



ОСЦИЛЛОГРАФ С1-65. УСТРОЙСТВО И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

А.Беляков

Осциллограф С1-65 — один из наиболее совершенных приборов отечественного производства, предназначенный для исследования формы электрических сигналов, измерения их амплитудных и временных параметров. Широкая полоса пропускания тракта вертикального отклонения (до 35 МГц), устойчивая система синхронизации позволяют успешно использовать прибор для диагностики и ремонта как звуковых трактов, так и трактов промежуточной частоты (455 кГц, 10,7 МГц, 21,4 МГц) аудио-, видео- и телевизионной техники, радиотелефонов и радиостанций.

Состав и взаимосвязь основных узлов осциллографа изображены на структурной схеме (рис. 1). Принципиальная схема осциллографа приведена на рис. 2. Схема построена на распределенных элементах, которые располагаются на печатных платах и корпусе прибора. Каждая плата и корпус прибора имеют собственную нумерацию элементов. На схеме обозначены следующие органы управления, выведенные на переднюю панель и заднюю стенку прибора.

Органы регулировки (число в кружке):

1 — балансировка усилителя Y ("БАЛАНС");

2 — регулировка положения изображения по вертикали;

3 — плавная регулировка усилителя Y ("ПЛАВНО");

4 — калибровка усиления по вертикали;

5 — выбор уровня напряжения запуска ("УРОВЕНЬ");

6 — регулировка яркости изображения;

7 — регулировка астигматизма;

8 — регулировка фокусировки;

9 — регулировка освещения шкалы;

10 — регулировка устойчивости изображения высокочастотных сигналов ("В.Ч.");

11 — плавная регулировка скорости развертки ("ПЛАВНО");

12 — калибровка скорости развертки;

13 — грубая регулировка смещения по горизонтали ("ГРУБО");

14 — плавная регулировка смещения по горизонтали ("ПЛАВНО").

Переключатели и гнезда:

B1 — выбор способа подачи входного сигнала;

B2 — выбор чувствительности усилителя Y ("ВОЛЬТ/ДЕЛ. ");

B3 — выбор источника синхронизирующего сигнала ("ВНУТР., СЕТЬ, ВНЕШ.");

B4 — выбор режима запуска схемы синхронизации: по переменной или постоянной составляющей;

B5 — выбор полярности запускающего импульса (+, -);

B6 — выбор вида развертки (x1; x0,1; X);

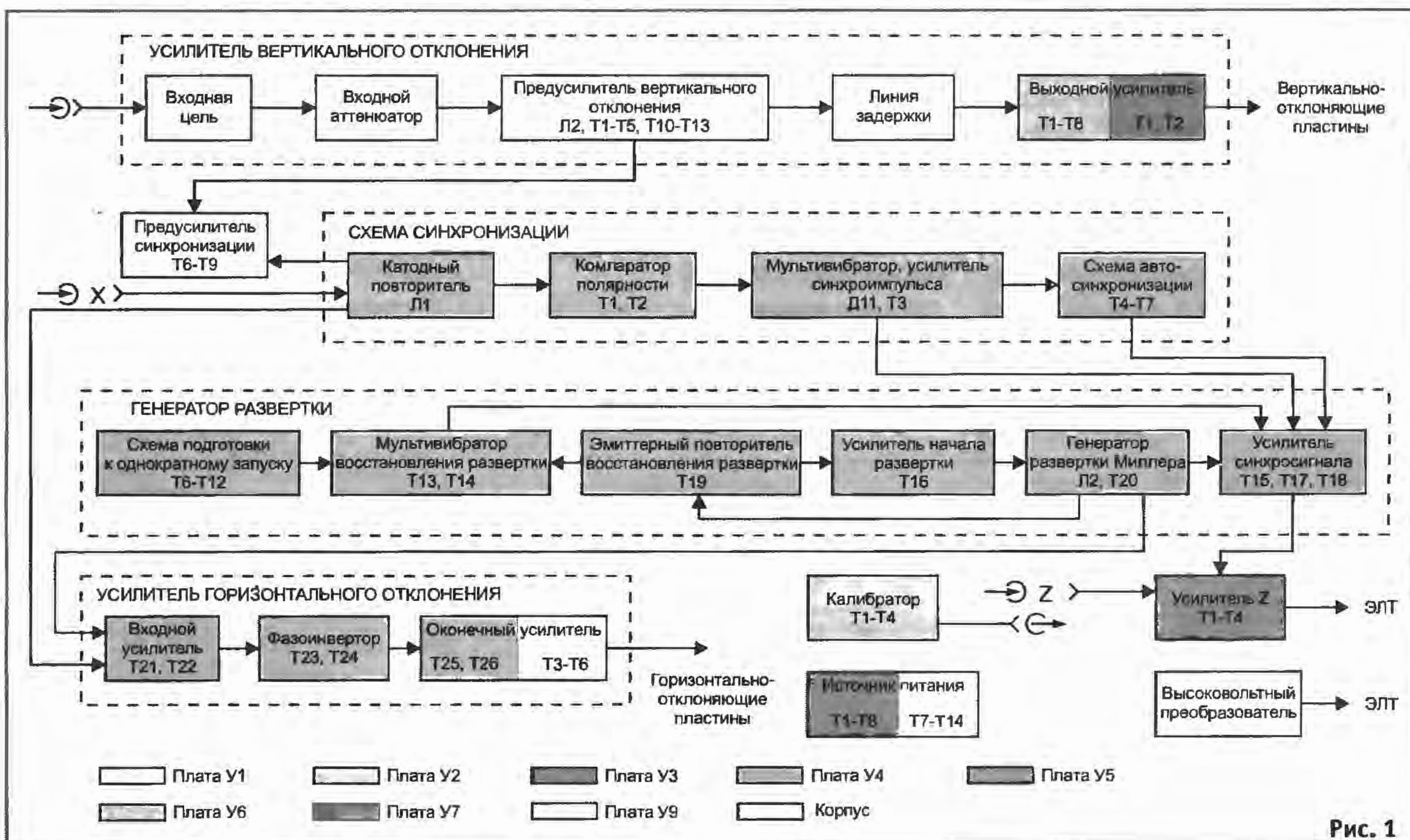
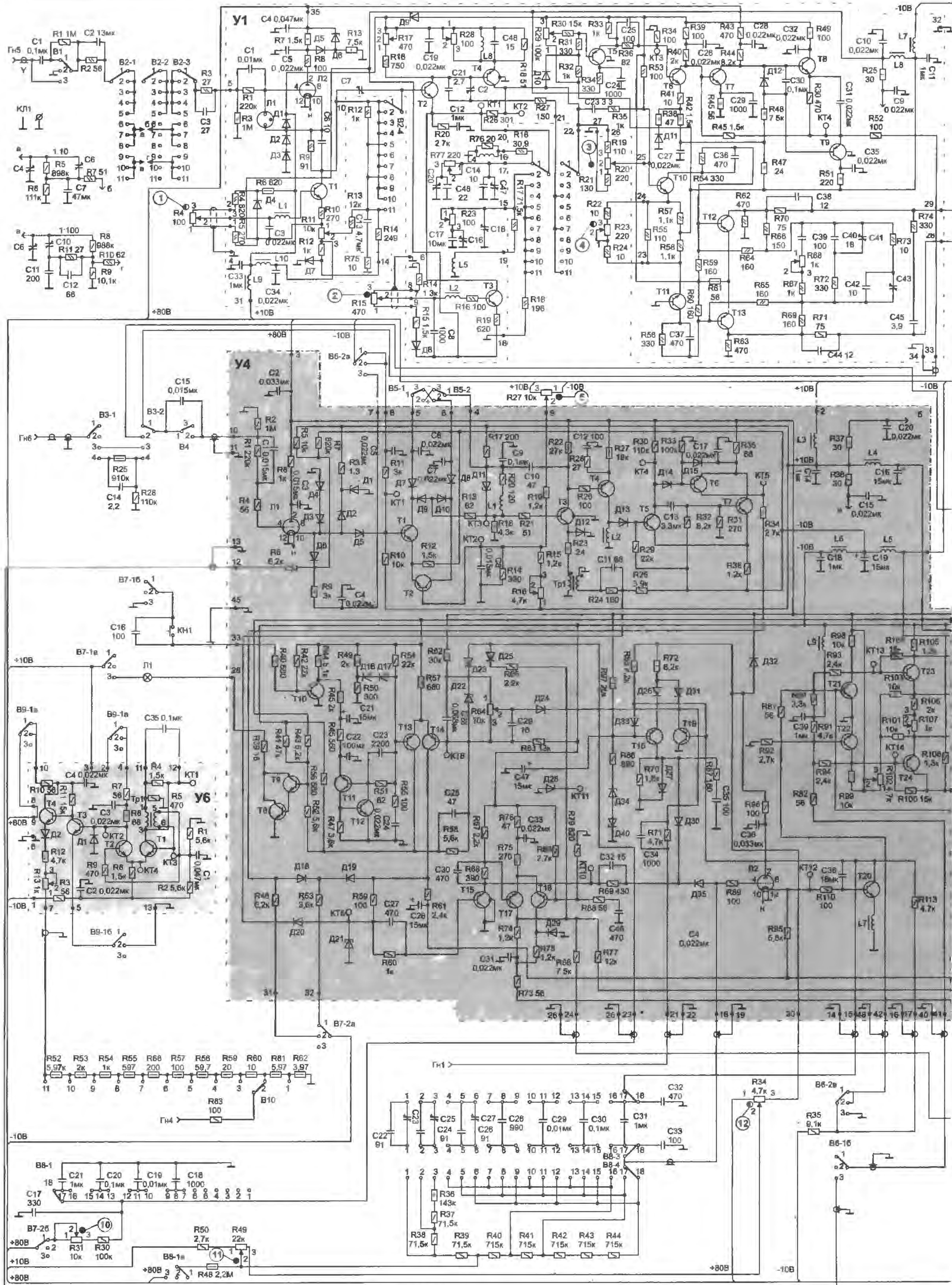
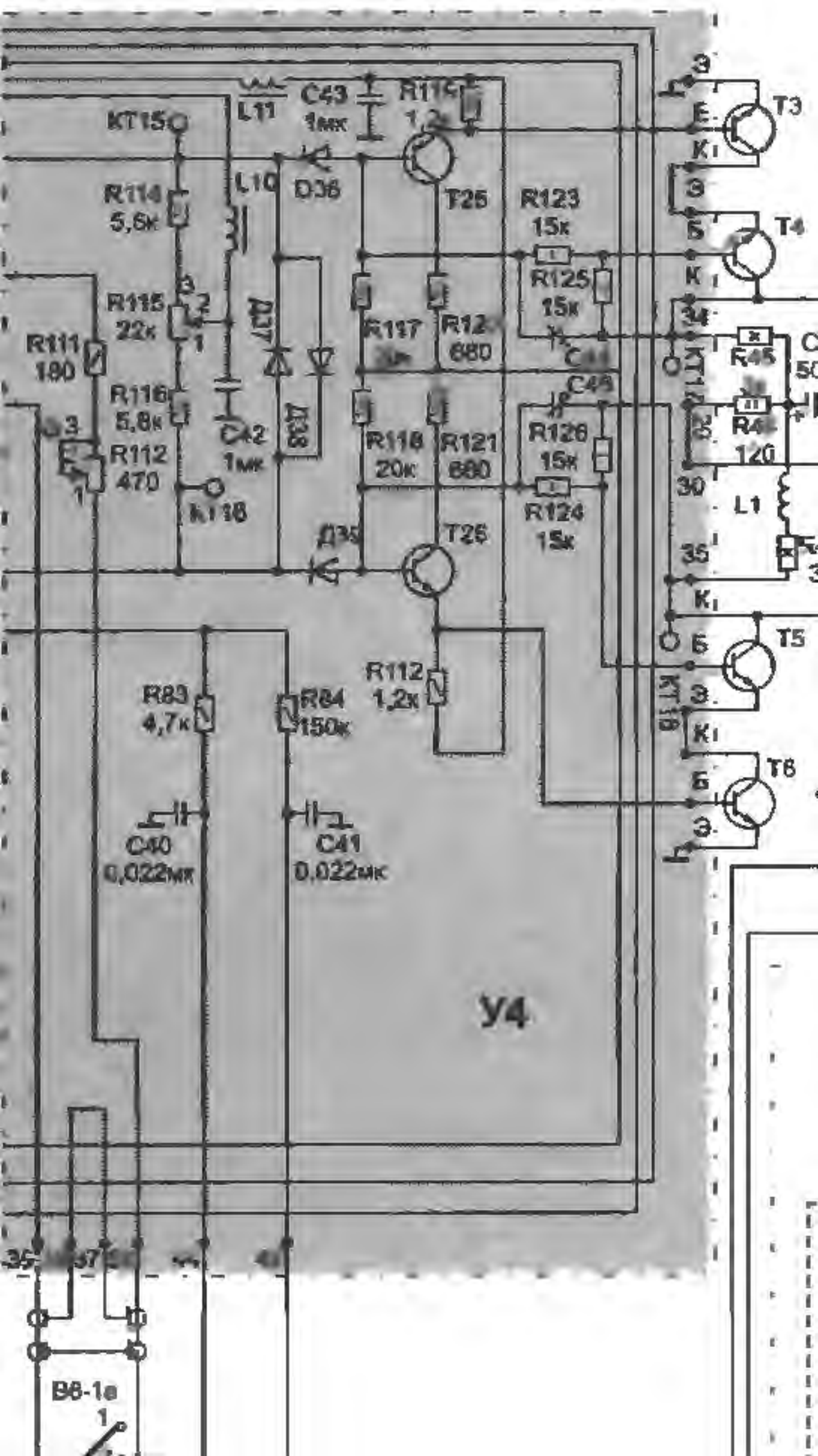


Рис. 1





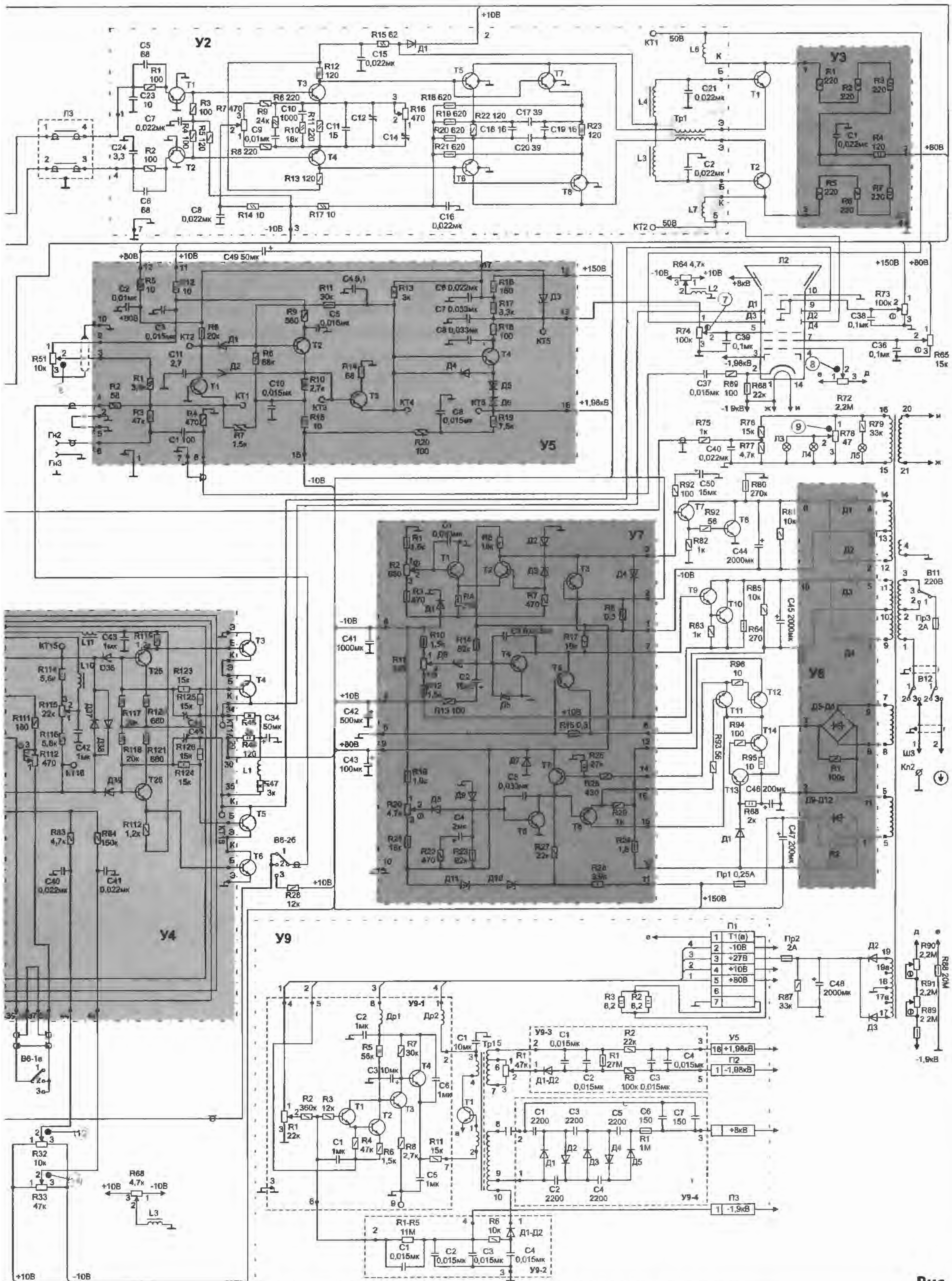


Рис. 2



B7 — выбор режима запуска развертки ("АВТ., ЖДУЩ., ОДНОКР.");

B8 — выбор скорости развертки ("ВРЕМЯ/ДЕЛ.");

B9 — выбор режима работы калибратора;

B10 — выбор амплитуды напряжения калибратора;

B11 — выбор величины напряжения сети;

B12 — выключатель напряжения сети ("СЕТЬ");

Kn1 — кнопка подготовки схемы развертки к однократно-му запуску;

Гн1 — выход генератора пилообразного напряжения;

Гн2 — вход усилителя Z;

Гн3 — корпус прибора;

Гн4 — выход сигнала калибратора амплитуды и длительности;

Гн5 — вход для подачи исследуемых сигналов;

Гн6 — вход для подачи внешнего синхросигнала.

1. Источник питания обеспечивает питающими напряжениями схему осциллографа от сети переменного тока 220 В, 50 Гц или 115 В, 400 Гц. Он содержит силовой трансформатор, диодные выпрямители и параметрические стабилизаторы напряжений +10 В, -10 В, +80 В. Выпрямитель, выполненный на диодах Д2, Д3, вырабатывает нестабилизированное напряжение +27 В для высоковольтного преобразователя. Выходная обмотка 15-16 трансформатора Тр1 служит источником сетевого синхросигнала для схемы синхронизации.

2. Высоковольтный преобразователь служит для получения напряжений —1,9 кВ, -1,98 кВ, +1,98 кВ, +8 кВ, необходимых для работы ЭЛТ. Основу схемы образует транзистор Т1, вырабатывающий совместно с трансформатором Тр1 синусоидальное напряжение частотой 28 кГц. За счет отрицательной обратной связи обеспечивается стабилизация выходных напряжений при изменении питающего напряжения +27 В. Резистор R1 (У9-1) служит для регулировки всех напряжений, а резистор R1 (У9) — напряжений -1,98 кВ и +1,98 кВ.

3. Усилитель вертикального отклонения (усилитель У) предназначен для усиления исследуемых сигналов и их подачи на вертикально-отклоняющие пластины.

3.1. Входная цепь либо подключает исследуемый сигнал на вход усилителя непосредственно, через разделительный конденсатор, либо замыкает вход усилителя на корпус, в зависимости от положения переключателя выбора способа подачи входного сигнала В1.

3.2. Входной attenuator представляет собой два частотно-компенсированных делителя напряжения с коэффициентами деления 1:10 и 1:100, подключаемых в положениях "0,005", "0,01", "0,02", "0,05", "0,1" и "0,2" переключателя "ВОЛЬТ/ДЕЛ."

3.3. Предусилитель вертикального отклонения предназначен для регулировки усиления усилителя У, центровки и вертикального перемещения изображения на экране ЭЛТ, формирования сигнала для внутреннего запуска схемы развертки.

Входной катодный повторитель (Л2, Т1) обеспечивает большое входное сопротивление и малую входную емкость предусилителя. Резистор R4 "БАЛАНС" регулирует напряжение на базе транзистора Т1, устанавливая нуль на его эмиттере при отсутствии сигнала.

Катодный attenuator (RC-цепи, подключаемые переключателем В2-4) уменьшает сигнал в 5 раз в положениях "0,1", "1" и "10" переключателя "ВОЛЬТ/ДЕЛ."

Усилитель с обратной связью (Т2-Т4) изменяет общее усиление предусилителя в положениях "0,005", "0,01", "0,02", "0,05" переключателя "ВОЛЬТ/ДЕЛ.". В остальных положениях входной сигнал ослабляется входным attenuatorом или катодным attenuatorом. Переменный резистор R15 служит для вертикального перемещения линии развертки путем изменения базового тока транзистора Т3 и соответственно изменения постоянного напряжения на выходе усилителя. Выходное напряжение подается на фазоинвертор через резистор R20, используемый для плавной регулировки усиления схемы.

Фазоинвертор (Т10-Т13) преобразует входной сигнал в двухтактный выходной сигнал, который поступает через линию задержки на выходной усилитель. Резистор R23 регулирует общее усиление усилителя У и служит для калибровки усилителя.

3.4. Линия задержки обеспечивает задержку вертикального сигнала, необходимую для запуска генератора развертки до поступления сигнала на вертикально-отклоняющие пластины. Это дает возможность исследовать передний фронт сигнала при внутреннем запуске.

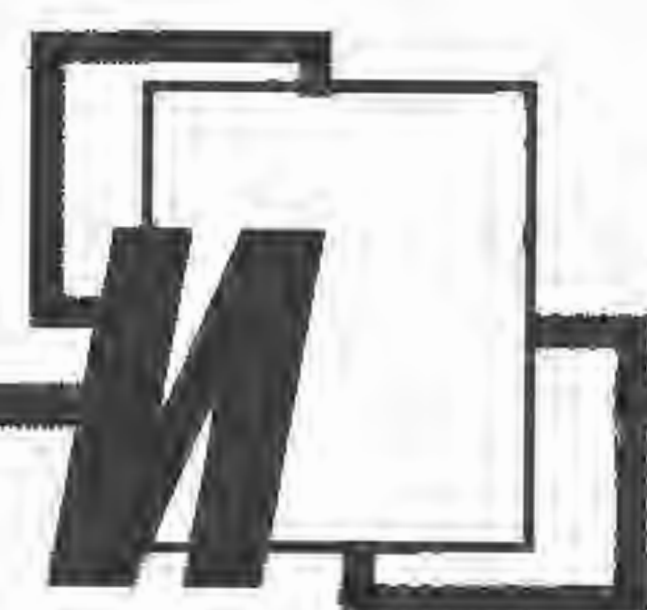
3.5. Выходной усилитель обеспечивает окончательное усиление сигнала и его подачу на вертикально-отклоняющие пластины.

4. Предусилитель синхронизации предназначен для усиления внутренних сигналов синхронизации до уровня, необходимого для работы схемы синхронизации, а также для согласования выходного уровня усилителя У с нулевым уровнем входа синхронизации. С эмиттерного повторителя Т5 сигнал проходит через каскады Т6-Т9 на переключатель выбора вида синхронизации В3.

5. Схема синхронизации служит для получения неподвижного изображения на экране ЭЛТ. Схема вырабатывает управляющие импульсы для генератора развертки. Выбор источника синхронизации (внутренний; внешний; от сети; от сети, уменьшенный в 10 раз) осуществляется переключателем В3. Тумблер В4 устанавливает вид связи с источником синхронизации: открытый либо закрытый.

5.1. Катодный повторитель обеспечивает высокое входное сопротивление и согласует источник синхронизации со схемой компаратора полярности или входом усилителя Х.

5.2. Компаратор полярности обеспечивает выбор полярности синхросигнала, которым производится



синхронизация. Полярность синхронизации устанавливается переключателем В5-2. Резистором R27 устанавливается уровень напряжения запуска. На выходе компаратора формируется сигнал отрицательной полярности, который управляет мультивибратором на туннельном диоде Д11.

5.3. Мультивибратор вырабатывает импульс отрицательной полярности с очень крутым фронтом, который усиливается транзистором Т3. С коллектора транзистора Т3 синхросигнал подается через трансформатор Тр1 на генератор развертки, а с эмиттера — на схему автосинхронизации.

5.4. Схема автосинхронизации вырабатывает запускающий отрицательный импульс для автоматического запуска генератора развертки. Она состоит из дифференцирующего усилителя (Т4) и автоматического мультивибратора (Т5-Т7). Если входной сигнал является периодическим (выше 20 Гц), то на выходе мультивибратора удерживается постоянное выходное напряжение +10 В.

6. Генератор развертки вырабатывает пилообразное напряжение для временной развертки луча ЭЛТ. Он может работать в ждущем режиме, режиме автозапуска и режиме однократного запуска.

Входными сигналами для генератора являются импульсы, поступающие со схемы синхронизации. Выходными сигналами являются: отрицательный пилообразный импульс, подаваемый на усилитель Х при внутренней развертке; отрицательный импульс подсвета, подаваемый на усилитель Z; отрицательное пилообразное напряжение, поступающее на выходное гнездо Гн1.

6.1. Усилитель синхросигнала усиливает входной отрицательный импульс, подает его на вход усилителя Z для подсвета ЭЛТ во время прямого хода развертки. Импульс с коллектора транзистора Т15 закрывает диод Д35 и начинается прямой ход развертки.

6.2. Генератор развертки Миллера вырабатывает отрицательное пилообразное напряжение. Когда диод Д35 закрывается, времязадающий конденсатор С22-С33 начинает заряжаться через времязадающие резисторы R36-R44, выбираемые переключателем В8 "ВРЕМЯ/ДЕЛ.". Возрастающее напряжение усиливается лампой Л2 и транзистором Т20.

6.3. Эмиттерный повторитель восстановления развертки подает отрицательное пилообразное напряжение на мультивибратор восстановления развертки и на усилитель начала развертки.

6.4. Усилитель начала развертки служит для удержания нужной точки запуска развертки. По окончании обратного хода развертки транзистор Т16 открывается и постоянная составляющая с его коллектора подается на катод отсекающего диода Д35, поддерживая на нем постоянное напряжение.

6.5. Мультивибратор восстановления развертки служит для прекращения прямого хода развертки и установления периода блокировки, в течение которого все схемы перебрасываются в исходное состояние до начала нового цикла развертки. Время блокировки определяется временем зарядки блокировочного конденсатора С17-С21 в зависимости от положения переключателя "ВРЕМЯ/ДЕЛ."/>.

В режиме автозапуска, когда исчезают импульсы запуска, со схемы синхронизации через диод Д18 перестает поступать постоянное напряжение. После окончания периода блокировки ток, протекающий по цепи R59 Д12, запускает туннельный диод Д21 и цикл генерации сигнала развертки повторяется снова.

6.6. Схема подготовки к однократному запуску подготавливает генератор развертки к однократному запуску. В этом режиме мультивибратор восстановления развертки работает как триггер. При нажатии кнопки "ГОТОВ" схема открывает транзистор Т13. Транзистор Т14 закрывается и схема восстанавливается для однократного запуска.

7. Усилитель горизонтального отклонения предназначен для усиления входных сигналов и подачи их на горизонтально-отклоняющие пластины. В зависимости от положения переключателя В6 входными сигналами могут быть либо пилообразное напряжение с генератора развертки, либо внешний сигнал со входа Х.

7.1. Входной усилитель усиливает поступающие сигналы и обеспечивает горизонтальное перемещение луча с помощью ручек "ГРУБО" и "ПЛАВНО".

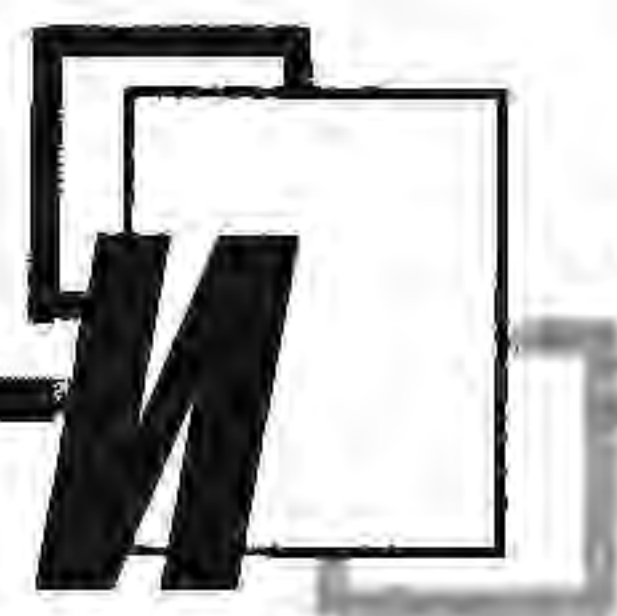
7.2. Фазоинвертор преобразует несимметричный входной сигнал в симметричный. В положениях переключателя В6 "x0,1" и "X" усиление фазоинвертора увеличивается в 10 раз, в результате чего развертка растягивается.

7.3. Выходной усилитель, имеющий два плеча, усиливает входные сигналы до уровня, достаточного для горизонтального отклонения луча по экрану ЭЛТ.

8. Усилитель Z используется для управления яркостью с помощью резистора R51, подсвета прямого хода луча с помощью сигнала от генератора развертки, а также для получения яркостных меток времени при подаче внешнего сигнала на гнездо Z. Входные сигналы поступают на эмиттер транзистора Т1, усиливаются транзисторами Т2-Т4 и подаются на управляющую сетку ЭЛТ.

9. Калибратор служит для проверки чувствительности канала вертикального отклонения и проверки калибровки длительности развертки. Он состоит из генератора (Т1, Т2), усилителя (Т3), эмиттерного повторителя (Т4) и выходного резистивного делителя.

&



ОСЦИЛЛОГРАФ С1-65. РЕМОНТ*

А.Беляков

При возникновении нарушения в работе прибора сначала проверяют правильность подачи исследуемого сигнала, исправность входных кабелей, отсутствие в них обрывов и замыканий. Например, расстройка щупа с делителем 1:10 приводит к искажению фронтов входного сигнала. Далее проверяют положение органов управления на передней панели, так как их неправильное положение может создать видимость несуществующей неисправности. Например, уменьшенная яркость, крайние положения ручек перемещения изображения, неправильное положение переключателя режима запуска развертки приводят к отсутствию линии развертки на экране. Поиск неисправностей начинают с проверки основных напряжений источника питания и, при необходимости, их регулировки.

Регулировку напряжений источника питания проводят в случае отклонения питающих напряжений от номинала более, чем на 10%. После предварительного прогрева прибора в течение 30 мин регулировку начинают со стабилизаторов -10 В и +80 В. Регулировки и контроль основных питающих напряжений производят на плате У7 с помощью подстроечных резисторов: -10 В в точке 4 — резистором R2, +80 В в точке 9 — резистором R20, +10 В в точке 8 — резистором R11.

Разборка прибора и расположение основных узлов

*Окончание. Начало см. Ремонт & Сервис, 2000, № 7, с. 56-58.

Для разборки прибора ослабляют два винта, расположенные на боковых стенках прибора. Снимают верхнюю и нижнюю крышки.

Под верхней крышкой слева от ЭЛТ расположены платы У2 и У3, содержащие элементы выходного усилителя канала Y. В верхней части прибора расположена наиболее сложная плата У4. Она содержит три функциональных узла, разделенные экранирующими перегородками: схему синхронизации (нижняя левая часть), генератор развертки (верхняя левая часть), усилитель горизонтального отклонения (правая часть).

Под нижней крышкой прибора расположены остальные узлы: в правой части — закрытая металлическая коробка с входными цепями усилителя Y и плата У1 (предусилитель вертикального отклонения); в левой части — платы У6 (калибратор), У7 (стабилизаторы источника питания), У8 (выпрямители источника питания); в задней части — высоковольтный преобразователь.

Чтобы снять заднюю панель прибора, необходимо отвернуть четыре винта под ножками-подставками. Под панелью расположена плата У5, содержащая усилитель Z, и панель ЭЛТ. На самой задней панели под крышкой расположены мощные транзисторы источника питания.

Карта напряжений

Для быстрого поиска причин неисправностей в подозреваемых схемах необходимо воспользоваться нижеследующей таблицей.

Таблица (начало)

Обозначение элемента	Коллектор (анод)	Эмиттер (катод)	База (сетка)
Корпус			
T1	+50	+3,4	+4,1
T2	+50	+3,4	+4,1
T3	+35,5	0	+0,77
T4	+65	+35	+36
T5	+65	+35	+36
T6	+44,5	0	+0,68
T7	+6,7	+0,8	+1,38
T8	+6,7	0	+0,79
T9	+17,5	+11,2	+11,9
T10	+17,5	+10,7	+11
T11	+115	+85	+85
T12	+115	+82,5	+85
T13	+117,5	+115,4	+115,4
T14	+117,5	+115	+115
Плата У1			
T1	+0,78	-8,4	-7,7
T2	+3,9	0	+8,4
T3	0	-5,4	-4,6
T4	0	+3,9	+3,5
T5	-7,2	+0,1	-0,2
T6	+0,77	-0,7	0
T7	+6,2	+0,51	+0,83
T8	+9,2	+5,9	+6,2
T9	-7,2	0	-0,28
T10	+4,8	-0,67	0
T11	+4,8	-0,67	0
T12	+4,17	+8,1	+7,4
T13	+4,2	+8,2	+7,5
Л2	+72	+1,44	0
Плата У2			
T1	-3,2	+0,45	0
T2	-3,2	+0,45	0
T3	+1,4	-4,1	-3,4
T4	+1,4	-4,1	-3,4
T5	+3,4	+1	+1,4
T6	+3,4	+1	+1,4
T7	+3,4	+1	+1,4
T8	+3,4	+1	+1,4

Таблица (окончание)

Обозначение элемента	Коллектор (анод)	Эмиттер (катод)	База (сетка)
Плата У4			
T1	+7,4	+0,5	+1,2
T2	+8	+0,5	+1,4
T3	+0,06	+8,5	+8,2
T4	0	+8,7	+8,5
T5	+11,4	-1,1	-0,59
T6	-1,5	+10,2	+10,9
T7	+10,2	-1,28	-0,36
T8	+0,56	0	+0,52
T9	+0,5	+0,51	+1
T10	+0,28	0	+0,77
T11	0	+0,41	+3,1
T12	+2,4	0	+0,02
T13	-1,6	+2,5	+2,3
T14	-1,3	+3,1	+4,1
T15	-0,3	0	-0,32
T16	0	+13,7	+15,7
T17	+0,38	-2,65	-2,3
T18	+8	-2,67	-2,39
T19	0	+11,8	+10,3
T20	+10,2	0	+0,75
T21	+7	0	+0,78
T22	+7,2	0	+0,78
T23	-0,19	+7,7	+7,1
T24	-0,23	+7,9	+7,2
T25	-4,6	+0,8	+0,52
T26	-4,8	+0,75	+0,51
Л1	+80	+2,1	0
Л2	+71	+0,8	-1,2
Плата У5			
T1	+3,2	-0,8	0
T2	+7,4	+2,9	+3,7
T3	+60	+1,85	+2,57
T4	+85	+59	+60
Плата У6			
T1	-0,76	-5,7	-5,2
T2	+0,1	-5,7	-5,2
T3	+39	0	+0,1
T4	+80	+40	+41
Плата У7			
T1	0	-7,1	-6,5
T2	+1,35	-7,1	-6,5
T3	+1,35	-10,6	-10,3
T4	+12	0	+0,7
T5	+12	-0,19	0
T6	+83	0	+0,75
T7	+83	+81	+80
T8	+110	+82	+83
Блок У9			
T1	+30	+1,6	+1,35
T1 (У9-1)	+1,1	-11,1	-10
T2 (У9-1)	+1,9	-10,2	-11,2
T3 (У9-1)	+1,8	+1,1	+2,8
T4 (У9-1)	+10,7	+1,3	+2,8

В ней приведены напряжения на выводах транзисторов и электронных ламп, измеренные относительно шасси вольтметром В7-15. Питающие напряжения +80 В, +10 В, -10 В должны быть установлены с точностью 0,5 В. Органы управления должны быть установлены следующим образом: переключатель режима развертки — в положении "АВТ"; синхронизация — в положении "ВНУТР", "+", "~"; ручки перемещения линии развертки, регулировки яркости и фокусировки, "УРОВЕНЬ", "В.Ч." — в среднем положении; множитель развертки — в положении "x1"; переключатель "ВОЛЬТ/ДЕЛ." — в положении "0,02", переключатель "ВРЕМЯ/ДЕЛ." — в положении "0,1 mS"; калибратор — в положении "1kHz", "50V". Напряжения в приборе не должны отличаться от указанных значений более чем на 20%.

Напряжения подогревателей электронных ламп: Л2 (У1) — 6 В, Л1 (У4) — 6,5 В, Л2 (У4) — 6,1 В.

Напряжения на выводах ЭЛТ: 1, 14 — 6,3 В; 2 — 1,9 кВ; 3 — 1,98 кВ; 4 — 1,53 кВ; 5 — 26 В; 7 — 0...50 В; 9 — 71 В; 10 — 0. Высокие напряжения на электродах ЭЛТ измерены киловольтметром типа С50/8. Напряжение подогревателя ЭЛТ измерено между выводами 1 и 14.

Возможные неисправности
При включении прибора перегорает предохранитель или перегревается силовой трансформатор

Проверяют правильность установки тумблера выбора напряжения питающей сети. Контролируют напряжения на выходах выпрямителей (плата У8 и диоды

Д2, Д3 (корпус)), на выходных обмотках трансформатора в режиме холостого хода. Неисправность может быть вызвана пробоем выпрямительных диодов, фильтрующих конденсаторов С44-С48, либо коротким замыканием в обмотках трансформатора Тр1. Напряжения на выводах трансформатора Тр1 должны быть следующие: 1, 2 — 2,4 В; 3, 4 — 9,6 В; 5, 6 — 1300 В; 5, 7 — 1420 В; 8, 9 — 1110 В; 8, 10 — 1300 В.

Прибор не включается, не загорается лампочка "Сеть"

Проверяют исправность сетевого кабеля, тумблера включения прибора, сетевого предохранителя Пр3, входной обмотки силового трансформатора.

Нет луча на экране ЭЛТ

Проверяют контакт панели ЭЛТ. Контролируют напряжения на выводах ЭЛТ.

Если нет напряжения подогревателя, то проверяют обмотку 20-21 силового трансформатора

Если нет одного из высоких напряжений, то проверяют линии питания, ведущие от высоковольтного блока У9. Возможно, неисправен блок У9 либо выпрямитель напряжения +27 В.

Измеряют напряжение на вертикально-отклоняющих пластинах (контрольные точки КТ1, КТ2 на плате У2). Линия развертки должна находиться в пределах экрана при напряжении менее 15 В. Если напряжение больше и при вращении регулятора положения изображения по вертикали напряжение не уменьшается, то неисправен усилитель У. Ручку регулятора устанавливают в среднее положение. Поиск неис-



правного элемента производят от выхода ко входу, измеряя напряжения на выводах выходных транзисторов и транзисторов на платах У2, У1.

Проверяют напряжение на горизонтально-отклоняющих пластинках (контрольные точки КТ17, КТ18 на плате У4). Линия развертки должна находиться в пределах экрана при напряжении менее 100 В. Если напряжение больше и при вращении регулятора смещения по горизонтали ("ГРУБО") напряжение не уменьшается, то неисправен усилитель Х. Ручку регулятора устанавливают в среднее положение и проверяют элементы усилителя Х.

Если нет напряжения на выводе 5 ЭЛТ, то неисправен усилитель Z.

Плохая фокусировка

Проверяют элементы R72, R89-R91 на корпусе. При необходимости подстраивают фокусировку резисторами R90, R91.

Видны линии обратного хода

Неисправен усилитель Z.

Нет осциллограммы, линия развертки находится в центре экрана и не перемещается по вертикали

Неисправность в предусилителе вертикального отклонения. Проверяют режимы транзисторов Т2, Т3, Т4, Т10, Т11 (У1) по постоянному току.

Нет осциллограммы, линия развертки по вертикали перемещается

Неисправны входные цепи усилителя У (до транзистора Т2). На вход подают сигнал с калибратора и проверяют его прохождение через входную цепь, входной атте-

нюатор, катодный повторитель и катодный аттенюатор. Наиболее вероятен выход из строя транзистора Т1 (У1) из-за перегрузки входным сигналом.

Неправильные показания амплитуды сигнала

Проверить правильность положения ручки плавной регулировки усилителя У.

Откалибровать усиление по вертикали с помощью резистора R23 (корпус).

Нет горизонтальной развертки во всех режимах

Переключатель режима запуска развертки переводят в положение "АВТ.". При отсутствии входного сигнала измеряют напряжение в контрольной точке КТ5 (У4). Если его значение положительное, то неисправна схема синхронизации. Проверяют элементы Л1, Т1-Т3 (У4). Если напряжение в контрольной точке КТ5 нулевое или отрицательное, то проверяют наличие пилообразного напряжения развертки на выходе гнезда Гн1. Если его нет, то неисправен генератор развертки. Проверяют элементы Т13-Т20, Л2 (У4). Если напряжение развертки есть, то проверяют переключатель Вб-2в и усилитель Х.

Нет горизонтальной развертки в автоматическом режиме при отсутствии входного сигнала

Неисправна схема автосинхронизации. Проверяют транзисторы Т4-Т7 (У4). При наличии входного периодического сигнала в контрольной точке КТ5 не должно быть положительного напряжения.

Не работает режим однократного запуска

Неисправна схема подготовки к однократному запуску. Устанавливают однократный режим развертки. Проверяют элементы Т10-Т13 (У4). В исходном состоянии транзистор Т10 должен быть открыт, а транзисторы Т11-Т13 — закрыты. После нажатия кнопки "ГОТОВ" состояния транзисторов должны измениться на противоположные.

Луч не перемещается по горизонтали

Неисправен усилитель Х. Проверяют резисторы R32, R33 (корпус) и транзисторы Т21-Т26 (У4), Т3-Т6 (корпус).

Нет синхронизации от всех источников

Неисправна схема синхронизации. Проверяют элементы Л1, Т1-Т3, Тр1, Д20 (У1). Контролируют прохождение синхросигнала в контрольных точках КТ1, КТ3, КТ6.

Нет синхронизации от внутреннего источника

Неисправен предусилитель синхронизации. Проверяют транзисторы Т5-Т9 (У1), контролируют наличие синхросигнала в контрольных точках КТ3, КТ4.

Нет синхронизации от сети

Проверяют наличие переменного напряжения 9 В на обмотке 15-16 сетевого трансформатора и его прохождение через переключатель В3-2.

Не работает калибратор

Проверяют переключатель В9 и элементы платы У6.