

**AUDIO COMPLEX GENERATOR**  
**КОМПЛЕКСНЫЙ ЗВУКОВОЙ ГЕНЕРАТОР**

TR-0157/K008

**I**

**MAGYAR SZÖVEG**  
**РУССКИЙ ТЕКСТ**  
**DEUTSCHER TEXT**

**3 OLDAL**  
**СТРАНИЦА 79**  
**SEITE 159**



**HIRADASTECHNIKA**  
**BUDAPEST**  
**HUNGARY**



## О Г Л А В Л Е Н И Е

I. ТОМ

I. ПОСТРОЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСНОГО ЗВУКОВОГО ГЕНЕРАТОРА.....	81
1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ.....	82
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ.....	85
3. ОБЩИЕ ИНСТРУКЦИИ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ УХОДУ И РЕМОНТУ..	86
Уход за механической частью.....	86
Уход за электрической частью.....	86
Отыскивание электрических неисправностей.....	87
II. ЭЛЕКТРОННЫЙ ВОЛЬТОММЕТР КОМПЛЕКСНОГО ЗВУКОВОГО ГЕНЕРАТОРА.....	89
1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ.....	90
Механическая конструкция.....	90
Электрическое построение.....	90
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ.....	92
3. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ.....	94
4. ИНСТРУКЦИЯ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ.....	97
Подготовка к пуску в эксплуатацию.....	97
Описание органов управления.....	97
Пуск прибора в эксплуатацию.....	98
Калибровка перед измерением.....	98
5. ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ УХОДУ И РЕМОНТУ.....	99
Отыскивание и устранение неисправностей.....	99
III. ЗВУКОВОЙ ГЕНЕРАТОР КОМПЛЕКСНОГО ЗВУКОВОГО ГЕНЕРАТОРА.....	103
1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ.....	104
Механическая конструкция.....	104
Электрическое построение.....	105
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ.....	107
3. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ.....	109
4. ИНСТРУКЦИЯ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ.....	115
Пуск прибора в эксплуатацию.....	115
Описание органов управления.....	115
Калибровка частоты.....	115
5. ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ УХОДУ И РЕМОНТУ.....	117
Уход за механической частью.....	117
Уход за электрической частью.....	117
Отыскивание и устранение неисправностей.....	118

IV. ЧАСТОТОМЕР КОМПЛЕКСНОГО ЗВУКОВОГО ГЕНЕРАТОРА.....	121
1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ.....	122
Механическая конструкция.....	123
Электрическое построение.....	123
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ.....	125
3. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ.....	127
Измерение частоты.....	127
Измерение колебания частоты и детонации.....	128
4. ИНСТРУКЦИЯ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ.....	132
Пуск прибора в эксплуатацию.....	132
Описание органов управления.....	132
5. ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ УХОДУ И РЕМОНТУ.....	133
Отыскивание и устранение неисправностей.....	133
V. ИЗМЕРИТЕЛЬ ИСКАЖЕНИЙ КОМПЛЕКСНОГО ЗВУКОВОГО ГЕНЕРАТОРА.....	135
1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ.....	136
Механическая конструкция.....	137
Электрическое построение.....	137
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ.....	139
3. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ.....	141
Измерение в режиме фиксированной частоты.....	141
Измерение в режиме изменяющейся частоты.....	142
4. ИНСТРУКЦИЯ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ.....	144
Пуск прибора в эксплуатацию.....	144
Описание органов управления.....	144
5. ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ УХОДУ И РЕМОНТУ.....	146
Уход за механической частью.....	146
Уход за электрической частью.....	146
Отыскивание и устранение неисправностей.....	147
VI. ИНСТРУКЦИЯ ПО ПОЛЬЗОВАНИЮ КОМПЛЕКСНЫМ ЗВУКОВЫМ ГЕНЕРАТОРОМ.....	149
1. ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ И СОПРОТИВЛЕНИЙ.....	150
Измерение постоянного напряжения.....	150
Измерение переменного напряжения.....	150
Измерение сопротивлений.....	150
2. ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕДАЧИ И ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕ- РИСТИК.....	151
Измерение усиления.....	151
Измерение частотной характеристики.....	151
Испытание усилителя звуковой частоты симметричным прямоугольным сигналом.....	152
3. ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ, КОЛЕБАНИЯ ЧАСТОТЫ И ДЕТОНАЦИЙ..	153
4. ИЗМЕРЕНИЕ ИСКАЖЕНИЙ.....	155
РИСУНКИ И ПРИЛОЖЕНИЯ.....	во II. томе

Часть I.

ПОСТРОЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСНОГО ЗВУКОВОГО  
ГЕНЕРАТОРА

## 1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Для испытания, наладки и ремонта звукочастотной аппаратуры до сих пор необходимо было применять комплект различных приборов и аппаратов, что связано со сложным их соединением. Сопряженное применение приборов различного типа, системы или производства требует весьма большого внимания, а правильное согласование этих приборов занимает большую часть времени измерения. Кроме этого, согласование различных параметров и характеристик затрудняет оценку измерения и повышает погрешность.

К звукочастотным устройствам, как правило, относятся усилители, звукозаписывающие и звуковоспроизводящие устройства. Для испытания этих звукочастотных устройств в первую очередь, требуется хорошо обслуживаемый и точный вольтметр.

Дальнейшими незаменимыми приборами для звукочастотных испытаний являются звуковой генератор, частотомер и измеритель искажений, которые дают хорошо оцениваемую картину о качественных характеристиках воспроизводимого звука.

На основании вышеизложенного в HIRADASTECHNIKA разработана система комплексного звукового генератора, который состоит из 4 сменных блоков:

- электронный вольтметр TR-1455/V003
- звуковой генератор TR-0160/A002
- частотомер TR-5551/F002
- измеритель искажений TR-9650/Q037

При измерении переменного напряжения первым предельным отклонением является 1 Вэфф., а последним предельным отклонением является 300 Вэфф., что обеспечивает возможность измерений мощных ламповых усилителей.

К звуковому генератору, в первую очередь, предъявляется требование по точности. Кроме этого, звуковые генераторы должны охватывать по возможности с небольшим числом переключения пределов измерения полный звукочастотный диапазон, а даже и выше, уже неслышимые, частоты, превышающие 20 кГц, следовательно, эти звуковые генераторы могут применяться не только для испытания звукочастотных устройств, а также для испытаний промышленных и медицинских аппаратов.

Частотомер комплексного звукового генератора включает в себя измеритель колебания частоты и детонации, с помощью которого быстро и надежно получается количественная оценка одного из самых важнейших качественных параметров звуковоспроизводящих устройств.

К особым преимуществам измерителя искажений комплексного звукового генератора следует отнести два режима работы, а именно, режим работы на фиксированных частотах, и режим изменяющейся частоты; в случае применения режима фиксированной частоты измеряется искажение звуковых генераторов или усилителей на заданных характерных частотах, а в последнем режиме работы измеряется характерное искажение звуковоспроизводящих устройств в окрестности заданной частоты.

Таким образом, с помощью настоящего генератора могут быть выполнены почти все измерения звукочастотных устройств. Для полной схемы измерения может оказаться необходимым один дополнительный прибор - работающий в звукочастотной полосе осциллоскоп, с помощью которого может непосредственно наблюдаться измеряемая или вырабатываемая форма сигнала. В качестве осциллоскопа нами рекомендуется применение выпускаемого нами Модулоскопа, который может применяться в сочетании с комплексным звуковым генератором и хорошо согласуется с ним.

Комплексный звуковой генератор унифицированной конструкции.

С механической точки зрения это означает, что каждый отдельный прибор согласован с разработанной нами модульной системой, которая обеспечивает единую систему механических и электрических присоединений.

В электрическом и электронном отношении единое выполнение может рассматриваться с двух аспектов:

- Унифицированное выполнение механических соединений способствует унифицированности электрических характеристик, а это в свою очередь облегчает соединение приборов.
- С другой стороны, предоставлена возможность рационального и экономичного объединения общих электрических и электронных конструктивных элементов. Это означает, что для усиления измеряемого входного сигнала с низким уровнем достаточным является применение одного предварительного усилителя, а усиленные сигналы, необходимые для наблюдения внешним осциллоскопом, вырабатывает один выходной усилитель. Для всего комплексного звукового генератора используется один индикаторный основной прибор вместе с цепями обслуживания. Кроме этого необходимо отметить, что энергоснабжение комплексного звукового генератора обеспечивает один общий стабилизированный блок питания.

Общие электрические блоки размещены в электронном вольт-омметре, следовательно, этот прибор считается основным прибором комплекса. Остальные блоки присоединяются к вольтмет-

ру через 16-контактные соединительные вилки, расположенные на задней стенке. Таким образом, соединение отдельных приборов не требует сложной сети соединительных проводов, так как разъем обеспечивает постоянное и надежное соединение. Схема размещения в общем кожухе изображена на рис. 1. Монтаж соединителей изображается в приложении №1. Схема, изображенная на рис. 1, одновременно считается общей блок-схемой комплексного генератора, которая наглядно иллюстрирует схему соединения отдельных составных приборов.

Кроме преимуществ конструктивного выполнения следует отметить простоту внутренней схемы и современность деталей. Весь комплексный генератор собран на надежных кремниевых транзисторах, а дальнейшее сокращение размеров и повышение надежности достигается применением интегральных и модульных схем. Все эти свойства обеспечивают механическую стабильность и лабильность комплексного генератора. Комплексный генератор может применяться особенно выгодно в качестве ремонтного прибора везде, где требуется быстрое, легкое и простое выполнение измерений.

В следующей главе приводятся основные технические характеристики комплексного генератора как единого блока, а в дальнейших главах дается подробное описание отдельных приборов, образующих комплексный звуковой генератор.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Номинальное сетевое напряжение	110, 127, 220, 240 В (50-60 Гц)
Допустимое колебание сетевого напряжения	$\pm 10\%$
Потребляемая мощность	ок. 35 ВА
Время разогрева	20 мин
Режим работы	прибор пригоден для непрерывного режима работы
Тип разъемов на лицевой панели	ВНС, однополюсное гнездо
Тип задних разъемов	штыревой аппаратный разъем
Габаритные размеры	ширина: 308,5 мм высота: 221 мм глубина: 309 мм
Масса:	ок. 16 кг
Допустимые пределы температуры окружающей среды	+15 ... +35°C
Относительная влажность воздуха	45 ... 75%
Температура в условиях хранения	-25 ... +45°C
Относительная влажность воздуха	не более 95%, если прибор хранится в полиэтиленовом пакете, заваренном заводом-изготовителем

Данные по защите прибора:

Прибор относится к I. классу от прикосновения согласно пункту 1.510 венгерского стандарта MSZ 94-70, пункту 2.943 венгерского стандарта MSZ 172/1-67 и пункту 8.10 публикации 348 МЭК.

Принадлежности:

Инструкция по эксплуатации	1 шт
Комплект запасных предохранителей	1 набор
Сетевой соединительный кабель /Т-40/	1 шт
Коаксиальный кабель 75 Ом длиной 1,6 м с разъемами ВНС и однополюсной вилкой (Т-28)	2 шт
Коаксиальный кабель 75 Ом длиной 1,4 м с разъемами ВНС, (Т-31)	1 шт

### 3. ОБЩИЕ ИНСТРУКЦИИ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ УХОДУ И РЕМОНТУ

С целью технического ухода и ремонта отдельные сменные блоки вынимаются следующим образом: в нижней части лицевой панели каждого сменного блока имеется винт с накатанной головкой, после вывинчивания которого блок может просто выдвигаться из каркаса.

При установке блока обратно на свое место и при сборе обращать внимание на соответствующее соединение соединительной вилки и гнезда.

#### Уход за механической частью

После эксплуатации прибора в течение нескольких месяцев рекомендуется проверить и очистить прибор от пыли.

При периодической очистке рекомендуется проверить внутренние механические узлы. Особое внимание обращать на состояние разъемов, переключателей и нажимных кнопок, которые следует в случае необходимости также очищать.

Электромеханические контакты после длительной эксплуатации смазать раствором для очистки переключателей диапазонов /по мере необходимости/.

Внимательного технического ухода требуют механизмы, служащие для привода барабанной шкалы или потенциометров, расположенных в отдельных блоках.

Способы технического ухода за механической частью подробно приводятся в техническом описании отдельных приборов.

#### Уход за электрической частью

Электрические части прибора, как правило, технического ухода не требуют. Однако, в интересах обеспечения длительной эксплуатационной надежности и точной работы периодически рекомендуется проверить с помощью внешних приборов паспортную точность измерений.

Систематически следует выполнять внутреннюю калибровку основных паспортных данных. Способы технического ухода за электрической частью подробно приводятся в техническом описании отдельных приборов.

#### Отыскивание электрических неисправностей

В общем можно сказать, что отыскивание неисправностей следует начинать всегда проверкой органов управления, настройки и соединений. Если они находятся в порядке, а неисправность имеется, то испытание продолжается контролем блока питания, а затем следует проследить шаг за шагом отдельные цепи с целью выявления неисправности.

В случае выхода из строя модульной схемы следует заменить схему, следя за тем, чтобы в прибор устанавливалась только проверенная на заводе-изготовителе и отлаженная схема.

Весьма важным требованием является, что касаться любого из регулировочных органов /подстроечный потенциометр, сердечник катушки/, разрешается только после выявления дефектного места. Расстройка органов управления может вызвать новые дефекты, а это в значительной мере усложняет процесс выявления неисправностей.



Часть II.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ВОЛЬТОММЕТР КОМПЛЕКСНОГО ЗВУКОВОГО ГЕНЕРАТОРА

Тип: TR-1455/V003

## 1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Электронный универсальный вольтметр является основной частью комплексного звукового генератора; с одной стороны, он является прибором, служащим для измерения необходимых постоянных и переменных напряжений, а также сопротивления, а с другой стороны - работает предварительным усилителем и индикатором величин сопряженного частотомера и измерителя искажений. Ввиду этого электронный универсальный вольтметр может применяться и в качестве самостоятельного блока, или в комплексе с прочими приборами.

Для количественной оценки напряжений служит встроенный измерительный прибор, а качественная оценка получается исследованием сигнала на экране осциллографа. Через отдельный вывод, имеющийся на приборе, измеряемый усиленный сигнал может подключаться непосредственно к входу контрольного осциллографа.

Это имеет особое преимущество при оценке переменных напряжений низкого уровня нерегулярной формы.

### Механическая конструкция

Габаритные размеры прибора согласованы с разработанной предприятием HIRADASTECHNIKA модульной системой: ширина 6/18, а высота 5 модулей. Электронные блоки размещены на двух боковых панелях, перпендикулярных лицевой панели; на одной из боковых панелей размещена измерительная система AC-DC /пер. и пост. тока/, а также выходной усилитель AC, а на второй панели - блок питания, обеспечивающий общее питание комплексного звукового генератора.

На задней стенке расположены силовой трансформатор, переключатель сетевого напряжения и разъемы.

### Электрическое построение

Конструкцию работы рассмотрим на основании блок-схемы, изображенной на рис. 1. При измерении сопротивления и пост-

янного напряжения присоединение осуществляется к гнезду с обозначением DC-Ω IN, откуда, в зависимости от положения переключателя режима работы, сигнал подается либо на делитель постоянного напряжения /1/, либо на Ω делитель /2/. Для измерения сопротивления стабилизированное измерительное напряжение подает блок формирования вспомогательного напряжения /3/.

Выход обоих делителей через переключатель режимов работы присоединен к измерительному усилителю постоянного напряжения /4/, откуда через дальнейший коммутационный контакт измеряемое напряжение поступает на полосы стрелочного прибора /5/.

При измерении переменного напряжения измеряемое напряжение подается через разъем типа BNC с обозначением AC IN, откуда через компенсированный входной делитель /6/ напряжение поступает на предварительный усилитель /7/ с большим входным сопротивлением. Отсюда путь прохождения сигнала разветвляется в две стороны: для измерения прибором через измерительный выпрямитель /8/ и через переключатель режимов работы поступает на стрелочный прибор, а в случае наблюдения осциллоскопом измеряемый усиленный сигнал поступает на низкоомный делитель /9/. В соответствующем положении переключателя режимов работы сюда уже непосредственно присоединен выходной усилитель /10/, сигнал которого подается на выход типа BNC с надписью AC OUT.

Путь прохождения сигнала переменного тока вольтметра делает возможным то, что блок может служить предварительным и измерительным усилителем для элементов комплексного генератора: для частотомера и измерителя искажений.

При измерении частоты измеряемый сигнал подается на вход AC IN, а после делителя /6/ и предварительного усилителя /7/ - при соответствующем режиме работы - через задний разъем подводится в блок частотомера.

При наблюдении осциллоскопом выход переменного напряжения частотомера присоединяется к входу выходного усилителя /10/, соответственно, к осциллоскопу.

При измерении искажения измеряемый сигнал подается также на вход AC IN, но из предварительного усилителя используется только цепь согласования входного сопротивления, а отсюда непосредственно подается измеряемое напряжение на измеритель искажений.

Здесь особую важную роль играет визуальное наблюдение искаженного измеряемого сигнала; и в этом случае /при соответствующем положении переключателя режимов работы/ выход измерителя искажений автоматически переключается на выходной усилитель.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

## Измерение сопротивлений

Диапазон измерения	0,5 Ом - 1000 МОм
поддиапазоны	x1 Ом x10 Ом x100 Ом x1 кОм x10 кОм x100 кОм x1 МОм

Точность измерения  $\pm 10\%$  по отношению к среднему положению шкалы для измерения сопротивления

Измерительное напряжение пульсирующее постоянное напряжение ок. 0,7 В, 100 Гц

## Измерение постоянного напряжения

Полярность	положительная или отрицательная, с возможностью переключения
Диапазон измерений	30 мВ - 1000 В
Верхний предел поддиапазонов	300 мВ 1 В 3 В 10 В 30 В 100 В 300 В 1000 В

Точность измерения не хуже  $\pm 5\%$  по отношению к предельному отклонению шкалы

Входное сопротивление 10 МОм

## Измерение переменного напряжения

Диапазон измерения 0,1 мВ эфф. - 300 В эфф.

Верхний предел поддиапазонов	1	мВ эфф.
	3,16	мВ эфф.
	10	мВ эфф.
	31,6	мВ эфф.
	100	мВ эфф.
	316	мВ эфф.
	1	В эфф.
	3,16	В эфф.
	10	В эфф.
	31,6	В эфф.
Точность измерения /на частоте 1 кГц/	не хуже $\pm 3$ % по отношению к предельному отклонению	
	10 Гц - 100 кГц	
Диапазон частот		
Дополнительная погрешность в номинальном диапазоне час- тот /по отношению к 1 кГц/	макс. $\pm 3$ %	
Номинальное значение входного сопротивления	$\geq 1$ МОм	
Входная емкость	ок. 40 пф	
Допустимое максимальное постоянное напряжение	600 В	
Измерительный усилитель		
Выходной уровень, если прибор показывает предельное отклоне- ние, при синусоидальной форме сигнала	1 $\pm 0,2$ В эфф.	
Выходное сопротивление	ок. 600 Ом	
Минимальное сопротивление нагрузки	10 кОм	
Искажение	$\leq 1$ %	

### 3. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ

Работу электронных блоков рассмотрим на основании блок-схемы /рис. 1/ и принципиальной схемы /приложение № 2/.

Измеряемое постоянное напряжение или выводы измеряемого сопротивления подключают между входом с обозначением DC-Ω IN и между землей.

Для измерения сопротивления двухполупериодным выпрямлением /диодами D6 и D7/ вырабатывают пульсирующее постоянное напряжение, которое стабилизируется диодом D8, и таким образом, величина постоянного напряжения будет ок. 0,7 В. Этот сигнал подается на Ω-делитель. Делитель представляет собой делитель напряжения с отношением деления устанавливаемым измеряемым сопротивлением, причем отношение деления зависит и от положения переключателя предела измерений. Напряжение, падающее на неизвестном сопротивлении, через контакты переключателя S1 подается на мостовой индикатор НI-3 /модульная схема M1/. В интересах точного измерения блок обладает большим входным сопротивлением. Вход блока защищается от перенапряжения отдельной цепью.

Выходные точки модульной схемы присоединены к базе эмиттерных повторителей, собранных на транзисторах T7-T8.

Эмиттерная точка транзистора T7 через контакты переключателей S1, S2, S3 присоединена к положительному зажиму стрелочного прибора с обозначением I1. К эмиттеру транзистора T8 присоединен потенциометр P7, служащий для настройки "бесконечного" значения Ом /предельное отклонение прибора/; а также дополняющая его цепочка сопротивлений, вторая половина которой через контакты переключателей S1, S2, S3 присоединена к отрицательному зажиму стрелочного прибора. Электрический нуль прибора устанавливается потенциометром P5.

При измерении напряжения деление сигнала осуществляется делителем с отношением деления 1, 3, 10 и т.д., обладающим суммарным сопротивлением 10 МОм, этим устанавливается соответствующий предел измерения. Отсюда постоянное напряжение через переключатели S2 и S3 поступают на модульную схему типа НI-3, и по пути, описанному в связи с измерением сопротивления, поступает на основной прибор.

С вышеописанными делителями на общей оси смонтирован и делитель переменного напряжения, служащий для установки предела измерения по переменному напряжению. К делителю, однако, через разделительный конденсатор присоединяется дополнительная точка /с обозначением AC IN/.

В настоящем случае отношение деления определяется требованием измерителя искажений, так как его минимальный входной уровень составляет 100 мВ эффективных, а величина предельного напряжения будет равна этому в каждом положении. В интересах неискаженной передачи в положениях 1 В, 3 В, 10 В, 30 В, 100 В и 300 В с помощью компенсированного делителя в отдельности осуществляется соответствующее деление напряжения.

Сигнал, снимаемый с делителя, подается на цепь защиты от перенапряжения входа предварительного усилителя, состоящую из сопротивления R14 и диодов D1, D2, Z1 и Z2.

Ввиду того, что большое входное сопротивление является основным качественным требованием, применяется полевой транзистор по схеме повторителя /Т1/.

Интерес представляет то, что нагрузкой повторителя является не простое сопротивление, а генератор тока, образованный полевым транзистором Т2, который дополнительно повышает входное сопротивление и уменьшает искажения.

Таким образом обеспечено весьма большое входное сопротивление и малая входная емкость каскада. После этого каскада следует эмиттерный повторитель Т3, с эмиттера которого измеряемый сигнал подается на измеритель искажений. Этот сигнал с малым коэффициентом искажения и шума пригоден для того, чтобы управлять измерителем искажений. С точки S транзистора Т1 сигнал подается на дальнейшие каскады предварительного усилителя, а именно на усилитель Т4 и эмиттерный повторитель Т5. Установка рабочей точки усилительного транзистора Т4 обеспечивает усиление при весьма малом коэффициенте шума, для управления дальнейшими каскадами. Эмиттерный повторитель Т5 служит для согласования усилителя с низкоомным  $\pi$ -делителем.

Схема цепи изображена на рис. 2. Следовательно, на пределах измерения, превышающих 300 мВ,  $\pi$ -делитель обеспечивает дальнейшее значительное деление постоянного значения, отношение деления на остальных пределах измерения ниже 300 мВ все уменьшается, вплоть до самого нижнего предела 1 мВ. Этот промежуточно включенный делитель дальше повышает точность измерения, так как уменьшает необходимое отношение деления входного делителя, а тем самым и шум. Выход делителя управляет усилительным каскадом, состоящим из операционного усилителя IC1. Каскад IC1 присоединен к низкоомному делителю, с входной точки которого осуществляется питание измерительного выпрямителя и частотомера, а с выходной точки делителя в положение AC сигнал поступает на выходной усилитель.

Выходной усилитель представляет собой операционный усилитель с приблизительно 50-кратным усилением, собранный на интегральной схеме IC3, с которого сигнал поступает на разъем

типа BNC с надписью AC OUT. Для согласования с выпрямителем служит транзистор Т6 эмиттерного повторителя, а собственно выпрямление осуществляется выпрямительной цепью, введенной в цепь обратной связи функционального усилителя IC2. Регулировка усиления каскада производится потенциометром Р3. Элементы связи, присоединенные с транзистора Т6 к неинвертирующему входу операционного усилителя IC2, выполняют компенсацию по постоянному напряжению, а находящиеся в эмиттере элементы R47, R98 и C45 обеспечивают высокочастотный подъем.

Конденсаторы C27, C28 в цепи выпрямителя обеспечивают нуль прибора. К зажимам конденсатора C29 присоединен измерительный прибор через переключатель режимов работы.

Для всех 4 блоков комплексного звукового генератора напряжение питания обеспечивают 4 стабилизатора 12 В, размещенные в электронном вольтметре. Четыре стабилизатора разделены на два блока, подающие  $\pm 12$  В. Один из блоков  $\pm 12$  В обеспечивает питание электронного вольтметра, измерителя искажений и частотомера, а второй блок  $\pm 12$  В служит для питания звукового генератора.

Блок питания представляет собой собранные на токорегуляторных транзисторах стабилизаторы, а встроенные в модульную схему опорные усилители /REF-7/ обеспечивают высокую стабильность, низкое напряжение фона и малое выходное сопротивление.

#### 4. ИНСТРУКЦИЯ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ

##### Подготовка к пуску в эксплуатацию

Перед включением прибора следует убедиться в том, что переключатель сетевого напряжения находится в соответствующем положении.

Проверить состояние предохранителей. Включить прибор разрешается лишь в том случае, если переключатели и предохранители соответствуют предписаниям.

Подчеркивается, что касаться переключателя сетевого напряжения или заменять предохранители разрешается лишь после обесточения прибора!

##### Описание органов управления

Размещение и функции органов управления описываются на основании чертежа лицевой панели, приведенного на рис. 3.

В верхней части лицевой панели размещен измерительный прибор /1/, являющийся общим индикаторным прибором комплексного генератора; с помощью этого прибора измеряется напряжение выхода, соответствующего положению переключателя режимов работы.

Потенциометр /2/ служит для настройки предельного отклонения /бесконечности/ при измерении сопротивления, а потенциометр /3/ служит для установки электрического нуля прибора. В случае измерения постоянного напряжения и сопротивления необходимо подключаться к гнезду /5/ с обозначением DC- $\Omega$  IN к гнезду /6/ с обозначением "1". Посередине лицевой панели размещен общий переключатель пределов измерения /4/, на правой стороне разъем типа BNC /7/ с надписью AC IN, который служит входом при измерении переменного напряжения, искажений и частоты. Под ним расположен выход /8/ с обозначением AC OUT, к которому подключается осциллоскоп.

В нижней части лицевой панели в одном ряду расположены переключатели режимов работы /10а, b, c, d, e, f/ и сетевой выключатель /9/. С помощью последнего отключается сетевое на-

пряжение, а включение производится нажатием любого из переключателей режимов работы.

Переключатели размещены в нижеследующей последовательности, слева направо:

- 9 : сетевой выключатель с надписью: MAINS
- 10a: измерение сопротивления, с надписью:  $\Omega$
- 10b: положительное постоянное напряжение, с надписью: +U
- 10c: отрицательное постоянное напряжение, с надписью: -U
- 10d: переменное напряжение, с надписью:  $\sim U$
- 10e: измерение искажений, с надписью: DIST
- 10f: измерение частоты, с надписью: FREQU

#### Пуск прибора в эксплуатацию

Убедившись в том, что переключатель сетевого напряжения находится в соответствующем положении, сетевой разъем прибора вставить в розетку, снабженную защитным заземлением. Нажатием соответствующего переключателя режимов работы прибор получает сетевое напряжение и сразу же работоспособен. Однако, необходимо отметить, что прибор выполняет паспортные параметры только по истечении не менее 20 минут с момента включения, так как это время требуется для разогрева прибора. Калибровку, настройку или особенно точное измерение выполнять лишь после соответствующего разогрева прибора!

#### Калибровка перед измерением

Калибровка требуется только при измерении постоянного напряжения и сопротивления. После короткого замыкания входных зажимов /5 и 6/ потенциометром /3/ устанавливают нуль прибора, затем прекращают короткое замыкание, а ручкой /2/ с обозначением " $\infty$ " устанавливается предельное отклонение.

## 5. ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ УХОДУ И РЕМОНТУ

Регулярно следует выполнять работы по уходу за механической частью, описанные в ОБЩЕЙ ЧАСТИ, а в ходе технического ухода за электрической частью следует проверять паспортные характеристики, особенно точность измерения.

В механическом отношении, в первую очередь, следует проверить галетный переключатель, клавишный переключатель, и задние 16-контактные разъемы.

Аппарат в электрическом уходе не нуждается. Через каждые три месяца рекомендуется проверить калиброванными измерительными приборами электрические параметры прибора.

### Отыскивание и устранение неисправностей

Если органы управления установлены правильно, а прибор не работает, то прежде всего следует проверить напряжения питания.

Если выходные напряжения и напряжения фона блока питания находятся в пределах нормы, то можно начать отыскивание дефектной цепи.

В нижеследующем приводим возможные неисправности и способы устранения:

Признак неисправности	Вероятная причина неисправности	Способ устранения неисправности
Нет напряжения питания	Обрыв одного из Т11, Т12, Т9, Т10, или выход из строя одной из модульных схем М2, М3, М4, М5	Заменить дефектный элемент
Напряжение питания низкое, но стабильное	Проверить модульные схемы М2, М3, М4, М5	Заменить дефектный элемент

Признак неисправности	Вероятная причина неисправности	Способ устранения неисправности
Напряжение питания высокое, под нагрузкой уменьшается и возникает фон	Короткое замыкание одного из Т9, Т10, Т11, Т12, или выход из строя одной из модульных схем М2, М3, М4, М5	Заменить дефектный элемент
Не удается установить на нуль прибор ни при измерении постоянного напряжения, ни при измерении сопротивления	Выход из строя модульной схемы НІ-3 или одного из транзисторов Т7, Т8	Заменить дефектный элемент
При вышеприведенных режимах работы стрелка прибора не отклоняется, или измерение неточное		
В режиме измерения переменного напряжения установка электрического нуля ошибочна	Выход из строя конденсаторов С27, С28 или одного из диодов D3, D4, <i>с 49!</i>	Заменить дефектный элемент
В режиме измерения переменного напряжения измерение неточное		Проверить постоянные напряжения и предписанные формы сигналов и заменить дефектные детали
Измерение в зависимости от частоты неточное	Выход из строя компенсирующих элементов С7, С19, R42, С24, С26, R53, неисправна компенсация входного делителя или отказ в работе одного из конденсаторов С14, С15, С31, С40	Заменить дефектный элемент
Не может измеряться ни искажение, ни частота	Проверить работу переключателей	Очистить или заменить дефектный контакт

Признак неисправности	Вероятная причина неисправности	Способ устранения неисправности
На выходе AC OUT не появляется напряжение	Проверить работу переключателей или схемы ИСЗ	Заменить или очистить дефектные элементы



Часть III.

ЗВУКОВОЙ ГЕНЕРАТОР КОМПЛЕКСНОГО ЗВУКОВОГО ГЕНЕРАТОРА

Тип: TR-0160/A002

## 1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Звуковой генератор предназначен для испытания усилителей, звукозаписывающих и звуковоспроизводящих устройств.

Прибор в первую очередь применяется в составе комплексного генератора, но в случае соединения с внешним блоком питания может применяться и в качестве самостоятельного прибора.

Современный принцип работы обеспечивает малое искажение и широкое перекрытие поддиапазонов во всей полосе частот. Настройка, отсчет шкалы, а также регулировка выходного уровня просты и наглядны, а к особым преимуществам генератора следует отнести то, что он подает не только синусоидальные сигналы, но также и прямоугольные сигналы с такой же частотой и точностью во всем диапазоне.

Как нижний, так и верхний предел диапазона частот превышает традиционную звукочастотную полосу, а если учесть содержание гармоник вырабатываемых прямоугольных сигналов, то диапазон частот на один порядок превышает звукочастотный диапазон.

Метод калибровки частоты согласован с системой генератора /метод нулевых биений/, следовательно, не зависит от сети. Благодаря этому, генератор пригоден для эксплуатации от аккумуляторной батареи и может также применяться в качестве части подвижных или неподвижных ремонтно-обслуживающих устройств.

Из этого принципа вытекает и то, что шкала звукового генератора экспоненциально сужается лишь в незначительной мере в конце шкалы, следовательно в полном диапазоне с высокой точностью могут отсчитываться и небольшие отклонения частот.

Применяемые современные детали и полупроводниковые приборы кроме малого веса и объема способствуют надежной эксплуатации.

### Механическая конструкция

Прибор согласован с модульной системой комплексного генератора; ширина 2/18, высота 5 модулей. В механическом отношении комплексный генератор состоит из 3-х основных частей: ге-

нератора с плавной настройкой, частотной шкалой и элементами настройки; платы печатного монтажа, на которой размещены блок смесителя и фильтра, и, наконец, блока выходного усилителя и делителя. Эти три части могут обслуживаться и ремонтироваться лишь совместно. Ввиду этого разделение этих трех частей разрешается лишь в специальном обоснованном случае /в случае механического повреждения/. Отдельные части друг от друга тщательно экранированы. Экранировку по возможности не удалять!

### Электрическое построение

Электрическая конструкция звукового генератора рассматривается на основании блок-схемы, изображенной на рис. 1.

Генератор работает методом смещения частоты, обладающим рядом преимуществ с точки зрения конструкции и применения. Из принципа работы вытекает, что нужны два генератора, один из которых является точным генератором с кварцевым управлением /1/, подающим постоянную частоту, а второй генератор /2/ с регулируемой частотой и плавной настройкой /системы LC/.

Сигнал LC-генератора формируется каскадом формирования прямоугольных сигналов /3/, а частота генератора с кварцевой стабилизацией перед смещением подвергается делению /блок 4/ в отношении 1:9. Таким образом, имеются в распоряжении три сигнала различной частоты, из которых различным смешиванием /возможно многократным смешиванием/ получают различные диапазоны частот.

Для получения низших частотных диапазонов частоту LC-генератора с помощью предварительных смесительных каскадов /5 и 7/ добавляют к частоте генератора с кварцевой стабилизацией, а из этой частоты дополнительным делением в отношении 1:10 получают новые частоты /блоки 6 и 8/.

С помощью этих предварительных смешиваний вырабатывается по существу одна составляющая частота смешивания с различными величинами в зависимости от частотного диапазона, а вторая составляющая смешения во всех трех диапазонах образуется деленной частотой генератора с кварцевой стабилизацией. На блок-схеме жирной линией обозначается путь прохождения полосы с наибольшей частотой /основная полоса/, двойной линией обозначается формирование сигнала с однократным делением, тройной линией обозначается получение сигнала с двухкратным делением, а штрихпунктиром обозначены общие пути прохождения сигналов.

Различные величины частот подключаются переключателем поддиапазонов частот /9/ к смесителю /10/, ко второму входу которого подводится сигнал генератора с кварцевой стабилизацией после деления, а на его выходе появляется уже требуемая звуковая частота. В результате смещения появляются и прочие составляющие /высших частот/, но они в соответствующей мере подавляются фильтром нижних частот /11/, следовательно, на выходе фильтра получается уже требуемая синусоидальная звуковая частота.

После этого сигнал поступает на формирователь прямоугольных сигналов /12/ или без изменений поступает на переключатель режимов работы синусоидальных прямоугольных сигналов /13/. В зависимости от положения переключателя режимов работы либо прямоугольный, либо синусоидальный сигнал поступает на усилитель /14/ и выходной делитель /15/, или же через внешний делитель /16/ на усилитель мощности /17/. Сигнал выходного делителя поступает на выход ATTENUATOR OUT, а сигнал усилителя мощности поступает на выход POWER OUT. С этого выхода снимается и напряжение, необходимое для индикации калибровки /18/.

Напряжение питания присоединяется к прибору разъемом напряжения питания /19/ и фильтром.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Диапазон частот	10 Гц ... 30 кГц
Поддиапазоны	10 Гц ... 300 Гц 100 Гц ... 3 кГц 1 кГц ... 30 кГц
Точность частот	в случае делений 10; 20; 30 <u>+5</u> %, а свыше этого <u>+2,5</u> %
Выход делителя	
В случае синусоидального напряжения:	
Выходное напряжение	макс. 2 В эффективных /при на- грузке внутренним сопротивле- нием/
Внутреннее сопротивление	150 Ом
Коэффициент искажения	макс. 0,2 % макс. -81 дБ
Пределы деления	
грубое деление	7х -10 дБ
точное деление	плавно -11 дБ
В случае прямоугольного напряжения:	
Выходное напряжение	макс. 2 В от пика до пика /при нагрузке внутренним со- противлением/
Внутреннее сопротивление	150 Ом
Время нарастания и спада	макс. 1,5 мкс
Пределы деления	
грубое деление	7х -10 дБ
точное деление	плавно -11 дБ
Выход мощности	
Нагрузочное сопротивление	мин. 4 Ом
Максимальная выходная мощность	3 Вт

Внутреннее сопротивление	ниже, чем 0,1 Ом
Максимальное переменное напряжение	6 В эфф. при нагрузке 12 Ом
Деление выходного напряжения	макс. -51 дБ
грубое деление	4x -10 дБ
точное деление	плавно -11 дБ
Коэффициент искажения	
при максимальной нагрузке	0,3 %
без нагрузки	0,2 %
Стабильность амплитуды	$\pm 0,3$ дБ в диапазоне частот 10 Гц - 30 кГц

### 3. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ

Звуковой генератор относится к группе генераторов типа смесителей, однако звукочастотный диапазон разбивает на три поддиапазона, и таким образом, генератор объединяет выгодные свойства генераторов смесительного типа и RC-генераторов.

#### Принцип работы генератора

Генератор включает в себя два генератора: один генератор с фиксированной частотой, а второй - с перестраиваемой частотой /рис. 2/. Разность частот генератора  $f_1$  и  $f_2$  дает требуемую звуковую частоту. Разность частот получается путем смешения, причем появляется не только разность частот, но и сумма частот. Подавлением суммарной частоты фильтром нижних частот получается требуемая звуковая частота, изменение и регулировка которой осуществляется изменением частоты перестраиваемого генератора.

Из вышесказанного вытекают преимущества системы:

- ни величина  $f_1$ , ни величина  $f_2$  не ограничиваются, а только их разность и ввиду этого они могут подбираться оптимально в таком диапазоне, где транзисторные генераторы имеют максимальную точность и удобны в обращении;
- обеспечена возможность того, чтобы частоту  $f_1$  вырабатывает генератор с кварцевой стабилизацией без необходимости многократного деления. Это связано с высокой стабильностью и точностью;
- частоты могут подбираться с таким расчетом, чтобы суммарные и разностные частоты были достаточно удалены друг от друга для того, чтобы их можно было разделить друг от друга простым фильтром нижних частот.

С учетом вышеизложенного частота регулируемого LC-генератора выбирается равной  $f_{LC} = f_2 = 247 \dots 277$  кГц, к которой относится  $f_1 = 277$  кГц /так как необходимо выработать максимально 30 кГц/. Эта частота вырабатывается делением в отношении 1:9 сигнала генератора с кварцевой стабилизацией

$f_{KR} = 2,5 \text{ МГц}$ . Следовательно,

$$f_1 = \frac{f_{KR}}{9} = 277,777 \text{ кГц}$$

Если для получения полного частотного диапазона использовать только один поддиапазон, то это связано с недостатками - особенно на низких частотах, где разность  $f_1$  и  $f_2$  мала, что вызывает значительное ухудшение точности и стабильности, так как стабильность генератора с плавной настройкой, работающего в окрестности 300 кГц, даже после разогрева не превышает  $10^{-4}$  или  $4 \dots 5 \times 10^{-5}$ , а стабильность  $10^{-4}$  в ходе работы означает изменения частоты в пределах 20-30 Гц. Следовательно, точность шкалы значительно уменьшается. Поэтому эта полоса применяется только в диапазоне 1-30 кГц, где смещение частоты на 20 Гц вызывает максимально 2 %-ую погрешность частоты.

Низшие частотные поддиапазоны получаются ввиду этого предварительным смешением и делением  $f_2$  т.е. многократным смешением без изменения частоты  $f_1$  с кварцевой точностью.

Следовательно, в основном диапазоне:

$$f_{\text{вых}/\times 100/} = f_1 - f_2 = \frac{f_{KR}}{9} - f_{LC} = 277,7 - /247 \dots 277/ = 0 \dots 30 \text{ кГц}$$

используется:  $f_{\text{вых}/\times 100/} = 1 \dots 30 \text{ кГц}$

В средней полосе:

$$f_2' = \frac{f_{KR} + f_2}{10} = \frac{2500 + /247 \dots 277/}{10} = 274,7 \dots 277,7 \text{ кГц}$$

с этим

$$f_{\text{вых}/\times 10/} = f_1 - f_2' = \frac{f_{KR}}{9} - \frac{f_{KR} + f_{LC}}{10} = 0 \dots 3 \text{ кГц}$$

используется:  $f_{\text{вых}/\times 10/} = 100 \text{ Гц} \dots 3 \text{ кГц}$

В наинизшей полосе:

$$f_2'' = \frac{f_{KR} + f_2'}{10} = \frac{2500 + /274,7 \dots 277,7/}{10} = 277,47 \dots 277,77 \text{ кГц}$$

с этим

$$f_{\text{вых}/\times 1/} = f_1 - f_2'' = \frac{f_{KR}}{9} - \frac{f_{KR} + f_2'}{10} = 0 \dots 300 \text{ Гц}$$

используется:

$$f_{\text{вых}/\times 1/} = 10 \dots 300 \text{ Гц}$$

Из вышеприведенных формул вытекает, что выраженная в процентах величина погрешности, вызванной изменением частоты, не изменяется при переключении поддиапазонов, так как погрешность  $f_{LC}$ , несущей ошибку, делится по отдельным поддиапазнам в отношении перекрытия. Теперь подробно рассмотрим электрическую работу отдельных блоков на основании блок-схемы и принципиальной схемы /приложение 9/.

Генератор с кварцевой стабилизацией, формирующий частоту  $f_1$ , и делитель частоты с отношением деления 1:9 включает в себя модульная схема с обозначением XOD-1 /рис. 3/. В качестве генератора работает транзистор T1 по схеме с заземленной базой; генератор имеет емкостную обратную связь, а коллекторной нагрузкой служит кварцевый резонатор 2,5 МГц с обозначением X<sub>1</sub>. К коллекторной нагрузке генератора относится и колебательный контур, состоящий из элементов L1 и C4, с помощью которого выделяются сигналы для следующего каскада. Колебательный контур при низком сопротивлении подает частоту 2,5 МГц, необходимую для смесителей прибора, а с другой стороны, управляет разделительным усилителем, который подает синхронизирующие сигналы для делителя с отношением деления 1:9. Делительный каскад собран на транзисторе T3, цепь которого является генератором, совершающим колебания на частоте, настроенной на 1/9 часть частоты 2,5 МГц; этот генератор только синхронизируется сигналом 2,5 МГц. Усиленный сигнал, необходимый для синхронизации, вырабатывает транзистор T2. Следовательно, на выходе K3 получается сигнал с кварцевой точностью частотой  $\frac{f_{KR}}{9} = 277,777$  кГц.

Вторая составляющая частоты  $f_2$  вырабатывается трехточечным генератором Клаппа /смотри принципиальную схему, приложение 9/. Элементом настройки этого генератора является конденсатор переменной емкости C101, а подстроечный конденсатор C114, выведенный на лицевую панель прибора, служит для калибровки. С коллекторной цепи генератора сигнал после соответствующего усиления с помощью разделительного усилителя T102 и дифференцирования поступают на триггер, собранный на интегральной схеме IC101.

Это преобразование служит для получения импульсных сигналов с той целью, чтобы передавать без округления фронты, роль которых весьма важна с точки зрения уменьшения искажений. Полученный таким образом сигнал, который может плавно настраиваться в пределах от 277,777 кГц до 247,777 кГц, подается на переключатель пределов частоты /RANGE/ и на предварительный смеситель M1.

На этот переключатель поддиапазонов частоты подаются также и сигналы  $f'_2$   $f''_2$ , необходимые для получения более низших поддиапазонов путем смешения /см. принципиальную схему/.

Частота  $f'_2$  вырабатывается точно согласно вышеприведенной формуле таким образом, что к частоте генератора с кварцевой стабилизацией примешивают частоту  $f_2$ , а из результирующих,

полученных после смешения, выделяют суммарную частоту. Эту сумму цифровым делителем частоты делят в отношении 1:10. Смешение и деление выполняют модульные схемы МВ-3 и ВД-3.

Симметричный балансный смеситель, управляемый транзистором Т1, находящийся в модульной схеме МВ-3 /рис. 4/, вырабатывает суммарные и разностные частоты и обеспечивает значительное подавление основных гармоник.

Из полученных продуктов смешения транзистор следующего каскада Т2 усиливает селективно только суммарную частоту. Этот сигнал подается на модульную схему ВД-3. Эти два блока сопряжены неотъемлемо в такой мере, что рабочей нагрузкой транзистора Т2 модульной схемы МВ-3 является контур L1-C1 модульной схемы ВД-3. Схема блока изображена на рис. 5. Таким образом, усиленный сигнал с частотой ок. 2,7 МГц, выходящий из предыдущей модульной схемы, подается на колебательный контур L1-C1, который через трансформаторную связь управляет разделительным - дифференцирующим транзистором Т1. Этот каскад вырабатывает соответствующий входной сигнал для десятичного делителя интегральной схемы IC1. На выходе К блока в качестве симметричного прямоугольного сигнала появляется 1/10 часть частоты входного сигнала.

Дальнейшее деление частоты для наименьшей полосы происходит аналогично описанному выше, с тем отличием, что к кварцевой частоте вместо  $f_2$  примешивается  $f'_2$ .

Как видно, описанным способом с относительной точностью, равной высшим частотам, могут быть получены сигналы весьма низкой частоты.

Из трех частот, подаваемых на переключатель поддиапазонов частоты /RANGE/, в зависимости от выбранного поддиапазона подбирают частоту, передаваемую дальше на смеситель. С этого переключателя поддиапазонов частот и выхода модульной схемы ХОД-1 две составляющих частоты подаются на модульную схему М6, которая выполняет смешение сигналов. Модульная схема включает в себя кольцевой модулятор, который в хорошо сбалансированном состоянии работает в качестве смесителя и формирует сумму и разность частот, поданных на вход. Кольцевой модулятор представляет собой управляемую схему ключевого типа; когда на выходе требуется синусоидальный сигнал, то выгодно, если одна составляющая является синусоидальной, а вторая - прямоугольной. Сам демодулятор представляет собой мостовую схему, собранную на четырех транзисторах /IC1, рис. 6/. Два входа мостовой схемы управляются сигналом  $f_1$ , а остальные два входа стробируются сигналом  $f_2$ .

Здесь на вход Е1 модульной схемы подается  $f_1$ , но перед преобразованием сигнал усиливается и фильтруется транзистором Т1, чтобы получить неискаженный сигнал соответствующего уровня на двух управляющих входах мостовой схемы.

Стробирующий сигнал  $f_2$  подается на вход Е2, где используется для управления цепью формирования, собранной на транзисторах Т2 и Т3, а сигнал снимаемый с коллектора, используется

для управления двумя входными точками мостовой схемы. Таким образом, с кольцевого модулятора на симметричных выходных точках К1 и К2 получается звуочастотный сигнал соответствующей амплитуды. Кольцевой модулятор вырабатывает суммарные и разностные частоты, но в выходном спектре могут появиться и прочие сигналы /так например, сигналы задающих генераторов и разные комбинации гармоник этих сигналов/. Если из сигналов, поданных на кольцевой модулятор, один не содержит высшие гармоники, то каждый элемент спектра - за исключением одной разностной частоты - входит в высокочастотную полосу и может быть выделен фильтром нижних частот /рис. 7/.

Фильтр нижних частот состоит из двух частей: из собственной фильтрующей LC-цепи и присоединенного функционального усилителя /рис. 8/. Необходимо достичь того, чтобы имеющийся на выходе кольцевого модулятора звуочастотный сигнал, наложенный приблизительно на 5 В, поступал с нулевым постоянным уровнем на LC-фильтр для того, чтобы его нагрузка по постоянному току была по возможности наименьшей, так как даже незначительное намагничивание индуктивностей в значительной мере искажает выходной сигнал.

Следовательно, схемное решение такое, что точка К2 демодулятора непосредственно подключается к одному из входов функционального усилителя, а это является входом Е2 фильтра нижних частот. /В этой точке конденсатор С6 вызывает затухание, аналогичное затуханию фильтра нижних частот/. Второй вход функционального усилителя присоединен к выходу LC-фильтра нижних частот и обеспечивает его согласованную нагрузку. Входом фильтра является точка Е1 цепи, которая непосредственно соединена с выходом К1 модулятора. Таким образом достигается, что нагрузкой фильтра по постоянному току практически можно пренебречь.

Выходной сигнал фильтра нижних частот в зависимости от режима работы подается на выходы двумя разными способами.

В синусоидальном режиме работы через переключателя S5 сигнал подается на потенциометр точной регулировки Р201 /FINE/, а затем - в соответствии с отношением деления - на усилительный каскад IC201, собранный на элементах Т201 и Т202. /См. принципиальную схему/. Усилительный каскад представляет собой функциональный усилитель с большим коэффициентом усиления, обладающий неискаженной характеристикой передачи благодаря применяемой глубокой отрицательной обратной связи. С выхода этого усилителя питается выходной делитель 150 Ом с отношением деления  $7 \times 10$  дБ.

С этого же выхода получает сигнал и второй делитель, с помощью которого осуществляется затухание сигнала выхода мощности ступенями по 10 дБ /но максимально до 40 дБ/. Оба делителя переключаются синхронно, следовательно, на выходе мощности и на выходе ATTENUATOR получается сигнал, нарастающий или убывающий в одинаковой мере. Усилитель мощности состоит из функционального усилителя с большим коэффициентом усиления и оконечного усилителя, собранного на паре транзисторов противо-

положной проводимости. Два каскада объединены в общую цепь обратной связи и благодаря этому в значительной мере уменьшается искажение усилителя как в области высоких, так и в области низких частот. В режиме прямоугольного сигнала при переводе переключателя S5 в другое положение выходной сигнал фильтра нижних частот управляет формирователем прямоугольных сигналов, собранным на транзисторах T2, T3 и T9. Его выходной сигнал поступает также на потенциометр для точной регулировки, и способом, соответствующим синусоидальному режиму работы, поступает на выходы.

#### 4. ИНСТРУКЦИЯ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ

##### Пуск прибора в эксплуатацию

Перед пуском в эксплуатацию через соответствующий разъем CS4-A следует обеспечить соответствующее напряжение питания. Включением напряжения питания прибора автоматически включается и сразу же работоспособен. Следует отметить однако, что паспортные параметры прибор обеспечивает после 20-минутного разогрева. Калибровку, настройку или весьма точные измерения выполнять лишь по истечении времени разогрева.

##### Описание органов управления

Размещение и функции органов управления рассмотрим на основании чертежа лицевой панели /рис. 9/. В верхней части лицевой панели размещена лампа, сигнализирующая калибровку /1/, направо от нее - регулируемый отверткой потенциометр калибровки /2/. Под ним расположена частотная шкала /3/, а направо от нее - диск настройки /4/. Посередине размещен клавишный переключатель поддиапазонов частот /5/, а под ним - делитель с двумя кнопками; кнопка /6/ служит для грубого, а кнопка /7/ - для точного деления. В нижней части лицевой панели размещены выходы; выход делителя с гнездом типа BNC /8/, выход мощности /9/, и гнездо заземления /10/.

Ручка /6/ одновременно служит переключателем режимов работы; в нажатом положении на выходе получается синусоидальный сигнал, а в отпущенном состоянии - симметричный прямоугольный сигнал.

##### Калибровка частоты

Для калибровки делителями /6, 7/ устанавливают затухание 0 дБ, переключатель поддиапазонов /5/ переводят в положение  $\times 1$ , а затем диском /4/ шкалу частоты /3/ приближают в направлении красной метки, обозначающей нулевую частоту. При этом лампа /1/ начинает мигать, а по истечении некоторого времени мигание прекращается.

Если мигание прекращается точно в момент достижения красной метки, то калибровка прибора в порядке, а если нет, то это состояние настраивается калибровочным подстроечным конденсатором /2/.

Калибровка принципиально может производиться в любом поддиапазоне, однако, на высших поддиапазонах в заданном положении кнопки мигание изменяется при настройке весьма быстро и с крутым нарастанием, поэтому для облегчения индикации прекращения мигания калибровку рекомендуется выполнить на нижнем поддиапазоне.

Точное значение отрегулированной звуковой частоты может в любое время проверяться встроенной калибровочной лампой накаливания. Это требуется ввиду того, что частота настраиваемого LC-генератора по истечении длительного времени под действием старения, механических или температурных воздействий может измениться.

Калибровка основывается на том принципе, что частоту настраиваемого генератора сравнивают с частотой генератора с кварцевой стабилизацией. Ввиду этого LC-генератором вырабатывают частоту  $K \frac{f_{KR}}{g}$ , причем выходная звуковая частота, согласно известным формулам должна быть равна нулю во всех трех поддиапазонах. Этот сигнал с "нулевой", соответственно, весьма малой частотой проверяется с помощью встроенной сигнальной лампы J1. После этого точность определяется точностью шкалы и элемента настройки, что в свою очередь обеспечивается соответствующей механической конструкцией.

## 5. ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ УХОДУ И РЕМОНТУ

### Уход за механической частью

После многомесячного пользования прибор следует проверить и очистить от пыли /см. общие инструкции по техническому уходу/.

Кроме этого следует проверить разъемы, галетный переключатель, клавишный переключатель, и в случае необходимости очистить их.

Во время технического ухода следует проверить механизм барабанной шкалы и подтянуть ослабшие крепежные винты. Проверить приводную шкальную струну, а если она сильно изношена или оборваны волокна, то струну следует заменить новой, эквивалентного качества.

### Уход за электрической частью

В ходе технического ухода в первую очередь следует проверить паспортные параметры. Необходимо проверить частотную характеристику на выходах, величину абсолютных уровней, правильную работу делителей и искажения.

В ходе проверки следует выявить неисправности, и лишь после этого изменять установку элементов настройки, подстроечных конденсаторов, сопротивлений, или же заменять дефектные детали.

Причину искажений, как правило, следует отыскивать в блоке фильтра нижних частот. Ввиду этого, в случае неисправности искажение следует измерять непосредственно на выходе этого блока. Если неисправность обнаруживается, то возможны три случая:

- если в каждом из положений  $\times 1$ ,  $\times 10$  и  $\times 100$  искажение повышается, то его необходимо уменьшать плавной настройкой сперва М5, а затем М6,
- если искажение повышается только в положениях  $\times 10$ ,  $\times 1$ , то оно может быть уменьшено плавной настройкой М1 и М2,

- если искажение повышается только в положении  $x_1$ , то оно уменьшается настройкой элементов M3 и M4.

Вышеописанную настройку следует выполнять при непрерывном контроле показаний измерителя искажений и осциллоскопа. Не следует стремиться к тому, чтобы на одной частоте радикально уменьшить искажение, а к тому, чтобы искажение равномерно уменьшилось в начале, посередине и в конце поддиапазона.

Описанное выше способствует одновременно отыскиванию неисправностей: если искажение повысится в такой мере, что доходит до уровня неисправности, то отыскивание неисправности следует выполнить вышеописанным методом и заменить дефектную деталь.

### Отыскивание и устранение неисправностей

При отыскивании неисправностей следует соблюдать то основное правило, что до тех пор, пока конкретная причина неисправности не выявлена, воспрещается изменять установку любого настроечного элемента, так как изменение настройки может вызвать значительное повышение искажения.

В нижеследующем приводим возможные неисправности и способы их устранения.

Признак неисправности	Вероятная причина неисправности	Способ устранения неисправности
На выходе делителя АТТ. ОУТ сигнал имеется, но на выходе мощности POW. ОУТ сигнал отсутствует.	Выход из строя одного из транзисторов T4, T5, T6, T7, T8	Заменить дефектный элемент
На выходе POW. ОУТ имеется полусинусоидальный сигнал	Выход из строя одного из элементов T5, T6, T7, T8 или R23, R24.	Заменить дефектный элемент
На выходе POW. ОУТ искажение без нагрузки удовлетворительное, а при нагрузке большое /1 % или больше/	Короткое замыкание одного из транзисторов T5, T6, T7, T8	Заменить дефектный элемент
На обоих выходах величина выходного напряжения неудовлетворительная	Неисправна регулировка P203.	Измеряя выходное напряжение, точно отрегулировать P203.
На выходе АТТ. ОУТ сигнал весьма искаженный, или отсутствует	Выход из строя одного из элементов D201, D202, T201, T202	Заменить дефектный элемент

Признак неисправности	Вероятная причина неисправности	Способ устранения неисправности
На обоих выходах повысилось искажение	Выход из строя IC201.	Заменить дефектный элемент.
На обоих выходах повысилось искажение, а выходной уровень по постоянному току не равен нулю	Изменилось напряжение питания цепи M6	Осторожно изменить напряжение питания
Изменилась симметрия прямоугольного сигнала или нет выходного сигнала	Изменилась настройка цепи фильтра нижних частот	С помощью P1 в цепи устанавливаются нулевой уровень по постоянному току, причем уменьшается искажение
Изменилась симметрия прямоугольного сигнала или нет выходного сигнала	Расстройка P1	Отрегулировать правильное значение с помощью P1
Значительная неточность частоты	Выход из строя или расстройка цепи M5, либо неисправность перестраиваемого генератора	Ремонт или замена дефектной цепи
В положении x100 искажение повысилось	Нарушена настройка цепи M6, или выход ее из строя	Осторожно настроить цепь, или заменить и повторно произвести настройку
В положениях x10 и x1 искажение повысилось	Выход из строя одной из цепей M1, M2	Отремонтировать или заменить дефектную цепь, а после замены провести повторную настройку
В положении x1 повысилось искажение	Выход из строя одной из цепей M3, M4	Заменить дефектную цепь и произвести повторную настройку
В положениях x1 и x10 нет выходного сигнала	Отсутствует напряжение +5 В	Заменить T1 и Z1
В положении x1 нет выходного сигнала	Выход из строя одной из цепей M3, M4	Заменить дефектную цепь и произвести повторную настройку