

ЧАСТОТОМЕР ЭЛЕКТРОННО-СЧЕТНЫЙ ЧЗ-51

Техническое описание
и инструкция по эксплуатации
2.721.038 ТО

СССР

МАШПРИБОРИНТОРГ

МОСКВА

СОДЕРЖАНИЕ

I. Назначение	3	I4. Транспортирование	25
2. Технические данные	3	ПРИЛОЖЕНИЯ	
3. Состав прибора	4	Приложение 1. Схемы принципиальные	
4. Устройство и работа прибора и его		макросхем	26
составных частей	5	Приложение 2. Размещение основных элек-	
5. Маркировка и пломбирование	I7	трических элементов	28
6. Общие указания по эксплуатации	I7	Приложение 3. Таблица напряжений по пос-	
7. Указания мер безопасности	I7	тоянному току	34
8. Подготовка к работе	I7	Приложение 4. Осциллограммы	38
9. Порядок работы	I7	Приложение 5. Намоточные данные	40
10. Возможные неисправности и методы их		Приложение 6. Блок-схема соединений при-	
устранения	I9	боров при поверке	41
II. Техническое обслуживание	22	Приложение 7. Схемы электрические прин-	
12. Поверка изделия	22	ципальные	42
13. Правила хранения	25		

ВНИМАНИЕ!

1. В разделе I НАЗНАЧЕНИЕ в п.п. 2.3, 2.4 дополнить:
"в пределах от I до 5 мВт, применять внешний аттенюатор -
- 2.245.308 Сп.

2. В п. 2.20 на стр.4 вместо "75 ВА" следует читать "70 ВА".

3. В разделе 3, из СОСТАВА ПРИБОРА изъят провод соединитель-
ный 4.863.015 /с маркировкой №4/. В разделе 3. СОСТАВ ПРИБОРА
вместо плата 3.660.465 Сп, следует читать - плата 3.660.001.

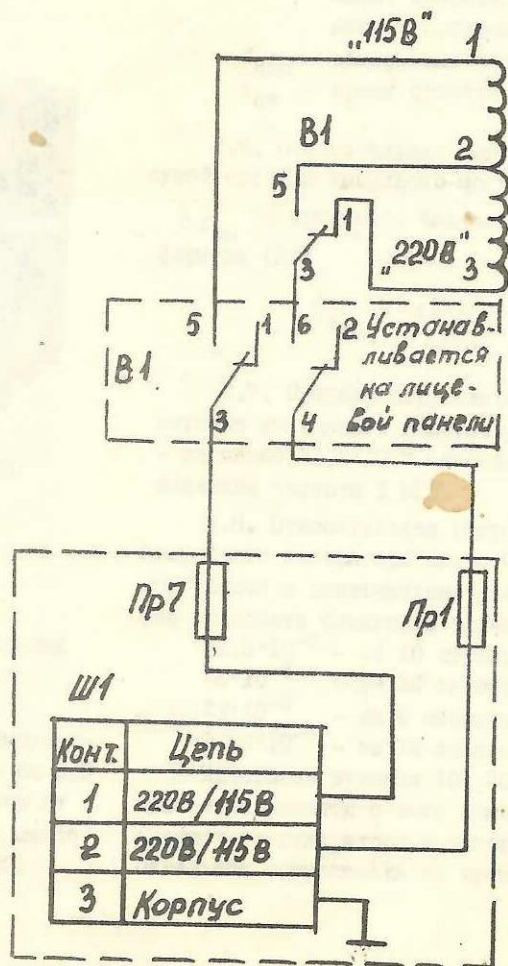
В разделе 3. СОСТАВ ПРИБОРА введено ПРИМЕЧАНИЕ:

Прибор имеет безразъёмный шнур питания, с целью обеспечения электробезопасности при эксплуатации.

4. В разделе 9. ПОРЯДОК РАБОТЫ п.9.2.2. после строки:
"переключатель КОНТР. НГ-ИМ установите в положение НГ" ввести:
"ручку чувствительности индикатора установить в крайнее правое
положение".

5. Приложение 7. Схема электрическая принципиальная блока
питания рис.17.

Должна быть:



I. НАЗНАЧЕНИЕ

I.1. Частотомер электронно-счетный ЧЗ-51 (рис. 1) предназначен для измерения частоты синусоидальных электрических сигналов, а также измерения несущей частоты импульсно-модулированных сигналов.

I.2. По условиям эксплуатации предназначен для работы в следующих условиях:
температура окружающей среды от 263 К (-10°C) до 323 К (50°C);

повышенная влажность до 98% при температуре до 308 К (35°C).

I.3. Прибор питается от сети переменного тока напряжением 220±22 В частотой 50±5 Гц с содержанием гармоник до 5%, а также напряжением 115±5,75 В для 220±11 В частотой 400±12 Гц с содержанием гармоник до 5%.

I.4. Прибор применяется для настройки, испытаний и калибровки различного рода прямо-передатных трактов, фильтров, генераторов, для настройки систем связи и других устройств.

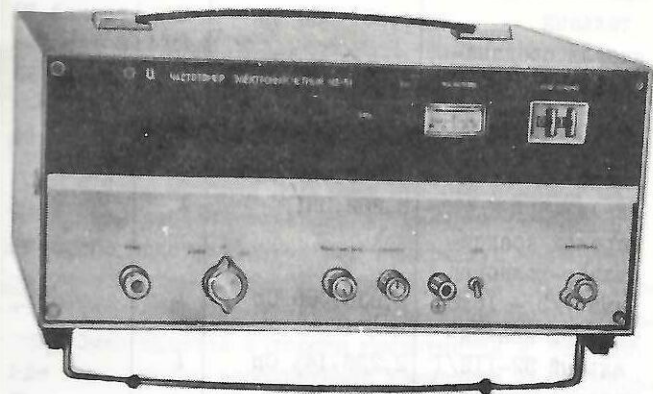


Рис. 1. Частотомер электронно-счетный ЧЗ-51

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Прибор измеряет частоту синусоидальных электрических сигналов в диапазоне от 8,0 до 17,44 ГГц.

2.2. Прибор измеряет несущую частоту импульсно-модулированных (ИМ) сигналов в диапазоне от 8,0 до 17,44 ГГц при частоте следования импульсов от 250 Гц до 50 кГц, длительности импульсов не менее 0,3 мкс и скважности в пределах от 2 до 1000.

2.3. Минимальный уровень входного сигнала в режиме измерения частоты синусоидального сигнала - 250 мкВт.

Максимальный уровень входного сигнала - 5 мВт.

2.4. Минимальный уровень входного сигнала в импульсе при измерении несущей частоты импульсно-модулированного сигнала - не более 250 мкВт.

Максимальный уровень входного сигнала - не более 5 мВт.

2.5. Относительная погрешность измерения частоты синусоидального сигнала δ_f определяется по формуле (1):

$$\delta_f = \pm \left(\delta_0 + \frac{1}{f_{\text{изм}} \cdot t_{\text{сч}}} \right), \quad (1)$$

где δ_0 - относительная погрешность по частоте внутреннего кварцевого генератора или внешнего источника опорного сигнала, используемого вместо внутреннего кварцевого генератора;

$f_{\text{изм}}$ - измеряемая частота, Гц;

$t_{\text{сч}}$ - время отсчета, с.

2.6. Относительная погрешность измерения несущей частоты импульсно-модулированного сигнала

$\delta_{f_{\text{им}}}$ не превышает значения, определяемого по формуле (2):

$$\delta_{f_{\text{им}}} = \pm (5 \cdot 10^{-4} + \frac{1}{f_{\text{изм}} \cdot t_{\text{сч}}}). \quad (2)$$

2.7. Пределы корректировки частоты выходного сигнала кварцевого генератора при выпуске прибора - не менее $\pm 1,5 \cdot 10^{-5}$ относительно номинального значения частоты 1 МГц.

2.8. Относительная погрешность по частоте кварцевого генератора после 60 мин самопрогрева при работе с выключениями и без выключений не должна превышать следующих значений:

$\pm 2,5 \cdot 10^{-6}$ - за 10 суток;
 $\pm 5 \cdot 10^{-6}$ - за 30 суток;
 $\pm 1 \cdot 10^{-5}$ - за 6 месяцев;
 $\pm 1,5 \cdot 10^{-5}$ - за 12 месяцев.

Интервалы времени 10, 30 суток, 6 и 12 месяцев отсчитываются с того момента, когда частота кварцевого генератора установлена так, чтобы относительная погрешность не превышала $\pm 1 \cdot 10^{-6}$.

2.9. Температурный коэффициент частоты кварцевого генератора в диапазоне температур от 263 К (-10°C) до 323 К (50°C) - не более $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ на 1 К. (1°C).

2.10. Прибор обеспечивает выход сигнала кварцованной частоты 1 МГц величиной не менее 500 мВ на конце соединительного кабеля с волновым сопротивлением 50 Ом длиной 0,5 м, нагруженного на сопротивление 1 кОм. Форма сигнала - импульсная, близкая к меандру.

2.11. Прибор измеряет в режиме КОНТРОЛЬ собственную кварцованную частоту с целью контроля работоспособности.

2.12. Прибор обеспечивает отсчет результатов измерений в МГц с высвечиванием десятичной точки "запятой".

2.13. Время отсчета прибора рассчитывается по формуле (3):

$$t_{\text{сч}} = 10^{-5} \cdot 4n, \quad (3)$$

где n - число, установленное на переключателе НОМЕР ГАРМОНИКИ.

2.14. Время индикации прибора находится в пределах $1 \pm 0,5$ с.

2.15. Прибор обеспечивает возможность работы от внешнего источника опорной частоты 1 МГц напряжением от 0,5 до 3 В эфф.

2.16. Входное сопротивление прибора - 50 Ом, сечение коаксиала - 7/3,04 мм.

2.17. Прибор обеспечивает свои технические характеристики после истечения времени самопрогрева, равного 60 мин.

2.18. Время готовности прибора без гарантированной погрешности по частоте встроенного опорного генератора - не более 5 мин.

2.19. Питание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 ± 22 В частотой 50 ± 5 Гц, 220 ± 11 В или $115 \pm 5,75$ В частотой 400 ± 12 Гц. Допустимое содержание гармоник до 5%.

2.20. Мощность, потребляемая прибором от сети при номинальном напряжении, не превышает 75 ВА.

2.21. Прибор сохраняет свои технические характеристики в течение 16 ч непрерывной работы в рабочих условиях.

Время непрерывной работы не включает в себя время самопрогрева прибора.

2.22. Нормальные условия эксплуатации: температура окружающей среды 293 ± 5 К ($20 \pm 5^{\circ}\text{C}$);

относительная влажность воздуха $65 \pm 15\%$; атмосферное давление 100 ± 4 кПа (750 ± 30 мм рт.ст.).

2.23. Рабочие условия эксплуатации:

температура окружающей среды от 223 до 323 К (от -10 до $+50^{\circ}\text{C}$);

повышенная влажность воздуха до 98% при температуре до 308 К (35°C);

атмосферное давление 100 ± 4 кПа (750 ± 30 мм рт.ст.).

2.24. Предельные условия эксплуатации: температура окружающей среды от 223 до 338 К (от -50 до $+65^{\circ}\text{C}$);

пониженное атмосферное давление 61,3 кПа (460 мм рт.ст.).

После пребывания в предельных условиях время выдержки в нормальных условиях - не менее 2 ч.

2.25. Нарботка на отказ - не менее 1000 ч.

2.26. Срок службы прибора - не менее 10 лет, технический ресурс - 10000 ч.

2.27. Прибор допускает длительное хранение в неотапливаемом помещении при температуре окружающего воздуха от 243 до 303 К (от -30 до $+30^{\circ}\text{C}$). Срок хранения прибора - не менее 10 лет.

2.28. Габаритные размеры прибора 380x185x368 мм.

2.29. Масса прибора (без упаковки и ЗИП) - 12 кг.

3. СОСТАВ ПРИБОРА

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
Частотомер электронно-счетный ЧЗ-51	2.721.038	1	
Комплект комбинированный: пенал	4.068.209 4.161.190	1 1	
кабель соединительный	4.850.597-21 Сп	2	С маркировкой №1
кабель соединительный	4.851.350 Сп	1	С маркировкой №2
кабель соединительный	4.851.350-08 Сп	1	С маркировкой №3
провод соединительный	4.863.015	1	С маркировкой №4
плата	3.660.465 Сп	1	
плата	5.282.081	1	
переход коаксиально-волноводный 7/3 - 16x8	2.236.008 Сп	1	
переход коаксиальный 32-112/1	2.236.141 Сп	1	
переход коаксиальный 32-115/4	2.236.129 Сп	1	
переход волноводно-коаксиальный 16x8-7/3	5.060.236	1	
переход волноводный 16x8-17x8	5.433.014 Сп	2	
ключ	8.892.001	1	
лампа ИНС-1		1	
лампа ИИ-14		2	
комплект ключей			
полупроводниковых	2.700.027	1	
диод полупроводниковый 1А402А		1	

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
болт установочный	8.920.459-02	4	
болт установочный	8.920.460-02	4	
гайка	8.930.366-01	8	
шайба 4-08I		8	
вставка плавкая ВП-1-1А		5	
вставка плавкая ВП-2-0,5А		15	
вставка плавкая ВП-2-1А		5	
вставка плавкая ВП-2-2А		5	
аттенуатор	2.245.308 Сп	2	
Техническое описание и инструкция по эксплуатации	2.721.038 ТО	1	
Формуляр	2.721.038 ФО	1	
Ящик укладочный	4.161.189-01	1	По особому заказу

Примечание. Платы 3.660.465 Сп, 5.282.08I для изделий общепромышленного исполнения поставляются в ремонтном комплекте ЗИП по особому заказу.

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРА И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

4.1. Принцип действия

4.1.1. Принцип действия прибора основан на измерении частоты гетеродина, частота гармоника которого подстраивается под измеряемую частоту с помощью системы фазовой автоподстройки (ФАП). Частота гетеродина измеряется встроенным счетным блоком, база времени которого расширяется в n раз, где n — номер используемой гармоники гетеродина. При импульсно-модулированном входном сигнале подстройка частоты гармоники гетеродина под входную частоту производится вручную по нулевым биениям.

4.1.2. На рис. 2 приведена структурная схема прибора, включающая в себя следующие основные узлы и блоки:

смеситель, состоящий из собственно смесителя, генератора гармоник и истокового повторителя. Смеситель служит для смешивания частоты измеряемого сигнала и гармоник гетеродина прибора, формируемых генератором гармоник. Истоковый повторитель служит для согласования выходного сопротивления смесителя с входным сопротивлением усилителя постоянного тока (УПТ), а также для выработки опорного напряжения, подаваемого на УПТ;

устройство усильтельное, состоящее из усилителя мощности, делителя частоты, усилителя постоянного тока, стабилизатора и фильтра. Усилитель мощности предназначен для усиления сигнала гетеродина до величины, обеспечивающей работу в заданном диапазоне частот генератора гармоник. Делитель частоты предназначен для деления частоты задающего генератора прибора с целью обеспечения подсчета ее счетным блоком. Усилитель постоянного тока служит для выработки управляющего напряжения, обеспечивающего работу системы фазовой автоподстройки и схемы индикации;

гетеродин прибора;

переключатель номеров гармоник совместно с делителем с переменным коэффициентом деления, предназначенный для расширения базы времени в n раз, где n — номер гармоники, на которой производится измерение;

формирователь, состоящий из формирующего устройства, триггера строба и селектора И4. Формирующее устройство предназначено для формирования импульсов с крутыми фронтами из сигнала, поступающего на его вход. Триггер строба вырабатывает строб-импульс, длительность которого определяется периодом следования импульсов кварцеванной частоты, снимаемых с выхода делителя с переменным коэффициентом деления. Селектор И4 пропускает на вход счетного блока сформированные импульсы в течение действия строб-импульса;

счетный блок, предназначенный для подсчета числа импульсов, прошедших через селектор, и индцирования результата измерения;

блок автоматки, предназначенный для формирования импульсов сброса, переписи и импульсов запрета срабатывания триггера строба на время индикации результата измерения;

делитель частоты, предназначенный для декадного деления кварцеванной частоты 1 МГц и выдающий сигнал, определяющий время счета прибора;

кварцевый генератор, предназначенный для выдачи стабильного сигнала частотой 1 МГц;

блок питания, обеспечивающий питающими напряжениями все узлы и блоки прибора;

прочие элементы схемы (тумблеры, переключатели и т.д.), назначение которых становится понятным при рассмотрении структурной схемы и схемы электрической принципиальной.

4.1.3. Коммутация сигнальных цепей в приборе осуществляется с помощью импульсно-потенциальных схем И, которые открываются путем подачи на них управляющего напряжения.

4.1.4. При работе прибора в режиме измерения частоты непрерывных сигналов (переключатель рода работ в положении НГ) входной измеряемый сигнал поступает на смеситель. В смесителе гармоники частоты гетеродина сравниваются с частотой измеряемого сигнала. Выходной сигнал смесителя через истоковый повторитель и усилитель постоянного тока используется для настройки частоты гетеродина. В результате этого частота гетеродина синхронизируется

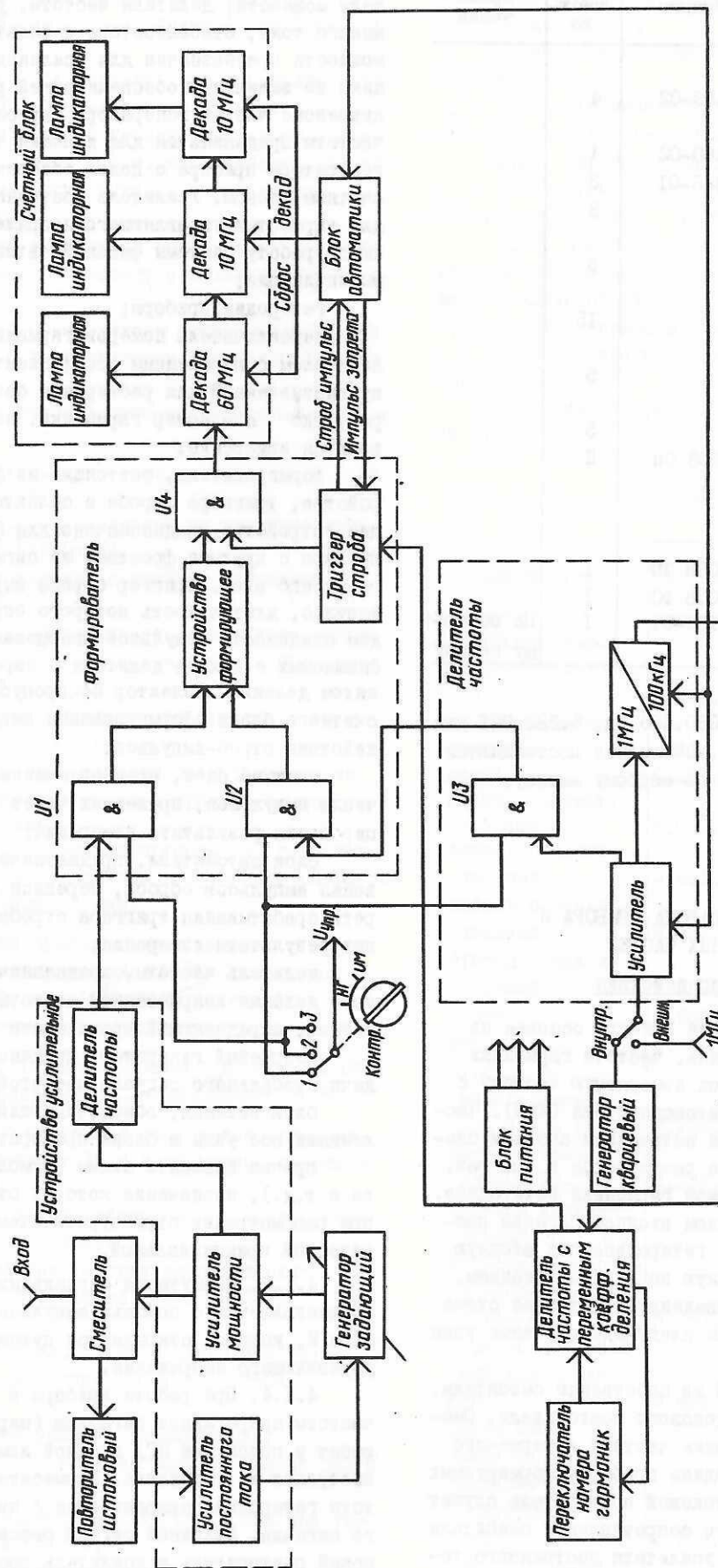


Рис. 2. Схема структурная частотомера

по фазе входного сигнала и определяется по формуле (4):

$$f_{\text{гет}} = \frac{f_x}{n}, \quad (4)$$

где $f_{\text{гет}}$ — частота гетеродина;
 f_x — частота измеряемого сигнала;
 n — номер гармоники гетеродина.

Сигнал гетеродина через делитель частоты, открытую схему И1 и формирующее устройство поступает на селектор И4. Если при этом на селектор поступает строб-импульс, то за время, равное длительности этого импульса, определенное количество сформированных из измеряемого сигнала импульсов поступает на счетный блок прибора.

Счетный блок прибора представляет собой последовательное соединение пересчетных декад. Счетный блок считает количество поступивших импульсов, и результат счета индицируется на цифровом табло прибора.

Сигналы времени счета поступают на делитель с переменным коэффициентом деления.

Режим синхронизации измеряемого сигнала и частоты гетеродина прибора индицируется по индикатору настройки, расположенному на передней панели прибора.

Непосредственный отсчет измеряемой частоты осуществляется за счет применения делителя с переменным коэффициентом деления, с помощью которого период следования импульсов времени счета (следовательно, и длительность строб-импульса) увеличивается в n раз. Номер гармоники n определяется в режиме синхронизации путем измерения частоты гетеродина на двух соседних гармониках по формуле (5):

$$n = \frac{f_{\text{гет.1}}}{f_{\text{гет.2}} - f_{\text{гет.1}}}; \quad f_{\text{гет.2}} > f_{\text{гет.1}}, \quad (5)$$

где $f_{\text{гет.2}}$ — значение частоты гетеродина при измерении на n гармонике;
 $f_{\text{гет.1}}$ — значение частоты гетеродина при измерении на $n \pm 1$ гармонике.

4.1.5. В режиме измерения несущей частоты импульсно-модулированных (ИМ) сигналов происходит сравнение несущей частоты измеряемого сигнала с частотой гармоник сигнала гетеродина прибора. Моментом равенства этих частот служит появление сигнала нулевых биений, наблюдаемых либо по индикатору настройки прибора (отклонение стрелки прибора вправо), либо на экране внешнего осциллографа, подключенного к разъему ВЫХОД К ОСЦИЛЛОГРАФУ, расположенному на задней панели. Непосредственный отсчет измеряемой частоты достигается путем установки на переключателе номеров гармоник соответствующего номера гармоники, определенного аналогично тому, как в режиме измерения непрерывных колебаний, т.е. при измерении частоты сигнала на двух соседних гармониках гетеродина.

4.1.6. В приборе предусмотрен режим самоконтроля основных узлов и блоков. В режиме КОНТРОЛЬ сигнал частоты 1 МГц через открытые схемы И3 и И2 поступает на формирующее устройство и далее на селектор. Схема И1 при этом закрывается и сигнал задающего генератора на формирующее устройство не поступает.

4.1.7. Схемы электрические принципиальные всех элементов частотомера представлены в приложении 7.

4.2. Схема электрическая принципиальная декады 10 МГц 2.208.045

4.2.1. Декада 10 МГц выполнена по схеме структурной, изображенной на рис. 3. Она состоит из пересчетной декады, регистра памяти, дешифратора с высоковольтными ключами и индикаторной лампы. Эшоры напряжений декады приведены на рис. 4.

4.2.2. Декадный пересчет осуществляется с помощью четырех триггеров со счетным входом и четырех логических схем типа И-НЕ.

Каждый триггер со счетным входом реализован на триггере Д-типа путем соединения информационного входа (Д-входа) с инверсным выходом триггера $\bar{Q}$. При поступлении на исполнительный (командный) вход (С-вход) последовательности импульсов триггер будет последовательно опрокидываться на каждый положительный фронт входного импульса, осуществляя деление частоты поступающего сигнала в 2 раза.

В исходном состоянии все триггеры (У2-1, У2-2, У6-1, У6-2) находятся в состоянии 0: на выходах Q присутствует уровень логического 0 (низкий уровень потенциала), на выходах $\bar{Q}$ — уровень логической 1 (высокий уровень потенциала).

В дальнейшем указанные логические уровни будут именоваться просто уровнями 0 и 1.

Схема У4-1 открыта высоким потенциалом с выхода Q триггера У6-1, обеспечивая запуск триггера У6-2 при переходе триггера У2-1 из состояния 1 в состояние 0. На выходе вентилей У4-2 присутствует уровень 1 (на обоих входах уровни 0), а на выходе схемы У4-3 (следовательно, на одном из входов схемы У4-4) — уровень 0 (так как на оба входа подан уровень 1). Вентиль У4-4 закрыт, т.е. независимо от уровней, поступающих на другой его вход, на выходе постоянно присутствует уровень 1.

Запускающие импульсы с выхода предыдущей пересчетной декады поступают на счетный С-вход триггера У2-1, последовательно опрокидывая его. Через открытый вентиль У4-1 выходные импульсы триггера У2-1 запускают триггер У6-2, который, в свою очередь, запускает последующий триггер У2-2.

После шестого запускающего импульса на выходах триггеров У6-2 и У2-2 устанавливается уровень 1. При этом на выходе логической схемы У4-2 устанавливается уровень 0, а на выходе вентилей У4-3 — уровень 1, тем самым открывая схему У4-4, что дает разрешение на прием информации триггером У6-1.

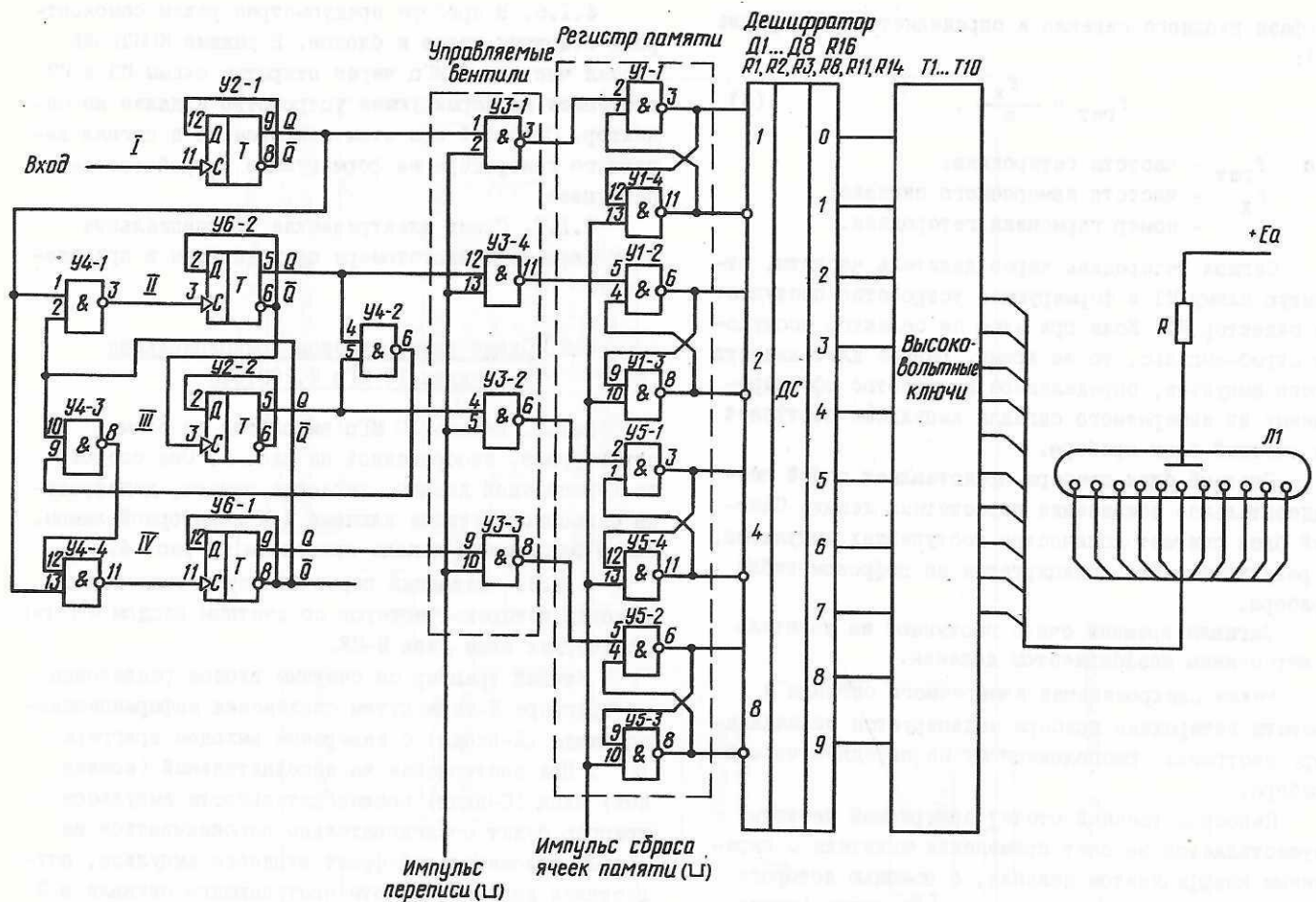


Рис. 3. Схема структурная декады 10 МГц

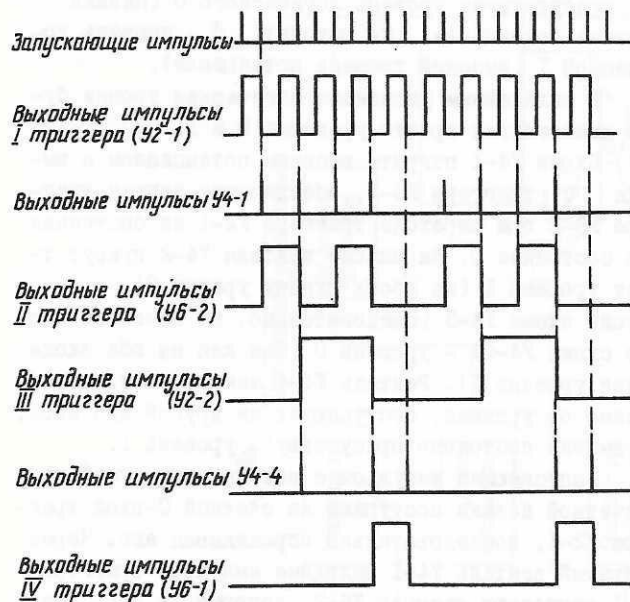


Рис. 4. Эшоры напряжений пересчетной декады

Восьмой запускающий импульс опрокидывает триггеры Y2-I, Y6-2 и Y2-2 в состояние 0, а триггер Y6-I в состояние 1 (поскольку на его счетный

вход с вентиля Y4-4 поступает положительный перепад напряжения). При этом со входа схемы Y4-I снимается разрешающий потенциал (на выходе $\bar{Q}$ триггера Y6-I устанавливается уровень 0), а на выходе вентиля Y4-3 и входе схемы Y4-I поддерживается уровень 1.

Девятый запускающий импульс переводит триггер Y2-I в состояние 1.

Десятый запускающий импульс опрокидывает триггеры Y2-I и Y6-I в состояние 0. Таким образом, после 10 запускающих импульсов все триггеры находятся в исходном состоянии, и триггер Y6-I выдает один выходной импульс для запуска последующей декады.

Перед началом каждого нового цикла счета все триггеры декады устанавливаются в исходное (нулевое) состояние отрицательным импульсом сброса.

4.2.3. Триггеры пересчетной декады работают в паре со своей ячейкой регистра памяти и связаны с ним через управляемые вентили Y3-I, Y3-2, Y3-3, Y3-4.

После окончания цикла счета триггеры пересчетной декады в зависимости от записанной в них информации принимают состояние 0 или 1. При подаче на один из входов управляемых вентилях импульса переписи (уровень 1) состояние триггеров декады переписывается в триггеры регистра памяти.

4.2.4. Каждый триггер регистра памяти образован соединением двух логических элементов И-НЕ (например, У1-1 и У1-4). После каждого цикла изменения триггеры памяти устанавливаются в исходное состояние 0 импульсом сброса памяти (уровень 0), при этом на выходе У1-4 устанавливается уровень 1, а на выходе У1-1 — уровень 0.

Если триггер пересчетной декады находится после цикла счета в состоянии 0, то переписанная информация не изменяет исходного состояния триггера памяти. Если триггер декады находится в состоянии 1, то триггер памяти меняет свое состояние на противоположное.

4.2.5. Рассмотрим подробно работу дешифратора и высоковольтных ключей.

Как известно, пересчетная декада имеет десять устойчивых состояний, которые реализуются десятью комбинациями состояний триггеров. Так, если все триггеры находятся в состоянии 0, то эта комбинация реализует число 0. Если триггеры находятся в состоянии 0110 (напомним, что декады 1-2-4-8), то эта комбинация реализует число 6.

Ключевые транзисторы Т1-Т10 управляются по эмиттерам потенциалами, соответствующими состоянию первого триггера, а по базам — потенциалами остальных триггеров пересчетной декады. К коллекторам ключевых транзисторов подсоединены катоды цифровой индикаторной лампы. Дешифратор работает таким образом, что после переписи информации проводит один из десяти ключей и соответственно "горят" одна из десяти цифр индикаторной лампы. Для подсвечивания той или иной цифры необходимы следующие условия:

- диод, включенный в эмиттерную цепь соответствующего высоковольтного транзистора, должен находиться в проводящем состоянии, т.е. на катод этого диода должен подаваться низкий потенциал;
- все диоды, включенные в базовые цепи соответствующего высоковольтного транзистора, должны быть закрыты, т.е. на катоды этих диодов должен подаваться высокий потенциал.

Учитывая вышеуказанное, проанализируем состояние, принятое ячейками регистра памяти при переписи информации 0110 с триггеров пересчетной декады. При этом на выходе У1-1 (контакт 3 микросхемы У1) будет уровень 0, а на выходе У1-4 (контакт 11 микросхемы У1) будет уровень 1. На выходе У1-2 (контакт 6 микросхемы У1) присутствует уровень 1, а на выходе У1-3 (контакт 8 микросхемы У1) — уровень 0. На выходе логической схемы У5-1 (контакт 3 микросхемы У5) устанавливается уровень 1, на выходе У5-4 (контакт 11 микросхемы У5) — уровень 0. На выходе схемы У5-2 (контакт 6 микросхемы У5) присутствует уровень 0, на выходе У5-3 (контакт 8 микросхемы У5) присутствует уровень 1. При этом все высоковольтные транзисторы Т1, Т3, Т5, Т7, Т9, в эмиттерные цепи которых включен диод Д1, могут проводить напряжение, т.к. на катоде этого диода присутствует уровень 0. Транзистор Т1 включиться не может, т.к. на катоде диода Д3 присутствует

уровень 0. Транзистор Т3 не проводит напряжение, ибо на катоде диода Д6 присутствует низкий уровень потенциала. Транзистор Т5 не включен, ибо на катоде диода Д7 уровень 0. Транзистор Т9 включиться не может, т.к. на резисторе R16 присутствует низкий уровень потенциала. Включиться может только транзистор Т7, ибо на катоде диода Д8 и на резисторе R14 присутствует уровень 1. Включенный транзистор Т7 "поджигает" цифру 6 индикаторной лампы.

Аналогичным образом происходит индикация остальных девяти состояний декады. Резисторы R4-R7, R9, R10, R12, R13, R15, R17 используются для ограничения максимального коллекторного напряжения закрытых транзисторов.

4.3. Схема электрическая принципиальная декады 60 МГц 2.208.048

4.3.1. Декада 60 МГц выполнена по схеме структурной, изображенной на рис. 5. Она состоит из четырех триггерных ячеек У4-У7, четырех схем И-У1, У2, У3, У9, импульсного усилителя У8 после первой триггерной ячейки и выходного усилителя У10.

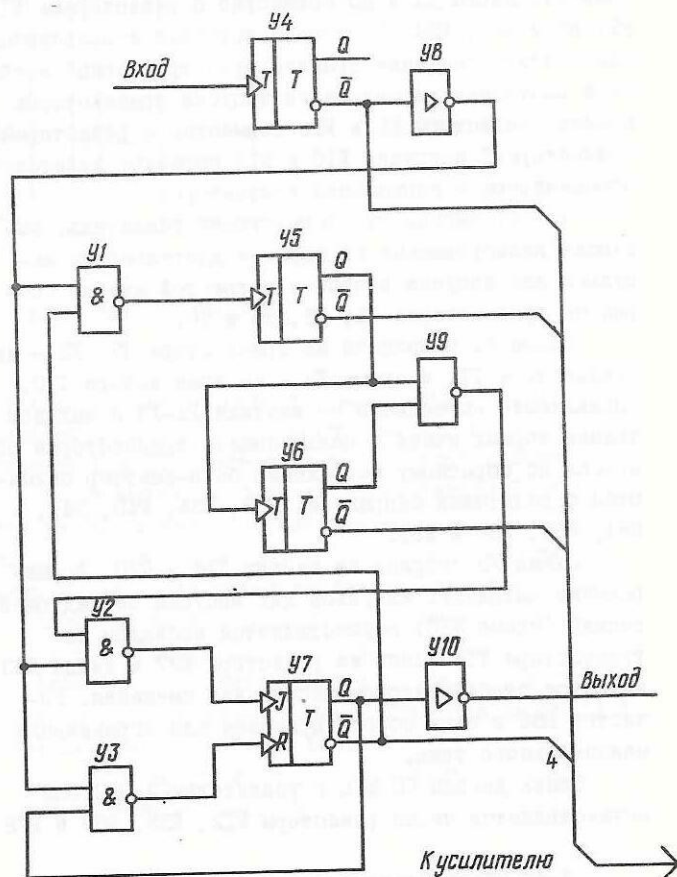


Рис. 5. Схема структурная декады 60 МГц

В исходном состоянии все ячейки находятся в состоянии 0 (на выходах Q присутствует уровень 0, на выходах Q-bar — уровень 1). Схемы У1 и У3 управляют четвертой ячейкой, а при нулевом состоянии ячейки вентиль У1 открыт, а У3 закрыт. Схемы

У9 и У2 управляются состояниями второй и третьей ячеек и открываются только в том случае, когда ячейки одновременно принимают состояние I.

4.3.2. Под действием каждого запускающего отрицательного импульса первая ячейка последовательно опрокидывается, запуская вторую триггерную ячейку, и т.д. После шести запускающих импульсов вторая (У5) и третья (У6) ячейки одновременно принимают состояние I и открывают схемы У9 и У2, подготавливая к опрокидыванию четвертую ячейку (У7). Восьмой запускающий импульс опрокидывает первую, вторую и третью ячейки в состояние 0, а четвертую — в состояние I.

Вентили У1, У9, У2 закрываются, а схема У3 открывается. Десятый запускающий импульс опрокидывает первую и четвертую ячейки в исходное состояние 0.

4.3.3. Первая ячейка декады собрана на транзисторах Т2 и Т4, вторая — на транзисторах Т12 и Т13, третья — на транзисторах Т15 и Т16 и четвертая — на транзисторах Т8 и Т9.

Для ограничения обратного напряжения перехода база-эмиттер используются диоды (Д2 и Д4 в первой ячейке). Диоды Д1 и Д5 совместно с резисторами R1, R2, R3 и R20, R24, R25 соответственно используются для снятия насыщения транзисторов триггерной ячейки и получения управляемого запуска транзисторов ячейки. Резисторы R6 и R16 совместно с резисторами коллекторной нагрузки R10 и R13 образуют делители, ограничивающие напряжения коллекторов.

4.3.4. Импульсный формирующий усилитель, выдающий калиброванные по форме и длительности импульсы для запуска второй и четвертой ячеек, собран на транзисторах Т1, Т3, Т5 и Т6.

Схема У1 выполнена на транзисторе Т7, У2 — на транзисторе Т11 и схема У3 — на транзисторе Т10. Управляющие потенциалы на вентили У1-У3 с выходов транзисторных ячеек с целью защиты транзисторов от пробоя по обратному напряжению база-эмиттер снимаются с делителей напряжения R33, R34, R40, R41, R61, R62, R80 и R81.

Схема У9 собрана на диодах Д14 и Д20. Формирование выходного импульса для запуска последующей декады (схема У10) осуществляется каскадом на транзисторе Т14. Цепь из резистора R87 и диода Д23 является стабилизатором напряжения смещения. Резистор R88 в цепи сброса применен для ограничения максимального тока.

Связь декады 60 МГц с усилителем 2.032.069 осуществляется через резисторы R12, R38, R59 и R78.

4.4. Схема электрическая принципиальная усилителя 60 МГц 2.032.069

4.4.1. Усилитель предназначен для преобразования уровней коллекторных напряжений триггерных ячеек декады 60 МГц до уровней, необходимых для нормальной работы (транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ) логических схем с последующим преобразованием накопленной в декаде информации в цифровую форму.

Схема структурная усилителя приведена на рис. 6.

4.4.2. С выхода триггерных ячеек декады 60 МГц сигнал поступает на входы усилительных каскадов (транзисторы Т11-Т14), преобразующих коллекторные уровни декады в уровни $\pm 0,5$ В (уровень 0) и 5 В (уровень I). Через управляемые вентили У2-1, У2-4, У2-2 и У2-3, которые открываются в момент подачи импульса переписи (уровень I), накопленная информация переписывается в триггеры регистра памяти, декады 10 МГц. Далее сигнал поступает на диодно-резистивный дешифратор (аналогично схеме декады 10 МГц) и управляет работой десяти высоковольтных ключей, которые "поджигают" одну из десяти цифр индикаторной лампы.

4.5. Схема электрическая принципиальная делителя частоты 2.208.046

4.5.1. Делитель частоты предназначен для усиления и формирования сигнала частотой 1 МГц и деления его декадными ступенями до частоты 100 Гц с целью формирования меток времени, задающих время счета прибора.

4.5.2. Сигнал внутреннего кварцевого генератора (или внешнего источника опорной частоты, используемого вместо внутреннего кварцевого генератора) частотой 1 МГц усиливается и формируется каскадом на транзисторе Т1. С эмиттерного повторителя, собранного на транзисторе Т2, сигнал частотой 1 МГц подается на разъем 1 МГц на задней панели прибора.

Запуск четырех последовательно соединенных декадных делителей частоты осуществляется с выхода эмиттерного повторителя (транзистор Т3). Принцип работы и схемное выполнение декадного делителя аналогичны схеме декады 10 МГц.

Первый декадный делитель собран на микросхемах У2, У4, У6, второй — на микросхемах У8, У10, У12; третий — на микросхемах У3, У5, У7 и четвертый — на микросхемах У9, У11, У13.

Управляемые вентили, входящие в состав микросхемы У1, служат для выдачи с выходов декадных делителей частоты меток времени, задающих время счета, а также сигнала частотой 1 МГц, используемого для самоконтроля работы прибора.

4.6. Схема электрическая принципиальная делителя частоты 2.208.054

4.6.1. Делитель частоты состоит из делителя частоты на 4, двух идентичных декадных делителей с предварительной установкой коэффициента деления (в соответствии с выбранным номером гармоники) и схемы формирования импульса предварительной установки.

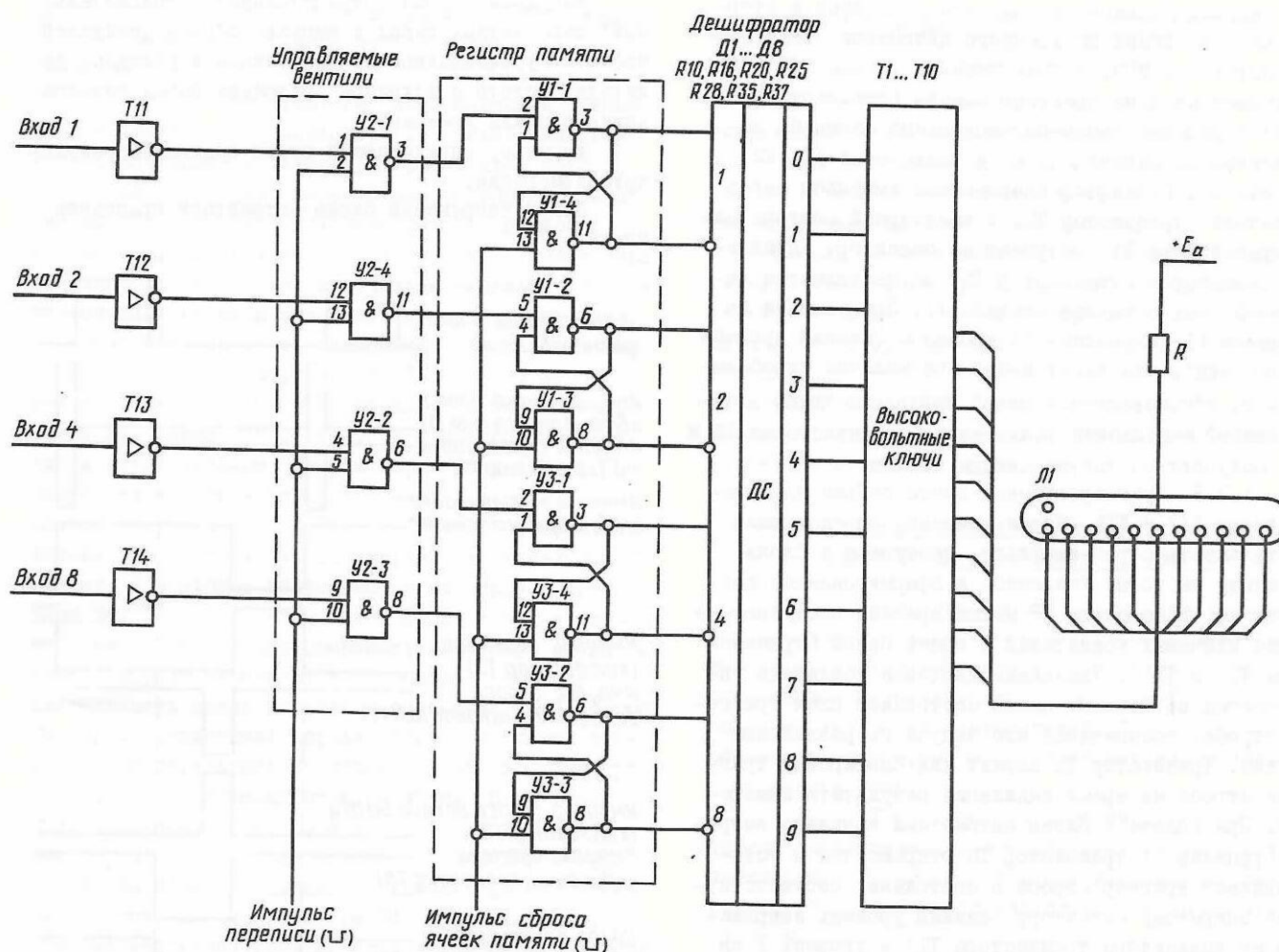


Рис. 6. Схема структурная усилителя 60 МГц 2.032.069

4.6.2. С выхода делителя частоты 2.208.046 сигналы времени счета поступают на вход делителя частоты на 4, выполненного на микросхеме У1. Поделенные в 4 раза сигналы времени счета с контакта 9 микросхемы У1 поступают на запуск двух последовательно соединенных декадных делителей с предварительной установкой коэффициента деления.

4.6.3. Первый декадный делитель частоты выполнен на микросхемах У2-У4, второй - на микросхемах У6-У8. Принцип построения декадного делителя аналогичен описанному в разделе 4.2.

С выходов первого и четвертого триггеров декадных делителей сигнал поступает на четырехвходовую схему совпадения, выполненную на половине микросхемы У9 (входы - контакты 9, 10, 12, 13, выход - контакты 8), затем инвертируется на второй половине микросхемы У8 (входы - контакты 1, 2, 4, 5, выход - контакт 6) и поступает на выход блока. На выходе схемы совпадения, а, следовательно, и на выходе блока сигнал появляется в том случае, когда в декадных делителях устанавливается состояние 99.

4.6.4. Схема формирования импульса предварительной установки выполнена на микросхеме У5. С контакта 8 микросхемы У9 выходной сигнал через формирующую цепочку С2, R3 и R1 поступает последо-

вательно на два усилителя - инвертора (входы - контакты 4, 5 и 12, 13 микросхемы У5, выходы - контакты 6 и 11 соответственно). Через дополнительную формирующую цепь из конденсатора С1 и резистора R2 сигнал поступает на выходной инвертор (входы - контакты 9, 10; выход - контакт 8 микросхемы У5) и далее через контакт 22 выходного разъема блока на вход переключателя номеров гармоник.

4.6.5. Запись чисел в декадные делители осуществляется в дополнительном коде, т.е. при установке на переключателе номеров гармоник числа 33 в делители заносится число 66 и т.д. (т.е. сумма установленного числа и числа, записанного в декадные делители, всегда равна 99).

4.7. Схема электрическая принципиальная формирователя 2.084.020

4.7.1. Формирователь предназначен для формирования сигнала, подаваемого на вход блока, в пачки калиброванных по амплитуде и длительности импульсов. Блок состоит из формирователя входного сигнала, схемы формирования стробирующего импульса, равного по длительности времени счета, селектора и выходного импульсного усилителя.

4.7.2. Входной сигнал (или усиленный и сформированный сигнал внутреннего кварцевого генератора частотой 1 МГц, используемый в режиме КОНТРОЛЬ), поступает на вход триггера Шмидта (транзисторы Т1 и Т2) через импульсно-потенциальные схемы И, выполненные на диодах Д1, Д2 и резисторах R1, R2, R3, R4, R5. Продифференцированные импульсы через усилитель (транзистор Т3) и эмиттерный повторитель на транзисторе Т4 поступают на селектор. Управление селектором (транзистор Т5) осуществляется по базовой цепи с выхода вентиля У1. При наличии на контакте II микросхемы У1 уровня 0 (низкий уровень потенциала), что имеет место при наличии строб-импульса, сформированные пакеты импульсов через двухкаскадный импульсный усилитель на транзисторах Т6 и Т7 поступают на запуск декады 60 МГц.

4.7.3. Триггер времени счета собран на транзисторах Т12 и Т13. Метки времени, определяющие длительность строб-импульса, поступают с блока делителя частоты. Усиленные и сформированные каскадом на транзисторе Т9 метки времени поступают на входы ключевых усилителей с общей базой (транзисторы Т10 и Т11). Указанные ключевые усилители управляются по базовым цепям состоянием плеч триггера строба, обеспечивая его запуск по отдельным входам. Транзистор Т8 служит для блокировки триггера строба на время индикации результата измерения. При подаче с блока автоматики импульса запрета (уровень I) транзистор Т8 открывается и устанавливает триггер строба в состояние, соответствующее закрытому селектору (низкий уровень напряжения на коллекторе транзистора Т13 и уровень I на контакте II микросхемы У1). При этом импульсы на выходе формирователя отсутствуют.

Строб-импульс с коллектора транзистора Т13 поступает на входы инверторов микросхемы У1 (четыре логических элемента И-НЕ) и далее подается:

с контакта II микросхемы У1 - на вход селектора;

с контакта 3 микросхемы У1 - на диод Д3 в базовой цепи ключевого транзистора Т14, управляющего зажиганием лампочки СЧЕТ на передней панели прибора;

с контакта 8 микросхемы У1 - на запуск блока автоматики.

4.8. Схема электрическая принципиальная блока автоматики 2.070.018

4.8.1. Блок автоматики вырабатывает сигналы, управляющие работой узлов прибора в требуемой временной последовательности. К ним относятся следующие сигналы:

импульс сброса памяти, устанавливающий все триггеры регистра памяти декад 10 МГц и усилителя 2.032.069 в исходное состояние перед каждым циклом переписи информации из счетных декад в регистры памяти;

импульс переписи информации из пересчетных декад в триггеры регистра памяти;

импульсы сброса (отрицательный и положительный) пересчетных декад и импульс сброса делителей частоты, устанавливающие все декады и декадные делители частоты в исходное состояние перед началом каждого цикла измерений;

импульс, определяющий время индикации результата измерения.

Эшоры напряжений блока автоматики приведены на рис. 7.

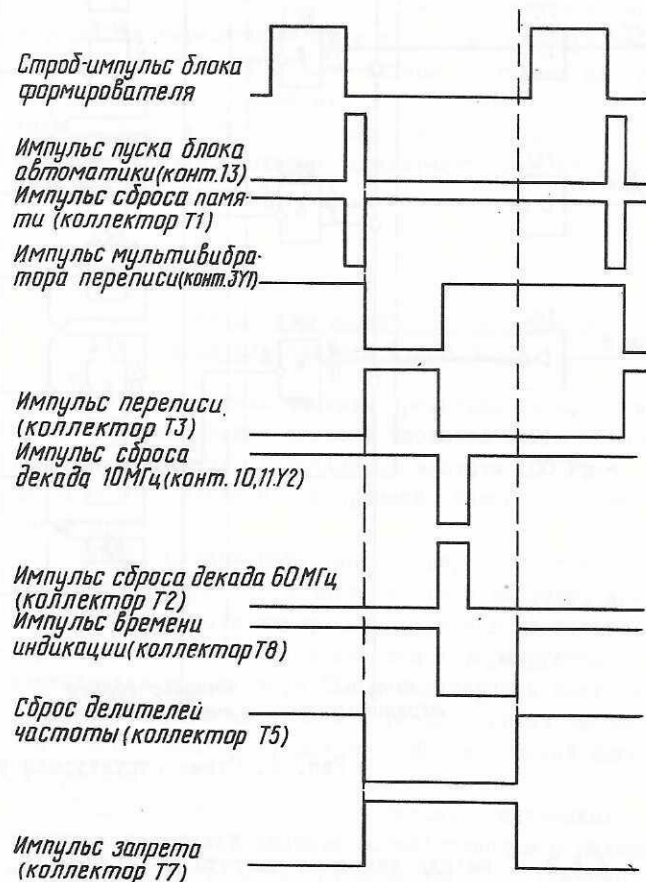


Рис. 7. Эшоры напряжений блока автоматики

4.8.2. С блока формирователя через контакт I2 импульс положительной полярности длительностью порядка 2 мкс, сформированный из заднего фронта строб-импульса, поступает одновременно в базовую цепь транзистора Т1 и на запуск мультивибратора импульса переписи, собранного на половине микросхемы У1. Транзистор Т1 формирует отрицательный импульс сброса ячеек памяти (уровень 0), поступающий на выход блока (контакт 6) и далее на триггеры регистра памяти декад 10 МГц и усилителя 2.032.069. Идущий мультивибратор импульса переписи запускается задним (отрицательным) фронтом входного импульса и формирует отрицательный импульс длительностью порядка 40 мс, который с контакта 3 микросхемы У1 через усилитель-инвертор на транзисторе Т3 подается на выход блока (контакт 7). Задержка импульса переписи относительно импульса сброса ячеек памяти необходима для того, чтобы триггеры регистра памяти

ти успели занять исходное состояние до того момента, как информация с пересчетных декад будет переписана в них.

4.8.3. Задний фронт импульса переписи, снимаемый с коллектора транзистора ТЗ, через конденсатор С4 запускает мультивибратор импульса сброса, собранный на второй половине микросхемы У1. Выходные импульсы ждущего мультивибратора (прямой с контакта II микросхемы У1 и инверсный с коллектора транзистора Т2) служат в качестве импульсов сброса пересчетных декад в исходное (нулевое) состояние.

Импульс переписи, снимаемый с контакта 3 микросхемы У1 и проинвертированный на одной из четырех логических схем И-НЕ, входящих в состав микросхемы У2, снимается с контакта 3 микросхемы У2 и своим отрицательным фронтом через конденсатор С5 запускает мультивибратор времени индикации, собранный на транзисторах Т4, Т6, Т8. В исходном состоянии транзисторы Т4, Т6 открыты, а транзистор Т8 закрыт. С приходом запускающего импульса транзисторы Т4, Т6 закрываются, диод Д5 запирается (потенциал на его катоде превышает потенциал анода) и транзистор Т8 переходит в проводящее состояние. Длительность цикла открытого состояния транзистора Т8 (время индикации) определяется постоянной времени цепи перезаряда конденсатора С8, который происходит по следующему пути: источник 5 В, резистор R22, конденсатор С6, диод Д4, переход коллектор-эмиттер открытого транзистора Т8. При достижении левой (по схеме) обкладки конденсатора С6 потенциала отпаривания транзистора Т4, мультивибратор времени индикации возвращается в исходное состояние.

4.8.4. Мультивибратор времени индикации управляет состоянием триггера с установочными входами (R - S триггера), собранного на двух логических элементах И-НЕ микросхемы У2. В исходном состоянии на выходе триггера (контакт 6 микросхемы У2) присутствует уровень 0. Отрицательный фронт проинвертированного импульса переписи, снимаемого с контакта 3 микросхемы У2, через конденсатор С7 поступает на один из входов триггера (контакт 4 микросхемы У2) и опрокидывает триггер так, что на выходе его (контакт 6 микросхемы У2) оказывается уровень 1, который через буферные усилители на транзисторах Т5 и Т7 осуществляет сброс делителей частоты и удержание триггера строба на длительность цикла индикации. После окончания цикла индикации импульс, сформированный на коллекторе транзистора Т8 и проинвертированный на одной из логических схем И-НЕ микросхемы У2 (входы ее - контакты I2, I3, выход - контакт II), через конденсатор С8 поступает на другой вход (контакт I0 микросхемы У2) триггера с установочными входами и задним фронтом возвращает его в исходное состояние. С целью избежания повторного срабатывания, сброс делителей частоты и удержание триггера строба производится также на время длительности импульса переписи, который с выхода транзистора ТЗ управляет состоянием буферных усилителей на транзисторах Т5 и Т7.

4.9. Схема электрическая принципиальная смесителя 2.245.015

4.9.1. Смеситель предназначен для смешивания напряжения гетеродина и напряжения входного сигнала с целью получения сигнала нулевых биеений, которые используются для работы системы ФАП и индикации настройки на измеряемый сигнал.

4.9.2. На вход смесителя (разъем Ш1) подается сигнал, частота которого подлежит измерению. Через разъем Ш2 на диод ДЗ генератора гармоник поступает сигнал от гетеродина прибора. Генератор гармоник выполнен на диоде с накоплением заряда ДЗ.

4.9.3. Смеситель собран по балансной схеме на диодах Д1 и Д2. Напряжение с выхода смесителя поступает на истоковый повторитель.

4.10. Схема электрическая принципиальная повторителя истокового 2.215.016

4.10.1. Истоковый повторитель предназначен для обеспечения высокого входного сопротивления выходному сигналу смесителя. С этой целью попарно подобранные полевые транзисторы Т1 и Т3 включены по схеме истоковых повторителей. Транзистор Т3 обеспечивает опорное входное напряжение усилителю постоянного тока.

4.10.2. Транзистор Т2 включен по схеме эмиттерного повторителя и обеспечивает связь с истока транзистора Т1 на его сток для компенсации емкости затвор-сток, что расширяет частотную характеристику схем.

4.10.3. Потенциометр R8 обеспечивает независимую подстройку режима транзистора Т3 с целью обеспечить его таким же, как и режим транзистора Т1 при начальной настройке схемы. Колебания температуры и напряжений источников питания могут вызывать отклонения стрелки индикатора настройки прибора от среднего положения. С помощью переменного резистора, выведенного на переднюю панель под ручку НУЛЬ ПРИБОРА, можно компенсировать это явление. Потенциометры R3 и R10 задают величины опорных напряжений на входе усилителя постоянного тока.

4.11. Схема электрическая принципиальная усилителя постоянного тока 2.032.076

4.11.1. Усилитель постоянного тока (УПТ) предназначен для усиления преобразованного сигнала и подачи его на систему индикации настройки, а также для выдачи управляющего напряжения, используемого в системе ФАП.

4.11.2. С истока транзистора Т1 истокового повторителя входной сигнал через эмиттерный повторитель (транзистор Т3) поступает на микросхему У1 (контакт I0). Опорный сигнал на микросхему У1 (контакт 9) подается через эмиттерный повторитель (транзистор Т2) с истока транзистора Т3 истокового повторителя. Транзисторы Т2 и Т3 в УПТ подбираются попарно.

Между базами транзисторов Т2 и Т3 включен полевой транзистор Т1 для регулировки коэффициента усиления УПТ. При вращении ручки ЧУВСТВИТ.ИНД. на передней панели прибора меняется напряжение на затворе транзистора, что вызывает изменение сопротивления сток-исток транзистора и коэффициента усиления УПТ.

4.11.3. Усиленный сигнал с контакта 5 микросхемы У1 через эмиттерный повторитель на транзисторе Т7 и через пропорционально-интегрирующую цепь R17, R20, C10 и переключатель поступает через разъем Ш2 гетеродина на варикап, с помощью которого обеспечивается подстройка частоты в режиме синхронизации. С помощью потенциометра R15 в эмиттере транзистора Т7 устанавливается начальное напряжение на варикапе гетеродина.

4.11.4. На транзисторах Т8-Т15 собрана схема фиксатора уровня. С эмиттерного повторителя (транзистор Т5) через переключатель сигнал поступает на базу транзистора Т4. Транзисторы Т6 и Т4 образуют усилитель для сигнала с частотой биений.

Транзисторы Т10 и Т11 составляют пару с высоким входным сопротивлением, так что нагрузка на цепь, состоящую из резистора R22 и конденсатора C14, является минимальной. Результирующее напряжение на эмиттере транзистора Т10 и базах транзисторов Т9 и Т14 представляет собой сумму постоянного напряжения на резисторе R22 и конденсаторе C14, плюс базо-эмиттерное падение напряжения транзисторов Т10 и Т11. Так как эмиттеры транзисторов Т8 и Т9 соединены, то это напряжение постоянного тока сравнивается с пиковым напряжением переменного тока на базе транзистора Т8. Разность этих напряжений по цепи обратной связи через транзистор Т13 поступает на базу транзистора Т9 до тех пор, пока не произойдет уравнивание пикового напряжения входного сигнала и напряжения на конденсаторе C14. Транзисторы Т8 и Т9 обязательно подбираются парно.

4.11.5. Транзисторы Т14 и Т15 представляют собой усилитель постоянного тока, обеспечивающий отклонение стрелки индикатора настройки прибора. Сигнал со схемы фиксатора уровня поступает на базу транзистора Т14. В исходном состоянии (т.е. при отсутствии сигнала на базе транзистора Т14) на базу транзистора Т15 подается небольшое отрицательное напряжение смещения от делителя напряжения на резисторах R30 и R31, и транзистор Т15 закрыт. В этом случае ток индикатора настройки незначителен по величине. С увеличением входного сигнала транзистор Т15 открывается и увеличивается отклонение стрелки индикатора настройки. Транзисторы Т14 и Т15 подбираются парно.

4.12. Схема электрическая принципиальная гетеродина 2.210.008

4.12.1. Гетеродин является источником синусоидальных колебаний в диапазоне от 170 до 185 МГц, используемых для получения гармоник в диапазоне от

8 до 17,44 ГГц. Собран гетеродин по схеме емкостной трехточки на транзисторе Т1. Перестройка в диапазоне частот осуществляется с помощью переменной емкости, управление элементами перестройки которой выведено на переднюю панель под ручку НАСТРОЙКА.

4.12.2. Для обеспечения возможности работы гетеродина в системе фазовой автоподстройки частоты в схеме также применена подстройка частоты с помощью варикапа Д1.

4.13. Схема электрическая принципиальная усилителя мощности 2.030.322

4.13.1. Усилитель предназначен для усиления сигнала гетеродина до величины, обеспечивающей работу генератора гармоник, а также для запуска высокочастотного делителя частоты. Сигнал от гетеродина подается одновременно на два усилительных каскада. Нагрузкой одного из усилительных каскадов является трансформатор Тр1 в цепи коллектора транзистора Т1. С трансформатора сигнал подается на оконечный каскад, собранный на двух транзисторах Т3 и Т4, включенных параллельно для обеспечения уровня сигнала не менее 1,5 В эфф, на конце кабеля, нагруженного на сопротивление 51 Ом $\pm 10\%$. Другой усилительный каскад на транзисторе Т2 служит для выдачи сигнала не менее 0,3 В эфф и подается на запуск делителя частоты 2.208.062.

4.14. Схема электрическая принципиальная делителя частоты 2.208.062

4.14.1. Делитель частоты предназначен для деления на четыре частоты гетеродина и состоит из входного формирователя (транзисторы Т1-Т3), триггерного делителя частоты на микросхеме У1 и выходного усилителя-формирователя.

4.14.2. С выхода усилителя мощности сигнал поступает на входной формирователь, предназначенный для ограничения сигнала гетеродина и приведения его к уровням, необходимым для работы микросхемы У1.

Дифференциальный токовый ключ на транзисторах Т1, Т2 смещен так, что при отсутствии сигнала основная часть тока эмиттерной протекает через транзистор Т2.

При поступлении на вход сигнала на коллекторе Т2 формируются перепады напряжения величиной около 1 В. Эмиттерный повторитель Т3 обеспечивает согласование по постоянному току выходных уровней формирователя и входных уровней делителя частоты.

Деление частоты осуществляется двумя Д-триггерами в счетном режиме, который обеспечивается соединением информационного Д-входа с инверсным выходом Q.

Противофазные сигналы с выходов I4 и I5 микросхемы У1-2 подаются на базы дифференциального токового ключа на транзисторах Т4, Т5, нагрузкой которых служат входное сопротивление Т7 и резистор R15 соответственно.

Когда открыт транзистор Т4 (на базе Т4 потенциал ниже, чем на базе Т5), через резистор R18 протекает ток базы транзистора Т7, при этом транзистор Т7 открыт, а Т6 – заперт.

При опрокидывании триггера в противоположное состояние открывается транзистор Т5, и на его коллекторе появляется напряжение относительно земли. Ток, протекающий при этом через резистор R15, обеспечивает открывание транзистора Т6. Транзистор Т7 в этом случае закрыт.

С выхода двухтактного импульсного усилителя (транзисторы Т6, Т7) сигнал поступает на вход формирователя.

4.15. Схема электрическая принципиальная блока питания 2.087.142

4.15.1. Блок питания питается от сети переменного тока частотой 50 Гц напряжением 220 В, или частотой 400 Гц напряжением 220 В, или частотой 400 Гц напряжением 115 В.

Коммутация первичных обмоток трансформатора в зависимости от частоты и напряжения питающей сети осуществляется с помощью тумблера, расположенного на задней панели прибора.

4.15.2. Блок питания выдает напряжения и токи с характеристиками, приведенными в табл. I.

Таблица I

Напряжение	Характер напряжения	Ток нагрузки, А	Пульсации, мВ эфф. не более
5 В $\pm 2\%$	Стабилизированное	1	2
-5 В $\pm 2\%$	"	0,18	2
-12,6 В $\pm 2\%$	"	0,18	6
12,6 В $\pm 2\%$	"	0,35	6
20 В $\pm 2\%$	"	0,035	10
+(13-20) В	Нестабилизированное	1,2-0,4	$1,2 \cdot 10^3$ при токе 0,4 А
200 В $\pm 5\%$	"	0,012	10^4

4.15.3. Источник 10 В состоит из двухполупериодного выпрямителя на диодах Д11 и Д12 с емкостным фильтром С16-С20.

Источник 200 В выполнен по схеме удвоения напряжения на диодах Д13 и Д14 и конденсаторах С1 и С2.

4.15.4. Все стабилизированные источники питания (5 В, -5 В, 12 В, -12 В, 20 В) представляют собой полупроводниковые стабилизаторы напряжения компенсационного типа с последовательно включенным регулирующим элементом. Особенностью стабилизаторов является использование в качестве нагрузки усилителя обратной связи – токостабилизирующего двухполюсника.

Выпрямители источников выполнены по двухполупериодной схеме на диодах Д1 и Д2, Д3 и Д4, Д5 и Д6, Д7 и Д8, Д9 и Д10.

Регулирующие элементы источников питания выполнены на транзисторах Т1, Т13, Т2, Т3, Т4.

В качестве источников опорного напряжения применены стабилитроны Д23, Д24, Д25, Д26, Д27.

Согласующие транзисторы – Т7, Т12, Т9, Т14, Т15 и Т6.

Токостабилизирующие двухполюсники – нагрузка УОС – выполнены на элементах R4, Д18, Т8; R3, Д19, Т5; R6, Д20, Т10; R7, Д21, Т11; R9, Д22, Т16.

4.15.5. Регулирование выходных напряжений стабилизированных источников питания производится с помощью переменных резисторов R22 (5 В), R24 (-5 В), R30 (12,6 В), R32 (-12,6 В), R27 (20 В).

4.15.6. Для защиты стабилизированных источников питания от токов короткого замыкания и перегрузок служат плавкие вставки Пр2...Пр6.

4.16. Схема электрическая принципиальная генератора кварцевого 3.261.023

4.16.1. Кварцевый генератор предназначен для выдачи стабильного сигнала частотой 1 МГц и состоит из двух основных узлов:

кварцевого генератора, включающего в себя задающий каскад, эмиттерный повторитель, усилитель АРУ и выходной эмиттерный повторитель;

термостата со схемой пропорционального регулирования температуры.

Схема кварцевого генератора структурная, поясняющая принцип его работы, приведена на рис. 8.

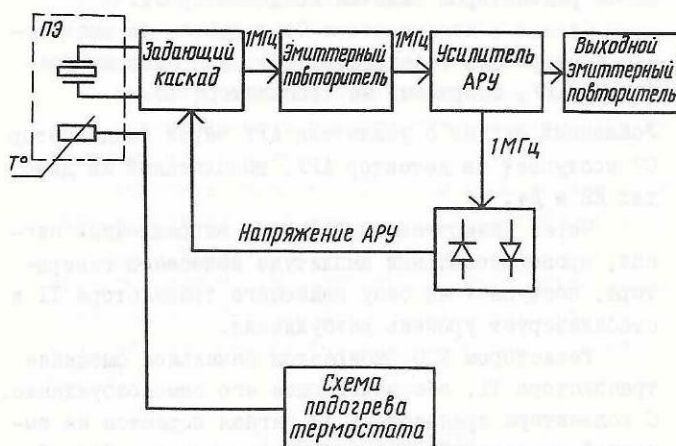


Рис. 8. Схема структурная кварцевого генератора

Задающий каскад генерирует сигнал частотой 1 МГц. Сигнал через эмиттерный повторитель усиливается усилителем АРУ и с выхода его через выходной эмиттерный повторитель поступает на выход генератора. Кварцевый резонатор термостатируется одноступенчатым термостатом. Рабочая температура в нем поддерживается усилителем подогрева термостата.

4.16.2. Термостат генератора одноступенчатый с пропорциональным регулированием температуры.

Температура внутри термостата выбирается такой, чтобы температурный коэффициент частоты кварцевого резонатора был минимальным. Вся схема расположена под теплоизоляцией термостата. Датчиком температуры является терморезистор.

4.16.3. Схема подогрева термостата представляет собой усилитель постоянного тока, выполненный на транзисторах Т5 и Т6. На входе усилителя включен терморезистор RII. При изменении температуры меняется сопротивление резистора RII, что изменяет напряжение на базе транзистора Т5 и величину его коллекторного тока, который управляет транзистором Т6. Транзистор Т6 всю рассеиваемую на нем мощность отдает подогревателю, на котором он установлен, за счет чего последний нагревается до необходимой температуры. При подогреве сопротивление терморезистора уменьшается, увеличивается коллекторный ток транзистора Т5 и уменьшается ток базы транзистора Т6, что приводит к снижению рассеиваемой мощности на этом транзисторе. При некотором значении сопротивления терморезистора RII наступает тепловой баланс термостата.

4.16.4. Кварцевый генератор выдает опорный сигнал частотой 1 МГц. Частота его стабилизирована за счет работы кварцевого резонатора при низкой рассеиваемой мощности, которая поддерживается постоянной с помощью схемы АРУ, а также за счет постоянства рабочей температуры кварцевого резонатора.

Задающий каскад генератора, собранный на транзисторе Т1, выполнен по схеме емкостной трехточки с общим коллектором. Последовательно с кварцевым резонатором включен конденсатор С1.

Сигнал с конденсатора С4 подается на эмиттерный повторитель (транзистор Т2), а с него на усилитель АРУ, собранный на транзисторе Т3.

Усиленный сигнал с усилителя АРУ через конденсатор С7 поступает на детектор АРУ, выполненный на диодах Д2 и Д4.

Через низкочастотный фильтр выпрямленный сигнал, пропорциональный амплитуде колебаний генератора, поступает на базу задающего транзистора Т1 и стабилизирует уровень возбуждения.

Резистором R10 выбирается начальное смещение транзистора Т1, обеспечивающее его самовозбуждение. С коллектора транзистора Т3 сигнал подается на выходной эмиттерный повторитель (транзистор Т4). С эмиттера транзистора Т4 через конденсатор С10 сигнал поступает на выход блока.

4.17 Конструкция

4.17.1. Прибор имеет бесфутлярную конструкцию настольного исполнения. Несущий каркас состоит из двух рамок и четырех связывающих их стержней. Для удобства работы прибору можно придать наклонное положение с помощью откидного упора, крепящегося к двум ножкам на нижней крышке.

4.17.2. Органы управления и присоединения расположены на передней и задней панелях и снабжены соответствующими надписями.

Прибор имеет две съемные крышки, закрывающие переднюю и заднюю панели.

4.17.3. Прибор состоит из функциональных узлов и блоков, выполненных преимущественно на платах с печатным монтажом. (План размещения основных узлов и блоков прибора приведен в приложении 2).

Электрическое соединение печатных плат осуществляется с помощью контактных разъемов и пайки.

4.17.4. На передней панели прибора расположены следующие элементы:

разъем ВХОД, предназначенный для подачи на него входного измеряемого сигнала;

переключатель рода работы, с помощью которого осуществляется либо самоконтроль работоспособности прибора (КОНТР.), либо измерение частоты синусоидальных сигналов (НГ), либо измерение несущей частоты импульсно-модулированных сигналов (ИМ);

лампочка СЧЕТ, которая сигнализирует о работе блока автоматики прибора;

ручка НАСТРОЙКА, предназначенная для перестройки частоты внутреннего задающего генератора (перестраиваемого гетеродина);

стрелочный прибор ИНД.НАСТРОЙКИ, используемый как индикатор нулевых биений в режимах НГ и ИМ;

ручка ЧУВСТВИТ.ИНД., предназначенная для измерения чувствительности индикатора настройки при различных уровнях входного сигнала;

ручка НУЛЬ ПРИБОРА, с помощью которой производится установка нуля индикатора настройки перед измерением;

переключатель НОМЕР ГАРМОНИКИ, предназначенный для установки номера гармоники с целью получения на табло прибора непосредственного значения измеряемой частоты;

тумблер СЕТЬ, предназначенный для включения напряжения сети;

зажим защитного заземления, предназначенный для соединения корпуса прибора с общей земляной шиной.

4.17.5. На задней панели прибора расположены следующие элементы:

разъем 1 МГц и тумблер ВНЕШН.-ВНУТР., которые служат для подачи опорной частоты от внешнего источника вместо собственного кварцевого генератора или для подачи кварцеванной частоты 1 МГц (для внешнего использования);

потенциометр КОРРЕКТОР ЧАСТОТЫ, предназначенный для подстройки частоты кварцевого генератора;

разъем ВЫХОД К ОСЦИЛЛОГРАФУ, используемый при измерении несущей частоты ИМ сигналов;

разъем 220 В/115 В, предназначенный для подключения к прибору сетевого шнура питания;

тумблер (с предохранительной скобой) 220 В 50/400 Гц, 115 В 400 Гц, позволяющий осуществить питание прибора либо напряжением 220 В частотой 50 или 400 Гц, либо напряжением 115 В частотой 400 Гц;

счетчик времени наработки ЭСВ-2,5-12,6, предназначенный для учета времени наработки прибора.

Время наработки отсчитывается по шкале счетчика.

Указателем служит разрыв столбика ртути в капиллярной трубке счетчика.

5. МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

5.1. Все электро- и радиоэлементы, установленные в приборе на шасси, панелях и печатных платах, имеют маркировку позиционных обозначений в соответствии с позиционными обозначениями их в перечнях элементов и на схемах электрических принципиальных.

5.2. На передней панели прибора нанесен знак госреестра. На задней панели нанесен номер прибора и год его выпуска.

5.3. Приборы, подготовленные к упаковке, пломбируются путем установки мастичных пломб по бокам прибора на его крышки, а также на заднюю и переднюю панели прибора.

5.4. На запорные замки укладочного ящика, в который уложен прибор с запасным имуществом и эксплуатационная документация, устанавливаются пломбы.

6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

6.1. После распаковки и извлечения из укладочного ящика прибор необходимо осмотреть на отсутствие внешних повреждений.

6.2. При приемке прибора необходимо убедиться в наличии полного его состава согласно комплекту поставки.

6.3. Для обеспечения доступа к органам управления и присоединения, расположенным на задней панели, рабочее место должно обеспечивать зазор между панелью прибора и соседними предметами не менее 150-200 мм.

7. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. К работе с прибором допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электро- и радиоизмерительными приборами.

7.2. Перед включением прибора должна быть проверена исправность сетевого шнура с вилкой.

7.3. Корпус прибора должен быть заземлен с помощью зажима защитного заземления.

7.4. При измерении режимов и ремонте прибора необходимо принимать меры предосторожности с учетом следующих особенностей:

при включенном тумблере сети и при включенной в сеть вилке шнура питания на контактах сетевого разъема и на контактах тумблера сети на передней панели прибора имеется напряжение сети;

при включенном тумблере сети на выводах сетевой обмотки трансформатора блока питания, на контактах тумблера 220/115 В на задней панели прибора и на контактах тумблера сети на передней панели имеется напряжение сети;

внутри блока питания, на разъемах декад 10 МГц 2.208.045, усилителя 2.032.069, формирователя 2.084.020, на выводах лампы СЧЕТ имеется постоянное напряжение порядка 200 В относительно корпуса.

8. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

8.1. Во избежание выхода из строя смесительных диодов прибора необходимо выполнить следующие условия:

прибор должен быть заземлен с помощью зажима защитного заземления;

для снятия статического заряда соединительный высокочастотный кабель перед подключением к разъему ВХОД прибора следует разрядить замыканием внутренней жилы с наружной;

на вход прибора не подавать сигнал мощностью более 5 мВт.

8.2. Перед включением прибора необходимо:

тумблер 220/115 В на задней панели установить в положение, соответствующее напряжению питающей сети;

тумблер 1 МГц ВНЕШН.-ВНУТР. поставить в положение ВНУТР.

8.3. Для включения питания прибора необходимо:

проверить напряжение питающей сети (оно должно находиться в пределах значений, указанных в разделе 2 настоящего описания). При питании прибора от сети 50 Гц 220 В, в которой возможны резкие скачки и колебания напряжения (более $\pm 10\%$), прибор необходимо включить в сеть через феррорезонансный стабилизатор типа ФСН-200;

тумблер СЕТЬ установить в нижнее положение; подсоединить к прибору сетевой шнур питания и включить его в сеть;

включать тумблер СЕТЬ, при этом должны засветиться индикаторные лампы цифрового табло прибора.

Примечание. Если при включении прибора не светятся лампы цифрового табло, необходимо немедленно выключить прибор (это свидетельствует об отсутствии напряжения источников питания 5 В или 200 В).

9. ПОРЯДОК РАБОТЫ

9.1. Подготовка к проведению измерений

9.1.1. Для подготовки прибора к проведению измерений необходимо выполнить следующие операции:

при работе с внутренним кварцевым генератором тумблер 1 МГц ВНЕШН.-ВНУТР. установите в положение ВНУТР., при работе от внешней опорной частоты 1 МГц этот тумблер установите в положение ВНЕШН. и подключите источник внешней опорной частоты к разъему 1 МГц, входное сопротивление внешнему источнику 1 МГц - не менее 1 кОм;

включите питание прибора (см. п. 8.3);

для проведения измерений при работе от внешнего источника опорного сигнала прибор прогрейте в

течение 1 мин; для проведения измерений при работе с внутренним кварцевым генератором прибор прогрейте, исходя из требуемой точности измерений (см. пп. 2.17, 2.18).

9.1.2. Произведите проверку работоспособности прибора в режиме КОНТРОЛЬ, для чего переключатель рода работы установите в положение КОНТР. Произведите отсчеты с цифрового табло прибора.

Результаты измерений должны соответствовать данным, приведенным в табл. 2, и могут отличаться от них не более, чем на ± 1 счета.

Таблица 2

Число, установленное на переключателе НОМЕР ГАРМОНИКИ	Показания на табло прибора, МГц
01	00004.0
02	00008.0
03	00012.0
04	00016.0
05	00020.0
06	00024.0
07	00028.0
08	00032.0
09	00036.0
10	00040.0
20	00080.0
30	00120.0
40	00160.0
50	00200.0
60	00240.0
70	00280.0
80	00320.0
90	00360.0
00	00400.0

9.1.3. Соедините кабелем или соответствующим коаксиально-волноводным переходом вход прибора с источником измеряемого сигнала.

9.2. Проведение измерений

9.2.1. Прибор работает в следующих режимах: измерение частоты синусоидальных электрических сигналов (НГ);

измерение несущей частоты импульсно-модулированных сигналов (ИМ).

9.2.2. Измерение частоты синусоидальных электрических сигналов производите следующим образом:

переключатель КОНТР.-НГ-ИМ установите в положение НГ;

ручкой НУЛЬ ПРИБОРА установите стрелку прибора ИНД.НАСТРОЙКИ на ноль;

при измерении частоты гетеродина на переключателе НОМЕР ГАРМОНИКИ наберите число 00. При этом показания на табло прибора больше частоты гетеродина в 100 раз;

вращайте ручку НАСТРОЙКА и введите гетеродин в режим синхронизации. При этом стрелка прибора ИНД.НАСТРОЙКИ должна отклониться вправо или влево не менее, чем на 5 делений;

вращая ручку НАСТРОЙКА вправо и влево в небольших пределах, убедитесь, что стрелка прибора ИНД.НАСТРОЙКИ следует за поворотом ручки и изменяет свои показания, плавно переходя через ноль;

ручку НАСТРОЙКА установите в положение, при котором стрелка прибора ИНД.НАСТРОЙКИ находится в стороне от нуля. При этом срыв синхронизации отмечается по установке стрелки индикатора настройки на ноль;

определите частоту гетеродина $f'_{\text{гет.1}}$ в режиме синхронизации. Затем, плавно перестраивая гетеродин в сторону увеличения частоты, получите режим синхронизации на соседней гармонике и определите в этом режиме частоту гетеродина.

Номер гармоник определите по формуле (5).

При определении номера гармоник показания частотомера отсчитайте так, чтобы иметь пять значащих цифр. При подсчете числа n получите три значащих цифры, результат округлите до ближайшего целого числа и указанное число установите на переключателе НОМЕР ГАРМОНИКИ.

Гетеродин должен находиться в режиме синхронизации на частоте $f'_{\text{гет.2}}$. Измеряемая частота определяется по цифровому табло прибора.

9.2.3. Измерение несущей частоты ИМ сигналов проводите следующим образом:

переключатель рода работы установите в положение ИМ;

переключатель НОМЕР ГАРМОНИКИ - в положение 00. При этом показания на табло прибора больше частоты гетеродина в 100 раз;

частоту гетеродина перестраивайте до тех пор, пока стрелка индикатора настройки не отклонится максимально вправо; ручку ЧУВСТВИТ.ИНД. установите в такое положение, при котором стрелка индикатора настройки, при настройке прибора на максимум, находится в пределах шкалы. Если при настройке обнаружатся два максимума, лежащие в непосредственной близости друг от друга, то следует настроиться на минимум, расположенный между этими максимумами;

отсчет частоты гетеродина производите непосредственно после настройки;

определите номер гармоник, производя отсчет частоты гетеродина $f'_{\text{гет.1}}$ на одной гармонике.

Затем перестройте гетеродин в сторону увеличения частоты и получите отсчет частоты гетеродина $f'_{\text{гет.2}}$ на соседней гармонике;

по формуле (5) определите номер гармоник и установите его на переключателе НОМЕР ГАРМОНИКИ;

измеряемую частоту определите по цифровому табло прибора.

При определении частоты сигнала гетеродин должен быть подстроен на частоте $f'_{\text{гет.2}}$ по нулевым бинам.

9.2.4. Индикация настройки в режиме измерения несущей частоты ИМ сигналов может производиться по нулевым бинам, наблюдаемым на экране осциллографа, подключенного к разьему ВЫХОД К ОСЦИЛЛОГРАФУ, который расположен на задней панели.

9.2.5. Для улучшения влияния гармоник гетеродина прибора на источник измеряемой частоты в случае необходимости следует вход прибора соединить с источником измеряемой частоты через развязывающее устройство, обеспечивающее требуемое подавление гармоник гетеродина и уровень входного сигнала на входе прибора в пределах от 250 мкВт до 5 мВт.

9.2.6. Входящий в комплект прибора переход 5.060.236, переходное затухание которого может изменяться в пределах примерно от 3,0 до 20,0 дБ, позволяет производить измерение частоты сигналов в волноводных трактах сечением 16х8 или 17х8 при уровнях мощности в них более 5 мВт, но не выше 0,5 Вт. Перед началом измерений следует с помощью рукоятки максимально выдвинуть штырь связи из волновода и настроить прибор в соответствии с пп. 9.2.2 и 9.2.3. Если настроить прибор не удастся, то необходимо вдвинуть штырь на 0,5–1 мм и повторить попытку настройки.

Операцию повторять до тех пор, пока мощность на входе станет достаточной для работы прибора и прибор настроится в соответствии с пп. 9.2.2 и 9.2.3.

9.2.7. Для выключения прибора тумблер СЕТЬ установите в нижнее положение.

10. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

10.1. Для доступа внутрь прибора при его ремонте необходимо произвести следующие операции:

вывернуть винты, крепящие верхнюю и нижнюю крышки прибора, и снять их;

вывернуть винты, крепящие панель к основному шасси, и откинуть переднюю панель – для доступа к элементам, находящимся на передней панели;

вывернуть винты, крепящие панель к основному шасси, и откинуть заднюю панель – для доступа к элементам, находящимся на задней панели.

10.2. Прибор состоит из отдельных блоков и узлов, имеющих определенное функциональное назначение. Поэтому прежде всего необходимо определить, в каком блоке или узле имеет место неисправность, после чего отыскать необходимую цепь или каскад и затем – неисправный элемент.

После замены вышедших из строя элементов места паяк их должны быть подвергнуты влагозащите путем двукратного покрытия лаком УР-231.

10.3. Лицам, приступающим к ремонту, необходимо ознакомиться с принципом действия и работой прибора, а также с назначением и работой отдельных его узлов и блоков.

При отыскании неисправностей рекомендуется проверять работу отдельных блоков и узлов прибора, пользуясь таблицами режимов и осциллограммами напряжений.

При измерении напряжений необходимо пользоваться щупом с заостренным наконечником для того, чтобы можно было проколоть непроводящий слой защитного покрытия плат. После проведения измерений

платы должны быть подвергнуты дополнительной влагозащите.

Проверку правильности работы, осмотр и ремонт печатных плат прибора удобно производить с помощью ремонтных плат (из ЗИП прибора).

10.4. При выходе из строя смесительных диодов Д1 и Д2 прибора замена и регулирование смесителя производится в следующей последовательности:

снимите смеситель, для чего необходимо снять фальш-панель прибора и открутить винты, крепящие смеситель к передней панели;

вскройте крышки смесителя прибора;

отпаяйте резисторы R2 и R3, открутите с помощью ключа из ЗИП держатели диодов, извлеките диоды, диэлектрическую прокладку и шайбы;

поставьте диоды из ЗИП, произведите сборку смесителя в порядке, обратном порядку разборки;

проверьте с помощью комбинированного прибора Ц4341 правильность включения диодов Д1 и Д2, отсутствие обрывов и коротких замыканий на корпус, а также обратное сопротивление диодов Д1 и Д2, которое должно быть не менее 500 кОм. Произведите подпайку резисторов R2 и R3;

с помощью вольтметра ВК7-9 через резистор 100 кОм измерьте напряжение смещения $U_{Д1}$ и $U_{Д2}$

на диодах Д1 и Д2, которое должно быть равно $+(0,2-0,3)$ В на диоде Д1 и минус $(0,2-0,3)$ В на диоде Д2. По абсолютной величине эти напряжения должны быть равны с точностью не хуже $\pm 0,01$ В. В случае неравенства указанных напряжений произведите их подрегулировку, для чего ослабьте контргайки держателей диодов. Затем держатель диода с меньшим напряжением смещения подкрутите по часовой стрелке, а держатель диода с большим напряжением – против часовой стрелки. Закрепите контргайки держателей и снова измерьте напряжение смещения на диодах. При изменении частоты гетеродина равенство напряжений $U_{Д1}$ и $U_{Д2}$ должно сохраняться;

проверьте отклонение стрелки индикатора настройки прибора от нулевого положения при перестройке частоты гетеродина. Во всем диапазоне частот гетеродина указанное отклонение не должно превышать ± 1 деление. При невыполнении этого условия проверить симметрию диодов Д1 и Д2.

Примечание. Пайку производите паяльником, корпус которого соединен с корпусом прибора.

10.5. В случае выхода из строя диода Д3 генератора гармоник смесителя замену диода и регулировку смесителя производите в следующей последовательности:

снимите смеситель в порядке, указанном в п. 10.4;

вскройте крышку смесителя;

открутите держатель диода, снимите диод и накопительную емкость С3;

поставьте диод из ЗИП, произведите сборку смесителя в порядке, обратном порядку разборки;

проверьте с помощью комбинированного прибора Ц4341 правильность включения диода, отсутствие обрывов и коротких замыканий на корпус;

отпаяйте сопротивление R_{16} в усилителе мощности и впаяйте вместо него последовательно соединенные постоянный резистор $1,5 \text{ кОм}$ и переменный резистор 68 кОм ; переменный резистор выставьте примерно в среднее положение;

включите прибор, выставьте максимальную частоту гетеродина. С помощью прибора ВК7-9 через резистор 100 кОм измерьте напряжение смещения на смесительных диодах Д1 и Д2. Изменением величины переменного резистора 68 кОм добейтесь максимально возможного напряжения смещения на диодах Д1 и Д2;

перестраивая частоту гетеродина во всем диапазоне частот, убедитесь в том, что напряжение смещения, измеренное на верхней частоте гетеродина, не уменьшится ниже $0,2 \text{ В}$ на других частотах. В противном случае подрегулируйте напряжение смещения на диоде Д3 переменным резистором 68 кОм ;

проверьте величину преобразованного сигнала во всем диапазоне изменения частоты гетеродина, для чего подайте на разъем Ш3 с генератора Г4-83 сигнал частотой 8 ГГц мощностью 250 мВт . Подключите к выходу смесителя милливольтметр ВЗ-38. Вращая ферритовый сердечник смесителя, добейтесь максимума преобразованного сигнала. Проверьте величину преобразованного сигнала, она должна быть не менее 30 мВ во всем диапазоне изменения частоты гетеродина;

сборку смесителя производите в порядке, обратном его разборке.

10.6. В случае, если при проверке прибора частоту кварцевого генератора не удастся устано-

вить с помощью корректора так, чтобы относительная погрешность по частоте не превышала $\pm 2 \cdot 10^{-6}$ через 60 мин самопрогрева, подстройка частоты должна быть произведена подбором конденсатора С1 кварцевого генератора.

Для этого необходимо:

установить корректор в среднее положение, для чего измерить частоту кварцевого генератора при крайних положениях корректора (f_1 и f_2) и установить его в такое положение, чтобы частота кварцевого генератора равнялась среднему значению измеренных частот по формуле (6):

$$f = \frac{f_1 + f_2}{2}; \quad (6)$$

выключить прибор и извлечь из него кварцевый генератор;

снять с генератора кожух и печатную плату и заменить конденсатор С1. При этом следует учитывать, что увеличение емкости приводит к уменьшению частоты кварцевого генератора, и наоборот. Изменение величины емкости на 10 пФ изменяет частоту кварцевого генератора примерно на 5 Гц ;

собрать кварцевый генератор, подключить его к прибору и прогреть в течение 60 мин;

проверить значение частоты кварцевого генератора и при необходимости произвести подстройку с помощью корректора.

10.7. В табл. 3 приведены возможные неисправности, вероятные причины неисправностей и методы их устранения.

Таблица 3

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
1. При включении прибора в сеть сгорают вставка плавкая	Пробиты выпрямительные диоды в блоке питания	Проверьте, неисправную замените
2. При включении прибора не светятся индикаторные лампы цифрового табло	Отсутствие питающих напряжений 200 или 5 В	Проверьте наличие питающих напряжений и устраните неисправность
3. При включении прибора отсутствует сигнал внутреннего кварцевого генератора	Обрыв в цепи питания кварцевого генератора. Вышел из строя один или несколько транзисторов в схеме генератора. Вышел из строя кварцевый резонатор	Проверьте исправность цепи питания, режимы транзисторов, неисправный замените. Проверьте исправность кварцевого резонатора
4. Частота выходного сигнала кварцевого генератора значительно отличается от номинального значения	Не работает подогрев термостата. Вышел из строя элемент коррекции частоты	Проверьте исправность схемы подогрева термостата, исправность датчиков температуры. Проверьте исправность элементов коррекции. Неисправный элемент замените
5. Отсутствует периодическое зажигание и погасание лампочки СЧЕТ на передней панели	Вышел из строя кварцевый генератор. Вышел из строя один из декадных делителей частоты Вышел из строя триггер строба (транзисторы Т9-Т13) блока формирования	См. пп. 3 и 4. Проверьте режимы микросхем и правильность работы по осциллограммам, неисправный элемент замените Проверьте режимы транзисторов и правильность работы, неисправный элемент замените

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
6. Лампочка СЧЕТ мигает, но отсутствуют или неверны показания прибора в режиме КОНТРОЛЬ	Вышел из строя один из транзисторов блока формирователя Вышла из строя декада 60 МГц либо одна из декад 10 МГц	Проверьте, неисправный элемент замените Проверьте режимы транзисторов, микросхем и правильность их работы, неисправный элемент замените
7. Наблюдается одновременное свечение двух или нескольких цифр индикаторной лампы	Вышел из строя один из высоковольтных транзисторов декады 10 МГц или усилителя 2.032.069	Проверьте, неисправный элемент замените
8. Лампочка СЧЕТ на передней панели прибора непрерывно горит	Вышел из строя блок автоматики	Проверьте режимы транзисторов и микросхем, неисправный элемент замените
9. Светятся только четные или нечетные цифры индикаторной лампы	Вышел из строя первый триггер регистра памяти декады 10 МГц или усилителя 2.032.069	Проверьте правильность работы, неисправный элемент замените
10. Отсутствует синхронизация частоты в режиме НГ	Вышла из строя первая ячейка декады Не поступает сигнал от усилителя мощности на генератор гармоник смесителя	Проверьте исправность работы первой ячейки Проверьте исправность соединительных в.ч. кабелей и исправность транзисторов усилителя мощности
Частота гетеродина измеряется. Нуль индикатора настройки устанавливается. При вращении ручки НУЛЬ ПРИБОРА частота гетеродина изменяется	Неисправен диод генератора гармоник. Неисправны смесительные диоды	Смените диоды
11. Отсутствует синхронизация в режиме НГ. Нуль индикатора настройки устанавливается. Частота гетеродина не измеряется	Отказ гетеродина или неисправность соединительного высокочастотного кабеля	Проверьте режимы транзисторов гетеродина, неисправность устраните. Проверьте исправность соединительного высокочастотного кабеля, неисправность устраните
12. Отсутствует синхронизация в режиме НГ. Нуль индикатора настройки устанавливается. При вращении ручки НУЛЬ ПРИБОРА отсутствует изменение частоты гетеродина	Обрыв или короткое замыкание в цепи управляющего напряжения	Проверьте цепь, неисправность устраните
13. Отсутствует синхронизация в режиме НГ. Нуль индикатора настройки не устанавливается. Частота гетеродина изменяется	Отсутствует напряжение 5 В	Проверьте цепь, неисправность устраните
14. Стрелка индикатора синхронизации в режиме НГ зашкаливает	Отсутствует напряжение 12,6 или -12,6 В	Проверьте цепь, неисправность устраните
15. Отсутствует стабилизированное напряжение -12,6 В	Перегорела вставка плавкая Пр5 источника питания Неисправны диоды Д7 и Д8 источника питания Неисправен транзистор Т3 источника питания	Проверьте цепь, неисправную вставку замените Замените диод
16. Отсутствует стабилизированное напряжение 20 В	Перегорела вставка плавкая Пр6 источника питания	Замените транзистор Проверьте, неисправную вставку замените

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
	Неисправны диоды Д9 и Д10 источника питания	Замените диод
	Неисправен транзистор Т4 источника питания	Замените транзистор
17. Отсутствует нестабилизированное напряжение 10 В	Неисправны диоды Д11 и Д12 источника питания	Проверьте, неисправный замените
18. Отсутствует нестабилизированное напряжение 200 В	Неисправны диоды Д13 и Д14 источника питания	Проверьте, неисправный замените
19. Отсутствует стабилизированное напряжение 5 В	Перегорела вставка плавкая Пр2 источника питания	Проверьте, неисправную вставку замените
	Неисправны диоды Д1 и Д2 источника питания	Замените диод
	Неисправен транзистор Т1 источника питания	Замените транзистор
20. Отсутствует стабилизированное напряжение -5 В	Перегорела вставка плавкая Пр3 источника питания	Проверьте, неисправную вставку замените
	Неисправны диоды Д3 и Д4 источника питания	Замените диод
	Неисправен транзистор Т13 источника питания	Замените транзистор
21. Отсутствует стабилизированное напряжение 12,6 В	Перегорела вставка плавкая Пр4 источника питания	Проверьте, неисправную вставку замените.
	Неисправны диоды Д5 и Д6 источника питания	Замените диод
	Неисправен транзистор Т2 источника питания	Замените транзистор

II. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

II.1. Профилактические работы производятся лицами, непосредственно эксплуатирующими прибор, для обеспечения его работоспособности в течение эксплуатации. Периодичность профилактических работ - не реже одного раза в год.

II.2. Профилактические работы включают в себя следующие:

- проверку состава комплекта прибора;
- осмотр внешнего состояния прибора;
- осмотр внутреннего состояния прибора;
- проверку общей работоспособности прибора.

II.3. Состав прибора проверяется на соответствие с данными, приведенными в разделе 3.

II.4. Осмотр внешнего состояния прибора производится при вынутой из сети вилке шнура питания прибора.

При этом проверяется следующее:

крепление тумблеров и четкость их действия, крепление разъемов и сетевой колодки питания прибора;

состояние лакокрасочных и гальванических покрытий;

исправность кабелей, придаваемых к прибору.

II.5. Осмотр внутреннего состояния прибора производится при вынутой из сети вилке шнура питания прибора.

Проверяется крепление узлов, состояние контактов разъемов, монтажа и паяк, отсутствие сколов и трещин на деталях из пластмассы.

II.6. Проверка общей работоспособности прибора производится перед измерениями.

При этом прибор проверяется в режиме КОНТРОЛЬ в соответствии с п. 9.1.2.

II.7. Профилактические работы рекомендуется производить перед периодической поверкой прибора.

12. ПОВЕРКА ИЗДЕЛИЯ

12.1. Операции поверки

12.1.1. Поверка изделия должна производиться не реже одного раза в год. При проведении поверки должны выполняться следующие операции:

проверка работоспособности прибора (п. 12.5.2.1);

определение относительной погрешности по частоте кварцевого генератора за межповерочный срок 12 месяцев и установка частоты (п. 12.5.3.1);

проверка диапазона измеряемых частот синусоидального сигнала, минимальной величины входного сигнала (п. 12.5.3.2);

проверка диапазона измеряемых частот ИМ сигнала, минимального уровня выходного сигнала (п. 12.5.3.3);

проверка выдачи кварцеванной частоты
(п. 12.5.3.4);

проверка работы от внешнего источника опорной частоты (п. 12.5.3.5).

12.2. Средства поверки

12.2.1. Контрольно-измерительные приборы (КИП), применяемые для проверки, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Наименование КИП	Нормативно-технические характеристики
Генератор сигналов высокочастотный Г4-83	Диапазон частот 7,5-10,5 ГГц. Уровень выхода 10^{-15} - 10^{-3} Вт на нагрузке 50 Ом. Ослабление сигнала 0-120 дБ. Погрешность установки частоты 0,5%
Генератор стандартных сигналов Г4-108	Диапазон частот 12,6-16,61 ГГц. Уровень выхода $0-4 \cdot 10^{-3}$ Вт. Погрешность установки частоты 0,1%
Генератор сигналов высокочастотный Г4-114	Диапазон частот 16,65 - 25,86 ГГц. Уровень выхода 10^{-5} - 10^{-2} Вт. Ослабление сигнала 0-30 дБ. Погрешность установки частоты 0,2%
Генератор сигналов низкочастотный Г4-117	Диапазон частот 20 Гц - 10 МГц. Уровень выхода 0-2 В на нагрузке 75 Ом и 1-30 В на нагрузке 100 Ом. Погрешность установки частоты $0,02 f + 1$
Генератор импульсов Г5-26	Частота следования импульсов 0,1 Гц - 1 МГц. Длительность импульсов $0,1-10^6$ мкс. Амплитуда импульсов 20 мВ - 50 В. Погрешность установки длительности импульсов 5%
Ваттметр поглощаемой мощности М3-22	Пределы измерения мощности 0,012-6 мВт. Погрешность измерения 10%
Вольтметр В3-38	Пределы измерений 0,5-3 В, до 300 В с делителем. Диапазон частот 10 кГц - 10^5 МГц. Погрешность измерения 4-6%
Осциллограф С1-65	Полоса пропускания 0-35 МГц. Минимальный коэффициент отклонения 5 мВ/дел.

Продолжение табл. 4

Наименование КИП	Нормативно-технические характеристики
Преобразователь частоты ЯЗЧ-49	Входное сопротивление 1 МОм, входная емкость 30 пФ Диапазон частот 0,07-12 ГГц
Частотомер электронно-счетный ЧЗ-38 (ЧЗ-54)	Диапазон измеряемых частот от 0,1 Гц до 50 МГц. Уровень входных сигналов 0,1-100 В
Преобразователь частоты ЯЗ4-42	Диапазон частот 1-5 ГГц
Преобразователь частоты ЯЗ4-43	Диапазон частот 4-12 ГГц
Преобразователь частоты Ч5-13	Диапазон частот входных сигналов 10-70 ГГц

12.2.2. Допускается использование других средств поверки, обеспечивающих требуемую точность. Все средства поверки должны иметь документы о метрологической аттестации в органах государственной или ведомственной метрологической службы.

12.3. Условия поверки

12.3.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:
температура 293 ± 5 К (20 ± 5 °C);
относительная влажность воздуха 65 ± 15 %;
атмосферное давление 100 ± 4 кПа (750 ± 30 мм рт.ст.);
напряжение сети 220 ± 4 В частотой 50 Гц ± 1 % и содержание гармоник до 5%;
отсутствие магнитных и электрических полей;
отсутствие вибрации и ударов.

12.4. Подготовка к поверке

12.4.1. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:
перед включением прибора в сеть выполните требования пп. 7.1, 7.2, 7.3;
используемые при поверке приборы должны быть подготовлены к работе в соответствии с инструкциями по эксплуатации на них;
прогрейте прибор в течение 60 мин.

12.5. Проведение поверки

12.5.1. Внешний осмотр

12.5.1.1. При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие частотомера электронно-счетного следующим требованиям:
комплектность прибора должна соответствовать разделу 3 формуляра;
кабели, входящие в ЗИП, должны иметь маркировку в соответствии с разделом 3 формуляра;
прибор не должен иметь механических повреждений, влияющих на его работоспособность.

12.5.2. Опробование

12.5.2.1. Произвести проверку работоспособности прибора в режиме КОНТРОЛЬ в соответствии с пп. 9.1.1, 9.1.2.

12.5.3. Определение метрологических параметров

12.5.3.1. Определение относительного изменения частоты кварцевого генератора за межповерочный срок (12 месяцев) производится путем измерения частоты его выходного сигнала с помощью частотомера ЧЗ-38. Сигнал с разъема I МГц прибора подается на разъем ВХОД А частотомера ЧЗ-38, работающего в режиме измерения частоты. Время счета частотомера T равно 10 с. Для повышения достоверности результатов измерения записывается не менее 10 последовательных показаний частотомера и определяется действительное значение частоты f_g по формуле (7):

$$f_g = \frac{\sum_{i=1}^m f_{cp.i}}{m}, \quad (7)$$

где $f_{cp.i}$ — среднее значение частоты кварцевого генератора за каждый интервал наблюдения;

m — число интервалов наблюдения.

Относительное изменение действительного значения частоты кварцевого генератора δ_0 определяется по формуле (8):

$$\delta_0 = \frac{f_g - f_n}{f_n}, \quad (8)$$

где f_n — номинальное значение частоты кварцевого генератора ($f_n = 10^6$ Гц).

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если относительная погрешность кварцевого генератора по частоте не превышает $\pm 1,5 \cdot 10^{-5}$ за 12 мес.

После проверки относительной погрешности кварцевого генератора по частоте за межповерочный срок установить частоту генератора с помощью потенциометра КОРРЕКТОР ЧАСТОТЫ таким образом, чтобы погрешность по частоте не превышала $\pm 2 \cdot 10^{-6}$.

12.5.3.2. Проверка диапазона измеряемых частот синусоидального сигнала и минимального уровня входного сигнала производится методом определения работоспособности прибора на двух крайних и средней частотах диапазона при минимальном уровне мощности входного сигнала.

Напряжения с частотами 8,00; 13,00 и 17,44 ГГц подаются на вход прибора от генераторов.

Минимальный уровень мощности 250 мкВт на входе прибора устанавливается по измерителю мощности.

Перечень приборов, рекомендованных для проверки, приведен в табл. 4.

Соединение приборов производится в соответствии с блок-схемой, приведенной в приложении 6.

Работа с измерительными приборами, используемыми при проверке, производится в соответствии с инструкциями по эксплуатации на них.

Установка частот 8,00; 13,00 и 17,44 ГГц производится по испытываемому прибору.

Проверка работоспособности прибора производится в соответствии с п. 9.2.2.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если при величине входного сигнала 250 мкВт на частотах 8,00; 13,00 и 17,44 ГГц наблюдается режим синхронизации и отклонение стрелки индикатора настройки составляет не менее пяти делений.

12.5.3.3. Проверка диапазона измеряемых частот импульсно-модулированного сигнала и минимального уровня входного сигнала производится методом определения работоспособности прибора на двух крайних и средней частотах диапазона при минимальном уровне мощности входного сигнала.

Напряжения с частотами 8,00; 13,00 и 17,44 ГГц подаются на вход прибора от генератора. Минимальный уровень мощности 250 мкВт на входе прибора устанавливается по измерителю мощности при работе генераторов в режиме НГ.

Затем генератор переводится в режим импульсной модуляции от внешнего импульсного генератора.

Перечень приборов, рекомендованных для проверки, приведен в табл. 4.

Соединение приборов производится в соответствии с блок-схемой, приведенной в приложении 6.

Работа с измерительными приборами, используемыми при проверке, производится в соответствии с инструкциями по эксплуатации на них.

Установка частот 8,00; 13,00 и 17,44 ГГц производится по испытываемому прибору.

Проверка работоспособности прибора производится в соответствии с п. 9.2.3.

Параметры сигналов должны соответствовать п. 2.2.

Результат проверки считается удовлетворительным, если прибор производит измерение несущей частоты ИМ сигнала и отклонение стрелки индикатора настройки составляет не менее пяти делений.

12.5.3.4. Проверка выдачи прибором кварцеванной частоты I МГц проводится с помощью осциллографа СИ-65 путем измерения величины выходного напряжения на конце соединительного кабеля с волновым сопротивлением 50 Ом длиной 0,5 м, на сопротивление I кОм и подключенного к разъему I МГц на задней панели прибора.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если величина выходного напряжения не менее 500 мВ.

12.5.3.5. Проверка работы прибора от внешнего источника опорной частоты проводится путем подачи от генератора Г4-117 сигнала частотой I МГц ± 1 кГц на разъем I МГц на задней панели (тумблер ВНЕШН.-ВНУТР. I МГц устанавливается в положение ВНЕШН. I МГц) с последующим определением работоспособности прибора в режиме КОНТРОЛЬ.

Напряжение входного сигнала контролируется вольтметром ВЗ-43, частота — частотомером ЧЗ-38.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если при величине входного сигнала частотой 1 МГц от 0,5 до 3 В_{эфф} обеспечивается режим КОНТРОЛЬ прибора.

12.6. Оформление результатов проверки

Положительные результаты государственной и ведомственной первичной и периодической проверки прибора оформляются путем записи результатов проверки в формуляре. Результаты проверки заверяются печатью.

13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

13.1. Прибор, предназначенный для эксплуатации ранее или через шесть месяцев со дня поступления, от транспортной упаковки может не освобождаться и храниться в упакованном виде.

13.2. Прибор, предназначенный для хранения более шести месяцев, содержится освобожденным от транспортной упаковки и может храниться в капитальных отапливаемых помещениях (температура окружающего воздуха от 5 до 30°C, относительная влажность до 85%) или в капитальных неотапливаемых помещениях (температура окружающего воздуха от -30 до +30°C, относительная влажность до 95%). В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров кислот, щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

13.3. Конструкция прибора, примененные материалы с защитными гальваническими и лакокрасочными покрытиями и упаковка прибора в укладочном ящике обеспечивают сохранность прибора без применения дополнительных средств консервации.

При эксплуатации прибор может транспортироваться с объекта на объект в укладочном ящике транспортными средствами колесного типа по грунтовым дорогам на расстояние не более 1000 км со скоростью до 40 км в час с выполнением условий по защите от атмосферных осадков и пыли.

14.2.2. При повторной упаковке прибора в процессе эксплуатации для дальнего транспортирования необходимо:

упаковку прибора производить после полного выравнивания температуры прибора с температурой помещения, в котором производится упаковка;

уложить в пенал запасное имущество и принадлежности;

выполнять требования пп. 14.1.1 - 14.1.3.

Если предполагается, что прибор, уже находящийся в эксплуатации, длительное время не используется, рекомендуется произвести консервацию прибора. При консервации необходимо выполнять следующие операции:

прибор и прилагаемое к нему имущество очищается от грязи и пыли;

прибор просушивается в лабораторных условиях в течение двух суток, если он подвергался воздействию влаги;

вилки, розетки и разъемы кабелей и шнуров питания оборачиваются бумагой и обвязываются нитками;

прибор с документацией помещается в укладочный ящик, а запасное имущество - в пенал, которые пломбируются;

уложенный в ящик прибор следует хранить в тех же условиях, что и прибор, прибывший на длительное хранение.

14. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

14.1. Тара, упаковка и маркировка упаковки

14.1.1. При упаковке для транспортирования прибор размещается в укладочном ящике (рис. 9). В специальный отсек укладочного ящика вкладывается эксплуатационная документация и пенал с ЗИП. Укладочный ящик пломбируется.

14.1.2. Укладочный ящик размещается в упаковочном ящике, выстланном внутри водонепроницаемым материалом (битумная бумага).

Для амортизации пространство между стенками, дном и крышкой укладочного ящика и его наружными поверхностями заполняют до уплотнения гофрированным картоном.

14.1.3. Под крышку упаковочного ящика укладывается упаковочный лист и опись укладки.

Крышка упаковочного ящика прибивается гвоздями, ящик по торцам обтягивается стальной лентой или проволокой.

На ящик наносится соответствующая маркировка с указанием мер предосторожности при транспортировании.

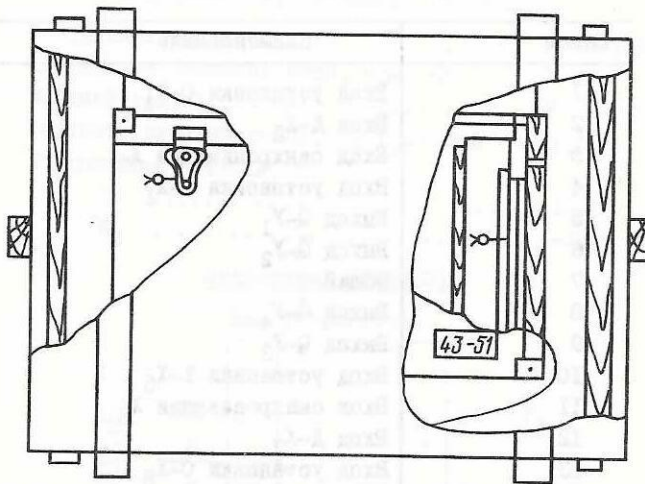


Рис. 9. Схема упаковки частотомера

14.2. Условия транспортирования

14.2.1. Транспортирование прибора потребителю может осуществляться всеми видами транспорта при температуре окружающего воздуха от -50 до +65°C.

В процессе транспортирования должна быть предусмотрена защита от прямого попадания атмосферных осадков и пыли. В процессе транспортирования - не кантовать.

Схемы принципиальные микросхем

Микросхема I33TM2

Два Д-триггера

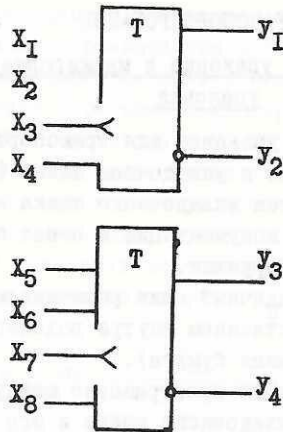


Таблица истинности

Состояние входа до прихода синхронимпульса t_0	Состояние выхода после прихода синхронимпульса	$t_0 + I$
Вход	Q	$\bar{Q}$
0	Q	1
1	I	0

Вывод	Наименование
I	Вход установки 0-X ₄
2	Вход Д-X ₂
3	Вход синхронизации X ₃
4	Вход установки 1-X ₁
5	Выход Q-Y ₁
6	Выход $\bar{Q}$ -Y ₂
7	Общий
8	Выход $\bar{Q}$ -Y ₄
9	Выход Q-Y ₃
10	Вход установки 1-X ₅
11	Вход синхронизации X ₆
12	Вход Д-X ₇
13	Вход установки 0-X ₈
14	Питание (+E)

Основные электрические параметры

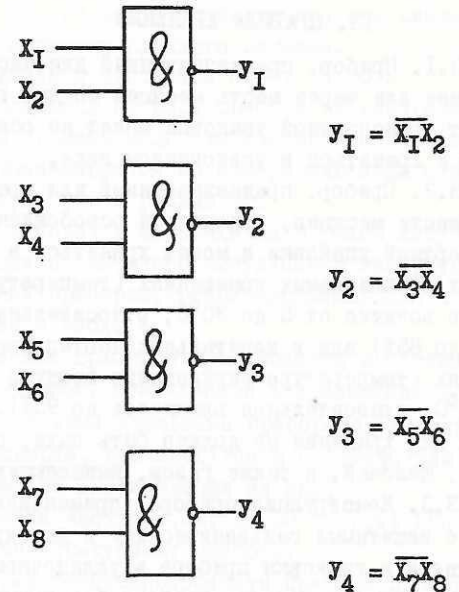
Напряжение питания, E, В	5±10%
Нагрузочная способность, И	10
Время задержки выключения по счетному входу, t_3^{OI} , нс	≤40
Время задержки включения по счетному входу, t_3^{IO} , нс	≤45

Выходное напряжение при логическом 0 на выходе, $U_{\text{вых}}^{/0/}$, В ≤ 0,

Выходное напряжение при логической 1 на выходе, $U_{\text{вых}}^{/1/}$, В ≥ 2,

Микросхема I33LA3

Четыре логических элемента 2И-НЕ



Вывод	Наименование
I	Вход X ₁
2	Вход X ₂
3	Выход Y ₁
4	Вход X ₃
5	Вход X ₄
6	Выход Y ₂
7	Общий
8	Выход Y ₃
9	Вход X ₅
10	Вход X ₆
11	Выход Y ₄
12	Вход X ₇
13	Вход X ₈
14	Питание (+E)

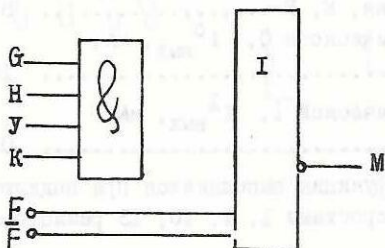
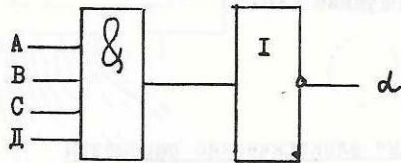
Основные электрические параметры

Напряжение питания, E, В	5±10%
Нагрузочная способность, И	10
Время задержки выключения, t_3^{OI} , нс	≤ 36
Время задержки включения, t_3^{IO} , нс	≤ 17

Выходное напряжение при логическом 0 на выходе, $U_{\text{вых}}^{(0)}$, В $\leq 0,35$
 Выходное напряжение при логической 1 на выходе, $U_{\text{вых}}^{(1)}$, В ≥ 24

Микросхема I33ЛА1

Два логических элемента 4И-НЕ
 один расширяемый по ИЛИ



$L = \overline{ABCD}$
 $M = \overline{G\text{И}U\text{И}K}$

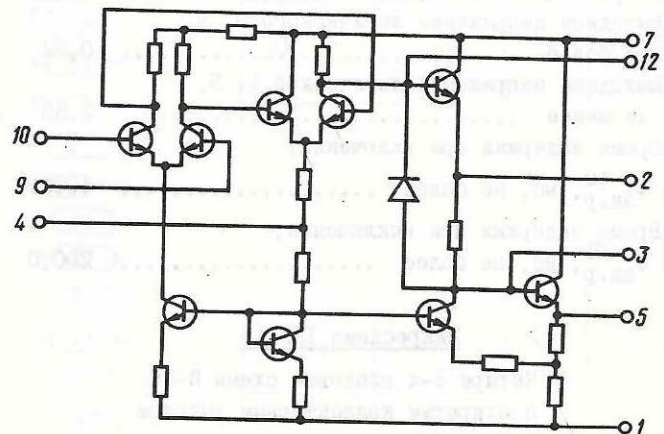
Вывод	Наименование
1	Вход
2	Вход
3	Вход расширительн.
4	Вход
5	Вход
6	Выход
7	Общий
8	Выход
9	Вход А
10	Вход В
11	Вход расширительн.
12	Вход С
13	Вход Д
14	Питание (+Е)

Основные электрические параметры

Напряжение питания, Е, В $5 \pm 10\%$
 Нагрузочная способность, М 8
 Время задержки выключения, $t_3^{(01)}$, нс ... ≤ 40
 Время задержки включения, $t_3^{(10)}$, нс ... ≤ 20
 Выходное напряжение при логическом 0 на выходе, $U_{\text{вых}}^{(0)}$, В $\leq 0,5$
 Выходное напряжение при логической 1 на выходе, $U_{\text{вых}}^{(1)}$, В $\geq 2,3$

Микросхема I40УД1Б

Операционный усилитель



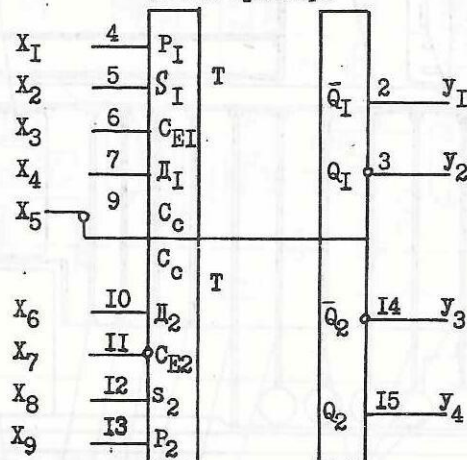
Вывод	Назначение
1	Питание Е2
2	Контрольный
3	Контрольный
4	Общий
5	Выход
6	-
7	Питание Е1
8	-
9	Вход инвертир.
10	Вход неинвертир.
11	-
12	Контрольный

Основные электрические параметры

Коэффициент усиления, Кн 2000-10500
 Напряжение смещения нуля, $U_{\text{см}}$, мВ ... 7
 Входной ток, $I_{\text{вх}}$, мкА 8
 Разность входных токов, $\Delta I_{\text{вх}}$, мкА 1,5
 Напряжения питания, В:
 E_1 12,6
 E_2 -12,6

Микросхема I00ТМ231

Два Д-триггера



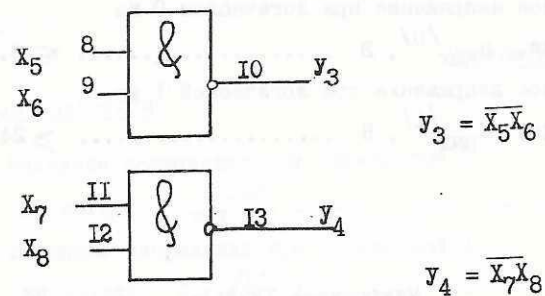
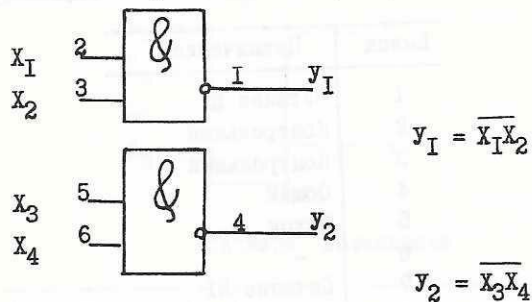
Выводы 1, 16 - общий
 Вывод 8 - питание (-Е)

Основные электрические параметры

Напряжение питания, Е, В	$-5 \pm 5\%$
Выходное напряжение логического 0, В, не более	0,52
Выходное напряжение логической 1, В, не менее	2,55
Время задержки при включении, $t_{зд.р.}^{10}$, нс, не более	40,0
Время задержки при выключении, $t_{зд.р.}^{01}$, нс, не более	200,0

Микросхема I33ЛА8

Четыре 2-х входные схемы И-НЕ
с открытым коллекторным выходом



Вывод 7 - общий
Вывод 14 - питание (+Е)

Основные электрические параметры

Напряжение питания, Е, В	$5 \pm 5\%$
Выходной ток логического 0, $I_{вых}^0$, мА, не более	16
Выходной ток логической 1, $I_{вых}^1$, мА, не более	0,25

Логическая функция выполняется при подключе-
нии к выводам микросхемы 1, 4, 10, 13 резистора.

Приложение 2

Размещение основных электрических элементов

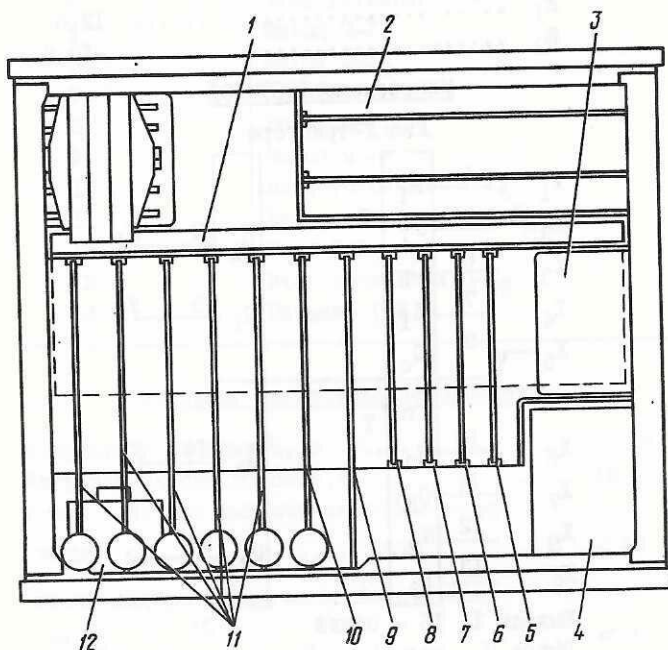


Рис. 1. План размещения основных узлов и блоков:
1 - устройство усилительное 2.002.025;
2 - блок питания 2.087.142; 3 - генератор
кварцевый 3.261.023; 4 - гетеродин
2.210.008; 5 - делитель 2.208.054;
6 - делитель 2.208.046; 7 - блок автомат
ки 2.070.018; 8 - формирова-
тель 2.084.02; 9 - декада 60 МГц 2.208.048; 10 - усили-
тель 2.032.069; 11 - декада 10 МГц
2.208.045; 12 - смеситель 2.245.015

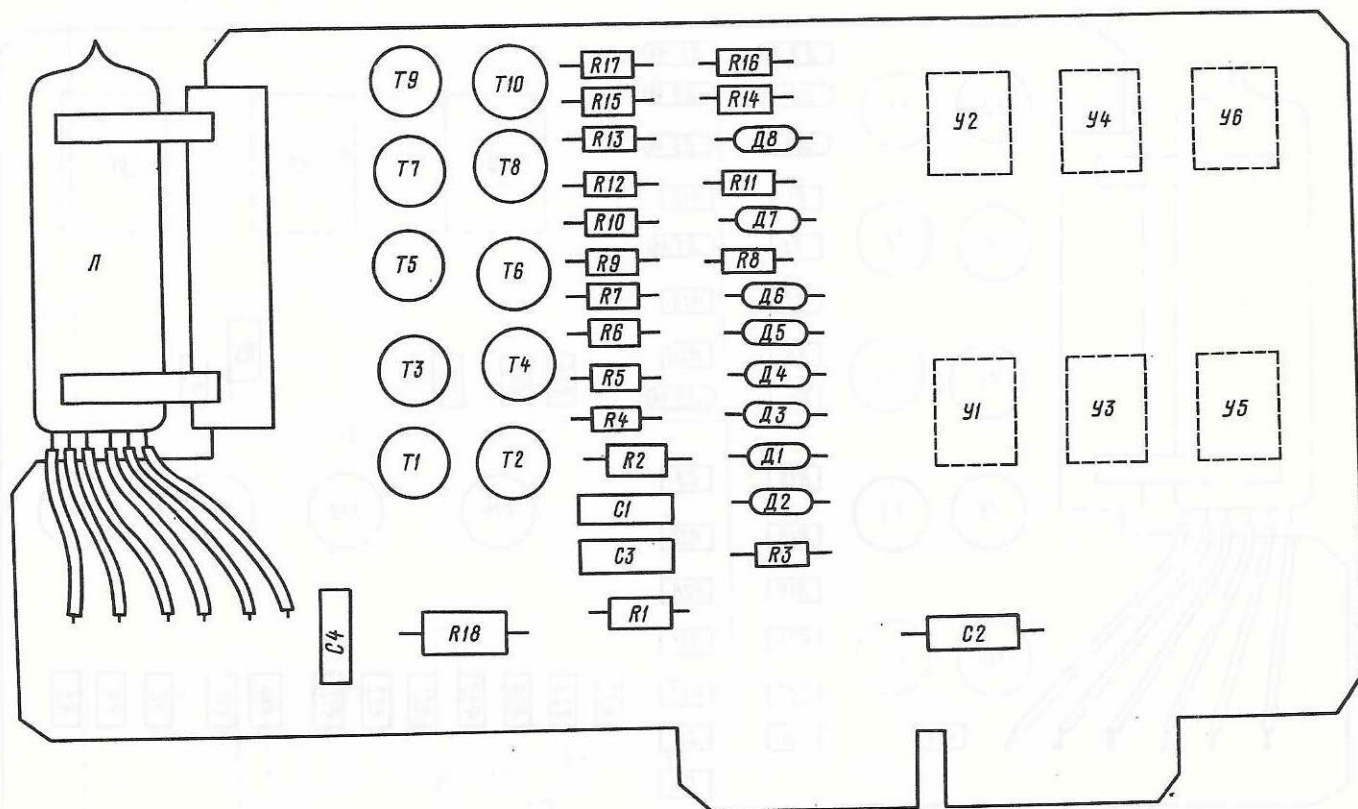


Рис. 2. Декада 10 МГц 2.208.045

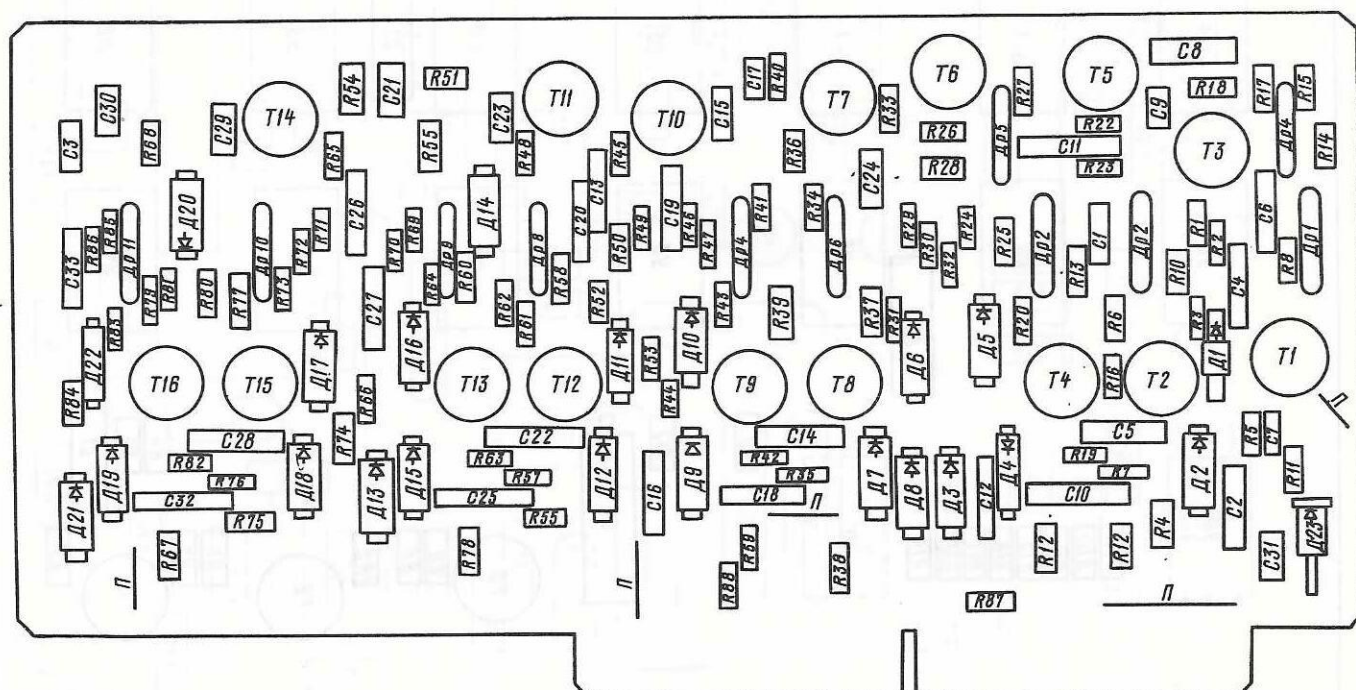


Рис. 3. Декада 60 МГц 2.208.048

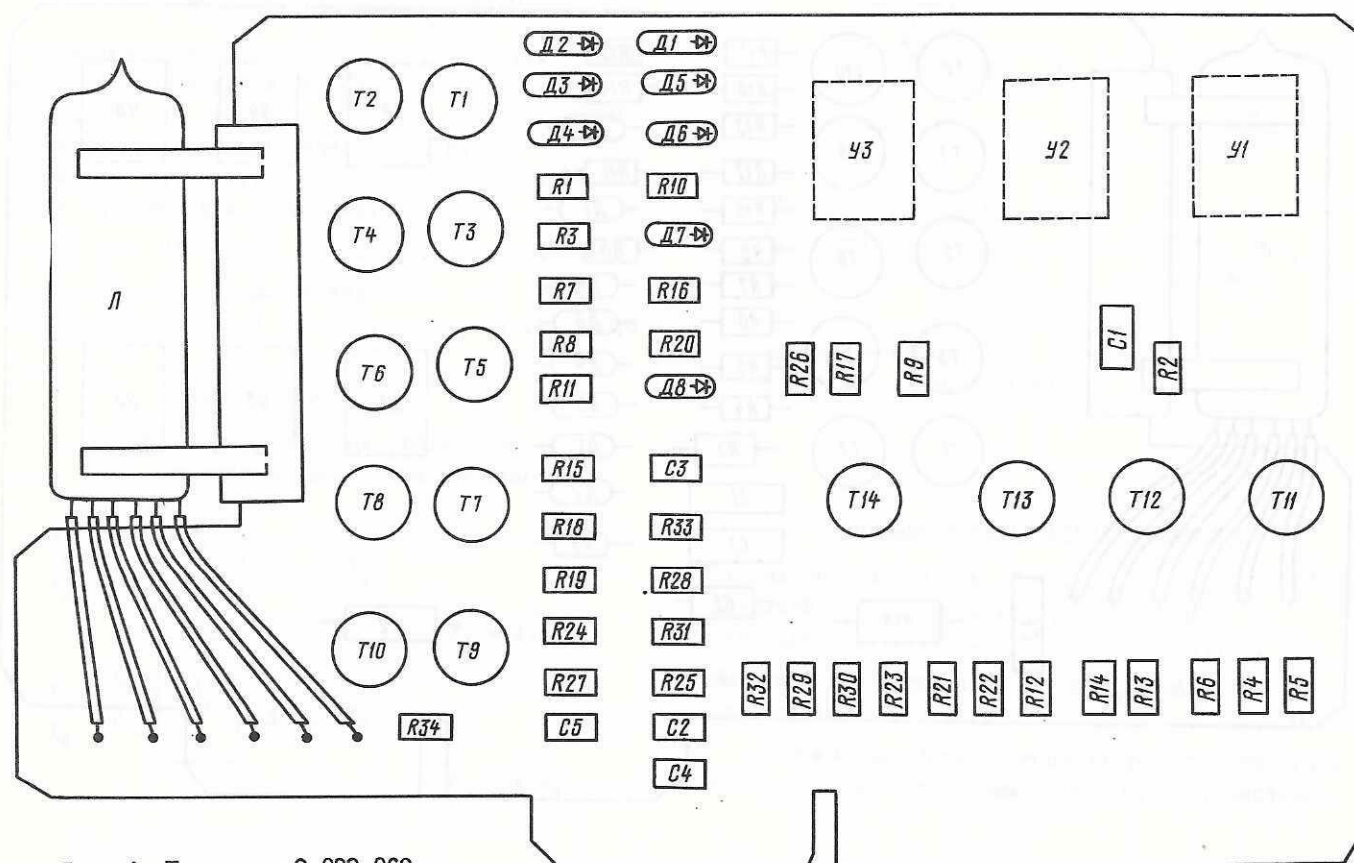


Рис. 4. Усилитель 2.032.069

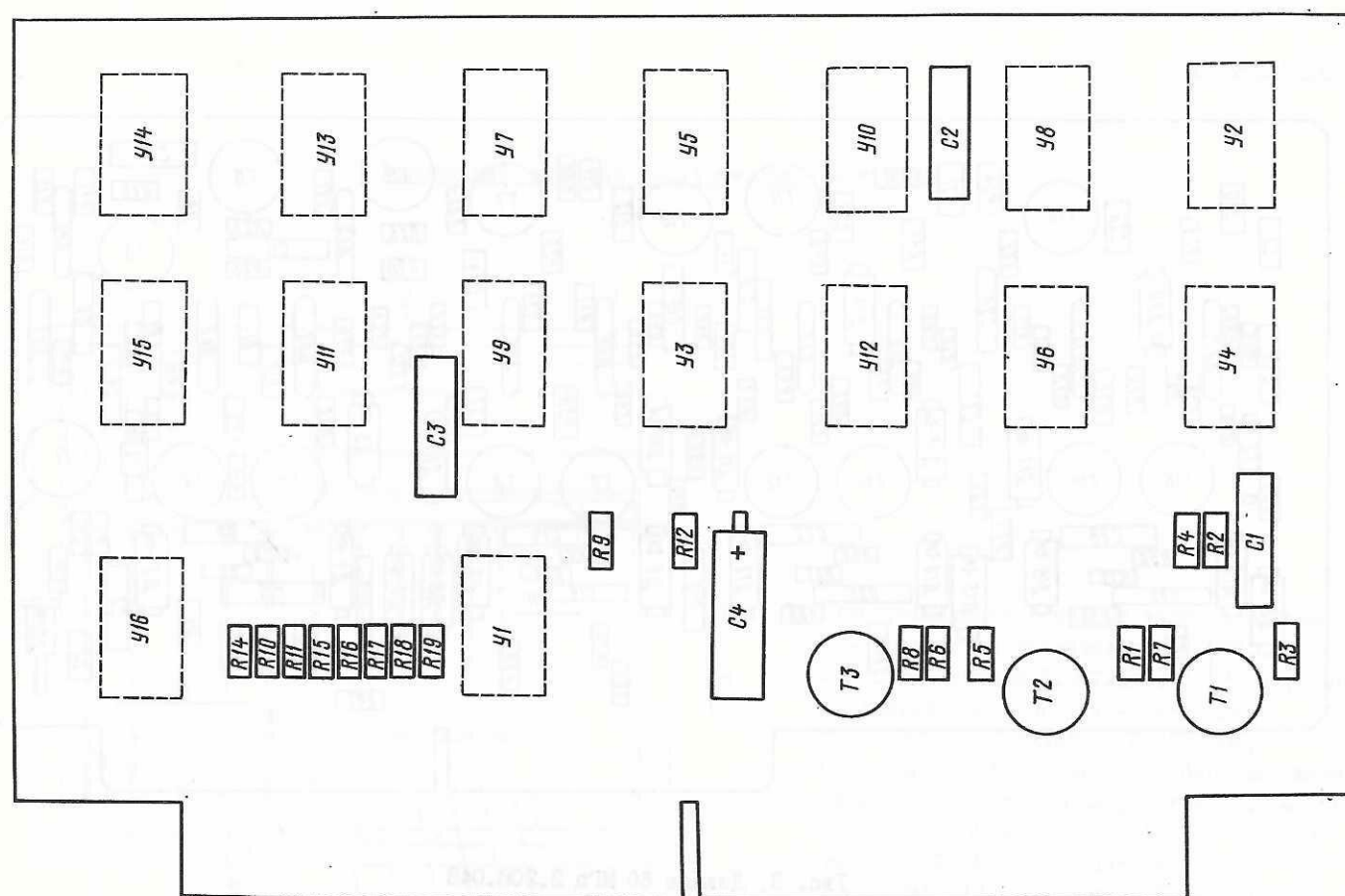


Рис. 5. Делитель частоты 2.208.046

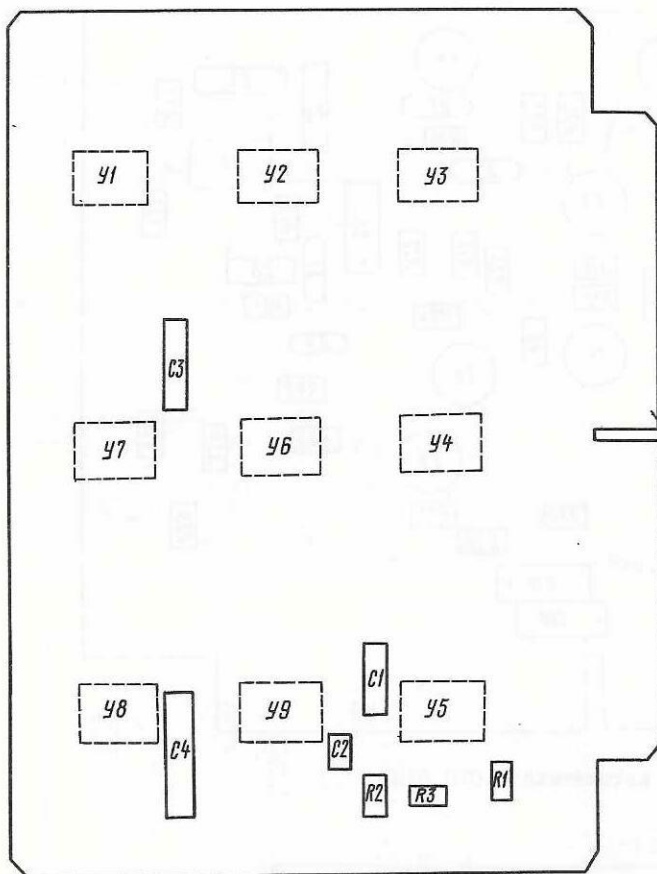


Рис. 6. Делитель частоты 2.208.054

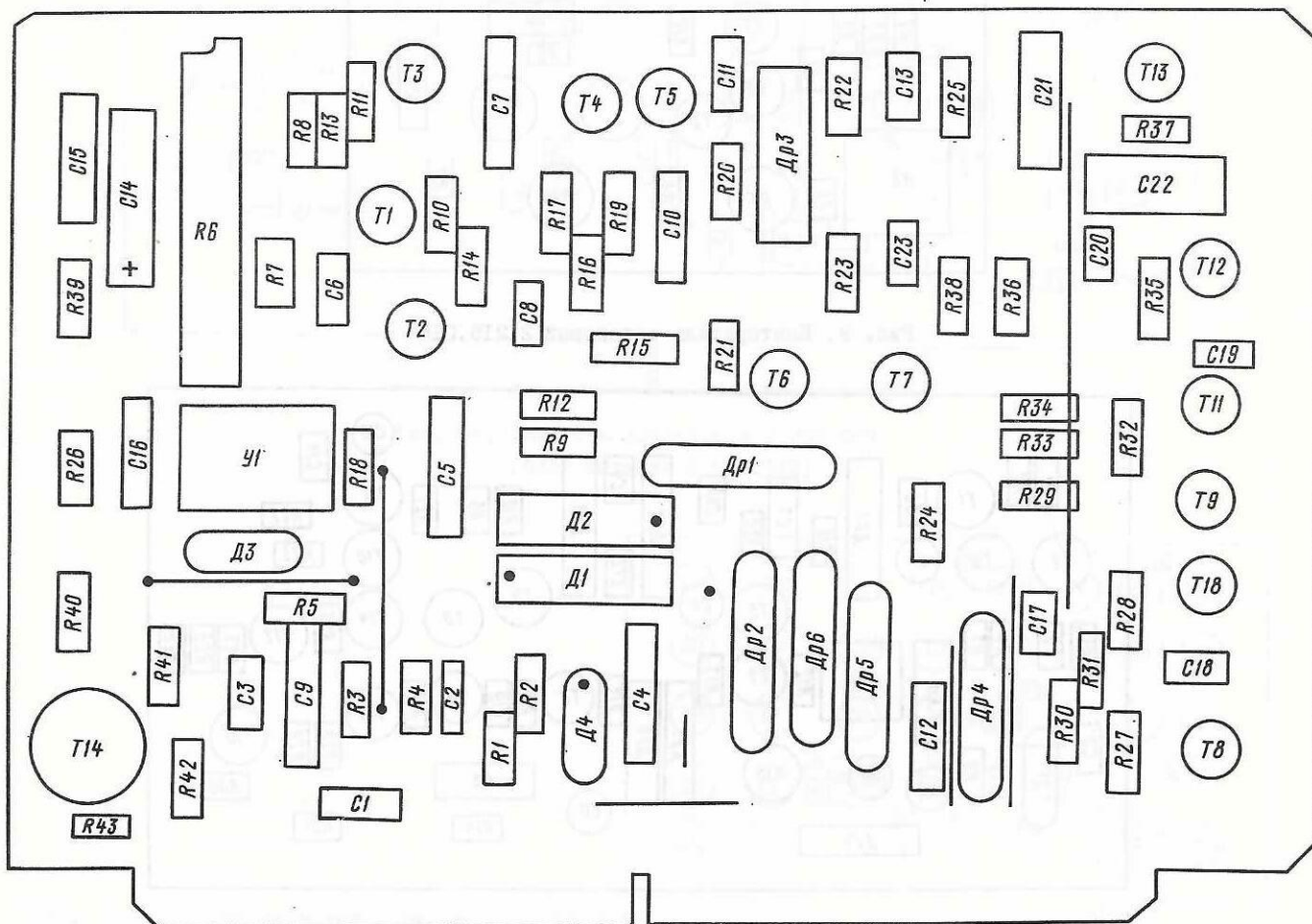


Рис. 7. Формирователь 2.084.020

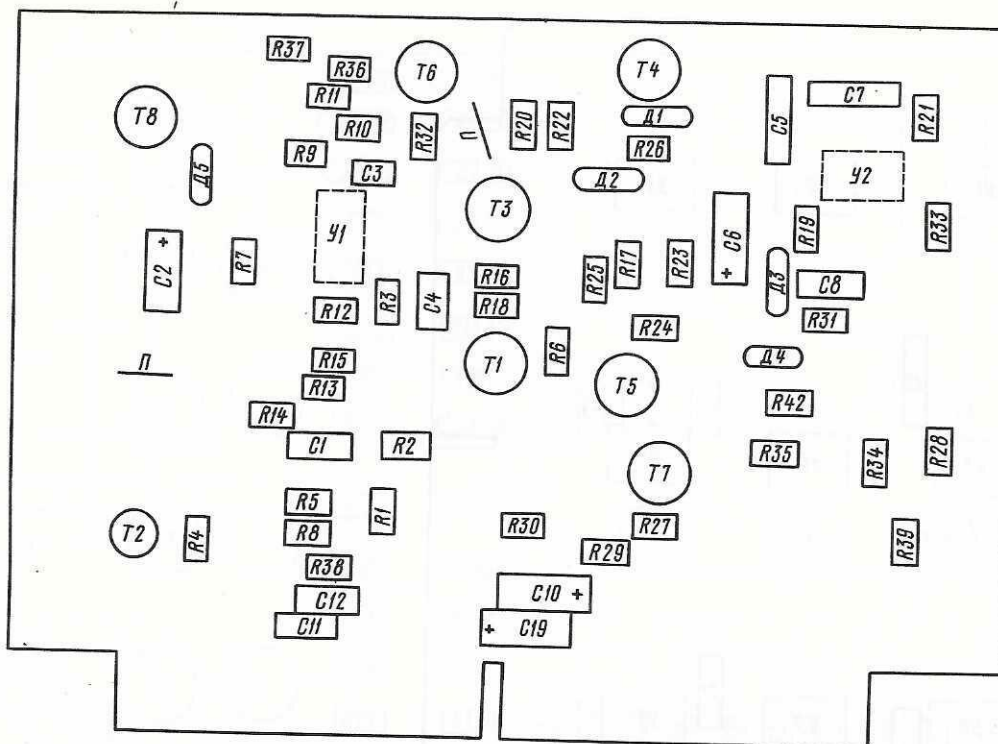


Рис. 8. Блок автоматики 2.070.018

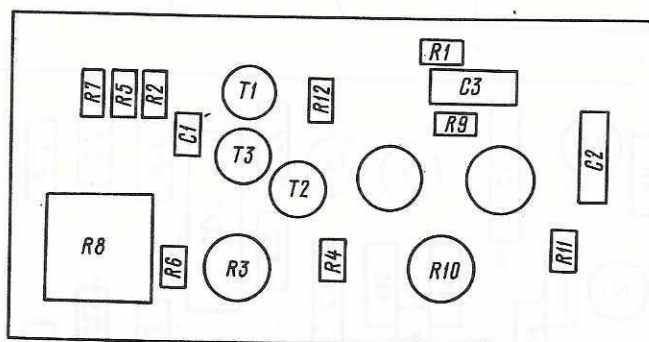


Рис. 9. Повторитель истоковый 2.215.016

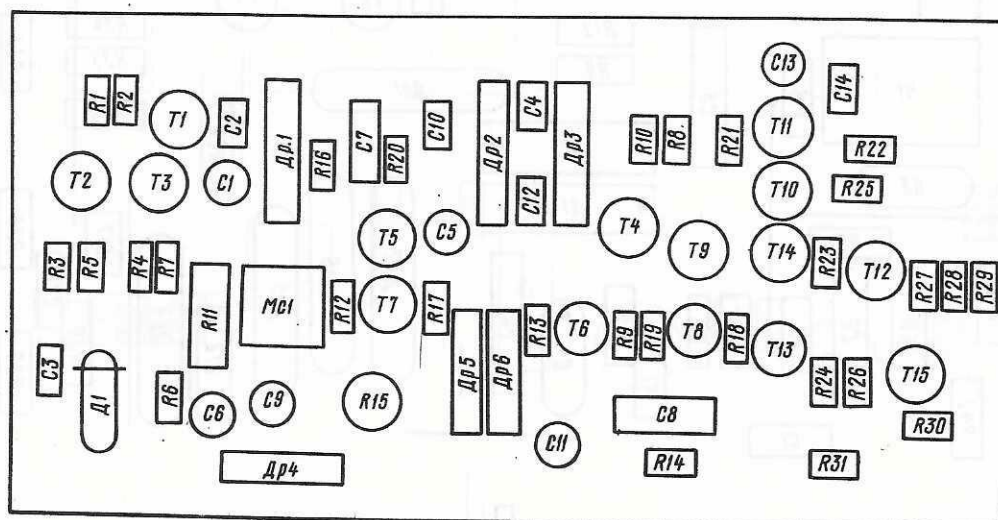


Рис. 10. Усилитель постоянного тока 2.032.076

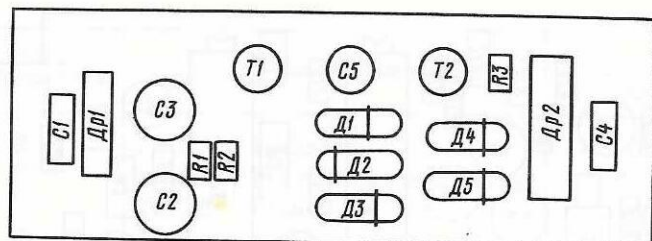


Рис. 11. Стабилизатор напряжения 3.233.191

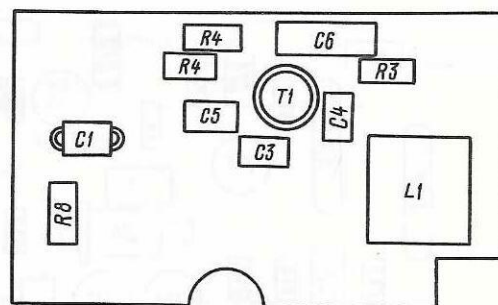


Рис. 12. Гетеродин 5.410.010

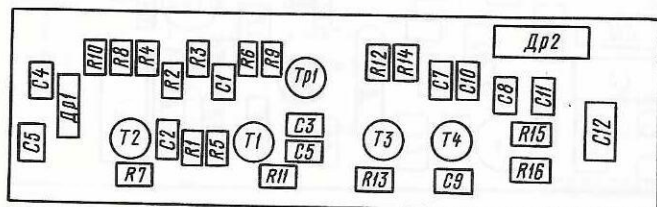


Рис. 13. Усилитель мощности 2.030.322

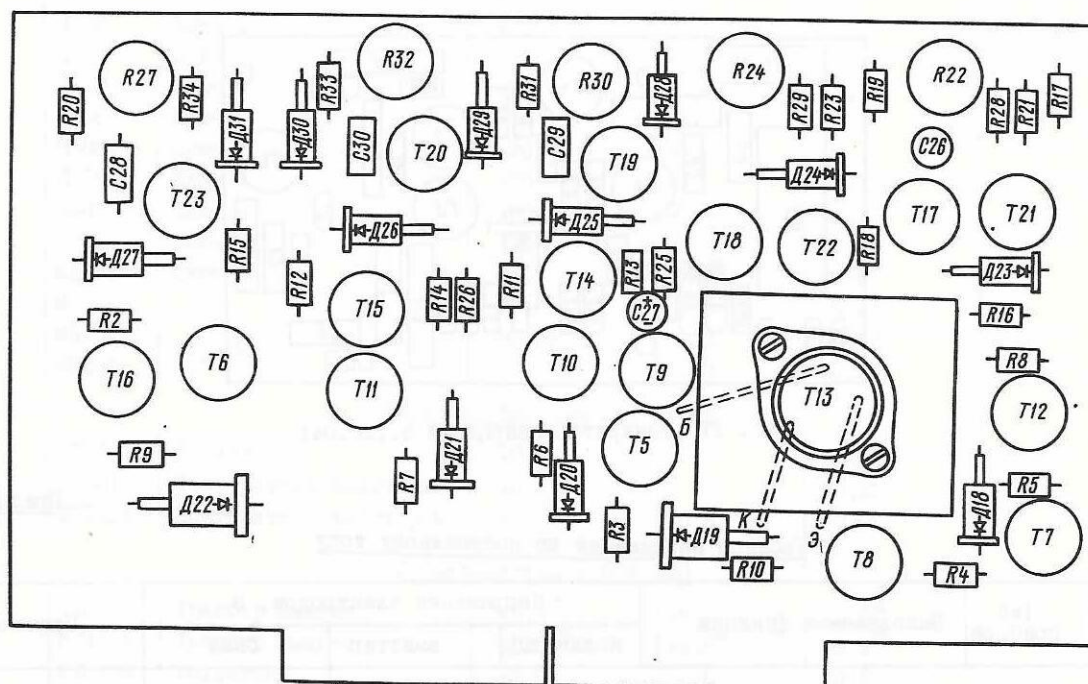


Рис. 14. Блок стабилизаторов 3.233.099
(блок питания 2.087.142)

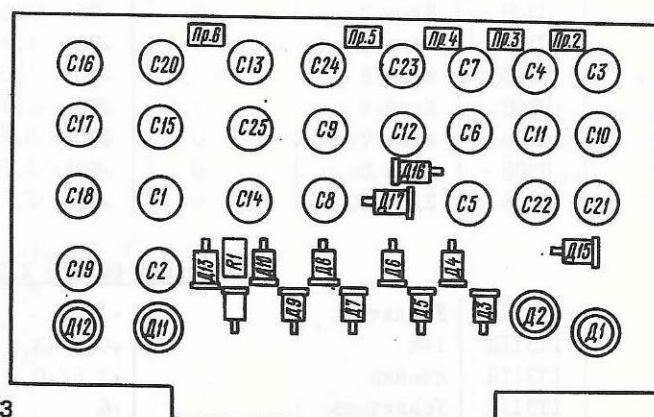


Рис. 15. Блок выпрямителей и фильтров 3.215.033
(блок питания 2.087.142)

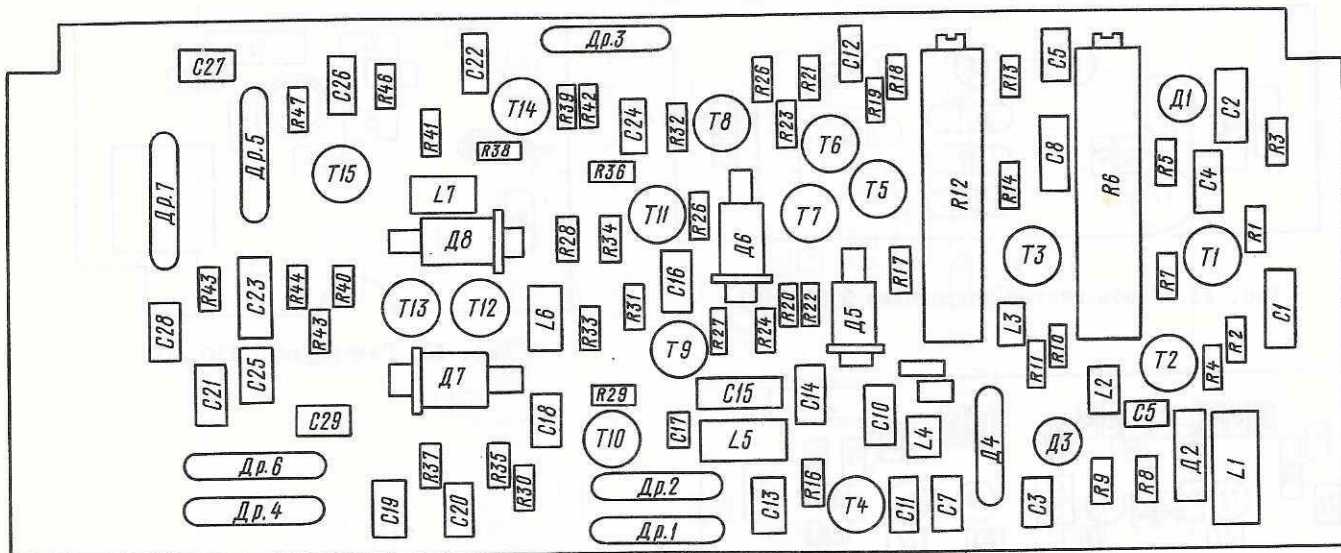


Рис. 16. Делитель частоты 2.208.062

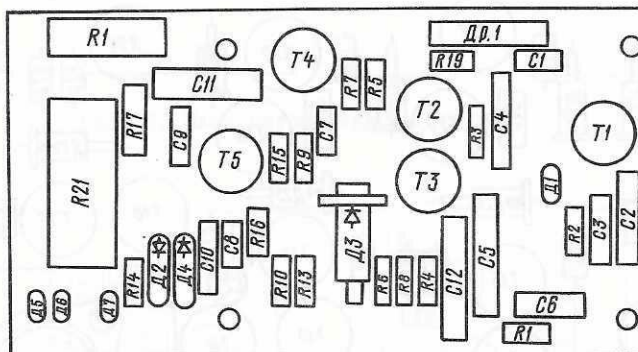


Рис. 17. Генератор кварцевый 5.126.041

Приложение 3

Таблица напряжений по постоянному току

Позиционное обозначение	Тип прибора	Выполняемая функция	Напряжение электродов, В			Примечание
			коллектор	эмиттер	база	
<u>Декада 10 МГц 2.208.045</u>						Режимы сняты в положении, когда горит цифра 0
T1	ПЗ08	Ключ 0	+0,8	+0,7	+1,4	
T2	ПЗ08	Ключ 1	+80	+(2,4-5)	+1,4	
T3	ПЗ08	Ключ 2	+85	+0,7	+0,1	
T4	ПЗ08	Ключ 3	+75	+(2,4-5)	+0,1	
T5	ПЗ08	Ключ 4	+70	+0,7	+0,1	
T6	ПЗ08	Ключ 5	+70	+(2,4-5)	+0,1	
T7	ПЗ08	Ключ 6	+70	+0,7	+0,1	
T8	ПЗ08	Ключ 7	+70	+(2,4-5)	+0,1	
T9	ПЗ08	Ключ 8	+70	+0,7	+0,1	
T10	ПЗ08	Ключ 9	+80	+(2,4-5)	+0,1	
<u>Декада 60 МГц 2.208.048</u>						
T1	ИТЗ1ЦД	Усилитель	+12,6	0	0	
T2	ИТЗ1ЦД	I-я	+0,6/+3,5	0	+0,35/-0,2	
T4	ИТЗ1ЦД	ячейка	+3,5/+0,6	0	-0,2/+0,35	
T3	ИТЗ1ЦД	Усилитель	+6	+1,6	+1,85	

Позиционное обозначение	Тип прибора	Выполняемая функция	Напряжение электродов, В			Примечание	
			коллектор	эмиттер	база		
T5	1Т31ЦД	Усилитель	+12,6	0	0		
T6	1Т31ЗВ	Повторитель эмиттерный	0	+2	+1,6		
T7	1Т31ЦД	Схема И 2	+12,6	+2	+1,8/+0,2		
T8	1Т31ЦД	4-я	+4,5/+0,5	0	-0,2/+0,38		
T9	1Т31ЦД	ячейка	+0,5/+4,5	0	+0,38/-0,2		
T10	1Т31ЦД	Схема И I	+12,6	+2	+1,8/+0,2		
T11	1Т31ЦД	Схема "И"3	+12,6	+2	+2,1/+0,8		
T12	1Т31ЦД	2-я	+4,5/+0,5	0	-0,2/+0,38		
T13	1Т31ЦД	ячейка	+0,5/+4,5	0	+0,38/-0,2		
T14	1Т31ЗВ	Усилитель	0	+12,6	+12,6		
T15	1Т31ЦД	3-я	+4,5/+0,5	0	-0,2/+0,38		
T16	1Т31ЦД	ячейка	+0,5/+4,5	0	+0,38/-0,2		
Усилитель 2.032.069							
T1	П308	Ключ 0	+0,85	+0,6	+1,3		Режимы транзисторов T1-T10 сняты в по- ложении, когда го- рит цифра 0
T2	П308	Ключ 1	+70	+5	+1,3		
T3	П308	Ключ 2	+70	+0,6	+0,1		
T4	П308	Ключ 3	+70	+5	+0,1		
T5	П308	Ключ 4	+70	+0,6	+0,1		
T6	П308	Ключ 5	+70	+5	+0,1		
T7	П308	Ключ 6	+70	+0,6	+0,1		
T8	П308	Ключ 7	+70	+5	+0,1		
T9	П308	Ключ 8	+70	+0,6	+0,1		
T10	П308	Ключ 9	+70	+5	+0,1		
T11	МП10А	Ключ	+0,15	0	+0,25		
T12	МП10А	"	+0,15	0	+0,25		
T13	МП10А	"	+0,15	0	+0,25		
T14	МП10А	"	+0,15	0	+0,25		
Делитель частоты 2.208.046							
T1	2Т312А	Усилитель	+0,25	0	+0,75		
T2	2Т321А	Повторитель эмиттерный	+5	0	+0,25		
T3	2Т312А	Повторитель эмиттерный	+5	+0,6	+0,25		
Формирователь 2.084.020							
T1	2Т316В	Триггер Шмидта	+8,4*	+6,8*	+6,6*	Режимы транзисторов T10-T14 даны для двух состояний триггера	
T2	2Т316В	Триггер Шмидта	+12,4*	+6,8*	+5,9*		
T3	2Т316В	Усилитель	+2,9	0	+0,8		
T4	2Т326А	Повторитель эмиттерный	0	+0,28	+2,9		
T5	2Т316В	Селектор	+0,28	0	+0,95		
T6	2Т326А	Ключ	0	+0,28	+4,15		
T7	2Т316В	Усилитель	+12,6	0	0		
T8	2Т316В	Схема И	+0,35	0	-0,2		
T9	2Т316В	Усилитель	+4,15	0	-0,25		
T10	2Т316В	Усилители управляемые	+0,4/+4,8	+4,15	+0,35/+4,8		
T11	2Т316В	То же	+4,8/+0,35	+4,15	+4,6/+0,35		
T12	2Т316В	Триггер	+4,8/+0,35	0	+1,4/+0,85		
T13	2Т316В	"	+0,4/+4,8	0	+0,85/-1,3		
T14	П308	Ключ	+0,2/+4,8	0	+0,06		
Блок автоматика 2.070.018							
T1	2Т312А	Ключ	+4,8	0	-0,4		
T2	2Т312А	"	+0,1	0	+0,8		
T3	2Т312А	"	+0,1	0	+0,8		
T4	2Т312В	Мультивибратор ждущий	+0,8	+0,75	+1,4		
T6	2Т312В	То же	+0,1	0	+0,75		

Позиционное обозначение	Тип прибора	Выполняемая функция	Напряжение электродов, В			Примечание
			коллектор	эмиттер	база	
T8	2T312A	Мультивибратор ждущий	+4,8	0	-0,5	
T5	2T312A	Ключ	+2,75	0	+0,1	
T7	2T312A	"	+0,1	0	+0,75	
T9	2T312A	"	+4,9	0	-0,5	
Повторитель истоковый 2.215.016						
TI	2П303A	Повторитель истоковый	+10	+0,7	0	
T2	2T326B	Повторитель эмиттерный	-9,5	+1,4	+0,7	
T3	2П303A	Повторитель истоковый	+10	+0,7	0	
Усилитель постоянного тока 2.032.076						
TI	2П303Д	Усилитель	+0,7	+0,7	-(0,2-1,6)	
T2	2T316B	Повторитель эмиттерный	+5	-0,05	+0,7	
T3	2T316B	То же	+5	-0,05	+0,7	
T4	2T326B	" "	-5	+0,7	+5	
T5	2T316B	" "	+12,6	+5	+7	
T6	2T316B	Усилитель	-9,5	-4,3	-5	
T7	2T312B	Повторитель эмиттерный	+12,6	-0,8	-0,1	
T8	2T312B	Усилитель	+8,2	-1,4	-0,7	
T9	2T312B	"	+12,6	-1,4	-0,8	
TI0	2T326B	"	-9,5	-0,8	-1,45	
TI1	2T326B	"	-9,5	-1,45	-2	
TI2	2T326B	Повторитель эмиттерный	-9,5	-2	-2,5	
TI3	2T326B	То же	-2,5	+8,8	+8,2	
Усилитель постоянного тока 2.032.076						
TI4	2T312B	Усилитель	+12,6	-0,8	-1,5	
TI5	2T312B	"	+12,6	-2	-1,8	
Стабилизатор напряжения 3.233.191						
TI	2T603B	Стабилизатор	-20	+12,6	+13,3	
T2	1T403A	"	-12,6	-9,5	-9,8	
Генератор задающий 2.210.007						
TI	2T306B	Генератор	0	-9	-8,3	
Усилитель мощности 2.030.322						
TI	1T311Д	Усилитель	0	-5,7	-5,4	
T2	1T311Д	"	0	-6,5	-6,3	
T3	2T355A	"	-5,1	-11,5	-11	
T4	2T355A	"	-5,1	-11,7	-11	
Делитель частоты 2.208.062						
TI	2T368B	Формирователь	+5	-0,7	-0,045	
T2	2T368B	"	+3,8	-0,7	0	
T3	2T368B	"	+5	+3,2	+3,9*	
T4	2T326B	Дифференциальный токовый ключ	-4,3/-4,5	+4,1	+3,4/4,2	
T5	2T326B	То же	-4,5/-4,1	+4,1	+4,2/3,4	
T6	2T603B	Усилитель	+5	-4,9*	-4,5/-4,1	
T7	2T316B	"	-4,9*	-5	-4,3/-4,5	
T8	2T316B	Плечо триггера	+2,9/+3,9	-0,78	0	
T9	2T326B	Усилитель-формирователь	-1,37	+5,70	+5	
TI0	2T326B	То же	0	+5,7	+5	
TI1	2T316B	Плечо триггера	+3,6/+3	-0,75	0	
TI2	2T316B	То же	+3,1/+3,9	-1,35	-0,62/-0,73	

Позиционное обозначение	Тип прибора	Выполняемая функция	Напряжение электродов, В			Примечание
			коллектор	эмиттер	база	
Т13	2Т316Б	Плечо триггера	+3,9/+3,1	-1,35	-0,75/-0,62	
Т14	2Т316Б	" "	+3,0/+3,6	-0,75	0	
Т15	2Т316Б	Усилитель	+3,9	-0,85	-0,1	
<u>Блок питания 2.087.142</u>						
Т1	П210М	Элемент регулирующий	-6,25	0	-0,3	
Т2	П217А	То же	-7,2	0	+0,25	
Т3	П217А	" "	-18	+12,6	-12,9	
Т4	П217А	" "	-15	0	+0,1	
Т5	МП10Б	Токостабилизирующий элемент	-5,6	-8,6	-8,4	
Т6	МП20	Повторитель эмиттерный	-15,2	-0,1	-0,28	
Т7	1Т403Б	То же	-6	-0,3	-0,46	
Т8	МП10Б	Токостабилизирующий элемент	-0,6	-6,4	-6,2	
Т9	МП15	Повторитель эмиттерный	-9,5	-5,5	-5,6	
Т10	МП10Б	Токостабилизирующий элемент	-0,3	-6,6	-6,4	
Т11	МП10Б	То же	-13,0	-0,42	-18	
<u>Блок питания 2.087.142</u>						
Т12	МП15	Повторитель эмиттерный	-6,0	-0,6	-0,58	
Т13	П214	Элемент регулирующий	-8,4	-5,3	-5,5	
Т14	1Т403Б	Повторитель эмиттерный	-6,4	-0,23	-0,3	
Т15	МП15	То же	-18	-12,9	-13,0	
Т16	МП10Б	Токостабилизирующий элемент	-0,28	-16	-14	
Т17	МП15	Усилитель	-0,58	+2	+1,85	
Т18	МП15	"	-5,6	-3,35	-3,5	
Т19	МП15	"	+0,32	+5	+4,8	
Т20	МП15	"	+13,0	+7	+2,7	
Т21	МП15	"	+1,85	+2	+1,9	
Т22	МП15	"	-3,5	-3,2	-3,35	
Т23	МП20	"	-0,28	+12,2	+12	
<u>Генератор кварцевый 2.261.023</u>						
Т1	2Т312Б	Генератор задающий	9,5	0,15	0,75	
Т2	2Т312Б	Повторитель эмиттерный	9,5	8,4	9	
Т3	2Т312Б	Усилитель АРУ	6,5	2,2	2,9	
Т4	2Т312Б	Повторитель эмиттерный	9,5	5,5	6,2	
Т5	2Т312Б	Усилитель подогрева	+(1,1-2,5)	0	+(0,2-0,5)	
Т6	2Т803А	Усилитель мощности	+(13-22)	+(0,5-1,5)	+(1,1-2,5)	

Примечания: 1. Все напряжения измерены между электродами транзисторов и корпусом прибора.

2. Напряжения измерены вольтметром В7-16.

3. Допустимое отклонение напряжений от указанных $\pm 25\%$.

4. Напряжения, которые определяются подборными и регулировочными элементами, напряжения со знаком $\pm$ и на базах транзисторов указаны ориентировочно.

5. Напряжения измерены в статическом режиме (без сигнала на входе и при отключенном кварцевом генераторе).

6. На всех микросхемах серии 133 на контакте 14 должно быть напряжение 5 В, на контакте 7 - 0. На всех остальных контактах микросхем может присутствовать либо уровень логического 0 (от 0 до 0,4 В), либо логической 1 (от 2,4 до 5 В).

7. Режимы транзисторов в триггерах приведены для двух состояний триггера.

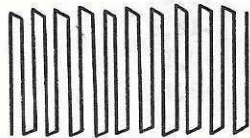
8. На контакте 1 микросхемы У1 усилителя постоянного тока должно быть напряжение -12,6 В. На контакте 7 микросхемы У1 должно быть напряжение +12,6 В.

9. Режимы транзисторов Т5 и Т6 приведены в момент включения прибора (холодное состояние кварцевого генератора).

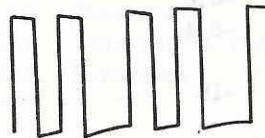
Осциллограммы

Декада 10 МГц

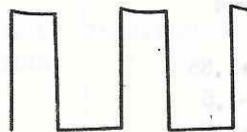
Развертка 5 мкс/см, чувствительность 0,5 В/см



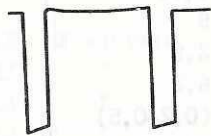
I ячейка
(микросхема У2 контакт 9)



II ячейка
(микросхема У6 контакт 5)



III ячейка
(микросхема У2 контакт 5)

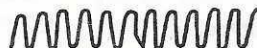


IV ячейка
(микросхема У6 контакт 9)

Декада 60 МГц

Развертка 0,05 мкс/см,

частота запускающих импульсов 60 МГц



Первая ячейка (T2)
1 В/см



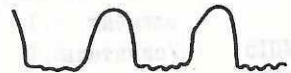
Схема совпадения "И" 1 (T10)
2 В/см



Вторая ячейка (T13)
1 В/см



Схема совпадения "И" 2 (T7)
2 В/см



Третья ячейка (T16)
1 В/см



Схема совпадения "И" 3 (T11)
2 В/см

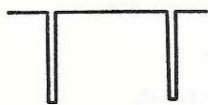


Четвертая ячейка (T8)
1 В/см



Выходной сигнал (T14)
2 В/см

Блок автоматики
Развертка 250 мс/см
Чувствительность 2 В/см



Импульс сброса памяти (Т1)



Сброс (Т2)

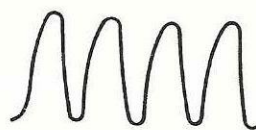


Импульс перепяса (Т3)



Импульс времени индикации (Т2)

Формирователь
Режим работы КОНТРОЛЬ



Коллектор Т2
0,5 мкс/см, 0,1 В/см



Коллектор Т5
2 В/см



Пуск автоматики
(микросхема У1 конт.8)
250 мс/см, 0,01 В/см

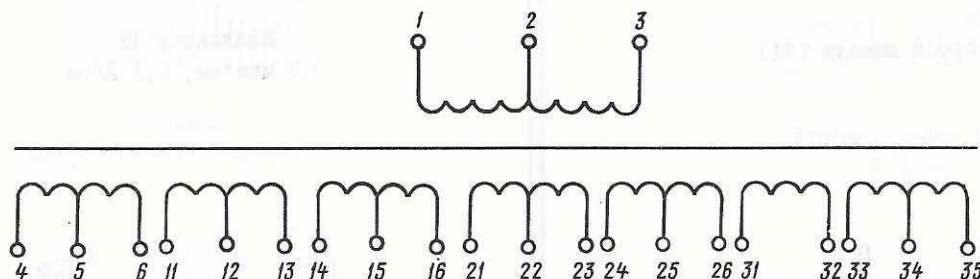


Коллектор Т13
2 В/см

Намоточные данные

Трансформатор 4.700.096
Магнитопровод ШЛ 20х32.
Сталь Э310, лента 0,35 мм

Схема электрическая



Порядок намотки	Номера выводов обмотки	Тип намотки	Марка и диаметр провода, мм		Число витков
1	1-2	Рядовая	ПЭВ-2	0,51	560
	2-3	"	ПЭВ-2	0,35	510
2	4-5	"	ПЭВ-2	0,51	68
	5-6	"	ПЭВ-2	0,51	68
3	11-12	"	ПЭВ-2	0,74	50
	12-13	"	ПЭВ-2	0,74	50
4	14-15	"	ПЭВ-2	0,44	80
	15-16	"	ПЭВ-2	0,44	80
	21-22	"	ПЭВ-2	0,35	78

Порядок намотки	Номера выводов обмотки	Тип намотки	Марка и диаметр провода, мм		Число витков
5	22-23	Рядовая	ПЭВ-2	0,35	78
6	24-25	"	ПЭВ-2	0,23	130
	25-26	"	ПЭВ-2	0,23	130
7	31-32	"	ПЭВ-2	0,1	445
8	33-34	"	ПЭВ-2	0,35	44
	33-34	"	ПЭВ-2	0,35	44

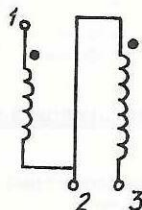
Дроссель Др4 в формирователе 2.084.020 намотан на резисторе ОМЛТ-0,25-100 кОм $\pm 10\%$.

Схема электрическая



Тип намотки: рядовая, виток к витку
Марка и диаметр провода, мм: ПЭВ-2; 0,1
Число витков: 20
Трансформатор Тр1 в усилителе 2.030.332
Сердечник М20-В42 К 10х6х3

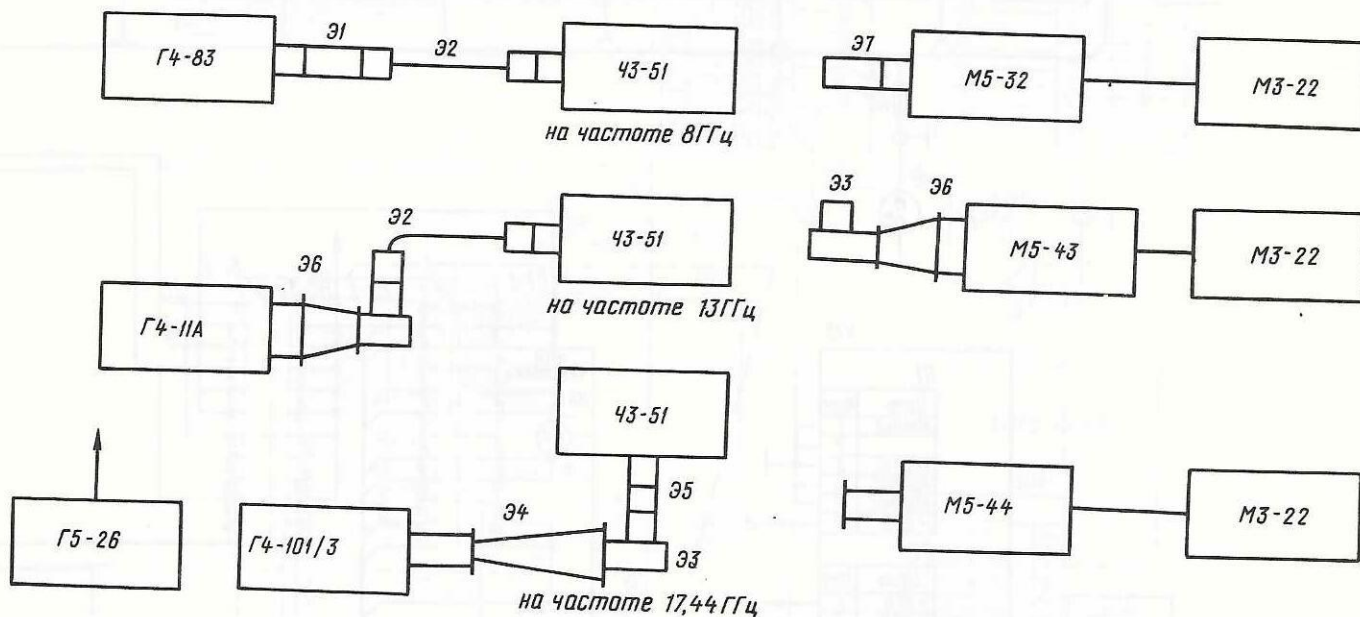
Схема электрическая



Тип намотки: рядовая, равномерно по кольцу,
мотать в два провода
Марка и диаметр провода, мм: ПЭВ-2; 0,27
Число витков: 8

Приложение 6

Блок-схема соединений приборов при поверке



Блок-схема соединений приборов при проверке диапазона частот и выходных уровней прибора ЧЗ-51:

31 — переход коаксиальный 32-115/4 ШР-1УВ;
32 — кабель 4.851.350-08; 33 — переход коаксиально-волноводный 2.236.008; 34 — пе-

реход волноводный 16x8 — 11x5,5; 35 — переход коаксиальный 32-112/1 ШВ-ШВ;
36 — переход волноводный 16x8 — 17x8 5.433.014; 37 — переход коаксиальный 32-115/2Ш Р-1УР

