Адаменко М. В.

Шпионские штучки

или

секреты тайной радиосвязи

Москва, 2010

УДК 004.438
ББК 32.973.26-018.2
Б 28

Адаменко М. В.
Шпионские штучки или секреты тайной радиосвязи. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 155 с.

ISBN 978-5-94074-601-0

В предлагаемой книге рассматриваются особенности схемотехнических решений, применяемых при создании миниатюрных транзисторных радиопередающих устройств. В соответствующих главах приводится информация о принципах действия и особенностях функционирования отдельных узлов и каскадов, принципиальные схемы, а также другие сведения, необходимые при самостоятельном конструировании простых радиопередатчиков и радиомикрофонов. Отдельная глава посвящена рассмотрению практических конструкций транзисторных микропередатчиков для систем связи малого радиуса действия.

Книга предназначена для начинающих радиолюбителей, интересующихся особенностями схемотехнических решений узлов и каскадов миниатюрных транзисторных радиопередающих устройств.

УДК 004.438
ББК 32.973.26-018.2

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-5-94074-601-0

© Адаменко М. В., 2010
© Оформление, ДМК Пресс, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

От автора ... 5

Предисловие ... 6

Список сокращений и обозначений ... 8

1 Микрофоны ... 9
1.1. Общие сведения ... 10
Назначение, принцип действия и составные части ... 10
Классификация микрофонов ... 12
Основные технические характеристики ... 15
1.2. Особенности применения микрофонов ... 18
Подключение и согласование ... 18
Цепи формирования напряжения питания ... 22

2 Микрофонные усилители ... 24
2.1. Назначение и основные характеристики микрофонного усилителя ... 25
2.2. Усилительный каскад на транзисторе ... 27
Принцип действия ... 27
Стабилизация положения рабочей точки транзистора ... 32
Микрофонный усилитель на полевом транзисторе ... 39
2.3. Двухкаскадные микрофонные усилители ... 42
Усилители с непосредственной связью ... 42
Микрофонные усилители с согласующим каскадом ... 51

3 Генераторы сигнала высокой частоты ... 54
3.1. Общие сведения ... 55
Назначение и принцип действия ... 56
Состав и классификация ... 58
Основные характеристики ... 62
Обеспечение стабильности частоты ВЧ-генератора ... 64
3.2. Генераторы с резонансными LC-контурами ... 66
LC-генераторы с индуктивной связью ... 66
LC-генераторы с емкостной связью ... 71
Трехточечные LC-генераторы ... 73
LC-генераторы на полевых транзисторах ... 83
3.3. Генераторы с кварцевой стабилизацией частоты ... 87
Кварцевый резонатор в ВЧ-генераторе ... 87
Трехточечные кварцевые генераторы ... 90
Генераторы последовательного резонанса ... 99

4 Модуляторы высокочастотного сигнала 105
4.1. Общие сведения 106
Основные понятия и определения 107
Виды модуляции 108
Основные способы модуляции 110
4.2. Модуляция с помощью варикапа 112
Принцип действия и основные параметры варикапа 113
Основные схемы включения варикапа 114
4.3. Модуляция сигнала LC-генераторов 117
Модуляция сигнала LC-генераторов с индуктивной и емкостной связью 118
Модуляция сигнала трехточечных LC-генераторов 120
Варикапы в модуляторах LC-генераторов 122
4.4. Модуляция сигнала ВЧ-генераторов с кварцевой стабилизацией частоты 124
Амплитудная модуляция 125
Частотная модуляция 127

5 Простые транзисторные радиопередающие устройства 131
5.1. Радиопередатчики на одном транзисторе 132
Радиопередатчики на биполярном транзисторе 133
Радиопередатчики на полевом транзисторе 139
5.2. Простые радиомикрофоны 142
Радиомикрофоны на двух биполярных транзисторах 142
Радиомикрофоны с модулятором на варикапе 148

ОТ АВТОРА

Уважаемые читатели!

Прежде чем вы начнете читать данную книгу, считаю необходимым ознакомить вас со следующей информацией.

Любые оценки, мнения, рекомендации, высказанные в этой книге, являются личными оценками, мнениями автора и не могут рассматриваться как реклама или антиреклама.

Автор старался предоставлять точную и проверенную информацию, однако не может гарантировать полную достоверность изложенных в книге материалов, схем и рисунков. Предлагаемые описания физических процессов и принципов функционирования, определения и разъяснения не претендуют на академическую точность, поскольку данная книга представляет собой не учебник, а популярное издание, предназначенное для широкого круга читателей, часто не обладающих достаточно глубокими знаниями рассматриваемой тематики.

Ссылки, а также иные сведения даются исключительно в информационных целях.

Вся информация, изложенная в данной книге, приводится «как есть» (as is) с возможными ошибками, без гарантий любого вида, прямо выраженных или подразумеваемых. Поэтому ни автор, ни издательство не несут ответственность за возможные последствия, вызванные использованием приведенных в данной книге материалов, рисунков, схем и иной информации, в том числе за любые прямые или косвенные убытки, возникшие в результате практического или теоретического применения сведений, изложенных в этой книге.

Использование рисунков и схем, приводимых в этой книге, а также иной изложенной в ней информации осуществляется читателем на собственный страх и риск с возложением на него ответственности за все возможные последствия, в том числе за возникшие у него или у третьих лиц прямые или косвенные убытки.

С уважением и наилучшими пожеланиями,
М.В. Адаменко

ПРЕДИСЛОВИЕ

Одним из самых перспективных направлений современной радиоэлектроники, без сомнения, является разработка и создание высокочастотной аппаратуры радиосвязи, бурному развитию которого не смогло воспрепятствовать даже появление систем мобильной телефонии и спутниковой связи. Естественно, особый интерес к высокочастотной технике проявляют и радиолюбители. В настоящее время в специализированной литературе, реагирующей на повышенный спрос к данной теме, постоянно публикуются описания различных конструкций, начиная от простейших радиомикрофонов (так называемых «жучков») и заканчивая сравнительно сложными системами радиосвязи.

К сожалению, весьма существенным недостатком большинства предлагаемых вниманию заинтересованных читателей публикаций является практически полное отсутствие описания не только теоретических основ протекающих при работе таких устройств физических процессов, но и основополагающих принципов функционирования отдельных узлов и каскадов. В то же время стиль изложения соответствующей информации в пособиях, предназначенных для студентов средних и высших специальных учебных заведений, не всегда понятен и доступен в первую очередь начинающим радиолюбителям, часто не имеющим достаточной специальной теоретической подготовки.

В результате многие радиолюбители не имеют возможность получить интересующую их информацию по вопросам, касающимся особенностей схемотехнических решений, применяемых в современных средствах радиосвязи, в том числе и в транзисторных радиопередающих устройствах, принципов их работы, основных технических параметров и возможностей. Отсутствие необходимой информации препятствует радиолюбителям получить соответствующие теоретические знания и практические навыки, необходимые не только для повторения описываемых в специализированной литературе устройств, но и для разработки собственных конструкций.

В предлагаемой вниманию читателей книге автор постарался собрать и обобщить основополагающие сведения, касающиеся особенностей схемотехнических решений, наиболее часто применяемых при разработке миниатюрных транзисторных радиопередающих устройств. В соответствующих разделах отдельных глав приводится информация о принципах действия и особенностях функциониро-

вания отдельных узлов и каскадов, принципиальные схемы, а также другие сведения, необходимые при самостоятельном конструировании простых радиопередатчиков и радиомикрофонов. Отдельная глава посвящена рассмотрению практических конструкций простых транзисторных микропередатчиков для систем связи малого радиуса действия.

Необходимо отметить, что миниатюрные радиопередающие устройства, конструкции которых рассмотрены в данной книге, могут использоваться на вполне законных основаниях в составе домашних систем связи, предназначенных для прослушивания помещений в доме или квартире. Такие микропередатчики могут применяться, например, для прослушивания детской комнаты или в составе системы сигнализации для получения звукового сигнала из охраняемого помещения. Миниатюрные радиопередающие устройства могут использоваться в домах и на дачных участках в составе беспроводного звонка или интеркома. Помимо этого радиомикрофоны, отличающиеся от простых микропередатчиков более качественной передачей звукового сигнала, применяются, например, при озвучивании презентаций, дискотек и других массовых мероприятий.

Конечно же, недобросовестные граждане могут попытаться применить описанные далее радиопередатчики для несанкционированного прослушивания. Однако таким «радиолюбителям» автор рекомендует помнить о возможных весьма неблагоприятных последствиях.

> **Внимание!** Применение любой из описываемых далее конструкций в качестве специального технического средства для негласного получения информации или несанкционированного прослушивания, а также ее производство, сбыт и/или приобретение (в том числе и в целях сбыта), ввоз и вывоз для осуществления указанных деяний преследуется в соответствии с действующим административным и уголовным законодательством Российской Федерации.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

АМ	амплитудная модуляция
АМ-диапазон	диапазон длинных и средних волн
АПЧ	автоматическая подстройка частоты
АЧХ	амплитудно-частотная характеристика
ВЧ	высокая частота
ВЧ-генератор	генератор колебаний высокой частоты
ВЧ-сигнал	сигнал высокой частоты
ВЧ-усилитель	усилитель сигналов высокой частоты
ДВ	длинные волны
ДН	диаграмма направленности
КПД	коэффициент полезного действия
МУ	микрофонный усилитель
НЧ	низкая частота
НЧ-сигнал	сигнал низкой частоты
НЧ-усилитель	усилитель сигналов низкой частоты
ООС	отрицательная обратная связь
ОС	обратная связь
ПОС	положительная обратная связь
СВ	средние волны
УВЧ	усилитель сигналов высокой частоты
УКВ	ультракороткие волны
УКВ-диапазон	диапазон 64,0–74,0 МГц
УНЧ	усилитель сигналов низкой частоты
ЧМ	частотная модуляция
FM	частотная модуляция
FM-диапазон	диапазон 88,0–108 МГц
GND	шина корпуса (общий провод)
IN	вход
LW	длинные волны
MW	средние волны
OUT	выход
SA	выключатель
WA	антенна

ГЛАВА СТРАНИЦА

1 МИКРОФОНЫ

2	Микрофонные усилители	24
3	Генераторы сигнала высокой частоты	54
4	Модуляторы высокочастотного сигнала	105
5	Простые транзисторные радиопередающие устройства	131

В малогабаритных радиопередатчиках непосредственное преобразование звуковых колебаний или акустических сигналов в электрический сигнал осуществляется с помощью специальных акустико-электрических преобразователей. Чаще всего в роли таких преобразователей выступают хорошо известные микрофоны различных типов, обеспечивающие преобразование энергии акустических колебаний окружающей среды в переменный электрический ток звуковой частоты. В данной главе рассматриваются особенности применения некоторых типов микрофонов в миниатюрных транзисторных радиопередающих устройствах.

В специализированной литературе и в сети Интернет можно найти немало описаний конструкций радиопередатчиков, в которых в качестве подобных преобразователей используются и другие устройства, например, динамические головки громкоговорителей. Однако рассмотрение основных принципов их функционирования выходит за рамки данной книги.

1.1. Общие сведения

Правильный выбор и корректная эксплуатация микрофона для радиопередающего устройства невозможны без знания некоторых основополагающих сведений о нем. Поэтому в данном разделе изложены основные критерии классификации микрофонов, а также рассмотрены конструктивные особенности некоторых типов миниатюрных микрофонов, применяемых в транзисторных микропередатчиках. Особое внимание уделено основным параметрам и характеристикам, которые имеют решающее значение при выборе микрофона для создаваемой в радиолюбительских условиях конструкции. Необходимо отметить, что подробное описание теоретических основ функционирования микрофонов различных типов, к сожалению, выходит за рамки предлагаемого издания в связи с его ограниченным объемом. Поэтому принципы работы таких устройств будут рассмотрены весьма упрощенно, не претендуя на академическую точность.

Назначение, принцип действия и составные части

Микрофон, используемый в миниатюрном радиопередающем устройстве, а также в звукозаписывающей и звуковоспроизводящей ап-