

## Аннотация.

В настоящем дипломном проекте произведена разработка автоматизированного способа контроля прогрузки параметров КВ радиостанции "Микро", предназначенного для автоматического контроля параметров самопитаемых радиостанций КВ диапазона. Способ может быть использован при проведении регламентных работ и проверки радиостанций на соответствие нормативно-техническим параметрам после ремонта.

При проектировании применены современные методы построения электрических схем и применение в широком масштабе элементов микроэлектроники и полупроводниковой техники.

|                      |            |        |       |                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |  |  |      |       |        |  |   |  |
|----------------------|------------|--------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|------|-------|--------|--|---|--|
|                      |            |        |       |                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |  |  |      |       |        |  |   |  |
| Исполн.              | № докум.   | Подп.  | Дата  |                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |  |  |      |       |        |  |   |  |
| изобр.               | Содержимое | ВМ     | 19.02 |                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |  |  |      |       |        |  |   |  |
| авт.                 | Павленко   | ВМ     | 7     |                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |  |  |      |       |        |  |   |  |
| конст.               | Павленко   | ВМ     | 7     |                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |  |  |      |       |        |  |   |  |
| тв.                  | Мачуцкий   | ВМ     | 7     |                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |  |  |      |       |        |  |   |  |
| Лист 2 ГОСТ 2.104-68 |            |        |       | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Лист</td> <td style="width: 10%;">Всего</td> <td style="width: 10%;">Листов</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4</td> <td></td> </tr> </table> |  |  |  |  |  | Лист | Всего | Листов |  | 4 |  |
| Лист                 | Всего      | Листов |       |                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |  |  |      |       |        |  |   |  |
|                      | 4          |        |       |                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |  |  |      |       |        |  |   |  |

копировал

Формат №

# 1 Обоснование необходимости разработки стенда контроля параметров КВ радиостанции.

## 1.1. Общие сведения

Наиболее распространённой КВ радиостанцией в настоящее время является станция "Микрон". Она входит в состав РЭО самолётов Ту-134, Ту-154, Ил-76, Ан-26.

Криодно-передающее КВ радиостанция "Микрон" предназначена для дальней беспосредственной, беспосредственной, симплексной, радиотелефонной и радиотелеграфной связи экипажей воздушных судов с диспетчерскими службами УВД.

Она имеет 220.000 каналов частоты с интервалом между соседними частотами через 100 Гц в диапазоне частот от 2 до 23,9999 МГц. Выбор частот осуществляется без предварительной настройки при помощи шести ручек на пульте управления. Радиостанция работает с антенной верхнего емкостного питания или швоболовой антенной длиной 18-21 м (в зависимости от типа самолёта).

Радиостанция обеспечивает следующие виды связи:

|      |           |       |      |      |      |        |
|------|-----------|-------|------|------|------|--------|
| Лист | № докум.  | Подп. | Дата |      |      |        |
| раб. | Службовый | НКО   | В.02 |      |      |        |
| в.   | Повленка  | Ван   |      | Лист | Лист | Листов |
|      |           |       |      |      | 13   |        |
| итр. | Повленка  | Ван   |      |      |      |        |
| в.   | Ильницкий |       |      |      |      |        |



АЗ - амплитудное модулирование;  
А1 - телеграфное с амплитудной модуляцией;  
АЗТ - однополосное модулирование;  
АЗА - однополосное модулирование с частотно подвешенной несущей.

Для ведения бесперерывной связи, а также связи на одной боковой полосе радиостанция имеет высокую стабильность частоты  $\pm 0,5 \cdot 10^{-6}$ . Она обеспечивается прецизионным кварцевым генератором на 5 МГц.

Радиостанция "Микро" позволяет вести радиосвязь со станциями, имеющими стабильность частоты:  $\pm 0,5 \cdot 10^{-6}$  при работе в режимах АЗТ и А1,  $\pm 30 \cdot 10^{-6}$  при работе с АМ и в телеграфном режиме с широкой полосой пропускания.

Связь с радиостанциями, имеющими стабильность частоты  $\pm 30 \cdot 10^{-6}$  в режимах АМ и АТ обеспечивается подстройкой радиостанции "Микро" ручками "Единицы кГц" и "Сотни Гц". При этом время подстройки радиостанции составляет доли секунд.

Мощность передатчика радиостанции на нагрузку 50 Ом составляет 400 Вт.

Полоса модулирующих частот  $300 \div 3000$  Гц. Время подстройки с вольт на вольт 26 секунд. Чувствительность приемника при частоте модуляции 1000 Гц,  $m=30\%$  и соотношении  $\frac{C+ш}{ш} = 10 \text{ дБ}$ , мкВ в режимах:

А1 — 1

A3 — 3

A3T — 1

A3A — 1

Высотность, км — 10

Напряжение питания ~115В или 220В  
400Гц  
= 27В.

В комплект радиостанции  
входят:

1 Малообъем приемопередатчик, состоя-  
щего из:

— Датчик опорных частот — блок П1

— Приемовозбуждение — блок П2

— Усилитель мощности — блок П4

— Блок питания — блок П3

2 Хлыста дистанционного управления П7

3 Амортизационная рама — П10

4 ДН4 — П11

5 АСУ — П5

6 Аутентичный тапификатор — П22

7 ТАГ киоз — П13

8 Авиагерматуре — АГ-3

С 1976 года практической выпуска-  
ется "Микро" повышенной надёжно-  
сти. Для оптимизации её в обозначении  
приборов ввели индекс "В"

Эта радиостанция обеспечивает:

— снижение времени отключения  
неисправностей по цепи питания  
за счёт установки светодиодов на  
передней панели П1В и П2В;

— проверку системы автозащиты от  
перегрузок по току и коротких  
замыканиях при нажатии кнопки  
на панели П3В и П4В;

— работу двух комплектов, имено-

них одну антенну без П22, что уменьшает потери мощности и облегчает процесс согласования. Это обеспечивается путем разработки новой конструкции АСУ и введение изменений в приборы П10В и П7В1;  
— расширение рабочего диапазона частот радиостанции "Микрон" до 28 МГц и перестройки приемопередатчика без выхода в эфир с повышенной чувствительностью до 8 мкВ. Для этого в П7В2 имеется переключатель "ПРМ 2-28 МГц".

## 1.2. Техническое обслуживание радиостанции "Микрон".

Техническое обслуживание радиостанции должно выполняться в сроки и в объеме определенном "Регламентом техобслуживания" самолетов различных типов, а также в соответствии с оперативными и периодическими видами технического обслуживания (ТО).

При оперативных формах ТО производится следующие работы:

- проверка креплений приборов;
- проверка работоспособности радиостанции по прибору П12-МК (при кратковременных стоянках не выполняется);

- оперативное опробование радиостанции на связи;

- устранение неисправностей возникших в полете.

Периодическое ТО производится на самолетах ТУ-154, ТУ-134



по форме №1 через каждые  $300 \pm 30$  м  
пашета;  
по форме №2 через каждые  $900 \pm 30$  м  
пашета;  
по форме №3 через каждые  $1800 \pm 30$  м  
пашета.

При различных формах периодического  
технического обслуживания (ПТО),  
выполняются следующие работы:

- проверка состояния антенны и антенного ввода;
- проверка состояния кабелей и металлизации, крепление приборов;
- проверка состояния амортизации;
- снятие радиостанции с самолета;
- осмотр шасси, деталей, узлов, блоков, приборов;
- очистка движущихся частей ПЭ, П4, П5 и П22;
- проверка состояния автогенератора;
- проверка пореометров передаточного тракта;
- проверка чувствительности приемника и выходного напряжения "спец. выход Н4";
- проверка работы и измерение выходного напряжения опорного генератора П1;
- проверка герметичности приборов П5 и П22;
- установка радиостанции на самолет;
- проверка радиостанции приборами ПЭ-НС;
- проверка радиостанции путем связи двухсторонней связью.

Для проверки работы этих работ  
используется комплекс измерительной  
и проверочной аппаратуры. Основной  
частью работого места, при проверке



параметров "Микрона", является технологический прибор "РИКА-Микро".  
Используется также средство измерения общему назначению. Типы этих приборов, их основные технические характеристики и назначение при проверке и настройке радиостанций приведены в таблице 1.

Таблица №1

| Тип прибора            | Основные характеристики прибора                                                                                                                                                                                             | Контролируемые параметры                                                          |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Вольтметр<br>В7-15  | Диапазон рабочих частот: 20 Гц - 700 МГц.<br>Пределы измерения напряжений:<br>номинального 30 В ± 100 В<br>трехменного 200 В ± 100 В<br>Входное сопротивление $\geq 10^3$ Ом<br>Точность измерений $\pm (2,5 + 4)\%$        | Проверка входных напряжений                                                       |
| 2. Генератор<br>ГЗ-36  | Диапазон выходных частот 20 Гц - 0,2 МГц<br>Необходимость частоты $\pm 10^{-2}$ за 1 час<br>Входное напряжение до 5 В                                                                                                       | Модульные сигналы передатчика частотами 1 кГц; 2,9 кГц; 2 кГц; напряжение 0,3 В   |
| 3. Генератор<br>Г4-102 | Диапазон частот $0,1 \div 0,2 \div 50$ МГц<br>Погрешность установившейся частоты 1%<br>Неустойчивость частоты $2,5 \cdot 10^{-4}$ + 50 Гц за 15 мин<br>Режим работы - непрерывная генерация АМ<br>Глубина модуляции 0 ÷ 30% | Измерение чувствительности приемного тракта радиостанции с глубиной модуляции 30% |

|                                    |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                          |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. Измеритель модуляции С2-10      | Диапазон несущих частот при измерении глубины модуляции $800 \text{ кГц} \div 35 \text{ МГц}$                                                                                                         | Измерение глубины модуляции передатчика.                                                 |
| 5. Измеритель нелинейных искажений | Диапазон рабочих частот $20 \text{ Гц} \div 20 \text{ кГц}$<br>Процент измерения КНИ: $0,1 \div 100\%$<br>Диапазон входных напряжений $100 \text{ мВ} \div 100 \text{ В}$                             | Измерение коэф. нелинейных искажений.                                                    |
| 6. Милливольтметр В3-41            | Диапазон частот $20 \text{ Гц} - 10 \text{ МГц}$<br>Диапазон измеряемых напряжений $0,1 \text{ мВ} \div 300 \text{ В}$                                                                                | Измерение и коррекция выходного напряжения от, напряжение самоконтроля.                  |
| 7. Частотомер 43-34                | Диапазон измеряемых частот $10 \text{ Гц} \div 50 \text{ МГц}$<br>Чувствительность $0,1 \text{ В}$<br>Нестабильность частоты опорного генератора за сутки $5 \cdot 10^{-8}$                           | Проверка точности установки частоты радиостанции, коррекция частоты опорного генератора. |
| 8. Паспортный приемник Р-309       | Диапазон частот $1 \div 36 \text{ МГц}$<br>Режим работы АМ; АТ<br>Нелинейность $A4X$<br>$\pm 40 \text{ Б}$                                                                                            | Для визуального наблюдения сигналов                                                      |
| Осциллограф С1-65                  | Диапазон рабочих частот $0 \div 35 \text{ МГц}$<br>Коэффициент отклонения $5 \text{ мВ/дел}$<br>Длительность развертки $0,01 \text{ мкс} \div 50 \text{ мс}$<br>Входное сопротивление $1 \text{ МОм}$ | Совместно с Р-309 проверка формы сигналов                                                |

Все приведенное выше приборы совместно со встроенным в пульт "РИКА-Микро" эквивалентом антенны позволяет произвести проверку работоспособности передаточного и приемного трактов радиостанции.

Для проверки передаточного тракта используется рабочее место, схема которого приведена на Рис.1 сплошной линией. Проверка работоспособности передаточного тракта и соответствие его НТП включает в себя проверки:

- тока накала генераторной лампы;
- напряжение самовозбуждения;
- глубины модуляции;
- формы сигнала;
- возможности установки частот;
- времени настройки.

Проверка приемного тракта осуществляется путем измерения:

- чувствительности в режимах "АМ", "ОМ", "АТ";
- выходного напряжения;
- проверка частоты и выходного напряжения от.

Для проверки приемного тракта используется рабочее место, схема которого приведена на Рис.1 пунктирной линией.

Описанный выше способ проверки работоспособности радиостанции "Микро" и ее соответствие нормам технических параметров имеет ряд существенных недостатков.

Во-первых: необходимость монтажа рабочего места для проверки радиостанции.

Во-вторых: измерительные приборы





отлично познание, на работе месте,  
используются на во всех режимах,  
в которых они могут работать. Необходи-  
мые их настройки, непосредственно пос-  
ле включения радиостанции.

Все это требует дополнительных зат-  
рат времени и труда технического  
состава.

Необходимо, опираясь на последние  
достижения радиотехники и при-  
кладной техники средств сопря-  
жения автоматизированной связи команд  
параметров, в котором была бы выво-  
да компактная КПА, с техническими  
и эксплуатационными характеристиками  
полностью соответствующая с требуемой  
для проверки радиостанции.

## 2 Разработка структурной схемы автоматизированного стенда контроля ИВ радиостанции.

Стенд предназначен для автоконтроля основных параметров самолётных радиостанций КВ диапазона.

Стенд может быть использован при проведении регламентных работ и проверке радиостанций на соответствие НТП после ремонта.

### 2.1 Выбор диагностических параметров и методов их измерения.

#### 2.1.1 Выбор диагностируемых параметров

Решение задачи создания оптимальной системы контроля с любой степенью автоматизации процесса проверки и обработки результатов зависит от правильности ответа на вопрос: что необходимо контролировать, какими способами и методами, какими средствами.

Из большого множества параметров, характеризующих состояние объекта, для контроля следует выбирать параметры, отвечающие следующим требованиям:

|      |           |       |       |      |      |      |
|------|-----------|-------|-------|------|------|------|
| лист | № докум.  | подп. | дата  |      |      |      |
| авт. | Суховенко | Куд   | 15.02 |      |      |      |
|      | Павленко  | авт   |       |      |      |      |
|      |           |       |       | лист | лист | лист |
|      |           |       |       |      | 23   |      |
|      |           |       |       |      |      |      |
|      |           |       |       |      |      |      |



- число параметров должно быть минимальным;
- выбранные параметры должны объективно и всесторонне характеризовать состояние объекта контроля;
- параметры должны обеспечивать однозначность оценки состояния объекта контроля;
- измерение выбранных параметров должно обеспечивать наиболее простые и действенные методы и средства.

Определение степени влияния параметров, а также учёт вероятности их отклонения от номинальных значений в эксплуатации позволяет исключить из контроля параметры, оказывающие несущественное влияние на объект контроля (ОК) или практически не изменяющиеся за период его технического ресурса.

Возможность установление степени отклонения того или иного параметра определяется анализом физической сущности и технического выполнения самих элементов, определяющих эти отклонения. Анализ степени влияния параметров может производиться аналитическими методами, методами статистических испытаний и обработки статистических данных и опыта эксплуатации объектов контроля. С точки зрения объективности метод обработки статистических данных из эксплуатации наиболее перспективен, но не свободен с достаточным сроком эксплуатации объекта в различных условиях. Статистический метод отбора параметров,

подлежащих контролю, базируется на требованиях получения максимальной информации от каждого из посещаемых по проверенным параметрам. Задача сводится к выбору таких параметров, проверка которых можно было бы с большой достоверностью судить о работоспособности объекта контроля.

В основу существующих принципов выбора диагностируемых параметров, при эксплуатации радиосвязного оборудования, положены допустимые методы. Суть метода в том, что если значение критичных параметров, при эксплуатации, определяющих работоспособность ОК не входит за установленные границы — принимается решение о работоспособности этого объекта. Сомненно [13], "Методика выбора параметров диагностирования радиосвязного оборудования самолета ГА", кроме верхних и нижних границ допусков, должны определяться предельно допустимые значения параметров.

На основании обработки большого количества статистических данных и опыта эксплуатации радиосвязного оборудования, и руководствуясь "Методикой выбора параметров диагностирования..." для КВ радиостанции предложено выбирать для диагностирования следующие параметры:

- чувствительность приемного тракта;
- излученную мощность передаточного тракта;
- коэффициент модуляции;
- несущая частота передатчика;
- коэффициент передачи НЧ тракта.

Уровниность выбора диагностических параметров косвенно подтверждает и тот факт, что по этим параметрам определяется требование ИКАО к свинцовой радиостанции. Кроме указанных выше параметров диагностические также подтверждается наличием, избытком радиостанции, так как от их стабильности зависит практически все параметр радиостанции.

## 2.1.2. Методы измерения диагностических параметров.

Есть много разнообразных методов измерения чувствительности, излучаемой мощности, несущей частоты, коэффициента модуляции. Но здесь измерения этих параметров выполняется тем, что в основу определения работоспособности объекта положен допустимый метод. Поэтому отпадает необходимость измерения того или иного параметра. Поэтому вводим сигнал объекта контроля, который нес бы в себе информацию о данном параметре, привести этот сигнал к виду, удобному для сравнения с допуском, и контролировать таким образом изменение этого параметра в границах допуска.

Существует несколько методов (или способов) измерения излучаемой мощности. В данном случае наиболее простым и универсальным представляется измерение мощности путем измерения высокочастотного тока антенны, величина которого пропорциональна мощно-



сти и увеличение радиостанции. Высокого-  
 частотный ток в антенне довольно просто с  
 помощью трансформатора тока прео-  
 бразуется в напряжение, пропорцион-  
 альное этому току, и, следовательно, мощ-  
 ности, которое нетрудно затем измерить.  
 Схема его представлена на рис.2.1.

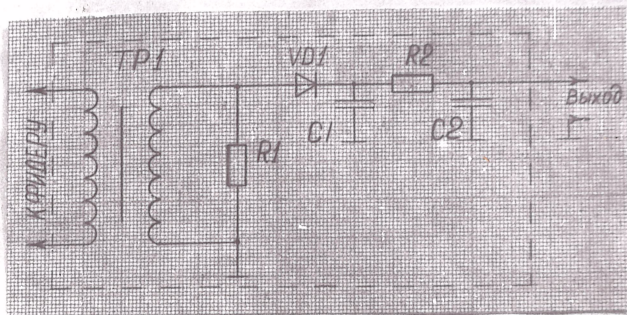


Рис.2.1

Он состоит из трансформатора, нагрузоч-  
 ного резистора, высокочастотного диода и  
 высокочастотного RC-фильтра.

Конструктивно первичная обмотка транс-  
 форматора представляет собой открытый  
 с одной стороны фидер. Вторичная обмот-  
 ка — спираль из витков провода вокруг  
 открытой части волновода. Трансформатор  
 тока обязательно экранируется.

Метод измерения чувствительности  
ВЧ-тракта.

Существует несколько способов измерения  
 чувствительности радиоизмерительных устройств.  
 В качестве примера, например, можно  
 привести способ контроля чувствительности

основанный на сравнении величин собственных и суммарных шумов на выходе приемника. Суммарные шумы на выходе приемника появляются в результате подзвона по вход приемного тракта шумов от генератора шума такой мощности, которая приводит к удвоению амплитуды шумов на входе приемника по сравнению с амплитудой его собственных шумов. Затем суммарные шумы приводятся делителем к величине собственных шумов и сравниваются. При чувствительности приемника ниже предельно допустимой показание в режиме суммарных шумов будет меньше, чем в режиме собственных шумов, что является критерием для браковки приемника [16].

Этот, а также другие распространённые методы контроля чувствительности для нас не годятся, т.к. при контроле используется шумовой тест-сигнал.

В основе будет лежать метод измерения чувствительности ВЧ-тракта приёмника, который состоит в определении максимального напряжения АРУ ВЧ-тракта. Принципиальная возможность такого способа контроля чувствительности показана в работе [9]. Ранее было указано, что напряжение выхода АРУ находится от 3,5В до 8,2В. Тестовый сигнал генератором параметра "Чувствительность ВЧ-тракта" состоит в выполнении двойного неравенства:

$$3,5В < U_{изм АРУ} < 8,2В$$

Метод измерения коэффициента  
глубины модуляции.

Коэффициент глубины модуляции при амплитудной модуляции является отношением

$M = A_{ог} / A_{нес.}$  (21), где  $A_{ог}$  — амплитуда огибающей;  $A_{нес.}$  — уровень несущей.

Самым простым является метод измерения, при котором ВЧ-вольтметром измеряют величину высокочастотной и низкочастотной составляющих сигнала с последующим вычислением по формуле (21). Такой метод кроме простоты никаких преимуществ не имеет, и сейчас в процессах измерения почти не применяется.

Существует, также, осциллографический метод, когда величины  $A_{ог}$  и  $A_{нес.}$  определяются по осциллограмме. Однако этот метод не автоматизируется и обладает меньшей точностью из-за человеческого фактора.

Более современным является метод измерен с автоматической стабилизацией уровня несущей. Здесь (смотри рис. 22) происхо-

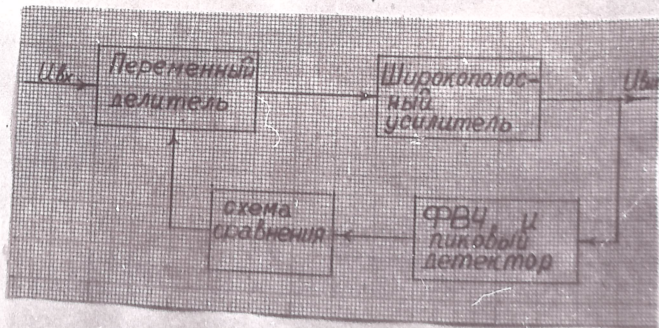


Рис 22

дит стабилизацию уровня несущей путем



подразумевается наличие на переменный делитель входного напряжения. Выходное напряжение содержит как ошибающуюся, так и несущую АМ колебаний. Несущая, введенная в ФВЧ, вытравливается на тиковом детекторе и подается на схему сравнения с опорным напряжением. Со схемой сравнения разность  $U_{нес}$  и  $U_{ог}$  управляет переменным делителем входного напряжения таким образом, чтобы  $U_{нес}$  устремилось в предельно малых (логарифмических) степенях мощности измерения модуляции) значений и стремилось к  $U_{ог}$ .  $\lim_{t \rightarrow 0} U_{нес} = U_{ог}$

При этом формула (21) приобретает вид

$$M = \frac{K_1 \cdot U_{ог}}{K_1 \cdot U_{нес}} = \frac{K_1 \cdot U_{ог}}{K_2 \cdot U_{ог}} = K_3 \quad (2.2)$$

где  $K_3 = \frac{K_1}{K_2}$ . Далее  $U_{ог}$  берется из  $U_{ог}$  с помощью фильтра и тикового детектора. Из этой формулы следует, что амплитуда ожидающей пропорциональна коэффициенту глубины модуляции, который и измеряют. Структурная схема измерителя модуляции с автоматической подстройкой несущей показана на рис 2.3

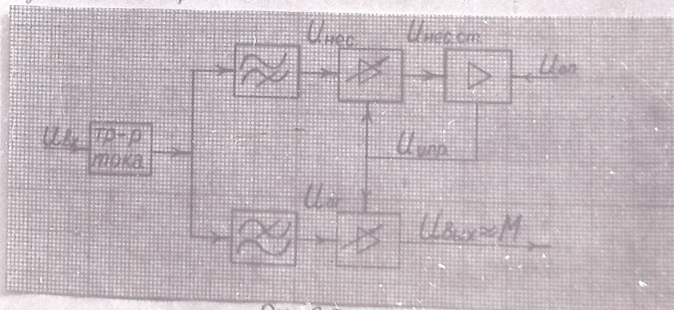


Рис 2.3.

## Метод измерения частоты.

Зависимость от измеренного значения частоты, требуемой точности измерений, необходимых аппаратурных затрат и других факторов определяет тот или иной метод (способ) измерения частоты.

Наиболее распространенные из них:

- метод сравнения;
- осцилографический метод;
- метод числовых делений;
- резонансный метод;
- метод дискретного счета.

Как было показано выше значение частоты радиостанции "Микра" составляет  $2 + 23,999999 \text{ МГц}$ . При том общее число (каналов) частот составляет 220.000. Если измерять частоту каждого из 220.000 каналов вручную, то устройство контроля частоты окажется слишком сложным и громоздким, и сильно скжется на общей стоимости АСК. Поэтому предполагается контролировать частоту с помощью ЭСЧ.

В настоящее время в зависимости от значения частоты и требуемой точности используют различные методы измерений, положенные в основу принципов действия соответствующих частотомеров [12]. Традиционные частотомеры на основе электрического резонанса и гетеродинажные частотомеры в настоящее время успешно вытесняются цифровыми измерителями частоты, которые называются электронно-счётными частотомерами (ЭСЧ). Частотомеры этого типа позволяют проводить абсолютное измерение усреднённых значений частоты.

## 2.2. Принципы построения структурной схемы стенда.

Техническую базу автоматизированного  
стенда составляет:

- датчики, обеспечивающие физическое  
взаимодействие с радиостанцией;
- микропроцессорные приборы и интеграль-  
ные схемы для устройств обработки  
измеренных параметров;
- канал связи для передачи сигналов  
в виде кабелей и проводов;
- компьютеры, осуществляющие коррек-  
цию входных и выходных цепей;
- размыкатели предохранителей для при-  
ведения измерительных параметров  
к виду удобному для обработки;
- микропроцессор;
- микроконтроллеры;
- микроуправление.

Стенд позволяет сократить время про-  
верки радиостанции за счёт приме-  
нения элементов автоматизации.

Контроль параметров радиостанции по  
схематичности сводится к оценке сигнала на  
выходе предохранителя. Параметр контро-  
лируемой цепи преобразуется в унифи-  
цированный сигнал, который сравнивается  
с некоторым образцовым, который берет  
в предположении, что контролируемая  
радиостанция является двухполюсником  
с известными параметрами.

Для исправной радиостанции эти пара-  
метры должны измеряться в ограниче-  
нном поле допуска. Принцип работы  
стенда и состоит в том, что он производит  
последовательную оценку основных пара-



параметры радиостанции по методу  
"меньше - больше - больше" рис. 24.

## 2.3 Назначение и принцип работы отдельных узлов структурной схемы стенда.

### 2.3.1 Схема запуска (Генератор тактовых импульсов).

Предназначен для выработки и имитации  
управления температурой автомобильного  
измерение параметров радиостанции,  
а именно схемными управлением звуковым  
генератором и генератором стандартных  
сигналов, и управление АЦП.

Первый управляющий импульс схем  
запуска выдает после нажатия кнопки  
"Пуск" на пульте управления стендом  
и выдает их по сигналам со схем  
сравнения до тех пор, пока один из  
параметров не выйдет за пределы нормы  
допуска. Приход управляющего сигнала  
со схем сравнения показывает, что прок-  
репший параметр соответствует нормам  
технических параметров и можно присту-  
пить к проверке следующего парамет-  
ра радиостанции.

### 2.3.2 Звуковой генератор (ЗГ).

Звуковой генератор необходим при проверке  
передающего тракта радиостанции, а  
именно для контроля мощности пере-  
дающего в режимах АМ и ОМ. Так же звуковой  
генератор необходим для моделировки сиг-  
налов генератора стандартных сигналов.  
В случае нарушения сигнала вносимый звуко-

вой генератор отсутствует, а используется прибор типа ГЗ-36.

### 2.3.3. Генератор стандартных сигналов.

Генератор стандартных сигналов предназначен для генерирования высокочастотных электрических колебаний высокой частоты и является одним из основных приборов, используемых в разрабатываемом стенде.

В существующих стендах в качестве генератора сигналов используется генератор Г4-102 с параметрами:

- диапазон генерируемых частот  $0,1 + 50 \text{ МГц}$ ,
- погрешность установки частоты  $- 1\%$ ,
- нестабильность частоты  $- 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C} + 50\%$ .

Как видим, существуют возможности Г4-102 использоваться полностью, поэтому в разрабатываемом стенде использован встроенный ГСС.

Диапазон по частоте должен лежать в пределах от 2 до 28 МГц, шаг сетки частот составит 100 Гц, нестабильность частоты  $30 \cdot 10^{-6}$ .

Встроенный ГСС должен обеспечивать выходное напряжение от 1 до 50 мВ.

### 2.3.4. Аналого-цифровый преобразователь

Блок аналого-цифрового преобразования необходим для устройства, позволяющего осуществить переход от представления измерительной информации в аналоговой форме к информации в цифровой форме. Этот преобразователь используется в стенде для перехода к цифровой кодировке, соответствующим измерительным параметрам, что позволит значительно увеличить достоверность контроля.

### 2.3.5 Блок индикации.

Задачей блока индикации является визуальное отображение информации о параметре, который выведен из поля допуска, а так же стороне отклонения от нормы. Этот же блок выдает сигнал о том, что все проверяемые величины в норме и работоспособны.

### 2.3.6 Цифровой автоматический измеритель частоты (электронно-счётный частотомер).

Частотомер позволяет проводить автоматическое измерение усреднённых значений частоты, периода, синусоидальных и импульсных колебаний, а также отношение частот двух колебаний [9].

В основу работы ЭЧ положен метод прямого счёта числа  $n$  периодов измеряемого сигнала  $P$  за известный с высокой точностью интервал времени  $T_0$ , называемый временем измерения. Основной структурой единицы ЭЧ являются переключательные элементы с двумя устойчивыми состояниями (триггеры), на основе которых строится счётчик импульсов. Счётчик совместно с дешифратором и цифровым электронным индикатором образует собственно измерительный узел ЭЧ с визуальной или цифровой индикацией в цифровой форме неизвестной частоты  $f_x$ .

В существующих стендах в качестве ЭЧ используется 43-38<sup>7</sup> с параметрами:

- диапазон частот —  $0,1 \text{ Гц} \dots 50 \text{ МГц}$ ;
- погрешность измерения частоты  $\pm \left( \frac{1}{f_x T} \pm 15 \cdot 10^{-3} \right)$ ;
- входной сигнал —  $0,1 \dots 100 \text{ В}$ .

Как видно частотные возможности 43-38



используется неаппаратно, поэтому в разрабатываемом блоке использован встроенный ЭСЧ.

### 2.3.7 Структура системы сбора и первичной обработки.

Рост сложности объектов управления, контроль, измерение обусловили необходимость высокой степени автоматизации процессов вычисления параметров управления, проведение процедур контроля и измерения. Все это, разнородное по своей физической сущности, задало собой решение на основе использования автоматизированных систем сбора и обработки данных (ССОД). Основное направление в области проектирования современных ССОД направлено на создание децентрализованных систем, которые базируются на использовании в качестве аппаратуры обработки данных микропроцессоров или микр-ЭВМ.

Обзор существующих современных ССОД. В настоящее время аналоговые системы ССОД выпускаются в интегрированном исполнении или в конструктивно законченной форме.

Фирма "National Semiconductor Corp" выпускает БИС системы сбора данных.

БИС специально менее 20 миллионов способная заменить аналоговые платы на гибридных схемах или дискретных компонентах общей стоимостью от 4 до 200 долларов. КМОП БИС ADC 0816 имеет 16 каналов аналоговых входных данных и один выход 8-ми разрядного двоичного кода, питаемая от одного источника питания 5В. Разработка под БИС утверждена.

то типовое значение жителя преобразование равно 50 нсек, — быстрейшее достояние для многих предложений. Система сбора данных MP21 (фирма Intel) на 16 каналов непосредственно сопряжена с микропроцессором 6800, 650х, F8. Эта гибридная система содержит все необходимое оборудование: 16-канальный аналоговый коммутатор, измерительный усилитель с вводом усиления, 8-разрядный АЦП и все нужные схемы сопряжения по адресным, информационным и управляющим линиям.

Подсистема аналогового ввода фирмы "Data General" содержит плату, состоящую из двух 8-канальных мультиплексоров, усилителя с дифференциальным входом, усилителя сигнала — записывающего и 12-разрядного АЦП последовательного приближения. Время преобразования составит 33 нсек. Фирма "Analog Devices Inc." производит аналоговый интерфейс, включающий в себя плату, на которой размещены усилитель с программируемым усилением ( $K_u = 1 + 1000$ ) и 12-разрядный АЦП [17].

Отличительной особенностью выпускаемой модуль аналогового ввода 15КА-6018-010, предназначенный для преобразования напряжения постоянного тока в цифровой код и ввода его в микро-ЭВМ "Электроника 60". Модуль имеет в своем составе мультиплексор аналоговых сигналов на 16 входов и 11-разрядный АЦП. Время преобразования составит не более 100 нсек.

Приведем также обзор существующих

о том, что в настоящее время создаются интегральные, гибридные и микромикроскопические СПОД, что позволяет резко уменьшить вес, габариты породных систем, а увеличить надежность. Вместе с тем необходимо заметить, что темное снижение стоимости средств сопряжение в настоящее время еще зависят от темнов снижения стоимости цифровой микропроцессорной техники. Это обусловлено главным образом трудностями в решении проблематичности изготовления АЦП и ЦАП в микропроцессорном исполнении.

Выбор структуры системы СПОД.

Процесс получения аналогового сигнала с какого-либо датчика, его преобразование, обработка, преобразование в цифровую форму и ввод в компьютер ЭВМ называется сбором данных [17]. Различные требования по стоимостным и техническим характеристикам, предъявляемые к системам СПОД, определяют возможность variations структуры СПОД на основе выбора метода обработки аналоговых сигналов. На рисунках 2.5, 2.6, 2.7, 2.8 представлены различные варианты систем СПОД.

Д - датчик, с которого снимается контролируемый параметр - уровень напряжения, ток, давление, температура и т.д.

СУ - согласующее устройство, устройство, имеющее внешние системы СПОД на контролируемый параметр.

СН - схема нормирования, масштабирования контролируемый параметр.

ФП - функциональный преобразователь,



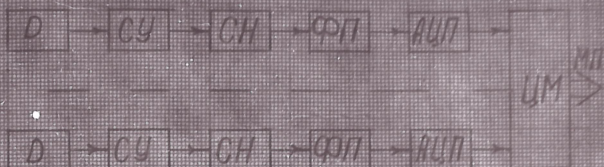


Рис 25

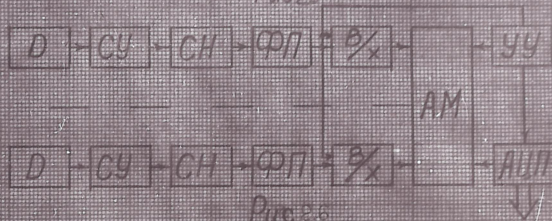


Рис 26



Рис 27



Рис 28

преобразующий если по необходимости, калибровочный параметр в напряжение постоянного тока.

АЦП — аналогоцифровой преобразователь, преобразующий входное напряжение в код.

ЦМ — цифровой мультиплексор, осуществляющий поочередный или параллельный отбор каналов датчиков.

АМ — аналоговый мультиплексор.

В/х — система выборки-хранения, генерирующая уровень напряжения на входе преобразователя АЦП.

УУ — устройство управления работой системы СПОД.

На рис. 2.5 показана структура СПОД, реализующая принцип параллельной обработки аналоговых сигналов, поступающих от датчиков СПОД.

Такая структура позволяет обеспечить максимальную производительность аппаратуры всех каналов системы СПОД (из-за независимости обработки каждого сигнала) и высокое качество преобразования сигналов. Большим преимуществом такой системы является в устранении ошибок, возникающих при коммутации и выборке-хранении аналоговых сигналов, вносящих основной вклад в суммарную погрешность преобразования. Эта структура позволяет значительно повысить помехоустойчивость системы на основе использования цифровых каналов передачи данных / на вход ЭВМ, если обеспечить преобразование сигналов непосредственно на выходе датчиков. Такой вариант построения системы СПОД имеет большое будущее, espe-

ко не столь значительны, такие развитые микросхематехники при его реализации имеет место более высокая стоимость СПОР ввиду весьма сравнительно высокой стоимости интегральных схем АЦП [18].

На рис. 2.6, 2.7 представлены варианты построения систем СПОР, основанных на принципе последовательной обработки аналоговых сигналов и переносимые микротехническое решение из цифровой в аналоговую область, а также принцип приема аналоговых схем выборки-хранения для фиксации аналоговых сигналов на входе АЦП. Это дает возможность использовать только один АЦП независимо от числа аналоговых входов. Промышленность подобных систем СПОР находится в приемной зависимости от быстрого развития АЦП. Высокие технические характеристики, хорошее качество преобразования обеспечено теми же функциональными блоками, которые применяются в состав СПОР на рис. 2.6. Системы обладают практически идеальными характеристиками.

Наиболее простой, но обеспечивающей относительно низкое качество преобразования является система, построенная по структуре, изображенной на рис. 2.8. Использование этой структуры рационально при условии существования сигналов высокого уровня, поступающих с выходов систем СПОР, и критичности всех аналоговых сигналов.

Проведенный обзор позволяет рационально выбрать структуру СПОР. С целью качества



ней является структура по рис. 25. Очевидно она самая обремененная и дорогостоящая, что повышает ее же стоимость. Структурирую схему по рис. 28 и попробую проанализировать из-за отсутствия вынужденных условий (протекции всех типовых сигналов). Из структур по рис. 26 и 27 выбрали структурированную схему, изображенную на рис. 27, т.е. она имеет сравнительно высокие технико-экономические данные, хорошее качество преобразования, и, кроме того, сократит только одну схему формирования, которая в настоящее время имеет сравнительно высокие значения. О правильности выбора структурной схемы говорит и тот факт, что в настоящее время внедрения фирм и ответственных проектировщиков выпуска систем СПОР в интегральной, модульной и нормальном исполнении, выполненное именно по выбранной цепи структурной схеме.

### 3 Расчет системы сбора и первичной обработки данных.

Элементной базой и расчет принципальной схемы. В этом разделе необходимо дать обоснование функциональной схемы, раскрыть содержание и назначение её функциональных блоков. В соответствии с функциональной схемой привести оптимальный набор элементов базы проектируемой схемы СПОД и рассчитать основные функциональные узлы принципиальной схемы.

#### 3.1 Обоснование функциональной схемы.

Функциональная схема включает в себя следующие функциональные блоки: источник образцового напряжения (ИОН), генератор тактовых импульсов (ГТИ), устройство-выборки-хранение (УВХ), аналого-цифровой инвертирующий преобразователь (АЦП), канал преобразования: "чувствительность-напряжение", "мощность-напряжение", "коэффициент глубины модуляции-напряжение", канал контроля коэффициента передачи НЧ-тракта и узел контроля питающих напряжений.

|      |               |            |       |      |           |         |
|------|---------------|------------|-------|------|-----------|---------|
| Лист | № докум.      | Подп.      | Дата  | Авт. | Взам.     | Взам.г. |
| 1000 | Содержание    | В.М.       | 19.02 |      |           |         |
| 10   | Подпись       | В.М.       |       |      | 43        |         |
| Инт. | Подпись       | В.М.       |       |      |           |         |
| 10   | Подпись       | В.М.       |       |      |           |         |
| на 2 | ГОСТ 2.104-83 | Копировать |       |      | Формат 11 |         |

Узел контроля питающих напряжений включает в себя семь идентичных узлов, каждый из которых состоит из резистивного напряжения, приводящего напряжение питания в пропорциональное напряжение заданной величины, и дифференциального усилителя.

Дифференциальный усилитель усиливает до необходимого уровня напряжение разбаланса между напряжением, поступающим от резистивного напряжения ИОН.

Каждый канал чувствительности состоит из буферного каскада и резистивного напряжения, приводящего выходное напряжение АРУ к необходимому уровню.

Каждый канал мощности передатчика включает в себя ФНЧ, смесительный микшерный блок высокого частотного напряжения с входа трансформатора тока и усилитель напряжения.

Основным узлом канала контроля коэффициента передачи НЧ-тракта является дифференциальный усилитель. На один из его входов поступает вынужденное напряжение с резисторного делителя напряжения входа усилителя микширующей комбинации.

На входе дифференциального усилителя берется напряжение разбаланса, усиленное до необходимого уровня.

Узел контроля коэффициента чувствительности микшерного блока отсчитывается от рассмотренного цепи ранее.



Так это باعثе фактора ширины  
зоны виллоза пилосовой фибры,  
набрасывая на газету пропускающие  
лооту, это необходимо, так как на  
вход датного узла поступает все  
сигнал звукового сигнала.  
Косвенное воздействие, пропорцио-  
нальное контролю речевого сигнала,  
поступает на АМ.

Узел управления АМ виллоза  
в себе объединяет следующие элементы, об-  
единяющий его логику, триггер  
Шмитта и принцип работы  
сигнала. В режиме приема на входе  
датного узла сигнала не возникает  
воздействие звукового сигнала. Оно вы-  
ступает в виде сигнала и переключе-  
ния триггера Шмитта. Тот, в свою  
очередь, воздействует на один из входов  
элемента "ИЛИ" на входе которого  
возникает сигнал, переключая  
сигнал в режиме управления АМ, при  
котором в входе АМ подается  
попеременно сигнал, контроль чувствительности  
ПРМ и коэффициент перепада  
НЧ-тракта. В режиме приема на-  
чал с триггера Шмитта воз-  
буждает одновременно на вход элеме-  
нта "ИЛИ" и на вход сигнала, который  
при этом переключает АМ в режим  
попеременной коммутации каналов  
каналами сигнала мощности перепа-  
да и коэффициента звуковых частот  
сигнала. Если нет на приеме, на пере-  
дачу, то на входе АМ попеременно  
коммутация каналов коэффициента  
перепада и коэффициента

Сигнал переключается микропроцессором "Конец преобразования" с выхода АЦП. С выхода сдвигателя код выбранного канала после преобразования уровня КМОП-ТТЛ поступает на шину данных микропроцессора.

С выхода АМ сигнал поступает на УВХ. Управление УВХ осуществляется с помощью RS-триггера. С приходом сигнала "Конец преобразования" от АЦП УВХ переводится в режим выборки. После прихода сигнала "Запуск" от микропроцессора УВХ переходит в режим хранения до прихода следующего сигнала "Конец преобразования".

На АЦП поступает образцовое напряжение от ЦОН, местовые сигналы от ГТН, сигнал "Запуск" от микропроцессора, сигнал эталонного старшего и младшего разрядов.

От АЦП к микропроцессору идет сигнал калибровочного порогового в двоичном коде, также сигнал "Конец преобразования", с появлением которого микропроцессор может начать чтение данных разрядов.

В проверочной функциональной схеме проектируемого устройства не указаны элементы системы самонастройки. Элементы системы самонастройки приведены в принципиальной схеме СООД.

### 3.2. Выбор элементной базы принципиальной схемы.

В данном подразделе вводим элементную базу принципиальной электрической схемы проектируемой части системы ССОД, с учетом предъявляемых к ней требований.

### 3.2.1 Выбор аналогоцифрового преобразователя.

Аналогоцифровой преобразователь (АЦП), представляет собой устройство для автоматического преобразования непрерывноизменяющихся во времени аналоговых величин в эквивалентное значение числовых кодов [12].

Самостоятельная связь между аналоговой  $A(t_i)$  и соответствующей ей цифровой величиной  $N_i$ , характеризующей алгоритм аналогоцифрового преобразования имеет вид

$$N_i = A(t_i) / \Delta A \pm \delta N_i,$$

где  $\Delta A$  - шаг квантования, т.е. аналоговый эквивалент единицы младшего разряда кода;

$\delta N_i$  - погрешность преобразования по формуле шона.

В настоящее время разработано много различных методов аналогоцифрового преобразования, например, методов последовательного счета, поразрядного уравнивания значений, двоиного кодирования, поразрядного преобразования и другие. Принцип действия АЦП, их схемотехника достаточно подробно рассмотрены в работах [12]



С целью повышения надежности системы СПОД, снижения его массы и габаритов, а также потребляемой мощности. Чем было бы выгодно использовать в системе СПОД АЦП в интегральном исполнении. Ответственной промышленностью в настоящее время выпускаются интегральные схемы АЦП [1]. Из них наиболее высокими возможностями параметрами обладает ИС АЦП К572 ПВ1А. Она не только с приемлемым выходом наиболее приспособлена для работы в составе микропроцессорных систем.

Компьютеризированное большое интегральное устройство (БИС) 12-разрядного АЦП К572 ПВ1А является универсальным многофункциональным устройством для устройства аналогового входа-выхода микропроцессорных систем низкого и среднего быстродействия. Совместно с внешним компаратором напряжения (КН) или операционным усилителем (ОУ), источником опорного напряжения (ИОН), генератором тактовых импульсов (ГТИ) микросхема выполняет функции АЦП по аналоговым сигналам с выходом параллельного двоичного кода через выходные каскады с тремя состояниями. Структурно БИС выполнена в 48-выводном металлическом микрокристаллическом корпусе типа 4134.48-2.

Основные электрические параметры БИС К572 ПВ1А указаны в таблице 3.1.

Таблица 3.1

| Параметр                                                                                                                     | K572PB1A   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Нелинейность $\delta_0$ , %                                                                                                  | $\pm 0,05$ |
| Дифференциальная нелинейность $\delta_{10}$ , %                                                                              | $\pm 0,1$  |
| Абсолютные погрешности преобразования в канальной точке шкалы $\delta_{FS}$ МР                                               | $\pm 127$  |
| Выходное напряжение низкого уровня $U_{0n}$ , В, не более                                                                    | 0,3        |
| Выходное напряжение высокого уровня $U_{0h}$ , В, не менее                                                                   | 2,4        |
| Ток потребляемый $I_{cc1}$ , мА, не более                                                                                    | 3          |
| Ток потребляемый $I_{cc2}$ , мА, не более                                                                                    | 5          |
| $T = 25 \pm 10^\circ\text{C}$ ; $U_{cc1} = 5\text{В} \pm 1\%$ ; $U_{cc2} = 15\text{В} \pm 1\%$ ;<br>$U_{0n} = 10,24\text{В}$ |            |

В составе ИС имеется устройство для организации побайтового обмена информацией с 8-разрядной шиной данных микропроцессора. В режиме аналого-цифрового преобразования обеспечивает возможность организации синхронной и асинхронной работы ИС, произвольного цифрового преобразования и вывода данных в пользовательском коде. Цифровой режим работы преобразует 16-битную цифровую информацию в аналоговый сигнал внешнего вывода или программным способом с применением нескольких дополнительных логических ИС.

Функциональная схема АЦП K572PB1A изображена на рис 3.1, назначение выводов приведено в таблице 3.2.

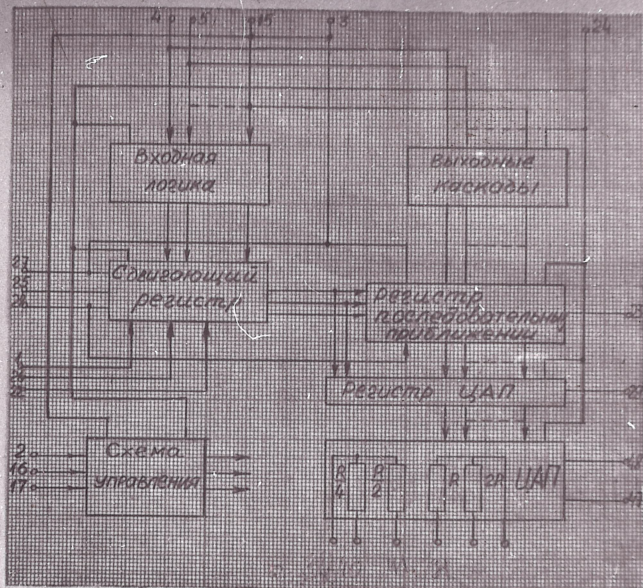


Рис. 3.1.

Аналоговая часть БИС включает ЦАП и две группы прецизионных резисторов. Они предназначены для образования совместно с внешними ОУ и КН функционально завершенных схем АЦП и ЦАП. Размещение резисторов на кристалле и топологическая их идентичность резисторам матрицы обеспечивает стабильность параметров преобразования. Цифровая часть БИС включает необходимое для образования АЦП последовательных при-



Ближний выходной узел.  
Назначение выводов ИС КБ72 ПВ1А.

Таблица 3.2.

| №    | Назначение вывода                 | №  | Назначение вывода                |
|------|-----------------------------------|----|----------------------------------|
| 1    | Последовательный вход             | 31 | Комплексный вывод R-22           |
| 2    | Вход управления СР                |    | структур                         |
| 3    | Напряжение источника питания Исс1 | 32 | Общий вывод регистров R/2; R/4.  |
| 4-15 | Цифровой вход-выход               | 40 | Вывод регистра R/4               |
| 16   | Вход управления МР                | 41 | Вывод регистра R/2               |
| 17   | Вход управления режимом           | 42 | Опорное напряжение               |
| 22   | Вход "Цикл"                       | 43 | Аналоговый вход 1                |
| 23   | Вход "Сравнение"                  | 44 | Аналоговый вход 2                |
| 24   | Напряжение источника питания Исс2 | 45 | Общий вывод регистров аналоговых |
| 25   | Вход тактовых импульсов           |    | входов 1, 2                      |
| 26   | Выход "Конец преобразования"      | 46 | Аналоговый выход 1               |
| 27   | Вход "Запуск"                     | 47 | Аналоговый выход 2               |
| 28   | Вход "Цикл"                       | 48 | Аналоговое земление              |
| 29   | Вход стробирования                |    |                                  |
| 30   | Цифровое земление                 |    |                                  |

Работа схем в режиме АЦП осуществляется в соответствии с хорошо известным принципом последовательных приближений с программируемым сдвигом.

Временная диаграмма работы АЦП приведена на рис. 32. Преобразование осуществляется за 12 рабочих и 2 вспомогательных такта. Первый вспомогательный такт используется для синхронизации системы и установление всех устройств в начальное состояние, второй — для формирования сигнала "Конец преобразования" и организации чтения

кой работе. Каждый такт по длительности делится на два минимума ГЧН.

При этом выходные информации формируются с целью минимизации такта. Обработка данных можно производить с помощью программного фронта сигнала "Конец преобразования" до поступления следующего минимума ГЧН. Типовое время преобразования составляет 10 мксек. Коэффициент входного напряжения может быть любой и устанавливается соответствующим выбором ИОН.

Временная диаграмма работы АЦП

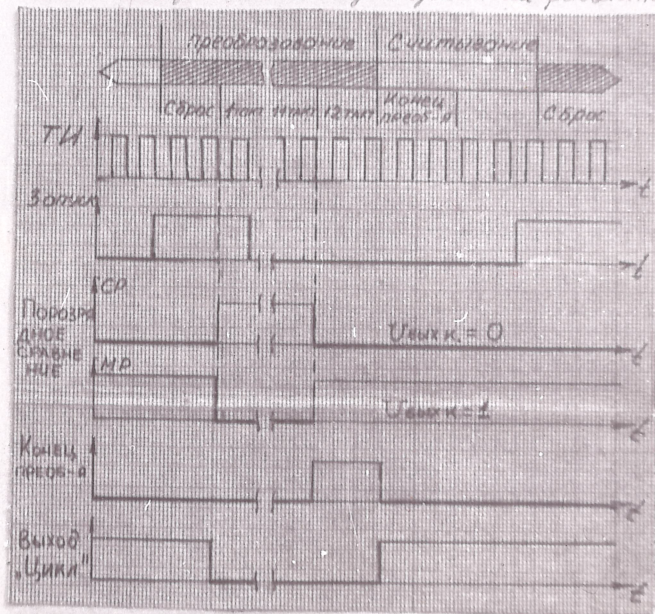


Рис 3.2

Разрядность преобразователя может быть уменьшена до произвольного значения, но при этом в порог на вывод 27 повторного сигнала "Запуск" по окончании ит+ такта. Соединение выводов 22 и 28 требует схемы из внешнего питания, работающей в тактичный, при этом вывод 27 должен быть порог логический.

Преобразователь работает от двух источников питания:  $U_{cc1} = (5 \pm 15) В$  и  $U_{cc2} = 15 В$ . При согласовании микроконтроллера с ТТЛ схемами напряжение питания  $U_{cc1}$  должно быть  $5 В \pm 5\%$ , а при согласовании с КМОП схемами  $15 В \pm 5\%$ . При малом напряжении  $U_{cc1}$  напряжение высокого уровня на входе сравнения не должно быть менее 10 В. Нормальное функционирование ИС обеспечивается при тактовой частоте, не превышающей 250 кГц.

При работе с микросхемой необходимо соблюдать последовательность подключения электрических контактов и запрещать от неравномерной перегрузки многократное напряжение. Так нагрузки логических входов не должны превышать 40 мкА для сигналов высокого уровня и 400 мкА для сигналов низкого уровня. Второе напряжение не должно превышать  $\pm 15 В$ , а напряжение питания 16,5 В.

На рис. 3.3 приведена схема включения АЦП К572ПВ1А. Здесь между входом ЦАП и входом КН применен буферный ОУ для обеспечения максимальной точности и стабильности статических параметров преобразователя. Коэффициент напряжения



включен на ОУ 140УД6А, а в качестве  
дифференциального усилителя используется ОУ  
К574УД1Б. Для компенсации смещения ну-  
левого уровня ДАТ К574УД1Б (25-50 мВ)  
в схему введен канал МДМ-микро.

Здесь модулятором является ДАЗК140УД13,  
а демодулятором - ОУ ДА4 К140УД6А.

Регистры  $R_4$  и  $R_5$  предназначены для  
постоянной компенсации смещения ну-  
левого уровня. Конденсатор  $C1$  ускоряющий.  
Конденсаторы  $C_5$  и  $C_6$  развязывающие.

Цепи  $R_2, C_2$  и  $R_3, C_3$  фильтры верхних частот.  
Цепь  $R_7, C_7$  осуществляет поперыватель-  
ство разрывов демодулированных  
колебаний. Регистры  $R_8$  и  $R_9$  определяют  
коэффициент усиления демодулятора.

### 3.2.2. Выбор устройства выборки - хранения.

Устройство выборки хранения обеспечи-  
вает выборку мгновенного значения вход-  
ного сигнала и хранение его заданное  
время. Обычно УВХ используются в АЦП  
для уменьшения динамической погреш-  
ности и расширения спектра преобра-  
зуемого входного сигнала. В УВХ проис-  
ходит переход от непрерывной функции  
 $V(t)$  к непрерывной и непрерывной  
поперывательности  $V(t_n)$ , где  $n=1, 2, 3, \dots$  [10].

Переход обеспечивает работой схем  
в двух основных режимах (выборки и  
хранения) и в двух промежуточных режи-  
мах (переход от выборки к хранению и  
к хранению к выборке).

Особенности работы разнотипных устройств  
их сравнительные характеристики по-

редно рассмотрен в [12].

Как правило в УВХ входят:

- ОУ, выполняющие роль буферов между входами и запоминающими элементами;
- киноты, обеспечивающие переход схемы из режима хранения и наоборот;
- схемы управления кинотами;
- запоминающие элементы (конденсаторы);
- схемы коррекции.

В нашем данном случае проект предлагается использовать следующие ИС УВХ типа КР1100СК2.

В состав УВХ входят: входные и выходные усилители, аналоговые киноты, схемы управления кинотами, стабилизатор напряжения (рис 34) [10].

Входной и выходной усилители выполняют роль буферов и обеспечивают развязку между входами и внешним запоминающим конденсатором. Во входном усилителе УВХ используется п-р-п-супер-бета транзистор, что определяет высокое входное сопротивление схемы (более 10 МОм) и малое входное ток (десятки нА). В выходном усилителе со 100%-ой отрицательной обратной связью для снижения скорости нарастания напряжения применяют р-канальный ПТ с управлением р-п-переходом.

Схема управления кинотами представляет собой дифференциальный усилитель на п-р-п транзисторах и предназначен для преобразования цифровых сигналов соответствующего уровня, поступающих на вход 14 УВХ, в сигналы управления. Три пороговые напряжения более

1,5 В УВХ переводится в режим выборки. Если нет сигнала не превышает указанного уровня, то УВХ переходит в режим хранения. В качестве стабилизатора пологового напряжения используется стабилитрон. Таким образом, переход УВХ из режима в режим осуществляется управлением прерыванием аналоговых ключей. Микросхема КР1100СК2 обладает защитой от короткого замыкания по входу и выходу. В принципиальной схеме УВХ введены элементы постоянной коррекции при работе в режиме хранения, выполненное на основе конденсаторов.

Структурная схема ИС КР1100СК2.

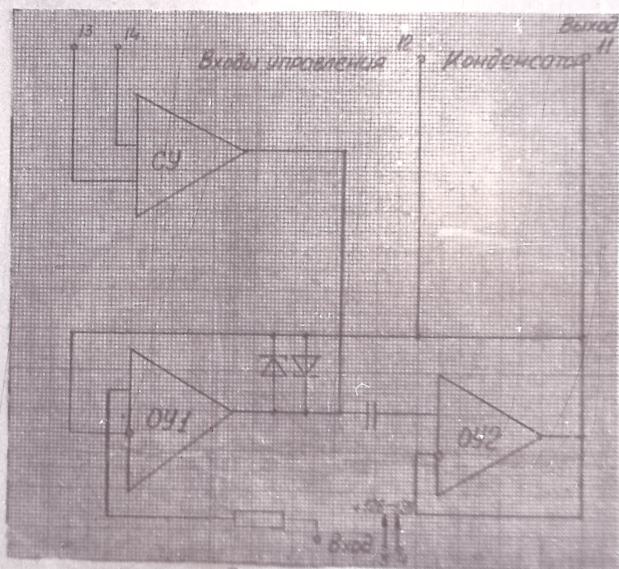


Рис 34.



Микропроцессорная система работает в двух режимах, выборки и хранения, — управление сатортином осуществляется по ждскому и системным КМОП и ТТЛ — уровням по выводу 14. В режиме выборки напряжение по вспомогательному конденсатору С1 достигает амплитуды напряжения входного сигнала и схема сохраняет его до поступления команды на переход в режим хранения. В этом режиме вспомогательный конденсатор сохраняет значение входного сигнала. Типовая схема включения ИС УВХ показана на рис 3.5.

Основные электрические характеристики микросхем КР1100СК2 приведены в таблице 3.3. ИС КР1100СК2 конструктивно выполнена в 14-выводном пластмассовом корпусе 201.14-1. Типовая схема включения ИС КР1100СК2

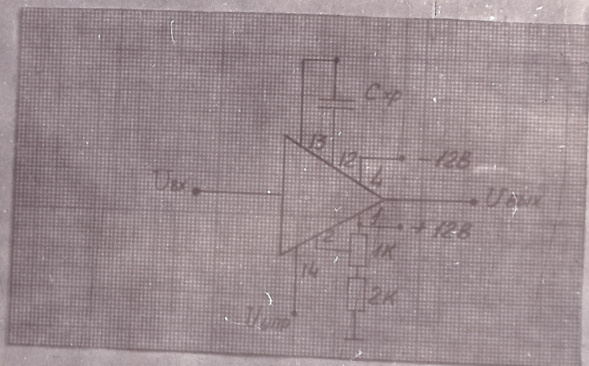


Рис 3.5

Основные электрические характеристики микросхем УВХ.

Таблица 3.3

| Параметр                                                                                                                    | КР100<br>СБ2 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Время выборки $t_b$ , мкс, не более                                                                                         | 10           |
| Апертурное время $t_a$ , нс, не более                                                                                       | 250          |
| Скорость спада выходного напряжения в режиме хранения (при $U_{вых} = 5В$ ), $U_{вых\text{кр}}$ , мВ/нс                     | 5            |
| Ток потребления $I_{пот}$ , мА, не более                                                                                    | 6,5          |
| Время прохождения сигнала в режиме хранения $K_{пр}$ , дБ, не менее (при $f = 1кГц$ , $C_{кр} = 10^6 пФ$ , $U_{вых} = 5В$ ) | -80          |
| $T = 25 \pm 10^\circ C$ ; $U_{к.п} = \pm 12В \pm 10\%$ ; $C_{кр} = 10^3 пФ$                                                 |              |

### 5.2.3 Выбор аналогового мультиплексора.

Аналоговые мультиплексоры (АМ) в устройствах преобразования информации используются для коммутации аналоговых сигналов между источником и нагрузкой с минимальным искажением. Широкое распространение в последнее время получили АМ, выполненные на полевых транзисторах с р-и переходами и МОП-транзисторами с индуцированным каналом. В настоящее время наибольшее распространение получили интегральные АМ серий К550, К591, выполненные по КМОП-технологии. Обзор АМ этих серий позволяет выбрать для проектирования устройств ИС К591КН1, имеющее достаточное количество аналоговых входов и приемлемые параметры.

Это 16-канальный мультиплексор со

считчиком и дешифратором (ДШ), обеспечивающий возможность последовательной и произвольной выборки аналоговых каналов. Функциональная схема ИС К591ЕН1 представлена на рис.36

Функциональная схема ИС К591КН1

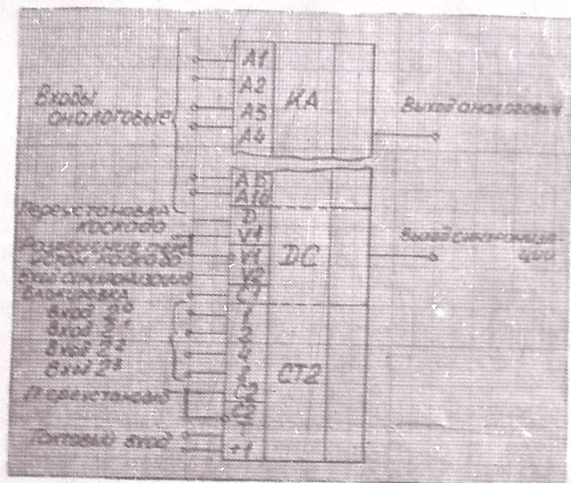


Рис. 36.

Вход "Переключение" (вывод 1) предназначен для выбора режима работы считчика ИС в режимах произвольного и последовательного адреса каналов. При подаче напряжения логического нуля на вывод 1 блокируется информация, поступающая на тактовый вход (вывод 2) и осуществляется адресный адрес каналов. Для организации последовательного адреса на вывод 1 подается напряжение логической единицы. Выбор каналов в



режиме произвольного уровня осуществляется подачей на выходы 28-31 сигналов в соответствии с таблицей истинности (таблица 3.4).

Таблица истинности.

Таблица 3.4

| Логический уровень на управляющих входах |                |                |                |           | Открытый<br>опиловый<br>вход |
|------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------|------------------------------|
| 2 <sup>0</sup>                           | 2 <sup>1</sup> | 2 <sup>2</sup> | 2 <sup>3</sup> | Блокиров. |                              |
| 1                                        | 1              | 1              | 1              | 1         | 1                            |
| 0                                        | 1              | 1              | 1              | 1         | 2                            |
| 1                                        | 0              | 1              | 1              | 1         | 3                            |
| 0                                        | 0              | 1              | 1              | 1         | 4                            |
| 1                                        | 1              | 0              | 1              | 1         | 5                            |
| 0                                        | 1              | 0              | 1              | 1         | 6                            |
| 1                                        | 0              | 0              | 1              | 1         | 7                            |
| 0                                        | 0              | 0              | 1              | 1         | 8                            |
| 1                                        | 1              | 1              | 0              | 1         | 9                            |
| 0                                        | 1              | 1              | 0              | 1         | 10                           |
| 1                                        | 0              | 1              | 0              | 1         | 11                           |
| 0                                        | 0              | 1              | 0              | 1         | 12                           |
| 1                                        | 1              | 0              | 0              | 1         | 13                           |
| 0                                        | 1              | 0              | 0              | 1         | 14                           |
| 1                                        | 0              | 0              | 0              | 1         | 15                           |
| 0                                        | 0              | 0              | 0              | 1         | 16                           |
| любой уровень                            |                |                |                | 0         | Входы закрыты                |

Тактовый вход (вывод 27) предназначен для формирования последовательного сигнала клокков. На него допускается подавать импульсы с частотой следования от 0 до 300 Гц (при  $R_n = 10 \text{ кВм}$ ,  $C_n = 20 \text{ пФ}$ ), длительностью 0,5 мкс, с интервалом между импульсами 2 мкс. Подачи напряжения логического нуля на вывод 3 блокирует АИ и включается во время переключения от режима работы.

Сигнал микросхемы находится при

Полн. в работе состоянии. Выводы 2, 4, 5, используемые для организации после-  
довательной выборки в криволинейной ре-  
жиме при повороте на них напрежение  
поверхности элемента. В других режимах  
ИС не указывается вход покрывается напре-  
жение поперечного штифта. Параметры  
ИС К591КН1 указаны в таблице 3.5

Таблица 3.5

| Параметр                                                        | К591КН1 |
|-----------------------------------------------------------------|---------|
| Сопротивление в открытом состоянии $R_{отк}, \Omega$ , не более | 450     |
| Время переключения $t_{пер}, мкс$ , не более                    | 2,5     |
| Максимальный коммутируемый сиг-<br>нал $U_{ком}, В$ , не менее  | $\pm 5$ |
| Число каналов, не менее                                         | 16      |
| Напряжение источника питания, В:                                |         |
| $U_{н.п.1}$                                                     | 5,0     |
| $U_{н.п.2}$                                                     | -15     |
| $T = 25 \pm 10^\circ C$ ; $U_{н.п.} = \pm 15 В \pm 10\%$        |         |

### 3.24 Выбор аналоговых интегральных схем (ИС)

В разрабатываемом устройстве предпо-  
лагается использовать большое количество  
аналоговых ИС - ОУ и КН. Как указывалось  
ранее для работы совместно с АЦП  
К572ПВ1А или используем ОУ типа  
140УД6А, 140УД13 и К574УД1Б. Охарактеризуем  
каждый из них.

ОУ 140УД6А является прецизионным ОУ  
общего назначения с разрывом входа и

а. Выходит от перемещения. Он имеет внутреннюю гасящую коррекцию. Входной каскод содержит элементной и т.д. с очень большим коэффициентом усиления по току.

Благодаря этому обеспечивается относительно большое входное сопротивление ОУ. Схема включения приведена на рисунке 3.7. Параметры указаны в таблице 3.6

Таблица 3.6

| Параметр                                    | 140УД6          | K574УД1         | 140УД13        | K521КА3           |
|---------------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|-------------------|
| Коэффициент усиления                        | $70 \cdot 10^3$ | $50 \cdot 10^3$ | $> 10$         | $10 \cdot 10^3$   |
| Коэффициент смещения, $m\beta$              | $\pm 5$         | $\pm 50$        | $\pm 0,05$     | $\pm 3$           |
| Входной ток, нА                             | $< 30$          | $0,5$           | $< 0,5$        | $< 100$           |
| Разность входных токов $\Delta I_{вх}$ , нА | $< \pm 10$      | $< \pm 0,2$     | $< \pm 0,2$    | $< \pm 10$        |
| Входное сопротивление $R_{вх}$ , Мом        | $> 2$           | $10000$         | $> 5000$       | —                 |
| Выходное сопротивление $R_{вых}$ , кОм      | $< 150$         | $< 200$         | $< 10^4$       | —                 |
| $U_{эф}$ , В                                | $\leq \pm 30$   | $\pm 10$        | $\pm 10$       | $\pm 5$           |
| $U_{сф}$ , В                                | $\pm 15$        | $\pm 30$        | $\pm 10$       | $\pm 5$           |
| $I_{пот}$ , мА                              | $< 2,8$         | $< 8$           | $< 2$          | $6$               |
| $R_H$ , кОм                                 | $\geq 1$        | $\geq 2$        | $\geq 100$     | $\geq 0,3$        |
| $U_{нпг}$ , В                               | $\pm 15 \pm 10$ | $\pm 15 \pm 10$ | $\pm 15 \pm 5$ | $\pm 15 \pm 10$   |
| $\Delta U_{см} / \Delta T$ , мВ/°С          | $< 20$          | $< 50$          | $< 0,5$        | —                 |
| $t_{33}^{0,1}$ , нс                         | —               | —               | —              | $< 300$           |
| $U_I$ , В                                   | —               | —               | —              | уровень КМОП, ТТЛ |
| $U^\circ$ , В                               | —               | —               | —              | $< 0,4$           |

ОУ K574УД1Б является усовершенствованным вариантом ИС K140УД8. Он имеет чистый внешний балансировки и комбинированную гасящую коррекцию, что позволяет увеличить скорость нарастания входного напряжения до 90 В/мкс.



# Схема включения ИС 1404Д6А.

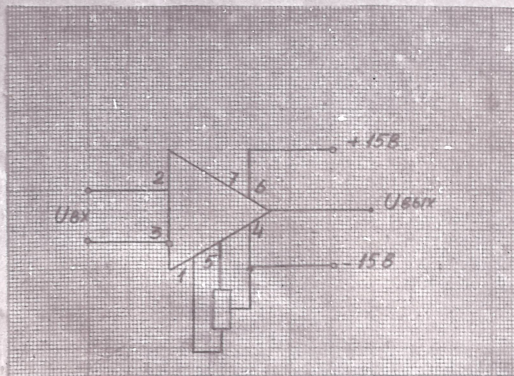
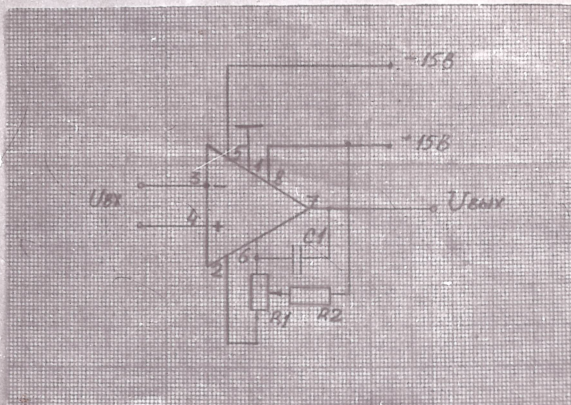


Рис 37

На входе ОУ стоит ПТ, что обеспечивает большое входное сопротивление. Имеется цепь защиты ОУ от перегрузок по выходу. Схема включения ОУ К574УД15 показана на рис 38. В таблице 3.6. приведем её параметры.

Схема включения ОУ К574УД15



ОУ1404Q13 представляет собой предусилитель постоянного тока с модулирующей, усилением и демодулирующей сигнала на МОП-транзисторах. Микросхема содержит следующие функциональные узлы: балансный измерительно-параллельный модулятор, звуковосводящий дифференциальный усилитель, демодулятор и мультивибратор с одной времязадающей цепью. Схема включения ОУ1404Q13 представлена на рис.39. Внешней цепью  $R_{\Phi}C_{\Phi}$  определяется верхняя граничная частота дифференциального усилителя

$$f_{гвд} = 1 / 2\pi \cdot R_{\Phi} \cdot C_{\Phi}$$

Частота мультивибратора выбирается исходя из соотношения

$$f_{гвд} = 0,2 f_{н}$$

где  $f_{н}$  - частота модуляции.

Конденсатор времязадающей цепи включается между выводами 7 и 8 ИС. Параметры ОУ приведены в таблице 3.6

Схема включения ОУ1404Q13

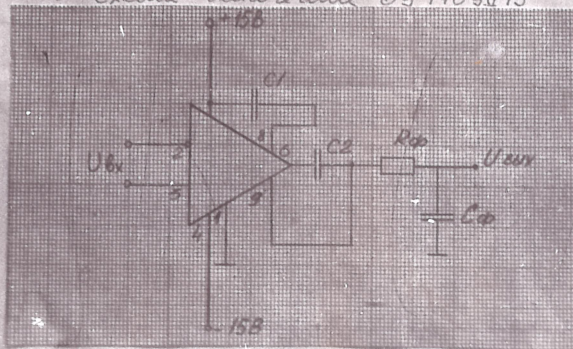


рис.39

В составе принципиальной схемы нашей будет задействован КН. При этом он должен быть совместно по входным уровням с ТТЛ и КМОП-логикой. Эти требования удовлетворяет КН типа К521СА3А, который является прецизионным триггерно-инвертирующим КН с универсальным питанием и возможностью блокировки. Он обеспечивает большую мощность обработки сигнала благодаря малому значению емкостных тока и напряжению смещения, большому коэффициенту усиления. Он может работать от двух и одного периода питания.

Компаратор напряжения совместно практически со всеми системами логических элементов РТЛ, ТТЛ, ДТЛ, ЭСТЛ, КМОП. Схема включения КН К521СА3А для работы с ТТЛ и КМОП-логикой приведен на рис. 3.10 и рис. 3.11 соответственно. Форма сигналов приведена в таблице 3.6.

Схема включения КН К521СА3А.

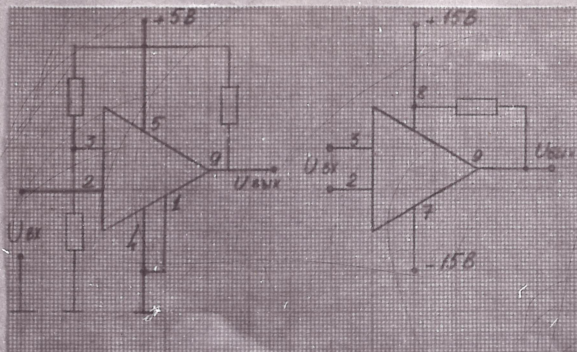


Рис. 3.10

Рис. 11



### 3.2.5 Выбор цифровых ИС.

В проектируемой части системы СПОР предназначается использоваться наряду с аналоговыми и цифровые ИС (ЦИС). Обзор различных типов ЦИС позволяет выбрать для проектируемого устройства семейство ЦИС КМОП-логики серии 564. Данное КМОП-ЦИС подходит нам по быстродействию, высокой экономичности и надежности, по уровню напряжения питания, а также тем, что полностью совместимы с выбранными нами АЦП, АМ и УВХ. Общие характеристики ИС серии 564:

- напряжение источника питания, В  $3 \pm 15$
- Среднее время задержки распространения сигнала, нс 200
- средний ток, мА 0,2 (при  $T = +25^\circ\text{C}$ )
- входное напряжение, В 0,01
- выходное напряжение при  $T_{\text{н.п.}} = 100^\circ\text{C}$ , В 9,99
- интервал температур,  $^\circ\text{C}$   $-50; +85$

Будут использоваться ИС: 564ЦЕ14, 564ТМ2, 564КТ3, 564АН2, 564ЛЕ5.

ИС 564ЦЕ14 представляет собой двои-но-двоично-резистивный рефлексивный регистр. Трафигессое изображение микросхеммы представлено на рис.3.12. Таблицы истинности представлены в таблице 3.7.

ИС 564ТМ2 содержит в себе два D-триггера с асинхроническим тактированием по входу С. Имеет асинхронные входы Set R для установления триггера в нулевое и единичное состояние. Трафигессое изображение ИС 564ТМ2 представлено на рисунке 5.13.

# Таблица истинности UC 564CE14

Таблица 3.7

| Входы |    |    |      | Выполняемые операции                   |
|-------|----|----|------|----------------------------------------|
| СЗ    | ±1 | PE | 2/10 |                                        |
| 1     | *  | 0  | *    | Запрещение счёта                       |
| 0     | 1  | 0  | 1    | Сложение в двоичном режиме             |
| 0     | 1  | 0  | 0    | Сложение в двоично-десятичном          |
| 0     | 0  | 0  | 1    | Вычитание в двоичном режиме            |
| 0     | 0  | 0  | 0    | Вычитание в двоично-десятичном         |
| *     | *  | 1  | *    | Трансформационная установка по входу D |
|       |    |    |      | * любое состояние                      |

Графическое изображение  
UC 564CE14 и 564TM2.

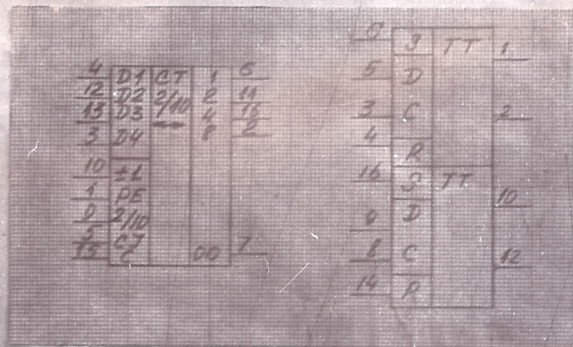


Рис 3.12

Рис 3.13

Микросхема 564КТЗ представляет собой четыре двунаправленных ключей, предназначенных для коммутации цифровых и аналоговых сигналов. UC имеет фаз инвертирующего типа. Графическое изображение UC представлено на рис 3.14

ИС 564АН2 включает в себя шесть элементов "НЕ". Схема записана на входе, не имеющем диодов, подключенных к выходу к линии питания, позволяет работать на вход схемы приращение, при этом выходной тип, белогорье темпу ИС может быть использована как согласующая при переходе от КМОП-схем к ТТЛ-схемам.

Белогорье наименьше мощность входов инверторов ИС может работать на большую нагрузку с  $I_{вх} = 8 \mu A$ ;  $I_{вх} = 1,25 \mu A$ .

ИС 564ЛЕ5 включает в себя четыре элемента "ИЛИ-НЕ". Особенности схемы не имеет. Графическое изображение ИС 564АН2 и 564ЛЕ5 представлено на рис 3.15 и рис 3.16 соответственно.

Графическое изображение

ИС 564КТ3, 564АН2, 564ЛЕ5.

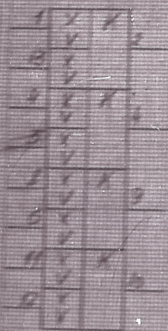


Рис 3.15

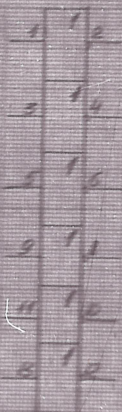


Рис 3.16



Рис 3.16



Данное преобразование уровня TTL-  
схем в уровень КМОП-схем можно  
использовать ИС 133АНЕ, выполненные  
с открытыми коллекторами  
выходов и содержащие шесть выво-  
дов "НЕ". Триггерное преобразование  
микросхем аналогично 564АНЕ (3.15)

Во схемах более 5-6 мБт микросхе-  
мы серии 564 работают неустойчиво.  
Поэтому здесь можно будет использовать  
ИС К133НЕ8, представляющую собой  
генератор частоты с переменным коэф-  
фициентом деления (рис 3.17). Триггер  
сигнала устанавливается в нулевое  
состояние поворотом на вход Р потенциоме-  
тра или микровыключателя. При повороте на вход  
V0 логической единицы происходит зах-  
ват сигнала. На вход Т поворотом потенциоме-  
тра или микровыключателя устанавливается  
при повороте на вход С1 логической ед-  
ницы второго микровыключателя на выходе  
S1 прекращается. Общее число микровы-  
ключателей на входе S1 составляет:

$$N = 32 \cdot X_{32} + 16 \cdot X_{16} + 8 \cdot X_8 + 4 \cdot X_4 + 2 \cdot X_2 + X_1;$$

где  $X_1, \dots, X_{32}$  равны 0 или 1 в зависимости  
от того, поворот или нет микровыключателя  
на соответствующий вход V.

Коэффициент квантования ИС серии 133  
 $SB \pm 10\%$ .

|    |     |    |      |  |
|----|-----|----|------|--|
| 11 | 10  | DT |      |  |
| 9  | T   |    | 20,7 |  |
| 10 | CA  |    |      |  |
| 4  | V1  |    |      |  |
| 1  | V2  |    |      |  |
| 14 | V4  |    |      |  |
| 15 | V1  |    |      |  |
| 2  | V16 |    |      |  |
| 3  | V32 |    |      |  |
| 12 | C2  | S1 | 5    |  |
| 13 | R   | S2 | 8    |  |

Рис 3.17

### 3.3. Расчёт принципиальной схемы.

В этом подразделе будет произведен расчёт основных узлов системы СПОД. Нумерация элементов соответствует нумерации элементов принципиальной схемы.

#### 3.3.1. Расчёт ЦОН.

В состав ЦОН входят: полевой транзистор VT1 работающий как источник тока для прецизионного стабилизатора VD15; ОУ DA19 выполняющий функцию буферного каскада и усилителя напряжения; резисторы R80, R81 и R82. В качестве прецизионного стабилизатора VD15 выбираем стабилизатор DA18E, имеющий

напряжение стабилизации при токе стабилизатора  $10 \text{ мА}$  равно  $9 \text{ В} \pm 5\%$  [28]. В работе [27] экспериментально установлено, что напряжение стабилизации стабилитронов Д818Е при поддержании постоянного тока стабилизации почти не зависит от температуры, что обеспечивает так называемую термостабильность. В работе [32] указано, что стабилитрон Д818Е имеет такую термостабильность, обеспечивая при номинальном токе стабилизации  $10 \text{ мА}$ . Для создания указанного тока ток и напряжение полевой транзистор VT1 КП302А.

Для развязки ЦОН и его нагрузки в схему ЦОН введен буферный усилитель, выполненный на ОУ DA13 140У06А, работающий по схеме инвертирующего усилителя. При таком включении выходное сопротивление измеряется делителем Гом. ОУ DA13 также увеличивает выходное напряжение ЦОН до значения  $10,24 \text{ В}$ , которое необходимо иметь как опорное напряжение, поступающее в АЦП DD6. Коэффициент усиления инвертирующего усилителя равен  $K'_{у.ну} = (1 + R_2^*/R_1)$ , где  $R_2^*$  - в нашем случае равно  $R_{з1}$ ;  $R_1$  - соответственно  $R_{в0}$ .

Требуемый  $K'_{у.ну}$  равен отношению требуемого выходного напряжения ЦОН к напряжению стабилизации стабилитрона VD15:

$$K'_{у.ну} = \frac{10,24}{9} = 1,1377$$

Зависит сопротивление резистора



$R_{81}$ :

$$R_{81} = \frac{R_{80}}{1 - k_{y,uy}^2} = \frac{47 \cdot 10^3}{1,1377 - 1} = 341131 \text{ Ом}$$

Для более точного значения выходного напряжения ИОН в качестве резистора  $R_{80}$  используем подстроивший резистор типа СПЗ-1а сопротивлением 68 ИОН. Так как через резистор  $R_{81}$  протекает очень небольшой ток обратной связи

$$I_{ос} = \frac{U_{ион} - U_{от}}{R_{81}} = \frac{10,24 - 9}{47 \cdot 10^3} = 26 \text{ нА}$$

а мощность, выделяющаяся на резисторе  $R_{81}$  равна

$$P_{R_{81}} = I_{ос}^2 \cdot R_{81} = 32 \text{ мВт} \quad (3.6)$$

выберем в качестве резистора  $R_{81}$  резистор типа МЛТ-0,125.

Цепочки  $R_{79}C_{37}$  и  $R_{83}C_{36}$  предназначены для устранения возможного появления генерации по цепи питания. Рекомендуемые во многих источниках значения емкостей  $C_{36}$  и  $C_{37}$  — 0,01... 0,1 мкФ.

Примымаем значение 0,01 мкФ. Тип конденсаторов КМ-6Б. Парные напряжения на резисторах  $R_{79}$  и  $R_{83}$  должны быть такими, чтобы напряжение питания ОУ находилось в зоне готовности.

При  $R_{79} = R_{83} = 200 \text{ Ом}$  падение напряжения на них

$$U_R = I_{пот} \cdot 200 = 2,8 \cdot 10^{-3} \cdot 200 = 0,56 \text{ В},$$

где  $I_{пот}$  — потребляемый ОУ ток по цепи питания.

Такое значение  $U_R$  не устраивает.  
 Активная мощность, выделяющаяся  
 на резисторах  $R_{23}$  и  $R_{23}$ , равна 1,57 Вт.  
 Выбираем мини резисторы МЛТ-0,125.

### 3.3.2 Расчёт УВХ. *(в выводе - упрощение)*

Так как УВХ КР1100СК2 имеет напряжение  $\pm 12$  В и использует параметрические стабилизаторы напряжения, выполненные на элементах  $R_{26}$ ,  $VD_{17}$  для положительного напряжения и  $R_{25}$ ,  $VD_{16}$  для отрицательного напряжения.

В качестве стабилизаторов  $VD_{16}$  и  $VD_{17}$  выбираем Д814Г, имеющие  $U_{ст} = 11,5 \pm 0,5$  В при  $I_{ст} = 5$  мА. Ток, протекающий через балансные резисторы  $R_{25}$  и  $R_{26}$  равен сумме токов стабилизации стабилизаторов и токов, потребляемых УВХ.

$$I_{R_2} = 5 + 6,5 = 11,5 \text{ мА}$$

Требуемое напряжение на балансных резисторах

$$U_R = 15 - 12 = 3 \text{ В.}$$

Требуемое значение сопротивлений балансных резисторов рассчитаем по формуле:

$$U_R = I \cdot R; \quad R = \frac{U_R}{I} \quad (3.7)$$

$$R_{25} = R_{26} = \frac{3}{11,5 \cdot 10^{-3}} = 260 \text{ Ом.}$$

Используем резисторы типа МЛТ-0,125 - 240 Ом.

Конденсаторы  $C_{26}$  и  $C_{29}$  как и ранее

предположенное для срыва колебаний по цепи питания и дополнительная фильтрация питающего УВХ напряжение, 4х или 6х, емкостью 0,1 мкФ. Резисторы  $R_{вх}$  и  $R_{г}$  согласно [15] равны соответственно 11 кОм и 24 кОм. 2х или СПЗ-1а и МЛТ-0,125.

Запасом емкости конденсатор  $C_{г0}$  выбираем емкостью 1000 мФ, ф.к. умножение на нем напряжения за время преобразования АЦП, равное 100 мкс, составит всего 22 мВ, что не учитывается. Тип конденсатора - КМ-5Б, группа по ТКЕ - МПО.

### 3.3.3 Расчет узла управления АМ.

Конденсатор  $C_{г1}$  - развязывающий. Значение его емкости должно удовлетворять требованию

$$X_c \ll R_{вх} \quad (3.8)$$

где  $X_c$  - реактивное сопротивление конденсатора на низкой частоте звукового диапазона;  $R_{вх}$  - входное сопротивление следующего за ним каскада. Так как входное сопротивление, следующего за ним каскада, является сопротивлением входных элементов, выполненных на ОУ DA3 и DA13, составляет по крайней мере несколько десятков Гом и даже более, выбираем значение емкости конденсатора  $C_{г1}$  - 0,1 мкФ. Его сопротивление вычисляется по формуле

$$X_c = \frac{1}{\omega \cdot C} \quad (3.9)$$

составляет на частоте 100 Гц около



16 кОм, при этом неравенство (3.8) выполняется. Тип конденсатора КМ-6Б. В фильтре-матрице использованы ОУ140УД6А и диод КД503А.

Цепь R44C22 является резистивно-емкостивым сложивающим фильтром. Рассчитаем его по методике, описанной в [29]. Выберем коэффициент сложивания по формуле

$$q = K_{\text{вх}} / K_{\text{вых}} \quad (3.10),$$

где  $K_{\text{вх}}$  - коэффициент усиления на входе фильтра,

$K_{\text{вых}}$  - коэффициент усиления на выходе.

Коэффициент  $K_{\text{вх}}$  в нашем случае равен 1. Коэффициент  $K_{\text{вых}}$  задается в зависимости от назначения и типа питающей схемы. В нашем случае он равен 0,001... 0,002%. Тогда  $q = 1000$ . Определим произведение RC (Ом·мкФ) по формуле

$$RC = 1,5 \cdot 10^6 \cdot q / f_0 \quad (3.11)$$

где  $f_0 = 100$  Гц. Произведение RC равно  $15 \cdot 10^6$ . Величину сопротивления R44 определим из условия

$$0,25 \cdot R_n \leq R_i \leq 0,65 \cdot R_n,$$

где  $R_n$  в нашем случае равно сопротивлению резистора R45.

Примем  $R_{45} = 1 \text{ МОм}$  и  $R_{44} = 510 \text{ кОм}$  рассчитаем значение емкости конденсатора C22.

$$C_{22} = 15 \cdot 10^6 / 510 \cdot 10^3 \approx 30 \text{ мкФ}$$

Резисторы R44 и R45 - типа МЛТ-0,125.

Конденсаторы С22 подбираем типом К53-14 емкостью 33 мкФ на 20 В.

На ОУ DA10 К521СА3А собран триггер Шмитта, порог переключения которого согласно [30] определяется по формуле

$$U_{вх.пор} = U_{вх.} \cdot R' / (R' + R'') \quad (3.12),$$

где  $U_{вх.}$  — максимальный размах входного напряжения КМ DA10;

$R'$  — в нашей схеме  $R_{47}$ ;  $R''$  —  $R_{46}$ .

Принимаем порог включения канала приема равной 0,5 В.  $U_{вх.}$  для КМ К521СА3А равен приблизительно 14,5 В.

Примем  $R_{46} = 6,2 \text{ кОм}$ , рассчитаем  $R_{47}$

$$R_{47} = \frac{U_{вх.} \cdot R_{46}}{U_{вх.пор}} - R_{46} = \frac{14,5 \cdot 6200}{0,5} - 6200 =$$

$$= 174 \text{ кОм}$$

Принимаем  $R_{47} = 180 \text{ кОм}$ . Резистор  $R_{50}$  — нагрузка выходного каскада КМ К521СА3. Его значение при  $U_{вых.} = \pm 15 \text{ В}$  равно 3 кОм [31]. Тип резисторов МЛТ-0,125.

Аналогичными номиналами элементов обладает аналогичная часть включения канала переадреса, выполненная на ОУ DA11 и КМ DA13. Цепочки  $R_{48}C_{23}$  и  $R_{49}C_{26}$ , как и ранее, предназначены для устранения возможности появления генерации по цепи питания. Конденсаторы  $C_{23}$  и  $C_{26}$ , как и ранее, равны 0,1 мкФ, тип КМ-6Б. При  $R_{48} = R_{49} = 100 \text{ Ом}$  напряжение на них равно 0,88 В, это несущественно. Тип резисторов МЛТ-0,125.

В узел управления АМ входят также элементы DD8, DD9.1 и DD10, работающие с элементами обрезами.

При отсутствии приема или передатчи радиостанции на входе слотинка DD10 PE присутствует логический ноль. Он же присутствует на входах 2/10 и C1. Слотики DD10 согласно таблице работают в двоичнодесятичном режиме. Его выход соединен с соответствующими входами АМ DD7 K591KH1. При этом происходит посылка опроса с 16-го по 7-ой каналы АМ с целью определения их уровня с входов "Конец предсказания" АЦП DD5. В это время происходит опрос каналов конфигурируемых напряжений.

При падении радиостанции в режим приема с входов KHA10 на вход 2 элемента DD8.1 поступает сигнал логической единицы. Слотики переводятся в режим установки по выходам D1... D4. При этом с каждым импульсом с входов "Конец предсказания" АЦП по входам D3 и D4 слотинка DD10 фиксируется уровень логической единицы, по выходу D2 логического нуля, а по входу D1 - или логический ноль или единица в зависимости от работы D-триггера DD9.1, включенного в отпущенный режим. В это время используются только входы A3 и A4 АМ DD7.

### 3.3.4. Расчет канала контроля чувствительности ВЧ-тракта.

В состав канала входит буферный усилитель DA2, состоящий из ИС 140YD6A, и делитель напряжения АРУ к требуемому уровню. Входит отрицатель-



или DA2 UC 140YD6A весьма велико, поэтому для преобразования пробы ОУ по входу необходимо исключить возможность срыва входной цепи.

Напряжение по входу АРУ уменьшается в пределах от 3,5В до 8,2В. Действительно напряжению смущит для понижения уровня напряжения:

Выбираем резисторы  $R_{12} = R_{13} = 100 \text{ кОм}$ , или резисторы МЛТ-0,125. Стабилизатор VD8, или КС147, ограничивает выходное напряжение уровня по уровню 4,7В.

### 3.3.5. Расчет канала контроля выходной мощности передатчика.

В состав ула контроля мощности передатчика входит стабилизирующий фильтр R33C13, стабилизирующий уровень напряжения на выходе трансформатора тока, и инвертирующий усилитель напряжения, собранный по ОУ 140YD6A.

Расчет емкостного резистивного стабилизирующего фильтра R33C13 аналогичен расчету, приведенному в пункте 3.3.3. В соответствии с тем принятым значением равным  $R_{33} = 510 \text{ кОм}$ , тип резистора МЛТ-0,125,  $C_{13} = 33 \text{ мкФ}$  на 20В. Тип конденсатора К53-1А.

Коэффициент усиления в полосе пропускания фильтра равен 6 и определяется по формуле

$$K_{ос} = 1 + \frac{R_{32}}{R_{31}}; \quad (3.13)$$

Выбираем значение  $R_{32} = 100 \text{ кОм}$ ,  $R_{31} = 22 \text{ кОм}$ .

Тип резистора МЛТ-0,125. Минимальное значение резистора  $R_{34}$  равно 200 Ом, тип МЛТ-0,125. Стабилитрон VD12 служит для ограничения уровня выходного напряжения. Тип стабилитрона КС 147.

### 3.3.6 Расчет каналов контроля коэффициента передачи НЧ-тракта и питающих напряжений.

В состав канала контроля коэффициента передачи НЧ-тракта входят резистивный делитель напряжения  $R_1 R_2$ , входной делитель напряжения и дифференциальный усилитель DA1.

Делитель напряжения  $R_1 R_2$  служит для понижения входного напряжения. Напряжения  $R_1 = 100 \text{ кОм}$ ,  $R_2 = 24 \text{ кОм}$ , тип резистора МЛТ-0,125.

Входной делитель служит для снижения входного напряжения, выходного для порога его на вход ОУ DA1. Конденсатор C1 - байпасировочный, номинал его равен 22 мкФ. Тип конденсатора КЧ-65. Диоды VD1 и VD2 входные, типа КД503А. Конденсатор C3 - фильтрующий. Его расчет производится аналогично расчету конденсатора RC-фильтра (произведенного в пункте 3.3.3.), а в качестве резистора выступает сопротивление диода VD2 в открытом состоянии. Расчетный емкостной конденсатор C3 - 33 мкФ. Тип конденсатора К53-1А. Выходные VD3, VD4, C2, C4 аналогичны расчетным.

Дифференциальный усилитель DA1

представлен на ОУ 1409АВ4 и служит для временного напряжения разброса, уменьшенного до необходимого уровня. Цепочки  $R7C5$  и  $R8C6$  предназначены для устранения возможности появления генерации по цепи питания. Конденсаторы  $C5$  и  $C6$ , как и ранее, равны  $0,1 \text{ мкФ}$ , тип КМ-6Б. При  $R7=R8=100 \text{ Ом}$  начальные напряжения на них равны  $0,8 \text{ В}$ , это нам подходит.

Тип резистора МЛТ-0,125. Сопротивление резистора  $R9$  выбираем, как и ранее, равным  $200 \text{ Ом}$ . Стабилитрон  $VDS$  типа КС147, служит для ограничения выходного напряжения.

В состав канала контроля питания входят делитель напряжения и дифференциальный усилитель ДАЗ, собранный на ОУ 1409АВ4. Выборочное значение сопротивлений отрицательной обратной связи равно  $300 \text{ кОм}$ . Следовательно  $R14=300 \text{ кОм}$ , тип МЛТ-0,125. Резистор  $R16$  служит для ограничения выходного тока ОУ при возможности короткого замыкания на выходе транзисторов  $VD6$  и  $VD7$ , тип КД503А служит для защиты входа ОУ от перегрузки по напряжению. Стабилитрон  $VDS$ , тип КС147, ограничивает выходное напряжение узла на уровне  $4,7 \text{ В}$ , максимальное значение  $R16$ , как и ранее, равно  $10 \text{ кОм}$ , тип СМ-0,125.

3.3.7. Работы кварцевого генератора. Для переносного генератора на элементе DD3.3 рекомендуемые



или емкости конденсаторов  $C7$  и  $C8$   
 могут быть приняты  $16...68 \text{ нФ}$  и  $16...15 \text{ нФ}$   
 соответственно. Типичный конденсатор  
 КН-5Б-ПЗЗ. Температура  $250^\circ\text{C}$ .  
 Для формирования стандартных импульсов  
 к выходу подключаются инверторы  
 DD3.2 и DD3.4.

### 5.3.8. Расчёт канала контроля коэффициента глубины модуляции

Расчитываем полосовой фильтр с по-  
 ложительной связью с резонансной посто-  
 ян  $100\text{ ГГц}$ , выполненной по ОУДАЧ типа  
 КОУДА6А. Данные для расчёта:  
 $U_{01} = 0,88$ ;  $U_{02} = 38$ ; резонансная частота  $f$

$$f = \frac{1}{2\pi RC}$$

т.к.  $R = R_{26} = R_{27}$ ;  
 $C = C_{14} = C_{15}$ ;

коэффициент передачи на резонансной  
 частоте  $A$

$$A = \frac{K}{3-K}$$

т.к.  $K = 1 + \frac{R_{24}}{R_{23}}$

$$A = \frac{3}{0,8} = 3,75 = \frac{K}{3-K}$$

Отсюда  $K = 2,37$ . Если вычислить  $R_{24} = 100 \text{ Ом}$ ,

$$R_{23} = \frac{100}{1,37} = 75 \text{ Ом}$$

Заданное  $R = 46 \text{ кОм}$ , тогда  $C = 0,1 \text{ нФ}$ .  
 Тогда  $R_{26} = R_{27} = 46 \text{ кОм}$ ;  $R_{28} = 53 \text{ кОм}$ ;  $C_{14} = C_{15} =$   
 $0,1 \text{ нФ}$ .

Расчитаем ФВЧ  $R_{43}C_{20}$ . Примем  $g = 1000$ , тогда

$$R_{43}C_{20} = \frac{15 \cdot 10^6 \cdot 1000}{100} = 1,5 \cdot 10^7 \text{ мкс/ам}$$

Если  $R_{43} = 1 \text{ Мом}$ , то  $C_{20} = 15 \text{ нФ}$ , или КМ-65. Тип миксера МАТ-0,125.

Расчитаем амплитудный детектор, выполненный на элементах  $C12, VD10, VD11$   $C13$  и  $R25$ . Тип диода выбираем по наибольшему произведению  $S \cdot R_{\text{обр}}$ , где  $S$  - коэффициент вольт-амперной характеристики диода, и заданному значению  $R_{\text{обр}}$ . Выбираем диод КД503А, имеющий:

- $C_d$  - паразитная емкость диода  $5 \text{ пФ}$ ;
- $R_{\text{пр}}$  - прямое сопротивление диода более  $15 \text{ Мом}$ ;

Выбор  $C13$  определяется требованием  $C13 > 100g$  и флюктуации напряжения

$$\frac{1}{2\pi f C13} \ll R25 \quad (3.16)$$

Согласно [1] выбираем  $C13 = 33 \text{ нФ}$ . Сопротивление  $R25$  выбираем исходя из условий

$$R_{\text{обр}} \gg R25 \gg R_{\text{пр}} \quad (3.17)$$

или

$$\frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C13} = \frac{1}{2\pi \cdot 1000 \cdot 33 \cdot 10^{-6}} \ll 4,82 \text{ Ом} \ll R25$$

Выбираем  $R25 = 1 \text{ Мом}$ , типа МАТ-0,25. Выход сопротивления детектора

$$R_{\text{ex}} = \frac{R_{\text{обр}}}{3 + 2 \cdot R_{\text{обр}}/R25} \quad (3.18)$$

$$R_{6x} = \frac{15 \cdot 10^6}{3 + 30} = 454,5 \text{ кОм}$$

Требование к  $X_{C12}$  выполняется неравенством

$$X_{C12} \leq R_{6x} \quad (3.19)$$

При  $f = 1000 \text{ Гц}$ ,  $C = 1 \text{ мкФ}$ ,  $X_{C12}$  равно  $160 \text{ Ом}$ , что удовлетворяет условию неравенства (3.19).

Усилители с переменными коэффициентами усиления выполнены на ОУ DA6 и DA8. Схемы симметрично собраны относительно официальных выходных характеристик.

Выбор параметров VT1\*, VT2\*, R23, R35, R30 и R36 в совокупности итоге определяет значение коэффициента глубины модуляции. Принципы действия и ориентировочный расчет аналогичного коэффициента глубины модуляции приведен в гл. I.

Исходя из чего приведем значения элементов рассматриваемого узла:  
 VT1\*, VT2\* — К504НТ1А;  $R23 = R35 = 6,2 \text{ кОм}$ ;  
 $R30 = R36 = 51 \text{ кОм}$ ;  $R37 = R38 = 300 \text{ Ом}$ ;  $R39 = 1 \text{ МОм}$ ;  
 $R42 = 200 \text{ Ом}$ ; VD11 — типа КС147.

Необходимо указать, что приведенные значения сопротивлений резисторов ориентировочные, так как они зависят от параметров конкретных транзисторов сборки К504НТ1А, которые имеют значительный производственный разброс от образцов к образцам.



#### 4. Техническая эксплуатация автоматизированного стенда контроля параметров КВ радиостанции.

Техническая эксплуатация, согласно ГОСТ 24.212-80 "Техническая эксплуатация. Термины и определения", есть комплекс инженерно-технических мероприятий, направленных на надежную работу оборудования в процессе использования по назначению.

Надежность работы РЭО обеспечивается за счет мероприятий, проводимых как в процессе проектирования, так и в процессе эксплуатации.

При проектировании надежность обеспечивается следующими факторами:

- выбор надежной элементной базы;
- выбор надежных принципов действия;
- учет при конструировании возможностей эксплуатационного состава и условий работы.

Следовательно, необходимо учесть все эти факторы и в случае выявления потребности при проектировании, не удовлетворяющих приведенным выше требованиям, произвести уточнение.

#### 4.1 Расчет надежности схемы.

Предназначенная система состоит из высоконадежных элементов - ИС микрой

|          |       |       |     |     |        |
|----------|-------|-------|-----|-----|--------|
| № докум. | подп. | Дата  | Авт | Изм | Листов |
| Уткин    | К.А.  | 16.02 |     | IV  |        |
| Ворленко |       |       |     |     |        |
| Ворленко |       |       |     |     |        |
| Ильин    |       |       |     |     |        |

ГОСТ 2.104-81

Листов 11

степени интересности. Вспомогательное, что в системе может возникнуть только один отказ, вызванный отказом одного элемента схемы.

Эти показатели мы введем следующие формулы:

- создание элементов системы, с точки зрения надежности;
- интенсивность отказов элементов не зависит от времени (экспоненциальный закон распределения);
- отказы одних элементов схемы не влияют на отказы других.

При этом допущение, которое является для данной системы весьма близким, расчёт надежности можем произвести по среднегрупповым интенсивностям отказов элементов с учётом влияния условий эксплуатации.

Интенсивность отказов системы можно определить следующие образом:

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^n N_i \cdot \lambda_i(\alpha), \quad (4.1)$$

- где  $\lambda_c$  - интенсивность отказов системы;  
 $n$  - количество групп элементов;  
 $N$  - число элементов в этой группе.

$$\lambda_i(\alpha) = \lambda_{i0} \prod_{j=0}^m K_j, \quad (4.2)$$

- где  $\lambda_{i0}$  - среднегрупповая интенсивность отказов  $i$ -ой группы при номинальных условиях;  
 $m$  - количество влияющих на надёжность условий эксплуатации системы;  
 $K_j$  - коэффициент ухудшения надёжности.

Так как характерный срок, то  
переходим в виде

$$\lambda_c = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot \sum_{i=1}^n N_i \cdot \alpha_{i0} \cdot d_i(k_n, t), \quad (4.3)$$

где  $k_1 = 1,46$  - поправочный коэффициент  
на вид нагрузки;

$k_2 = 1,13$  - поправочный коэффициент  
на удельное напряжение;

$k_3 = 2,5$  - поправочный коэффициент  
на влажность 90 ÷ 98% и  
температуру  $t = 40 \div 50^\circ\text{C}$ ;

$k_4 = 1,25$  - поправочный коэффициент  
на высоту налета 8 ÷ 10 км

$$K = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 5,156$$

$d_i(k_n, t)$  - пересчётный коэффициент  
надёжности элемента  $i$ -ой  
группы, зависящий от коэф-  
фициента электрической нагрузки эле-  
мента в схеме ( $k_n$ ) и температуры ( $t$ ),  
приведённый в [12].

Для экспоненциального закона  
распределения, применимого к  
функции сигнала, вероятность безотказ-  
ной работы можно определить по  
формуле

$$P(t) = \exp[-\lambda_c \cdot t], \quad (4.4)$$

Среднее время наработки опреде-  
ляе по формуле

$$T_{ос} = \frac{1}{\lambda_c}, \quad (4.5)$$

Необходимые для расчёта значения  
элементов по группам и  
среднегрупповые интенсивности отка-



306 приведены в таблице 4.1

Таблица 4.1

| Тип элемента       | $\lambda_i \cdot 10^{-6},$<br>1/год | число<br>элементов<br>в схеме | $\alpha_i(K_u, t)$ |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| Интегральные схемы | 0,1                                 | 185                           | 15                 |
| транзисторы        | 0,1                                 | 4                             | 1,5                |
| диоды              | 0,1                                 | 24                            | 1,5                |
| резисторы          | 0,04                                | 164                           | 1,17               |
| разъемы            | 0,1                                 | 2                             | —                  |
| кварцы             | 0,03                                | 2                             | —                  |
| микропроцессоры    | 0,1                                 | 2                             | —                  |
| набор              | 0,004                               | 1053                          | —                  |
| конденсаторы       | 0,1                                 | 50                            | 0,46               |

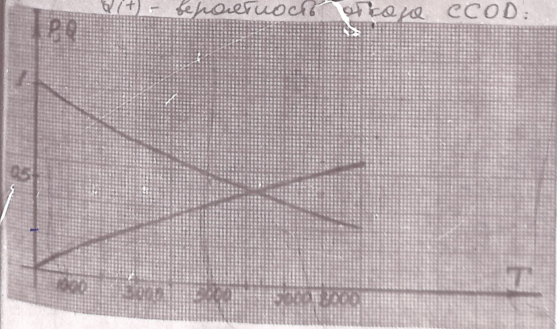
Согласно (4.3) для проектируемой части системы

$$\lambda_c = 111,422 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год} ; T_{oc} = 8988,6 \text{ год.}$$

Программа расчета и значение расчета приведены ниже. График зависимости  $P=f(t)$  представлен на рисунке 4.1. На том же графике представлена обратная зависимость  $Q(t) = 1 - P(t)$ : Знач

$P(t)$  - вероятность безотказной работы  
ССОД;

$Q(t)$  - вероятность отказа ССОД.



```

0001 REAL LAMDA(SO)
0002 DIMENSION N(SO)
0003 K=6.64
0004 DATA N/85.4,724,144,50,1,1,1,1000/
0005 C I
0006 I
0007 S=0
0008 NN=0
0009 DO 5 I=1,NN
0010 S=S+K*LAMDA(I)+N(I)+0.0000001
0011 NT1=0
0012 NT2=10000
0013 NDT=500
0014 DO 10 I=NT1,NT2,NDT
0015 V=S-I
0016 P=EXP(V)
0017 C I
0018 I
0019 I=I-P
0020 PRINT 55,I,P
0021 FORMAT('T=',I8.5X,' P=',F10.7,5X,' Q=',F10.7)
0022 CONTINUE
0023 END
DE EC FORTRAN ST 56-02.79 MAIN DATE 11
    
```

| SYMBOL |          | LOCATION   |          | SUBPROGRAMS CALLED |          | SYMBOL |          | LOCATION |          |
|--------|----------|------------|----------|--------------------|----------|--------|----------|----------|----------|
| ISCOIN | 98       | EXP        | LOCATION | 9C                 |          |        |          |          |          |
| SYMBOL | LOCATION | SYMBOL     | LOCATION | SYMBOL             | LOCATION | SYMBOL | LOCATION | SYMBOL   | LOCATION |
| EXP    | A4       | SCALAR MAP |          |                    |          |        |          |          |          |
| NT2    | RS       | EXP        | AS       | NN                 | AC       |        |          |          |          |
|        |          | NDT        | BC       | V                  | CO       |        |          |          |          |
| SYMBOL | LOCATION | SYMBOL     | LOCATION | SYMBOL             | LOCATION | SYMBOL | LOCATION | SYMBOL   | LOCATION |
| LAMDA  | CC       | N          | 194      |                    |          |        |          |          |          |
| SYMBOL | LOCATION | SYMBOL     | LOCATION | SYMBOL             | LOCATION | SYMBOL | LOCATION | SYMBOL   | LOCATION |
| 55     | 25C      |            |          |                    |          |        |          |          |          |

\*OPTIONS IN EFFECT: ID,DKOY, SOURCE, NOLIST, NODECK, LOAD, MAP  
 \*OPTIONS IN EFFECT: NAME = MAIN, LINECT = 70  
 \*STATISTICS: SOURCE STATEMENTS = 20, PROGRAM SIZE =  
 \*STATISTICS: NO DIAGNOSTICS GENERATED.

LINKAGE EDITOR

OPTIONS SPECIFIED NOXRES, LET, LIST

\*\*\*\*MAIN DOES NOT EXIST BUT HAS BEEN ADDED TO DATA SET  
 AUTHORIZATION CODE IS 0.

|    |       |    |            |    |           |
|----|-------|----|------------|----|-----------|
| Yn | 0     | P= | 1.00000000 | Q= | 0.0       |
| Yn | 500   | P= | 0.9472617  | Q= | 0.0527383 |
| Yn | 1000  | P= | 0.8973067  | Q= | 0.1026953 |
| Yn | 1500  | P= | 0.8499823  | Q= | 0.1500177 |
| Yn | 2000  | P= | 0.8051557  | Q= | 0.1968443 |
| Yn | 2500  | P= | 0.7626931  | Q= | 0.2373669 |
| Yn | 3000  | P= | 0.7224780  | Q= | 0.2773300 |
| Yn | 3500  | P= | 0.6856362  | Q= | 0.3163119 |
| Yn | 4000  | P= | 0.6522757  | Q= | 0.3517243 |
| Yn | 4500  | P= | 0.6160867  | Q= | 0.3859133 |
| Yn | 5000  | P= | 0.5817808  | Q= | 0.4182992 |
| Yn | 5500  | P= | 0.5510229  | Q= | 0.4488977 |
| Yn | 6000  | P= | 0.5219628  | Q= | 0.4780372 |
| Yn | 6500  | P= | 0.4944355  | Q= | 0.5055646 |
| Yn | 7000  | P= | 0.4683597  | Q= | 0.5316403 |
| Yn | 7500  | P= | 0.4436592  | Q= | 0.5563408 |
| Yn | 8000  | P= | 0.4202611  | Q= | 0.5797387 |
| Yn | 8500  | P= | 0.3980971  | Q= | 0.6019823 |
| Yn | 9000  | P= | 0.3773024  | Q= | 0.6228975 |
| Yn | 9500  | P= | 0.3572167  | Q= | 0.6427852 |
| Yn | 10000 | P= | 0.3383758  | Q= | 0.6616262 |

## 42. Ремонтпригодность и контроль работоспособности.

В современной радиоэлектронной аппаратуре рост количества радиоэлектронных элементов опережает рост их безотказности, что приводит к увеличению среднего времени безотказной работы и увеличению времени вынужденного простоя аппаратуры. Поэтому приходится уделять особое внимание ремонтпригодности, как одной из наиболее "трудных" проблем обеспечения надежности радиоэлектронной аппаратуры.

Ремонтпригодность так же, как и безотказность, зависит от организации эксплуатации и от свойств аппаратуры. Низкая ремонтпригодность снижает коэффициент готовности и производительность аппаратуры, а также приводит к большим расходам на ее обслуживание.

При проектировании автоматизированного стенда были осуществлены мероприятия по повышению ремонтпригодности. К числу таких мероприятий относится маркировка. Она позволяет сократить в два раза время поиска отколовшего элемента. От конструктивных особенностей стенда зависит не только время поиска отколовшего элемента, но и время его замены.

Поэтому были учтены возможности доступа к элементам схемы обслуживающего персонала.



В результате механического обслуживания стеног поддерживается в работоспособном состоянии.

Основным содержанием механического обслуживания является профилактическое обслуживание, которое выполняется в плановом порядке, с целью поддержания, стенога в исправном состоянии.

Транспортируемый стеног автосекторные основных параметров КВ разноточности даются эксплуатироваться в стационарных условиях и устанавливается в помещениях. На всех стадиях эксплуатации необходимо соблюдать осторожность в обращении, не допускать механических ударов, обращать внимание на правильность подключения кабелей питания и измерительных. Необходимо произвести внешний осмотр, проверить комплектность и наличие пломб. Перед включением электропитания убедиться в соответствии питающих напряжений фактическим данным.

Подготовку стенога к работе производим в следующей последовательности:

1. Размещаем и проверяем разноточность.
2. Соединяем кабельное хозяйство согласно схеме электрических соединений.
3. Подключаем необходимое измерительное прибор.
4. Убедившись в правильности соединений изделий производим разноточность, контрольно-измеритель-

ных приборов подсоединении к источнику питания с помощью кабелей.

В процессе эксплуатации бензо, с целью обеспечения работоспособности, в течение всего времени эксплуатации регулярно, через каждые 6 месяцев необходимо проводить контрольно-профилактические работы. В перечень основных проверок технического состояния извещив входят следующие мероприятия:

1. Проверка креплений кабелей и кабельных разъемов (не извещив не должно быть вытечек, потёртостей и обрывов).

2. Проверка состояния лакокрасочного и гальванического покрытия (не должно быть следов коррозии и отгорания).

3. Проверка чёткости фиксации поршневых колец.

4. Проверка состояния переходного сопротивления с помощью микрометра типа ЕВ-6 или аналогичного ему. (переходное сопротивление между соединяемыми элементами должно быть не более 2000 мкОм).

5. Проверка параметров эквивалента антенны:

- входное сопротивление;

- напряжённость электрического поля на расстоянии 1м от рабочего места (должно не превышать 20 В/м).

6. Проверка параметров эквивалента нагрузки:

- входное сопротивление и СВЧ,

измеряется прибором БЮ-8 или

аналогичным ему (КЭВ должно  
быть равно 0,9).

След аудиторские имеет следующие  
виды регламентных работ:

- ежедневные;
- ежемесячные;
- квартальные;
- полугодовые;
- годовые.

При ежедневных регламентных  
работах проводится внешний осмотр  
и чистка стелла.

При ежемесячных регламентных  
работах проводится осмотр стелла  
с целью выявления внешних при-  
знаков возможных неисправностей,  
проверки правильности показаний  
встроенных приборов.

В результате осмотра устанавли-  
вается наличие применений внешне-  
го вида конструктивных элементов,  
их перегрева, искрение, потемнение  
и так далее.

При квартальном проверении  
работ проводится чистка стелла с  
помощью щеток, палочек, сухих  
щеток и кистей, ветоши, спирта и  
красок. Проводится проверка работоспо-  
собности и технического состояния,  
устранение неисправностей.

При полугодовой регламентных  
работах проверяется внешнее состо-  
яние стелла, как и при ежемесячных.  
Проводятся работы, которые способствуют  
быстрому выявлению неисправностей, устранению  
поломок и контролю работы приборов.



ров.

Регулирующее рабочее проводится с целью восстановления утраченных элементов войск или работоспособности, а так же для повышения антиважных технических характеристик.

Техническое регулирование работы включает в себя: технический осмотр; проверку организации эксплуатации работоспособности средств; своевременность проведения регулировочных работ. Проводится прогнозирование отказов, которые основываются на прогнозировании, что возникновению отказов предшествует изменение или изменение параметров элементов.

Основная цель прогнозирования состоит в том, чтобы обнаружить в среде элементное, изменение параметров которые могут привести к отказу аппаратуры при работе, и своевременное их замена.

Одним из важнейших условий поддержания работоспособности аппаратуры в исправном состоянии является повседневное и систематическое контролирование технических параметров средств, для чего и проводятся технические осмотры и технические проверки аппаратуры.

## Заключение.

В результате дипломного проектирования разработан автоматизированный станг контроля параметров КВ разностаными измерительными средствами параметры разностаными:

- питающее напряжение;
- частота;
- чувствительность;
- коэффициент передачи НЧ-тракта;
- мощность;
- коэффициент глубины модуляции.

В главе 3 приведен расчёт системы первичной обработки данных, который является специализированной частью прибора. В заключение нами рассмотрены вопросы надёжности, технической эксплуатации, охраны труда и окружающей среды, экономической эффективности.

Станг спроектирован на современной элементной базе, обеспечивает работоспособность и излучение по сравнению с известными стангами контроля техническими характеристиками. Поэтому можно надеяться, что он найдёт применение в деятельности соответствующих служб предприятий ГА.

# Перечень использованной литературы:

1. Материалы XVII съезд КПСС - М. Политиздат, 1981 - 223с.
2. „Основные направления экономического и социального развития СССР на 1986-1990 годы и на период до 2000 года“ - газета „Правда“.
3. Чернышов А.А., Ведерников В.В. Автоматизация радиомикроэлектронной аппаратуры - М. „Радио и связь“, 1982г.
4. 26th Electronic Component Conf., April 26+28, 1979
5. Кисельов В.В. Особенности проектирования надежности и испытаний БИС - В кн. Эксплуатация радиомикроэлектронных систем и надежность их элементов. Тезисы, доклады и семинары. Минск, БелНИИПТИ, 1982г.
6. Гаскелов Д.В. Прогнозирование технического состояния и надежности радиомикроэлектронной аппаратуры - М. Энергия, 1981г.
7. Келам В.К. Средства связи пассажирских самолетов. - Киев: Высшая школа, 1980г.
8. Воробьев Н.В., Вернер В.Д. Микропроцессор. Элементная база и схемотехника средств сопряжения - М: Высшая школа, 1984г.
9. Фролов Г.И. Микропроцессоры. Автоматизированные системы контроля объектов - М: Высшая школа, 1984г.
10. Тареев П. Анализовые устройства для микропроцессоров и микро-ЭВМ - М: Мир, 1981г.
11. Энциклопедия кибернетики. Т.1,2 - Киев: Глос. ред. Украинской Сов. Энциклопедии, 1972г.



12. Маминин В.В., Школин В.В. Аппараты -  
цифровой преобразователь - М. Сов. радио, 1980.
13. Гитис Э.И. Преобразователи информации  
для цифровых электронных устройств -  
М.: Энергия, 1975.
14. Микроэлектронике ЦА и АЦ преобразовате-  
ли информации /Под. ред. В.Б. Силина / -  
М.: Энергия, 1976.
15. Гольцов В.П., Сагаменко А.А. Микросхема  
КР1100СК2 - устройство выборки и хранения  
аналоговых сигналов, "Электронная  
промышленность" 1983, вып. 4.
16. Полупроводниковые приборы: диоды, те-  
ристоры. Справочник. Под. редакцией  
И.И. Горюнова. - М.: Энергия, 1983.
17. Нестеренко Б.К. Интегральные операцион-  
ные усилители - М. Энергоиздат, 1982.
18. Икрбаков В.И. Электронные схемы на  
операционных усилителях. Справочник -  
техн.: Техник, 1982.
19. ОСТ II. 340. 307-80. Микросхемы интеграл-  
ные. Серия 564. Руководство по применению.
20. Справочник по электрическим конденса-  
торам. Диеков М.И., Пришечков В.В.  
и др.; Под редак. И.И. Ченчикова. - М.: Радио  
и связь, 1980.
21. Интегральные микросхемы. Справочник.  
Под. ред. Б.В. Гарабриня - М. Радио и связь, 1983.
22. Шмаков Г.П. Изменение параметров  
ЦАП и АЦП - М. Радио и связь, 1985г.



# Стабилитроны

|                            |                        |    |
|----------------------------|------------------------|----|
| UD15                       | D818E                  | 1  |
| UD16,17                    | D814Г                  | 2  |
| Кремний диоды              |                        |    |
| КМ-5Б, КМ-8Б 0x0.460.043TV |                        |    |
| C27;C32                    | КМ-5Б - H30 - 100 ПД   | 2  |
| C10;C8                     | КМ-5Б - H30 - 16 ПД    | 2  |
| C7;C9                      | КМ-5Б - H50 - 33 ПД    | 2  |
| C30;C31                    | КМ-6Б - H30 - 1000 ПД  | 2  |
| C34;C36                    | КМ-8Б - H50 - 0,01 МКВ | 3  |
| C37                        |                        |    |
| C5;C6                      | КМ-8Б - H50 - 0,1 МКВ  | 18 |
| C11;C14                    |                        |    |
| C15;C16                    |                        |    |
| C17;C18                    |                        |    |
| C21;C24                    |                        |    |
| C26;C28                    |                        |    |
| C29...34                   |                        |    |
| C12                        | КМ-8Б - H30 - 1 МКВ    | 1  |
| C1;C2                      | КМ-8Б - H50 - 2,2 МКВ  | 2  |
| C20;C33                    | КМ-8Б - H30 - 15 МКВ   | 2  |
| C3;C4                      | КМ-8Б - H50 - 33 МКВ   | 6  |
| C13;C19                    | 1                      |    |
| C22;C25                    |                        |    |

## Резисторы

ОМЛТ ГОСТ 7113-77  
КМ 0x0 460-107TV

|         |                           |   |
|---------|---------------------------|---|
| R7;R8   | КМ-0,25-100 Ом $\pm 10\%$ | 8 |
| R21;R22 |                           |   |
| R4B;R4  |                           |   |
| R61;R62 |                           |   |



R<sub>31</sub>:R<sub>16</sub> O.M.A.T - 0,25 - 200Ω ± 5% 2

R<sub>34</sub>:R<sub>42</sub>

R<sub>49</sub>:R<sub>52</sub>

R<sub>51</sub>

R<sub>55</sub>:R<sub>56</sub> O.M.A.T - 0,5 - 240Ω ± 10% 2

R<sub>37</sub>:R<sub>38</sub> O.M.A.T - 0,25 - 300Ω ± 5% 2

P<sub>60</sub> O.M.A.T - 0,25 - 510Ω ± 10% 1

R<sub>26</sub>:R<sub>27</sub> O.M.A.T - 0,25 - 1,6KΩ ± 10% 2

R<sub>50</sub>:R<sub>53</sub> O.M.A.T - 0,25 - 3KΩ ± 10% 2

R<sub>28</sub> O.M.A.T - 0,25 - 3,3KΩ ± 5% 1

R<sub>33</sub>:R<sub>35</sub> O.M.A.T - 0,5 - 6,2KΩ ± 10% 3

R<sub>46</sub> O.M.A.T - 0,125 - 10KΩ ± 5% 1

R<sub>46</sub> O.M.A.T - 0,5 - 11,5KΩ ± 10% 1

R<sub>21</sub>:R<sub>2</sub> O.M.A.T - 0,25 - 20KΩ ± 5% 2

R<sub>65</sub>:R<sub>67</sub> O.M.A.T - 0,25 - 22KΩ ± 10% 2

R<sub>31</sub> O.M.A.T - 0,5 - 24KΩ ± 10% 1

R<sub>2</sub>:R<sub>67</sub> O.M.A.T - 0,5 - 47KΩ ± 10% 2

R<sub>4</sub> O.M.A.T - 0,25 - 5KΩ ± 10% 1