

Святослав Бабын (UR5YDN)

пгт Кельменцы
Черновицкой обл.
Украина

Предлагаемая схема радиомикрофона с высокой чувствительностью настолько проста в настройке, что и начинающие радиолюбители могут его изготовить.

Радиомикрофон с высокой чувствительностью

Предлагаемая схема радиомикрофона в генераторе высокой частоты имеет только один колебательный контур, поэтому значительно упрощается настройка. В радиомикрофоне применена частотная модуляция (ЧМ). Настройка сводится к выставлению частоты 87,9 МГц, выделенной для радиомикрофонов, прослушиванием на FM приемник с диапазоном 88...108 МГц. В схеме применены германиевые транзисторы, что облегчает начинающим радиолюбителям выставление режимов работы транзисторов. Опытные радиолюбители могут применить кремниевые транзисторы для радиомикрофона, вместо германиевых,

однако при этом необходимо более тщательно подбирать режимы работы транзисторов. Кремниевые транзисторы могут иметь очень большие значения статического коэффициента передачи тока в схеме с общим эмиттером (ОЭ): так, к примеру, транзисторы КТ3107К, КТ3107Л имеют h_{213} равные 380...800, согласно справочника [1].

Сигнал радиомикрофона хорошо слышно на импортные радиоприемники средней чувствительности КIPO KB308AS, WAXIBA XB-222 с диапазоном FM/TV 64 МГц...108 МГц на расстоянии до 70 м. Высококачественный генератор радиомикрофона необходимо настроить на

частоту 87,9 МГц, которая выделена специально для радиомикрофонов.

Особенность данного радиомикрофона в том, что передается разговор людей, находящихся в небольшом помещении на расстоянии 6...8 метров от микрофона. Даже шорох при складывании газеты слышно на расстоянии 1,5...2 м. Это получено благодаря использованию усилителя низкой частоты (УНЧ) с большим коэффициентом усиления, порядка 20000, и применения электретного микрофона типа МПК-101 II-У со встроенным усилителем. Такие микрофоны были разработаны для замены угольных микрофонов в стаци-

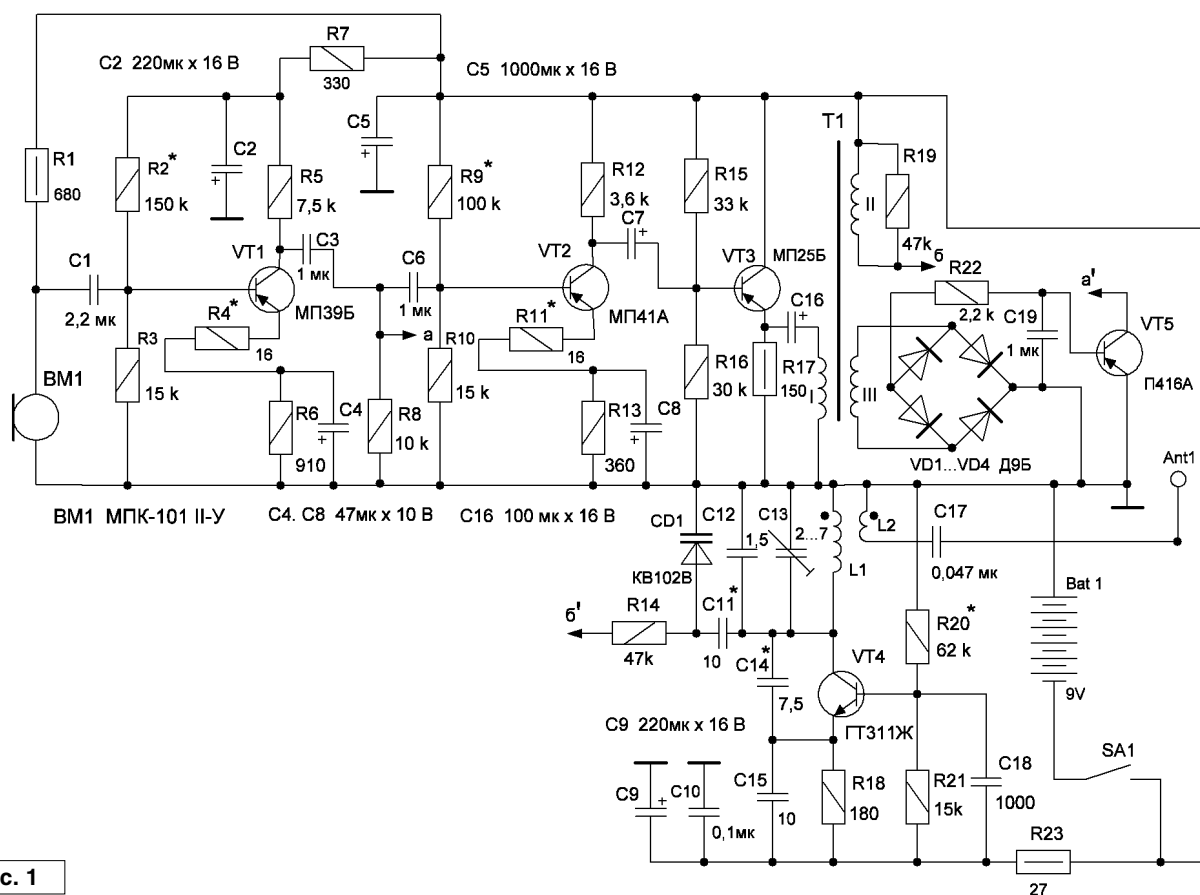


Рис. 1

онарных телефонных аппаратах. Как показал эксперимент, возможно также применить электретный микрофон типа “Радуга МКЭ-3-1-01”, однако применение таких микрофонов дают незначительный фоновый шум. Чтобы не было перегрузок и искажений при прослушивании разговора, вблизи микрофона в УНЧ введена автоматическая регулировка усиления (APУ).

Принципиальная электрическая схема радиомикрофона приведена на **рис. 1**. Высокочастотный генератор на транзисторе VT4 собран по классической схеме с емкостной обратной связью. Если транзистор VT4 имеет коэффициентах усиления по постоянному току $h_{21Э}$ менее 50-ти, то необходимо увеличить емкость конденсатора C14 до 8,2 пФ, чем увеличивается глубина положительной обратной связи и появляется генерация. Для получения частотной модуляции использован варикап CD1, который изменяет свою емкость от низкочастотного сигнала, снятого с выхода трансформатора T1. Девиация частоты при ЧМ задается величиной емкости конденсатора C11. Следует отметить, что емкость колебательно-контур суммарная, то есть, кроме основных конденсаторов C12 и C13, дополнительная емкость за счет конденсаторов C14 (последовательно с C15), конденсатора C11 (последовательно с емкостью варикапа CD1), монтажная емкость. При раздвигании витков катушки L1 индуктивность ее уменьшается, что приводит к увеличению частоты генерации – это также возможно использовать, при необходимости.

Катушка L1 бескаркасная с внутренним диаметром 6 мм и содержит 5,5 витков посеребренного провода ш 0,6 мм намотанных с шагом 0,5 мм. Катушка L2 также бескаркасная и содержит 2 витка провода ПЭВ-2 диаметром 0,6 мм, намотанных рядом с L1, возле “холодного” конца. В качестве антенны применена телескопическая антенна длиной 0,85 м. В принципе, телескопическую антенну можно заменить отрезком монтаж-

ного провода такой же длины. Оптимальная длина антенны 1/4 длины волны; $L_{\text{опт}}(\text{м}) = C/4f = 75/f(\text{МГц})$, где C – скорость распространения радиоволн, а f – рабочая частота радиомикрофона. Так, для частоты 87,9 МГц оптимальная длина антенны должна быть 0,85 м.

С помощью изменения емкости подстроечного конденсатора C13 выставляем частоту генератора 87,9 МГц, прослушивая разговор на FM радиоприемник. Если у радиолюбителя возникнет проблема с приобретением посеребренного провода, то серебрение возможно провести самому, воспользовавшись методикой, описанной в [2]. В высокочастотном генераторе использован транзистор со статическим коэффициентом передачи тока в схеме с ОЭ $h_{21Э}$ равным 80 (для транзистора ГТ311Ж значение $h_{21Э}$ равно 50...200, согласно справочника [1]). Усилитель низкой частоты (УНЧ), как видно из схемы радиомикрофона, трехкаскадный.

Транзисторные УНЧ, как правило, требуют настройки. Это связано с тем, что транзисторы имеют большой разброс коэффициентов усиления по постоянному току $h_{21Э}$ и, чтобы задать режим работы транзистора, приходится подбирать величину сопротивления резистора делителя напряжения. Если УНЧ имеет несколько каскадов, то налаживают сначала оконечный каскад, а затем – предварительный, уменьшая входное напряжение, подаваемое на вход каскадов. Коэффициент усиления для многокаскадного усилителя, как известно из теории, можно рассчитать по формуле: $K_{\text{ус-унч}} = K_{\text{ус.1}} \times K_{\text{ус.2}} \times \dots \times K_{\text{ус.N}}$. Ясно, что многокаскадные УНЧ имеют большой коэффициент усиления и большую чувствительность. На **рис. 1** приведена схема УНЧ, которая имеет коэффициент усиления 20000, с учетом коэффициента трансформации T1, при нагрузке 47 кОм. Как видно из схемы, приведенной на **рис. 1**, первый и второй каскады собраны по схеме с общим эмиттером и дают большое усиление, а третий каскад собран по схеме с общим коллек-

тором, то есть эмиттерный повторитель, чем обеспечивается низкое выходное сопротивление, нужное для согласования с входным сопротивлением трансформатора T1. Если применить транзисторы с коэффициентом передачи $h_{21Э}$ такие же, как использовал автор, то необходимости в подборе режимов работы транзисторов VT1, VT2 нет, использовав резисторы, указанные на схеме. Автор применил транзисторы с такими значениями $h_{21Э}$: для VT1 МП39Б – $h_{21Э} = 60$, для VT2 МП41А – $h_{21Э} = 95$, для VT3 МП25Б – $h_{21Э} = 50$ (возможно также применить любой с $h_{21Э}$ равным 50...80), VT5 П416А – $h_{21Э} = 70$ (возможно также применить любой с $h_{21Э}$ равным 50...100). При желании уменьшить размеры радиомикрофона, вместо транзисторов МП39Б и МП41А возможно применить миниатюрные транзисторы типа ГТ109В, у которых $h_{21Э}$ равен 60...130, а коэффициент шума $K_{\text{ш}} = 4$ дБ, согласно справочника [1]. Вместо транзистора МП25Б возможно применить транзистор МП26Б.

Настроечные работы вначале необходимо провести с отключенной системой APУ, для чего нужно отсоединить коллектор транзистора VT5 от резистора R8, а после настроечных работ подключить цепочку APУ. Система APУ работает таким образом, что при сигналах малой громкости транзистор VT5 практически закрыт и не шунтирует резистор R8, и УНЧ имеет максимальное усиление, а когда сигнал громкий, то транзистор VT5 приоткрывается от напряжения, поступающего с диодного моста, шунтирует резистор R5 и выходной сигнал уменьшается. В диодном мосту (VD1...VD4) необходимо использовать германиевые диоды типа Д2, Д9, Д10 с любыми буквенными индексами, а также диодные сборки ГД404АР. Интересно наблюдать работу схемы APУ: при подаче на вход УНЧ синусоидального сигнала с частотой 400...1000 Гц, при выключенном APУ и большом уровне входного сигнала, на выходе получим искаженный сиг-

нал в виде двухстороннего ограничения, а при подключении системы АРУ – сигнал становится синусоидальным. Эмиттерный повторитель не требует настройки.

Настройку УНЧ необходимо начинать со второго каскада, собранного на транзисторе VT2. Необходимо отключить конденсатор С6 от резистора R8 и подать синусоидальный сигнал от генератора низкой частоты с частотой 400...1000 Гц с напряжением 10...25 мВ на конденсатор С6, по отношению к общему проводу и, подбирая резистор R9, добиться неискаженного синусоидального сигнала – наблюдать выходной сигнал с помощью осциллографа, подключив его ко вторичной обмотке трансформатора Т1, к резистору R19. Для выставления режима работы транзистора VT2 вместо резистора R9 временно необходимо запаять цепочку из резистора на 20...30 кОм и подстроечного резистора на 150 кОм. После подбора режима работы транзистора VT2 временную цепочку необходимо выпаять, измерить ее сопротивление и подобрать резистор R9 с ближайшим номиналом к измеренному и впаять его. Следует заметить, что резистор R11 образует отрицательную обратную связь, которая будет более глубокая, если сопротивление резистора R11 взять большей величины, при этом усиление каскада уменьшится. Введение отри-

цательной обратной связи способствует уменьшению искажения сигнала. Если будет наблюдаться двухстороннее ограничение, то уровень входного сигнала необходимо уменьшить. Для подачи сигнала от генератора на первый каскад необходимо отпаять конденсатор С1 от микрофона ВМ1 и на него, по отношению к общему проводу, подать сигнал частотой 400...1000 Гц, с напряжением 0,5...1,5 мВ. Для настройки режима работы транзистора VT1 вместо резистора R2, временно необходимо запаять цепочку из резистора на 30...47 кОм и подстроечного резистора на 220 кОм. После подбора режима работы транзистора VT1 временную цепочку необходимо выпаять, измерить ее сопротивление и подобрать резистор R2 с ближайшим номиналом к измеренному и впаять его.

После настройки схему необходимо восстановить, то есть подключить конденсатор С1 к микрофону.

В первом каскаде применен транзистор с малым коэффициентом шума, $K_{\text{ш}} = 5...12$ дБ. Еще меньший коэффициент шума $K_{\text{ш}} = 4$ у транзисторов типа ГТ109В. Следует заметить, что резистор R4 образует отрицательную обратную связь, которая будет более глубокая, если сопротивление резистора R4 взять большей величины, при этом усиление каскада умень-

шится. Если будет наблюдаться двухстороннее ограничение, то уровень входного сигнала необходимо уменьшить. Если у начинающего радиолюбителя нет прибора для измерения коэффициента усиления h_{21E} , то возможно собрать схему простого испытателя маломощных транзисторов, приведенную в [3].

Данные выходного трансформатора Т1: трансформаторное железо ШП12 79НМ-035; WI = 203 витка провода ПЭВ-2 диаметром 0,11 мм, WII = 580 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,11 мм, WIИИ = 203 витка провода ПЭВ-2 диаметром 0,11 мм. Трансформатор взят готовый, заводского изготовления, от списанной аналоговой аппаратуры уплотнения типа К60П. УНЧ, вместе с цепочкой питания микрофона ВМ1, потребляет ток 20 мА. В принципе, возможно применить и другой малогабаритный трансформатор с подходящими обмотками.

Габаритные размеры радиомикрофона небольшие: 70x100x25 мм. Радиокomпоненты радиомикрофона помещены в пластмассовый корпус подходящих размеров.

Радиомикрофон питается напряжением ± 9 В от батареи типа “Крона-ВЦ” (6F22), солевая, емкостью 0,5 А*ч, или от щелочных батарей (Alkaline) 6LR61 различных типов (DURACELL, PP3, VIDEX, Корунд) с емкостью 0,62 А*ч и потребляет ток порядка 35 мА.

Литература

1. Брежнева К. М. и др. Транзисторы для аппаратуры широкого применения, Справочник. - М. изд. “Радио и связь”, 1981 г.
2. Святослав Бабын (UR5YDN). Простые радиомикрофоны с ЧМ. - “Радиолучитель”, 2015, №5, стр. 52-54.
3. Святослав Бабын (UR5YDN). Простой испытатель маломощных транзисторов. - “Радиолучитель”, 2016, №7, стр. 49.

: (UR5YDN), , ”
: ” ” 11, 2019 ., . 30, 31, 32.