

Часть IV.

ЧАСТОТОМЕР КОМПЛЕКСНОГО ЗВУКОВОГО ГЕНЕРАТОРА

Тип: TR-5551/F002

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Сменный блок в сочетании с комплексным звуковым генератором пригоден для выполнения всех видов измерений частоты в звукочастотном диапазоне и его окрестности. Новизной частотомера является то, что кроме традиционного измерения частоты он пригоден и для измерения колебания частоты /UNWEIGHTED/, а также детонации /WEIGHTED/ при условиях, определенных соответствующими стандартами.

Во всех трех режимах работы, в конечном счете, идет речь об измерении абсолютного значения частоты и относительного колебания частоты, следовательно, и при непосредственном измерении частоты могут наблюдаться медленные изменения, однако, это ограничивается большой постоянной времени измерения. При измерении колебания частоты и детонации входной сигнал преобразовывается в переменное напряжение, амплитуда которого определяется величиной пикового относительного изменения частоты, а частота совпадает с частотой изменения, как при частотной модуляции.

Таким образом, измерение колебания частоты сводится к измерению девиации частотно-модулированного сигнала /величины отклонения частоты/, где колебание частоты определяется как величина амплитуды девиации, т.е. пиковое значение отклонения в одном направлении от номинальной частоты.

В этом режиме работы измеряется непосредственно эта амплитуда.

При измерении детонации учитывается уже модулирующая частота частотной модуляции таким образом, что переменное напряжение, полученное вышеописанным способом из входного сигнала, измеряют взвешиванием в зависимости от его работы.

В Венгрии это взвешивание предписывается стандартом на различных частотах, а эта весовая кривая /частотная характеристика/ изображена на рис. 1.

Измерение детонации считается измерением такого колебания частоты, где компоненты с различной частотой и девиацией частотной модуляции появляются на выходе взвешенными и полученная таким образом величина девиации /результатирующее отклонение частоты/ дает стандартную величину детонации.

К особым преимуществам описанного режима работы относится то, что он позволяет производить быстрое и простое измерение точности скорости любого звукозаписывающего устройства. Стандартом точно определена и номинальная частота $f_0 = 3,15$ кГц, на которой необходимо выполнить предписанное измерение колебания частоты и детонации, но на точность измерения не влияет, если измерение будет выполнено на частоте, отклоняющейся от частоты, указанной в стандарте $\pm 20\%$. Поэтому в указанных режимах работы в интересах удовлетворения требованиям, предъявляемым к ремонтно-обслуживающим работам, выполнение измерений допускается и в диапазоне частот, превышающем обычный, без того, чтобы впоследствии было необходимо внесение дополнительных поправок.

Механическая конструкция

Механическая конструкция прибора согласована с модульной системой комплексного генератора; ширина 2/18, высота 5 модулей.

В механическом отношении частотомер может быть разбит на два основных блока:

- лицевая панель с органами управления
- плата печатного монтажа, на которой размещены электронные блоки.

На плате печатного монтажа электронная система собрана на модульных схемах, интегральных схемах и традиционных конструктивных элементах, полупроводниковых приборах.

Прибор по направляющим может вдвигаться в общий каркас комплексного генератора.

При измерениях присоединение следует осуществлять 16-контактным разъемом на задней стенке, через который подается напряжение питания и предварительно усиленный измерительный сигнал.

Электрическое построение

Электрическая конструкция частотомера рассматривается на основании блок-схемы, изображенной на рис. 2.

На блок-схеме жирной линией обозначается путь прохождения сигналов при измерении частоты, двойной линией обозначается путь прохождения сигналов при измерении колебания частоты, тройной линией обозначается путь прохождения сигналов при измерении детонации, а штрихпунктиром обозначены прочие /общие/ пути прохождения сигналов. Измеряемый сигнал через задний разъем поступает на регулятор амплитуды /делитель напряжения/ /1/, и на фильтр верхних частот /2/. Переключатель режимов работы подключает к входу усилителя-ограничителя /3/ регулятор амплитуды, а при измерении детонации и колебания частоты - фильтр верхних частот.

При измерении частоты сигнал отсюда подается на формирователь прямоугольных сигналов /4/, а затем на дифференцирующую цепочку /5/. Выход дифференцирующей цепочки через переключатель режимов работы соединен с прибором.

При измерении относительного колебания частоты и детонации сигнал с усилителя-ограничителя подается на блок формирования серии импульсов /6/, затем через фильтр нижних частот /7/, полосовой фильтр /8/ и усилитель /9/ на процентный делитель детонации /10/. Из процентного делителя сигнал поступает на дополнительный делитель /11/ и взвешивающий фильтр /12/. Из двух выходов переключатель режимов работы при измерении детонации подключает к усилителю /13/ выход взвешивающего фильтра, а при измерении колебания частоты - делитель /11/. Усилитель /13/ управляет выпрямителем /14/. Выход выпрямителя через переключатель режимов работы соединяется с разъемом. Выпрямителем управляет и регулирующая цепь /15/ с помощью сигнала, поступающего с формирователя серии импульсов. С делительного выхода взвешивающего фильтра сигнал выведен и в отдельности через выходной делитель /16/ для испытаний, выполняемых осциллоскопом.

Строблирующий усилительный каскад /17/ предназначен для проверки уровня сигнала на выходе усилителя-ограничителя, а в случае наличия весьма малого сигнала - отключения или записания каскадов /4/ и /6/, значит при низком уровне сигнала прибор не может применяться.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Измерение частоты

Диапазон напряжений измеряемого сигнала	0,3 мВ эфф. ... 300 В эфф.
Диапазон измерения частот	10 Гц - 100 кГц
Верхние пределы поддиапазонов измерения частоты	31,6 Гц 100 Гц 316 Гц 1 кГц 3,16 кГц 10 кГц 31,6 кГц 100 кГц
Точность измерения	$\pm 2,5$ % при предельном отклонении

Измерение колебания частот

Диапазон напряжений измеряемого сигнала	10 мВ эфф. ... 300 В эфф.
Номинальная частота измерения колебаний частот	3,15 кГц ± 20 %
Диапазон измеряемых колебаний	0,03 % - 10 %
Верхний предел диапазонов измерения колебаний	0,1 % при предельном отклонении 0,316 % 1 % 3,16 % 10 %
Диапазон частот модуляции колебаний	0,2 Гц ... 300 Гц
Неравномерность частотной характеристики в пределах диапазона колебаний частоты при опорном уровне 4 Гц	+3 дБ ... -5 дБ

Точность измерения	$\pm 15 \%$
Измерение детонации	
Диапазон напряжений измеряемого сигнала	10 мВ эфф. ... 300 В эфф.
Номинальная частота измерения детонации	3,15 кГц $\pm 20 \%$
Диапазон измеряемой детонации	0,03 % - 10 %
Верхние пределы поддиапазонов измерения детонации	0,1 % при предельном отклонении
	0,316 %
	1 %
	3,16 %
	10 %
Диапазон частот детонации	0,2 Гц ... 200 Гц
Точность измерения	$\pm 15 \%$

3. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ

Как это уже указывалось, прибор может работать в 3 основных режимах работы, но принципиальное решение трех измерений может считаться аналогичным. В каждом случае применяется т.н. метод непосредственного измерения частоты, основывающийся на том, что измеряемый сигнал, амплитуда которого изменяется в широких пределах, преобразовывается в сигнал со строго постоянной амплитудой и формой, частота которого соответствует частоте входного сигнала. Эта серия сигнала подается на интегрирующий каскад, в результате чего получается постоянное напряжение, пропорциональное среднему значению частоты, которое может непосредственно измеряться прибором.

Если частота постоянна, то постоянная времени интегрирования /т.е. единичное время образования среднего значения/, безразлична, но если частота изменяется - на практике всегда, - то при большой постоянной времени могут наблюдаться только медленные изменения, а при меньшей постоянной времени - и быстрые изменения:

Режим измерения частоты, следовательно, отличается лишь этой постоянной времени от остальных двух режимов работы, в этом режиме могут проверяться только медленные изменения, а в остальных двух режимах работы - быстрые изменения.

Методы измерения колебания частоты и детонации почти одинаковые и отличаются друг от друга только весовой характеристикой, обуславливаемой стандартом.

После обсуждения принципа действия работа может быть прослежена на основании принципиальной схемы /приложение 18/ и рисунков. В подробном описании работы мы ссылаемся на принципиальную схему и на рисунки.

Измерение частоты

Амплитуда измеряемого сигнала может изменяться, но должна превышать заданное минимальное значение. Этот входной сигнал через делитель R1, R3 емкостным путем поступает на вход модульной схемы ЕН-2. /Переключатель S1 находится в положении

"FREQ"!/. Схема модуля ЕН-2 изображена на рис. 3. Каскад обладает большим коэффициентом усиления, диодная ограничительная цепь обеспечивает крутые передние и задние фронты, а на уровнях ограничения - крутой срез. Эта схема, почти независимо от амплитуды входного сигнала, формирует выходной сигнал с постоянным уровнем, кроме этого преобразовывает форму сигнала в прямоугольную.

С выхода ЕН-2 /точка К2/ через диод D4 и сопротивление R35 сигнал поступает на цепь формирования прямоугольных сигналов, собранную на транзисторах Т4-Т5.

Здесь форма сигнала унифицируется, на выходе каскада /точка измерения 6/ прямоугольный сигнал соответствует измеряемому сигналу только по частоте.

Этот выходной прямоугольный сигнал подается на дифференцирующую RC-цепочку. Оба элемента дифференцирующей цепочки подбираются переключателем пределов измерения S4 в зависимости от пределов измерения. Емкости подбираются первой платой переключателя из конденсаторов C12-C19, а сопротивление цепи состоит из нескольких частей: с одной стороны, один из потенциометров Р4-Р11 /подбираемых с помощью S4-2/, зависящих от пределов измерения, соединенных последовательно с сопротивлением R40, а с другой стороны, сопротивление R39, включенное всегда параллельно потенциометрам. С помощью подстроечных потенциометров Р4-Р11 производится точная настройка в отдельных положениях переключателя. На выходе дифференцирующей цепочки появляется только положительный передний фронт /через диод D5/, а импульсы отрицательной полярности ограничиваются диодом D4.

Следовательно, число появляющихся положительных импульсов за единицу времени пропорционально измеряемой частоте. Эти импульсы подаются на интегрирующий каскад, обладающий большой постоянной времени, состоящий из емкости C20, внутреннего сопротивления прибора и настроенного потенциометра Р3.

Среднее значение поступающих положительных импульсов /а следовательно и ток, протекающий через прибор/ будет пропорционально частоте, следовательно, величина частоты может непосредственно отсчитываться по прибору, который через соответствующие контакты переключателя режимов работы соединяется параллельно с потенциометром Р3. С помощью подстроечного потенциометра Р3 может регулироваться ток, протекающий через прибор, независимо от положения переключателя пределов измерения частоты.

Измерение колебания частоты и детонации

При нажатом положении переключателя режимов работы S2 /UNWEIGHTED/ или S3 /WEIGHTED/ измеряемый сигнал с соответствующим уровнем подается на вход описанным уже способом. После входного делителя следует модульная схема фильтра верхних частот FSZ-1, а отсюда сигнал подается на уже описанную схему ЕН-2.

Частотная характеристика модульной схемы FSZ-1 изображена на рис. 4, фильтр уменьшает чувствительность к помехам таким образом, что подавляет паразитные составляющие частоты, мешающие измерению. Как это уже упоминалось, измерение следует всегда выполнять на частоте 3,15 кГц, или в непосредственной окрестности этой частоты, согласно предписаниям стандарта. Из характеристики видно, что фильтр пропускает этот диапазон без затухания.

С выхода ЕН-2 усиленный и сформированный сигнал подается на модульную схему N-MM-1. Модульная схема N-MM-1 состоит из каскада формирования прямоугольных сигналов и присоединенного к нему одновибратора /рис. 5/. Передний фронт дополнительно сформированного прямоугольного сигнала запускает одновибратор. В результате этого, частота серии импульсов, выходящей из модульной схемы N-MM-1, соответствует входному сигналу, длительность импульсов постоянна.

И здесь получается такая серия сигналов, интеграл которой /среднее во времени/ непосредственно пропорционален частоте измеряемого сигнала. Здесь интегрирование выполняет цепочка R7-C6, но с меньшей постоянной времени, чем при измерении частоты, следовательно, на конденсаторе получается полусириющее напряжение с амплитудой, пропорциональной частоте, а изменения этого напряжения следуют за колебаниями во времени частоты измеряемого сигнала. Это напряжение имеет составляющую, пропорциональную основной частоте /средней частоте/, но здесь образуется и переменное напряжение, амплитуда которого характеризует величину отклонения от средней частоты, а частота переменного напряжения является частотой отклонения /периодичность/.

Именно эта составляющая нужна до максимальной частоты 300 Гц, согласно паспортной характеристике. Напряжение конденсатора подается на фильтр нижних частот, собранный на модульных схемах ASZ-1 и SKSZ 300 Hz-2, на выходе которого появляется требуемое напряжение с амплитудой, пропорциональной отклонению частоты и с частотой, соответствующей частоте детонации.

Фигурирующий здесь фильтр нижних частот состоит из двух частей: из собственного фильтра нижних частот /ASZ-1/, и полосового выделяющего фильтра, который усиливает только частоты в окрестности 300 Гц /SKSZ 300 Hz-2/. Результирующая характеристика двух фильтрующих элементов изображена на рис. 6. Результирующая характеристика обеспечивает приближенно линейную передачу до 300 Гц, а для частот, превышающих 300 Гц - затухание с большой крутизной.

Следовательно, цепочка в заданном диапазоне соответствует доброкачественному фильтру нижних частот. Полученное переменное напряжение подается на усилитель интегральной схемы IC1. Сигнал после усиления подается на S5-1 с надписью "ATTENUATOR".

С помощью этого делителя устанавливается предел измерения. /Колебания и детонацию частоты в процентах/. Сигнал после деления подается на два блока.

Первым блоком является фильтр верхних частот, собранный на транзисторах Т7 и Т8 с характеристикой, указанной на рис.1.

Эта фильтрующая цепь обеспечивает весовую характеристику для измерения детонации. Кривая соответствует предписаниям стандарта: при детонации 4 Гц весовое значение равно точно 1.

Второй блок, состоящий из делителя /R41, R24 + P12/ и эмиттерного повторителя /T6/, применяется при измерении колебания частоты. Этот блок независимо от частоты обеспечивает постоянное затухание для того, чтобы при одинаковой девиации детонации 4 Гц и колебание частоты 4 Гц обеспечивали напряжение одинаковой амплитуды.

Это объясняется тем, что если - теоретически - детонация включает в себя только одну составляющую 4 Гц, то измерение детонации и колебания частоты совпадает, следовательно, результат измерения должен быть также единичным.

Из двух сигналов соответствующий выбирается переключателями S2-II и S3-I, в соответствии с требуемым режимом работы, и подается на усилитель, собранный на интегральной схеме IC2, или через разделительный фильтр на выходной разъем, откуда сигнал подается на выходное гнездо с надписью "AC OUT" электронного вольтметра для испытания сигнала осциллоскопом.

Усилитель интегральной схемы IC2 усиливает сигнал до амплитуды, соответствующей выпрямителю прибора. Выпрямитель состоит из диодов D9, D8, конденсаторов C27, C38, и работает по схеме измерения от пика до пика. К его выходу измерительный прибор подключается через соответствующие разъем и переключатели.

Измерительный выпрямитель подключается к земле через полевой транзистор T9 и сопротивление R60. Если полевой транзистор открыт, то выпрямитель подключается к земле, а усиление интегральной схемы IC2 большое, если же полевой транзистор заперт, то выпрямитель отключается от земли, а усиление становится весьма малым. На стробирующую схему T9 подается выходной импульс модульной схемы N-MM-1. Этим осуществляется регулирование ключевого типа, которое обеспечивает, что отклонение частоты получается в процентах средней частоты и в том случае, если его номинальное значение отклоняется в большей мере от величины, предписанной стандартом /не более $\pm 20\%$ /. Это облегчает измерение, и в большей мере повышает точность измерения колебания частоты и детонации.

Точность измерения повышает и стробирующий усилитель, собранный на транзисторах T1, T2 и T3, на вход которого с точки K1 модульной схемы EH-2 подается усиленный измеряемый сигнал. Если входной уровень ниже порогового значения, то эта схема при измерении частоты отключает формирователь прямоугольных сигналов, или останавливает одновибратор /при измерении колебания частоты и детонации/. Этим в каждом случае предотвращается измерение. Измерение может производиться лишь в том случае, если входной сигнал превышает пороговый уровень.

Стабилизированное напряжение ± 10 В, необходимое для работы отдельных блоков, вырабатывают встроенные модульные схемы REF-P-2 и REF-N-2.

Модульные схемы REF представляют собой токорегуляторные стабилизаторы, собранные на двух транзисторах полностью симметричной схемы /nрп и рпр/.

4. ИНСТРУКЦИЯ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ

Пуск прибора в эксплуатацию

Перед пуском в эксплуатацию через разъем CS-1F, следует обеспечить соответствующие напряжения питания /см. принципиальную схему/.

При подключении напряжений к разъему прибор автоматически включается и сразу же работоспособен. Перед тем, как выполнять точные измерения, рекомендуется выдерживать время до соответствующего разогрева прибора.

Описание органов управления

Размещение и функцию органов управления рассмотрим на основании чертежа лицевой панели, изображенного на рис. 7. В верхней части лицевой панели размещен переключатель пределов измерения при измерении частоты /1/, который 8 положениями перекрывает полный частотный диапазон 10 Гц...100 кГц, посередине панели размещен клавишный переключатель для переключения режимов работы. Здесь режим измерения частоты включается кнопкой /2а/, режим измерения колебания частоты - кнопкой /2b/, а режим измерения детонации - кнопкой /2с/.

В нижней части лицевой панели размещен процентный делитель колебания частоты и детонации.

В связи с обслуживанием необходимо отметить, что измеряемый сигнал не следует подключать непосредственно к прибору, а только через предварительный усилитель. /Для этой цели можно использовать усилитель электронного вольтметра, встроенного в комплексный генератор, но может применяться и другой усилитель. В этом случае сигнал следует подать на разъем типа BNC с надписью AC IN на электронном вольтметре/.

Результат измерения появляется на стрелочном приборе вольтметра. В комплексном генераторе этот прибор снабжен калиброванной шкалой для измерения частоты и колебаний.

5. ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ УХОДУ И РЕМОНТУ

Систематически следует выполнять работы по техническому уходу за механической частью, описанные в общей части, а в ходе технического ухода за электрической частью следует проверять паспортные данные, особенно точность измерения.

Сперва с помощью звукового генератора и цифрового частотомера в положении измерения частоты необходимо проверить предельные отклонения, а в случае обнаружения отклонений, правильные величины следует установить одним из потенциометров Р4...Р11.

Точность измерения колебания частоты и детонации следует проверить по схеме измерения, изображенной на рис. 8. При этой схеме на вход прибора /вход электронного вольтметра/ из звукового генератора комплексного генератора подать сигнал с частотой 3,15 кГц, а в частотомере на конденсатор С6 в отдельности подключают переменное напряжение с частотой 4...5 Гц и амплитудой ок. 0,2 В от пика до пика. /Для ориентировки приводим, что на конденсаторе С6 при правильной работе должно получаться -4,8 ... -5 В, а в нормальном состоянии на этой точке имеется переменное напряжение ок. 960-1000 мВ от пика до пика/.

В ходе контроля аттенюатор необходимо установить в положение 10 % и попеременно нажимать кнопки "UNWEIGHTED" и "WEIGHTED".

В обоих случаях должны получаться одинаковые показания прибора на электронном вольтметре. Если отклонения неодинаковые, то регулировка производится потенциометром Р12, а если стрелка прибора не достигает предельного отклонения, то регулировка производится потенциометром Р13.

Отыскивание и устранение неисправностей

Ввиду простоты конструкции подробный перечень возможных неисправностей не требуется, однако, в интересах логического отыскивания неисправностей в нижеследующем приводим несколько полезных советов.

В случае неисправности прежде всего следует определить, имеется ли неисправность действительно в частотомере или в сопряженном с ним электронном вольтметре. Если дефектным является частотомер, то контроль начинается проверкой напряжений, питания отдельных блоков. Необходимо проверить, имеется ли напряжение $+10$ В на выходе модульных схем REFN-2 и REFP-1, и получают ли отдельные блоки напряжения питания.

Если напряжения питания отсутствуют, то следует заменить дефектную деталь, /стабилитрон, модульную схему/. Если напряжения питания исправны, то на вход прибора следует подать описанный в технических данных входной сигнал и контролем данных /уровень по постоянному току, форма сигнала/, приведенных в таблице форм сигналов /приложение № 19/, отыскать дефектную цепь.

Контроль следует начать на входе прибора, и идти шаг за шагом в направлении выхода.

Если во всех трех режимах работы отмечается неисправность, то причиной неисправности является по всей вероятности дефект модульной схемы EH-2, либо в принадлежащих к ней дополнительных элементах.

Если прибор работает неисправно, только в режиме измерения частоты, то следует подробно проверить формирователь прямоугольных сигналов /цепь T4-T5/ и дифференцирующий блок /точки измерения 6 и 7/.

Если прибор не работает в положениях WEIGHTED и UNWEIGHTED то следует проверить, работает ли правильно модульная схема N-MM-1, а затем постепенно в направлении фильтра нижних частот /ASZ-1; SKSZ-300 Hz-2; усилитель на интегральной схеме IC1/. Затем следует проверить делитель ATTENUATOR и задающий усилитель измерительного выпрямителя, собранный на интегральной схеме IC2, а затем цепь прибора.

Если прибор работает неисправно только в положение UNWEIGHTED, то следует проверить окрестность транзистора T6 /точка измерения 8/.

Если неисправность отмечается в положении WEIGHTED, то следует проверить цепи весового фильтра /T7/, точка измерения 9/.

После выявления дефектного места заменить дефектные детали. После выполнения любого ремонта в приборе вышеописанным способом следует проверить паспортные данные.

Часть V.

ИЗМЕРИТЕЛЬ ИСКАЖЕНИЙ КОМПЛЕКСНОГО ЗВУКОВОГО ГЕНЕРАТОРА
Тип: TR-9650/Q037

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Измеритель искажений применяется в сочетании с комплексным звуковым генератором в звуочастотной полосе и в ее окрестности. Измеритель искажений работает на известном принципе измерения искажений: сравнивает эффективное значение высших гармоник с эффективным значением полного сигнала, согласно следующей формуле:

$$k [\%] = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + \dots}}{\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + \dots}} \cdot 100$$

где U_1 - амплитуда основной частоты

U_2 - амплитуда первой гармоники

U_3 - амплитуда второй гармоники и т.д.

Следовательно, искажение определяется как частное эффективного значения гармоник и эффективного значения полного сигнала.

Измерение может быть выполнено в двух основных режимах работы:

- если измерение требуется выполнять быстро и удобно, например, проверить искажение усилителя, то следует применять режим измерения на фиксированной частоте, так как в этом случае подобранные величины частот являются параметрами частотной характеристики усилителя, значит, искажения измеряются в самых важнейших точках частотной характеристики;
- во втором режиме работы выполняется измерение сигнала с изменяющейся частотой, а именно в окрестности подобранной частоты /400 Гц/. Этим методом с успехом измеряется нелинейное искажение любого звуковоспроизводящего устройства.

При измерении искажения "плавающего" сигнала еще учитывается седьмая гармоника, а выше этого затухание вносится уже и фильтром верхних частот, ввиду конечной ширины его полосы пропускания. Это полезно, так как этим устраняются шумы и однозначно измеряется искажение. Ввиду того, что при испытании магнитофонов решающим является однозначно искажение нечетных гармоник, первые 3 гармоники спектра искаженного сигнала /3, 5 и 7 гармоники/ уже обеспечивают возможность весьма точного измерения искажений.

Требуемый режим работы подбирается одним переключателем. С точки зрения отсчета результата весьма выгодной является линейная приборная шкала. Эта шкала облегчает отсчет процентного значения искажений в такой мере, что не требуется применение диапазона с предельным значением ниже 1 %.

Механическая конструкция

Механическая конструкция прибора согласована с модульной системой комплексного генератора: ширина 2/18, высота 5 модулей. В механическом отношении измеритель искажений состоит из двух основных блоков: лицевой панели с органами управления, и платы печатного монтажа, на которой размещены электронные блоки. Измеритель искажений присоединяется к системе комплексного звукового генератора с помощью 16-контактного разъема, расположенного на задней стенке. По обеим сторонам блока применяется экранировка, чтобы рассеянные поля соседних блоков не мешали его работе. /Мешающие сигналы могут достигнуть порядка 10 мкВ. Ввиду этого, экранировка является весьма важной, и удаление экранирующих пластин воспрещается!/.

Электрическое построение

Электрическое построение измерителя искажений рассмотрим на основании блок-схемы, изображенной на рис. 1. Измеряемый сигнал через задний разъем подается на точку ВХОД, а отсюда подключается к калибровочному делителю /1/. С делителя сигнал поступает на две друг от друга независимые фильтрующие системы, и, в зависимости от режима работы, сигнал подается на одну из систем фильтров.

В режиме фиксированной частоты выход делителя присоединен к предварительному усилителю /2/, который питает мостовую схему Вина /3/. Выходной сигнал мостовой схемы усиливается каскадом усиления и формирования разностного сигнала /4/, следовательно, второй, третий и четвертый каскады совместно образуют фильтр, вносящий затухание на заданной частоте, а его выходной сигнал стабилизируется цепью отрицательной обратной связи /5/.

В режиме измерения изменяющейся частоты сигнал после деления подается на фильтр верхних частот /6/, частота среза которого равна 720 Гц.

Выходной сигнал фильтра здесь уже непосредственно дает содержание искажений измеряемого сигнала.

После этого сигнал, пропорциональный искажению, соответственно, искаженный сигнал, через переключатель режимов работы подается на процентный делитель /8/, затем на усилитель /9/, откуда сигнал может быть выведен и в отдельности через делитель /10/ для наблюдения осциллоскопом.

К этой же точке присоединяется система усиления и образования эффективного значения /11/ и /12/, которая выполняет операцию согласно вышеприведенной математической формуле. К выходу этой системы - также через задний разъем - может быть непосредственно присоединен индикаторный прибор.

Через задний разъем получают и напряжения питания, которые согласуются с прибором стабилизатором /13/ и фильтром.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Данные входа

Входной разъем	вход АС. IN электронного вольтомметра
Амплитуда измеряемого сигнала	100 мВ эфф. 316 В эфф.
Измерение искажений фиксированных частот	
Поддиапазоны частот	31,5 Гц 63 Гц 125 Гц 315 Гц 630 Гц 1,25 кГц 3,15 кГц 6,3 кГц 12,5 кГц
Допустимое отклонение от номинального значения	$\pm 10\%$
Точность измерения	макс. $\pm 7\%$ при предельном отклонении
предельные отклонения	1 % 3,16 % 10 % 31,6 % 100 %
Собственное искажение прибора /вместе с электронным вольтомметром/	0,03 % /второй степени/
При измерении сигнала с изменяющейся частотой	
Номинальная частота несущей	400 Гц
Допустимое колебание частоты	$\pm 10\%$

Характеристика фильтра для
измерения искажения сигнала
с изменяющейся частотой

полоса пропускания

720 Гц ... 2500 Гц

затухание

0 дБ

колебание АЧХ

макс. $\pm 0,7$ дБ

полоса затухания

$f \leq 440$ Гц

затухание

мин. 60 дБ

3. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ

Так как речь идет об относительном измерении, т.е. измерении отношения двух количеств, деление просто производить в том случае, если знаменатель дроби единичный.

В нашем конкретном случае это означает, что единичным необходимо считать полный искаженный сигнал, включающий в себя основную частоту. Следовательно, в начале следует измерить полный сигнал без затухания, затем полное усиление прибора следует отрегулировать с таким расчетом, чтобы отклонение прибора было единичным /предельное отклонение/. Это измерение и настройка означают калибровку, отличающуюся от калибровки прочих приборов.

После этого усиление воспрещается изменять, а затем соответствующим способом следует отфильтровать именно основную гармонику измеряемого сигнала, и оставшееся после фильтрации отклонение прибора точно показывает относительное содержание искажения.

Теперь рассмотрим подробно работу электронного блока на основании принципиальной схемы и рисунков приложения 23.

Измерение в режиме фиксированной частоты

Соответствующая амплитуда /ок. 280 мВ от пика до пика/ входного сигнала настраивается с помощью потенциометра Р1 с надписью CAL, этим устанавливается и единичное отклонение прибора. Сигнал отсюда через вход Е1 модульной схемы М1 подается на предварительный усилитель /расположенный в модульной схеме типа ЕКК-1/, а с его выхода после приблизительно 10-кратного усиления поступает на фильтр мостовой схемы Вина с асимметричным питанием.

Измерением сопротивлений настраиваются величины частот 31,5 Гц, 63 Гц, 125 Гц, а переключением емкостей устанавливаются множители $\times 1$, $\times 10$, $\times 100$. Таким образом, мостовая схема всегда работает при оптимальных RC-величинах, а это способствует стабильности работы. С двух выходных точек мостовой схемы Вина сигналы подаются на формирователь разностного сигнала.

Формирователь разностного сигнала /рис. 2/ представляет собой дифференциальный усилитель с несимметричным выходом, построенный на полевом транзисторе и транзисторе типа PNP, который размещен также в модульной схеме М1. Эта цепь согласовывает мостовую схему Вина с входом функционального усилителя интегральной схемы IC1. Сигнал после усиления с выхода функционального усилителя IC1 через цепь обратной связи возвращается на предварительный усилитель; глубокая обратная отрицательная связь линейаризирует частотную характеристику. Таким образом, частотная характеристика фильтра мостовой схемы Вина /рис. 3/ включает в себя весьма крутой спад, ок. 80 дБ на номинальной частоте, а на остальных частотах частотная характеристика фильтра линейная. Усиление фильтра мостовой схемы Вина в неуравновешенном состоянии ок. 20.

С фильтра сигнал поступает на переключатель режимов работы, а в отпущенном положении переключателя проходит дальше.

Измерение в режиме изменяющейся частоты

С потенциометра Р1 входной сигнал поступает не только на фильтр мостовой схемы Вина, но и на систему фильтров верхних частот, собранную на модульных цепях М5, М6, М7, М8, М9, М10 и М11. Фильтр состоит из RC-элементов верхних частот /М7, М9, М10/, и полосовых выделяющих фильтров /модульные схемы М6, М8 и М11 типа SKSZ-2, -3/, номинальная частота которых равна 700 Гц. Соответствующей комбинацией этих фильтров можно достичь, чтобы частотная характеристика, начиная с 700 Гц, была линейной, а ниже 700 Гц срез был бы весьма крутым и составлял 120 дБ/октава. На частоте 440 Гц достигается затухание выше 60 дБ. Частотная характеристика изображена на рис. 4.

Ввиду того, что параметры схемы обладают определенным разбросом, оказалось необходимым применять элемент, выравнивающий разбросы. Этот элемент размещен в модульной схеме М9, следовательно, с помощью расположенного в модульной схеме подстроечного потенциометра Р1 может быть точно установлено усиление в полосе пропускания. Усиления фильтра мостовой схемы Вина и фильтра верхних частот должны точно совпадать в полосе пропускания. Выходной сигнал модульной схемы М11 подается также на переключатель режимов работы.

Выход переключателя режимов работы присоединен к процентному делителю RANGE %. Делитель осуществляет деление ступенями по 10 дБ.

После делителя следует дополнительный усилительный каскад /IC2/, который усиливает сигнал до уровня, необходимого для управления выпрямителем. Из усилителя сигнал через делитель R45, R9, R47 подается на внешний усилитель с целью наблюдения осциллоскопом.

Цепь измерительного выпрямителя и формирования эффективного значения выполняет квадратичное суммирование и извлечение квадратного корня. Цепь построена на интегральной схеме IC3, элементах T1, T2, D1, D2, D3, D4 и на модульной схеме М2 типа

ФФК-1. Образование эффективных значений выполняют диоды. Характеристика изображена на рис. 5.

Цепь по существу представляет собой мостовой выпрямитель с обратной связью, нагрузкой которого является цепь формирования эффективного значения $M2$. Ввиду того, что обратная связь в большей мере линеаризует работу мостовой схемы, можно применять линейную шкалу. Транзисторы $T1$, $T2$ в этой схеме обеспечивают соответствующее усиление мощности для цепи $M2$, являющейся нагрузкой мостовой схемы.

Измеритель искажений чувствителен к фильтрованию напряжения питания, этим объясняется отдельная стабилизация входных напряжений питания. Эту задачу выполняют цепи стабилизации положительного напряжения питания $M3$ и цепи стабилизации отрицательного напряжения питания $M4$.

4. ИНСТРУКЦИЯ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ

Пуск прибора в эксплуатацию

Перед пуском в эксплуатацию через разъем CS1-D следует обеспечить соответствующие напряжения питания /см. принципиальную схему/.

После подключения напряжений к разъему прибор автоматически включается и сразу же работоспособен. Перед выполнением точных измерений рекомендуется выдерживать время до соответствующего разогрева прибора.

Описание органов управления

Размещение и функции органов управления рассмотрим на основании чертежа лицевой панели, изображенного на рис. 6.

С помощью расположенного в нижней части лицевой панели переключателя /1/ с надписью RANGE % отыскивают соответствующий предел измерения, где еще получается хорошо отсчитываемое отклонение.

В начале измерений переключатель следует устанавливать всегда на предел "100", и в этом положении ручкой /2/ с надписью CAL следует установить предельное отклонение на индикаторном приборе.

С помощью кнопок 3 и 4 настраивается частота, на которой измеряется искажение, а ручки 5 и 6 применяются в интересах точности измерения. С помощью этих кнопок в заданном положении RANGE следует отрегулировать всегда минимальное отклонение прибора.

При точных измерениях после настройки минимума в положении, с частотой в 10 раз большей или меньшей, следует повторить калибровку, а затем после переключения на измеряемую частоту с прибора отсчитывается точная величина искажения.

При выполнении измерений методом изменяющейся частоты следует нажать кнопку /2/, с надписью "CAL", но только после вышеописанной установки предельного отклонения! В дальнейшем

следует пользоваться только переключателем RANGE, с помощью которого находят предел измерения, обеспечивающий хорошо оценяемое отклонение.

В связи с обслуживанием следует отметить, что измеряемый сигнал необходимо подключать не к собственному измерителю искажений, а через промежуточный предварительный усилитель /через усилитель электронного вольтметра, встроенного в комплексный генератор/. Сигнал следует подать на разъем типа BNC с надписью AC IN, а переключатель пределов измерения в начале измерения следует отрегулировать так, чтобы в положении измерения переменного напряжения стрелка находилась в красном секторе шкалы.

Величина искажения может отсчитываться также по прибору вольтметра с учетом положения переключателя "RANGE".

5. ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ УХОДУ И РЕМОНТУ

Систематически следует выполнять работы по техническому уходу за механической частью, описанные в общей части, а в ходе технического ухода за электрической частью следует проверять паспортные данные, особенно точность измерения.

Уход за механической частью

В механическом отношении, в первую очередь, следует выполнить технический уход за спаренными потенциометрами 10 кОм. /Это потенциометры Р2 и Р3 с обозначением Δf /. Время от времени следует проверять и регулировать натяжение соединительного тросика двух потенциометров, а в случае необходимости его следует заменить.

Уход за электрической частью

Для контроля точности измерения на вход подключают симметричный прямоугольный и треугольный сигнал 1250 Гц.

Согласно предписаниям выполнить калибровку и настройку. В случае правильной работы должны получаться следующие значения искажений:

- в случае прямоугольника: 40,7 %
- в случае треугольника: 11,8 %

Допустимая погрешность измерения при предельном отклонении: ± 7 %.

Контроль фильтра верхних частот выполняется в два этапа. Для контроля полосы пропускания на вход подают синусоидальный сигнал 720 Гц, а после перевода переключателя "RANGE %" в положение "100" нажатой ручкой CAL устанавливают 0 дБ. Затем генератор перестраивают от 720 Гц до 2,5 кГц, а по стрелке прибора проверяют неравномерность в полосе пропускания. Допустимая неравномерность не более $\pm 0,7$ дБ.

В ходе измерения соблюдать стабильность амплитуды звукового генератора.

При контроле полосы затухания фильтра на вход следует подать сигнал с частотой 720 Гц, а калибровка производится аналогичным способом.

Затем после уменьшения частоты до 440 Гц в нажатом положении кнопки CAL и в положении 1 % переключателя RANGE % /затухание 40 дБ/ избирательным вольтметром измеряют амплитуду компонента 440 Гц. Если избирательный вольтметр показывает не менее -20 дБ, то полоса задержания фильтра верхних частот удовлетворительна. Частоту 440 Гц одновременно проверяют и по осциллоскопу. Затем постепенно изменяют частоту от 440 Гц до 360 Гц и по осциллоскопу проверяют величину основной гармоник. Если амплитуда не превышает величину, полученную на частоте 440 Гц, то полоса затухания фильтра удовлетворительная.

Отыскивание и устранение неисправностей

Сперва следует убедиться в том, что неисправность имеется в блоке измерителя искажений, а не в сопряженном с ним вольтметре. Если убедились в том, то блок вынимают из каркаса, и с помощью ремонтного кабеля подключают к разъему каркаса прибора. После удаления экранирующих пластин, становятся доступными схемные элементы любой цепи.

Прежде всего следует проверить постоянные напряжения, начиная с заднего разъема прибора.

Если напряжения питания исправны, но прибор не работает, то начиная с входа /точка измерения 3/ проверить формы сигналов согласно приложенной таблице форм сигналов, а неисправность отыскивать там, где отмечается отклонение от заданной формы сигнала.

После замены любого полупроводникового прибора или модульной схемы правильную работу прибора следует повторно проверить. Тщательность контроля зависит от назначения данного полупроводникового прибора или модульной схемы. В нижеследующем дается краткое описание контрольных работ, выполняемых после замены отдельных деталей.

В случае замены элементов Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6 достаточно измерить постоянные напряжения в соответствующих точках.

В случае замены любой из модульных схем M5, M6, M7, M8, M9, M10, M11 в системе фильтров следует проверить полосу пропускания и полосу затухания.

В случае замены модульных схем M3, M4 следует проверить величины напряжений питания и диапазон регулирования двух цепей.

В случае замены схемы ЕКК-1 следует проверить форму сигнала в измерительных точках 3, 4, 5, фигурирующих в таблице форм сигналов.

Подчеркивается, что дефектная модульная схема может заменяться только заранее отрегулированной и удовлетворительной во всех отношениях модульной схемой.

Часть VI.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПОЛЬЗОВАНИЮ КОМПЛЕКСНЫМ ЗВУКОВЫМ
ГЕНЕРАТОРОМ

1. ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ И СОПРОТИВЛЕНИЙ

Измерение постоянного напряжения

После пуска в эксплуатацию и калибровки, описанных в ИНСТРУКЦИИ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ, в зависимости от полярности напряжения, следует нажать кнопку 10.b, или 10.c; $+U$ или $-U$ /см. чертеж лицевой панели, рис. II/3/. Напряжение измеряется между входными точками 5 и 6.

Соответствующий предел измерения устанавливают переключателем пределов измерения /4/, а результат отсчитывают по соответствующей шкале измерительного прибора.

Измерение переменного напряжения

При этом измерении измеряемое напряжение подключается к разъему /7/, типа BNC. При измерении следует нажать кнопку переключателя режимов работы 10.d. Форму измеряемого сигнала проверяют по осциллоскопу, подключенному к выходу /8/ с надписью AC OUT.

Измерение сопротивлений

Сперва нажимают кнопку 10a, а затем выполняют калибровку. Измеряемое сопротивление подключают между входными точками 5 и 6.

2. ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕДАЧИ И ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Основным прибором этого метода измерения является звуковой генератор, но обязательно необходимо применять произвольный индикаторный прибор: вольтметр или осциллоскоп. В качестве индикаторного прибора, разумеется, может применяться и расположенный в комплексном генераторе электронный вольтметр.

Перед включением обращать внимание на соответствующую калибровку /см. соответствующие главы/.

По шкале звукового генератора с учетом положения переключателя пределов измерений можно отсчитывать непосредственно полученные величины частот.

Выходные уровни напряжений устанавливаются кнопками /6 и 7/ с надписью ATTENUATOR /см. ИНСТРУКЦИЮ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ/. Уровень на мощном выходе может уменьшаться только до -50 дБ, а в положениях с большим отношением деления уровень не изменяется. Выходное напряжение рекомендуется измерять и проверять также осциллоскопом.

При изменении частоты до 25 кГц уровень не изменяется, а лишь после этого значения наблюдается колебание в паспортных пределах.

Выход делителя нечувствителен к перегрузке или к короткому замыканию, но выход мощности выдерживает только кратковременную перегрузку. Ввиду этого, следует с повышенной осторожностью защищать выход мощности от короткого замыкания.

Измерение усиления

Измерение следует выполнять по схеме, изображенной на рис. 1. В качестве входного сигнала испытываемого усилителя применяется выходной сигнал делителя. Сигнал после усиления измеряется электронным вольтметром.

Измерение частотной характеристики

Схема измерения изображена на рис. 2.

Эта схема отличается от предыдущей наличием осциллоскопа, который присоединяется к выходу с надписью AC OUT электронного вольтметра. Величины следует отсчитывать по шкале, отградуированной в децибелах, а осциллоскопом следует проверять, не искажают-ли измерение возможные нелинейные искажения.

Испытание усилителя звуковых частот симметричным прямоугольным сигналом

Этот метод позволяет производить ускоренное качественное испытание. Схема измерения аналогична описанной выше. При этом измерении необходимо обязательно применять осциллоскоп.

На рисунке 3. указываются характерные искажения сигналов, по которым можно судить о неисправности усилителя. Особенно интересной является форма сигнала "с", которая показывает склонность к возбуждению, это иными испытаниями не может быть определено. Эта склонность к возбуждению тем больше, чем в меньшей мере затухают выбросы на вершине прямоугольного сигнала.

3. ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ, КОЛЕБАНИЯ ЧАСТОТЫ И ДЕТОНАЦИИ

Измеряемую частоту подключают к разъему с надписью AC IN электронного вольтметра. В зависимости от величины входного сигнала переключателя пределов измерения /4/ переводят на соответствующий предел измерения. Режим работы включают нажатием кнопки 10f /FREQU/.

Частоту измеряемого сигнала отсчитывают по основному прибору в Гц или кГц. При измерении детонации и колебания частоты измеряемое значение отсчитывают в процентах по основному прибору. Для анализа спектра "плавающего" сигнала к выходу /8/ с надписью AC OUT подключают осциллоскоп. Применяемый режим работы подбирают кнопками, расположенными на блоке частотомера. При помощи этих кнопок устанавливаются и пределы измерения /измерение частоты в Гц, а также измерение относительных колебаний в процентах/. При измерении частоты прибор показывает среднее значение измеряемой частоты, а по движению стрелки отмечают только колебания ниже 1 Гц. Перед измерением следует проверить, не имеются ли колебания, превышающие 10 дБ, в амплитуде измеряемого сигнала, так как они могут вызвать искажение результатов измерения.

В результате измерения колебаний частоты прибор следит за быстрыми колебаниями, а отсчитанное значение является половиной величины колебаний, измеренной от пика до пика. Отсчитывать следует всегда максимальное отклонение, но не надо учитывать большие отклонения с периодичностью ниже 10 сек.

При измерении колебания частоты и детонации необходимо обеспечить измерительный сигнал 3,15 кГц с тестовой пластинки или измерительной ленты; для контроля магнитофона на новую, не слишком тонкую, ленту производят запись частоты 3,15 кГц с помощью звукового генератора.

При воспроизведении соответствующего измерительного сигнала выходное напряжение измеряемого аппарата подают на электронный вольтметр и выполняют соответствующее измерение колебаний.

Сперва всегда измеряют колебание частоты, а затем детонацию. При измерении детонации результаты, как правило, всегда меньше, в ряде случаев гораздо меньше колебания частоты, так как прибор в соответствии с весовой кривой оценивает в уменьшенной мере составляющие высшей и низшей частоты по отношению к средней частоте 4 Гц. Измерение следует выполнять в начале, посередине и в конце ленты /пластинки/.

Ввиду того, что прибор и при фиксированном изменении номинальной частоты измеряет действительные колебания частоты и детонацию, не требуется точно соблюдать номинальную частоту 3,15 кГц.

4. ИЗМЕРЕНИЕ ИСКАЖЕНИЙ

Сигнал подается на вход /7/ с надписью AC IN электронного вольтметра. После нажатия кнопки 10e /DIST/ для выполнения калибровки переключателем пределов измерения /4/ устанавливают соответствующий предел измерения. Испытание формы сигналов и в этом режиме работы производится осциллоскопом, подключенным к выходу /8/ с надписью AC OUT.

Искажение в процентах отсчитывается по стрелочному прибору. Калибровка, настройка и установка предела измерения искажений в процентах производится в блоке измерителя искажений.

При измерении переключатель /1/ RANGE измерителя искажений следует перевести в положение "100 %", а с помощью ручки /2/ "CAL" следует отрегулировать по шкале прибора предельное отклонение. Обращать внимание на то, чтобы во время калибровки установленная в приборе величина частоты была не менее чем в 10 раз больше или меньше частоты измеряемого сигнала /см. главу ОПИСАНИЕ РАБОТЫ/.

После калибровки нажимными кнопками 3 и 4 устанавливают величину, соответствующую частоте измеряемого сигнала, и с помощью ручек настройки /6/ с надписью BALANCE и /5/ с надписью Δf добиваются минимального отклонения прибора. При отыскивании минимума с помощью переключателя RANGE следует устанавливать все меньшее процентное значение искажения до тех пор, пока не будет получена хорошо отсчитываемая наименьшая величина. Затем, настраивая частоту в 10 раз большую или меньшую, вновь выполняют калибровку, и лишь после этого можно отсчитывать точные величины искажения на основании надписи на процентном делителе RANGE %. Рекомендуется во время измерения осциллоскопом проверять ход настройки, т.е. компоненты искажения /выход с надписью AC OUT электронного вольтметра/.

В случае измерения искажения сигнала с изменяющейся частотой, на измеряемом звуковоспроизводящем устройстве следует воспроизводить 400 Гц с измерительной ленты или на основании собственной записи. Это объясняется тем, что это измерение может быть выполнено только на частоте 400 Гц!

Ход калибровки при отпущенной кнопке калибровки аналогичен вышеописанному. После выполнения калибровки следует нажать кнопку CAL, а переключатель RANGE устанавливать всегда на меньшее процентное значение до тех пор, пока по прибору не получается оцениваемое отклонение.

Согласно описанному выше, измерение искажения может производиться в двух различных комплектациях приборов: при первом методе измерения требуется звуковой генератор, при этом могут проверяться усилители в режиме фиксированной частоты; при втором методе измерения измеряются звуковоспроизводящие устройства, в этих случаях звуковой генератор не требуется, если на ленте или пластинке имеется в наличии сигнал с частотой 400 Гц /рис. 4/.

На рисунке проводится и точная схема измерения, но подчеркивается, что измерение искажений является весьма чувствительным к шумам и помехам, так как в случае высококачественного усилителя необходимо измерять сигналы на 50-60 дБ ниже уровня полезного сигнала. Ввиду этого измерение следует выполнять весьма тщательно, чтобы из процесса измерения исключить паразитные сигналы /напряжение фона или рассеянное поле местных мощных передающих станций/. Следует избегать т.н. шлейфа-заземления, т.е. при измерении следует тщательно проверить, чтобы каждый прибор присоединялся только в одной точке к общей системе заземления, так как шлейф, образующийся через многократное соединение, может вызвать напряжение фона, паразитные высокочастотные сигналы и возбуждение.

Обращать внимание и на то, что если в схеме измерения фигурируют и мощные цепи, то воспрещается присоединение к двум концевым точкам ветви заземления, несущей мощный сигнал, двух проводов заземления комплексного звукового генератора, так как это может вызвать значительное искажение результатов измерения!

В случае измерения в режиме фиксированной частоты к входу измеряемого усилителя следует подключить выход звукового генератора /выход делителя/ комплексного звукового генератора, и в положении измерения переменного напряжения /положение $\sim U$ электронного вольтметра/ установить соответствующий уровень сигнала. При этом рекомендуется проверять форму сигнала осциллоскопом во избежание мешающих перегрузок. После настройки соответствующего уровня сигнала прибор может быть переключен в положение измерения искажений.

Если требуется снять зависимость величины искажения в функции от частоты, то измерение искажения должно быть выполнено в точках, отмеченных на шкале звукового генератора. Таким образом измерение производится весьма быстро и просто.

Если амплитуда сигнала не достигает величины 100 мВ эффективных, т.е. калибровка невозможна, измерение может быть выполнено таким образом, что при калибровке стрелку прибора устанавливают на меньшее значение и измеренное в конце значение искажения умножают на частное от предельного отклонения и отрегулированного отклонения.

Для лучшего понимания нужна формула измерения искажения, где в данном случае знаменатель дроби ниже единицы и уменьшается пропорционально отклонению.

Если амплитуда сигнала значительно ниже 100 мВ эффективных, но не исчезает в шуме, то с помощью осциллоскопа величина искажения может оцениваться. Оценка производится следующим образом:

Измеряемый сигнал подключают к входу AC IN вольтметра. После калибровки на экране осциллоскопа, подключенного к выходу AC OUT, устанавливают измеряемый сигнал с таким расчетом, чтобы он заполнял полный калибруемый диапазон.

Затем производят настройку, а процентный делитель искажения устанавливают на все меньшее значение /от 100 %-го положения в направлении 1 %/. Если удастся уменьшение, например на 40 дБ, т.е. при настройке получен сигнал в 100 раз меньше, и экран осциллоскопа заполняется этим сигналом, а при этом положение входного делителя осциллоскопа не изменили, то искажение приблизительно 1 %, а если ниже этого, то с помощью входного делителя осциллоскопа в систему вносят дальнейшее усиление.

При повышении входной чувствительности осциллоскопа на это значение следует умножать уже внесенное усиление - т.е. 100 - следовательно, частное от величины заданной основной гармоники, измеренной от пика до пика, и величины содержания высших гармоник, также измеренной от пика до пика, дает приближенное значение искажения.

Естественно, что этим не получается точный результат, но с успехом может применяться при контроле предварительных усилителей, так как даже при малом уровне сигнала позволяет производить измерения искажений.

С помощью измерителя искажений может измеряться эффективное значение сигналов, форма которых отличается от синусоидальной; сперва при контроле синусоидальным сигналом в положении DIST кнопкой CAL устанавливают точное предельное отклонение. Этим измеритель искажений становится калиброванным вольтметром эффективных значений напряжений, а величина напряжения, форма которого отличается от синусоидальной может измеряться в положении DIST.

Чувствительность может повышаться с помощью делителя RANGE всего на 40 дБ, а с помощью потенциометра CAL еще на дополнительных 10 дБ. Таким образом достигаемая максимальная чувствительность: 1 мВ эффективных.

Абсолютное значение напряжения может определяться легко на основании калибровки и делителей.