

ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСОВ КАЛИБРОВАННОЙ АМПЛИТУДЫ

В соответствии с изменением технических условий генератора Г5-53 питание генератора от сети переменного тока напряжением $115 \pm 6\text{В}$ частотой 400 ± 12 Гц исключено и заменено напряжением $220 \pm 11\text{В}$, частотой 400 ± 12 Гц.

Соответственно этому исключен из схемы преобразователя микротумблер МТ-1 переключения сети "220В, 50 Гц" - "115В, 400 Гц".

ВНИМАНИЕ !

Короткое замыкание или перегрузка выходного каскада генератора недопустима.

Отказ прибора по указанным причинам не является основанием для предъявления претензий по качеству к заводу-изготовителю.

В данном техническом описании введен раздел "Проверка прибора", выполненный в соответствии с ГОСТ 8206-76.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Введение	4
2. Назначение	4
3. Технические данные	4
4. Состав изделия	6
5. Устройство и работа генератора	7
5.1. Структурная схема генератора	7
5.2. Тактовый генератор	8
5.3. Формирователь импульсов	12
5.4. Формирователь задержанного импульса	13
5.5. Выходной формирователь	16
5.6. Преобразователь	17
5.7. Источник питания выходного формирователя	18
5.8. Выпрямители	18
5.9. Атеннаторы	19
5.10. Конструкция генератора	20
6. Маркирование и пломбирование	20
7. Тара и упаковка	20
8. Указания мер безопасности	20
9. Подготовка к работе	21
10. Порядок работы	21
10.1. Расположение органов управления и индикации	21
10.2. Работа с прибором	22
11. Методы и средства проверки. Измерения параметров.	
Регулирование и настройка	22
11.1. Контрольно-измерительные приборы	22
11.2. Порядок подготовки к проведению измерений	23
11.3. Методика проверки генератора	23
11.3.1. Технические характеристики генератора, подлежащие проверке	23
11.3.2. Порядок и методика проведения измерений и оценки результатов измерений	23
11.3.3. Регулирование и настройка	27
12. Проверка технического состояния генератора	28
13. Возможные неисправности и методы их устранения	29
13.1. Порядок разборки генератора	29
13.2. Возможные неисправности и методы их устранения	30
14. Карты напряжений и обмоточные данные	31
14.1. Напряжение на выходах транзисторов в каскадах генератора	31
14.2. Напряжение на входах и выходах узлов, выполненных на микросхемах	34
14.3. Обмоточные данные трансформаторов	35
14.4. Обмоточные данные дросселей	37
15. Карты расположения узлов и деталей генератора	37
16. Правила хранения	45
17. Консервация и расконсервация	45

Приложения

	Стр.
Приложение 1. Схема электрическая принципиальная генератора импульсов калиброванной амплитуды Г5-53	46
Приложение 2. Схема электрическая принципиальная тактового генератора КГМ-1	47
Приложение 3. Схема электрическая принципиальная делителя частоты КГМ-2	50
Приложение 4. Схема электрическая принципиальная формирователя импульсов КЗ1	52
Приложение 5. Схема электрическая принципиальная формирователя задержанного импульса КЗМ-1	53
Приложение 6. Схема электрическая принципиальная формирователя задержанного импульса КЗМ-2	56
Приложение 7. Схема электрическая принципиальная выпрямителя КЗ2	58
Приложение 8. Схема электрическая принципиальная стабилизатора I КЗ4	59
Приложение 9. Схема электрическая принципиальная стабилизатора II КЗ5	61
Приложение 10. Схема электрическая принципиальная выходного формирователя III	64
Приложение 11. Схема электрическая принципиальная преобразователя	66
Приложение 12. Схема электрическая принципиальная преобразователя КЗ3	66

1. ВВЕДЕНИЕ

Техническое описание и инструкция по эксплуатации предназначены для изучения генератора и содержат описание его устройства и принципа действия, технические характеристики и методику их проверки, принципиальные схемы, а также сведения, необходимые для правильной эксплуатации (использования, транспортирования, хранения и технического обслуживания) генератора и поддержания его в постоянной готовности к действию.

В техническом описании приняты следующие обозначения:

- T - период повторения импульсов (мкс),
- t - длительность импульса (мкс),
- T_{мах} - максимальная длительность на поддиапазоне (мкс),
- D - временной сдвиг (задержка) (мкс),
- D_{мах} - максимальный временной сдвиг на поддиапазоне (мкс),
- U - амплитуда импульса (В),
- ТД - туннельный диод,
- ГНН - генератор пилообразного напряжения.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

Генератор импульсов Г5-53 представляет собой источник импульсных сигналов калиброванной амплитуды с широким диапазоном периода повторения, длительности импульсов и временного сдвига.

Генератор предназначен для настройки и регулировки различных импульсных схем и приборов, измерения переходных характеристик четырехпольников, измерения характеристик амплитудных анализаторов и дискриминаторов, определения погрешности измерения амплитуды вольтметрами и осциллографами.

Генератор может эксплуатироваться при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от 5 до 40°C;
- относительная влажность до 95% при температуре 30°C;
- атмосферное давление 100000±400 Н/м² (760±30 мм рт.ст.);
- напряжение питающей сети 220±22 В, частотой 50±0,5 Гц или 115±6 В, частотой 400⁺²⁸₋₁₂ Гц с содержанием гармоник до 5%.

Нормальной температурой считается температура окружающего воздуха 20±5°C.

По назначению и классу точности генератор относится к группе U₃T₁₀C₁₀D₁₀ ГОСТ III13-I4.

Внимание! Во время работы с прибором Г5-53 вид запуска, величину периода повторения, временного сдвига, длительности и полярности выходных импульсов устанавливаются путем нажатия кнопок соответствующих переключателей на лицевой панели.

В случае, если все кнопки одного из переключателей отжаты, прибор оказывается в нерабочем состоянии и появляющееся на его выходе импульсное напряжение возникает в результате случайных внутренних электрических процессов.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Генератор Г5-53 одноканальный с непрерывной последовательностью импульсов. Основные импульсы генератора прямоугольной формы и положительной или отрицательной полярности.

3.2. Длительность основных импульсов плавно регулируется от 0,3 мкс до 1 с по поддиапазнам:

0,3 - 1 мкс ("0,1"),	1-10 мс ("10 ³ "),
1 - 10 мкс ("1"),	10-100 мс ("10 ⁴ "),
10-100 мкс ("10"),	0,1-1 с ("10 ⁵ "),
100-1000 мкс ("10 ² "),	

3.3. Погрешность установки длительности импульсов в рабочем интервале температур и при изменении напряжения сети не превышает $\pm(0,1\% + 30 \text{ нс})$.

3.4. Паразитная модуляция длительности импульсов не более $(0,002\% + 0,0002\%_{\text{max}} + 20 \text{ нс})$.

3.5. Максимальная амплитуда основных импульсов не менее 10 В на внешней согласованной нагрузке $50 \pm 0,25 \text{ Ом}$.

Регулировка амплитуды основных импульсов на выходе генератора без выносных аттенуаторов осуществляется в диапазоне 1-10 В. Дискретность регулировки амплитуды на выходе встроенного аттенуатора 1 мВ.

Погрешность установки амплитуды основных импульсов на выходе генератора в нормальных условиях не превышает $\pm(0,01\% + 5 \text{ мВ})$.

3.6. В комплекте генератора имеются внешние фиксированные аттенуаторы с ослаблением 20 и 40 дБ (10 и 100 раз).

Погрешность установки амплитуды основных импульсов на выходе аттенуаторов не превышает $\pm 0,03\%$

3.7. Погрешность установки амплитуды основных импульсов в рабочем интервале температур и при изменении напряжения сети не превышает на выходе генератора $\pm(0,015\% + 10 \text{ мВ})$, на выходе фиксированных аттенуаторов $\pm 0,045\%$.

3.8. Паразитная модуляция амплитуды основных импульсов не превышает 0,1% от установленной амплитуды.

3.9. Минимальная допустимая скважность основного видеосигнального сигнала на выходе генератора не менее 2-х.

3.10. Длительность фронта основных импульсов не превышает 20 нс на внешней согласованной нагрузке 50 Ом .

3.11. Длительность среза основных импульсов не превышает 50 нс на внешней согласованной нагрузке 50 Ом .

3.12. Неравномерность на вершине основных импульсов и в паузе между импульсами не превышает 1% от установленной амплитуды.

Выбросы после фронта и среза основных импульсов не превышают 1% от установленной амплитуды.

3.13. Время установления заданной величины неравномерности не превышает 75 нс.

3.14. Временной сдвиг (задержка) основного импульса на выходе генератора относительно синхроимпульса плавно регулируется от 0 до 100 мкс по поддиапазнам:

0 - 1 мкс ("0,1"),
1 - 10 мкс ("1"),
10 - 100 мкс ("10"),

3.15. Погрешность установки временного сдвига в рабочем интервале температур и при изменении напряжения сети не превышает $\pm(0,1\% + 30 \text{ нс})$.

3.16. Паразитная модуляция переменного сдвига основного импульса не превышает $(0,002\% + 0,0002\%_{\text{max}} + 10 \text{ нс})$.

3.17. Период повторения основных импульсов при внутреннем запуске плавно регулируется от 1 мкс до 10 с по поддиапазнам:

1 - 10 мкс ("1"),	1 - 10 мс ("10 ³ "),
10 - 100 мкс ("10"),	10 - 100 мс ("10 ⁴ "),
100 - 1000 мкс ("10 ² "),	0,1 - 1 с ("10 ⁵ "),
	1 - 10 с ("10 ⁶ "),

3.18. Погрешность установки периода следования в рабочем интервале температур и при изменении напряжения сети не превышает $\pm 0,1\%$.

3.19. В генераторе обеспечивается внешний запуск импульсами обеих полярностей длительностью более 0,1 мкс, частотой повторения от одиночных импульсов до 1 МГц, амплитудой от 1 до 10 В, а также синусоидальным напряжением частотой от 5 Гц до 1 МГц, амплитудой 1-10 В.

3.20. В генераторе предусмотрен разовый механический пуск, обеспечивающий однократный сигнал на выходе.

3.21. В генераторе предусмотрен импульс синхронизации, синхронный с основным импульсом, со следующими параметрами на внешней согласованной нагрузке 50 Ом :

полярность положительная;

максимальная амплитуда 10-15 В;
 минимальная амплитуда не более 5 В;
 длительность не более 300 нс;
 длительность фронта не более 30 нс;
 неравномерность вершины импульса и в паузе между импульсами не более 10% от амплитуды.

3.22. Временной сдвиг синхронизуется относительно импульса внешнего запуска не более 0,4 мкс при длительности фронта запускающего импульса не более 50 нс.

3.23. Сопротивление входа внешнего запуска не менее 5 кОм.

3.24. Электрическая прочность изоляции цепи питания прибора выдерживает без пробоя испытательное напряжение 1000 В (амплитудное) в нормальных условиях и 600 В при повышенной влажности.

Сопротивление изоляции указанной цепи относительно корпуса не менее 20 МОм в нормальных условиях и не менее 1 МОм при повышенной влажности.

3.25. Питание генератора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 ± 22 В, частотой $50 \pm 0,5$ Гц или 115 ± 6 В, частотой 400 ± 28 Гц и содержанием гармоник до 5%.

3.26. Мощность, потребляемая прибором от сети при номинальном напряжении, не более 100 В·А.

3.27. Время самопрогрева не более 15 мин.

3.28. Время непрерывной работы 8 ч.

3.29. Среднее время безотказной работы не менее 1000 ч.

3.30. Габаритные размеры прибора 490x175x355 мм. Габаритные размеры в транспортной таре 1020x536,4x636,8 мм.

Габаритные размеры прибора в укладочном ящике 742x340x449 мм.

3.31. Масса прибора 16 кг.

Масса прибора в укладочном ящике не более 40 кг.

Масса прибора в транспортной таре 70 кг.

4. СОСТАВ НАДЕЛИ

Состав изделия перечислен в табл. 1.

Таблица 1

Наименование	Обозначение	Количество
1. Генератор импульсов калиброванной амплитуды П5-53		1
2. Комплект принадлежностей и запасных частей в ящике ЗИП:	4.161.126	1
предохранитель ВПИ-1-2А		20
предохранитель ВПИ-1-1А		10
реле РЭС-15	4.591.001 П2	2
кабель в/ч	4.851.082-9 Сп	1
кабель в/ч	4.851.081-26 Сп	2
сетевой шнур	4.860.023 Сп	1
нагрузка 50 Ом	2.727.133	1
нагрузка 50 Ом, 4 Вт	2.243.036 Сп	1
аттенуатор 20 дБ	2.727.132	1
аттенуатор 40 дБ	2.727.131	1
планг переходной	4.850.019 Сп	1
насадка с зажимами	4.860.000 Сп	1
плата	4.079.033 Сп	1
3. Укладочный ящик	4.161.129	1
4. Техническое описание и инструкция по эксплуатации		1
5. Формуляр		1

50 Гц или 115 В, 400 Гц в напряжении прямоугольной формы, амплитудой 40 В, частотой 1000 Гц, которое далее выпрямляется выпрямителями.

Выпряженными напряжениями питаются все схемы генератора. Временные диаграммы (рис. 2) иллюстрируют работу генератора в режиме внутреннего запуска с периодом повторения импульсов T при длительности выходного импульса τ и задержке относительно синхросигнала D . Характер диаграммы не изменяется и при внешнем запуске.

5.2. ТАКТОВЫЙ ГЕНЕРАТОР

Тактовый генератор предназначен для формирования импульсов внутреннего запуска генератора в диапазоне периодов от 1 мкс до 10 с.

Тактовый генератор содержит автогенератор, выдающий импульсы с периодом повторения 1-100 мкс (кассета КИМ-1), и делитель, позволяющий перекрыть диапазон периодов от 100 мкс до 10 с (кассета КИМ-2). Весь диапазон периодов разбит на 7 поддиапазонов с плавной десятикратной регулировкой внутри поддиапазона.

Структурная схема тактового генератора представлена на рис. 3, временные диаграммы - на рис. 4. Основу схемы автогенератора составляет генератор пилообразного напряжения (ГПН). При сравнении пилообразного напряжения с опорным напряжением в момент их равенства выделяется импульс с временным сдвигом, определяемым величиной опорного напряжения.

Как видно из структурной схемы, автогенератор имеет две одинаковые схемы формирования, содержащие эмиттерный повторитель, усилитель ГПН и схему сравнения, управляемую опорным напряжением ($U_{оп}$). Работой ГПН управляет симметричный триггер 1, определяющий очередность работы "плеч", а импульсы сравнения, в свою очередь, через трансформаторный усилитель 10 управляют работой триггера, т.е. имеется петля положительной обратной связи, которая обеспечивает генерирование последовательности импульсов. Так как наклон "пилы", вырабатываемой в каждом "плече", одинаков и опорное напряжение едино, на выходе триггера получается периодическая последовательность прямоугольных импульсов одинаковой длительности при скважности, равной 2.

Импульсы триггера одного "плеча" дифференцируются и через усилитель-формирователь 9 поступают на выходной каскад 14, расположенный на касете КИМ-2. Таким образом, сформированная автогенератором последовательность импульсов имеет период повторения в два раза больше, чем выходные импульсы.

Весь плавно перекрываемый диапазон автогенератора разделен на два поддиапазона, и переключение осуществляется переключателем "МНОЖИТЕЛИ", расположенным на передней панели генератора (В1, приложение 1). При переключении поддиапазонов переключаются заряды емкости ГПН одновременно в обоих плечах.

Плавное изменение периода осуществляется потенциометром (R6, приложение 1), расположенным

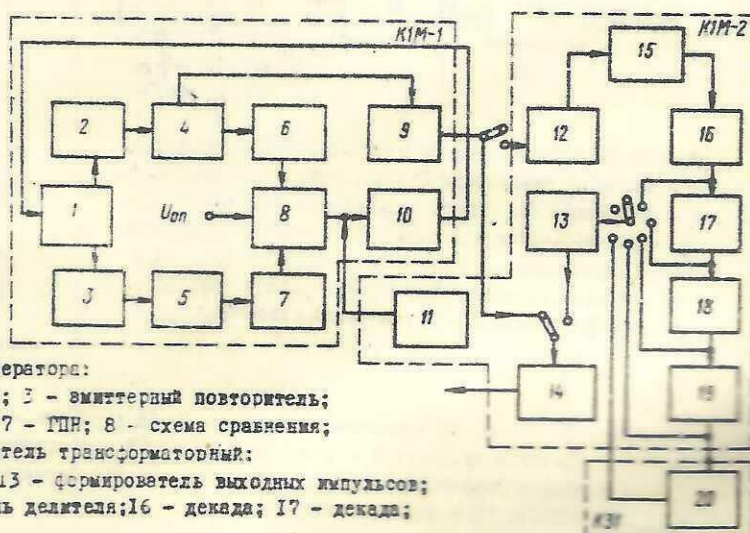


Рис. 3. Структурная схема тактового генератора:

- 1 - триггер; 2 - эмиттерный повторитель; 3 - эмиттерный повторитель;
- 4 - усилитель; 5 - усилитель; 6 - ГПН; 7 - ГПН; 8 - схема сравнения;
- 9 - усилитель-формирователь; 10 - усилитель трансформаторный;
- 11 - схема подготовки; 12 - усилитель; 13 - формирователь выходных импульсов;
- 14 - выходной каскад; 15 - формирователь делителя; 16 - декада; 17 - декада;
- 18 - декада; 19 - декада; 20 - декада

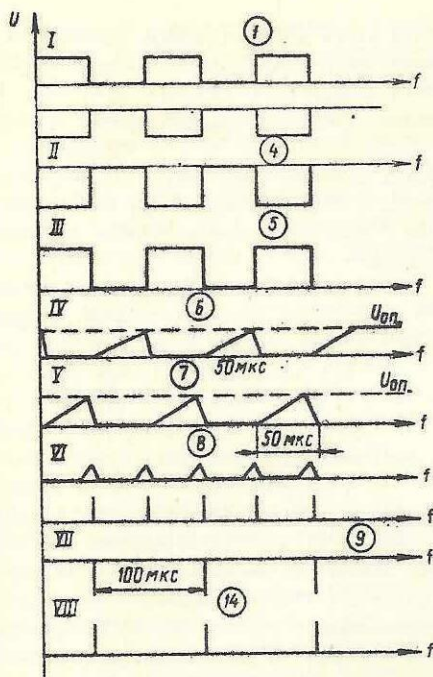


Рис. 4. Временные диаграммы тактового генератора:

I - импульс триггера; II - импульс усилителя; III - импульс усилителя; IV - импульс ГЧН; V - импульс ГЧН; VI - импульс сравнения; VII - импульс усилителя-формирователя; VIII - выходные импульсы

на передней панели и связанным со шкалой "ПЕРИОД Δt ". Схема подготовки II (рис. 3) обеспечивает работу автогенератора сразу же после подачи напряжения питания.

Для деления частоты используется частотно-независимый декадный делитель. Он состоит из формирователя I5 и пяти декад I6, I7, I8, I9, I0. Пятая декада расположена на каскаде формирователя импульсов I3I (приложение 4). С усилителя I2 (рис. 3) импульсы поступают на формирователь импульсов I5, а затем на декады.

Каждая декада осуществляет деление на 10. Весь счетчик обеспечивает коэффициент деления 10^5 .

Поделенная последовательность импульсов поступает через формирователь выходных импульсов I3 на выходной каскад I4. Итак, при работе тактового генератора в диапазоне 1-100 мкс (поддиапазоны "I"- "I0") на выходной каскад поступают импульсы после усилителя 9, при работе блока в диапазоне 100 мкс-10 с (поддиапазоны "I0²"-"I0⁶") на выходной каскад поступают импульсы декадных делителей с формирователя I3.

Принципиальная электрическая схема каскады КИМ-I приведена в приложении 2.

Управляющий триггер собран по типовой схеме ненасыщенного симметричного триггера со счетным запуском на транзисторах IT308B (I2,22).

Эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе IT308A (3I,34), обеспечивает высокоомную нагрузку плеч триггера и является источником входного напряжения усилителя, управляющего работой генератора пилообразного напряжения.

Усилитель собран на транзисторе П609А (52,53) по схеме с нелинейной обратной связью, обеспечивающей работу транзистора в ненасыщенном режиме.

Диоды 48, 49 ограничивают положительное напряжение между эмиттером и базой запятого транзистора.

Формирование пилообразного напряжения осуществляется схемой интегратора. Роль коммутирующего элемента выполняют диоды 2Д503Б (57, 59).

Диоды 78, 79 являются диодами привязки уровня и обеспечивают сокращение времени восстановления пилообразного напряжения. При включении блока перепады напряжения с управляющего триггера передаются на усилитель, управляющий ГЧН. Отрицательный перепад с триггера открывает транзистор 52 усилителя, положительный перепад которого запирает диод 57.

Заряд конденсатора 68 через сопротивление 69. Величина пилообразного напряжения и его длительность определяются величиной установленного опорного напряжения, и как только напряжение ГЧН достигает опорного напряжения, появляется импульс, который возвращает схему в исходное состояние.

В схеме сравнения в качестве сравнивающего элемента использованы диоды 2Д503Б (83,84), которые отпираются при достижении линейно-нарастающим напряжением величины опорного. Схемой формирования импульса сравнения служит амплитудный дискриминатор, собранный на транзисторах ИТ311Б (93, 104) (триггер Шмидта). Порог срабатывания схем 0,2 В. Источник питания схемы амплитудного дискриминатора изолирован от корпуса I24, I26-I29, I31.

Импульс, снимаемый с коллектора транзистора I04, дифференцируется цепочкой I07, I09.

После дифференцирования импульс поступает на усилитель. Усилитель собран на транзисторе ИТ311Б (I13) с трансформатором I14 в коллекторе. Положительный импульс с трансформатора поступает на управляющий триггер. После опрокидывания триггера происходит следующее:

транзистор 52 усилителя запирается,

диод 57 открывается,

конденсатор 68 разряжается через диод 57 и сопротивление 51.

В это время начинает работать второе "плечо":

транзистор 53 усилителя открывается,

диод 59 запирается,

конденсатор 74 заряжается через сопротивление 72, 73 до тех пор, пока линейно-нарастающее напряжение не достигнет уровня опорного напряжения.

В момент равенства обоих напряжений на выходе транзистора 53 появится импульс, который вновь опрокинет триггер, и процесс повторится сначала. Так как в схеме автогенератора используется одно опорное напряжение и времязадающие цепочки выбраны одинаковыми в обоих плечах, то на выходе транзистора I13 появляются импульсы через одинаковые промежутки времени (период повторения 0,5-50 мкс). Прямоугольные импульсы с эмиттерного повторителя 31 через дифференцирующую цепочку 80, 81 поступают на усилитель-формирователь на транзисторе ИТ311Б (92). Таким образом, на выход подается последовательность импульсов с периодом, определяемым суммарной длительностью пилообразного напряжения одного "плеча" автогенератора. Опорное напряжение подается через термокомпенсационную цепочку на диодах D223 (I18, I21, I22) на схему сравнения (83,84,89). На каскаде делителя частоты КИМ-2 (приложение 3) расположены следующие функциональные узлы: формирователи-делители на I0 (декады), выходной каскад, усилитель-формирователь выходных импульсов делителя, буферный усилитель, каскад подготовки. Каскад подготовки состоит из блокинг-генератора на транзисторе 2Т301Г, работающего в автоколебательном режиме, и схемы "запрета", осуществленной на диоде 36 и конденсаторе 32. Выход схемы "запрета" подключен к транзистору 53 (каскад КИМ-1).

Когда автогенератор не работает, выходные импульсы блокинг-генератора через открытый диод 36 (КИМ-2) попадают на транзистор I13 (каскад КИМ-1) и далее на вход управляющего триггера, чем и обеспечивается запуск автогенератора. При работе автогенератора положительные импульсы с выхода управляющего усилителя 53 (каскад КИМ-1) через диод 38 (КИМ-2) заряжают конденсатор 32 до напряжения 7В. Это напряжение запирает диод 36, и импульсы с выхода блокинг-генератора не проходят на выход схемы подготовки. Разряд емкости 32 осуществляется через обратное сопротивление диодов 36, 38 и его постоянная времени больше, чем максимальный период повторения импульсов автогенератора (100 мкс). Поэтому во время работы автогенератора конденсатор 32 поддерживается заряженным, а диод 36 закрытым.

Буферный усилитель на транзисторе ИТ308А (6) разделяет "кольцо" автогенератора и делителя частоты.

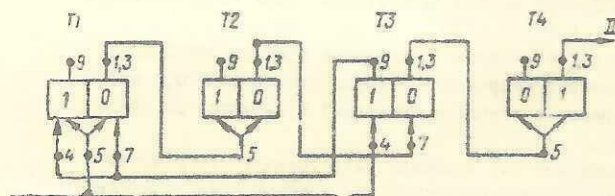


Рис. 5. Структурная схема декады:

I - вход; II - выход;

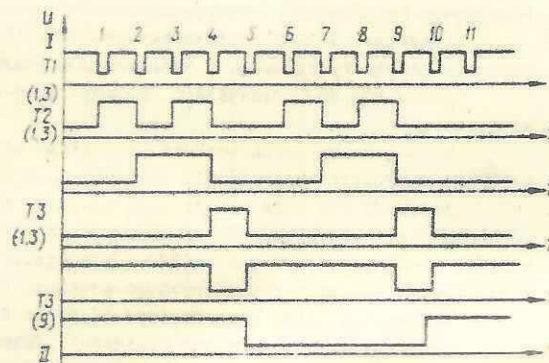


Рис. 6. Временные диаграммы декады:

I - вход; II - выход

Выходной каскад представляет собой усилитель на транзисторе IT308A (66). Формирователь на микросхеме 2ЛБ171Б формирует отрицательный перепад для запуска декады.

Формирователь выходных импульсов декады состоит из дифференцирующей цепочки 52, 53 и усилителя на транзисторе IT311Б (57).

Делитель частоты содержит 5 декад. Каждая декада выполнена на базе интегральных гибридных микросхем типа 2ТК171А. Микросхема 2ТК171А представляет собой триггер с комбинированным запуском. Структурная схема декады приведена на рис. 5. Декада состоит из четырех триггеров. Первые три образуют делитель на 5, а последний триггер — на 2.

Рассмотрим работу декады. Временные диаграммы изображены на рис. 6. Примем за исходное состояние декады такое, когда у первых трех триггеров закрыты левые транзисторы, а у четвертого — правый. Входные импульсы подаются на счетный вход 5 первого триггера и раздельный вход 4 третьего триггера. Первый входной импульс не переворачивает третий триггер, так как его левый транзистор закрыт.

Так как на выходе 4 и 7 первого триггера подан высокий уровень напряжения с выхода 9 третьего триггера, его счетный вход не блокирован, и первый входной импульс переворачивает его. Второй триггер не изменит при этом своего состояния, так как на правом плече первого триггера появляется положительный перепад напряжения, который не является запускающим для микросхемы 2ТК171А. Второй входной импульс вновь опрокидывает первый триггер. При этом отрицательный перепад на его правом плече опрокидывает второй триггер. Третий триггер не изменяет при этом своего состояния, так как перепад на правом плече второго триггера положительный. Третий входной импульс опрокидывает только первый триггер, а второй и третий триггеры своего состояния не меняют, так как перепад на правом плече первого триггера положительный. Четвертый входной импульс опрокидывает первый триггер, отрицательный перепад первого триггера опрокидывает второй, а последний по раздельному входу 7 опрокидывает третий триггер. На выходе 9 третьего триггера и, следовательно, на входах 4 и 7 первого триггера появляется низкий уровень напряжения, который блокирует счетный вход первого триггера. Следующий пятый входной импульс не изменяет состояния первого и второго триггеров, но по раздельному входу 4 переводит в исходное состояние третий триггер. При этом три первых триггера оказываются в исходном состоянии, а четвертый переворачивается под действием отрицательного перепада правого плеча третьего триггера. Под действием шестого, седьмого, восьмого, девятого и десятого импульсов цикл работы первых трех триггеров повторяется, а четвертый триггер с приходом десятого импульса приходит в исходное состояние. Как видно из временных диаграмм, период повторения импульсов на выходе делителя в десять раз больше периода повторения импульсов на входе. Табл. 2 показывает состояния триггеров в зависимости от числа пришедших на вход делителя импульсов. Импульсом с выхода 1, 3 четвертого триггера декады поступают на формирователь выходного импульса. Запуск каждой последующей декады осуществляется импульсами с выхода 1, 3 четвертого триггера предыдущей декады.

Таблица 2

Число импульсов	T1	T2	T3	T4
0	10	10	10	01
1	01	10	10	01
2	10	01	10	01
3	01	01	01	01
4	10	10	10	10
5	10	10	10	10
6	01	10	10	10
7	10	01	10	10
8	01	01	10	10
9	10	10	01	10
10	10	10	10	01

1 — закрытый транзистор
0 — открытый транзистор

Выбор коэффициента деления, т.е. количество работающих декад, осуществляется переключателем "МНОЖИТЕЛИ", "10²" — "10⁶".

5.3. ФОРМИРОВАТЕЛЬ ИМПУЛЬСОВ

Формирователь (рис. 7 и приложение 4) содержит две схемы формирования, одна из которых формирует пусковой импульс, а другая - синхриимпульс.

Формирователь расположен на каскаде КЭ. Здесь же размещены схемы разового пуска, формирователь (II) импульса запуска выходного формирователя генератора и последняя декада тактового генератора - функционально не связанные между собой схемы.

На вход кассеты КЗІ в зависимости от режима запуска генератора подаются либо импульсы с выхода тактового генератора, либо напряжение внешнего запуска или разового пуска. Выбор вида запуска осуществляется переключателем "ЗАПУСК", расположенным на передней панели (В2, приложение I). Напряжение с переключателя через двухсторонний ограничитель на диодах (2Д503Б) ДІ—Д4, ограничивающий сигнал на уровне $\pm 0,25$ В, и через эмиттерный повторитель поступает на дискриминатор (приложение 4).

Эмиттерный повторитель (Т1) и дискриминатор (Т2, Т3) собраны на одной микросхеме 2НТ171 (рис.8).

Дискриминатор представляет собой переключатель тока, в коллекторных цепях которого стоят туннельные диоды 3И306М, выполняющие роль пороговых элементов.

Эмиттерная цепь транзисторного ключа представляет собой генератор тока. Для нормальной работы ТД через ключ задан ток 10 мА.

В зависимости от величины полярности смещения, подаваемого в базу транзистора ТЗ, а также от величины и полярности перепада входного сигнала, поступающего на базу транзистора Т2, ток идет либо в правый, либо в левый транзистор токового ключа. При поступлении на базу транзистора Т2 положительного перепада транзистор Т2 открывается, а транзистор ТЗ закрывается в тот момент, когда величина перепада достигнет уровня смещения, установленного на его базе.

На время действия входного сигнала положительной полярности транзистор Т2 открывается, а Т3 закрывается.

В коллекторных цепях излучаются перепады токов, которые управляют работой пороговых элементов. Туннельные диоды (ТД) с соответствующими коллекторными сопротивлениями представляют собой одновибратор. Характеристика ТД приведена на рис. 9.

Точка "А" соответствует ТД в коллекторной цепи открытого транзистора, а точка "В" - ТД, стоящему в цепи закрытого транзистора.

При смене полярности входного импульса рабочие точки диодов меняются местами. Параллельно ТД

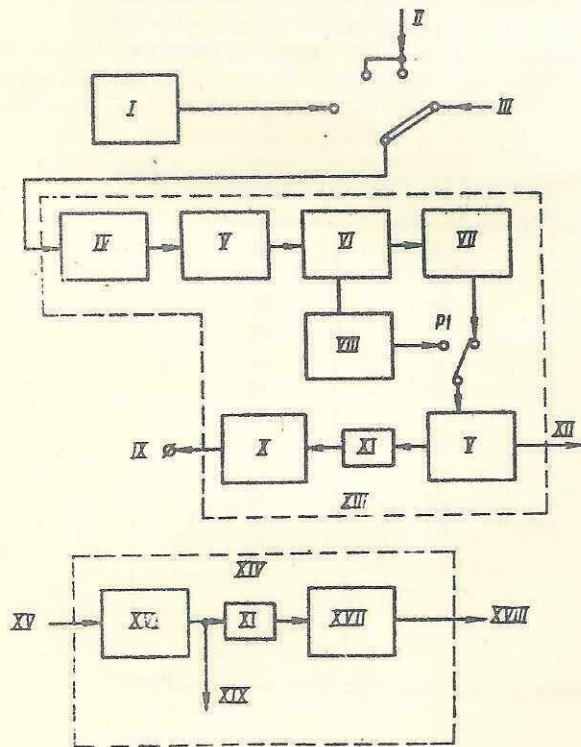


Рис. 7. Структурная схема формирователя импульсов:
I - схема разового пуска; II - внешний запуск;
III - от тактового генератора; IV - ограничитель;
V - эмиттерный повторитель; VI - дискриминатор;
VII - усилитель; VIII - усилитель; IX - синхроимпульс;
X - формирователь синхроимпульса; XI - линия
задержки; XII - пусковой импульс; XIII - формирователь I;
XIV - формирователь II; XV - выход КЭМ-I "ЗАДЕРЖКА";
XVI - инвертор; XVII - формирователь; XVIII - запуск
выходного формирователя; XIX - обрыв КЭМ-I "ЗАДЕРЖКА",
запуск КЭМ-I "ДЛИТЕЛЬНОСТЬ".

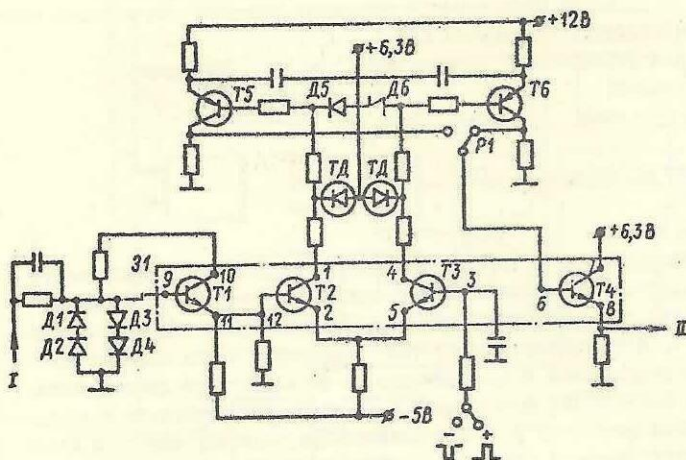


Рис. 8. Электрическая схема формирователя на микросхеме 2HT171:
I - вход; II - выход

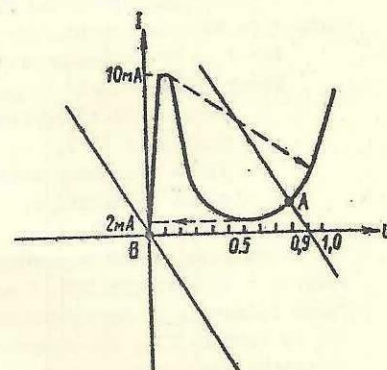


Рис. 9. Характеристика туннельного диода 3И306М

стоят диоды 2Д503Б для ограничения тока в момент работы ТД на диффузионной ветви и служат для его защиты.

Дискриминатор, выполненный на токовом ключе с пороговыми элементами в коллекторных цепях, обладает высоким быстродействием и малой петлей гистерезиса по уровням срабатывания, что его выгодно отличает от триггера Шмидта.

Перепады напряжений поступают на усилитель-формирователь на транзисторах Т5, Т6. На коллекторной нагрузке выделяется положительный импульс амплитудой 2-2,5 В и длительностью 10 нс. Импульс, соответствующий фронту входного импульса, через реле Р1 поступает на эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе Т4 той же микросхемы Э1. С эмиттерной нагрузки снимаются пусковые импульсы на запуск кассеты КЗМ-I и через линию задержки на вход формирователя синхроимпульса на транзисторах Т1, Т2. Линия задержки обеспечивает установку "нуля" задержки между выходным импульсом и синхроимпульсом.

Синхроимпульс положительной полярности поступает на разъем на передней панели "Ш4" (Ш4, приложение I).

Амплитуда синхроимпульса регулируется изменением напряжения питания транзистора Т2.

Регулировка осуществляется ручкой "ГЛА", расположенной на передней панели генератора (R2, приложение I).

Пусковой импульс, задержанный схемой формирования временного сдвига на кассете КЗМ-I, инвертируется и подается как обрывающий на кассету КЗМ-I (временной сдвиг), как запускающий на кассету КЗМ-I (длительность) и через линию задержки на формирователь импульса запуска выходного формирователя (плата П1).

Схема разового пуска работает по принципу заряда конденсатора С17, подключенного ко входу формирователя импульсов (КЗ1), от источника через R38 при нажатии кнопки разового пуска на передней панели генератора.

5.4. ФОРМИРОВАТЕЛЬ ЗАДЕРЖАННОГО ИМПУЛЬСА

Он включает формирователи: временного сдвига и длительности выходного импульса.

Сформированный на кассете КЗ1 пусковой импульс запускает схему формирователя временного сдвига. Временной сдвиг выходного импульса регулируется в пределах от 0 до 100 мкс.

Указанный диапазон перекрывается тремя поддиапазонами:

0-1 мкс "10⁻¹", 1-10 мкс "1", 10-100 мкс "10", переключение которых производится переключателем "ИНСИТЕЛ" (В3, приложение I). Плавная регулировка внутри поддиапазона осуществляется потенциометром "ЗАДЕРЖКА" (R14, приложение I), расположенным на передней панели генератора.

На рис. 10 дана структурная схема формирователя задержанного импульса на кассетах КЗМ-I и КЗМ-2, на рис. 11 - временные диаграммы.

В основу формирователя положена та же схема регулируемой задержки, что является основой автогенератора тактовых импульсов. Схема расположена на каскаде КЗМ-1.

Такая же каскада используется и для формирования длительности выходного импульса.

Схему регулируемой задержки составляют:

эмиттерный повторитель 2, 3 (рис.10),

усилитель 5, 7,

ГПН - генератор пилообразного напряжения 9, 11,

схема сравнения 6,

усилитель 10.

Управление схемой осуществляется симметричным триггером I. Внешним импульсом опрокидывается триггер и запускается ГПН. В момент равенства пилообразного и опорного напряжений срабатывает схема сравнения 6, вырабатывающая импульс, который через усилитель 10 и инвертор 12, расположенный на каскаде КЗ1, опрокидывает триггер и прекращает работу ГПН. Полученный таким образом задержанный импульс поступает на схему формирователя и одновременно на формирователь длительности выходного импульса генератора (каскада КЗМ-1). Так формируется временной сдвиг импульса в диапазоне 0,2-100 мкс. Так как описанная схема позволяет получить минимальную величину задержки относительно пускового импульса 0,2 мкс, синхронимпульс сдвигается относительно пускового на такую же величину, чем и достигается нулевой сдвиг между выходным импульсом генератора и синхронимпульсом.

Принципиальная электрическая схема каскада КЗМ-1 приведена в прил. 5. Управляющий триггер собран по типовой схеме ненасыщенного симметричного триггера по счетным запускам на транзисторах 1Т308В (12, 19).

Эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе 1Т308А (31, 32), обеспечивает высокоомную нагрузку плеч триггера и является источником входного напряжения усилителя, управляющего работой генератора пилообразного напряжения ГПН.

Усилитель собран на транзисторе 1Б609А (51, 52) по схеме с нелинейной обратной связью, обеспечивающей работу транзистора в ненасыщенном режиме (диоды 41, 44). Диоды 48, 49 ограничивают положительное напряжение между эмиттером и базой закрытого транзистора.

Формирование пилообразного напряжения осуществляется схемой интегратора. Роль интегрирующего элемента выполняют диоды 57, 59. Генератор пилообразного напряжения содержит интегрирующую цепь 62, 63 - на поддиапазоне "0,1"; 64, 66, 67 - на поддиапазоне "1" и 68, 69, 71 - на поддиапазоне "10". С приходом внешнего импульса отрицательный перепад напряжения триггера открывает транзистор усилителя 51, положительный перепад открытого усилителя запирает диод 57 и начинается заряд интегрирующей емкости через соответствующее сопротивление. Зарядное напряжение ГПН+90 В, а используется лишь часть экспоненты (10 В) для обеспечения требуемой нелинейности пилообразного напряжения.

Амплитуда пилообразного напряжения и его длительность определяются величиной установленного опорного напряжения, так как при достижении напряжением ГПН уровня опорного напряжения сравнивающий диод 83 откроется и формирователь импульса сравнения выдаст импульс, который возвратит схему в исходное состояние.

Схемой формирования импульса сравнения служит амплитудный дискриминатор, собранный на транзисторах 1Т311Б (89, 97). Источник питания схемы изолирован от корпуса, отрицательный полюс источника соединен с регулируемым опорным напряжением. Выделенный на диоде 83 импульс сравнения открывает схему дискриминатора, имеющую чувствительность 0,2 В. Импульс дискриминатора 99, 101 дифференцируется и через усилитель на транзисторе 1Т311Б (104) поступает на инвертор 15 (каскада КЗ1). Импульс инвертора обрывает триггер и прекращает работу схемы формирования задержки до прихода следующего пускового импульса.

Этот же импульс запускает схему формирователя длительности, выполненную на каскадах КЗМ-1 и КЗМ-2, и схему формирователя импульса запуска выходного каскада (16, 17, каскада КЗ1). Работа схем формирования задержки и длительности выходного импульса на поддиапазонах "10⁻¹" - "10" аналогична (единая каскада КЗМ-1). Импульс усилителя 104 (КЗМ-1) поступает на каскад КЗМ-2, через инвертор 57 проходит на выходной усилитель 91. Импульс инвертора обрывает работу управляющего триггера 12, 19 (каскада КЗМ-1). Импульс выходного усилителя является импульсом обрыва выходного каскада генератора, и его временной сдвиг относительно импульса запуска определяет длительность выходного импульса генератора.

Формирование длительности выходного импульса на поддиапазонах "10⁻²" - "10⁻⁵" (100 нс - 1 с) осуществляется с помощью декадного делителя, аналогичного делителю частоты тактового генератора. Одновременно с подключением делителя перестраивается схема регулируемой задержки следующим образом: внешний импульс запускает не только триггер I, но и триггер 4, обрывающий схему совпадения 13

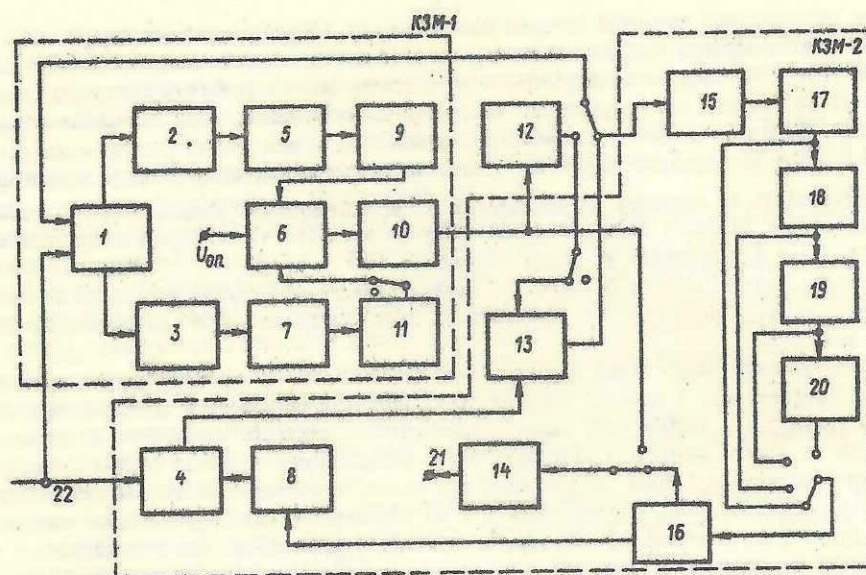


Рис. 10. Структурная схема формирователя задержанного импульса:

1 - триггер; 2 - эмиттерный повторитель; 3 - эмиттерный повторитель; 4 - триггер; 5 - усилитель; 6 - схема сравнения; 7 - усилитель; 8 - инвертор; 9 - ГПН; 10 - усилитель; 11 - ГПН; 12 - инвертор; 13 - схема совпадений; 14 - выходной каскад; 15 - формирователь делителя; 16 - формирователь выходных импульсов; 17 - декада; 18 - декада; 19 - декада; 20 - декада; 21 - выход; 22 - запуск

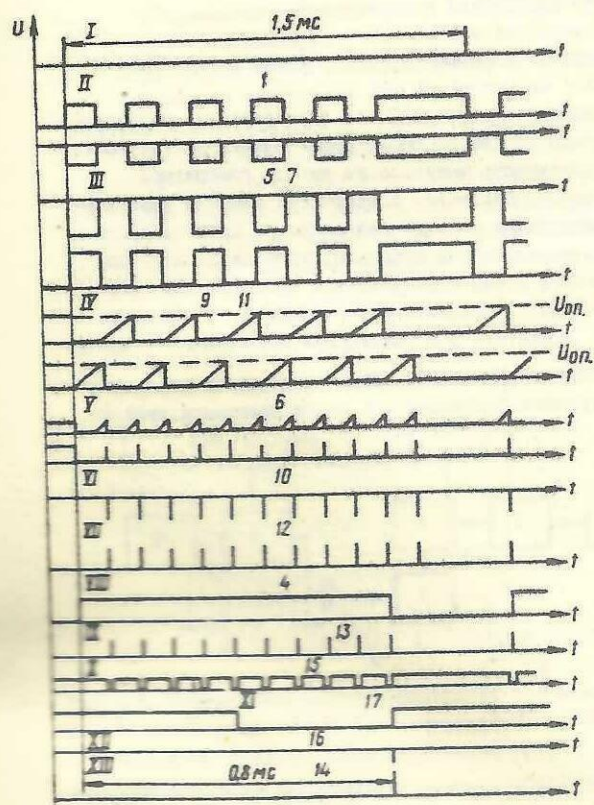


Рис. 11. Временные диаграммы формирователя задержанного импульса:

I - входные импульсы; II - импульсы триггера; III - импульсы усилителя; IV - импульсы ГПН; V - импульсы сравнения; VI - импульсы усилителя; VII - импульсы инвертора; VIII - импульсы триггера; IX - импульсы схемы совпадений; X - импульсы формирователя; XI - импульсы декады; XII - импульсы формирователя; XIII - выходной импульс

(рис. 10). Через определенный интервал времени после запуска (определяемый величиной опорного напряжения) на выходе инвертора появится импульс, который пройдет через схему совпадений на обрыв управляющего триггера I. В результате опрокидывания триггера начнет работать генератор пилообразного напряжения II во втором плече триггера. Через тот же интервал времени на выходе схемы совпадений вновь появится импульс и вновь опрокинется управляющий триггер.

Весь процесс будет повторяться до тех пор, пока на выходе схемы совпадений и, следовательно, на входе формирователя I5 не появится периодическая последовательность импульсов в количестве, равном 10. Теперь начнет работать делитель на 10, импульс которого через формирователь I6 поступает на выходной каскад I4 и одновременно на обрыв триггера 4.

Импульс триггера запирает схему совпадений, поэтому следующий импульс инвертора I2 не пройдет на управляющий триггер I, и весь процесс формирования задержки прекратится до появления следующего запускающего импульса.

Принципиальная электрическая схема кассеты КЗМ-2 (приложение 6) содержит инвертор, схему совпадений, триггер, формирователь, 4 декады, формирователь выходных импульсов и выходной каскад. Инвертор-усилитель на транзисторе IT308A (57) выдает положительные импульсы амплитудой 2В на запуск схемы совпадений, 5В на запуск выходного каскада и обрыв управляющего триггера (КЗМ-I). Схема совпадений - усилитель на транзисторе IT308A (43), имеющий два входа. В исходном состоянии усилитель заперт положительным напряжением на базе, составляющим 2 В по отношению к эмиттеру. Импульс положительной полярности амплитудой 2 В, поданный на эмиттер, не открывает транзистор. При опрокидывании триггера (9,22) на базовый потенциальный вход подается отрицательное напряжение, и транзистор 43 под влиянием уже двух открывающих сигналов оказывается открытым. Теперь уже положительный импульс, поданный на эмиттер, вызовет соответствующий импульс коллекторного тока и импульс напряжения на нагрузке 44.

Схема триггера аналогична триггеру на кассете КЗМ-I. Формирователь импульсов делителя состоит из дифференцирующей цепочки (67, 68) и усилителя на транзисторе IT311Б (72). Выходной каскад - усилитель, собранный на транзисторе IT308A (91).

5.5. ВЫХОДНОЙ ФОРМИРОВАТЕЛЬ

Выходной формирователь предназначен для формирования импульсов заданной формы положительной или отрицательной полярности регулируемой амплитуды.

Структурная схема выходного формирователя представлена на рис. 12. На формирователь поступают импульсы запуска со схемы формирования задержки и импульс обрыва со схемы формирования длительности. Временной сдвиг между этими импульсами определяет длительность импульса на выходе генератора.

Оба импульса поступают на импульсный трансформатор I. Первичная и вторичная обмотки трансформатора имеют выводы со средних точек. Среднюю точку первичной обмотки заземляют, а средней точке вторичной обмотки подводится общий провод "0" схемы формирования импульса, которая изолирована относительно корпуса. Для обеспечения минимальной емкости схемы формирователя относительно корпуса трансформатор выполнен малоемкостным ($C_{обм.} = 1,5-2$ пФ). Усиленные инверторами 2, 3 импульсы поступают на вход триггера 4. Импульс триггера через усилитель 5 и эмиттерный повторитель 6 поступает на выходной каскад 7. Выходной каскад питается стабилизированным напряжением от специального высокостабильного прецизионного источника 8 с малым уровнем пульсаций и малым временным дрейфом.

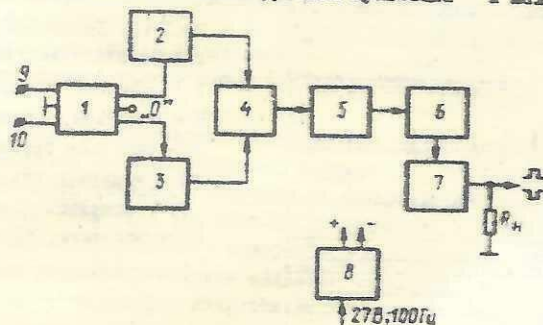


Рис. 12. Структурная схема выходного формирователя:

I - импульсный трансформатор; 2 - инвертор; 3 - инвертор; 4 - триггер; 5 - усилитель; 6 - эмиттерный повторитель; 7 - выходной каскад; 8 - регулируемый источник питания; 9 - запуск; 10 - обрыв

Этот источник так же, как и схема формирования, изолирован от корпуса прибора. Это позволяет использовать выходной транзистор в режиме усилителя и с коллекторным и с эмиттерным выходами и получать, таким образом, импульсы обеих полярностей.

Регулировка амплитуды выходного импульса осуществляется в пределах от 10,999 до 8,000 В дискретно через 1 мВ при помощи изменения напряжения источника питания 8 и до 0,800 В ступенчатым аттенуатором с общим ослаблением в 10 раз (рис. 15).

Принципиальная электрическая схема платы выходного формирователя (П1) приведена в приложении 10.

Усилитель импульсов, снимаемых с трансформатора Tr2, собран на микросхеме 2ЛБ172А (91), триггер - на 2ТК171А (92). С триггера отрицательный перепад напряжения поступает на усилитель на транзисторе 1Т308Б (Т1) и через составной эмиттерный повторитель (Т2, Т3) - на выходной каскад (Т4) на транзисторе 2Т911А, работающий в ключевом режиме с нелинейной отрицательной обратной связью для получения плоской вершины импульса и заданной минимальной длительности импульса.

Формирование фронта заданной длительности осуществляется за счет того, что триггер на микросхеме 2ТК171 формирует импульс с коротким фронтом и за счет использования в выходном каскаде высокочастотного транзистора 2Т911А, имеющего малую постоянную времени и позволяющего при токе базы 15-20 мА сформировать импульс с фронтом 10-15 нс.

Переключение полярности импульса осуществляется кнопочным переключателем В1, влияющим непосредственно в печатную плату. Переключатель попеременно заземляет "+" или "-" источника питания выходного каскада и коммутирует сопротивление R13.

5.6. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

Для питания схем генератора применяется преобразователь, имеющий на выходе напряжение 40В, 1000 Гц прямоугольной формы (меандр). Задача преобразования нестабилизированного напряжения сети в стабилизированное 40 В, 1000 Гц разбита на две части:

выпрямление и стабилизация напряжения сети;

преобразование постоянного стабилизированного напряжения в напряжение формы "меандр".

Структурная схема преобразователя приведена на рис. 13, временные диаграммы - на рис. 14.

Переменное напряжение 220 В, 50 Гц или 115 В, 400 Гц подается на понижающий трансформатор, выпрямители 2 и обеспечивает питание схемы преобразователя.

Схема импульсного стабилизатора включает в себя регулирующий транзистор (схема ключевания 9) и широтно-импульсный модулятор (ШИМ) (1, 6, 3, 4, 8) (рис. 13).

Схема широтно-импульсного стабилизатора с вольтдобавочным источником ($U_{вд}$) применена для уменьшения потерь по мощности на регулирующем транзисторе и габаритов источника питания. Схема ШИМ вырабатывает импульс, управляющий работой регулирующего транзистора. Длительность импульсов оп-

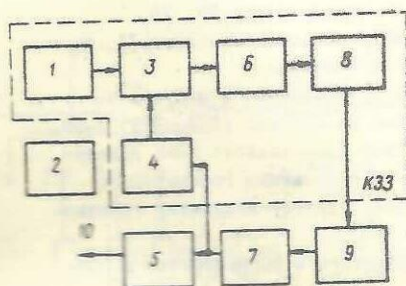


Рис. 13. Структурная схема преобразователя напряжения:

- 1 - блокинг-генератор; 2 - выпрямители 12, 6, 3 В;
- 3 - генератор пилообразного напряжения ГПН;
- 4 - дифференциальный усилитель; 5 - преобразователь;
- 6 - триггер "Имидта"; 7 - фильтр LC;
- 8 - усилитель; 9 - схема ключевания; 10 - выход

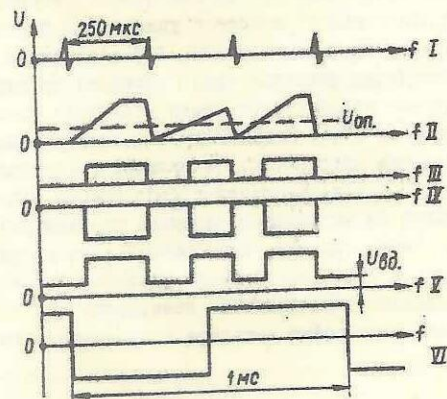


Рис. 14. Временные диаграммы преобразователя напряжения:

- I - блокинг-генератор; II - ГПН; III - триггер "Имидта"; IV - усилитель; V - схема ключевания;
- VI - выход преобразователя

ределяется сигналом ошибки, возникающим в результате сравнения части выпрямленного напряжения, питающего преобразователь, с опорным напряжением. Длительность этих импульсов определяет время, в течение которого регулирующий транзистор открыт или закрыт, т.е. меняется длительность импульсов на выходе и, соответственно, величина выходного напряжения стабилизатора.

ШИМ работает следующим образом. Часть выходного напряжения стабилизатора поступает на дифференциальный усилитель 4 и сравнивается с опорным напряжением. Напряжение ошибки снимается с одного плеча усилителя и подается на ГПН (3). ГПН синхронизируется импульсами блокинг-генератора 1. пилообразное напряжение поступает на триггер "Шмидта" 6, который преобразует его в импульсы с длительностью, пропорциональной амплитуде входного сигнала. С триггера "Шмидта" импульсы поступают через усилитель 8 на ключевой транзистор 9. Таким образом, регулируется время, в течение которого открыт ключевой транзистор, и происходит заряд LC-фильтра 7. Стабилизированное напряжение используется для питания преобразователя 5, выполненного по схеме двухтактного автогенератора на трансформаторе с прямоугольной петлей гистерезиса. Во вторичной обмотке этого трансформатора создается напряжение прямоугольной формы амплитудой 40 В, частотой 1000 Гц.

Электрическая принципиальная схема преобразователя приведена в приложении II и I2.

5.7. ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ВЫХОДНОГО ФОРМИРОВАТЕЛЯ

Питание выходного формирователя осуществляется от стабилизированного источника с выходным напряжением, регулируемым от 7,25 до 12,5 В при токе нагрузки от нуля до 200 мА. По схемному выполнению источник представляет собой двухступенчатый компенсационный стабилизатор последовательного типа.

Конструктивно источник выполнен на двух кассетах К34 и К35 (приложение 8 и 9).

Кассета К34 содержит силовой трансформатор Тр1, рассчитанный на питание от напряжения 27 В прямоугольной формы, частотой 1000 Гц, два вспомогательных стабилизатора, питаемых выпрямителями Д1-Д8 и два выпрямителя на 20 В (Д9-Д12).

Вспомогательные стабилизаторы идентичны и выдают напряжение 18 В при токе нагрузки 25 мА. Выполнены они по схеме компенсационного стабилизатора напряжения с последовательным регулирующим элементом (Т1, Т2 и Т4, Т5) и однокаскадным усилителем обратной связи (Т3 и Т6).

На кассете К35 расположены предварительный и оконечный стабилизаторы. Оба стабилизатора выполнены на кремниевых высокочастотных транзисторах. Предварительный стабилизатор выполнен по схеме компенсационного стабилизатора с последовательным регулирующим элементом (Т1 и Т3) и усилителем обратной связи на транзисторе Т4. Стабилизатор имеет схему защиты от перегрузки - току, выполненную на транзисторе Т2 и резисторах R1, R2 и R3.

Построение схемы оконечного стабилизатора продиктовано требованиями линейной регулировки выходного напряжения. Это требование обеспечивается наличием автономного источника опорного напряжения (Д6), "приведенного" вместе с усилителем обратной связи к положительному полюсу выходного напряжения.

Регулирующий элемент (Т5, Т6) аналогичен регулирующему элементу предварительного стабилизатора. Усилитель обратной связи выполнен по дифференциальной схеме на транзисторах Т7, Т8.

Питание коллекторных цепей усилителя производится от параметрического стабилизатора Д5, а эмиттерных от Д7, питаемых вспомогательными стабилизированными источниками 18 В.

Делитель обратной связи включен между плюсом источника опорного напряжения и минусом выходного. Делитель включает в себя четыре подстроечных резистора, два из которых (R18, R19) вызывают разброс по напряжению опорного стабилитрона, обеспечивая установку номинального тока делителя 5 мА. Резисторы R23, R24 обеспечивают регулировку уровня выходного напряжения генератора в пределах 1,2 В для компенсации разброса падения напряжения на переходе эмиттер-коллектор транзистора выходного формирователя генератора.

После подстройки выходное напряжение источника должно устанавливаться с погрешностью не более 0,2%.

5.8. ВЫПРЯМИТЕЛИ

Стабилизированное напряжение 40 В, 1000 Гц прямоугольной формы поступает на кассету выпрямителей К2 (приложение 7). Выпрямитель обеспечивает генератор всеми необходимыми постоянными напряжениями.

На кассете расположен силовой трансформатор TrI , выпрямители и фильтры. Схема выпрямителей двухфазная, фильтр Г-образный. Напряжения -8 и $+15$ В изолированы от корпуса и снимаются относительно $+15$ В. Обмотка ~ 12 В также изолирована от корпуса.

5.9. АТТЕНУАТОРЫ

В генераторе имеется три аттенуатора: встроенный ступенчатый аттенуатор с ослаблением в 10 раз десятью ступенями и два внешних фиксированных аттенуатора с ослаблением в 10 раз и в 100 раз.

Ступенчатый аттенуатор имеет следующие характеристики:

суммарное ослабление - 10 раз (20 дБ);

ступени ослабления: 1,0; 0,8; 0,6; 0,5; 0,4; 0,3; 0,25; 0,2; 0,15; 0,125; 0,1;

входное импульсное и постоянное напряжения 10 В;

входное и выходное сопротивления $50 \pm 0,25$ Ом;

основная погрешность ослабления, измеренная на постоянном токе не более 0,5%.

В качестве звеньев ослабления выбраны Т-образные мостовые звенья. Для получения минимально возможной погрешности коэффициента передачи по ступеням на каждой ступени ослабления используется самостоятельное звено.

Электрическая схема ступенчатого аттенуатора с ослаблением в 10 раз приведена на рис. 15.

В аттенуаторе применены высокочастотные прецизионные резисторы типа С2-10.

Внешние фиксированные аттенуаторы 20 и 40 дБ имеют одно звено ослабления П-образного типа.

Электрическая схема фиксированных аттенуаторов 20 и 40 дБ дана на рис. 16.

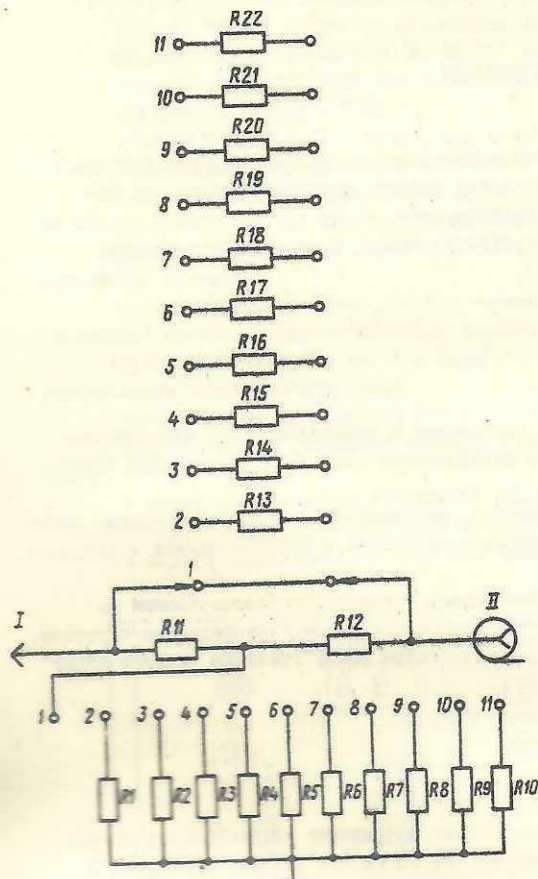


Рис. 15. Электрическая схема ступенчатого аттенуатора с ослаблением в 10 раз:
I - вход; II - выход

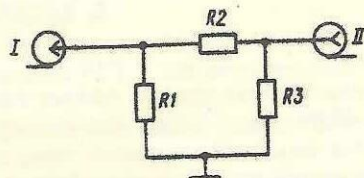


Рис. 16. Электрическая схема фиксированных аттенуаторов 20 и 40 дБ:

I - вход; II - выход

5.10. КОНСТРУКЦИЯ ГЕНЕРАТОРА

Основу конструкции генератора составляет унифицированный каркас "Надел-70" с габаритами 480х160х355 мм, в котором размещены 10 кассет и блок питания - преобразователь (в задней части прибора).

На переднюю панель выведены органы управления и индикации: кнопочные переключатели, шкалы, потенциометр регулировки амплитуды синхроимпульса, высокочастотные разъемы для входа сигнала внешнего запуска и выхода синхроимпульса, сетевой тумблер, ручки переключателей установки амплитуды импульса и индикаторные лампы, фиксирующие установленную амплитуду, аттенуатор с ослаблением в 10 раз, выходной высокочастотный разъем.

Аттенуатор барабанного типа, его корпус состоит из двух литых алюминиевых стаканов, внутри которых находятся 10 ячеек ослабления. Индикаторные лампы установлены на печатной плате вместе с делителями, осуществляющими регулировку амплитуды импульса, и переключателями типа ПМ.

Внутри прибора в один ряд перпендикулярно передней панели вертикально расположены 9 печатных плат-кассет размером 170х120х30 мм.

Выходные разъемы кассет (типа ГРПМ-1) впаяны непосредственно в печатную плату шасси, которая обеспечивает все электрические соединения в генераторе.

Пять кнопочных переключателей типа П2К расположены в ряд и также впаяны непосредственно в соединительную плату. Кнопочные переключатели предназначены для выбора режима работы генератора, установки периода, длительности и временного сдвига, переключения полярности выходного импульса.

Блок питания - преобразователь, расположен сзади. Конструкция предусматривает возможность вынимать его из генератора, с которым он соединяется разъемом типа РП4-10М.

6. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

На лицевой панели прибора нанесен товарный знак завода-изготовителя и наименование прибора "генератор импульсов калиброванной амплитуды Г5-53". На задней стенке крепится шильдик, на котором нанесен заводской порядковый номер прибора и год изготовления.

Пломбирование прибора производится с помощью пломбировочных чашек, крепящихся на боковых стенках прибора по 2 штуки с каждой стороны.

7. ТАРА И УПАКОВКА

Подготовленный к упаковке и опломбированный прибор помещается в укладочный ящик или картонную коробку. В укладочный ящик или коробку дополнительно вкладываются ящик ЗИП, техническое описание и инструкция по эксплуатации и формуляр.

Укладочный ящик пломбируется. Для транспортировки прибор, находящийся в укладочном ящике, помещается в деревянный тарный ящик. Пространство между стенками укладочного и тарного ящиков заполняется прокладками из гофрированного картона.

При упаковке приборов в картонные коробки на переднюю панель прибора надевается крышка из фанеры. Пространство между стенками прибора и картонной коробкой заполняется гофрированным картоном.

Далее картонная коробка укладывается в тарный ящик. Пространство между стенками тарного ящика и коробки заполняется прокладками из гофрированного картона.

8. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

При подготовке прибора к работе и при его работе необходимо соблюдение установленных правил техники безопасности, так как в приборе имеются напряжения 220 В, 50 Гц или 115 В, 400 Гц; 40 В, 1000 Гц, постоянное напряжение +90 В. Специальная блокировка в приборе не предусмотрена. Перед включением прибора в сеть 220 В, 50 Гц необходимо надежно соединить его клемму защитного заземления с заземленной шиной.

9. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Распакуйте прибор и убедитесь, что на нем нет внешних повреждений.

Установите тумблер включения сети в нижнее положение. Соедините клемму "⊕" генератора с соответствующими клеммами измерительных приборов. Соедините выход генератора со входом измерительного прибора кабелем 4.850.188, имеющимся в комплекте генератора. Включите вилку шнура питания в сеть переменного тока напряжением 220 В, 50 Гц, или 115 В, 400 Гц (тумблер на задней стенке генератора должен быть установлен в соответствующее положение).

ВНИМАНИЕ! Перед включением прибора убедитесь, что тумблер 220В-115 В переключения сети (расположен на задней стенке генератора) установлен в положение, соответствующее напряжению подключаемой сети.

10. ПОРЯДОК РАБОТЫ

10.1. РАСПОЛОЖЕНИЕ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ

В генераторе Г5-53 имеются следующие органы управления (рис. 17):

- тумблер "СЕТЬ" включения напряжения питания;
- тумблер переключения "220 В, 50 Гц" или "115 В, 400 Гц";
- переключатель "ЗАПУСК" для выбора рода работы генератора;
- внутренний запуск - "□";
- внешний запуск "□" импульсами положительной полярности "┐" или синусоидальным напряжением "⋈" и импульсами отрицательной полярности "┘";
- кнопка разового механического пуска (при этом на переключателе нажата кнопка "⋈" и импульс на выходе появляется при нажатии крайней правой кнопки);
- ручка "ПЕРИОД $\mu\text{с}$ " и переключатель "МНОЖИТЕЛИ" для плавного и ступенчатого изменений периода повторения импульсов;
- ручка "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ $\mu\text{с}$ " и переключатель "МНОЖИТЕЛИ" для плавного и ступенчатого изменений временного сдвига основного импульса относительно синхримпульса;
- ручка "ДЛИТЕЛЬНОСТЬ $\mu\text{с}$ " и переключатель "МНОЖИТЕЛИ" для плавного и ступенчатого изменений длительности основного импульса;
- ручка "┐┘" для плавной регулировки амплитуды синхримпульса;
- переключатель полярности выходного импульса "┐", "┘" и "—" - выход по постоянному току;
- 4 ручки переключателя "УСТАНОВКА ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ V" и ручка аттенватора с гравировкой "УМНОЖИТЬ" для ступенчатой регулировки амплитуды основного импульса;
- 5 индикаторных ламп для цифровой индикации амплитуды импульса на входе аттенватора;

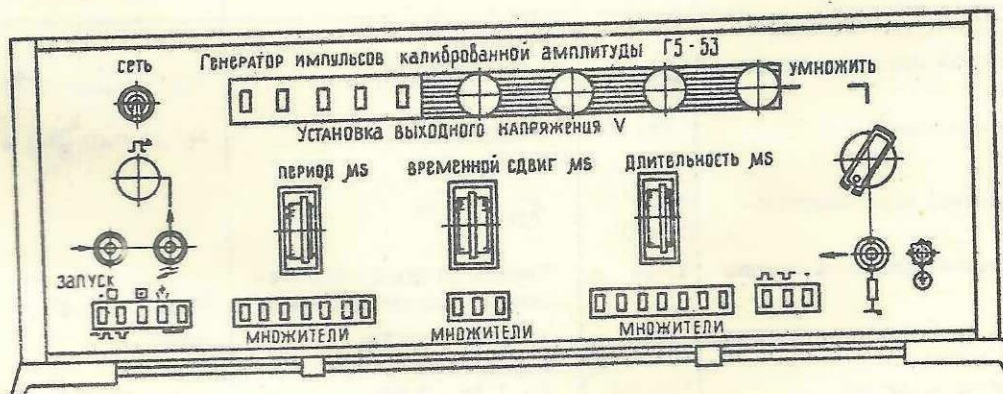


Рис. 17. Общий вид лицевой панели прибора

высокочастотные разъемы для входа внешнего запуска, выхода синхросигнала ("Z") и выхода основного импульса и клемма заземления прибора.

10.2. РАБОТА С ПРИБОРОМ

Установить тумблер "СЕТЬ" в верхнее положение, при этом на передней панели прибора должны загореться индикаторные лампочки цифровой индикации.

Время прогрева прибора составляет 15 мин, после чего установить выбранный вид запуска переключателем "ЗАПУСК". Если запуск внутренний, ручкой "ПЕРИОД μs " и переключателем "МНОЖИТЕЛИ" установить нужный период повторения импульсов.

Далее установить необходимую для работы длительность импульса и задержку, амплитуду и полярность выходных импульсов.

Оговоренные техническими условиями параметры выходных импульсов гарантируются только при подключении к выходному гнезду генератора нагрузки 50 Ом с помощью коаксиального кабеля. Нагрузка и кабель имеются в комплекте прибора. В режиме разового пуска прибора необходимо установить переключатель "ЗАПУСК" в положение " Ψ) " и предварительно нажатием правой кнопки подготовить прибор к работе.

Выходные импульсы гарантируются при третьем нажатии кнопки. Для выключения генератора тумблер "СЕТЬ" переключить в нижнее положение.

При работе генератора в режиме внешнего запуска от импульсного сигнала внешний запускающий импульс должен подаваться согласованным кабелем.

11. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПРОВЕРКИ.

ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ.

РЕГУЛИРОВАНИЕ И НАСТРОЙКА

Генераторы, находящиеся в эксплуатации, проходят проверку не реже одного раза в год.

Проверке подлежат также все генераторы, выходящие из ремонта.

В проверку принимаются полностью укомплектованные генераторы, снабженные технической документацией.

11.1. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Для проверки, регулирования и настройки генератора применяются контрольно-измерительные приборы, перечисленные в табл. 3.

Таблица 3

Наименование контрольно-измерительной аппаратуры	Тип	Основные параметры	Погрешность
1. Осциллограф универсальный	С1-17	$\tau_{уст.} = 20 \text{ нс}$	
2. Измеритель временных интервалов	И2-17	$\tau = (10 \cdot 10^{-9} - 10 \cdot 10^{-3}) \text{ с}$	$\pm (10^{-4} \text{ нм} + 1 \cdot 10^{-9}) \text{ с}$
3. Ампервольтметр	Ф30	0-1000 В 0-1000 мОм	$\pm (0,05 + 0,02 \frac{U_{пр.}}{U_x}) \%$
4. Осциллограф стробоскопический	С7-8 (С1-53)	$\tau_{уст.} = 1 \text{ нс}$	
5. Частотомер электронно-счетный	Ч3-34	Частота 20 МГц-10 Гц, временной интервал 100 нс-100 с	$\pm 1 \cdot 10^{-7} (\text{с, } \tau)$
6. Генератор звуковых и ультразвуковых частот	Г3-7А	$f = 20 \text{ Гц} - 10 \text{ МГц}$ $U_{max} = 30 \text{ В}$	0,02%
7. Генератор импульсов	Г5-30А	$f = 1 \text{ Гц} - 1 \text{ МГц}$ $\tau = 0 - 1 \text{ с}$	3%

11. ПОВЕРКА ИЗДЕЛИЯ

Настоящий раздел составлен в соответствии с требованиями ГОСТ 8.206-76 "Генераторы импульсов измерительные. Методы и средства поверки" и ГОСТ 8.042-72 "Требования к построению, содержанию и изложению стандартов методов и средств поверки мер и измерительных приборов" и устанавливает методы и средства поверки генератора импульсов Г5-53.

11.1. Операции и средства поверки.

При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, указанные в таблицах За, З.

Таблица 3

Наименование контрольно-измерительной аппаратуры	Тип	Основные параметры	Погрешности
1. Осциллограф универсальный	С1-17	$\tau_{уст.} = 20 \text{ нс}$	
2. Измеритель временных интервалов	И2-17	$\tau = (10 \cdot 10^{-9} - 10 \cdot 10^{-3}) \text{ с}$	$1 \cdot 10^{-4} + 1 \text{ нс}$
3. Ампервольтметр	Ф-30	0-1000 В 0-1000 кОм	$\pm (0,05 + 0,02 \frac{\%}{\%})$
4. Осциллограф стробоскопический	С7-8 (С1-53)	$\tau_{уст.} = 1 \text{ нс}$	
5. Частотомер электронно-счетный	ЧЗ-34	Частота 20 МГц-10 Гц Временной интервал 100 нс-100 с	$\pm 1 \cdot 10^{-2}$
6. Генератор звуковых и ультразвуковых частот	Г4-117	$f = 20 \text{ Гц} - 10 \text{ МГц}$ $U_{max} = 20 \text{ В}$	$0,02 f$
7. Генератор импульсов	Г5-30А	$f = 1 \text{ Гц} - 1 \text{ МГц}$ $\tau = 0,2 \text{ мкс} - 1 \text{ с}$ $U = 1 \text{ кВ}$	3%
8. Пробивная установка			
9. Мегомметр	М4100	до 500 МОм	1%
10. Амперметр переменного тока	Э514/1	$I = 1 \text{ А}$	кл. 0,5
11. Вольтметр переменного тока	Э515/3	$U = 300 \text{ В}$	кл. 0,5
12. Технические весы		до 100 кг	$\pm 100 \text{ г}$

Примечание. Допускается использование другой контрольно-измерительной аппаратуры, обеспечивающей требуемую точность измерения.

Продолжение таблицы 3а

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				Образцовые	Вспомогательные
	— определение погрешности установки амплитуды, В	10	$\pm 0,03\%$	Ф 30	
		9			
		8			
	— определение погрешности установки периода повторения основных импульсов, мкс	10	$\pm 0,1\%$	ЧЗ-34	
		100			
		10^3			
		10^4			
		10^5			
	— определение погрешности по временному сдвигу, мкс	10^6	$\pm (0,1\% + 0,03 \text{ мкс})$	И2-17	
		0			
		0,5			
		1			
		5			
		10			
		50			
		100			

Продолжение таблицы 3а

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения параметров	Средства поверки	
				Образцовые	Вспомогательные
	- определение длительности фронта и среза выходящих импульсов	$U = 1В$ $T = 1мкс$ $\tau = 500 нс$	Длительность фронта $\leq 20 нс$ среза $\leq 50 нс$	С7-8	

Примечания:

а) вместо указанных в таблице образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью;

б) образцовые (вспомогательные) средства поверки должны иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о государственной или ведомственной приемке, должны быть исправны и проверены;

в) при выпуске средств измерений из ремонт должны производиться все операции поверки.

11.2. Условия поверки и подготовка к ней.

11.2.1. Условия поверки.

При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды $293 \pm 5\text{K}$;
- относительная влажность воздуха $65 \pm 15\%$;
- атмосферное давление $100 \pm 4\text{kPa}$ (750 ± 30 мм рт.ст.);
- напряжение питающей сети 220 ± 4 В частоты $50 \pm 0,5$ Гц или 400 ± 12 Гц с содержанием гармоник до 5% .

11.2.2. Подготовка поверки.

Перед проведением операций поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать генератор в выключенном состоянии в течение 24 ч при температуре окружающей среды $298 \pm 10\text{K}$ и относительной влажности $65 \pm 15\%$;
- удалить пыль и загрязнения с наружных частей генератора, промыть спиртом разъемы;
- проверить комплектность генератора;
- разместить поверяемый генератор на рабочем месте, обеспечив удобство работы;
- соединить проводом клеммы поверяемого генератора и образцового прибора с шиной заземления;
- подключить приборы к сети переменного тока с напряжением 220 В, 50 Гц;
- включить приборы и дать им прогреться под током в течение 15 мин.

11.3. Проведение операций поверки.

11.3.1. Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра должно быть проверено:

- отсутствие механических повреждений, влияющих на электрические параметры генератора;
- кнопки переключателей типа И2К должны быть установлены без перекоса;
- наличие и прочность крепления органов управления и коммутации, четкость фиксации их положений, плавность регулировки вращения органов управления, наличие предохранителей;
- чистота гнезд, разъемов и клемм;
- состояние элементов ЗИПа,

При наличии дефектов генератор подлежит забракованию и направлению в ремонт.

11.3.2. Опробование.

Опробование производится с помощью осциллографа следующим образом:

- включите генератор в сеть и установите переключателем режим внутреннего запуска;
- установите осциллограф в режим внешней синхронизации;
- изменяя положения соответствующих органов управления генератора и осциллографа убедитесь в возможности изменения периода повторения, задержки, длительности, амплитуды и полярности импульсов. Проверьте наличие синхроимпульсов. Неисправный генератор подлежит забракованию и направлению в ремонт.

11.3.3. Определение метрологических параметров

Проверка формы и полярности основных импульсов производится по схеме рис. 18. Переключая полярность импульса, убедиться в наличии на экране осциллографа импульсов положительной или отрицательной полярности регулируемой длительности и амплитуды.

Проверку диапазона изменения, погрешности установки и паразитной модуляции длительности импульсов производить по схемам рис. 19 и рис. 20.

На поддиапазонах "0,1" и "1" производится проверка погрешности установки длительности прибором И2-17 (рис. 19).

Генератор работает в режиме внешнего запуска от генератора задержки И2-17, для чего надо нажать кнопку "□" переключателя "ЗАПУСК", а запускающий импульс положительной полярности амплитудой 5 В подать на гнездо "П".

Измерить длительность импульсов в точках 3, 5, 10 шкалы "ДЛИТЕЛЬНОСТЬ" на поддиапазоне "0,1" и в точках 1, 5, 10 на поддиапазоне "1". Амплитуду выходного импульса при этом устанавливать 10 и 8 В.

Величина измеряемой длительности определяется разность показаний задержки на И2-17 при поочередном совмещении индикаторной метки на экране индикатора с фронтом и срезами импульса на уровне 0,5 от амплитуды.

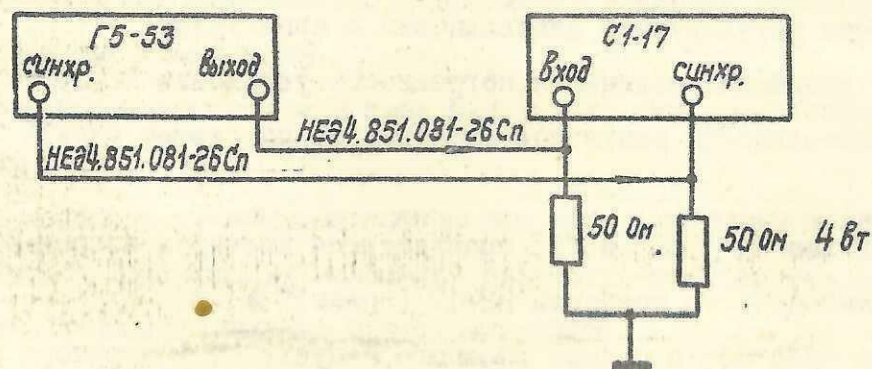


Рис. 18 Схема проверки формы и полярности основных импульсов.

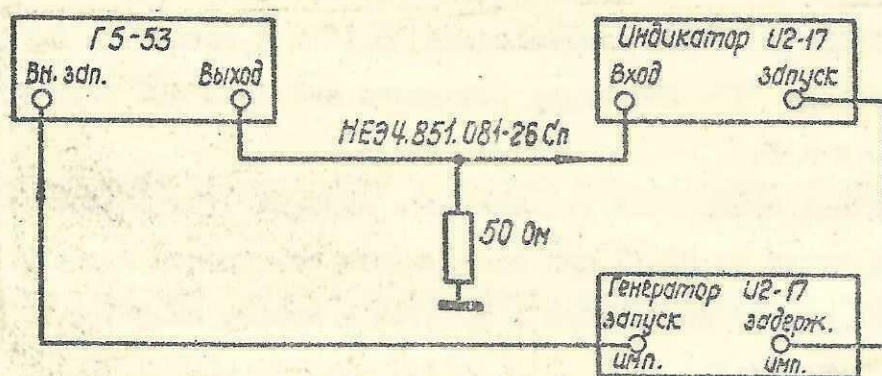


Рис. 19 Схема проверки погрешности установки и паразитной модуляции длительности основного импульса и временного сдвига основного импульса относительно синхроимпульса.

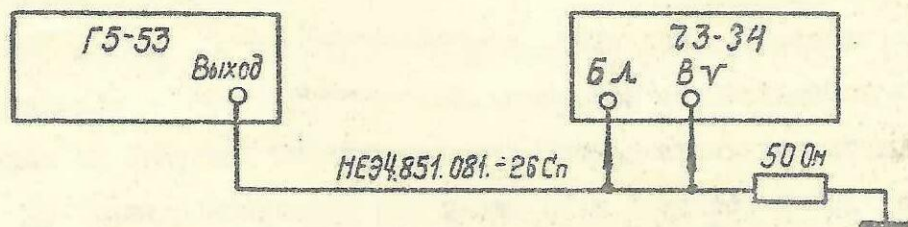


Рис. 20 Схема измерения длительности основных импульсов.

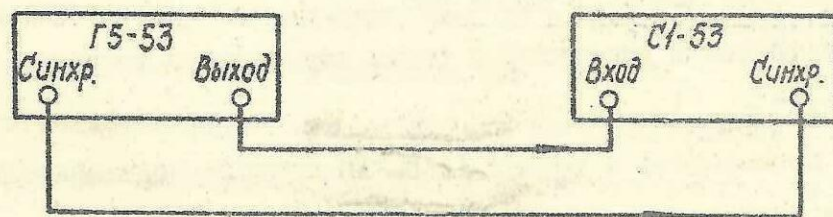


Рис. 21 Схема измерения фронта, среза, неравномерности на вершине импульса и в паузе, выбросов после фронта и среза.

Погрешность установки длительности определяется по формуле (I):

$$\delta = \frac{A_u - A_y}{A_u} 100\%, \quad (I)$$

где A_u — измеренная величина, длительности, мкс;
 A_y — установленная величина, длительности, мкс; ⑤

Паразитную модуляцию длительности импульсов измерять на поддиапазоне "10" в точках I и 10 шкалы при временном сдвиге $\tau = 0$ прибором И2-17. При этом задержку на И2-17 установить равной длительности импульса, а длительность развертки индикатора 0,2 или 0,5 мкс.

Паразитная модуляция длительности определяется как половина разности среза импульсов.

Погрешность установки длительности на остальных поддиапазонах определять прибором ЧЗ-34 по схеме рис.30.

При этом установить генератор в режим внутреннего запуска (нажать кнопку "□").

Измерения производить в точках I, 5, 10 каждого поддиапазона при амплитуде выходного импульса 10 и 5 В.

Погрешность установки длительности определяется по формуле (I).

Проверку максимальной амплитуды, пределов регулировки и погрешности установки амплитуды основных импульсов производить ампер-вольтметром типа Ф30, подключенным к выходу генератора через кабель НЭ34.851.081-26 Си и нагрузку 50 Ом ЕХ2.727.133.

Установить генератор в режим внутреннего запуска (нажать кнопку "□").

Переключатель полярности устанавливать поочередно в положения "┐" и "└". Для измерения амплитуды нажать на том же переключателе кнопку "-" (выход по постоянному току). Измерение производить в точках, отмеченных в табл.4 знаком "+".

Таблица 4

Величина напряжения по цифровому индикатору	Положение встроенного аттеннатора									
	I	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,25	0,2	0,125	0,1
10 В	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9 В	+			+			+			+
8 В	+					+				+

Определение погрешности установки амплитуды импульсов на выходе внешних аттеннаторов производить вольтметром Ф30 при подключенных к выходу поочередно аттеннаторах 20 и 40 дБ. Амплитуду импульса на выходе генератора установить 1В.

Погрешность установки амплитуды определяется по формуле (1).

Проверку паразитной модуляции амплитуды импульсов производить осциллографом СИ-17 с блоком СИ-15/4 (на закрытом входе).

Генератор установить в режим внутреннего запуска (нажата кнопка "□"); на переключателе полярности нажать кнопку "Л".

Импульсы амплитудами 8 и 10 В подавать на вход осциллографа кабелем НЕЭ4.851.081-26 Сп с нагрузкой 50 Ом ЕХ2.727.133. Чувствительность осциллографа установить 5 мВ/см.

Паразитная модуляция определяется как половина размытости вершины импульса.

Проверку работы генератора при допустимой минимальной скважности производить при амплитуде импульса 10 В, длительностях

импульсов 0,5; 5; 50; 500 мкс и периодах ^{повторения} следования 1, 10, 100, 1000 мкс. соответственно. При этом определяется погрешность установки длительности импульсов по схемам рис.19 и рис.20.

Проверку длительности фронта и среза основных импульсов производить осциллографом CI-53 по схеме рис.21.

Установить генератор в режим внутреннего запуска (нажать кнопку " $\square$ ").

Переключатель "РАЗВЕРТКА" осциллографа установить в положение "2 нс / дел".

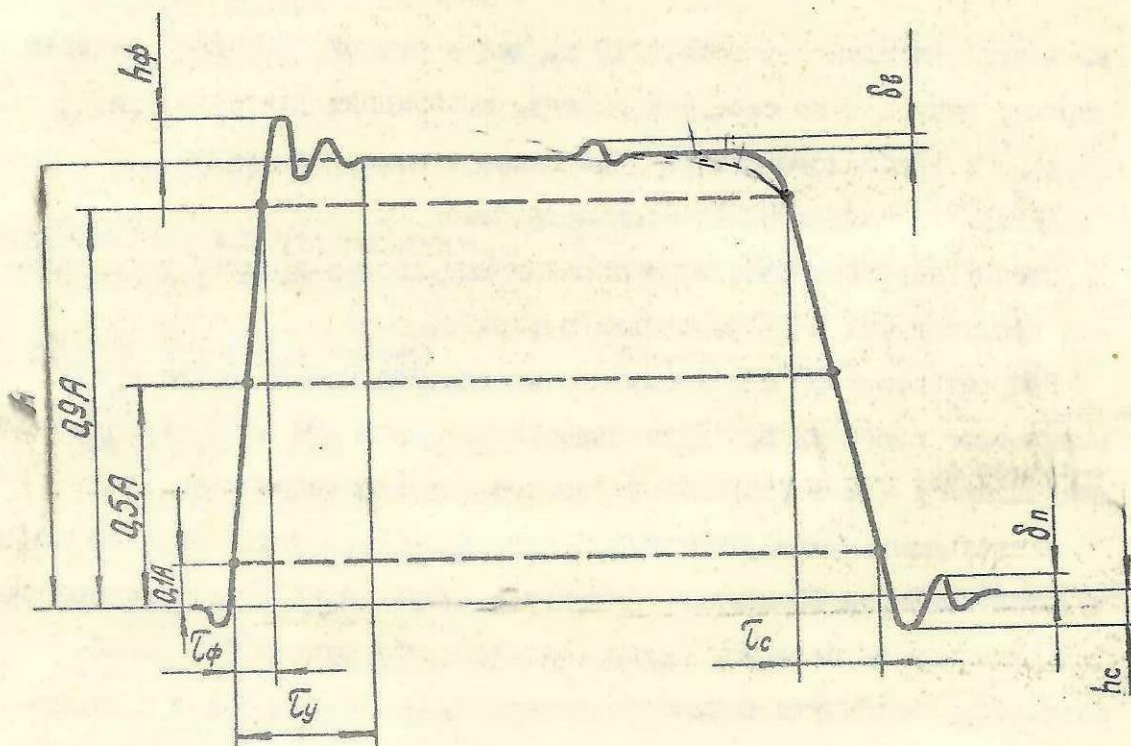
Измерения производить при длительности импульса 500 нс и периоде ^{повторения} следования 1 мкс. Отсчет длительностей фронта и среза производится на уровнях 0,1 - 0,9 в соответствии с рис.22.

Проверку неравномерности на вершине ^{и на среднем уровне в паузе между} импульсами и времени установления производить осциллографом CI-53 по схеме рис.21 при длительности импульса 500 нс и периоде ^{повторения} следования 1 мкс.

Перед измерением откалибровать осциллограф следующим образом: установить чувствительность тракта вертикального отклонения 10 мВ/дел, подать на вход импульс генератора амплитудой 1В, (10 В по индикатору, положение аттенкуатора "0,1") затем изменить это напряжение на 10 мВ (на индикаторе - на 100 мВ) и ручкой "ЦЛВНО" осциллографа добиться того, чтобы при этом перемещение луча на экране произошло на 1 деление.

Измерения производить при работе генератора в режиме внутреннего запуска.

На вход осциллографа подать импульс амплитудой 1 В через переход 32-33 из комплекта CI-53. Чувствительность тракта вертикального отклонения установить 200 мВ/дел, развертку 50°/дел. Отметить положение фронта импульса на уровнях 0,1 и 0,5 от амплитуды. Устано-



A - амплитуда импульса;

τ_{ϕ} - длительность фронта;

τ_c - длительность среза;

h_{ϕ}, h_c - выбросы после фронта и среза;

δ_v, δ_n - неравномерности на вершине импульса
и в паузе между импульсами;

τ_y - время установления - временной интервал
между мгновенными значениями напряжения
в точках 0.1A и 0.99A или 1.01A.

Рис. 22 Определение длительностей фронта и среза, неравномерностей на вершине импульса и в паузе, времени установления.

вить чувствительность тракта 10 мВ/дел и ручкой "КОМПЕНС" вывести вершину импульса на середину экрана, не изменяя длительности, периода и временного сдвига генератора и положения ручек

"ЗАДЕРЖКА" и "СМЕЩЕНИЕ X" осциллографа.

Отсчет неравномерности на вершине ^{и на исходного уровня в паузе основных} импульсов и времени установления производится в соответствии с рис. 22.

Выбросы ^{на вершине и в паузе} после фронта и среза и неравномерность ^{вершины и исходного уровня} в паузе между ^{основных} импульсами ^{об} измерять при длительности импульса 500 нс и периоде ^{повторения} следования 1 мкс в режиме внутреннего запуска генератора.

Длительность развертки на осциллографе С1-53 установить 50 нс/дел, чувствительность 10 мВ/дел. Амплитуда импульса на выходе генератора 1 В. Вывести на середину экрана осциллографа ручкой "КОМПЕНС" поочередно вершину и основание импульса. Отсчет выбросов и неравномерности производится в соответствии с рис. 22. Допускается наличие выброса перед фронтом импульса.

Проверку диапазона изменения, погрешности установки и паразитной модуляции временного сдвига основного импульса относительно синхросигнала производить прибором И2-17 по схеме рис. 19.

Генератор установить в режим внешнего запуска от И2-17 (нажата кнопка "□").

Измерения производить на поддиапазоне "0,1" в точках 0, 5, 10 шкалы "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ $\mu\text{с}$ ", на остальных поддиапазонах в точках 1, 5, 10 при амплитудах выходного импульса 8 и 10 В и максимальной частоте ^{повторения} следования генератора задержки И2-17.

Для проведения измерений сначала на индикатор подать синхросигнал генератора, отметить на экране положение фронта импульса на уровне 0,5 от амплитуды и записать величину задержки на И2-17. Затем подать на индикатор выходной импульс генератора, регулируемой задержки на И2-17 его фронт на уровне 0,5 от амплитуды совместить с отметкой на индикаторе и записать величину задержки на И2-17.

Измеренная величина временного сдвига равна разности записанных показаний задержки на И2-И7.

Погрешность установки временного сдвига определяется по формуле (I).

Паразитная модуляция временного сдвига проверяется прибором И2-И7. Установить генератор в режим внешнего запуска от И2-И7. Амплитуда выходного импульса генератора 10 В, временной сдвиг 10 и 100 мкс (на поддиапазоне "10"). Задержку на И2-И7 установить равной установленной величине временного сдвига. Развертка на индикаторе И2-И7 0,2 или 0,5 мкс.

Величина паразитной модуляции определяется как половина разности фронта импульса на экране индикатора И2-И7.

Проверку диапазона изменения и погрешности установки периода ^{повторения} следования производить частотомером ЧЗ-34.

Генератор установить в режим внутреннего запуска. Амплитуда импульса на выходе генератора 10 В.

На поддиапазоне "1" измерять частоту ^{повторения} следования, на остальных ^{повторения} период следования. Проверку производить в точках 1, 5, 10 шкалы "ПЕРИОД, мс" на каждом поддиапазоне.

Погрешность установки периода ^{повторения} следования определяется по формуле (I).

Проверку работы генератора в режиме внешнего запуска производить при помощи генераторов ^{Г4-112} Г2-7А и Г5-30А и осциллографа С1-17.

Проверка генератора в режиме внешнего запуска синусоидальным сигналом осуществляется при помощи генератора Г3-7А. Амплитуда сигнала 1 и 10 В, частоты ^{повторения} следования 20 Гц, 10 кГц, 1 МГц.

Проверка генератора в режиме внешнего запуска импульсным сигналом осуществляется при помощи генератора Г5-30А.

Сигнал от генератора амплитудой 1 и 10 В длительностью 0,2 и 1 мкс, 1 мс, 1 с подавать на входной высокочастотный разъем генератора Г5-53 через согласованный кабель. Проверку производить при периодах ~~сглаживания~~ ^{повторения} 1 и 10 мкс, 10 мс и в режиме ручного запуска.

На осциллограф С1-17 выходной импульс с генератора Г5-53 подавать кабелем НЕЭ4.851.081-26 Сч с нагрузкой 50 Ом ЕХ2.727.133.

На экране осциллографа должны наблюдаться импульсы с установленными параметрами (длительность, временной сдвиг, амплитуда) и периодом ~~сглаживания~~ ^{повторения}, определяемым внешним сигналом.

Для проверки генератора в режиме ручного запуска нажать на переключателе "ЗАПУСК" кнопку " " (тем самым генератор будет подготовлен к формированию одиночного импульса). Импульсы на выходе генератора появляться после нажатия крайней правой кнопки переключателя "ЗАПУСК".

Ввиду особенностей электрической схемы генератора импульс на выходе может появиться после третьего нажатия кнопки.

Проверку параметров синхроимпульса и задержки синхроимпульса относительно импульса внешнего запуска производить при помощи генератора Г5-30А и осциллографа С1-17 по схеме рис.23.

Импульс с выхода Г5-30А амплитудой 10 В подать на входной высокочастотный разъем Г5-53 согласованным кабелем.

Параметры синхроимпульса Г5-53 определяются в соответствии с рис.24.

Для измерения задержки синхроимпульса относительно импульса внешнего запуска подать на С1-17 попеременно запускающий импульс и синхроимпульс и измерить по экрану расстояние между фронтами импульсов на уровне 0,5 от амплитуды.

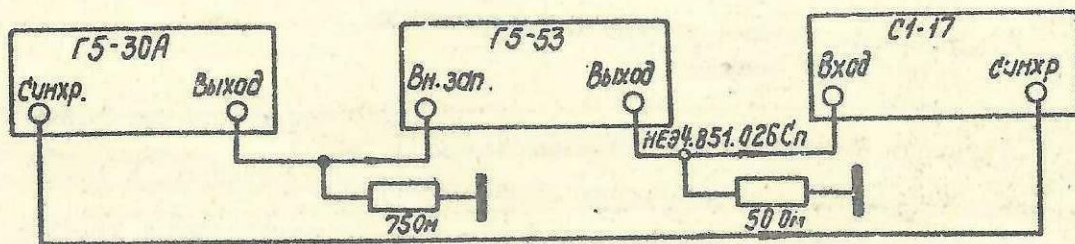
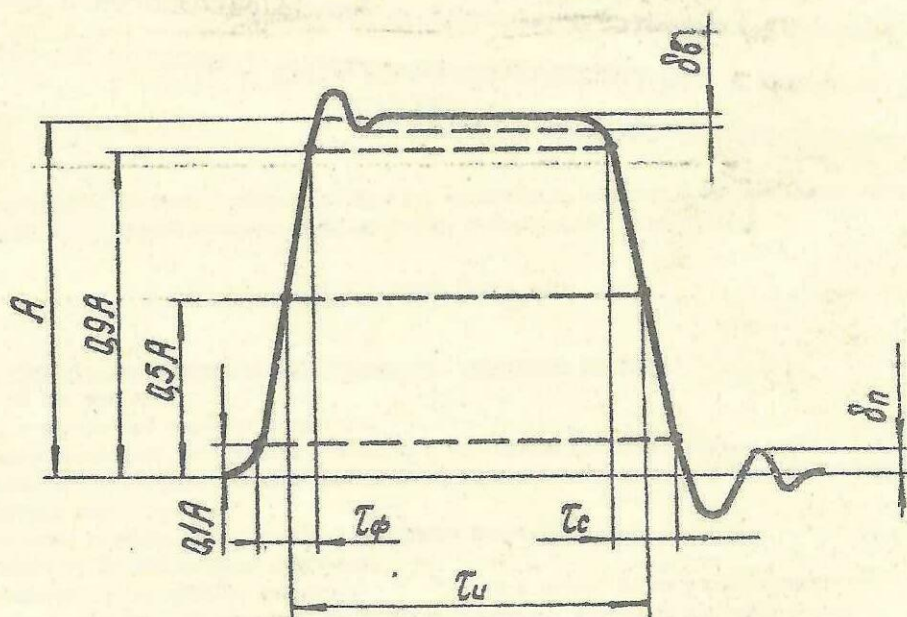


Рис. 23 Схема измерения параметров синхроимпульса



A - амплитуда импульса;
 $\tau_{и}$ - длительность импульса;
 $\tau_{ф}$ - длительность фронта;
 $\tau_{с}$ - длительность среза;
 δ_v, δ_n - неравномерности на вершине импульса
 и в паузе между импульсами.

Рис 24 Определение параметров синхроимпульса.

11.3.4. Оформление результатов поверки.

Результаты поверки записываются в раздел "Периодическая поверка основных нормативно-технических характеристик" формуляра. В конце раздела по положительным результатам поверки производится запись о проведенной поверке, заверенная подписью поверителя и оттиском поверительного клейма.

На генератор, не удовлетворяющий требованиям настоящих методических указаний, выдается извещение о его непригодности к применению с записью в нем параметров, по которым генератор не соответствует техническим условиям.

Окончание табл. 3

Наименование контрольно-измерительной аппаратуры	Тип	Основные параметры	Погрешность
8. Пробивная установка	Б6-4А	$U = 1 \text{ кВ}$	$\pm 1,5\%$
9. Мегомметр		До 200 МОм	
10. Амперметр переменного тока	959	$I_{\text{макс.}} = 1 \text{ А}$	Кл. 0,5
11. Вольтметр переменного тока	959	$U_{\text{макс.}} = 600 \text{ В}$	Кл. 0,5
2. Технические весы		До 100 кг	$\pm 100 \text{ г}$

Примечание. Допускается использование другой контрольно-измерительной аппаратуры, обеспечивающей требуемую точность измерения.

II. 2. ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ К ПРОВЕДЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ

Перед проведением измерений необходимо изучить техническое описание и инструкцию по эксплуатации генератора Г5-53 и контрольно-измерительных приборов, перечисленных в табл. 3.

II.3. МЕТОДИКА ПРОВЕРКИ ГЕНЕРАТОРА

II.3.1. Технические характеристики генератора, подлежащие проверке:

внешний вид прибора;
 форма и полярность основных импульсов;
 диапазон измерения, погрешность установки и паразитная модуляция длительности импульсов;
 максимальная амплитуда, пределы регулировки, погрешность установки и паразитная модуляция амплитуды основных импульсов;
 допустимая минимальная скважность основного видеопериодического сигнала;
 длительность фронта и среза импульсов;
 неравномерность на вершине импульсов и в паузе, время установления;
 диапазон измерения, погрешность установки и паразитная модуляция временного сдвига;
 диапазон измерения и погрешность установки периода повторения основных импульсов;
 параметры внешнего запуска и разового пуска;
 параметры синхронизмуса.

II.3.2. Порядок и методика проведения измерений и оценки результатов измерений

При внешнем осмотре необходимо обратить внимание на отсутствие внешних повреждений генератора. Все ручки должны вращаться без заметных усилий. Кнопки переключателей типа П2К должны быть установлены без перекосов.

Проверка формы и полярности основных импульсов производится по схеме рис. 18. Переключая полярность импульса следует убедиться в наличии на экране осциллографа импульсов положительной или отрицательной полярности регулируемой длительности и амплитуды.

Проверка диапазона измерения, погрешности установки и паразитной модуляции длительности импульсов производится по схемам рис. 19 и 20.

На поддиапазонах "0,1" и "1" производится проверка погрешности установки длительности прибором И2-17 (рис. 19).

Генератор работает в режиме внешнего запуска от генератора задержки И2-17, для чего необходимо нажать кнопку " ∇ " переключателя "ЗАПУСК", а запускающий импульс положительной полярности амплитудой 5 В подать на гнездо "N1".

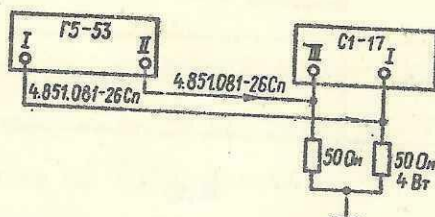


Рис. 18. Схема проверки формы и полярности основных импульсов:

I - клемма "Синхр."; II - клемма "Выход";
III - клемма "Вход"

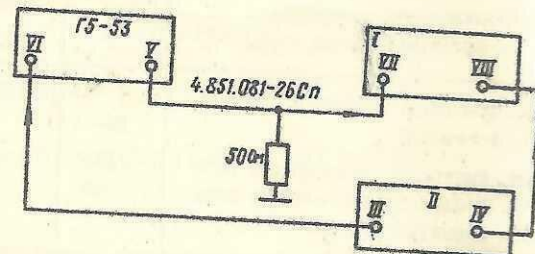


Рис. 19. Схема проверки погрешности установки и паразитной модуляции длительности и временного сдвига основного импульса относительно синхронимпульса:

I - индикатор И2-17; II - генератор И2-17; III - клемма "Запуск имп."; IV - клемма "Задержка имп."; V - клемма "Выход"; VI - клемма "Вн. зап."; VII - клемма "Вход"; VIII - клемма "Запуск".



Рис. 20. Схема измерения длительности основных импульсов:
I - клемма "Выход"

Измерить длительность импульсов в точках 3, 5, 10 шкалы "ДЛИТЕЛЬНОСТЬ μs " на поддиапазоне "0,1" и в точках 1, 5, 10 на поддиапазоне "1". Амплитуду выходного импульса при этом устанавливать 10 и 8 В.

Величина измеряемой длительности определяется разностью показаний задержки на И2-17 при поочередном совмещении индикаторной метки на экране индикатора с фронтом и срезом импульса на уровне 0,5 от амплитуды.

Погрешность установки длительности определяется по формуле (1):

$$\delta = \frac{A_{из} - A_{у}}{A_{из}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где:

$A_{из}$ - измеренная величина, длительность, мкс
 $A_{у}$ - установленная величина, длительность, мкс

Паразитную модуляцию длительности импульсов измерять на поддиапазоне "10" в точках 1 и 10 шкалы при временном сдвиге $D=0$ прибором И2-17. При этом задержку на И2-17 установить равной длительности импульса, а длительность развертки индикатора 0,2 или 0,5 мкс.

Паразитная модуляция длительности определяется как половина размытости среза импульсов.

Погрешность установки длительности на остальных поддиапазонах определять прибором 43-34 по схеме рис. 20.

При этом установить генератор в режим внутреннего запуска (нажать кнопку " $\square$ ").

Измерения производить в точках 1, 5, 10 каждого поддиапазона при амплитуде выходного импульса 10 и 8 В.

Погрешность установки длительности определяется по формуле (1).

Проверку максимальной амплитуды, пределов регулировки и погрешности установки амплитуды основных импульсов производить ампервольтметром типа Ф30, подключенным к выходу генератора через кабель 4.851.081-26 Си и нагрузку 50 Ом 2.727.133.

Установить генератор в режим внутреннего запуска (нажать кнопку " $\square$ ").

Переключатель полярности устанавливать поочередно в положения " $\square$ " и " $\square$ ". Для измерения амплитуды нажать на том же переключателе кнопку " - " (выход по постоянному току); измерение производить в точках, отмеченных в табл. 4 знаком " + ".

Таблица 4

Величина напряжения по цифровому индика- тору, В	Положение встроенного аттенуатора									
	I	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,25	0,2	0,125	0,1
10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	+			+			+			+
8	+					+				+

Определение погрешности установки амплитуды импульсов на выходе внешних аттенуаторов производить ампервольтметром Ф30 при подключенных к выходу поочередно аттенуаторах 20 и 40 дБ. Амплитуду импульса на выходе генератора установить 1 В.

Погрешность установки амплитуды определяется по формуле (1).

Проверку паразитной модуляции амплитуды импульсов производить осциллографом CI-17 с блоком CI-15/4 (на закрытом входе).

Генератор установить в режим внутреннего запуска (нажать кнопку "□"), при переключении полярности нажать кнопку "┐┘".

Импульсы амплитудами 8 и 10 В подавать на вход осциллографа кабелем 4.851.081-26 Сп с нагрузкой 50 Ом 2.727.133. Чувствительность осциллографа установить 5 мВ/см.

Паразитная модуляция определяется как половина размытости вершины импульса.

Проверку работы генератора при допустимой минимальной скважности производить при амплитуде импульса 10 В, длительностях импульсов 0,5; 5; 50; 500 мкс и периодах повторения 1; 10; 100; 1000 мкс соответственно. При этом определяется погрешность установки длительности импульсов по схемам рис. 19 и 20.

Проверку длительности фронта и среза основных импульсов производить осциллографом CI-53 по схеме рис. 21.

Установить генератор в режим внутреннего запуска (нажать кнопку "□").

Переключатель "РАЗВЕРТКА" осциллографа установить в положение "2 пк/дел".

Измерения производить при длительности импульса 500 нс и периоде повторения 1 мкс. Отсчет длительностей фронта и среза производится на уровнях 0,1-0,9 в соответствии с рис. 22.

Проверку неравномерности вершины и исходного уровня основных импульсов и времени установления производить осциллографом CI-53 по схеме рис. 21 при длительности импульса 500 нс и периоде повторения 1 мкс.

Перед измерением откалибровать осциллограф следующим образом: установить чувствительность

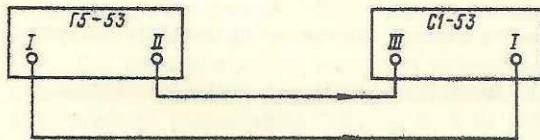


Рис. 21. Схема измерения фронта, среза, неравномерности на вершине импульса и в паузе, выносов после фронта и среза:

I - клемма "Синхр."; II - клемма "Выход";
III - клемма "Вход"

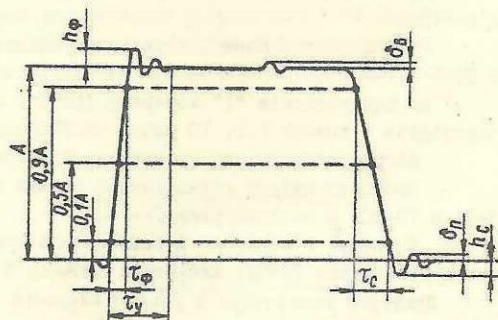


Рис. 22. Определение длительностей фронта и среза, неравномерностей на вершине импульса и в паузе, времени установления:

A - амплитуда импульса; τ_{ϕ} - длительность фронта; τ_c - длительность среза; h_{ϕ} , h_c - выносы после фронта и среза; δ_v , δ_n - неравномерности на вершине импульса и в паузе между импульсами; τ_y - время установления - временной интервал между мгновенными значениями напряжения в точках 0,1 и 0,9 A или 1,01 A

тракта вертикального отклонения 10 мВ/дел., подать на вход генератора импульс амплитудой 1 В (10 В по индикатору, положение аттенуатора "0,1"), затем изменить это напряжение на 10 мВ (на индикаторе - на 100 мВ) и ручкой "ПЛАВНО" осциллографа добиться того, чтобы при этом перемещение луча на экране произошло на 1 деление.

Измерения производить при работе генератора в режиме внутреннего запуска.

На вход осциллографа подать импульс амплитудой 1 В через переход 32-33 из комплекта СИ-53. Чувствительность тракта вертикального отклонения установить 200 мВ/дел.; развертку 50 нс/дел.. Отметить положение фронта импульса на уровнях 0,1 и 0,5 от амплитуды. Установить чувствительность тракта 10 мВ/дел. и ручкой "КОМПЕНС." вывести вершину импульса на середину экрана, не изменяя длительности, периода и временного сдвига генератора и положения ручек "ЗАДЕРЖКА" и "СМЕЩЕНИЕ X" осциллографа.

Отсчет неравномерности вершины исходного уровня в паузе основных импульсов и времени установления производится в соответствии с рис. 22.

Выбросы на вершине и в паузе и неравномерность вершины исходного уровня в паузе между основными импульсами измерять при длительности импульса 500 нс и периоде повторения 1 мкс в режиме внутреннего запуска генератора.

Длительность развертки на осциллографе СИ-53 установить 50 нс/дел., чувствительность 10 мВ/дел. Амплитуда импульса на выходе генератора 1 В. Вывести на середину экрана осциллографа ручкой "КОМПЕНС." поочередно вершину и основание импульса. Отсчет выбросов и неравномерности производится в соответствии с рис. 22. Допускается наличие выброса перед фронтом импульса.

Проверку диапазона измерения, погрешности установки и паразитной модуляции временного сдвига основного импульса относительно синхрои импульса производить прибором И2-17 по схеме рис. 19.

Генератор установить в режим внешнего запуска от И2-17 (нажата кнопка "□").

Измерения производить на поддиапазоне "0,1" в точках 0, 5, 10 шкалы "ВРЕМЕННОЙ СДВИГ_{мкВ}", на остальных поддиапазонах в точках 1, 5, 10 при амплитудах выходного импульса 8 и 10 В и максимальной частоте повторения генератора задержки И2-17.

Для проведения измерений сначала на индикатор подать синхрои импульс генератора, отметить на экране положение фронта импульса на уровне 0,5 от амплитуды и записать величину задержки на И2-17. Затем подать на индикатор выходной импульс генератора, регулировкой задержки на И2-17 его фронт на уровне 0,5 от амплитуды совместить с отметкой на индикаторе и записать величину задержки на И2-17. Измеряемая величина временного сдвига равна разности записанных показаний задержки на И2-17.

Погрешность установки временного сдвига определяется по формуле (1).

Паразитная модуляция временного сдвига проверяется прибором И2-17. Установить генератор в режим внешнего запуска от И2-17. Амплитуда выходного импульса генератора 10 В временной сдвиг 10 и 100 мкс (на поддиапазоне "10"). Задержку на И2-17 установить равной установленной величине временного сдвига. Развертка на индикаторе И2-17 0,2 или 0,5 мкс.

Величина паразитной модуляции определяется как половина размытости фронта импульса на экране индикатора И2-17.

Проверку диапазона измерения и погрешности установки периода повторения производить частотометром ЧЗ-34.

Генератор установить в режим внутреннего запуска. Амплитуда импульса на выходе генератора 10 В.

На поддиапазоне "1" измерять частоту следования, на остальных - период повторения. Проверку производить в точках 1, 5, 10 шкалы "ПЕРИОД_{мкс}" на каждом поддиапазоне.

Погрешность установки периода повторения определяется по формуле (1).

Проверку работы генератора в режиме внешнего запуска производить при помощи генераторов ГЗ-7А и ГЗ-30А и осциллографа СИ-17.

Проверка генератора в режиме внешнего запуска синусоидальным сигналом осуществляется при помощи генератора ГЗ-7А. Амплитуда сигнала 1 и 10 В, частотой повторения 20 Гц, 10 кГц, 1 МГц.

Проверка генератора в режиме внешнего запуска импульсным сигналом осуществляется при помощи генератора ГЗ-30А.

Сигнал от генератора амплитудой 1 и 10 В, длительностью 0,2 и 1 мкс, 1 мс, 1 с подавать на входной высокочастотный разъем генератора ГЗ-53 через согласованный кабель. Проверку производить при периодах повторения 1 и 10 мкс, 10 мс в режиме ручного запуска.

На осциллограф СИ-17 выходной импульс с генератора ГЗ-53 подавать кабелем 4.851.081-26 Сп с нагрузкой 50 Ом 2.727.153.

На экране осциллографа должны наблюдаться импульсы с установленными параметрами (длительность, временной сдвиг, амплитуда) и периодом повторения, определяемым внешним сигналом.

Для проверки генератора в режиме ручного запуска нажать на переключателе "ЗАПУСК" кнопку " $\sqrt{\text{I}}$ " (тем самым генератор будет подготовлен к формированию одиночного импульса). Импульсы на выходе генератора появляются после нажатия крайней правой кнопки переключателя "ЗАПУСК".

Ввиду особенностей электрической схемы генератора импульсы на выходе могут появиться после третьего нажатия кнопки.

Проверку параметров синхримпульса и задержки синхримпульса относительно импульса внешнего запуска производить при помощи генератора Г5-30А и осциллографа С1-17 по схеме, показанной на рис. 23.

Импульс с выхода Г5-30А амплитудой 10 В подать на входной высокочастотный разъем Г5-53 согласованным кабелем.

Параметры синхримпульса Г5-53 определяются в соответствии с рис. 24.

Для измерения задержки синхримпульса относительно импульса внешнего запуска подать на С1-17 попеременно запускающий импульс и синхримпульс и измерить по экрану расстояние между фронтами импульсов на уровне 0,5 от амплитуды.

II.3.3 Регулирование и настройка. В генераторе имеются подстроечные и регулировочные элементы, предназначенные для получения заданных технических характеристик.

Подборный резистор R7 в каскаде формирователя К31 (приложение 4) предназначен для установки тока ключа (собранный на микросхеме ЭИ) в пределах 10 ± 1 мА.

Для точной установки периода повторения имеются потенциометры на каскаде К1М-1 (приложение 2) и на соединительной плате П3 генератора (приложение 1).

Потенциометры R24 и R28 на К1М-1 служат для регулировки периода повторения в конце диапазонов "I" и "IO".

Потенциометры R3 и R4 на плате П3 предназначены для регулировки периода следования в начале диапазонов "I" и "IO".

Потенциометр R6 на плате П3 предназначен для регулировки опорного напряжения, величина которого на контакте 1А К1М-1 должна составлять 11,5 В в точке "IO" шкалы. Установка опорного напряжения в схеме формирования временного сдвига производится потенциометром R13 на плате П3 на контакте 3А каскада К3М-1.

Для установки необходимого диапазона временного сдвига в конце диапазонов "0, I", "I" и "IO" в каскаде К3М-1 (У5, приложение 1) имеются подборный конденсатор С63 и потенциометры R71, R72, а в начале диапазонов - потенциометры R9, R10, R11 на плате П3.

Регулировка временного сдвига в точке "0" шкалы (поддиапазон "0, I") производится линией задержки D31 на каскаде К31 (приложение 4) таким образом, чтобы совместить фронты синхримпульса и выходного импульса на уровне 0,5 от амплитуды.

Для установки требуемой величины длительности в конце поддиапазонов "0, I"; "I"; "IO"; "IO²" используются конденсатор С63 и потенциометры R67, R71, R72 на каскаде К3М-1 (У9, приложение 1), а в начале тех же поддиапазонов - потенциометры R16, R17, R18, R19 на плате П3.

Опорное напряжение (+11,5 В) на контакте 3А разъема каскада К3М-1 устанавливается потенциометром R21 на плате П3.

Для установки уровня выходного напряжения и требуемой дискретности регулировки 1 мВ имеются потенциометры R18, R19, R23, R24 на каскаде К35. Первыми двумя потенциометрами при переключении напряжения на выходе через 1 В (10, 9, 8 В) устанавливается дискретность изменения 1 В $\pm$ 1 мВ; потен-

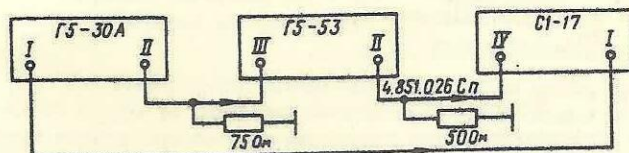


Рис. 23. Схема измерения параметров синхримпульса:
I - клемма "Синхр."; II - клемма "Выход"; III - клемма "Вн. зап."; IV - клемма "Вход".

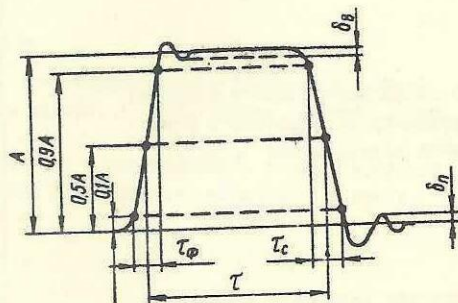


Рис. 24. Определение параметров синхримпульса:

A - амплитуда импульса; T - длительность импульса; T_ϕ - длительность фронта; T_c - длительность среза;
 δ_v, δ_n - неравномерности на вершине импульса и в паузе между импульсами

циметрами R23 и R24, при установленном на цифровом индикаторе напряжении 9 В, устанавливается амплитуда выходного импульса по цифровому вольтметру, равная $9 \text{ В} \pm 10 \text{ мВ}$.

Подстроечная индуктивность L1 на плате III (выходной формирователь) предназначена для коррекции форм фронта и получения выбросов после фронта заданной величины (менее 1% от установленной амплитуды).

12. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГЕНЕРАТОРА

Объем проверок технического состояния прибора с целью установления его пригодности для дальнейшего использования по прямому назначению изложен в табл. 5.
Методика измерения параметров генератора изложена в разделе II.

Таблица 5

Проверяемые параметры	Технические требования
1. Внешний вид и работоспособность	Качество сборки и внешний вид прибора должны соответствовать следующим требованиям: все детали, узлы должны быть прочно закреплены без перекосов. Органы управления должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации; все винты, болты и детали, имеющие резьбу, не должны иметь повреждений и должны быть прочно закручены; основные узлы и детали должны маркироваться согласно чертежам; все надписи на шкалах должны быть четкими и ясными; все покрытия должны быть прочными, без царапин и обеспечивать защиту от коррозии. Генератор должен быть одноканальным с непрерывной последовательностью импульсов. Выходной импульс переключаемой положительной или отрицательной полярности
2. Период повторения основных импульсов и погрешность установки периода следования	Период повторения основных импульсов при внутреннем запуске должен изменяться плавно-ступенчато от 1 мкс до 10 с. Погрешность установки периода повторения основных импульсов в рабочем интервале температур и при изменении сети не должна превышать $\pm 0,1 T_{\text{ср}}$
3. Диапазон длительности основных импульсов и погрешность установки длительности	Длительность основных импульсов на выходе генератора должна изменяться плавно-ступенчато от 0,3 мкс до 1 с. Погрешность установки длительности основных импульсов в рабочем интервале температур и при изменении напряжения сети не должна превышать $\pm (0,1 T_{\text{н}} + 30 \text{ нс})$
4. Диапазон измерения временного сдвига основного импульса на выходе генератора и погрешность установки временного сдвига	Временной сдвиг основного импульса на выходе генератора относительно синхронимпульса должен регулироваться плавно-ступенчато от 0 до 100 мкс. Погрешность установки временного сдвига в

Окончание табл. 5

Проверяемые параметры	Технические требования
5. Максимальная амплитуда основных импульсов на выходе генератора. Пределы регулировки амплитуды. Погрешность установки амплитуды	в рабочем интервале температур и при изменении напряжения сети не должна превышать $\pm(0,1 В + 0,003 мкс)$ Максимальная амплитуда основных импульсов должна быть не менее 10 В на внешней согласованной нагрузке $50 \pm 0,25 Ом$. Регулировка амплитуды основных импульсов на выходе генератора должна осуществляться в диапазоне 1-10 В. Дискретность регулировки амплитуды на входе встроенного аттеннатора должна быть 1 мВ. Погрешность установки амплитуды основных импульсов на выходе генератора в нормальных условиях не должна превышать 0,03 U. В комплекте генератора должны быть предусмотрены внешние фиксированные аттеннаторы с ослаблением 20 и 40 дБ. Погрешность установки амплитуды основных импульсов на выходе аттеннаторов не должна превышать $\pm 0,03 U$.
6. Длительность фронта и среза основных импульсов	Длительность фронта основных импульсов не должна превышать 20 нс на внешней согласованной нагрузке 50 Ом. Длительность среза основных импульсов не должна превышать 50 нс на внешней согласованной нагрузке 50 Ом
7. Неравномерность на вершине основного импульса и в паузе, выбросы после фронта и среза и время установления неравномерности	Неравномерность на вершине основного импульса и в паузе не должна превышать 1% от установленной амплитуды. Выбросы после фронта и среза импульса не должны превышать 1% от установленной амплитуды. Время установления заданной величины неравномерности не должно превышать 75 нс

13. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

13.1. ПОРЯДОК РАЗБОРКИ ГЕНЕРАТОРА

Для разборки генератора отвернуть четыре винта, крепящие две боковые стенки прибора, и вынуть стенки из лагов. Затем ослабить винты, ограничивающие пружинные запоры, и снять крышки прибора, после чего открывается доступ к кассетам и преобразователю.

Чтобы снять преобразователь, отвернуть два винта, крепящие его в направляющих, и винт, крепящий преобразователь к задней стенке прибора. Кассеты вынимаются после отвинчивания двух винтов, крепящих их к печатной плате.

13.2. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Таблица 6

Наименование неисправности	Вероятная причина	Метод устранения
1. При включении тумблера "СЕТЬ" не загораются индикаторные лампы	Неисправность тумблера. Неисправность предохранителя в цепи 220 В, 50 Гц или I15 В, 400 Гц	Проверить омметром исправность тумблера и предохранителя. Сменить исправный элемент
2. Отсутствует синхроимпульс и основной импульс при любом виде запуска	Неисправность предохранителя Рр1 в цепи 40 В, 1000 Гц (на выходе блока питания)	Сменить неисправный элемент
3. Отсутствует синхроимпульс в режиме внутреннего запуска	Неисправность формирователя синхроимпульса	Проверить и сменить неисправный элемент на каскаде К31
4. Отсутствует выходной импульс в режиме внутреннего запуска (в режиме внешнего запуска импульс есть)	Неисправность в схеме тактового генератора	Проверить работу каскад К1М-1 и К1М-2
5. На выходе генератора независимо от нажатой кнопки полярности ( или ) отсутствует импульс, но имеется постоянное напряжение, величина которого равна установленной амплитуде импульса	Неисправность в схеме формирования длительности	Проверить работу каскад К3М-1 и К3М-2 (длительность)
6. Отсутствует выходной импульс на одном из поддиапазонов периода повторения длительности или временного сдвига	Вышло из строя реле соответствующего поддиапазона на каскадах К1М-1 или К3М-1	Заменить неисправное реле
7. Отсутствует выходной импульс на всех поддиапазонах периода, временного сдвига, длительности	Неисправность схемы формирования выходного импульса	Проверить работу платы П1
	Неисправность аттенватора	Проверить и сменить неисправный элемент
	Неисправность схемы формирования задержки выходного импульса	Проверить работу каскада К3М-1 формирователя задержки
	Нет импульса запуска схемы задержки с каскада К31	Проверить работу каскада К31

Примечания: 1. При ремонте каскад использовать характеристики контрольных точек каскад, приведенные в их принципиальных схемах, и таблицы напряжений на транзисторах и микросхемах.
2. Проверка каскад при необходимости может быть осуществлена с помощью платы 4.079.033 С-immerшей в комплекте ЗИП.

14. КАРТЫ НАПРЯЖЕНИЙ И ОБМОТОЧНЫЕ ДАННЫЕ

14.1. НАПРЯЖЕНИЕ НА ВЫВОДАХ ТРАНЗИСТОРОВ В КАССЕТАХ ГЕНЕРАТОРА

Таблица 7

№ пози- ции	Тип транзисто- ра	Напряжение на выводах транзисторов, В						Примечание
		коллектор		эмиттер		база		
		постоянное	перемен- ное	постоянное	перемен- ное	постоян- ное	пере- мен- ное	
КИМ-1 (приложение 2)								
3.263.056 Сп								
12	IT308Б	-7,8 (-1)	±6,8	-	-	+0,2 (-0,3)	±0,6	Измерять относитель- но +15 В
22	IT308Б	-1 (-7,8)	+6,8	-	-	-0,3 (+0,2)	±0,6	
31	IT308А	-8	-	-0,8 (-7,6)	±6,8	-1(-7,8)	±6,8	
34	IT308А	-8	-	-7,6 (-0,8)	±6,8	-7,8(-1)	±6,8	Измерять относительно корпуса
52	П609А	-0,9 (+13)	±14	+15	-	+16(+14)	±0,5	
53	П609А	+13 (-0,9)	±14	+15	-	+14(+16)	±0,5	
93	IT311Б	+0,45(+4,7)	-4	+0,3 (+0,36)	-	+0,74 (+0,62)	±0,2	Измерять относитель- но -8 В
104	IT311Б	+8(+0,5)	+7	+0,3(+0,36)	-	+0,1(+ 0,8)	-8,6	
113	IT311Б	0	-8	-8	-	-8	+1,5	Измерять относи- тельно +1,5 В
92	IT311Б	0	-8	-8	-	-8	+2	
КИМ-2 (приложение 3)								
2.208.067 Сп								
6	IT308А	-8	+7	0	-	-	-1,5	Измерять относитель- но +15 В
28	2Т301Г	+20	-12	-	-	-	+12	Измерять относитель- но корпуса
57	IT311Б	+7	7	0	-	0	+1,5	Измерять относитель- но +15 В
66	IT308А	-8	+7	0	-	+1,5	-5	
КЭМ-1 (приложение 5)								
2.035.032 Сп								
12	IT308Б	-7,8 (-1)	±6,8	-	-	+0,2 (-0,3)	±0,6	Измерять относи- тельно +15 В
19	IT308Б	-1 (-7,8)	±6,8	-	-	-0,3 (+0,2)	±0,6	
31	IT308А	-8	-	-0,8 (-7,6)	±6,8	-1 (-7,8)	±6,8	
32	IT308А	-8	-	-7,6(-0,8)	±6,8	-7,8(-1)	±6,8	Измерять от- носительно корпуса
51	П609А	-0,9(+13)	±14	+15	-	+16 (+14)	±0,5	
52	П609А	+13 (-0,9)	±14	+15	-	+14 (+16)	±0,5	

Продолжение табл. 7

№ пози- ции	Тип транзистора	Напряжение на выводах транзисторов, В						Примеча- ние
		коллектор		эмиттер		база		
		постоянное	перемен- ное	постоянное	перемен- ное	постоянное	перемен- ное	
89	IT311B	+0,45 (+4,7)	-4	+0,3 (+0,36)	-	+0,74 (+0,62)	±0,2	Измерять от- носительно -8 В
97	IT311B	+8 (+0,5)	+7	+0,3 (+0,36)	-	+0,1 (+0,8)	-8,6	
104	IT311B	0	-8	-8	-	8	+1,5	Измерять от- носительно +15 В

КЗМ-2 (приложение 6)
2.035.033 Сп

9	IT308B	-7,8 (-1)	±6,8	-	-	+0,2 (-0,3)	±0,6	Измерять от- носительно +15 В
22	IT308B	-1 (-7,8)	±6,8	-	-	-0,3 (+0,2)	±0,6	
43	IT308A	0	+5	+7	2	2	2	Измерять от- носительно корпуса
57	IT308A	0	8	+7	0	+7	-5	
72	IT311B	+7	7	0	0	0	1	Измерять от- носительно +15 В
79	IT308A	-8	8	0	-	+1,5	-5	
91	IT308A	-8	8	0	-	+15	-5	

КЗЗ.3.215.065 (приложение 12)

T1	2T301Г	+11	-	+8	-	+8,4	-	
T2	П213	-4	-	0	-	-0,1	-	
T3	2T301Г	+11	-	+8	-	+8,8	-	
T4	МП101	+11	9	0	-	-0,5	12	
T5	МП105	+3,7	13	+11	-	+11	-	
T6	МП101	+3,7	13	0	-	0	2	
T7	МП101	+11	-	+3,7	13	+3,1	13	
T8	2T301Г	+5,4	7	+0,52	0,7	+0,9	1,5	
T9	2T301Г	+3,4	4	+0,54	0,7	+0,88	1	
T10	IT308B	-0,8	0,3	0	-	+1	4	
T11	П609А	-2,8	2	0	-	-0,75	0,3	
T12	2T808А			0	-	-		
T13	2T808А			0	2			

КЗ4.3.233.099 33 (приложение 8)

T1	2T602А	+38,5	0,1	+30,5	0,01	+31,1	0,01	Измерения про- изводятся при максимальном напряжении, то- же нагрузке 200 мА и нака- той кнопке "Л" (поляр- ность выходно- го импульса)
T2	2T301Д	+38,5	0,05	+31,1	0,01	+31,7	0,01	
T3	2T301Д	+31,7	0,01	+20,5	0,005	+21,1	0,005	
T4	2T602А	+20,5	0,1	+12,5	0,01	+13,1	0,01	
T5	2T301Д	+20,5	0,05	+13,1	0,01	+13,7	0,01	
T6	2T301Д	+13,7	0,01	+4,5	0,005	+5,1	0,005	

Окончание табл. 7

окончание табл. 7

№ позиции	Тип транзистора	Напряжение на выводах транзисторов, В						Примечание
		коллектор		эмиттер		база		
		постоянное	переменное	постоянное	переменное	постоянное	переменное	
К35.3.233.100 ЭЗ (приложение 9)								
T1	2T602A	+23	0,1	+15,6	0,01	+16,2	0,01	Измерения производятся при максимальном выходном напряжении, токе нагрузки 200 мА и нажатой кнопке "Г"
T2	2T301D	+16,2	0,01	+2	0,001	0	0	
T3	2T904A	+23	0,1	+15	0,01	+15,6	0,01	
T4	2T301D	+16,2	0,01	+6,8	0,005	+7,4	0,005	
T5	2T602A	+15	0,01	+13,1	0,001	+13,7	0,001	
T6	2T904A	+15	0,01	+12,5	0,001	+13,1	0,001	
T7	2T312B	+17	0,005	-0,6	0,001	0	0	
T8	2T312B	+17	0,005	-0,6	0,001	0	0	
К31.2.035.046 ЭЗ (приложение 4)								
T1	1T311A	+6,6	-7	0	0	0	+0,5	Измерять относительно корпуса
T2	1T321B	0	+11	+14,5	0	+14,5	+1,5	
T3	1T308B	+0,63	+4	+5,95	0,75	+5,7	0,75	
T4	1T308B	+0,47	+3	+6,8	0	+6,6	+0,75	
T5	1T308B	0	+5,5	+6,6	0	+6,6	+0,85	
T6	1T311A	+6,6	-6	0	0	0	+0,5	
T7	1T308B	0	+6	6,6	0	6,6	+0,75	
III (приложение 10) 2.035.057 ЭЗ								
T1	1T308B	0	+3,2	+3,7	-0,3	+3,7	0	Измерять относительно эмиттера T4
T2	2T312B	+6,7	0	0	+3,2	0	+2,8	
T3	2T904A	-6,7	0	0	+2,8	0	+2,5	
T4	2T911A	+10	-10	-1,1	+1,2	0	0	

- Примечания: 1. Все измерения, кроме оговоренных особо, производить при произвольном положении органов управления генератора в режиме внутреннего запуска.
2. Все измерения по постоянному току производить вольтметром ВК7-9, по переменному току - осциллографом С1-17.

14.2. НАПРЯЖЕНИЕ НА ВХОДАХ И ВЫХОДАХ УЗЛОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ

№ по- зиции	Тип мик- росхем	Напряжение на выводах микросхем, В													
		1		2		3		4		5		6		7	
		пос- тоян- ное	пере- мен- ное	пос- тоян- ное	пере- мен- ное	пос- тоян- ное	пере- мен- ное	пос- тоян- ное	пере- мен- ное	пос- тоян- ное	пере- мен- ное	пос- тоян- ное	пере- мен- ное	пос- тоян- ное	пере- мен- ное
К31 (приложение 4)															
2.035.046 33															
31	2НТ171	+2,8	+2	-0,4	0	-0,25	0	+0,3	-2	-0,4	0	+0,47	+4	+6,3	0
32	2ТК171А	-	+3	-	0	-	+3,0	-	+3	-	+3	+6,3	0	-	+3
33	2ТК171А	-	+3	-	0	-	+3,0	-	0	-	+3	+6,3	0	-	0
34	2ТК171А	-	+3	-	0	-	+3,0	-	+3	0	-	+6,3	0	-	+3,0
35	2ТК171А	-	+3	-	0	-	+3,0	-	0	-	+3	+6,3	0	-	0
К1М-2 (приложение 3)															
2.208.067 Сп															
2ЛБ171А															
8-51	2ТК171А	-	+3	-	-	-	+3,0	+0,6	+6	-	-	+6,3	0	-	-
К3М-2 (приложение 6)															
2.035.033 Сп															
2ЛБ171А															
24-66	2ТК171А	-	+3	-	-	-	+3,0	+0,6	+6	-	-	+6,3	0	-	-
П1 (приложение 10)															
2.035.057 33															
31	2ЛБ172А	+3,0	-	+3,0	+3	0	+1,5	-	-	-	-	+6,3	0	0	+1,5
32	2ТК171А	+3	+3	-	-	+3,0	+3,0	+3	-	-	-	+6,3	0	+3,0	+3,0

Примечание. Все измерения по постоянному току производить вольтметром ВК7-9, по переменному - осциллографом С1-17 при произвольном положении органов управления генератора в режиме внутреннего запуска.

НА МИКРОСХЕМАХ

Таблица 8

8		9		10		11		12		При-
пос-	пе-	пос-	пере-	пос-	пере-	пос-	пе-	пос-	пе-	ме-
тоян-	реме-	тоян-	мен-	тоян-	мен-	то-	ре-	то-	ре-	ча-
ное	ное	ное	ное	ное	ное	ян-	мен-	ян-	мен-	ние
						ное	ное	ное	ное	

0	+4,5	+1,1	-1,2	+6,3	0	+1,1	-0,9	+1,1	-0,9	
-	0	-	+0,4	+3,0	0	-	0	-	0	
-	0	-	+0,4	+3,0	0	-	0	-	0	
-	0	-	+0,4	+3,0	0	-	0	-	0	
-	0	-	+0,4	+3,0	0	-	0	-	0	
-	-	-	-	+3,2	0	+3,2	+3,0	-	-	
-	-	-	+0,4	+3,0	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	+3,2	0	+3,2	+3,0	-	-	
-	-	-	+0,4	+3,0	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	+3,0	-	+3,0	+3,0	-	-	За-
-	-	-	-	+3,0	-	-	-	-	-	мем-
										ри-
										отно-
										си-
										тель-
										но
										эмит-
										тера
										T4

14.3. ОБМОТОЧНЫЕ ДАННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Таблица 9

Наименование обмотки	Диаметр провода, мм	Число витков	Марка провода	№ контак- тов	Напряжение, В	Ток, А	Магнитопровод
Трансформатор ТСТ-31А 4.712.046 Сп							
I Первичная	0,15	137	ПЭВ-2	1-2	13		Магнитопровод тороидаль- ный 26х16х6,5; сталь 3350, лента 0,08
II Вторичная	0,15	98	"	3-4	8,5	0,03	
Трансформатор ТСТ-40А 4.712.073							
I Первичная	0,15	170	ПЭВ-2	10-18	27		Магнитопровод тороидаль- ный 30х20х10, сталь 3350, лента 0,08
II Вторичная	0,15	104	"	7-4-2	7,5±0,37	0,07	
III То же	0,12	100	"	6-5-3	7,3±0,36	0,035	

Окончание табл. 9

Окончание табл.

Наименование обмотки	Диаметр провода, мм	Число витков	Марка провода	№ контак-тов	Напряжение, В	Ток, А	Магнитопровод
Трансформатор ТСТ-41А 4.712.072							
I-Первичная	0,31	141	ПЭВ-2	1-23	27		Магнитопровод тороидаль- ный 42х25х10, сталь 3350, лента 0,08
II Вторичная	0,25	244	"	2-17-27	22±1,1	0,13	
III То же	0,12	256	"	3-10-16	25±1,2	0,025	
IV -"-	0,12	256	"	18-21-26	25±1,2	0,025	
V -"-	0,12	224	"	4-9-15	22±1,1	0,01	
VI -"-	0,12	224	"	19-20-25	22±1,1	0,01	
VII -"-	0,12	224	"	5-8-14	22±1,1	0,01	
VIII Экранная	0,25	224	"	24			
Трансформатор ТСТ-42А 4.712.074							
I Первичная	0,55	140	ПЭВ-2	1-28	40		Магнитопровод тороидаль- ный 40х25х15, сталь 3350, лента 0,08
II Экранная	0,23	I слой	"	8			
III Вторичная	0,1	650	"	2-14-27	91±4,5	0,021	
IV То же	0,35	98	"	3-II	26,7±1,35	0,450	
V -"-	0,35	116	"	12-20-26	16,3±0,8	0,320	
VI -"-	0,35	56	"	4-7-10	7,6±0,38	0,320	
VII -"-	0,35	46	"	13-16-19	6,4±0,31	0,210	
VIII -"-	0,25	43	"	21-25	11,8±0,6	0,150	
IX -"-	0,23	68	"	5-6-9	9,25±0,46	0,130	
X -"-	0,23	30	"	15-17-18	4,2±0,21	0,120	
XI -"-	0,1	16	"	22-23-24	2,2±0,1	0,007	
Трансформатор ТИТ-12 4.720.031 Сп							
I	0,27	9	ПЭВ-2	1-2			Сердечник М 400НН-4 К10х6х3 0.707.049 ТУ
II	0,27	9	"	3-4			
III	0,27	9	"	5-6			
Трансформатор ТВЧТ-40 4.770.107							
I	0,12	10х2	ПАЛМО	3-6-4			Магнитопровод тороидаль- ный 10х6х3
II	0,12	10х2	"	1-5-2			
Трансформатор ТПТ-22 4.739.036							
I Первичная	0,64	95х2	ПЭВ-2	3-4-5			Магнитопровод торо- идальный 56х40х12. Сплав 50 НП, лента 0,05
II Вторичная	0,64	97	"	2-6			
III То же	0,31	7х2	"	1-8-7			
Трансформатор ТИТ-14 4.720.035 Сп							
I	0,27	10	ПЭВ-2	1-2			Сердечник М400НН-4 К10х6х3 0.707.049 ТУ
II	0,27	10	"	3-4			
III	0,27	4	"	5-6			
Трансформатор ТАМ-69 1271220-50 0.470001ТУ							
I Сетевая	0,41	1140	ПЭВ-2	6-15-7	220		Магнитопровод МТ-60 78х50х40, сталь 3330, лента 0,35
II Экранная	0,23	I слой	"	8		0,07	
III Вторичная	0,23	130	"	1-2-5	24	0,14	
IV То же	0,31	38	"	14-17-19	6,8	0,18	
V -"-	0,35	68	"	9-12-13	12	0,53	
VI -"-	0,59	308	"	4-18-10	56	0,88	
VII -"-	0,8	252	"	3-16-11	46		

14.4. ОБМОТОЧНЫЕ ДАННЫЕ ДРОССЕЛЕЙ

Таблица 10

Наименование	Диаметр провода, мм	Число витков	Марка провода	Ток, А
Д-25	0,18	450	ПЭВ-2	0,05
Д-26	0,23	340	"	0,15
Д-27	0,27	210	"	0,3
Д-28	0,44	140	"	0,5
Д-31	I	2x135	"	3

15. КАРТЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ГЕНЕРАТОРА

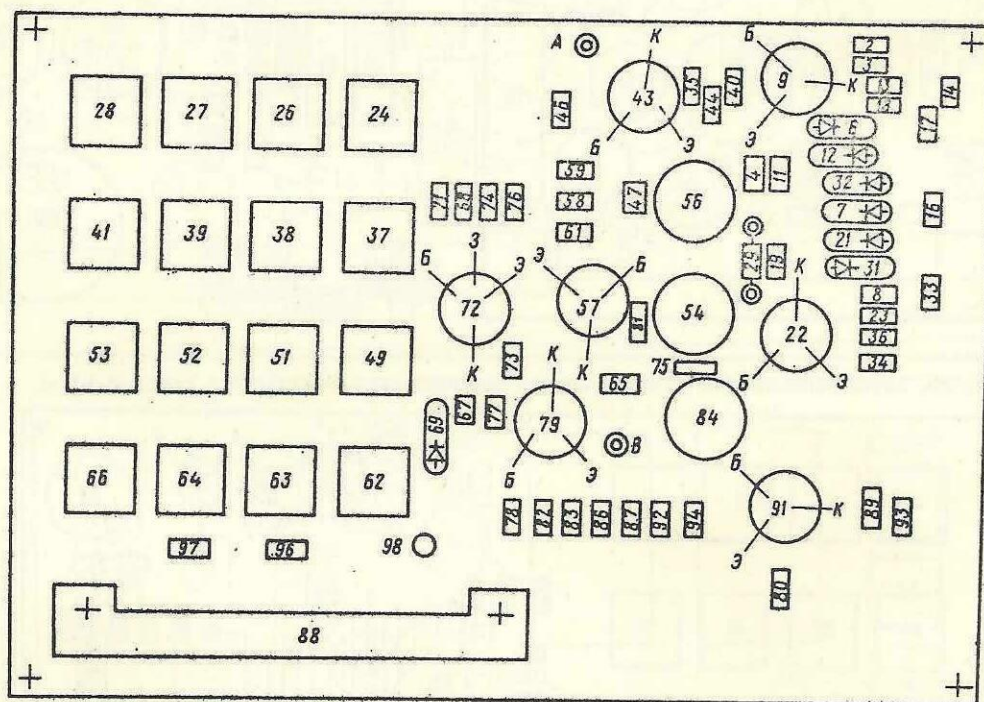


Рис. 25. Карта расположения узлов и деталей формирователя задержанного импульса КЗМ-2

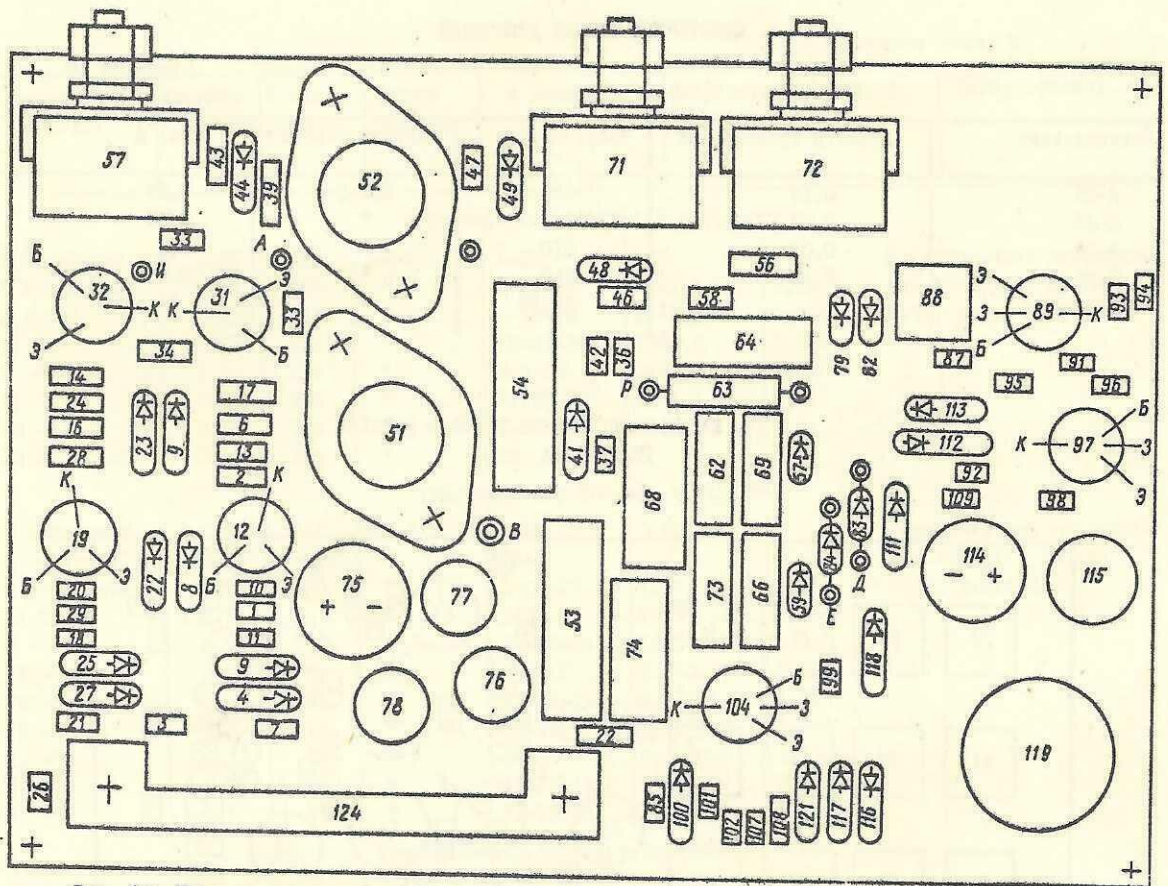


Рис. 26. Карта расположения узлов и деталей формирователя задержанного импульса КЗМ-1

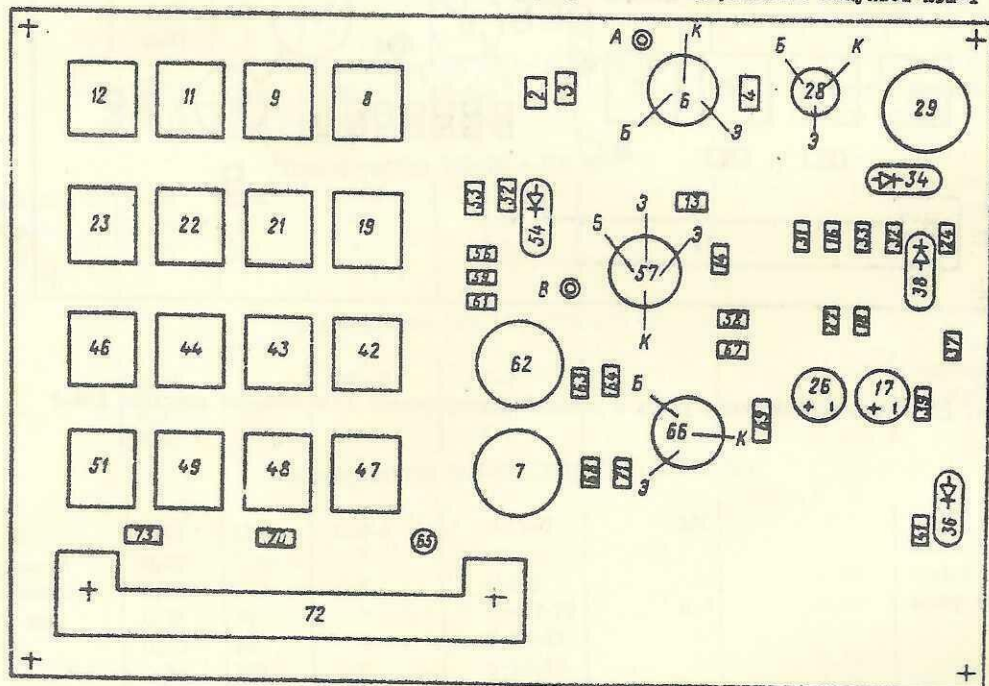
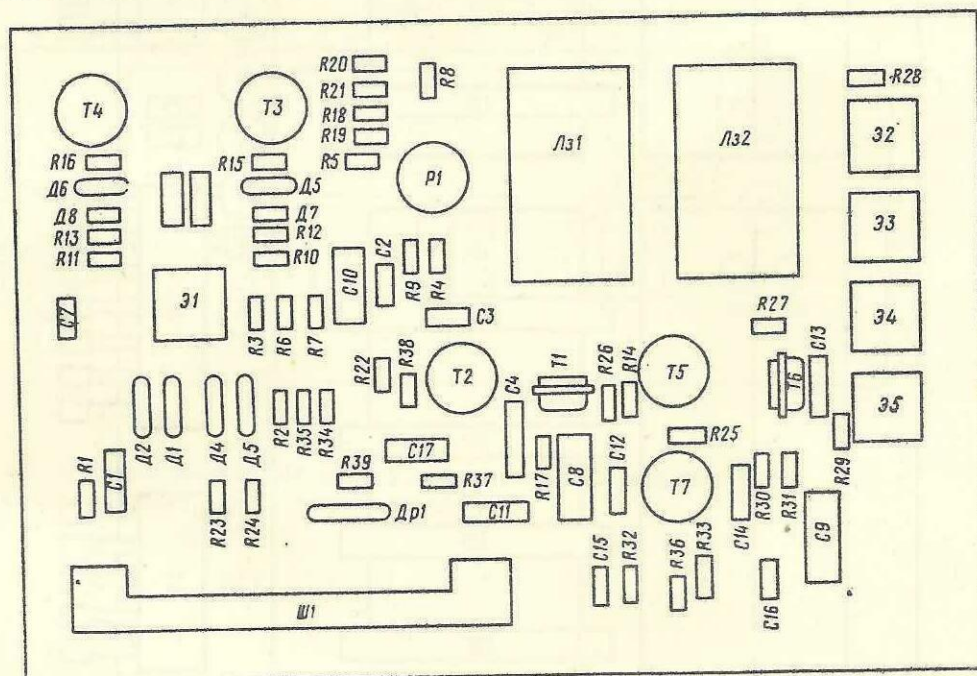


Рис. 27. Карта расположения узлов и деталей делителя частоты КИМ-2

28. Карта расположения узлов и деталей тактового генератора КИМ-1



39

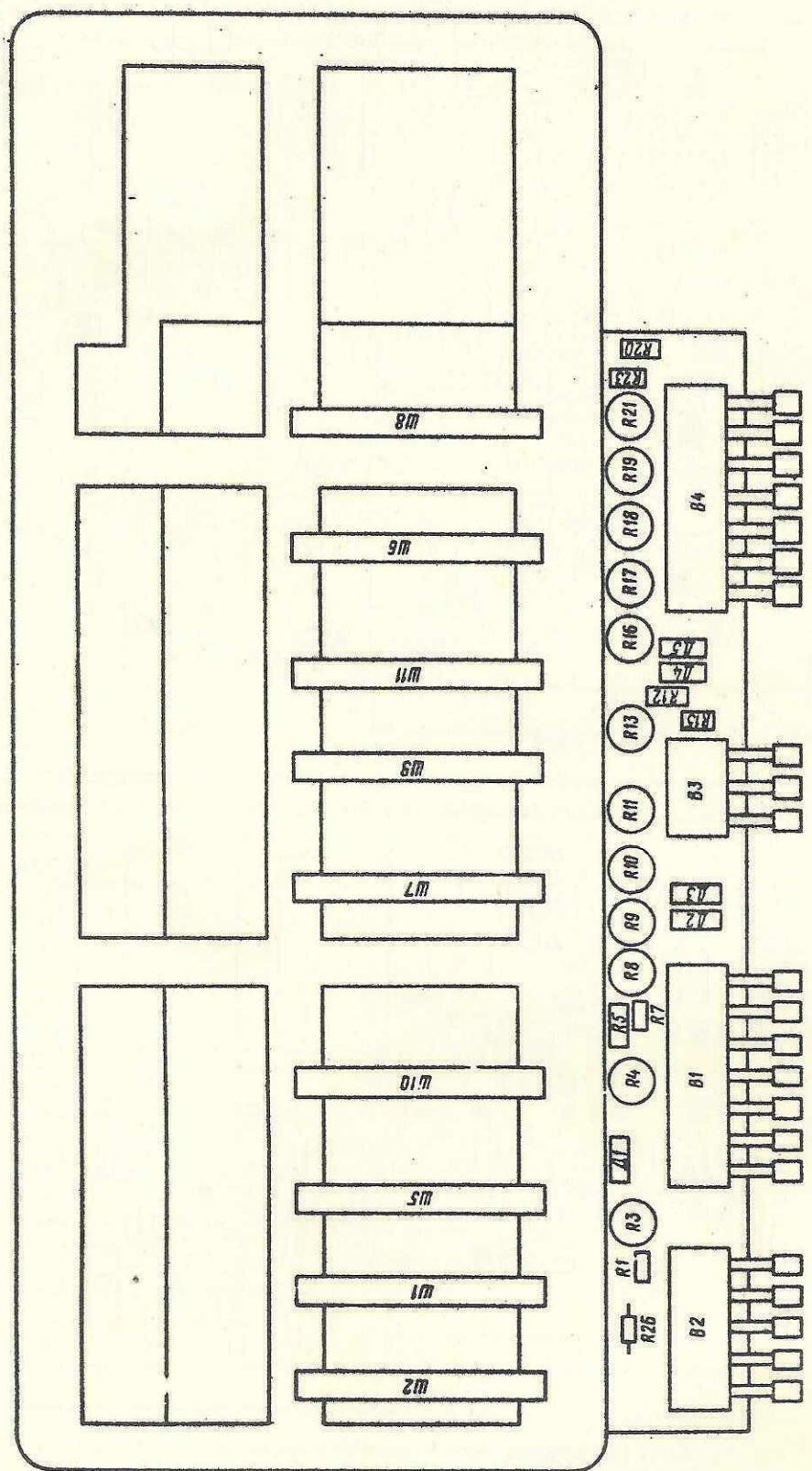


Рис. 30 Карта расположения узлов и деталей платы соединительной ПЗ

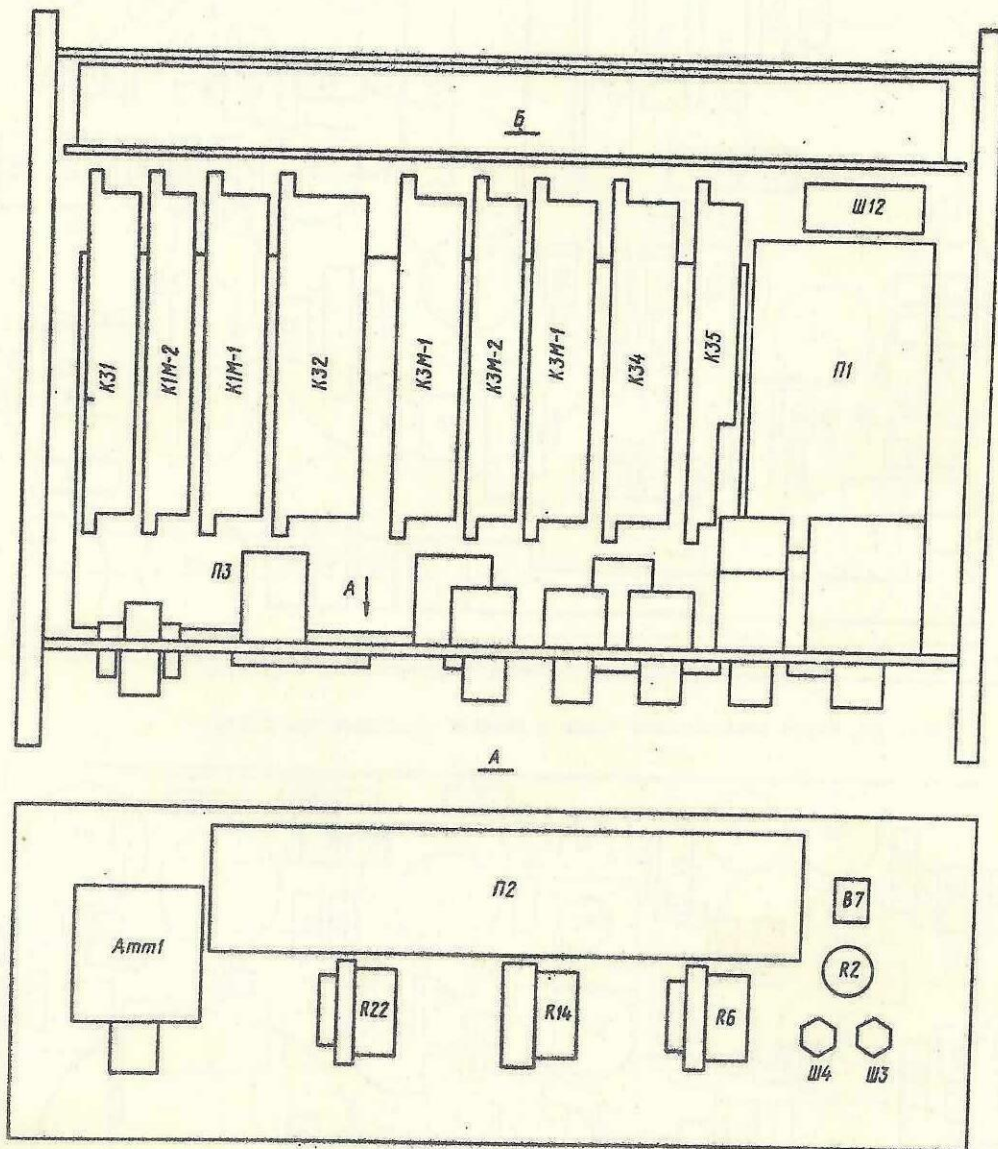


Рис. 31. Карта расположения узлов и деталей генератора импульсов Г5-53:
А - вид А (повернуто); Б - преобразователь

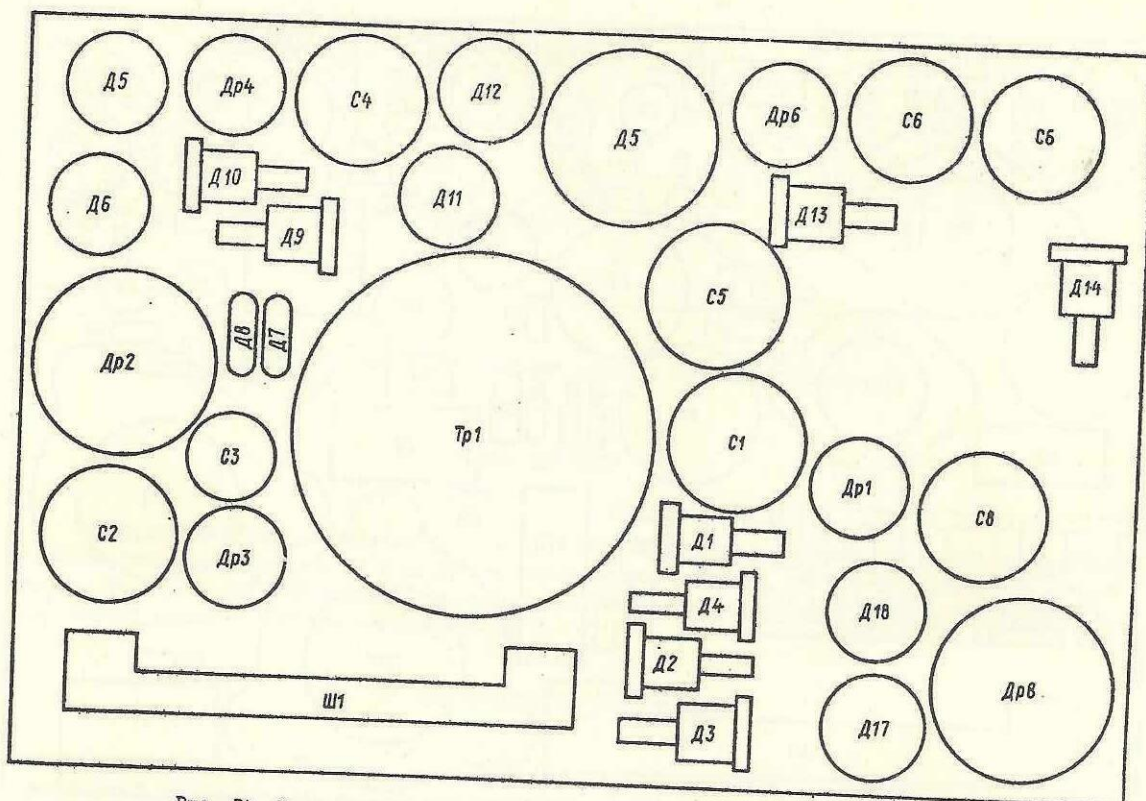


Рис. 34. Карта расположения узлов и деталей выпрямителя К32

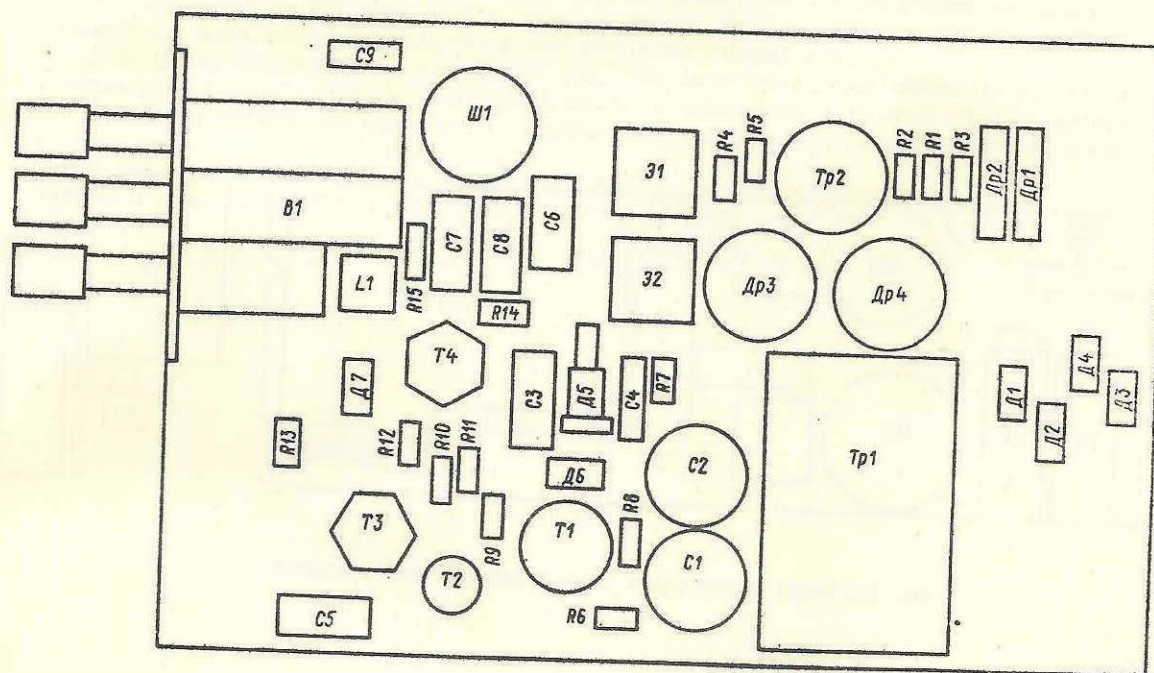


Рис. 35. Карта расположения узлов и деталей выходного формирователя П

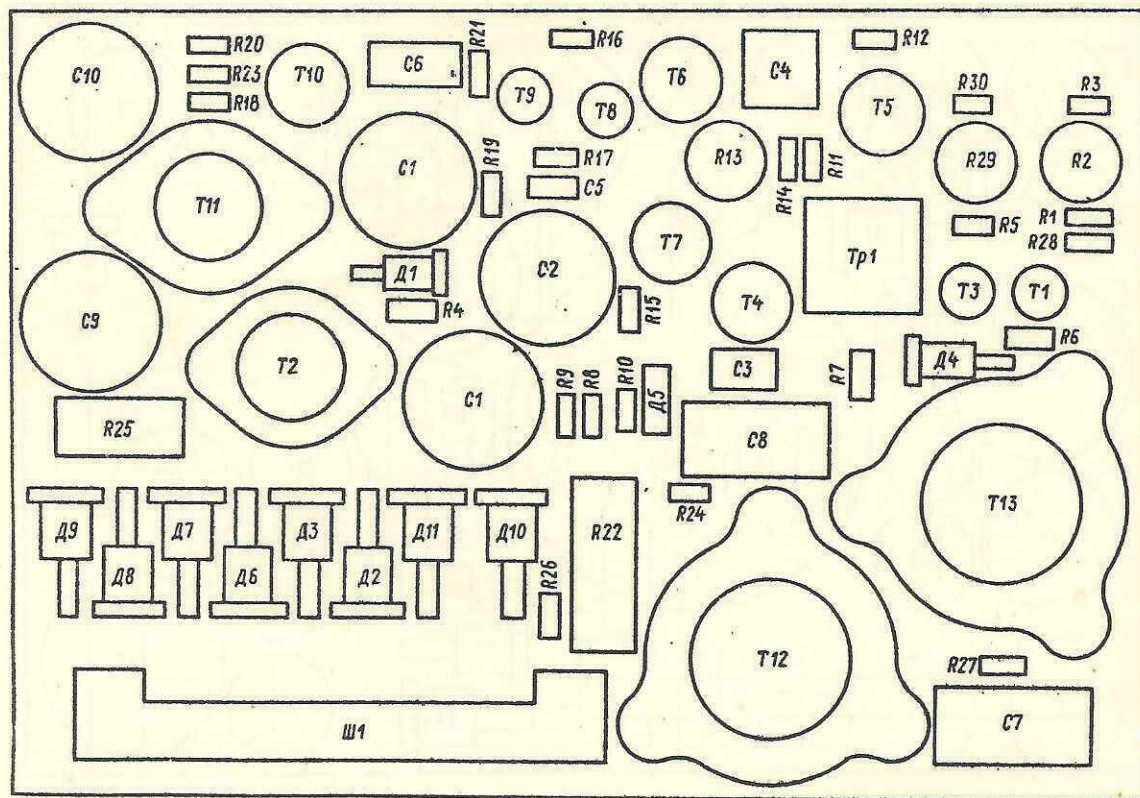


Рис. 36. Карта расположения узлов и деталей преобразователя К33

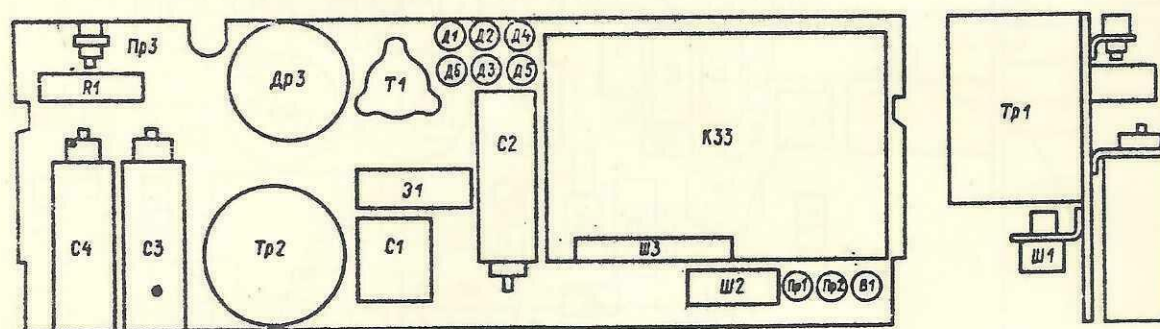


Рис. 37. Карта расположения узлов и деталей преобразователя

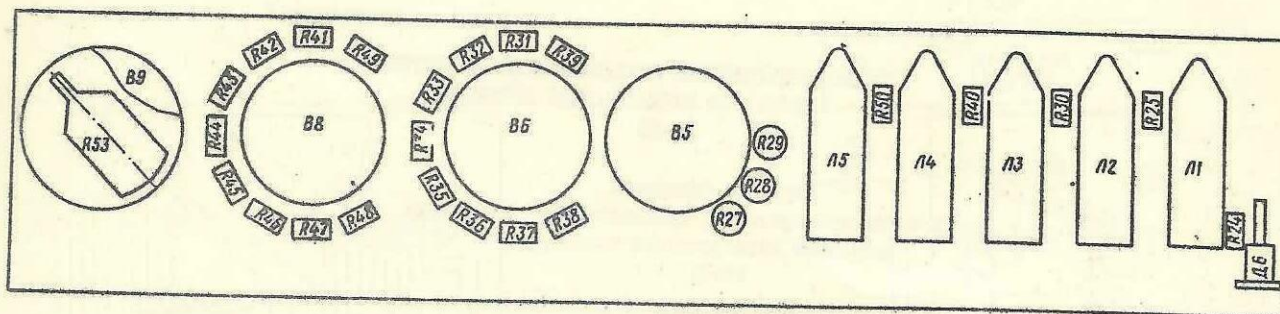


Рис. 38. Карта расположения узлов и деталей индикатора П2

16. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

Генератор Г5-53 может храниться в течение 5 лет в капитальных отапливаемых помещениях при температуре окружающего воздуха от 5 до 30°C и относительной влажности 85% при температуре 25°C, а также в течение 3 лет в капитальных неотапливаемых помещениях при температуре от -40 до +30°C и относительной влажности 95% при температуре 25°C.

17. КОНСЕРВАЦИЯ И РАСКОНСЕРВАЦИЯ

Консервация приборов производится в соответствии с требованиями, предъявленными ГОСТ 13168-69 к приборам III группы изделий, по условиям хранения и транспортирования, относящимся к категории "Х".

Перед консервацией поверхность прибора должна быть очищена от механических загрязнений, обезжирена и высушена. Для консервации прибор, ЭИП и техническая документация помещаются в укладочный ящик, который, в свою очередь, помещается в чехол из полиэтиленовой пленки. В чехол также закладывается мешочек с силикагелем по ГОСТ 3956-54 с содержанием влаги не более 2%. После откачки воздуха чехол заваривается. Далее зачехленный укладочный ящик помещается в тарный ящик.

Если прибор поставляется без укладочного ящика, для консервации прибор помещается в чехол из полиэтиленовой пленки, в которой закладываются мешочки с силикагелем, после чего чехол заваривается. Техническая документация помещается в специальный чехол, также завариваемый, после чего прибор и документация помещаются в картонную коробку.

Предельный срок хранения без переконсервации - 1 год. При расконсервации снимаются чехлы и удаляются мешочки с силикагелем.