринт ОИЯИ, Дубна 1970.
9. С.Г. Басиладзе. Препринт ОИЯИ, 13-5414, Дубна 1970.
10. Г.Н. Зимин, В.Н. Неаполитанский. Препринт ОИЯИ 13-5175, Дубна 1970.
11. Н.К. Вишневский, В.И. Рыкалин, З. Цисек. ПТЭ, №5, 105+107, 1968.
12. Ю.Г. Будяшов, В.Г. Зинов, А.Г. Морозов. Препринт ОИЯИ 2551, Дубна, 1966.

Рукопись поступила в издательский отдел

6 ноября 1970 года.