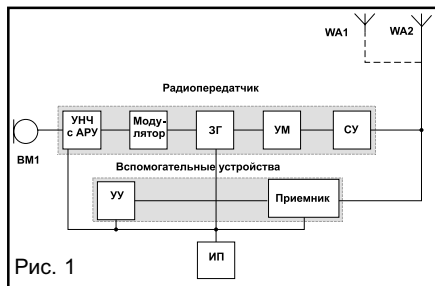


Схемотехника радиомикрофонов

В общем случае радиомикрофоны представляют собой конструктивное объединение обыкновенного радиопередатчика, собственно микрофона, передающей антенны, вспомогательных устройств (необязательно) и источника питания.

Обобщенная структурная схема радиомикрофона изображена на рис. 1. Радиопередатчик состоит из микрофонного усилителя — УНЧ с АРУ (наличие ее необязательно), модулятора, задающего автогенератора (ЗГ), усилителя мощности (УМ), согласующего устройства (СУ) и источника питания (ИП). К выходу согласующего устройства подключена передающая антенна WA2, а ко входу УНЧ — микрофон (BM1).



Наличие в структурной схеме приемной антенны WA1 приемника (в качестве нее можно использовать и передающую — WA2) и устройств управления (УУ), включаемых по управляющему сигналу (команде) радиомикрофонов, которые из-за своей сложности и высокой стоимости мало распространены. Чувствительность приемника может быть невысокой, так как команда на включение во избежание ложных срабатываний должна быть мощной. В частном случае УУ может срабатывать от голоса человека. Однако такие радиомикрофоны применяются в тех случаях, когда ценность добываемой информации не меньше затрат на ее получение.

При реализации структурной схемы необходимо выбирать транзисторы с минимальным напряжением насыщения $U_{нас}$, что позволяет эффективно использовать низковольтные источники питания, повысить КПД устройства и выходную мощность передатчика.

Для эффективной работы передатчика следует выбирать транзисторы с граничной частотой $f_{гр}$ в соответствии с рабочей частотой f_p выбранного диапазона. Например, при $f_p < 700$ МГц должны быть выбраны транзисторы с $f_{гр} > 3$ ГГц типа КТ3101А, КТ3132 и т. п.

Кроме того, перечисленные типы транзисторов являются условно бескорпусными, имеют малые габариты и хорошие технические характеристики, что позволяет минимизировать габариты радиомикрофона.

Приведенную структурную схему можно реализовать и на интегральных микросхемах. Например, выполнить микрофонный усилитель на К548УН2, имеющей очень высокий коэффициент усиления при напряжении питания всего 1,2 В (разработана специально для слуховых аппаратов). Передатчик можно реализовать на КФ174ПС4. Это позволит получить миниатюрный радиомикрофон с высокими техническими характеристиками.

Частота задающего автогенератора должна быть стабилизирована кварцевым резонатором. Это повысит устойчивость работы радиомикрофона. Если предусматривается его длительная работа при значительных перепадах температур, на сигналы кварцевого генератора легче настроиться. Отсутствие кварца может вызвать уход рабочей частоты и затруднить настройку на нее приемника. В простых РМ кварцевая стабилизация не применяется, поскольку это усложняет схему и увеличивает габариты устройства.

В радиомикрофонах, как правило, используются задающие ЧМ (ФМ) генераторы, а АМ генераторы используются редко и в основном в КВ диапазоне (в радиостанциях “уоки-токи”), когда необходимо быстро и с минимальными аппаратными затратами провести съем информации. Однако устройства с АМ имеют низкую помехозащищенность и малую дальность действия. Применение ЧМ генераторов позволяет существенно повысить помехозащищенность РМ и получить выигрыш по дальности действия примерно вдвое.

Рассмотрим некоторые схемы радиомикрофонов, поскольку фирмы, занимающиеся их производством, принципиальных электрических схем, как правило, не приводят.

Схема РМ обычно состоит из двух частей, одна из которых выполняет функции ВЧ генератора, а другая — функции микрофонного усилителя. Колебания ВЧ генератора излучаются передающей антенной WA2 и улавливаются настроенным на его частоту радиоприемником. ВЧ часть радиомикрофона обычно выполнена на 1-2 транзисторах, микрофонный усилитель — на 1-3, в зависимости от требуемого коэффициента усиления, то есть от требуемого окси-

дального расстояния до источника звука, при котором обеспечивается нормальная разборчивость речи.

Схемы микрофонных усилителей прекрасно отработаны в современных слуховых аппаратах, где миниатюризация и технические характеристики достигли своего предела. Поэтому для РМ многие технические решения “микрофон — усилитель” можно позаимствовать из техники слуховых аппаратов.

Схема простейшего РМ всего на двух транзисторах показана на рис. 2.

При указанных на схеме параметрах элементов дальность его действия составит несколько метров, модуляция амплитудная, рабочий диапазон — 25 м (11,9 МГц).

Схема микропередатчика МП-4, рекламируемая частной киевской фирмой “РКФ”, изображена на рис. 3.

При указанных на схеме номиналах элементов устройство работает в диапазоне частот 68...74 МГц и при длине антенны 1,2 м обеспечивает дальность действия до 200...300 м.

Одна из самых простых схем РМ всего на одном транзисторе приведена на рис. 4.

РМ представляет собой гибрид обычного телефона и микропередатчика, работающего в УКВ диапазоне 66...74 МГц. Его особенность состоит в том, что он не нуждается в автономном питании, поскольку для этой цели используется падение напряжения на резисторе R5, возникающее при снятии телефонной трубки и вызове абонента. Радиус действия передатчика зависит от длины антенны и составляет несколько метров. Устройство включается последовательно с телефоном на любом участке линии от телефонного аппарата до АТС.

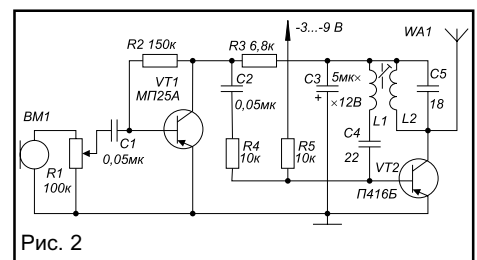


Рис. 2

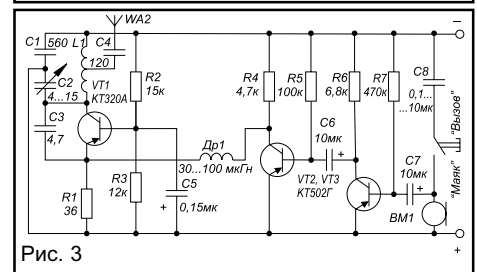


Рис. 3

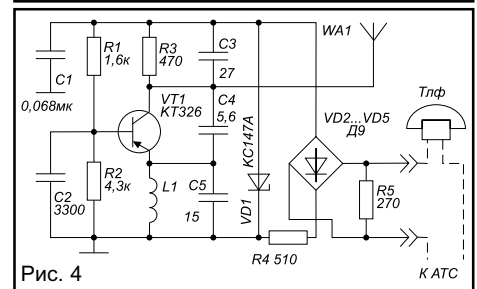


Рис. 4

PM, работающий в диапазоне FM 88...108 МГц, представлен на рис. 5. Для повышения выходной мощности ВЧ генератор выполнен на двух транзисторах. В устройстве применен чувствительный электретный микрофон МКЭ-3.

Более простая схема PM на тот же диапазон приведена на рис. 6. Ее особенностью является наличие плавной перестройки рабочей частоты в пределах диапазона с помощью миниатюрного конденсатора переменной емкости, включенного в контур генератора. Дальность действия составляет десятки метров.

По вполне понятным причинам у рассматриваемых устройств высоки требования к минимизации размеров платы и всего изделия. Первостепенное значение для их реализации имеет

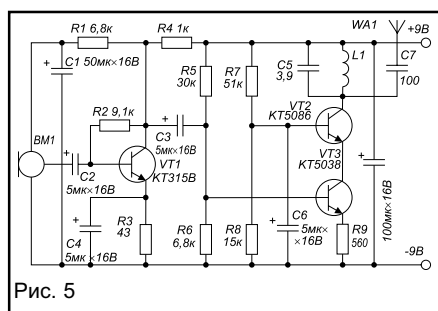


Рис. 5

принцип электрического решения самой схемы. Для рассматриваемых схем из-за отсутствия задающего генератора, кварцевого резонатора, АПЧ, АРУ многие параметры радиомикрофона могут быть критичными. Например, повышенная чувствительность схемы при близких и достаточно громких звуках

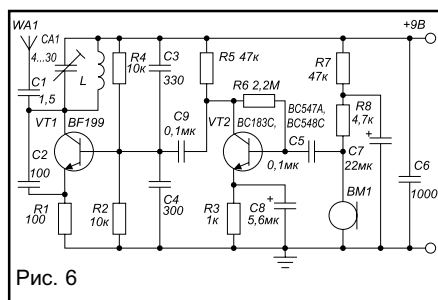


Рис. 6

может приводить к перемодуляции сигнала, что резко ухудшает разборчивость речи.

Рассматриваемые PM работают в радиовещательных диапазонах КВ, УКВ, FM. Поэтому прием передаваемых ими сигналов осуществляется на обычные радиоприемники, имеющие эти диапазоны. Требуется так же отработка монтажа печатной платы, так как из-за особенностей конструирования УКВ аппаратуры от этого зависит стабильность работы устройства.

Многие из указанных недостатков отсутствуют при введении указанных выше регуляторов, что позволяет получить очень хорошие технические характеристики, но увеличивает габариты и массу PM, а это вызывает необходимость маскирования его под крупные предметы обихода. Примером является продукция

американской фирмы "LEA Inc.", где PM замаскирован под бейсболку, ремень и т. п. Следует также отметить, что задача минимизации габаритов радиомикрофонов привела к использованию для ее решения достижений современных технологий, например, технологии производства гибридных микросхем.

Рассмотрим и другие компоненты радиомикрофона. Основное требование к микрофонам, применяемым в PM, — малые габариты. На практике можно использовать телефонные капсулы ДЭМШ-1А, ТГ-2К, ТГ-7, ТОН-2, динамические головки громкоговорителей мощностью 0,05...0,5 Вт и даже звуковые пьезопреобразователи ("пищалки") типа ЗП1, ЗП3, ЗП5, что позволяет существенно снизить габариты устройств. Однако наилучшие результаты получаются при использовании специальных миниатюрных микрофонов типа МКЭ-3, а также микрофонов типа М-3 от слуховых аппаратов и электродинамических миниатюрных микрофонов ММ-5, имеющих габариты 9,6×9,6×4 мм. Они предназначены для работы в составе различной РЭА промышленного и бытового назначения и для организации связи в студиях при проведении радио- и телевизионных передач в номинальном диапазоне частот 500...5000 Гц.

Как уже упоминалось выше, передающая антенна является неотъемлемой частью PM и чаще всего конструктивно выполнена в виде отрезка изолированного провода длиной от 10...30 до 120 см, либо упругого штыря тех же размеров. Такой параметр антенны как действующая высота отражает связь между размерами антенны и ее эффективностью. Из теории антенн известно, что четвертьволновой излучатель излучает эффективно, однако на практике приходится делать антенну с длиной $L < \lambda/4$, чтобы ее можно было легко замаскировать. Поэтому получается, что при одинаковых параметрах передатчика у антенны, имеющей большую длину, действующая высота больше, а значит и больше дальность действия PM.

Для минимизации длинная антенна выполняется в виде спирали, которая в несколько раз короче прямого провода. С той же целью для повышения действующей высоты антенны к устройствам можно подключать так называемые удлинительные катушки (отрезок провода, намотанный в виде катушки-спирали). Следует отметить, что при более высокой рабочей частоте PM требуется антенна меньших габаритов. Ее можно замаскировать под предметы быта (пояса, ремни, рамки, стержни, в том числе телескопические, сетки и т. д.).

Источником питания радиомикрофонов, если они установлены в электробытовые устройства, работающие от сети переменного тока, служит обычно сама сеть. В противном случае используются аккумуляторы и батареи напряжением 1,5...12 В. К ним также предъявляются требования по ограничению массы и раз-

меров. Такие источники питания должны иметь малое внутреннее сопротивление и большую емкость. Наилучшими характеристиками обладают литиевые источники питания типа МЛ и серебряно-цинковые типа СЦ, имеющие пологую форму разрядной характеристики. Разница между начальным и конечным напряжениями источника за время его штатной работы минимальна, что обеспечивает стабильность электрических характеристик PM во времени. Высокое напряжение источника питания позволяет использовать в PM транзисторы с более высоким напряжением насыщения, что позволяет получить большую мощность радиопередатчика, а значит, и дальность действия. На практике можно использовать часовые (от наручных часов и микрокалькуляторов) элементы и аккумуляторы напряжением 1,5 В типа СЦ, МЦ, РЦ, СР, 316, 332, ЦНК-0,45, Д-0,05; Д-0,1, Д-0,25, батареи "Крона", плоские батареи по типу используемых в американских фотоаппаратах мгновенной съемки "Полароид" и "Кодак" ("жучок" может работать в течение нескольких месяцев).

Конструктивное исполнение PM может быть самым разнообразным, в том числе заказным. Чаще всего заказные устройства выполняют в одноразовом исполнении. В этом случае они не подлежат ремонту или переделке, поскольку залиты эпоксидной смолой. Для восстановления герметиком является паста "Гермесил", поскольку она не нарушает электрических параметров радиоэлементов и устройства, и эластична, что позволяет при необходимости ее удалять. Возможно также использование для заливки герметика типа "Виксинт", который также подходит для герметизации и является к тому же прозрачным. Это повышает ремонтопригодность устройства, поскольку можно вскрыть конкретный элемент, определив его местоположение визуально.

Промышленностью серийно выпускаются радиомикрофоны типа "уки-токи": переговорные устройства в виде детской игрушки — комплекта "Хвыля" (АО завод "Нева", г. Хмельницкий) и бытового назначения — комплект "ЛОРТА" (ПО "ЛОРТА", г. Львов). Их электрические схемы построены на описанных выше принципах, однако разрешения на приобретение и их эксплуатацию оформлять не нужно, поскольку мощность передатчиков не превышает разрешенных законом 10 мВт.

Примечание редакции: описываемые радиомикрофоны могут иметь двойное применение: не противоречащее законам, например, прослушивание детской комнаты, где находится грудной ребенок, и противоречащее им — несанкционированный съем информации. В последнем случае действия представляют собой уголовно наказуемое преступление. Добывать информацию с помощью скрытых радиомикрофонов имеют право только специальные подразделения МВД и ФСБ с санкции прокурора.