

NT
PRESS

ETSF

КРИСТИАН ТАВЕРНЬЕ

ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ И КОНТРНАБЛЮДЕНИЯ

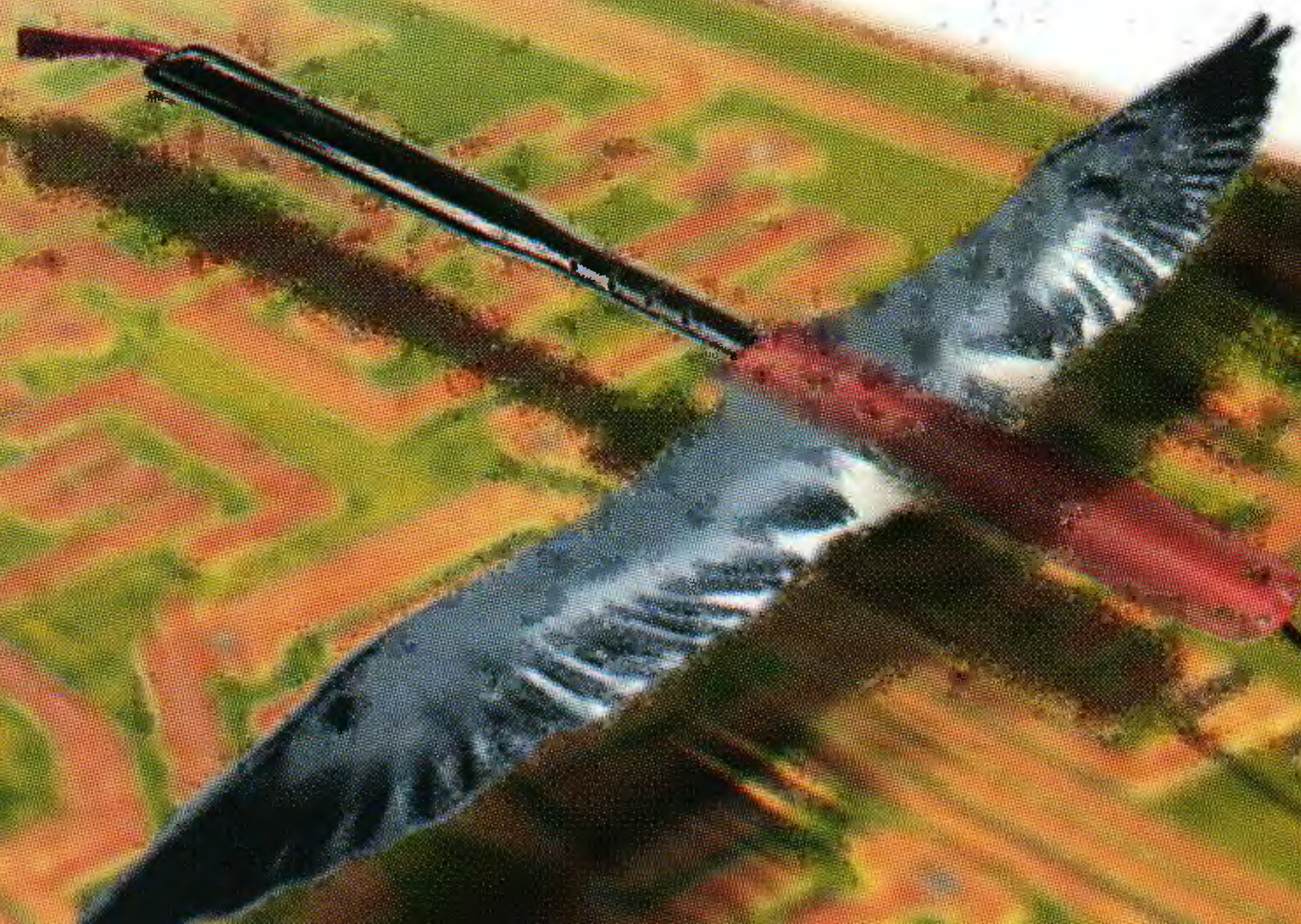
Хотите почувствовать себя Джеймсом Бондом?

Желаете узнать, каким образом работают современные
средства сбора информации?

Изучите данное руководство для начинающих
спецагентов!



В ПОМОЩЬ НАБЛЮДЕТЕЛЮ



Christian Tavernier

**Surveillance
et contre-surveillance
électronique**

ETSF

EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES FRANCAISES

В помощь радиолюбителю

Тавернье К.

**Электронные средства
наблюдения
и контрнаблюдения**

**NT Press
Москва**

УДК 621.37
ББК 32.84
Т13

Подписано в печать 04.05.07. Формат 84x108¹/₃₂. Гарнитура New Baskerville. Печать офсетная. Усл. печ. л. 10,08. Доп. тираж 2000 экз. Заказ № 5675.

Тавернье К.

Т13 Электронные средства наблюдения и контрнаблюдения / К. Тавернье; Пер. с фр. Комарова М. А. – М. : НТ Пресс, 2007. – 192 с. : ил. – (В помощь радиолюбителю).

ISBN 978-5-477-00143-9

Описаны методы скрытого получения информации с помощью электронных средств. Приведены принципиальные схемы аудио- и видеопередатчиков и приемников для прослушивания и видеонаблюдения, выполненные с применением доступных миниатюрных радиомодулей. Рассмотрены устройства для автоматической регистрации записей на магнитофон.

Даны инструкции, чертежи монтажных и печатных плат для самостоятельного изготовления и настройки законченных устройств электронного слежения.

Книга написана в игровых и образовательных целях, и представленные в ней устройства не должны использоваться для вмешательства в личную жизнь посторонних людей или сбора информации, не предназначенной для вас. В противном случае вас могут привлечь к уголовной ответственности.

Для инженеров, студентов и радиолюбителей любого уровня.

УДК 621.37
ББК 32.844

Surveillance et contre-surveillance électronique © Dunod, Paris.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Dunod. RUSSIAN language edition published by NT PRESS, Copyright © 2006.

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 владельца авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно остается, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможный ущерб любого вида, связанный с применением содержащихся здесь сведений.

ISBN 2 10 006426 6 (фр.)

Copyright © Dunod, Paris

ISBN 978-5-477-00143-9 (рус.)

© Издание на русском языке,
перевод на русский язык,
оформление, «НТ Пресс», 2007



Оглавление

Предисловие	8
--------------------------	----------

Глава ■ 1

От вымысла к реальности	10
Различные формы электронного слежения	10
Часто возникающие трудности	11
Миниатюризация	12
Автономия и источники питания	13
Антенны и рабочие частоты	14
Меры противодействия и скрытность	15
Телефонное прослушивание	17
Проводные телефоны	17
Мобильные телефоны	19
Заключение	19

Глава ■ 2

Аудиомикропередатчики	20
Простейший микропередатчик с частотной модуляцией	21
Изготовление	23
Испытания и применение	25
Высококачественный микропередатчик на 433,8 МГц с частотной модуляцией	27
Изготовление	31
Испытания и применение	34
Сверхминиатюрный высококачественный микропередатчик на 433,8 МГц	36
Изготовление	36
Испытания и применение	41
Высококачественный микропередатчик на 433,8 МГц с голосовым управлением	41
Изготовление	44
Испытания и применение	47
Заключение	47

Глава ■ 3

Телефонные микропередатчики	48
Простейший телефонный микропередатчик	49
Изготовление	52
Испытания и применение	54

Автоматический телефонный микропередатчик на 433,8 МГц с частотной модуляцией	55
Изготовление	59
Испытания и применение	62
Автоматический регистратор телефонного разговора	64
Изготовление	66
Настройка и применение	69
Особый случай цифровых телефонных линий	71
Заключение	71

Глава ■ 4

Приемники	72
Приемник для микропередатчиков на 433,8 МГц	73
Изготовление	76
Испытания и применение	80
Приемник с автоматическим управлением магнитофоном	81
Изготовление	83
Испытания и применение	86
Система автоматического управления магнитофоном от сигналов сканера	87
Изготовление	89
Заключение	92

Глава ■ 5

Видеопередатчики и видеоприемники	93
Миниатюрные камеры видеонаблюдения	93
Миниатюрный видеопередатчик	96
Изготовление	99
Испытания и применение	101
Миниатюрный видео- и аудиопередатчик	102
Изготовление	104
Испытания и применение	107
Видео- и аудиопередатчик средней мощности	107
Изготовление	111
Испытания и применение	115
Видео- и аудиопередатчик большой мощности	116
Изготовление	119
Испытания и применение	122
Выбор видеоприемников	122

Глава ■ 6

Различные устройства наблюдения	125
Приемопередатчик для перехвата цифровых данных информационного канала	125
Изготовление	130
Испытания и применение	134
Система наблюдения за объектом или транспортным средством	136
Изготовление	140
Испытания и применение	143
Устройство голосового управления для магнитофона	146
Изготовление	148
Испытания и применение	151
Заключение	152

Глава ■ 7

Полезные аксессуары	153
Простое бестрансформаторное устройство питания от электросети	154
Изготовление	156
Испытания и применение	158
Миниатюрный бестрансформаторный сетевой блок питания	159
Изготовление	161
Испытания и применение	163
Устройство кодированного дистанционного управления аудио- или видеопередатчиком	163
Изготовление	167
Испытания и применение	171
Детектор микропередатчиков	172
Изготовление	174
Испытания и применение	177

Приложение ■

Справочная информация	179
Предметный указатель	181



Предисловие

Слежение с помощью электронных средств, представляющее собой, по сути, шпионаж с помощью электронных средств, широко описано в литературе и продолжает вдохновлять киносценаристов. Подобного рода деятельность практикуется с тех пор, как вследствие развития микроэлектронных технологий появились миниатюрные устройства для незаметной установки. Если еще несколько лет тому назад только секретные службы могли позволить себе приобретать или разрабатывать образцы сверхсекретной техники, то сейчас такое обрудование стало более доступным.

Благодаря постоянно уменьшающимся в размерах электронным компонентам SMD (Surface Mount Device), то есть компонентам для поверхностного монтажа, либо распространенным и дешевым гибридным модулям, сочетающим в себе аудио- или видеопередатчик, сегодня любой радиолюбитель-электронщик способен изготовить системы слежения, которым десять лет назад позавидовали бы самым лучшим образом экипированные шпионы.

Увы, эта особая область электроники очень скупо отражена в литературе, а «подпольные» публикации в Интернете или ужасная продукция, предлагаемая сомнительными конторами по завышенным ценам, не способствует прояснению ситуации. Лишь в редких упомянутых фильмах отражена реальность, в остальных грубо нарушены самые элементарные законы физики...

В предлагаемой книге мы решили в некоторой степени упорядочить информацию в области средств электронного шпионажа и мер противодействия и представить то, что сегодня может самостоятельно изготовить даже слабо подготовленный радиолюбитель-электронщик.

Однако прежде чем превратиться в начинающего шпиона, прочитайте и обдумайте следующее предупреждение.



Несмотря на то, что все предлагаемые схемы обладают прекрасными рабочими характеристиками, напоминаем, что данная книга написана в игровых и образовательных целях, и представленные в ней устройства ни в коем случае не должны использоваться для вмешательства в личную жизнь посторонних людей или для сбора информации, не предназначенной для вас. Иначе вас могут привлечь к уголовной ответственности.

Скачайте все файлы книги!

Все монтажные схемы, приведенные в данной книге, можно скачать на сайте <http://www.dunod.com>. Вначале необходимо найти книгу (по названию или по имени автора), на посвященной ей странице щелкнуть мышью **Дополнения** в оперативном режиме в рубрике **Дополнительные ресурсы**. От вас потребуется ввести пароль, указанный в книге.

Можно без труда распечатать печатные платы непосредственно на прозрачную пленку. Наилучшее качество обеспечивает лазерный принтер, обладающий исключительной четкостью печати линий. При использовании струйного принтера вам придется тщательно проверить результат распечатки во избежание проблем, вызванных частыми микроразрывами дорожек.

Оптимальным решением является распечатка на бумаге с последующим фотокопированием изображения на прозрачную пленку. В этом случае понадобится изготовить две прозрачные пленки и наложить их друг на друга, так как рисунок не обладает достаточной непрозрачностью к воздействию ультрафиолетовых лучей.

Глава

От вымысла к реальности

Даже не будучи продвинутым киноманом, вы без труда можете вспомнить ту или иную сцену из какого-нибудь фильма, где, например, секретный суперагент по наручным часам отправляет информацию на другой конец планеты, или, скажем, видеопередатчик, размером с булавочную головку, без источника питания передающий на расстоянии нескольких километров изображение со студийным качеством.

Все это, естественно, чистый вымысел. Если современные электронные технологии позволяют творить чудеса, то законы физики остаются непреодолимыми, как бы этого ни хотелось некоторым сценаристам.

Теперь давайте рассмотрим более подробно то, что, дабы не шокировать чувствительные натуры, часто называется электронным слежением.

Различные формы электронного слежения

С какой бы целью ни велось наблюдение, оно заключается в скрытом сборе информации. В настоящее время область электронного слежения можно разделить на две категории: прослушивание, служащее для регистрации речи, и видеослежение, позволяющее также регистрировать изображение.

В свою очередь устройства прослушивания подразделяются на два семейства: прослушивающие устройства, устанавливаемые в определенном помещении, и устройства телефонного прослушивания, служащие для перехвата переговоров конкретного лица.

Устройства видеонаблюдения предназначены для передачи изображений наблюдаемых помещений, и, как мы вскоре сами убедимся, это весьма непростая задача.

Помимо основных имеются и вспомогательные задачи, в частности, такие, как наблюдение за перемещением транспортного средства, человека или предмета.

Несмотря на разнообразие, все формы слежения решают общие задачи, о которых мы сейчас узнаем. Именно их выполнение находится в центре внимания этой увлекательной дисциплины.

Часто возникающие трудности

Известны такие методы прослушивания удаленного объекта, как прослушивание с помощью сверхчувствительного узконаправленного микрофона, установленного в фокусе параболического отражателя. Для прослушивания удаленного помещения с закрытыми окнами применяется метод регистрации колебаний отраженного луча лазера, направленного на оконное стекло и передающего колебания воздуха в помещении, которые вызваны речью и иными звуками внутри объекта. Однако в большинстве случаев удобнее осуществлять передачу звука на расстоянии с помощью радиосвязи.

За исключением телефонного прослушивания, организация которого возможна снаружи помещений благодаря тому, что телефонная линия представляет собой готовый канал, передающий информацию за пределы помещения, при использовании других устройств радиослежения возникает проблема обеспечения скрытности и, соответственно, уменьшения размеров таких устройств.

Миниатюризация

Совершенно очевидно, что при необходимости организации скрытого наблюдения за помещением в аудио- или видеорежиме требуется незаметно установить в помещении оборудование, представляющее собой аудио- или видеопередатчик как можно меньшего размера.

Но если во многих публикациях и каталогах «шпионского оборудования», доступных сегодня в Интернете, можно увидеть калькуляторы, настольные лампы или настенные часы со встроенным аудио- или видеомикропередатчиком, то вся эта продукция скорее похожа на любительские приспособления, нежели на серьезное оборудование слежения, и может использоваться лишь в низкопробных фильмах серии «Б» или шпионами-любителями. Согласитесь, достаточно сложно представить себе внезапное появление калькулятора или лампы, незнакомых для «объекта слежения», на его столе или настенных часов в кабинете!

Самый распространенный способ заключается в скрытой установке передатчика в одном из предметов, уже находящихся в наблюдаемом помещении. В данном случае предмет со встроенным оборудованием остается вполне привычным для человека, за которым ведется наблюдение.

Труднее всего добиться скрытости в существующей обстановке. Опуская разговор о необходимости проникновения в помещение для размещения оборудования, остановимся на техническом аспекте проблемы: установке в конкретный прибор микропередатчика и источника питания малых размеров.

Если установка аудиопередатчика не представляет особой сложности – его микрофон обладает достаточной чувствительностью для фиксации всех звуковых колебаний в комнате средних размеров, то установка видеопередатчика – дело более деликатное, ибо его камера должна быть направлена на конкретную зону съемки. Увы, но именно в этом месте камера наиболее заметна, и современная техника маскировки окажется бесполезной.

Улучшить массогабаритные показатели источника питания довольно сложно.

Автономия и источники питания

До сих пор невозможно вести передачу радиосигнала на значительное расстояние без применения мощного и, соответственно, энергопотребляющего передатчика, даже если многие фильмы заставляют нас поверить в обратное. Не надо забывать, что на частотах, обычно используемых передатчиками наблюдения, коэффициент полезного действия (КПД) аудиопередатчиков составляет около 10%. Другими словами, передатчик с радиусом действия на открытой местности от 300 до 1000 м и передающий высокочастотный (ВЧ) сигнал мощностью 10 мВт, должен потреблять порядка 100 мВт.

Коэффициент полезного действия видеопередатчиков равен примерно 4%, таким образом, для передачи ВЧ-сигнала мощностью 10 мВт потребление мощности от источника питания должно составлять 250 мВт!

Для сведения к минимуму потребляемой энергии наблюдение в большинстве случаев организуется с близкого расстояния с помощью маломощных передатчиков. Подобные передатчики характеризуются ограниченным радиусом действия, но это не представляет проблем, так как для того, чтобы услышать происходящее в соседнем номере гостиницы или в квартире на верхнем или нижнем этаже здания, достаточно и десятка метров.

Однако длительному прослушиванию препятствуют малая емкость источника питания и проблемы, связанные с его заменой. В самом деле, если незаметно проникнуть в помещение с целью установки оборудования наблюдения вполне реально, то представить ситуацию, что вы заходите в помещение «через каждые три или четыре дня» для замены или подзарядки батарей передатчика, достаточно сложно...

Использование литиевых батарей, к сожалению, очень дорогих (но некоторая информация бесценна!), позволяет улучшить положение дел, так как их емкость, а значит, и срок службы в 5–10 раз превышают соответствующие показатели щелочных батарей.

В некоторых случаях можно подключиться к электросети для непрерывного питания передатчика наблюдения, но

при этом, помимо того, что передатчик должен находиться вблизи электрической розетки или внутри прибора, подключенного к электросети, возникает проблема наличия свободного пространства. Парадоксально, но в настоящее время уменьшить габариты сетевого блока питания не менее сложно, чем размеры видеопередатчика цветного изображения. В последующих главах вы легко убедитесь в этом...

Антенны и рабочие частоты

При скрытой установке передатчиков наблюдения в ограниченном пространстве нередко возникает проблема установки антенны. Ведь работа любого передатчика эффективна лишь при наличии согласованной, правильно установленной, максимально удаленной от металлических предметов антенны, настроенной на передаваемую частоту. Короче говоря, все это прямо противоположно тому, чего можно добиться в реальной ситуации!

В качестве антенны передатчика слежения нередко служит обыкновенный провод, составляющий четверть длины волны, КПД которого значительно ограничивается невозможностью его оптимального расположения. Все это обостряет упомянутую проблему автономии, так как «плохая» антенна уменьшает КПД передатчика и вынуждает использовать передатчик большей мощности для компенсации потерь и достижения желаемого радиуса действия.

Сложности с использованием антенн и проникновением радиоволн внутрь железобетонных конструкций обуславливают необходимость создания систем наблюдения, работающих на все более высоких частотах. Если всего несколько лет назад использовался диапазон 150 МГц, то современные передатчики работают в диапазоне как дециметровых, так и сантиметровых волн с частотой 2 ГГц и более.

Работа на более высоких частотах имеет два преимущества и два недостатка. К преимуществам следует отнести, во-первых, сокращение длины антенны: длина антенны для волны частотой 150 МГц составляет 48 см, а длина антенны для частоты 1 ГГц не превышает 7 см. Следовательно, ее проще скрыть. Во-вторых, лучшее проникновение в железобетонные

конструкции, повсеместно используемые при строительстве современных зданий. Необходимо помнить о том, что прутья, применяемые для армирования бетона, образуют клетку Фарадея, непроницаемую для радиоволн, длина которых превышает размер ячейки арматуры. Принимая во внимание современные методы строительства и размеры применяемых арматурных ячеек, можно констатировать, что сигналы низкочастотного участка ультракоротковолнового диапазона практически не проходят, в то время как сигналы с частотами, превышающими 1 ГГц, беспрепятственно проникают или, лучше сказать, выходят из этих «невидимых» клеток Фарадея.

К недостаткам использования очень высоких частот относятся, во-первых, низкий КПД передатчиков, работающих в диапазонах выше 1 ГГц, во всяком случае, значительно меньше, чем у передатчиков в диапазоне дециметровых волн (ДМВ). Следовательно, обостряется проблема источника питания и автономии. Во-вторых, при увеличении частоты радиоволны начинают распространяться прямолинейно подобно световым волнам, что подчас существенно затрудняет выбор расположения таких передатчиков.

Таким образом, сборка передатчиков аудио- или видеонаблюдения – дело непростое, таящее в себе взаимоисключающие ограничения. По сути, речь идет о создании передатчика, который при минимальных размерах обладал бы большой мощностью и почти ничего не потреблял. Без проблем это возможно только в кино...

Реальное положение дел несколько отличается от представлений киносценаристов и заставляет создателя передатчиков находить компромисс или делать выбор в соответствии с условиями использования каждого конкретного передатчика. В следующих главах мы увидим, как это осуществляется на практике.

Меры противодействия и скрытность

Очевидно, если вы ради шутки незаметно установите микропередатчик в квартире вашего друга, вероятнее всего, он не заметит постороннего предмета, так как изначально (во всяком случае, мы на это надеемся!) у него не будет оснований

полагать, что за ним может вестись наблюдение. Следовательно, без всякой угрозы привлечь внимание ваш передатчик сможет работать на любой частоте.

Ситуация меняется, если речь идет о лицах или компаниях, которые знают или опасаются того, что за ними может вестись наблюдение, и предпринимают соответствующие меры предосторожности.

В настоящее время существует лишь один технический способ передачи информации при слежении, который не поддается достоверному обнаружению (он будет рассмотрен позднее). Помимо этого конкретного случая, недоступного для любителей и даже для некоторых профессионалов, любые излучения микропередатчиком могут быть обнаружены и идентифицированы.

Прежде всего, необходимо отбросить такие стандартные диапазоны, как ультракороткие, дециметровые и сантиметровые. Передачи в них принимаются любым доступным в продаже приемником, соответственно, они не могут считаться секретными.

Для других диапазонов частот самый простой способ заключается в использовании детектора «радиожучков», описание которого приводится в главе 7. Тем не менее, такие детекторы не обладают достаточной точностью и зачастую обнаруживают несуществующие передатчики, ибо, одновременно улавливая все излучения, присутствующие в конкретном помещении, они принимают и сигналы мощных радиовещательных передатчиков (например, местных передатчиков в ультракоротком диапазоне волн), и радиоэлектрические помехи, создаваемые различным электрооборудованием, в том числе микрокомпьютером. Если ваш детектор «оглушен» подобными излучениями, вы, не обладая достаточными навыками, можете просто не заметить настоящих микропередатчиков, установленных в помещении, приняв их излучение за излучение «легальных» передатчиков или за помехи от электрооборудования.

Благодаря способности наиболее продвинутых моделей перекрывать диапазон принимаемых частот от 100 кГц до 1,5 или 2 ГГц, использование широкодиапазонного приемника

или сканера также является эффективным способом обнаружения аудиомикропередатчиков. Однако радиосканеры бесполезны для обнаружения видеопередатчиков, так как при настройке на частоту работы видеопередатчика они способны в лучшем случае уловить сильный фоновый шум.

Но все же универсальный детектор всех типов аудио- или видеомикропередатчиков существует. Это классический анализатор спектра – дорогостоящий электронно-измерительный прибор.

Подключив широкодиапазонную антенну к входному разьему анализатора спектра и поместив ее в «проверяемом» помещении, на экране можно увидеть отображения всех принимаемых излучений. Для специалиста, умеющего обращаться с анализатором спектра, не составит большого труда определить частоту, уровень и тип модуляции полученных излучений и отделить «легальные» излучения от излучений микропередатчика. Останется лишь определить место, скрывающее передатчик, или... найти более укромное место!

От современных анализаторов спектра, способных охватить диапазон от нескольких мегагерц до нескольких гигагерц, можно скрыть лишь так называемые передатчики с переменной частотой. Такие передатчики способны изменять частоту излучения в быстром и псевдослучайном режиме, не оставляя следов на экране анализатора и оставаясь незаметными для более простых средств обнаружения. Подобное оборудование, даже если и присутствует на рынке, представляет собой технологическое чудо и не доступно даже для хорошо экипированного радиолюбителя-электронщика. Что касается цены, то она просто непомерна...

Телефонное прослушивание

Проводные телефоны

Телефонное прослушивание значительно отличается от аудиопрослушивания, о котором мы вели речь до сих пор. В данном случае преследуется цель скрытой регистрации телефонных переговоров. Для этого не нужно проникать в интересуемое

помещение, так как сама телефонная линия выходит из него. Для получения желаемой информации достаточно получить доступ к интересующей вас линии в любой точке на участке, соединяющем телефонный аппарат с телефонной станцией. После этого остается только собирать информацию и передавать ее в пункт прослушивания или регистрировать для последующего использования. В обоих случаях нет необходимости в чрезмерной миниатюризации аппаратуры, так как снаружи помещения, за которым ведется наблюдение, обычно имеется множество средств для незаметной установки оборудования. «Легальное» прослушивание, организуемое органами правопорядка в рамках операций, разрешенных соответствующими органами юстиции, как правило, не сталкивается с проблемой скрытого доступа. Прослушивание может проводиться также на телефонной станции или на одной либо нескольких конкретных телефонных линиях.

Что касается несанкционированного прослушивания, то, как мы увидим в главе 3, его организация относительно проста, ибо в данной ситуации проблемы скрытой установки и автономной работы менее критичны, чем в рассмотренном случае классического радионаблюдения. Единственная сложность заключается в необходимости организации максимально скрытого подключения к телефонной линии. Иными словами, ваше устройство прослушивания должно представлять собой такую нагрузку для линии, которая не может быть обнаружена при проверке. Для компетентного электронщика это не представляет большой проблемы...

Таким образом, мы логично подошли к разговору о системах обнаружения устройств телефонного прослушивания, продаваемых в специализированных магазинах, схемы которых не рассматриваются в данной книге. Современная аппаратура позволяет обнаруживать лишь неграмотно спроектированные системы телефонного прослушивания, в которых присутствуют элементы, представляющие собой ощутимую (то есть низкоимпедансную) нагрузку, легко выявляемую при измерении токов и напряжений в линии. Ввиду того, что в настоящее время несложно собрать систему телефонного прослушивания с высоким импедансом, заметно не нагружающую

линию, можно считать, что предлагаемые в продаже системы обнаружения практически бесполезны и создают ложное чувство безопасности у их владельца.

Однако не нужно забывать о том, что если обнаружить систему, подключенную к телефонной линии и не создающую дополнительную нагрузку, почти невозможно при помощи измерения электрических показателей линии, то при использовании в системе источника радиоизлучения ее легко выявить рассмотренными выше средствами.

Мобильные телефоны

Прослушивание мобильных телефонов из-за смешения сетей представляет собой особый случай. В самом деле, если и возможен перехват переговоров по мобильному телефону, то технические средства, необходимые для этого, недостижимы даже для хорошо оснащенного радиолюбителя. Ошибочно полагать, что для прослушивания мобильных телефонов достаточно воспользоваться сканером, – передача информации между ними происходит в цифровом формате. Необходим специальный приемник, способный обнаружить излучение подобного рода, к тому же содержащее информацию в зашифрованном виде.

Таким образом, в настоящее время без привлечения серьезных профессиональных технических и информационных средств для обеспечения устойчивого приема и расшифровки организовать прослушивание мобильных телефонов невозможно.

Закключение

Не претендуя на полное описание существующих средств электронного слежения и мер противодействия, мы надеемся, что, по крайней мере, смогли показать, где сегодня пролегла грань между реальностью и вымыслом.

Если это удалось, то можно считать, что цель достигнута, и можно перейти к описанию реальных приспособлений для аудио, видео- или телефонного наблюдения.

Глава 2

Аудиомикропередатчики

Даже если сегодня относительно просто изготовить передатчик видеонаблюдения, время отказа от передатчиков аудионаблюдения, передающих только звуки и / или человеческий голос, еще не наступило. По сравнению с видеопередатчиками аудиопередатчики проще в изготовлении, дешевле, менее громоздки, а главное, при такой же мощности излучения потребляют значительно меньше энергии. Как мы уже могли убедиться, именно это является важным критерием оценки длительности автономной работы передатчика.

Хотя в данной главе будут рассмотрены, прежде всего, современные микроаудиопередатчики с улучшенными техническими характеристиками, начнем мы с представления известнейшей схемы передатчика, который, несмотря на многочисленные недостатки, осчастливил целое поколение «начинающих шпионов». Еще некоторое время назад этот передатчик был почти единственным доступным по цене.

Конечно, можно спорить о целесообразности изготовления этого передатчика, так как, несмотря на свою простоту, он чрезвычайно сложен в настройке, к тому же обладает заметно худшими характеристиками по сравнению с передатчиками, которые будут рассмотрены далее. Вы можете или вместе с нами изготовить его, или ограничиться ознакомлением с его описанием как с историческим фактом, прежде чем перейти к созданию более совершенных устройств.

Простейший микропередатчик с частотной модуляцией

Основные характеристики:

- частота излучения – регулируется в диапазоне ультракоротких волн от 88 до примерно 102 МГц;
- мощность высокочастотного излучения – около 10 мВт;
- тип модуляции – частотная;
- полоса пропускания звукового сигнала – от 300 до 5000 Гц;
- питание: постоянное напряжение – 9 В, ток потребления – примерно 20 мА;
- размеры – 50 × 18 × 14 мм.

На рис. 2.1 представлена схема «почтенного предка», подобные вы наверняка встречали в разных вариантах «подпольных» изданий, авторы которых так и не восприняли последние достижения технологического прогресса...

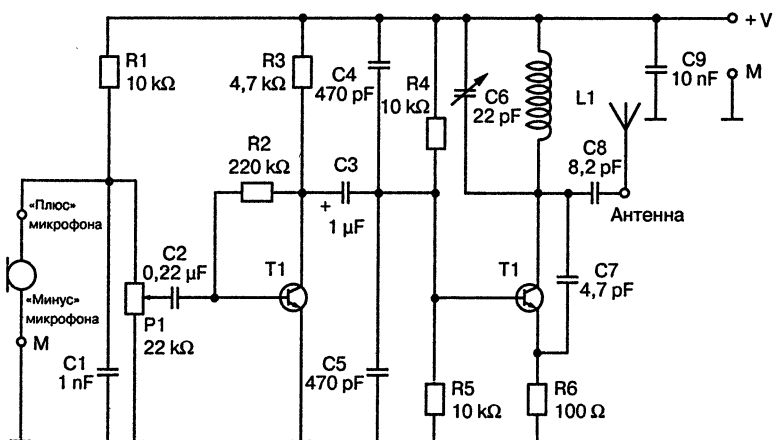


Рис. 2.1. Схема простейшего микропередатчика с частотной модуляцией

Микропередатчик состоит всего из двух транзисторов и пригоршни небольших по размерам и дешевых пассивных компонентов.

Транзистор Т2 образует генератор, частота колебаний которого определяется колебательным контуром L1-C6 и внутренними паразитными емкостями самого транзистора, что одновременно является и недостатком, и преимуществом.

Преимущество заключается в том, что при изменении напряжения смещения базы транзистора мы изменяем величины его паразитных емкостей и, соответственно, частоту колебаний, тем самым добиваясь частотной модуляции. Если мы подадим на базу Т2 переменное напряжение низкой частоты, например сигнал микрофона, то получим изменение частоты излучающего генератора передатчика, то есть частотную модуляцию высокочастотных колебаний низкочастотными.

Недостаток состоит в том, что при нагреве транзистора или изменении его режима работы вследствие падения напряжения питающей батареи изменяются паразитные емкости и, соответственно, частота излучения. Это вынуждает производить периодическую подстройку приемника с медленно «плывущей» частотой излучения передатчика. Далее, на примере последующих схем со стабилизацией частоты с применением резонаторов на поверхностных волнах, мы увидим, каким образом в настоящее время можно полностью избавиться от этого недостатка.

Сигнал микрофона слишком мал для непосредственного управления генератором на транзисторе Т1, поэтому он усиливается предварительным усилителем низкой частоты, выполненным по традиционной схеме «с общим эмиттером» на транзисторе Т1. Потенциометром Р1 регулируют уровень усиленного напряжения на выходе усилителя (коллектор Т1).

Данный передатчик способен работать в относительно широком диапазоне частот, который зависит только от величины индуктивности L1 и емкости C6, образующих единственный колебательный контур, определяющий частоту излучения. Еще одним преимуществом передатчика является возможность настройки на диапазон частот, не требующий сборки специального приемника. Для приема сигналов передатчика можно использовать обыкновенный приемник, имеющий диапазон ультракоротких волн; достаточно настроить передатчик на частоту передачи в диапазоне вещания ультракоротковолновых радиостанций.

Но если всего несколько лет назад подобное решение не составляло проблем ввиду небольшого числа государственных радиостанций, то сегодня, с появлением десятков коммерческих станций, ситуация изменилась. Если вы проживаете вблизи сколько-нибудь значимого населенного пункта, то с трудом найдете свободное место для приема сигналов вашего передатчика, который и без того будет отклоняться от выбранной частоты.

Изготовление

Данный передатчик предназначен для начинающих, поэтому мы намеренно не старались сделать его чрезмерно миниатюрным с тем, чтобы любой радиолюбитель смог без труда повторить его, не прибегая к использованию SMD-компонентов для поверхностного монтажа. Размеры печатной платы передатчика (50 × 18 мм), представленной на рис. 2.2, обеспечивают ей относительную скрытность.

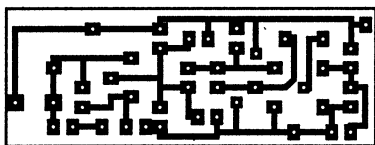


Рис. 2.2. Печатная плата простейшего микропередатчика с частотной модуляцией (вид со стороны печатных проводников)

Подготовка компонентов не представляет особой проблемы. Катушку L1 можно изготовить вручную, но, учитывая трудоемкость этой процедуры, мы выбрали модель, доступную в продаже. Имеет значение только ее индуктивность, подходящий вариант – порядка 0,14 мкГн. Мы установили компактную регулируемую модель фирмы Токо, но можно приобрести любую катушку с такой же величиной индуктивности с подходящими габаритными размерами.

Все остальные компоненты списка являются широко распространенными и не нуждаются в особых комментариях. Их монтаж выполняется в соответствии с указаниями рис. 2.3.

Монтаж следует начинать с резисторов, устанавливаемых вертикально. Согнув верхний вывод параллельно корпусу,

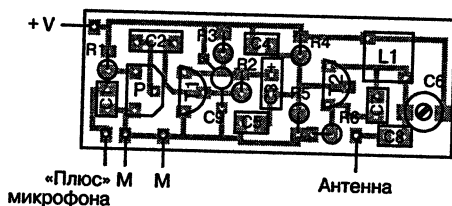
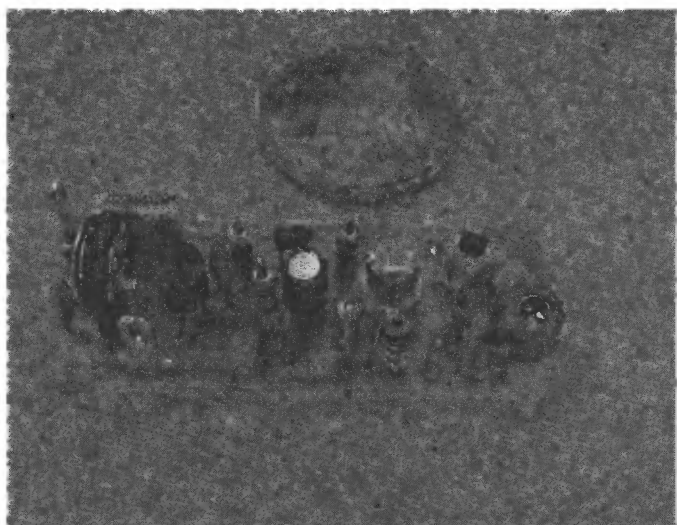


Рис. 2.3. Размещение компонентов простейшего микропередатчика с частотной модуляцией

надежно припаяйте резисторы на печатной плате. После этого приступайте к монтажу конденсаторов. Обратите внимание на C9, устанавливаемый под углом рядом с корпусом транзистора T1. В конце установите катушку, подстроечный резистор и транзисторы, выводы которых предварительно укоротите до 2–3 мм.



Перечень компонентов

Полупроводники:

- T1: BC 548 B, BC 549 B
- T2: 2 N 2222 A
- Если не указано иначе – резисторы 0,25 Вт 5%

- R1, R4, R5: 10 кОм (каштановый, черный, оранжевый)
- R2: 220 кОм (красный, красный, желтый)
- R3: 4,7 кОм (желтый, фиолетовый, красный)
- R6: 100 Ом (каштановый, черный, каштановый)

Конденсаторы:

- C1: 1 нФ керамический дисковый с расстоянием между выводами 2,5 мм
- C2: 0,22 мкФ пленочный (K73-17)
- C3: 1 мкФ 25 В электролитический (K50-35)
- C4, C5: 470 пФ керамический дисковый с расстоянием между выводами 2,5 мм
- C6: 22 пФ подстроечный
- C7: 4,7 пФ керамический дисковый с расстоянием между выводами 2,5 мм
- C8: 8,2 пФ керамический дисковый с расстоянием между выводами 2,5 мм
- C9: 10 нФ керамический (KM3÷5) с расстоянием между выводами 5 мм

Прочие компоненты:

- P1: вертикальный подстроечный резистор 22 кОм
- L1: 0,142 мкГн фирмы Токо зеленая Микрофон: электретный микрофон с двумя выводами

Испытания и применение

После тщательной проверки правильности монтажа подключите электретный микрофон к соответствующему разъему. Обратите внимание на то, что эти микрофоны полярные, внимательно осмотрев ваш микрофон, вы увидите, что один из его выводов соединен с металлическим корпусом. Соедините этот вывод с «землей».

Подключите к схеме стандартную батарею напряжением 9 В, не соединяя ее с антенной, и разместите на расстоянии нескольких десятков сантиметров приемник с диапазоном УКВ, настроенный на свободную от радиовещания зону. Установите движок потенциометра P1 в среднее положение и при помощи пластмассовой отвертки, во избежание воздействия металлических предметов на параметры элементов

генератора, осторожно настройте конденсатор С6 до получения сигнала вашего передатчика приемником. Как правило, прием должен выражаться сильным свистом, вызванным эффектом самовозбуждения, возникающего между близко расположенным динамиком приемника и микрофоном передатчика.

Убавьте громкость приемника или удалите микропередатчик от динамика и убедитесь в хорошей слышимости передаваемого сигнала микрофона. При необходимости отрегулируйте положение движка потенциометра Р1 для максимального уменьшения искажений, сохраняя при этом приемлемую чувствительность.

Вы заметите, что частота излучения, которую вы тщательно отрегулировали, со временем изменяется, чтобы «поймать» ее, необходимо заново подстраивать либо приемник, либо подстроечный конденсатор С6 передатчика. К счастью, это отклонение, относительно существенное в первые минуты после подключения передатчика к источнику питания, впоследствии, после прогрева Т2 до установившейся рабочей температуры, стабилизируется. После этого передатчик готов к использованию в нормальных условиях.

Теоретически длина антенны передатчика должна составлять четверть длины волны, и, принимая во внимание его рабочую частоту, мы должны были бы использовать жесткий провод длиной 70 см, что довольно сложно. Мы предлагаем вам использовать жесткий провод, максимально удаленный от металлических предметов, длиной около 20 см.

Предложенная схема представляет собой экспериментальный передатчик, предназначенный для сборки начинающими радиолюбителями, и не может считаться надежным и серьезным устройством по причине нестабильности его частоты и невысокого качества модуляции. К тому же такой передатчик невозможно скрыть, ибо его сигналы могут принимать все владельцы бытовых приемников с диапазоном УКВ, в том числе человек, за которым ведется наблюдение...

Все это не касается микропередатчиков, которые рассмотрим далее и которые достойны участия в шпионском фильме, но в этот раз без трюкачества...

Высококачественный микропередатчик на 433,8 МГц с частотной модуляцией

Основные характеристики:

- частота излучения – 433,8 МГц, стабилизирована резонатором на поверхностных акустических волнах;
- мощность высокочастотного излучения – примерно 10 мВт;
- тип модуляции – частотная;
- полоса пропускания звукового сигнала – от 300 Гц до 15 кГц (без учета характеристик микрофона);
- питание: постоянное напряжение 9–12 В, ток потребления около 18 мА;
- размеры – 45 × 33 × 18 мм.

Таким образом, речь уже идет не о передатчике низкого качества, а об устройстве, которое если и не послужит для подслушивания, то вполне может использоваться в качестве беспроводного микрофона на театральной сцене, так как его характеристики удовлетворяют стандартам качественного звукоусиления.

Тем не менее цена его изготовления вполне доступна и не превышает нескольких сотен рублей. У этого чуда есть имя – гибридный модуль радиопередатчика. Несколько лет назад на рынке появились такие модули, обладающие разными характеристиками и возможностями.

Первые гибридные модули представляли собой керамическую пластину, на которой различными способами формировались миниатюрные пленочные компоненты (резисторы, конденсаторы) и печатные проводники. Затем напаивались диоды, транзисторы и микросхемы, также в миниатюрном бескорпусном исполнении, после чего конструкция снабжалась внешними выводами и заливалась защитным компаундом или помещалась в герметичный корпус.

С распространением SMD-компонентов для поверхностного монтажа подобные модули, несколько больших размеров, стали изготавливать по традиционной технологии с

использованием печатных плат и, соответственно, оборудования для массового производства, что и позволило сделать такие модули относительно недорогими.

Первые коммерческие радиомодули – довольно простые схемы, предназначенные для передачи цифровых данных (а также для их приема, о чем мы поговорим в следующей главе) с амплитудной модуляцией (АМ). В основном они применялись в системах тревожной сигнализации для помещений и автомобилей, кроме того, в запирающих устройствах для автомобилей.

Позднее на смену этим модулям пришли более совершенные версии, одна из них, с частотной модуляцией, была способна передавать звуковые сигналы с очень высоким качеством. Именно такой модуль производства фирмы Aurel мы собираемся использовать для сборки нашего первого микропередатчика дециметрового диапазона.

Внутренняя блок-схема представлена на рис. 2.4.

Аудиопередатчик состоит из двух предварительных усилителей с коэффициентами усиления 20 и 5 соответственно. Связь между усилителями разомкнута для установки внешней RC-цепи предварительной частотной коррекции. Для улучшения коэффициента соотношения сигнал – шум ЧМ-излучений необходимо поднять уровень верхних частот передаваемого сигнала. Соответственно, при приеме выполняется обратная операция для получения совершенно плоской характеристики общей полосы пропускания и восстановления исходного сигнала

Модуль снабжен частотным модулятором, генератор которого содержит резонатор на поверхностных акустических волнах (ПАВ), что обеспечивает ему стабильность частоты колебаний, соизмеримую со стабильностью частоты колебаний кварцевого резонатора. Применение резонатора ПАВ гарантирует постоянство частоты вне зависимости от условий работы модуля.

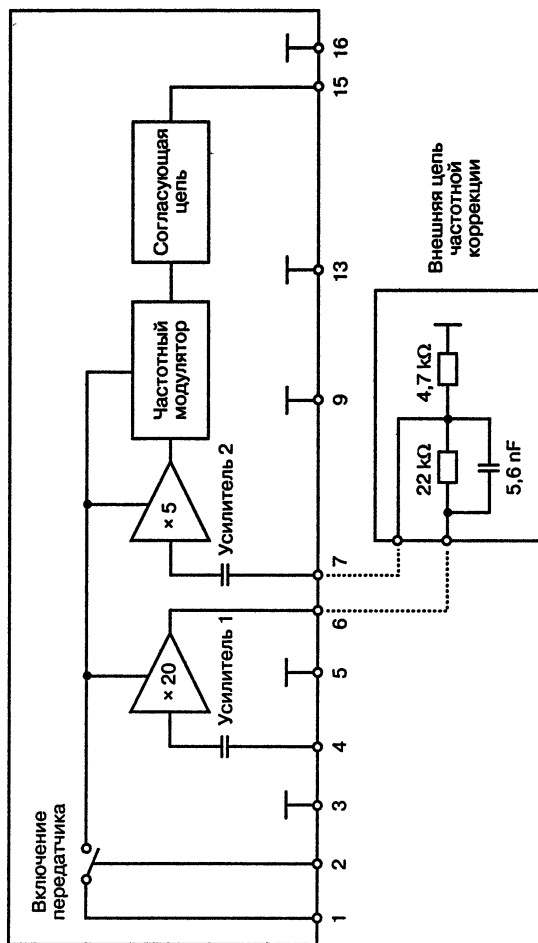


Рис. 2.4. Внутренняя блок-схема модуля аудиопередатчика с частотной модуляцией TX FM Audio Aurel

Схема нашего микропередатчика представлена на рис. 2.5. Вся работа выполняется модулем M1 аудиопередатчика, на вход которого остается подать низкочастотный сигнал

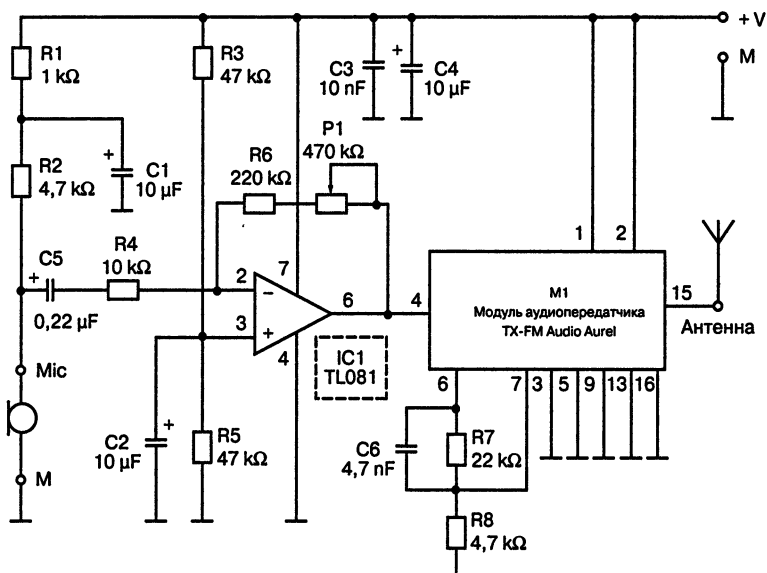


Рис. 2.5. Схема высококачественного микропередатчика на 433,8 МГц с частотной модуляцией

достаточного уровня. Для нормальной работы модуля на его вход необходимо подать переменное напряжение порядка 100 мВ, а микрофон развивает напряжение порядка нескольких милливольт, поэтому в качестве усилителя добавлен операционный усилитель IC1, включенный по схеме инвертирующего усилителя, коэффициент усиления которого можно менять от 22 до 69 в зависимости от положения P1.

Цепь, содержащая R7, R8, C6, обеспечивает предварительную коррекцию верхних частот звукового спектра, что гарантирует оптимальное качество передачи в нашем диапазоне излучения.

В технических характеристиках модуля указано, что напряжение питания передатчика не должно превышать 12 В. В нашем случае питание предусмотрено непосредственно от миниатюрной цилиндрической батареи напряжением 12 В, предназначенной для пульта дистанционного управления размером с брелок. На практике мы убедились в том, что минимальное напряжение, необходимое для нормальной работы

передатчика, составляет 8,5 В, следовательно, можно использовать батареи напряжением 9 В, правда, при этом уменьшаются выходная мощность высокочастотного излучения и, соответственно, радиус действия передатчика. Сокращается и срок автономной работы передатчика, так как время разряда батареи от 9 до 8,5 В меньше, чем от 12 до 8,5 В.

Изготовление

Стремясь сделать изготовление данного микропередатчика доступным для большинства радиолюбителей, мы воздержались от использования в нем SMD-компонентов для поверхностного монтажа. Если размеры печатной платы покажутся вам внушительными, предлагаем обратиться к следующим страницам этой главы, где представлена точная копия данной схемы, но на базе SMD-компонентов, позволяющих уменьшить размеры микропередатчика.

Модуль аудиопередатчика с частотной модуляцией на 433,8 МГц выпускается фирмой Aurel. Его можно приобрести или заказать, обратившись в фирмы, поставляющие на российский рынок импортные компоненты.

Печатная плата проста в изготовлении и представлена на рис. 2.6.

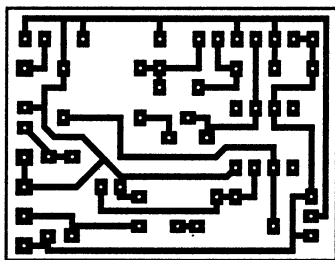


Рис. 2.6. Печатная плата высококачественного микропередатчика на 433,8 МГц из обычных компонентов (вид со стороны печатных проводников)

Перечень компонентов

Полупроводники:

- M1: модуль TX FM Audio Aure аудиопередатчика с частотной модуляцией
- IC1: TL081 или TL071 (KP574УД4)

Если не указано иначе – резисторы 0,25 Вт 5%

- R1: 1кОм (каштановый, черный, красный)
- R2, R8: 4,7 кОм (желтый, фиолетовый, красный)
- R3, R5: 47 кОм (желтый, фиолетовый, оранжевый)
- R4: 10 кОм (каштановый, черный, оранжевый)
- R6: 220 кОм (красный, красный, желтый)
- R7: 22 кОм (красный, красный, оранжевый)

Конденсаторы:

- C1, C2, C4: 10 мкФ 16 В электролитический
- C3: 10 нФ керамический (KM3-KM5, K10-17)
- C5: 0,22 мкФ пленочный или электролитический на 16 В
- C6: 4,7 нФ керамический (KM3-KM5, K10-17)

Прочие компоненты:

- Микрофон: сверхминиатюрный электретный с двумя выводами
- P1: вертикальный подстроечный резистор 470 кОм

Размещение компонентов представлено на рис. 2.7.

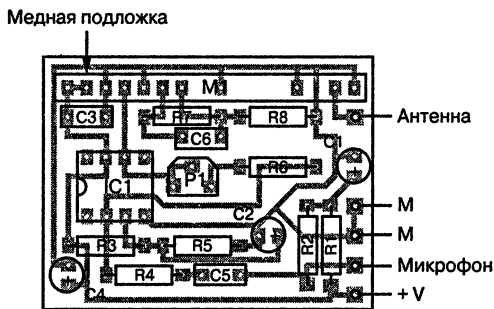
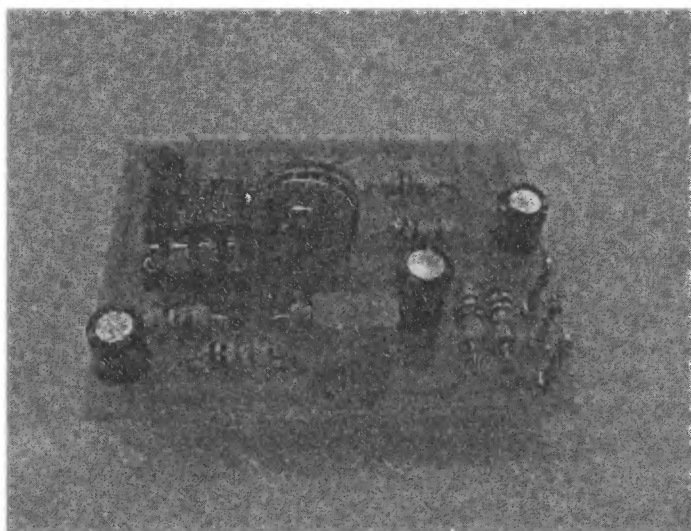
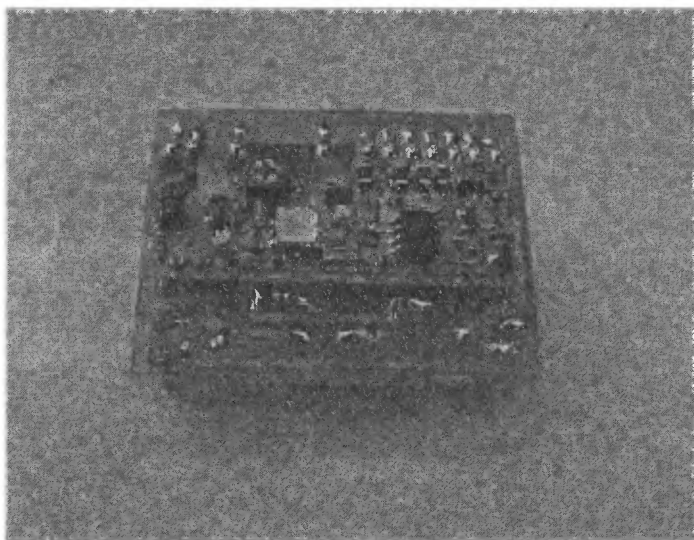


Рис. 2.7. Размещение элементов высококачественного микропередатчика на 433,8 МГц при использовании компонентов обычного типа

Вначале припаивается панелька интегральной схемы IC1, затем пассивные компоненты, такие, как резисторы и конденсаторы, с соблюдением полярности электролитических конденсаторов. После завершения пайки и проверки всех соединений откусите острыми бокорезами подходящего размера



выступающие контакты компонентов как можно ближе к поверхности печатной платы, так как в целях уменьшения размеров передатчика модуль TX FM Audio Aurel устанавливается на печатной плате со стороны печатных проводников.

Установите модуль в отверстия контактных площадок на плате в вертикальном положении, оставив зазор 2 мм между нижней гранью модуля и печатной платой. Пропаяйте все контакты модуля, затем осторожно согните его до соприкосновения с печатными проводниками печатной платы. Обратная сторона модуля изготовлена из изоляционного материала, поэтому короткого замыкания можно не опасаться.

Испытания и применение

Перед проведением испытаний припаяйте электретный микрофон к соответствующим входным контактным площадкам. Обратите внимание на то, что микрофоны полярные, внимательно осмотрев ваш микрофон, вы заметите, что один из его выводов соединен с металлическим корпусом. Припаяйте этот вывод к «земле».

Как мы уже говорили, для питания модуля необходимо напряжение не более 12 В, и цилиндрическая батарея для пультов дистанционного управления вполне подходит для этого. Но при отсутствии необходимости длительной автономной работы передатчика достаточно и обычной батареи напряжением 9 В (например, типа «Крона»).

Подключать антенну не обязательно, так как для проведения испытаний передатчик и приемник должны находиться вблизи друг друга. В дальнейшем в качестве антенны следует использовать жесткий проводник длиной 17 см, составляющий четверть длины волны, который рекомендуется поместить в максимально свободное пространство для обеспечения наибольшего радиуса действия.

Наш передатчик работает на разрешенной частоте 433,8 МГц, что обеспечивает ему достаточную скрытность, и для него необходим специальный приемник. В этом случае возможны два варианта.

Первый вариант, самый дорогостоящий, состоит в применении широкодиапазонного приемника или сканера. К сожалению, стоимость устройств такого рода, от простейших до самых совершенных моделей, непомерна, и их применение оправданно только, если у вас уже имеется такое устройство.

Второе решение заключается в использовании приемника, изготовить который вы можете сами, следуя указаниям главы 4. В данном случае затраты на приобретение элементов не превысят нескольких сотен рублей. За эти деньги можно получить качество приема сигнала, сравнимое с характеристиками коммерческих моделей сканеров.

Каким бы ни было ваше решение, испытания микропередатчика очень просты.

Если вы используете специальный приемник, описанный в главе 4, то вам достаточно включить передатчик и приемник, чтобы убедиться в немедленном приеме сигнала.

При использовании сканера его следует настроить на частоту 433,8 МГц диапазона ультракоротких волн в режиме с широкой полосой пропускания. Если в вашем сканере имеется диапазон ультракоротких волн только в режиме узкой полосы пропускания, то существует вероятность того, что сигнал будет приниматься с некоторыми искажениями именно вследствие ограничения полосы пропускания нашего звукового сигнала.

В любом случае, при помощи потенциометра Р1 вы можете подстроить передатчик в соответствии с уровнем чувствительности установленного микрофона и условиями работы передатчика. Увеличивая сопротивление потенциометра, вы повышаете коэффициент усиления входного каскада и, соответственно, чувствительность микрофона, который в этом случае сможет улавливать шепот людей, находящихся в комнате обычных размеров. Громкие звуки, произнесенные вблизи микрофона, при передаче могут искажаться. Поэтому следует произвести точную настройку в соответствии с реальными условиями использования.

После правильной настройки потенциометра Р1 вы сможете убедиться в высоком качестве передачи. В большинстве случаев полоса пропускания сужается не передатчиком, а самим электретным микрофоном, так как большинство миниатюрных моделей таких микрофонов имеют весьма посредственные характеристики.

Сверхминиатюрный высококачественный микропередатчик на 433,8 МГц

Основные характеристики:

- частота излучения – 433,8 МГц, стабилизирована резонатором на поверхностных акустических волнах (ПАВ);
- мощность высокочастотного излучения – примерно 10 мВт;
- тип модуляции – частотная;
- полоса пропускания звукового сигнала – от 50 Гц до 15 кГц (без учета характеристик микрофона);
- питание: постоянное напряжение 9–12 В, ток потребления – около 18 мА;
- размеры – 43 × 23 × 8 мм.

Мы изготовили совершенный передатчик, как с точки зрения стабильности рабочей частоты, так и в отношении качества передачи. Можно лишь упрекнуть его за сравнительно большие размеры, осложняющие его скрытое применение. Мы предлагаем исправить положение, собрав «брата-близнца» нашего передатчика на SMD-компонентах для поверхностного монтажа, которые позволят немного уменьшить площадь и особенно толщину устройства.

Верные старому принципу не менять команду-победителя, мы собираемся воспользоваться уже знакомой схемой предыдущего микропередатчика.

Изготовление

Сразу скажем, что, даже если вам никогда не приходилось использовать SMD-компоненты, вы убедитесь сами, что это очень просто и потребует только некоторого специального инструмента. Вам понадобится изогнутый лабораторный пинцет, припой диаметром 0,5 мм, жало для паяльника с тонким концом. Ничего разорительного...

Несмотря на присутствие SMD-компонентов, номенклатура компонентов почти не нуждается в комментариях. Следует лишь уточнить, что SMD-резисторы и конденсаторы следует

подбирать с корпусом по возможности самой распространенной формы 1206. Вам могут предложить резисторы и с цилиндрическим корпусом. Оба вида подходят и легко припаиваются. Единственным недостатком резисторов с цилиндрическим корпусом является их свойство скатываться со стола и падать на пол...

Для простоты настройки в качестве P1 мы выбрали обычный подстроечный резистор, выглядящий на нашем макете гигантом, значительно увеличивающим толщину нашего передатчика. При желании вы без труда можете заменить этот подстроечный резистор SMD-моделью, но тогда придется воздержаться от его частой подстройки, так как он довольно хрупкий. Но зато вы выиграете не менее 3–4 мм толщины!

На рис. 2.8 и 2.9 представлены печатная плата и размещение компонентов.

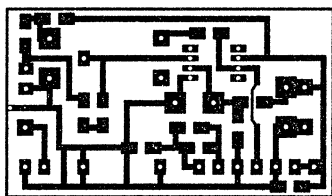
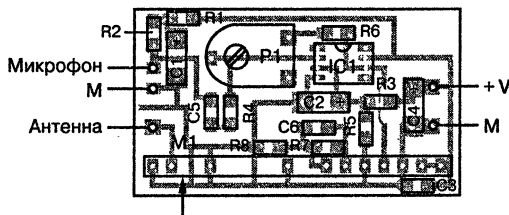


Рис. 2.8. Печатная плата сверхминиатюрного высококачественного микропередатчика на 433,8 МГц на SMD-компонентах для поверхностного монтажа (вид со стороны печатных проводников)



Вид со стороны монтажа элементов

Рис. 2.9. Размещение компонентов сверхминиатюрного высококачественного микропередатчика на 433,8 МГц на SMD-компонентах для поверхностного монтажа (вид со стороны печатных проводников)

находился примерно в центре капли припоя, и разогрейте припой паяльником;

- как только вывод компонента погрузился в расплавленный припой, уберите паяльник, отпустите компонент и дайте ему остыть;
- припаяйте другой контакт компонента обычным способом;
- после застывания припоя второго контакта можно подправить первый припаянный вывод, если он вам покажется недостаточно гладким и блестящим, добавьте немного припоя.

SMD-резисторы могут быть маркированы цветным кодом или окрашены в светлый цвет в соответствии с международной кодификацией: двухзначное число, за которым следует десятичная степень. Например, R1 сопротивлением 1 кОм (1000 Ом) маркирован числом 102, так как его номинал равен 10, умноженным на 10 во второй степени, то есть на 100.

SMD-керамические конденсаторы не маркированы, но, с учетом того, что в передатчике их всего два, риск их смешения незначителен. Обратите внимание на маркировку полярности электролитических конденсаторов. Она может наноситься светлой краской на корпус конденсатора или указываться в виде широкой черты, похожей на знак «минус» (как на нашем макете). Это метка ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО вывода, а не отрицательного, как можно было бы подумать.

В качестве С5 можно применить керамический, пленочный или электролитический конденсатор. В последнем случае его положительный вывод должен быть направлен в сторону микрофона, как показано на рис. 2.5.

По окончании этого этапа печатную плату можно перевернуть на другую сторону и приступить к установке модуля TX FM Audio Aurel, который является единственным обычным компонентом с проволочными выводами. Его следует тщательно прижать к печатной плате, предварительно согнув его выводы под углом 90°.

Испытания и применение

Все сказанное ранее относительно высококачественного микропередатчика 433,8 МГц остается в силе и для варианта, собранного на SMD-компонентах для поверхностного монтажа.

Технические параметры обеих версий идентичны, изменяется только размер передатчика.

Высококачественный микропередатчик на 433,8 МГц с голосовым управлением

Основные характеристики:

- частота излучения – 433,8 МГц, стабилизирована резонатором на поверхностных акустических волнах;
- мощность высокочастотного излучения – примерно 10 мВт;
- тип модуляции – частотная;
- полоса пропускания звукового сигнала – от 50 Гц до 15 кГц (без учета характеристик микрофона);
- питание: постоянное напряжение – 9–12 В; ток потребления – 2,5 мА в режиме ожидания и 19 мА в режиме передачи;
- размеры – 43 × 35 × 5 мм.

Недостатками описанного ранее микропередатчика являются непрерывное потребление тока порядка 18 мА при напряжении питания батареи 9 В и, следовательно, относительно короткий срок автономной работы.

Как уже было отмечено, продление срока автономной работы составляет одну из основных проблем электронного наблюдения в реальной ситуации.

Мы предлагаем вам повторить самый совершенный из доступных радиолюбителям высококачественный микропередатчик, аналогичный предыдущему, но снабженный системой автоматического включения при появлении звука. Данная модель потребляет не более 2,5 мА в режиме ожидания и 19 мА в режиме передачи. Очевидно, преимущество использования

данного передатчика для прослушивания переговоров, ведущихся с большими паузами, в конкретном помещении, по сравнению с непрерывно включенным и, соответственно, зря расходующим заряд батареи. Разница между временем разряда батареи может составить несколько суток!

Схема этого маленького чуда представлена на рис. 2.10.

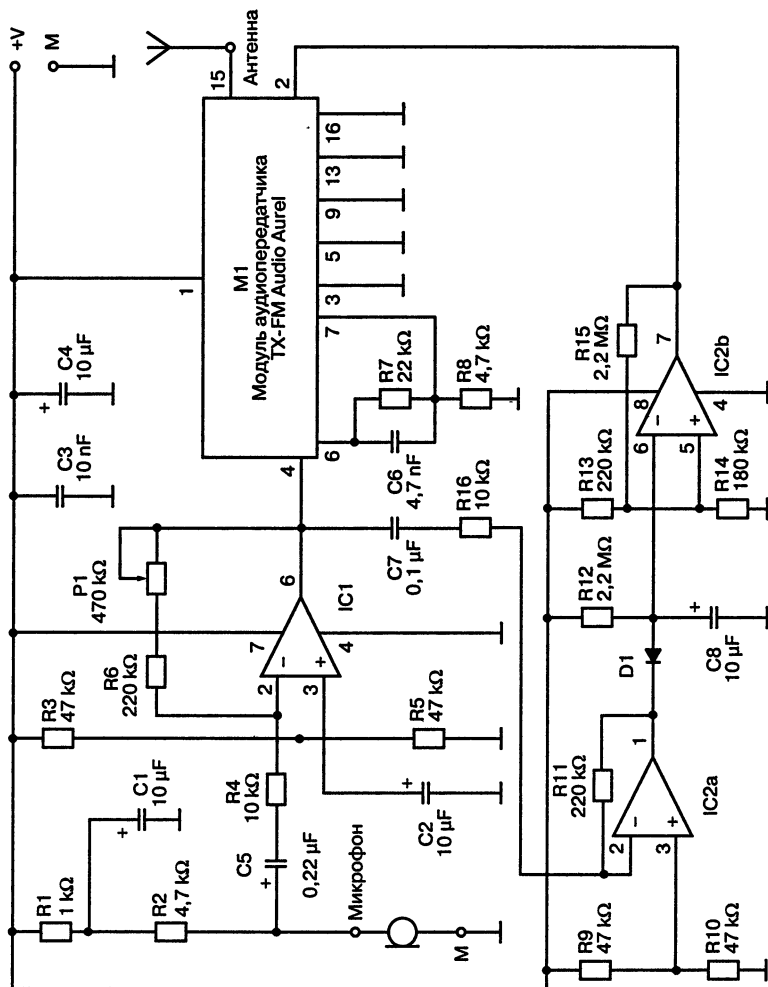


Рис. 2.10. Схема высококачественного микропередатчика на 433,8 МГц с частотной модуляцией и голосовым управлением

Верхняя часть схемы, которую мы уже собирали дважды, вам хорошо знакома, поэтому рассмотрим только новые компоненты.

Прежде всего, обратите внимание, что вывод 2 радиомодуля TX FM Audio Aurel M1, соединенный на предыдущих схемах с положительным полюсом источника питания, на данной схеме управляется выходом микросхемы IC2b. Если вы рассмотрите блок-схему модуля, представленную на рис. 2.4, то убедитесь, что именно этот вывод управляет включением модуля. Таким образом, для реализации системы голосового управления достаточно, чтобы звук, улавливаемый микрофоном, был преобразован в постоянное управляющее напряжение, подаваемое на вывод 2 радиомодуля.

Схема работает следующим образом: усиленное переменное напряжение с выхода микрофонного усилителя IC1 через конденсатор C7 поступает на вход инвертирующего усилителя на IC2a с коэффициентом усиления примерно 22. Неинвертирующий вход IC2a подключен к делителю R9, R10, задающему на этом входе напряжение, равное половине напряжения питания (4,5 В), поэтому в отсутствие звукового сигнала на выходе IC2a (IC2a при этом становится повторителем напряжения) также присутствует 4,5 В. Соответственно, только до этого напряжения (плюс несколько долей вольт на диоде D1) через резистор R12 заряжается конденсатор C8, подключенный к инвертирующему входу компаратора на IC2b. На неинвертирующий вход компаратора подается напряжение примерно 4В с делителя R13, R14. Итак, в отсутствие низкочастотного сигнала на входе (6) IC2b напряжение приблизительно на 0,2–0,3 В больше, чем на входе (5), поэтому на выходе IC2b присутствует низкий уровень и модуль M1 не включен. При появлении усиленного IC1 и IC2a напряжения звуковой частоты напряжение на выходе IC2a снижается, и C8 быстро разряжается через диод D1. Напряжение на входе компаратора IC2b становится меньше 4 В, присутствующих на входе (5), и на выходе IC2b появляется напряжение высокого уровня, активизирующее передатчик M1. Так как заряд конденсатора C8 происходит медленно через резистор R12 с высоким сопротивлением, модуль остается включенным в течение нескольких секунд. Это позволяет избежать

слишком частых включений и выключений модуля, которые были бы неприятными при прослушивании обычного разговора, часто прерываемого короткими паузами.

Изготовление

Хотя в данной схеме содержится больше компонентов, это не усложнит ее повторения по сравнению с предыдущей. Необходимо лишь тщательно повторить печатную плату, изображенную на рис. 2.11, так как некоторые дорожки довольно узкие и расположены близко друг к другу.

Что касается подготовки SMD-компонентов и инструмента, требования такие же, как и для предыдущего передатчика.

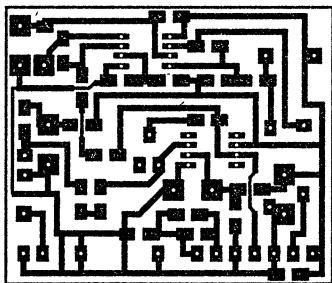


Рис. 2.11. Печатная плата высококачественного микропередатчика на 433,8 МГц с голосовым управлением, вид со стороны печатных проводников

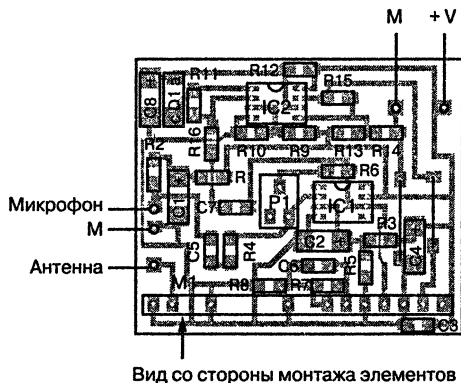
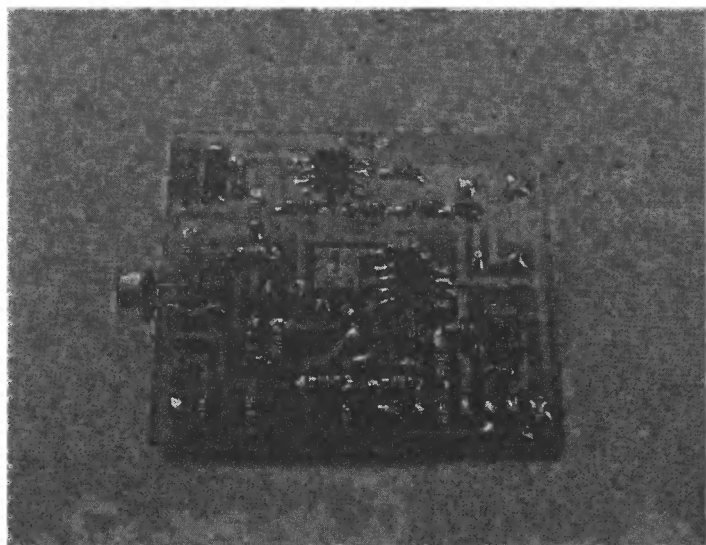
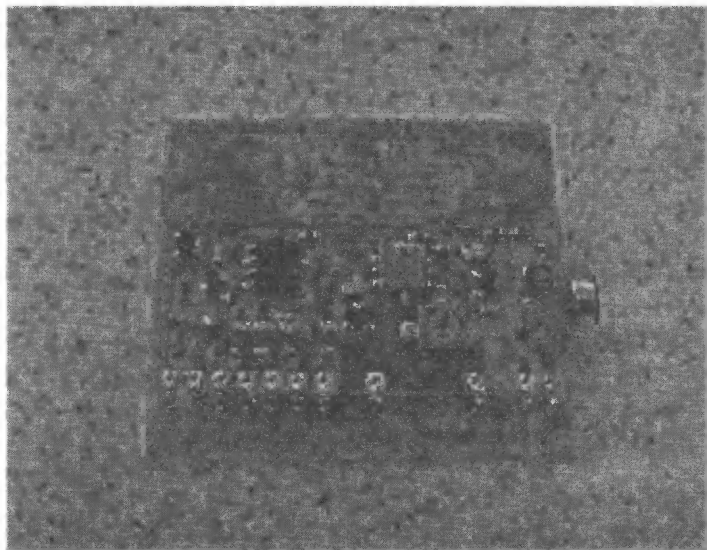


Рис. 2.12. Монтаж компонентов высококачественного микропередатчика на 433,8 МГц с голосовым управлением, вид со стороны печатных проводников

Компоненты следует разместить в соответствии с указаниями рис. 2.12, применяя описанный выше способ припайки SMD-компонентов. При сборке следует быть максимально



внимательным и осторожным, так как в данной схеме содержится примерно в два раза больше компонентов, чем в предыдущей.

Обратите внимание, что на этот раз с целью уменьшения размеров печатной платы в качестве P1 мы применили SMD-подстроечный резистор.

Перечень компонентов

Полупроводники

- M1: модуль TX FM Audio Aurel аудиопередатчика с частотной модуляцией
- IC1: TL081 или TL071 (KP574УД4) SMD-корпус для поверхностного монтажа
- IC1: TLC 272 SMD-корпус
- D1: BAR 28 SMD-корпус, BAT 85 SMD, 10MQ40 или любой другой диод Шоттки SMD

Если не указано иначе – резисторы 0,25 Вт 5% в SMD-корпусе:

- R1: 1кОм (каштановый, черный, красный)
- R2, R8: 4,7 кОм (желтый, фиолетовый, красный)
- R3, R5: 47 кОм (желтый, фиолетовый, оранжевый)
- R4, R16: 10 кОм (каштановый, черный, оранжевый)
- R6, R11, R13: 220 кОм (красный, красный, желтый)
- R7: 22 кОм (красный, красный, оранжевый)
- R12, R15: 2,2 МОм (красный, красный, зеленый)
- R14: 180 кОм (каштановый, серый, желтый)

Конденсаторы в SMD-корпусе

- C1, C2, C4, C8: 10 мкФ 15 В электролитический
- C3: 10 нФ керамический
- C5: 0,22 мкФ любого типа 15 В
- C6: 4,7 нФ керамический

Прочие компоненты

- Микрофон: сверхминиатюрный электретный микрофон с двумя выводами
- P1: горизонтальный подстроечный резистор 470 кОм в SMD-корпусе

Испытания и применение

Как и две предыдущие, данная модель готова к работе по окончании ее сборки, подключения микрофона и источника питания напряжением от 9 до 12 В, требуемым для работы модуля TX FM Audio Aurel.

Остается лишь настроить подстроечным резистором P1, как и в предыдущем случае, чувствительность и звуковой порог включения передатчика. Диапазон сопротивления потенциометра P1 достаточно широк для настройки чувствительности микрофона, соответствующей различным условиям звукоусиления: от нескольких сантиметров от говорящего до скрытой установки в удаленных точках помещения обычных размеров.

Закключение

Предложенные модели способны удовлетворить всем требованиям в этой области и дают представление об устройствах, которые в настоящее время может собрать любой истинный радиолюбитель-электронщик.

Следует напомнить, что, кроме первой модели, работающей в ультракоротковолновом диапазоне, остальные сконструированы в полном соответствии с действующими нормативами по использованию радиоэлектронных излучающих приборов, так как в них использован модуль, работающий на разрешенной для этого частоте и обладающий мощностью излучения менее 10 мВт.

Соответствие нормативам радиоэлектронной совместимости не означает разрешения на использование передатчиков для нанесения ущерба личной жизни окружающих. Применение передатчиков предусмотрено для игровых и образовательных целей, а также для разрешенного наблюдения (например, в комнате, где находится маленький ребенок или больной).

Глава 3

Телефонные микропередатчики

В настоящее время прослушивание телефонных разговоров в целях наблюдения практикуется достаточно часто. Мы не собираемся вступать в полемику о моральной стороне таких операций, а лишь предлагаем вам собрать несколько устройств, которые вы впоследствии сможете использовать в игровых и образовательных целях.

Прежде чем перейти к рассмотрению схем, напомним, что телефонное прослушивание в значительной степени отличается от аудиопрослушивания, о котором шла речь в предыдущей главе. В данном случае истинная цель заключается в скрытом ознакомлении с сообщениями, передаваемыми по телефону. Для этого нет никакой необходимости проникать в конкретное помещение, так как телефонная линия расположена снаружи. Для получения доступа к желаемой информации достаточно подключиться в определенной точке на отрезке линии, соединяющем телефонную трубку, за которой ведется наблюдение, с телефонной станцией. Остается только максимально незаметно перехватить информацию и передать ее в пункт прослушивания или записать для последующего использования. В обоих случаях не требуется чрезмерной миниатюризации, так как снаружи помещений, как правило, достаточно места и возможностей для скрытой установки.

Отметим, что «легальное» прослушивание, то есть прослушивание, организуемое правоохранительными органами в рамках проводимых ими юридически разрешенных операций, может осуществляться непосредственно на телефонной станции. Естественно, что организовать его гораздо проще, чем «скрытое» прослушивание.

Рассказ об устройствах телефонного прослушивания мы хотели бы начать с рассмотрения почтенного предшественника, который, несмотря на свои более чем скромные характеристики, стал героем и до сих пор присутствует в произведениях многих авторов с болезненной фантазией.

Простейший телефонный микропередатчик

Основные характеристики:

- частота излучения – в диапазоне ультракоротких волн регулируется от 88 до 102 МГц;
- тип модуляции – частотная;
- мощность высокочастотного излучения – примерно 10 мВт;
- полоса пропускания звукового сигнала – от 300 до 3500 Гц;
- питание – от телефонной линии;
- размеры – $43 \times 35 \times 5$ мм.

На рис. 3.1 представлена схема, которую в разных вариантах вы без труда найдете в «подпольных» изданиях.

Мы даже обнаружили его у одного розничного продавца, предлагавшего его по неоправданно завышенной цене, показавшейся нам совершенно несоизмеримой с количеством его компонентов и довольно посредственными характеристиками.

Данное устройство подключается последовательно к телефонной линии (рис. 3.2).

При неснятой трубке прослушиваемого телефона ток в линии отсутствует, и устройство находится в состоянии покоя.

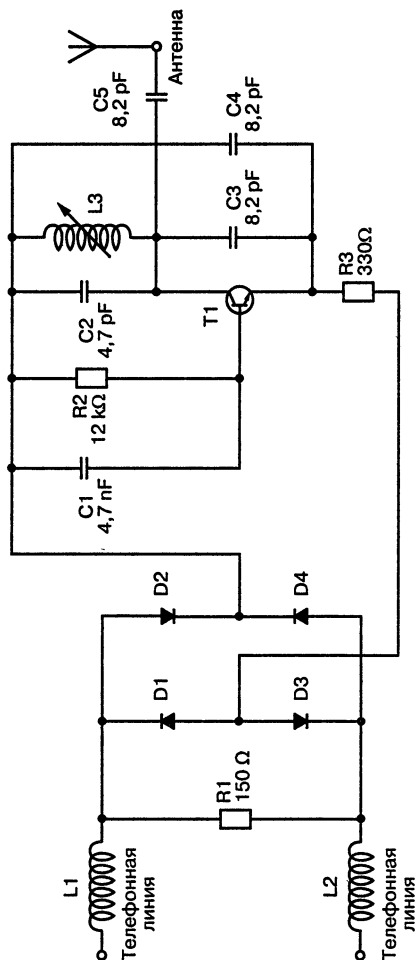


Рис. 3.1. Схема простейшего телефонного микропередатчика

После снятия трубки и установки соединения в линии появляется постоянный ток 20–35 мА, который модулируется переменным током звуковой частоты, вызванным сигналом микрофона трубки.

Модулируемый ток звуковой частоты подается на наше устройство, которое, как показано на рис. 3.1, состоит из единственного транзистора, образующего генератор с резонансным

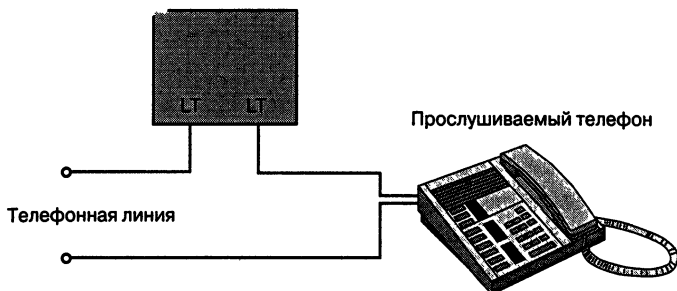


Рис. 3.2. Микропередатчик, подключаемый последовательно, то есть «в разрыв» одного из проводов прослушиваемой телефонной линии

LC-контуром. Как и в случае с микрофоном, представленным на рис. 2.1, рабочая частота определяется колебательным контуром $L3-C2$ вместе с паразитными емкостями транзистора $T1$. Переменный ток звуковой частоты, создавая переменное же смещение напряжения на базе $T1$, вызывает соответствующее изменение величин его паразитных емкостей и, соответственно, изменения частоты высокочастотных колебаний генератора, то есть частотную модуляцию (ЧМ).

Одинаковые причины приводят к одинаковым последствиям (см. рис. 2.1), медленные изменения рабочей точки, вызванные температурным дрейфом параметров $T1$, – к отклонениям частоты излучения, которые и составляют главный недостаток данного устройства. В остальном качество модуляции остается хорошим с учетом низких требований полосы пропускания телефонного аппарата, которая составляет от 300 до 3400 Гц.

Дроссельные катушки индуктивности $L1$ и $L2$ имеют практически нулевое сопротивление на звуковой частоте и постоянном токе, но для частот порядка сотен МГц в сумме они составляют около 6 кОм и препятствуют проникновению высокой частоты в телефонную линию, а диоды $D1-D4$ обеспечивают работу устройства вне зависимости от полярности подключения к телефонной линии. Таким образом, возможно подключение устройства «в разрыв» любого провода любой телефонной линии.

Вследствие последовательного подключения к телефонной линии (рис. 3.2), при котором питание подается только

в момент снятия трубки, устройство практически невозможно обнаружить при помощи замеров электрических показателей самой линии. Высокочастотное излучение устройства определяется при помощи детектора «жучков», подобного предлагаемому в главе 7. Но при помощи такого детектора выявляются практически все микропередатчики.

Изготовление

Малые размеры печатной платы и небольшое число используемых элементов позволяют без труда миниатюризировать передатчик, даже не прибегая к использованию SMD-компонентов для поверхностного монтажа (рис. 3.3).

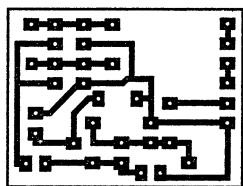


Рис. 3.3. Печатная плата простейшего телефонного микропередатчика (вид со стороны медного покрытия)

Подготовка компонентов также не представляет особых сложностей. Контурные катушки L1 всегда имеются в продаже, важна лишь ее индуктивность. Вы можете применить любую катушку индуктивностью 0,14 мкГн, снабженную подстроечным сердечником для настройки частоты излу-

чения. В нашем случае использована миниатюрная настраиваемая катушка фирмы Toko

Все прочие компоненты являются общераспространенными и в комментариях не нуждаются. Расположение элементов на плате показано на рис. 3.4.

Вначале произведите пайку резисторов, которые в данном случае располагаются вертикально. Затем установите

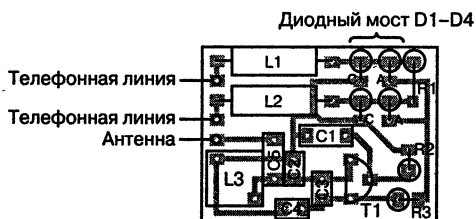
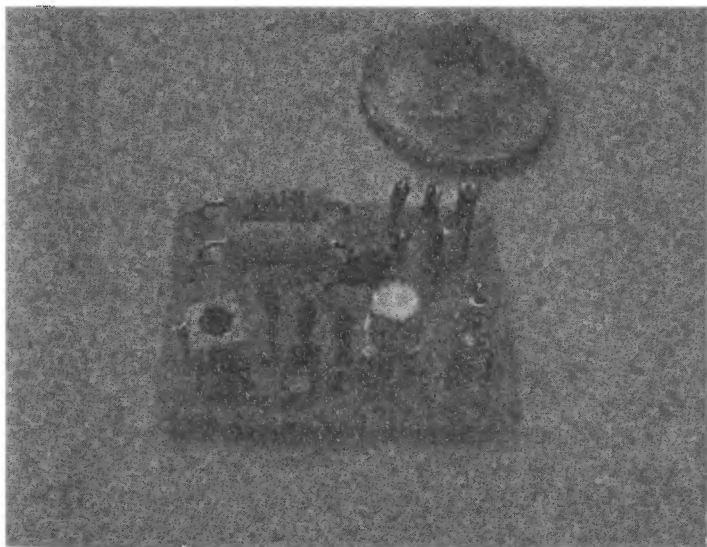


Рис. 3.4. Размещение компонентов простейшего телефонного микропередатчика



конденсаторы, дроссельные катушки индуктивности, транзистор и четыре диода, строго соблюдая полярность, указанную на чертеже размещения компонентов.

Перечень компонентов

Полупроводники:

- T1: 2 N 2222 A
- D1, D2, D3, D4: 1N 914 или 1N4148

Если не указано иначе – резисторы 0,25 Вт 5%:

- R1: 150 кОм (каштановый, зеленый, каштановый)
- R2: 12 кОм (каштановый, красный, оранжевый)
- R3: 330 кОм (оранжевый, оранжевый, каштановый)

Конденсаторы:

- C1: 4,7 нФ керамический
- C2: 4,7 пФ керамический
- C3, C4, C5: 8,2 пФ керамический

Прочие компоненты:

- L1, L2: миниатюрная дроссельная катушка индуктивностью 4,7 мкГн
- L3: контурная катушка фирмы Toko индуктивностью 0,142 мкГн

Испытания и применение

Для проведения испытаний достаточно иметь радиоприемник с диапазоном ультракоротких волн, так как микропередатчик излучает именно в этом диапазоне, и телефонную линию. Ваша собственная линия прекрасно подходит для испытаний.

Подсоедините передатчик последовательно в телефонную линию при помощи общего разъема, изображенного на рис. 3.5.

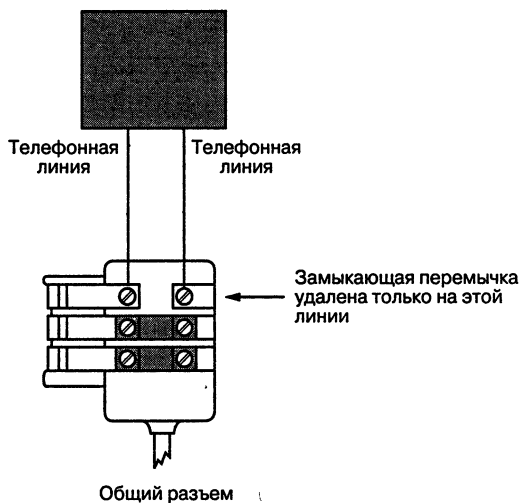


Рис. 3.5. Сборный разъем для испытаний простейшего телефонного микропередатчика

Не снимая трубки, вы можете убедиться в отсутствии излучения передатчика. При снятии трубки гудок телефонной линии должен быть слышим в приемнике после его настройки на частоту излучения передатчика.

Частоту излучения можно настроить при помощи настроенного сердечника контурной катушки L1. Обратите внимание на то, что модель катушки, представленная на нашем макете,

снабжена очень хрупким сердечником, поэтому во избежание поломки при его вращении не следует применять чрезмерных усилий.

Если вращением сердечника катушки L1 вам не удастся настроить передатчик на желаемую частоту, принимаемую приемником (или на свободную частоту в диапазоне ультракоротких волн), придется заменить конденсатор C2. При увеличении емкости конденсатора C2 частота излучения уменьшается и наоборот.

После настройки частоты можно произвести окончательную установку устройства на предполагаемое место его размещения. Для достижения заданного радиуса действия передатчика к антенному выводу печатной платы следует подсоединить жесткий изолированный провод максимально возможной длины (для того, чтобы антенна составляла четверть длины волны, теоретически длина провода должна составлять 70 см, что не всегда возможно на практике). В любом случае, для обеспечения наибольшего радиуса действия антенны постарайтесь максимально удалить ее от окружающих предметов. При правильной установке антенны радиус действия передатчика может достигать 100 м, что с учетом его простоты явно неплохо.

Как и его собрат, представленный в главе 2, данный передатчик обладает тем же основным недостатком – нестабильностью частоты излучения, усугубляющейся тем, что передатчик при каждом снятии телефонной трубки включается и снова начинает прогреваться, вызывая «уход» частоты. Этого можно избежать, собрав предлагаемый нами микропередатчик, который представляет собой грозное орудие для прослушивания телефонов...

Автоматический телефонный микропередатчик на 433,8 МГц с частотной модуляцией

Основные характеристики:

- частота излучения – 433,8 МГц, стабилизируется резонатором на ПАВ;

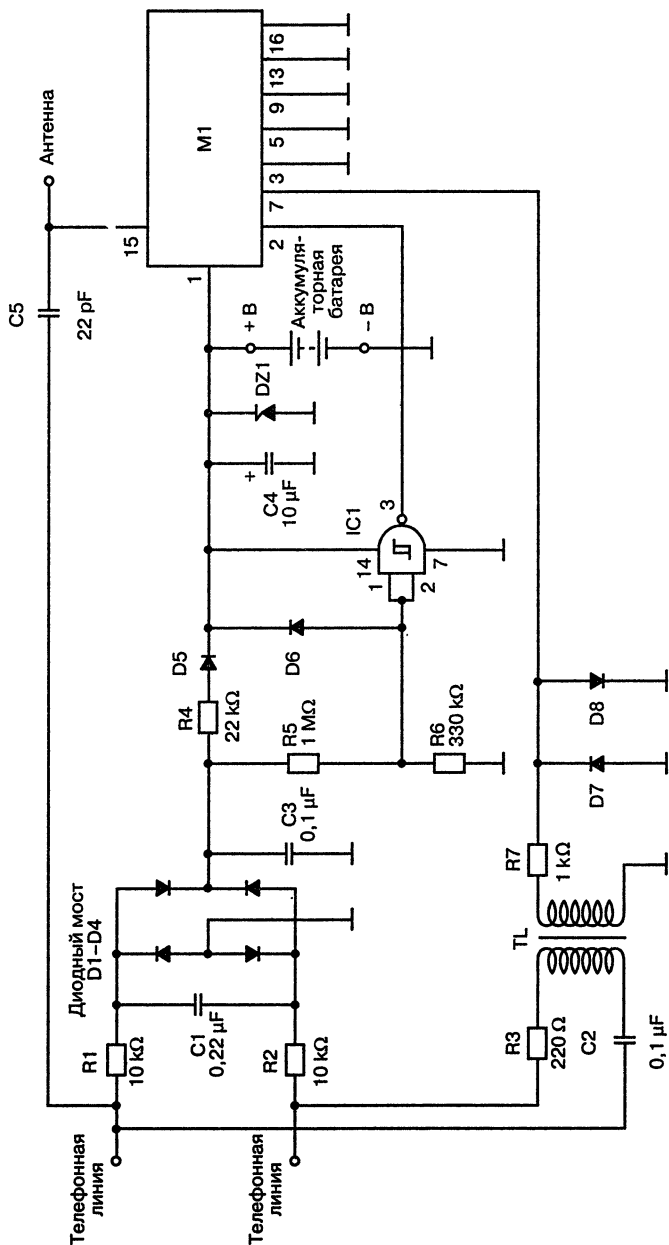


Рис. 3.6. Схема автоматического телефонного микропередатчика на 433,8 МГц с частотной модуляцией

- тип модуляции – частотная;
- мощность высокочастотного излучения – примерно 10 мВт;
- полоса пропускания звукового сигнала – от 300 до 3500 Гц;
- питание – от телефонной линии и аккумуляторной батареи;
- автоматическое включение и выключение;
- размеры – 58 × 35 × 25 мм.

В данном микропередатчике мы вновь воспользуемся радиомодулем аудиопередатчика TX FM Audio Aurel. С учетом особенностей телефонной линии, нам придется применить некоторые хитрости.

Схема нашего микропередатчика представлена на рис. 3.6.

Прежде чем перейти к рассмотрению схемы, напомним основные принципы работы телефонных линий. В отличие от предыдущего устройства, предназначенного для последовательного подключения в прослушиваемую телефонную линию, этот передатчик (рис. 3.7) подключается параллельно линии.

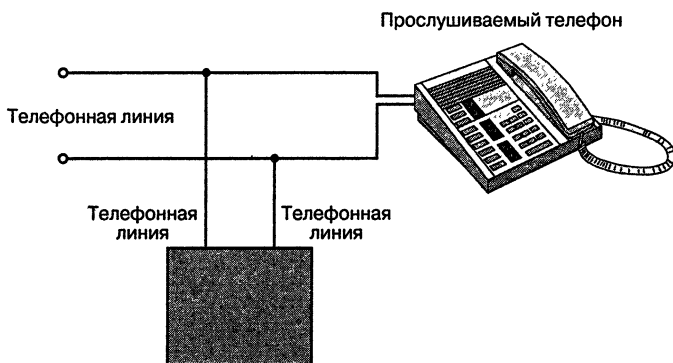


Рис. 3.7. Микропередатчик, подключаемый параллельно прослушиваемой телефонной линии

Напомним, что когда телефонная линия находится в состоянии покоя, то есть ни одна из подключенных к ней трубок не снята с телефонного аппарата, напряжение линии составляет порядка 60 В. При таком напряжении ток потребления передатчика не должен превышать 2 мА, иначе

на телефонной станции будет получен сигнал о снятии трубки и попытке установить соединение.

После установления соединения напряжение линии падает приблизительно до 12 В постоянного тока, и в линии протекает постоянный ток порядка 20 мА, который можно незаметно использовать в наших целях. Постоянное напряжение в линии модулируется сигналами низкой частоты, поступающими с микрофона трубки.

Теперь рассмотрим принцип работы передатчика. В состоянии покоя напряжение телефонной линии, составляющее примерно 60 В, выпрямляется диодным мостом D1-D4 и через делитель напряжения R5, R6 поступает на вход триггера Шмидта IC1. Данный триггер – инвертирующий, то есть если на входе имеется высокий уровень напряжения, то на выходе будет низкий уровень, который подается на управляющий вход радиомодуля M1, запрещая его работу. Кроме того, выпрямленное напряжение через R4, D5 осуществляет питание IC1, модуля M1 и подзарядку аккумуляторной батареи на 9 В, питающей передатчик в режиме излучения. Малый зарядный ток обеспечивает, тем не менее, достаточную подзарядку батареи при не слишком интенсивном использовании.

При снятии трубки на телефонной линии напряжение на входе IC1 падает, и появившееся на его выходе напряжение высокого уровня включает модуль M1, который начинает излучать. Напряжение и постоянный ток телефонной линии, который мы скрыто отбираем, недостаточны для работы модуля, поэтому дополнительное питание автоматически обеспечивается за счет аккумуляторной батареи BAT.

Через понижающий трансформатор TL переменное напряжение звуковой частоты подается с телефонной линии на вход модуля M1. Уровень модуляции соответствует входной чувствительности модуля, следовательно, нет необходимости в использовании предварительного усилителя.

Диод D6 ограничивает напряжение на входе IC1 на уровне 9 В, диоды D7, D8 защищают вход модуля M1 от выбросов напряжения во время прохождения вызывного сигнала (звонка), стабилитрон DZ1 ограничивает напряжение питания модуля M1 и препятствует перезаряду аккумуляторной батареи BAT.

Как вы уже заметили, наш передатчик является полностью автоматическим. К тому же благодаря модулю аудиопередатчика с частотной модуляцией достигаются стабильность частоты и высокое качество модуляции. При использовании высококачественной аккумуляторной батареи передатчик способен работать в автономном режиме длительное время. Еще одно условие – соотношение времени использования и времени покоя телефонной линии не должно превышать 10%, чтобы аккумуляторная батарея успевала подзаряжаться.

Изготовление

Печатная плата передатчика (рис. 3.8) немногим больше стандартной 9-вольтовой батареи формата 6F22 (типа «Крона», «Корунд»), которую мы собираемся использовать в данном случае.

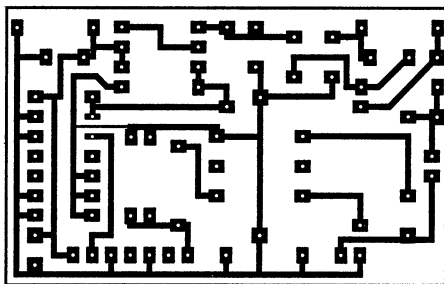


Рис. 3.8. Печатная плата автоматического телефонного микропередатчика ОВЧ
(вид со стороны печатных проводников)

Приобретение компонентов не составит труда, так как большинство из них имеется в продаже. Стоит обратить внимание на трансформатор телефонной линии, так как на рынке предлагаются несколько моделей. В принципе, все они подходят для использования в нашем микропередатчике, желательно, чтобы в нем сочетались высокое качество и небольшие размеры.

Размещение компонентов представлено на рис. 3.9.

Сборка схемы начинается с монтажа панельки интегральной микросхемы, затем устанавливаются резисторы и конденсаторы. Особое внимание обратите на правильную ориентацию



Рис. 3.9. Размещение компонентов автоматического телефонного микропередатчика с частотной модуляцией

электролитических конденсаторов. Затем установите активные компоненты, диоды и стабилитрон. Трансформатор ТЛ установите в последнюю очередь. После проверки качества пайки и правильности монтажа плату рекомендуется очистить от следов паяльного флюса. Как и при сборке высококачественного микропередатчика на 433,8 МГц (см. главу 2), модуль М1 устанавливается на печатной плате со стороны медного покрытия для уменьшения толщины передатчика.

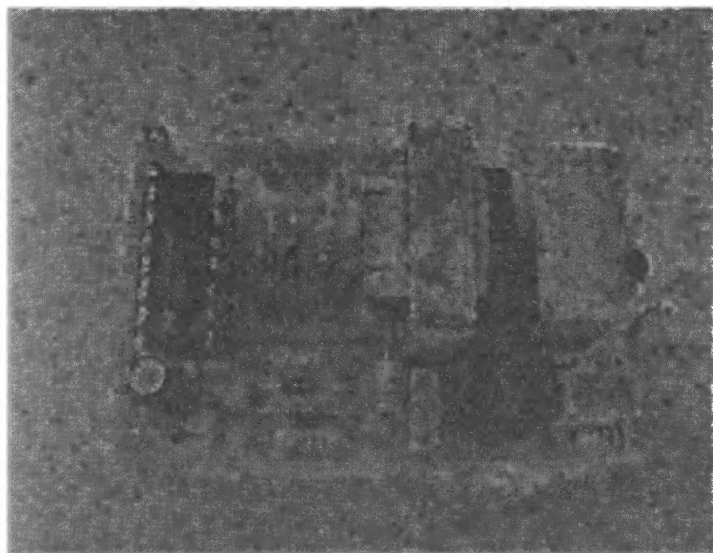
Перечень компонентов

Полупроводники:

- IC1: 4093 КМОП (КР1561ТЛ1)
- M1: модуль аудиопередатчика TX-FM Audio 433,8 Aurel с частотной модуляцией
- D1, D2, D3, D4: диодный мост 200 В, 1 А
- D5, D6, D7, D8: 1N 914 или 1 N 4148
- DZ1: стабилитрон 12 В 0,4 Вт

Если не указано иначе – резисторы 0,25 Вт 5%:

- R1, R2: 10 кОм (каштановый, черный, оранжевый)
- R3: 220 Ом (красный, красный, каштановый)
- R4: 22 кОм (красный, красный, оранжевый)
- R5: 1 МОм (каштановый, черный, зеленый)
- R6: 330 кОм (оранжевый, оранжевый, желтый)
- R7: 1 кОм (каштановый, черный, красный)



Конденсаторы:

- C1: 0,22 мкФ пленочный (К73-17)
- C2: 0,1 мкФ пленочный 250 В (К73-17)

- С3: 0,1 мкФ пленочный (K73-17)
- С4: 10 мкФ 25 В электролитический (K50-35)
- С5: 22 пФ керамический

Прочие компоненты:

- TL: трансформатор телефонной линии, импеданс 600 Ом, с отношением 1/1
- Bat: Ni-Cd аккумуляторная батарея с габаритами батареи на 9 В марки 6F22 («Крона»)
- Панелька интегральной микросхемы: 1 × 14 контактов

Установите модуль в предусмотренные отверстия контактных площадок печатной платы в вертикальном положении, оставив зазор 2 мм между нижней частью модуля и печатной платой. Пропаяйте все контакты модуля, затем осторожно согните его до соприкосновения с проводниками печатной платы. Обратная сторона модуля изготовлена из изоляционного материала, поэтому можно не опасаться короткого замыкания.

Испытания и применение

Как уже было отмечено, ток заряда аккумуляторной батареи, который мы отбираем от телефонной линии, очень мал. Поэтому перед подключением передатчика к телефонной сети необходимо зарядить батарею при помощи внешнего зарядного устройства.

Для проведения испытаний подключите батарею к передатчику, а передатчик – к вашей телефонной линии. В данном случае для упрощения подключения воспользуйтесь общим разъемом и установите его, как показано на рис. 3.10.

Для нашего передатчика необходим специальный приемник, работающий на этой же частоте. Две модели, представленные в главе 2, являются вполне подходящими, и мы не станем возвращаться к их описанию.

Убедитесь в том, что, когда телефон находится в состоянии покоя, излучение передатчика отсутствует. Подсоедините последовательно с батареей миллиамперметр и удостоверьтесь в наличии постоянного тока порядка 1–1,5 мА, протекающего в направлении от микропередатчика к батарее.

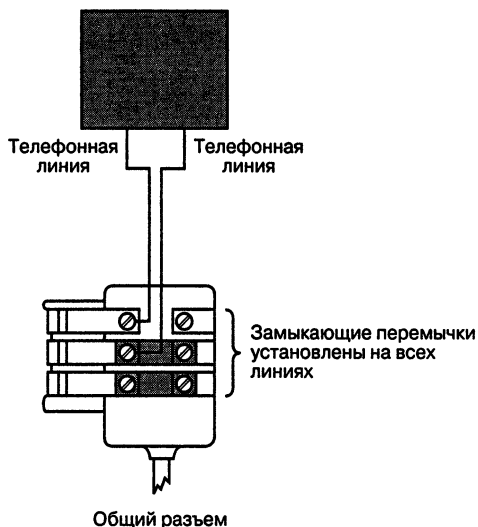


Рис. 3.10. Установка общего разъема для испытаний автоматического телефонного микропередатчика 433,8 МГц с частотной модуляцией

После снятия трубки излучение передатчика должно приниматься сканером или одним из приемников, описанных в главе 4. Вы должны ясно слышать звук гудка телефонной линии. Миллиамперметр должен показывать наличие протекания тока в обратном направлении. Конкретное значение силы тока зависит от типов телефонных аппаратов, подключенных к линии. Как правило, сила тока должна составлять порядка 10 мА.

По окончании испытаний можно установить передатчик на предусмотренное место. В принципе, передатчик не нуждается в специальной антенне, так как высокочастотные колебания с его выхода через развязывающий конденсатор С5 поступают на один из проводников телефонной линии, используемой в качестве антенны. Правда, такое решение может оказаться малоэффективным из-за конфигурации самой телефонной линии. В таком случае удалите конденсатор С5 и подсоедините к контакту ANT печатной платы жесткий изолированный провод длиной 17 см, который следует поместить в максимально открытое пространство для достижения максимального радиуса действия передатчика. При правильном расположении передатчика и приемника радиус действия может достигать 300 м.

Автоматический регистратор телефонного разговора

Телефонный разговор может сопровождаться как прослушиванием в режиме реального времени, так и его записью на магнитофон. Естественно, с учетом электрических характеристик телефонной линии речь не идет о ее подключении непосредственно к входному разъему магнитофона. Достаточно установить небольшое устройство, автоматически управляющее включением и выключением магнитофона в режиме «запись», – во избежание лишнего расхода магнитной пленки на запись фона телефонной линии в состоянии покоя.

Именно для этого может послужить устройство, схема которого представлена на рис. 3.11.

Прежде чем перейти к анализу схемы, советуем вам ознакомиться с описанием различных состояний телефонной линии и напряжений, присутствующих в ней.

Как и передатчик, описанный в предыдущем разделе, данное устройство подключается параллельно телефонной линии, но не питается от нее. Оно обязательно должно подключаться к магнитофону, поэтому необходим внешний источник питания, например батарея или сетевой блок питания.

Напряжение линии выпрямляется диодным мостом D1-D4 и поступает на вход триггера Шмидта IC1a через делитель напряжения R10-R11. Когда напряжение линии достигает примерно 48 В (телефонная линия в состоянии покоя), напряжение на входе триггера IC1a превышает порог срабатывания, и выходное напряжение IC1a имеет низкое значение. При этом конденсатор C3 разряжен через резистор R12. Соответственно, входное напряжение на входе триггера IC1b и выходное напряжение интегральной схемы IC1c находятся на низком уровне. Транзистор T1 заперт, а реле разомкнуто.

При поднятии абонентом телефонной трубки элементы схемы телефонного аппарата нагружают линию, что приводит к снижению в ней напряжения. Следовательно, уменьшается напряжение и на входе IC1a. Выходное напряжение IC1a принимает высокое значение, в результате происходит быстрый заряд конденсатора C3. Напряжение на C3 приводит к появлению высокого уровня на выходе IC1c, отпирающего

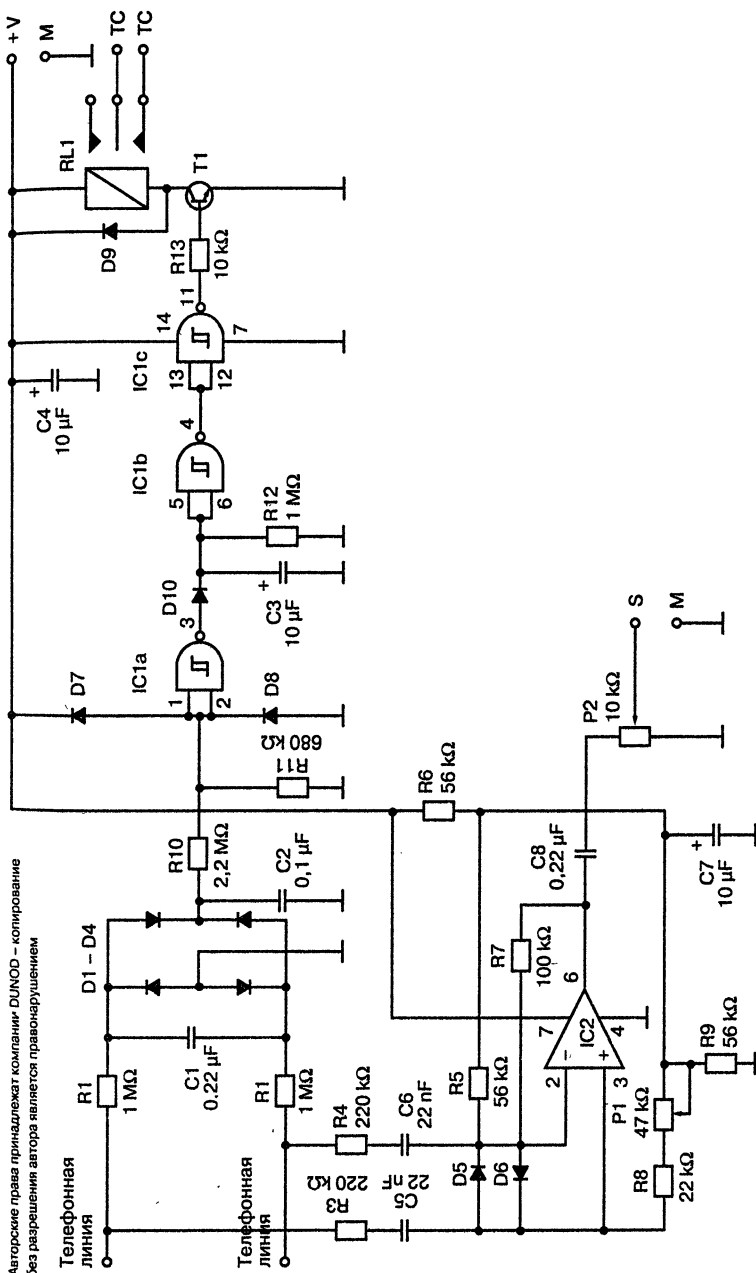


Рис. 3.11. Схема автоматического регистратора телефонного соединения

транзисторный ключ T1 через токоограничивающий резистор R13. Транзистор T1 подключает обмотку реле к источнику питания, и контакты TC включают магнитофон. Диоды D7, D8 ограничивают входное напряжение IC1a на безопасном уровне, конденсатор C3 формирует задержку уменьшения напряжения высокого уровня на входе IC1b, предотвращающую многократные переключения ключа T1 и реле RL1 при прохождении в линии вызывного сигнала (звонка). Диод D9 ограничивает выброс напряжения на коллекторе T1 при размыкании обмотки реле. После возвращения линии в состояние покоя происходит разряд конденсатора C3 через резистор R12, запирающие T1 и размыкание реле.

Для записи аудиосигналов можно использовать трансформатор из предыдущего устройства, но для ознакомления с различными решениями мы предпочли применить в данном случае операционный усилитель IC2 в дифференциальном включении. Как следует из его названия, этот усилитель выделяет только разность сигналов, присутствующих между каждым из проводов телефонной линии и «землей» нашего устройства, то есть сигналы низкой (звуковой) частоты телефонной линии, и подавляет постоянную составляющую напряжения линии. Сигналы низкой частоты поступают с движка потенциометра P2, подключенного к выходу усилителя, на линейный вход магнитофона. Регулируя P2, можно привести уровень сигнала в соответствие с чувствительностью входа магнитофона.

Для обеспечения правильной работы дифференциальный усилитель должен быть сбалансирован при помощи потенциометра P1, настройку которого мы рассмотрим при изготовлении нашего устройства.

Стоит заметить, что резисторы R1, R2, R3 и R4 являются высокоомными, благодаря чему наше устройство практически не нагружает линию и остается «невидимым» для контрольных электрических замеров, производимых на телефонной линии.

Изготовление

Данное устройство просто в изготовлении, а используемые компоненты, как видно из номенклатуры, общедоступны.

Компоненты устройства устанавливаются на печатной плате, представленной на рис. 3.12, в соответствии с разметкой, отраженной на рис. 3.13.

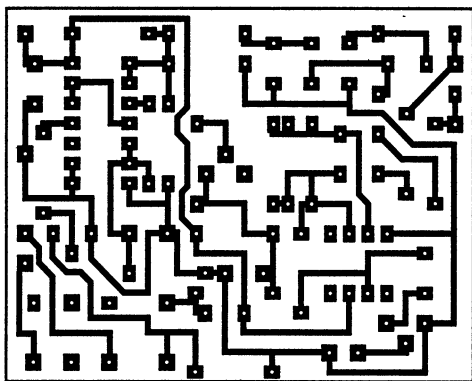


Рис. 3.12. Печатная плата автоматического регистратора телефонного соединения

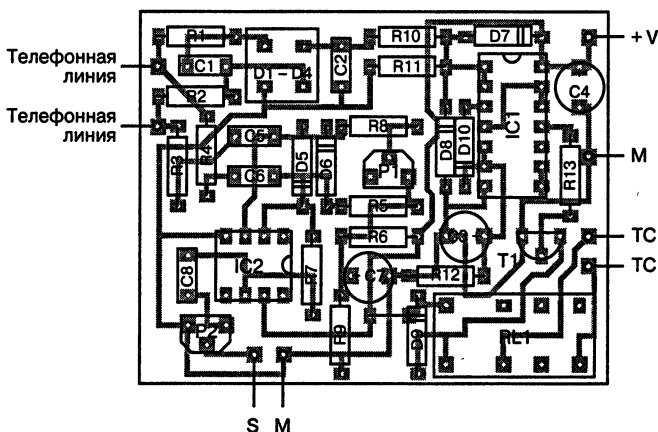
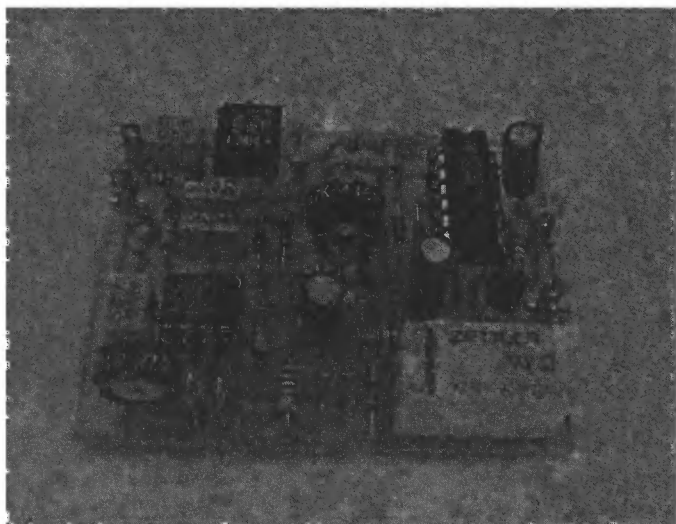


Рис. 3.13. Размещение компонентов автоматического регистратора телефонного разговора

Отныне установку компонентов выполняйте в соответствии с уже знакомым порядком: панельки интегральных схем, затем резисторы и конденсаторы.

При установке электролитических конденсаторов обратите особое внимание на соблюдение полярности. Затем приступайте к монтажу активных компонентов: диодного моста, диодов и транзистора. В последнюю очередь установите реле.



Перечень компонентов

Полупроводники:

- T1: BC 547, BC 548, 2N 2222A
- IC1: 4093 КМОП (1526ТЛ1)
- IC2: TL 081 (КР574УД4)
- D1, D2, D3, D4: диодный мост 200 В, 1 А
- D5, D6, D7, D8, D9, D10: 1N 914 или 1 N 4148

Если не указано иначе – резисторы 0,25 Вт 5%:

- R1, R2, R12: 1 МОм (каштановый, черный, зеленый)
- R3, R4: 220 КОм (красный, красный, желтый)
- R5, R6, R9: 56 кОм (зеленый, голубой, оранжевый)
- R7: 100 кОм (каштановый, черный, желтый)
- R8: 22 кОм (красный, красный, оранжевый)
- R10: 2,2 МОм (красный, красный, зеленый)
- R11: 680 кОм (голубой, серый, желтый)
- R13: 10 кОм (каштановый, желтый, оранжевый)

Конденсаторы:

- C1, C8: 0,22 мкФ пленочный (К73-17)
- C2: 0,1 мкФ пленочный (К73-17)

- С3, С4, С7: 10 мкФ 25 В электролитический (К50-35)
- С5, С6: 22 нФ 25 В пленочный (К73-17)
- С5: 22 пФ керамический

Прочие компоненты:

- Р1: переменный вертикальный потенциометр 47 кОм
- Р2: переменный вертикальный потенциометр 10 кОм
- RL1: миниатюрное реле 12 В, RT, FBR 244 компании Fujitsu или подобное
- Панельки интегральных микросхем: 1 × 8 контактов, 1 × 14 контактов

Настройка и применение

Настройка устройства проста в проведении, схема испытаний представлена на рис. 3.14.

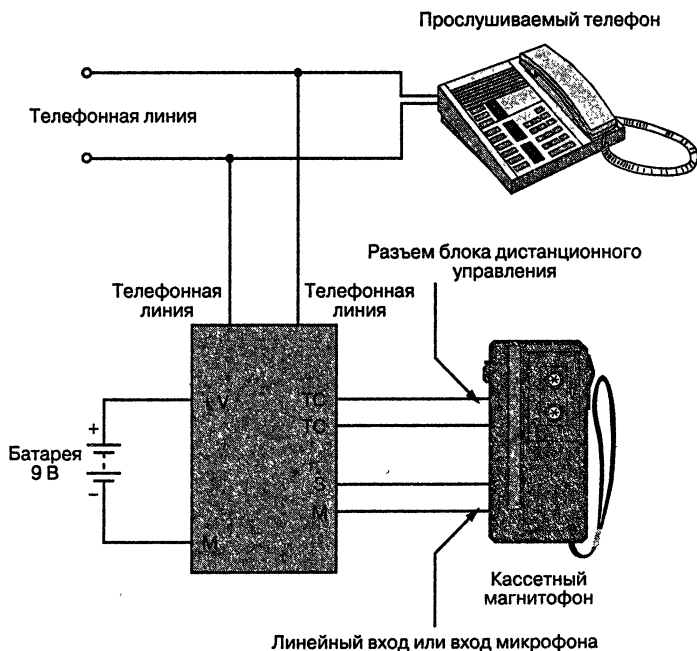


Рис. 3.14. Схема использования автоматического включающего устройства записи телефонного соединения

Питание устройства может осуществляться как от отдельной батареи напряжением 9 В, так и от источника питания магнитофона. Кроме того, может применяться сетевой блок питания с напряжением 9 В.

Контакты реле следует соединить с входным разъемом пульта дистанционного управления магнитофона, аудиовыход устройства подключить экранированным кабелем к разъему линейного входа магнитофона. Если в магнитофоне предусмотрен только входной разъем для подключения микрофона, то движок потенциометра Р2 нужно установить вблизи «земли» (по схеме) во избежание перегрузки входного каскада усилителя магнитофона.

Общий разъем, подключенный, как показано на рис. 3.10, позволит упростить монтажное соединение с телефонной линией.

Непосредственно после подключения устройство должно включать и выключать магнитофон в зависимости от состояния телефонной линии. Но прежде чем записывать сигналы телефонной линии, необходимо сбалансировать дифференциальный усилитель с помощью подстроечного резистора Р1. Для этого можно воспользоваться двумя способами.

Если у вас имеется хотя бы самый простой осциллограф, подключите его к выходу дифференциального усилителя IC2, снимите трубку телефона и вращайте движок переменного резистора Р1 до тех пор, пока не получите минимальные искажения синусоиды, соответствующей сигналу гудка телефонной линии. Вы также можете позвонить вашему знакомому и, соблюдая тишину, настроить переменным резистором Р1 минимально возможную амплитуду паразитного сигнала.

При отсутствии осциллографа временно соедините выход НЧ устройства с имеющимся у вас усилителем низкой частоты. Повторите вышеуказанные действия и, вращая движок подстроечного резистора Р1, старайтесь свести к минимуму паразитный фоновый шум. Настройка будет несколько менее точной, чем при использовании осциллографа, но все же достаточно эффективной.

Теперь ваше устройство готово для использования в реальной ситуации. Заметьте, что ток потребления в состоянии покоя составляет 1,7 мА при напряжении 9 В и увеличивается

до 33 мА при замыкании реле, которое и потребляет большую часть тока. (Максимальное значение потребляемого тока будет зависеть от типа применяемого реле.)

Особый случай цифровых телефонных линий

Представленные нами устройства и пояснения относительно напряжений и токов касаются почти всех телефонных линий. Исключение составляют цифровые телефонные линии.

Как следует из названия, по этим линиям передаются не аналоговые, а цифровые сигналы, которые невозможно прослушивать с помощью вышеописанных аналоговых устройств, так как вся информация в них представлена в закодированном виде. К тому же электрические уровни цифровых линий значительно отличаются от классических аналоговых линий.

Для прослушивания цифровой телефонной линии необходимо более сложное оборудование, чем рассмотренное в данной главе, и его изготовление выходит за рамки нашей книги.

Заклучение

Вот и закончилась эта глава, которая вместе с предыдущей позволит вам оснаститься целым набором устройств прослушивания, как окружающего пространства, так и телефонных линий. Но если вы не являетесь счастливым обладателем сканера, микропередатчики, которые мы изготовили, окажутся совершенно бесполезны, так как для них необходим соответствующий приемник. Сейчас мы рассмотрим, как его собрать.

Глава

Приемники

Если прием сигналов микропередатчиков, работающих в диапазоне ЧМ, не представляет проблем, то с более высокочастотными микропередатчиками, о которых шла речь в предыдущих главах, дело обстоит иначе. Используемая этими микропередатчиками частота 433,8 МГц в диапазонах частот стандартных радиоприемников отсутствует.

Конечно, для приема излучений ваших передатчиков вы можете воспользоваться широкодиапазонным приемником или сканером, но, увы, цена на такое оборудование варьируется от нескольких тысяч рублей за модели с нижними частотными диапазонами до нескольких десятков тысяч рублей за более совершенные модели.

К счастью, имеется и другое решение, цена которого не идет ни в какое сравнение со стоимостью сканера. Оно заключается в том, чтобы просто собрать приемник, специально предназначенный для функционирования на рабочей частоте наших передатчиков. Мы предлагаем два разных приемника, а для того, чтобы счастливые обладатели сканеров не чувствовали себя ущемленными, в конце главы будет предложено полезное дополнительное устройство, упрощающее прослушивание передатчиков.

Прежде чем перейти к рассмотрению схем, отметим, что сборка приемников, работающих в более высокочастотном диапазоне, на первый взгляд, может показаться сложным занятием. Однако благодаря радиомодулю приемника с частотной

модуляцией фирмы Aurel, который представляет собой естественное дополнение микросхемы, использованной нами в предыдущих главах, сборка приемника становится такой же простой, как и сборка низкочастотного электронного устройства, так как отпадает необходимость в применении высокочастотных компонентов или специальных измерительных приборов для выполнения настроек.

Приемник для микропередатчиков на 433,8 МГц

Основные характеристики:

- частота приема – 433,8 МГц стабилизирована резонатором на поверхностных волнах;
- чувствительность – 100 дБ;
- тип модуляции – частотная;
- полоса пропускания звукового сигнала – от 50 Гц до 15 КГц (без учета характеристик динамика);
- мощность НЧ – максимальная 600 мВт на нагрузке 8 Ом;
- питание – 9 В, 28 мА в режиме отсутствия принимаемого сигнала;
- размеры – 70 × 40 × 25 мм.

Как указывалось ранее, в нашем приемнике используется радиомодуль приемника ЧМ фирмы Aurel RX-FM-AUDIO (рис. 4.1).

Взглянув на блок-схему, вы можете убедиться в том, что радиомодуль Aurel содержит законченный приемник ЧМ, от входного разъема антенны и до демодулированного выхода НЧ. В нем также имеется контур бесшумной настройки, порог работы которого настраивается воздействием на контакт 15 модуля и который имеет выход на нагрузку (контакт 18) с током потребления до 100 мА. Эта функция нам понадобится для ликвидации шипения, которое, как правило, слышно в диапазоне ЧМ в отсутствии приема станции.

Теперь можно перейти к рассмотрению схемы нашего приемника, представленной на рис. 4.2.

Использование радиомодуля ЧМ приемника Aurel значительно упростило схему. Выходной звуковой с контакта 10

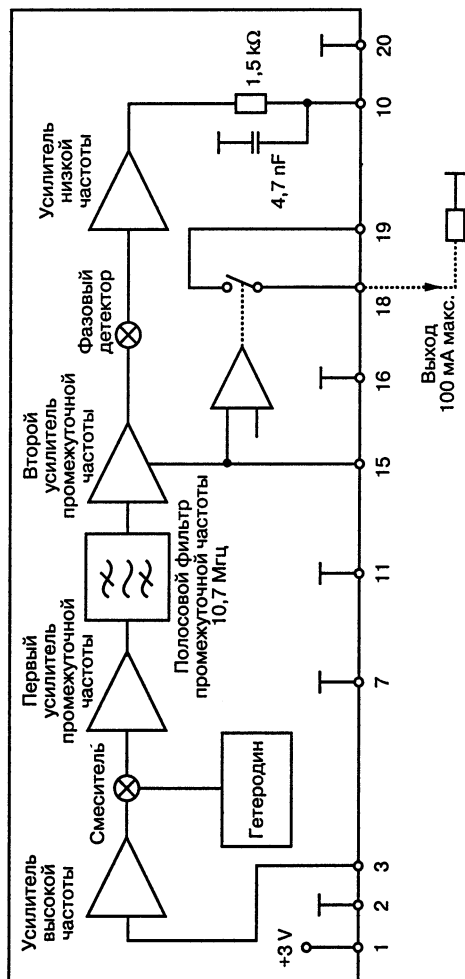


Рис. 4.1. Внутренняя блок-схема радиомодуля ЧМ Aurel RX-FM-AUDIO

модуля подается на один из входных контактов электронного коммутатора, выполненного на интегральной КМОП микросхеме IC1 4051. Данная микросхема представляет собой аналоговый мультиплексор с восемью входами, который применяется в данной схеме как переключатель с одним входом

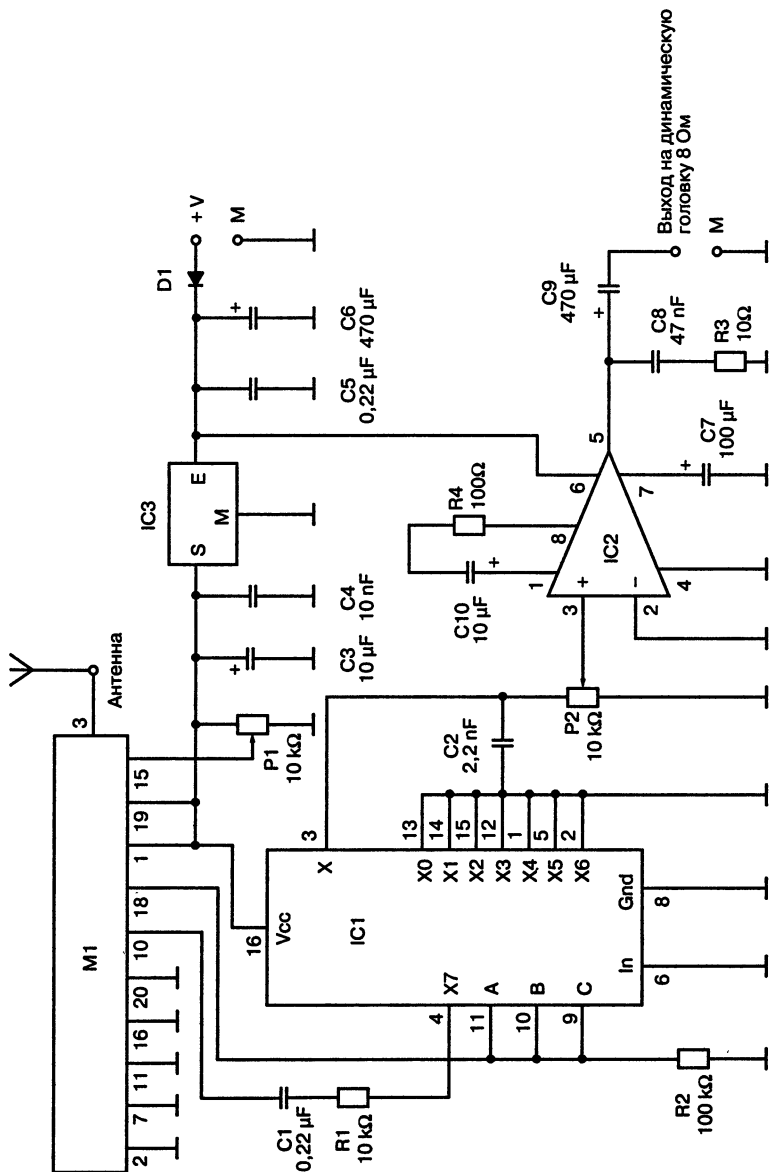


Рис. 4.2. Схема приемника сигнала микропередатчика

и двумя положениями. В зависимости от уровня, подаваемого на его управляющие входы А, В и С, его выход Х соединяется либо с Х7, либо с другими входными контактами Х0-Х6, каждый из которых соединен с «землей». Управляющие входы А, В и С подключены к выводу управления цепями бесшумной настройки радиомодуля Aurel. Таким образом, реализуется электронный контур бесшумной настройки. При наличии полезного сигнала выходной НЧ сигнал поступает с контакта 10 радиомодуля на вход усилителя НЧ. При его отсутствии вход усилителя НЧ заземляется и предотвращает усиление шума в паузах. Порог включения контура бесшумной настройки устанавливается с помощью потенциометра Р1, регулирующего постоянное напряжение, подаваемое на контакт 15. С потенциометра громкости Р2 звуковой сигнал поступает на вход усилителя мощности, которым в данном случае является интегральный усилитель НЧ LM386, обеспечивающий выходную мощность 600 мВт, вполне достаточную для нашего применения.

Интегральный стабилизатор напряжения IC3 обеспечивает напряжение питания 5 В радиомодуля Aurel. Напряжение питания усилителя мощности IC2 может быть нестабилизированным порядка 9 В от батареи или сетевого блока питания, в зависимости от варианта использования приемника (мобильный или стационарный).

Изготовление

Большинство используемых компонентов широко представлены в розничной продаже. Модуль радиоприемника ЧМ Aurel RX-FM-AUDIO можно приобрести у нескольких российских фирм, поставляющих подобные модули производства фирм Aurel, Teleconrolli и т. п.

Печатная плата представлена на рис. 4.3.

Как видите, наш приемник обладает достаточно малыми размерами, что упрощает его мобильное использование. Печатную плату можно изготовить любыми доступными вам способами.

Размещение компонентов показано на рис. 4.4.

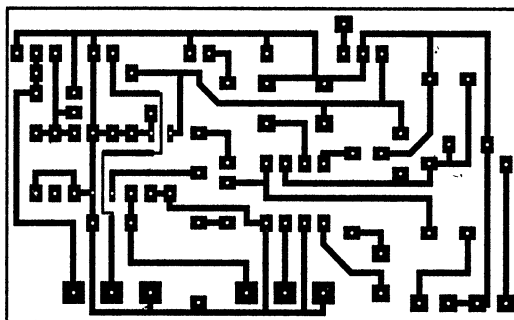
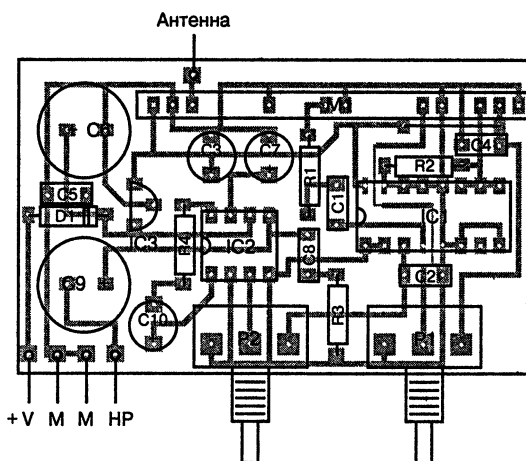
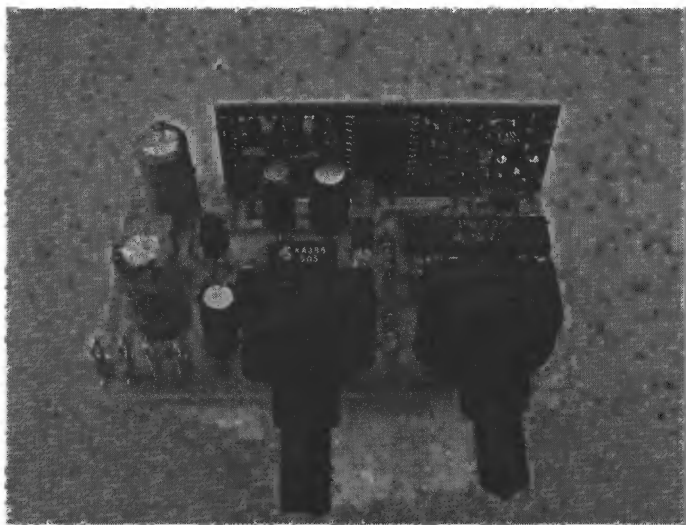


Рис. 4.3. Печатная плата приемника микропередатчика (вид со стороны печатных проводников)





В данном случае нет необходимости в особой миниатюризации, поэтому радиомодуль Aurel устанавливается в вертикальном положении по отношению к другим компонентам приемника. Обратите внимание: положение R1 и C1 на чертеже размещения, представленном на рис. 4.4, отличается от положения на нашем макете. Это изменение было внесено в последнюю минуту для того, чтобы избежать соприкосновения конденсатора C1 с радиомодулем Aurel.

Выходной разъем приемника можно соединить с динамиком с импедансом 8 Ом или более. Тип динамика можно выбрать в зависимости от размеров корпуса вашего приемника. Кроме того, можно использовать наушники стандартных размеров или миниатюрные наушники из комплекта CD-плеера для скрытого и мобильного прослушивания приемника.

Перечень компонентов

Полупроводники:

- IC1: 4051 КМОП (KP1561КП2)
- IC2: LM 386 (1438УН2)

- IC3: 78L05 (стабилизатор напряжения +5 В 100 мА в корпусе ТО 92) (1157ЕН5)
- D1: 1N 4004
- M1: радиомодуль приемника RX-FM-AUDIO Aurel с частотной модуляцией

Если не указано иначе – резисторы 0,25 Вт 5%:

- R1: 10 кОм (каштановый, черный, оранжевый)
- R2: 100 кОм (каштановый, черный, желтый)
- R3: 10 кОм (каштановый, черный, черный)
- R4: 100 Ом (каштановый, черный, каштановый)

Конденсаторы:

- C1: 0,22 мкФ пленочный (K73-17)
- C2: 2,2 нФ (KM-6 или K73-17)
- C3, C10: 10 мкФ 25 В электролитический (K50-35)
- C4: 10 нФ керамический (KM-5)
- C6, C9: 470 мкФ 25 В электролитический (K50-35)
- C7: 100 мкФ 16 В электролитический (K50-35)
- C8: 47 нФ пленочный (K73-17)

Прочие компоненты:

- P1: 10 кОм переменный резистор с линейной характеристикой для монтажа на печатной плате
- P2: 10 кОм переменный резистор с логарифмической характеристикой для монтажа на печатной плате
- Панельки для микросхем: 1 × 16 ножек, 1 × 8 ножек
- Миниатюрный динамик 8 Ом или наушники

Питание в стационарных условиях может осуществляться от сетевого блока питания, выполненного в виде штепсельной вилки, напряжением 9 В и током нагрузки не более 100 мА. Для использования приемника в мобильном режиме вполне подходит батарея напряжением 9 В, так как в состоянии покоя потребляемый ток составляет всего 28 мА. Естественно, при увеличении громкости возрастает и потребляемый ток, но при применении наушников разумное увеличение потребляемого тока всего до 30 мА позволяет достичь уровня громкости, едва переносимого для человеческого уха.

Испытания и применение

Как было сказано во введении к этой главе, никакой настройки приемник не требует, сразу после сборки он готов к работе. После окончания сборки приемник можно испытать при помощи одного из вышеописанных микропередатчиков. Для этого следует проделать следующее.

Для начала разместите передатчик и приемник на одном столе, что позволит производить настройку без подключения антенны. Подключите приемник и передатчик к источнику питания (батарее или телефонной линии, если вы испытываете телефонный микропередатчик). Установите движок потенциометра Р1 контура бесшумной настройки приемника на отметку ноль, то есть поверните его до упора против часовой стрелки, выключая тем самым контур бесшумной настройки.

Сигнал микрофона или телефонной линии должен отчетливо слышаться в динамике приемника, но при слишком близком взаимном расположении микрофона и динамика может произойти самовозбуждение системы. После этого вы можете подключить приемник и передатчик к антенне для определения их радиуса действия.

Попытайтесь также настроить контур бесшумной настройки приемника для его более комфортного прослушивания при отсутствии сигнала передатчика. Тем не менее избегайте установки порога включения контура бесшумной настройки на слишком низкий уровень, так как в этом случае уменьшится чувствительность приемника и, соответственно, радиус его действия.

В качестве эффективной антенны используйте обыкновенный изолированный провод длиной 17 см. При необходимости скрытой установки передатчика для достижения оптимального радиуса действия обратите внимание на то, что антенна должна устанавливаться в максимально свободном от посторонних предметов месте.

Для приемника можно использовать высококачественную антенну, так как перед вами не стоит задача его скрытой установки. Помните старую поговорку радиолюбителей: «Чем лучше антенна, тем лучше станция». В данном случае, ввиду слабостью мощности излучения, она справедлива как никогда.

Приемник с автоматическим управлением магнитофоном

В некоторых ситуациях прослушивание приемника в течение долгих часов ради нескольких минут интересной информации может показаться утомительным. Решением проблемы является использование магнитофона с автоматическим управлением сигналами, полученными приемником. Предлагаемый нами приемник не требует дополнительной настройки после сборки, кроме того, при необходимости он умеет включать магнитофон.

Основные характеристики:

- частота приема – 433,8 МГц, стабилизирована резонатором на поверхностных волнах;
- чувствительность – 100 дБ;
- тип модуляции – частотная;
- полоса пропускания звукового сигнала – от 50 Гц до 15 кГц (без учета характеристики динамика);
- мощность НЧ – максимальная 600 мВт при 8 Ом;
- питание: 9 В, 28 мА в режиме отсутствия принимаемого сигнала, при разомкнутом реле, 60 мА при замкнутом реле (зависит от типа применяемого реле);
- размеры – 90 × 40 × 25 мм.

Полная схема приемника представлена на рис. 4.5.

Контур питания и усилитель мощности идентичны предыдущей схеме. Аналогично использован радиомодуль RX-FM-AUDIO Aurel приемника с частотной модуляцией. Изменения имеет выход контура бесшумной настройки. В данном случае реле RL1 управляется непосредственно с выхода управления цепью бесшумной настройки, так как ток на этом выходе может достигать 100 мА (см. рис. 4.1). С одной стороны, реле обеспечивает переключение верхнего по схеме выхода потенциометра громкости P2 либо на выход радиомодуля Aurel, либо на «землю» в режиме бесшумной настройки. С другой стороны, внешними контактами TC реле обеспечивает дистанционное управление магнитофоном, который включается или выключается, в зависимости от состояния

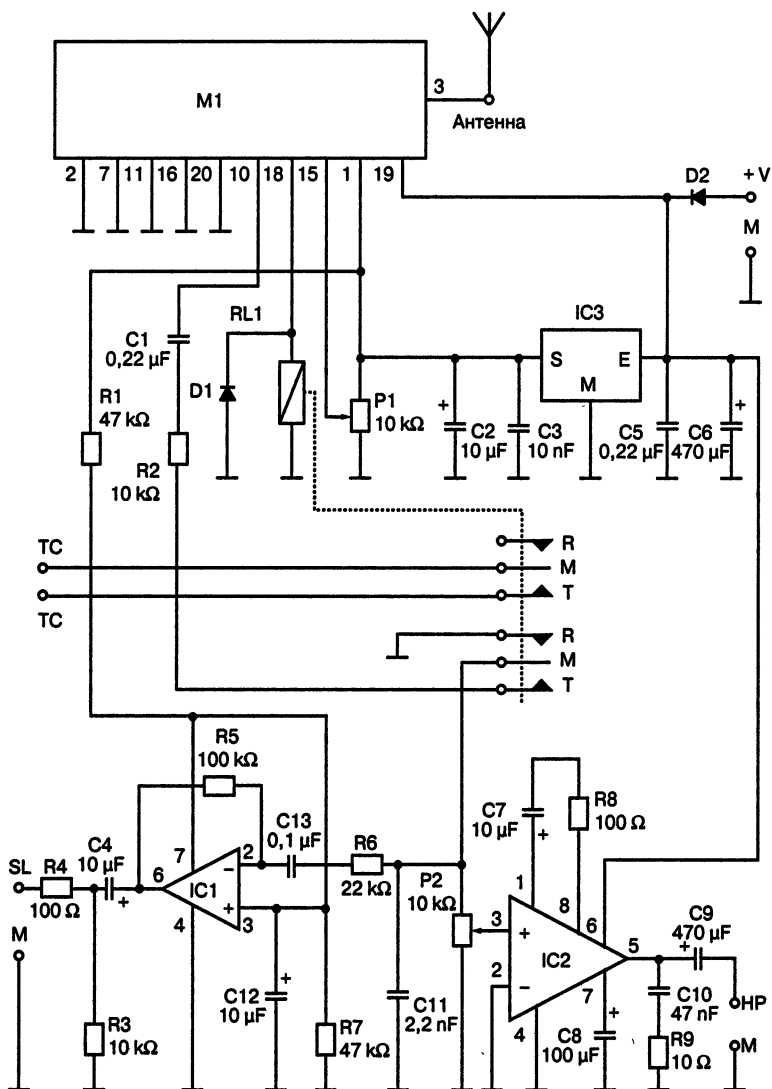


Рис. 4.5. Схема приемника с автоматическим управлением магнитофоном

управляющего сигнала контура бесшумной настройки приемника, то есть в зависимости от наличия сигналов передатчика.

Итак, используя данный приемник совместно с высококачественным микропередатчиком с голосовым управлением

(см. главу 2) или автоматическим телефонным микропередатчиком (см. главу 3), вы получите полностью автоматизированную систему прослушивания и регистрации.

Уровень сигнала на выходе радиомодуля Augel может оказаться недостаточным для подключения к линейному входу некоторых магнитофонов, поэтому мы добавили предварительный усилитель с коэффициентом усиления «два», собранный по классической схеме на операционном усилителе IC1. Благодаря предварительному усилителю, на выходе НЧ сигнала SL имеется сигнал амплитудой до 200 мВ, подходящий для магнитофонов большинства марок.

Как и для предыдущего приемника, питание может осуществляться от батареи напряжением 9 В или от сетевого блока питания. Второй вариант предпочтителен ввиду большого тока потребления, необходимого для реле и магнитофона. В самом деле, если в состоянии покоя наш приемник, как и его, ранее упомянутый собрат, потребляет всего 28 мА, то при замыкании реле потребляемый ток возрастает до 65 мА.

Изготовление

Повторение этого приемника не сложнее предыдущего, не должно возникнуть и проблем с закупкой компонентов.

Печатная плата изображена на рис. 4.6.

Как видите, по размерам новый приемник ненамного превосходит предыдущий, что позволяет использовать его в качестве переносного.

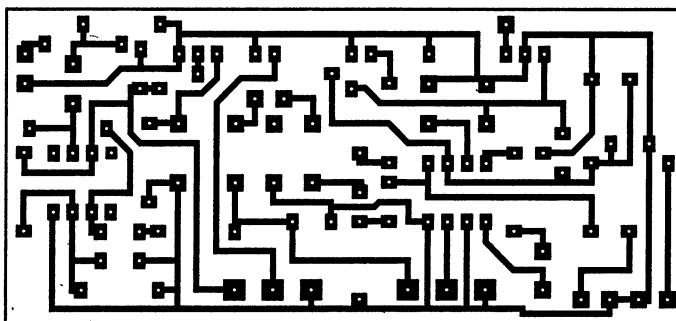


Рис. 4.6. Печатная плата приемника ОВЧ с автоматическим управлением магнитофоном (вид со стороны печатных проводников)

Размещение компонентов представлено на рис. 4.7.

Все компоненты, в том числе потенциометр, устанавливаются на печатной плате, чем достигается компактность модуля и отсутствие внешних соединений.

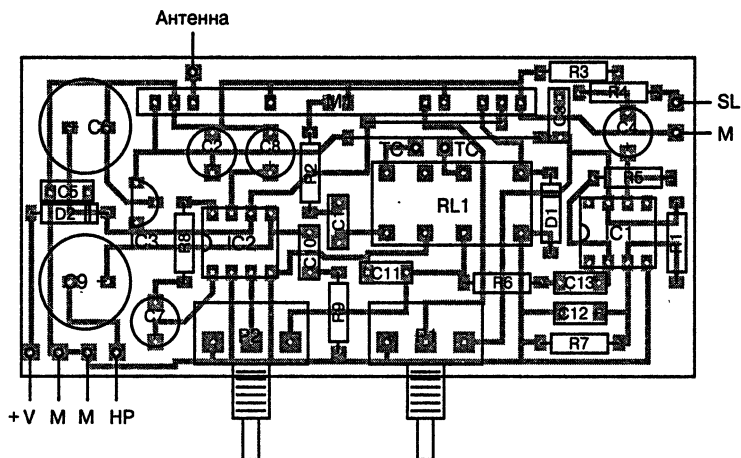
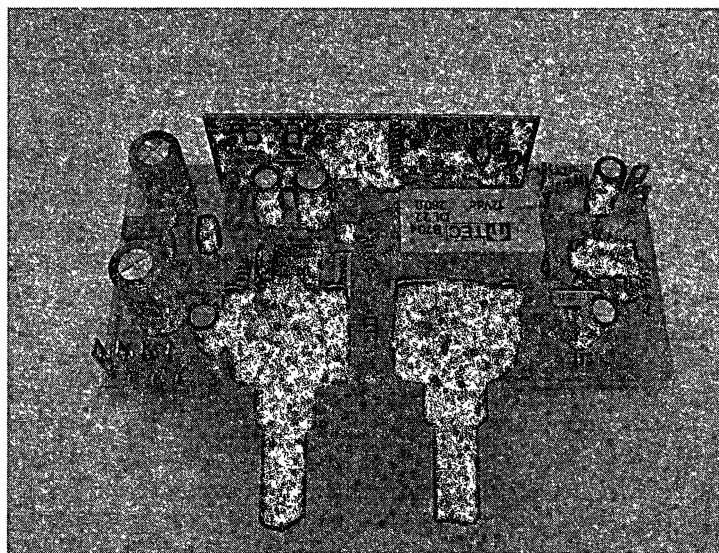


Рис. 4.7. Размещение компонентов приемника с автоматическим управлением магнитофоном



Монтаж компонентов выполняйте в классическом порядке: пассивные компоненты, затем активные, при этом соблюдайте правильную ориентацию полярных компонентов, таких, как электролитические конденсаторы, диод и интегральные микросхемы.

Перечень компонентов

Полупроводники:

- IC1: TL 081(КР574УД4)
- IC2: LM 386(1438УН2)
- IC3: 78L05 (интегральный стабилизатор напряжения +5 В 100 мА в корпусе ТО 92) (1157ЕН5)
- D1: 1N 914 или 1N 4148
- D2: 1N 4004
- M1: радиомодуль приемника RX-FM-AUDIO Aurel с частотной модуляцией

Если не указано иначе – резисторы 0,25 Вт 5%:

- R1, R7: 47 кОм (желтый, фиолетовый, оранжевый)
- R2, R3: 10 кОм (каштановый, черный, оранжевый)
- R4, R8: 100 Ом (каштановый, черный, каштановый)
- R5: 100 кОм (каштановый, черный, оранжевый)
- R6: 22 Ом (красный, красный, оранжевый)
- R9: 10 Ом (каштановый, черный, черный)

Конденсаторы:

- C1, C5: 0,22 мкФ пленочный (К73-17)
- C2, C4, C7, C12: 10 мкФ 25 В электролитический (К50-35)
- C3: 10 нФ керамический (КМ5)
- C8: 100 мкФ 16 В электролитический (К50-35)
- C6, C9: 470 мкФ 25 В электролитический (К50-35)
- C10: 47 нФ пленочный (К73-17)
- C11: 2,2 нФ пленочный (К73-17) или КМ5
- C13: 0,1 нФ пленочный (К73-17)

Прочие компоненты:

- P1: переменный резистор с линейной характеристикой 10 кОм для монтажа на печатной плате

- R2: переменный резистор с логарифмической характеристикой 10 кОм для монтажа на печатной плате
- RL1: миниатюрное реле 12 В, 2 RT, Futjitsu FBR 244 или аналогичное
- Панельки для микросхем: 2 × 8 контактов

Радиомодуль RX-FM-AUDIO Aurel устанавливается в обычном вертикальном положении на стороне монтажа прочих компонентов приемника. Как и в предыдущей модели, положение R1 и C1 на чертеже плане размещения, представленном на рис. 4.7, отличается от положения на нашем макете по причине неопределенности размеров конденсатора.

Выходной разъем приемника можно соединить с динамиком с импедансом 8 Ом или более, диаметр которого следует подбирать в зависимости от размеров корпуса вашего приемника. Вы также можете использовать наушники – миниатюрные или стандартных размеров.

Испытания и применение

Для данного приемника применимы все процедуры испытаний предыдущей модели.

Перед включением приемника два контакта, отмеченные ТС, следует подключить к входному разъему подключения пульта дистанционного управления магнитофоном. На некоторых моделях вход подключен к разъему подключения микрофона, снабженного переключателем включения/полного отключения. Выход линейного сигнала SL подключается к разъему линейного входа или сигнала высокого уровня магнитофона.

В миниатюрных моделях магнитофонов (диктофонах) часто имеется лишь входной разъем для подключения микрофона. В данном случае, во избежание перегрузки входного каскада усилителя магнитофона, необходимо ослабить сигнал линейного выхода SL. Для этого достаточно уменьшить номинал резистора R5. Для начала 100 кОм, указанные в нашей схеме, замените на 10 кОм и, в зависимости от полученных результатов, подберите номинал резистора.

С учетом принципа работы вашего приемника после завершения его подготовки к использованию следует правильно настроить уровень включения контура бесшумной настройки в реальных условиях.

Система автоматического управления магнитофоном от сигналов сканера

Предлагаемое устройство призвано играть ту же роль, что и приемник, о котором мы вам только что рассказали, но оно представляет интерес прежде всего для владельцев вседиапазонных приемников или сканеров, желающих подключить их к магнитофону. Устройство подключается к выходному разъему для наушников или внешнего динамика любого приемника, не требуя никаких изменений конструкции последнего. Особенностью устройства является и то, что для него не нужно отдельного источника питания.

Схема устройства представлена на рис. 4.8 и легко поддается анализу.

Благодаря применению повышающего трансформатора (в качестве которого мы выбрали миниатюрный трансформатор от 9-вольтового источника питания), подключенного обмоткой с меньшим количеством витков непосредственно к динамической головке сканера, мы можем получить на другой обмотке («сетевой»), содержащей большее количество витков, соответственно, и более высокое переменное напряжение звуковой частоты. Это напряжение после выпрямителя с удвоением напряжения на диодах D1-D4, C2-C5 становится достаточным для отпираания полевого транзистора средней мощности T1, который посредством соединительного кабеля управляет включением и выключением магнитофона. При этом следует соблюдать полярность, указанную на разъеме.

Для записи сигналов на магнитофон используется линейный вход, на который поступает напряжение звуковой частоты соответствующего уровня с делителя R1, R2.

Изготовление

Все компоненты устройства размещены на печатной плате, которая устанавливается внутри небольшого корпуса, снабженного соответствующими разъемами для подключения оборудования. Печатная плата представлена на рис. 4.9 и не вызывает трудностей при повторении ввиду небольшого количества используемых компонентов.

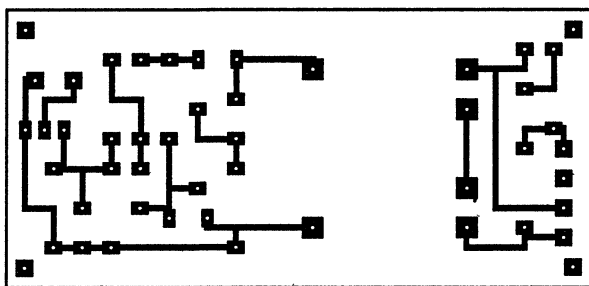


Рис. 4.9. Печатная плата системы автоматического управления магнитофоном от сигналов сканера (вид со стороны печатных проводников)

Размещение компонентов представлено на рис. 4.10, при повторении требуется лишь соблюдение полярности диодов.

При несоблюдении полярности любого диода нарушится работа образованного ими удвоителя.

Устройству не требуется никакой настройки. Но вам придется провести несколько испытаний с радиоприемником

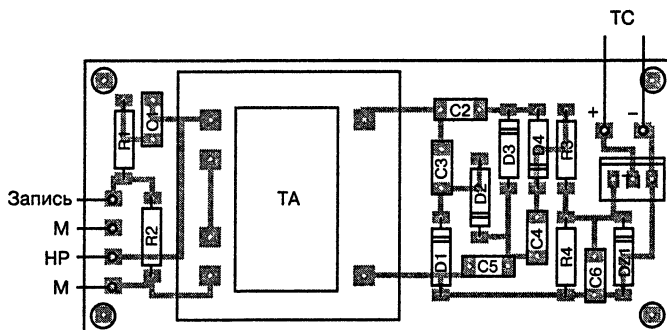
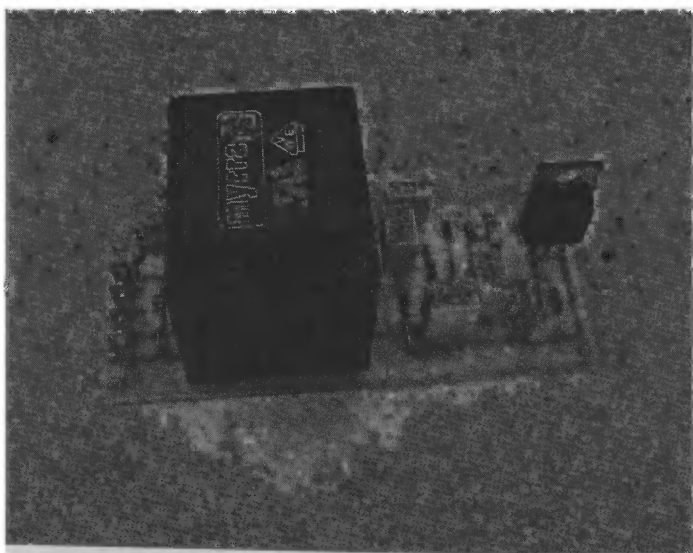


Рис. 4.10. Размещение компонентов системы автоматического управления магнитофоном от сигналов сканера



для определения оптимального положения ручки громкости для обеспечения надежности срабатывания устройства.

Для этого подключите устройство к разъему подключения пульта дистанционного управления магнитофона, соблюдая полярность, указанную на рис. 4.10. Практически на всех современных магнитофонах «минус» подключен к «земле», а «плюс» – к центральному контакту разъема.

Подключите клеммы НР и М устройства к выходному разъему для подключения наушников или дополнительного динамика приемника. Не следует использовать разъем подключения к магнитофону или разъем линейного выхода, так как выходной ток низкочастотного сигнала на этих выходах слишком мал для обеспечения правильной работы нашего устройства.

Подключите разъем линейного входа или входа «радиолиния» вашего магнитофона к выходу записи ENR и «земле» М устройства. Настройтесь на непрерывно вещающую станцию и отрегулируйте громкость приемника так, чтобы магнитофон оставался включенным. После того, как вы отметите подходящее для вас положение ручки потенциометра

громкости, можно настроиться на частоту излучения вашего передатчика и доверить системе автоматическое включение и выключение записи сигналов передатчика.

Перечень компонентов

Полупроводники:

- T1: IRF 630 или аналог
- D1, D2, D3, D4: 1N 914 или 1N 4148
- DZ1: стабилитрон 8,2 В 0,4 Вт

Если не указано иначе – резисторы 0,25 Вт 5%:

- R1: 10 кОм (каштановый, черный, оранжевый)
- R2: 1 кОм (каштановый, черный, красный)
- R3: 1 МОм (каштановый, черный, зеленый)
- R4: 10 МОм (каштановый, черный, голубой)

Конденсаторы:

- C1: 0,47 мкФ пленочный (K73-17)
- C2, C3, C4, C5: 0,22 мкФ пленочный (K73-17)
- C6: 47 нФ пленочный (K73-17)

Прочие компоненты:

- ТА: малогабаритный трансформатор для печатного монтажа 220 В – 2 × 9 В 50Гц, примерно 2 ВА

Устройство следует использовать с приемником, в котором предусмотрен режим бесшумной настройки, обеспечивающий подавление любого шума в отсутствие приема. К счастью, такой режим имеется во всех современных сканерах и всдиапазонных приемниках.

Если в вашем приемнике предусмотрен линейный выход или выход подключения к магнитофону, вы можете использовать его, но не для управления нашим устройством, а собственно для записи. Для этого линейный выход приемника соедините непосредственно с линейным входом магнитофона, при этом отпадает необходимость в компонентах R1, R2 и C1.

Заключение

Теперь вы располагаете целым арсеналом, необходимым для организации аудиослежения в любых условиях.

Принимая во внимание современный уровень технологического прогресса, мы не можем ограничиться средствами аудиослежения, и изготовление черно-белых и цветных передатчиков видеонаблюдения вполне нам по силам.

Глава

Видеопередатчики и видеоприемники

Если несколько лет назад изготовление малогабаритного передатчика видеонаблюдения было почти невозможным делом для радиолюбителей-электронщиков, то сегодня, как мы с вами убедимся в этой главе, ситуация изменилась. Если речь идет об организации видеонаблюдения, естественно, возникает вопрос о видеокамерах. На современном рынке, заметно продвинувшемся вперед за последние годы, можно найти миниатюрные видеокамеры по вполне доступным ценам.

Сочетание этих двух обстоятельств широко открывает дверь в мир видеонаблюдения для всех желающих. Мы предлагаем вам собрать не один, а четыре разных видеопередатчика для того, чтобы удовлетворить все интересы в данной области.

Прежде чем представить схемы этих маленьких чудес техники (не побоимся этого слова!), рассмотрим видеокамеры, которые должны в них использоваться.

Миниатюрные камеры видеонаблюдения

Классические камеры видеонаблюдения вам хорошо известны, так как в настоящее время ими оборудованы многие магазины и общественные места, однако для устройств, о которых идет речь в этой книге, они, как правило, непригодны по причине высокой стоимости и значительных габаритов.

На сегодняшнем рынке предлагаются миниатюрные камеры, в которых в качестве чувствительных элементов применяются матрицы, выполненные на базе ПЗС, то есть приборов с зарядовой связью по МОП-технологии (МОП – металл-окисел-полупроводник), прекрасно приспособленные для видеонаблюдения.

Такие камеры, имеющиеся практически у всех продавцов радиокомпонентов, могут быть представлены различными марками и обладать разными характеристиками. Разница в ценах на камеры с аналогичными техническими характеристиками может составлять несколько сотен рублей.

Наименее дорогими являются черно-белые или, точнее, монохромные камеры, нижний ценовой порог которых в момент написания этой книги составлял примерно полторы тысячи рублей. Ввиду того, что электронный блок для таких камер довольно прост, они наилучшим образом подходят для организации скрытого наблюдения. Например, предлагается монохромная камера размерами 17 на 17 мм, высотой (с объективом) всего 20 мм, весом 10 г по цене около 3000 рублей. Очевидно, что такую камеру легко установить незаметно.

Мы не собираемся составлять каталог различных камер, имеющихся в продаже, подобный список быстро устаревает ввиду интенсивного развития технологий. Ограничимся представлением самой важной, на наш взгляд, информации, касающейся выбора камеры.

Прежде всего, следует знать, что все камеры, за редким исключением, работают с источником питания с постоянным напряжением 12 В. Потребляемый ток варьируется от 20 мА для самых компактных черно-белых моделей до 100 мА для цветных моделей, видеоматрицы которых и дополнительные электронные модули потребляют большее количество энергии.

Все без исключения модели выдают видеосигнал стандартного уровня 1 В на нагрузке 75 Ом. Если вы приобрели черно-белую камеру в Европе или выбрали камеру, предназначенную для продажи на европейском рынке, то ее видеосигналы будут совместимы с нашими бытовыми телевизионными приемниками.

Сигналы камер цветного изображения, продаваемых в Европе, соответствуют стандарту PAL, который уже на протяжении более десяти лет имеется у телевизоров, продаваемых в России, наряду с традиционным стандартом SECAM.

Осторожность следует проявить в отношении камер, продаваемых в Японии на внутреннем японском рынке, а также американских камер, продаваемых на внутреннем американском рынке. Ни в режиме черно-белого изображения, ни в режиме цветного изображения они не совместимы с нашими телевизорами – их вертикальная развертка имеет частоту 60 Гц, принятую в этих странах, а не на 50 Гц, принятую в России. К тому же камеры цветного изображения имеют стандарт видеосигнала NTSC, не совместимый с большинством российских телевизоров, за исключением последних, наиболее совершенных моделей.

Если вы намерены вести видео- и аудиослежение, которое обеспечивают три из четырех предложенных нами камер, вы, конечно же, можете использовать камеру со встроенным микрофоном, но лишние расходы, связанные с этим, могут быть неоправданными. В передатчиках, которые мы предлагаем вам собрать, предусмотрен входной разъем подключения стандартного электретного микрофона без необходимости какого-либо предварительного усиления. Таким образом, стандартный электретный микрофон можно использовать с камерой, не имеющей встроенного микрофона.

В завершение отметим, что большинство современных миниатюрных камер с ПЗС-матрицей оборудуются оптическими объективами того же типа, которые вы привыкли видеть на фотоаппаратах, или объективами pin hole, что в дословном переводе означает «игольное ушко». Как следует из названия, передняя линза этих объективов имеет очень малый диаметр, порядка 1–2 мм, в зависимости от конкретной модели, что упрощает их скрытную установку. Изображение в таких объективах получается немного выпуклым, как в широкоугольных фотообъективах типа «рыбий глаз», но вполне пригодным для наблюдения.

Закончив рассмотрение основных характеристик камер, перейдем к изготовлению первого миниатюрного видеопередатчика.

Миниатюрный видеопередатчик

Предлагаемый передатчик располагает только функцией обработки изображения, передаваемого камерой, а функция передачи звука не предусмотрена. Отсутствие передачи звука компенсируется крошечными размерами передатчика, указанными в его основных характеристиках.

Основные характеристики:

- частота передачи – 224,5 МГц или 479,5 МГц, стабилизируется резонатором на ПАВ;
- мощность высокочастотного излучения – 1 мВт на нагрузке 75 Ом;
- видеовход – нормированный 1 В на нагрузке 75 Ом;
- стандарт видео – негативная модуляция, черно-белая или цветная, стандарта PAL;
- питание: постоянное напряжение – 12 В, ток потребления – 90 мА (без учета тока потребления камеры);
- размеры – 30 × 30 × 15 мм.

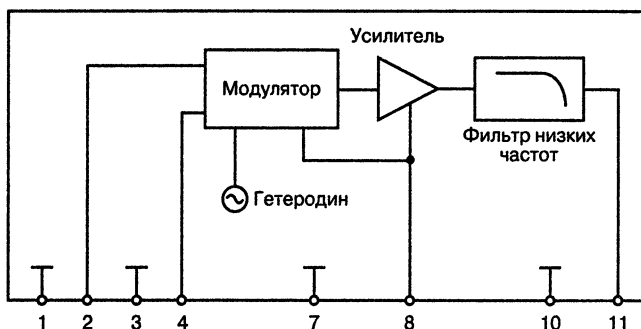
Даже если мощность высокочастотного излучения покажется вам незначительной, на открытой местности ее достаточно для обеспечения радиуса действия 100 м при условии использования соответствующих антенн. Если, несмотря на это, мощность данного передатчика вас не устраивает, то два других передатчика, о которых речь пойдет позднее, обладают большей мощностью и, соответственно, большим радиусом действия.

Естественно, без использования достижений современной технологии изготовление видеопередатчика столь малых размеров, к тому же цветного изображения, было бы недоступно для любителя.

Это касается и данного видеопередатчика, в котором, как и в микропередатчиках, описанных в предыдущих главах, используется модуль фирмы Aurel. Как вы можете видеть на блок-схеме, представленной на рис. 5.1, в модуле содержится почти готовый видеопередатчик.

Данный модуль с частотой 224,5 МГц, продающийся уже на протяжении нескольких лет, теперь имеется и в более высокочастотном варианте для частоты 479,5 МГц. Вне зависимости

Видеомодуль MAV – VHF 479,5 / MAV – UHF 224



1	«Земля»	7	«Земля»
2	Вход аудиосигнала (1 В двойной амплитуды $R_{вх} = 100 \text{ кОм}$)	8	+ 5 В (90 мА тип.)
3	«Земля»	10	«Земля»
4	Вход видеосигнала (1 В $R_{вх} = 75 \text{ Ом}$)	11	Антенна (1 мВт на 75 Ом)

Рис. 5.1. Внутренняя блок-схема модулей Aurel MAV 224 и MAV 479

от частоты, характеристики модуля остаются неизменными, как и крошечная прямоугольная печатная плата размером $28 \times 25 \text{ мм}$.

В модуле предусмотрен вход видеосигналов черно-белого или цветного изображения, стандарта PAL с амплитудой 1 В на нагрузке 75 Ом, а также не используемый в данном устройстве вход аудиосигнала с уровнем двойной амплитуды 1 В и входным сопротивлением 100 кОм.

Модуль генерирует на своем выходе излучение в телевизионном диапазоне ультракоротких волн с частотой 224,5 или 479,5 МГц с поднесущей звуковой частотой 5,5 МГц, модулированное по частоте с полосой 70 кГц и предварительной частотной коррекцией 50 мкс, что означает, что оно может приниматься любым телевизионным приемником стандарта PAL/SECAM. Еще раз подчеркнем, что это излучение принимается всеми марками телевизоров, продаваемыми у нас на протяжении последних пятнадцати лет, и даже теми, которые предлагаются со скидкой по очень низкой цене в супермаркетах.

Для питания модуля необходимо постоянное напряжение 5 В, потребляемый ток не менее 90 мА. Выходная мощность высокочастотного излучения модуля составляет 1 мВт на нагрузке 75 Ом.

Использование модуля Aurel MAV 224 и MAV 479 упрощает сборку нашего передатчика (рис. 5.2).

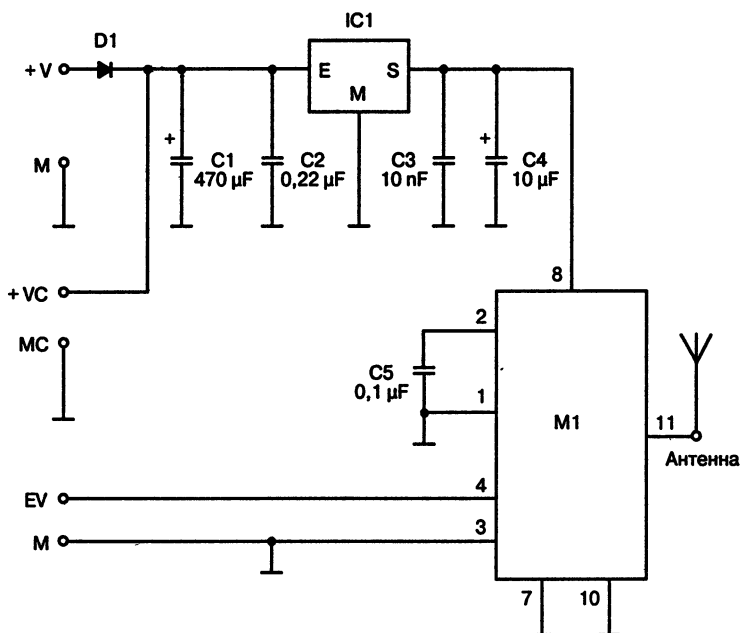


Рис. 5.2. Схема миниатюрного видеопередатчика

Напряжение питания нашего передатчика, как и большинства видеокамер, представленных на рынке, составляет 12 В. Диод D1 образует защиту, которая исключает возможность перепутать полярность напряжения питания. Интегральный стабилизатор напряжения IC1 подает на модуль Aurel стабилизированное напряжение 5 В. Если не считать развязывающие конденсаторы, необходимые для разделения обрабатываемых одновременно разных частот видео и звукового сигналов, то это все, что нам нужно для сборки нашего передатчика, в котором обработка звука не предусмотрена. В модуле Aurel предусмотрен вход нормированных видеосигналов

напряжением 1 В на нагрузке 75 Ом, то есть сигналов, подаваемых камерами видеонаблюдения, поэтому модуль и видеокамера соединены напрямую.

Изготовление

Подготовка компонентов не составит труда. Обращаем ваше внимание лишь на то, что модуль Aurel MAV 224 с частотой 224,5 МГц можно встретить в продаже гораздо чаще, чем модуль Aurel MAV 479 с частотой 479,5 МГц, который к тому же немного дороже. Частоты излучения обоих модулей принимаются современными телевизорами.

Печатная плата передатчика представлена на рис. 5.3, а размещение компонентов на рис. 5.4.

Сборку начинайте с установки пассивных компонентов. Для уменьшения высоты передатчика конденсатор C1 следует прижать к плате. Затем установите диод D1, соблюдая его полярность, в вертикальном положении. Интегральный стабилизатор напряжения IC1 следует устанавливать горизонтально, крепление его винтом к печатной плате необязательно ввиду достаточной жесткости его контактов.

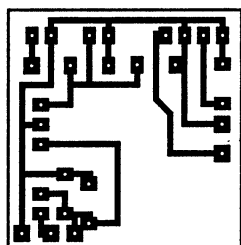


Рис. 5.3. Печатная плата миниатюрного видеопередатчика (вид со стороны печатных проводников)

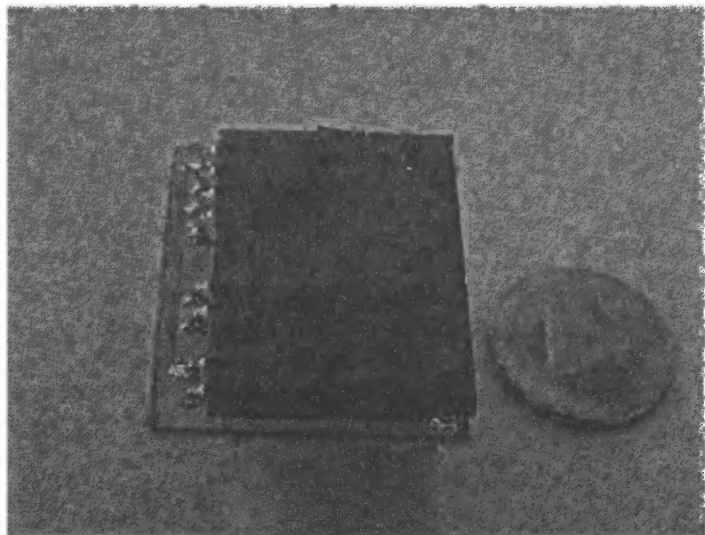
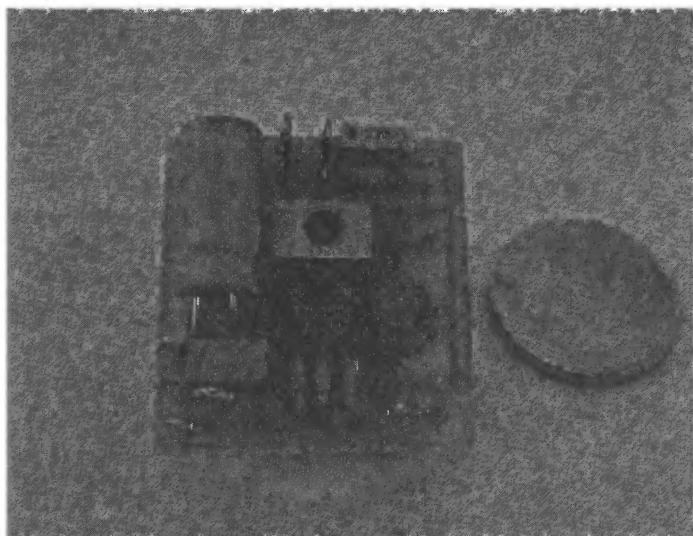


Рис. 5.4. Размещение компонентов миниатюрного видеопередатчика

Перечень компонентов

Полупроводники:

- IC1: 7805 (интегральный стабилизатор напряжения + 5 В, 1 А, корпус ТО 220) (КР142ЕН5А)



- M1: модуль Aurel MAV-VHF 244 или MAV-UHF 479,5 в зависимости от желаемой частоты
- D1: 1N 4004

Конденсаторы:

- C1: 470 мкФ 25 В электролитический (K73-17)
- C2: 0,22 мкФ пленочный (K73-17)
- C3: 10 нФ керамический (KM5)
- C4: 10 мкФ 25 В электролитический
- C5: 0,1 мкФ пленочный (K73-17)

После проверки и очистки платы от следов флюса можно приступать к пайке модуля MAV-VHF 244 или MAV-UHF 479,5 Aurel, который, как вам уже известно, мы устанавливаем в горизонтальном положении со стороны печатных проводников платы. Перед окончательной установкой модуля, во избежание короткого замыкания с печатными проводниками, на его поверхность, обращенную к проводникам, следует наклеить два слоя изоленды или скотча. Теперь можно окончательно припаивать модуль, укоротив его выводы до длины 2 мм. После застывания припоя остается лишь осторожно согнуть модуль на 90° и прижать его к печатной плате. Мы получили очень компактный по размерам передатчик.

Испытания и применение

Благодаря применению модуля MAV-VHF 244 или MAV-UHF 479,5 Aurel никакой дополнительной настройки не требуется, и передатчик готов к работе сразу после сборки. Соедините вход передатчика с выходом камеры. Вы можете использовать камеру видеонаблюдения, которую уже выбрали, или, если вы являетесь счастливым обладателем видеокамеры, подключить передатчик к ее аналоговому видеовыходу.

Если питание камеры и передатчика должно осуществляться от одного источника, то камеру следует подключить к клемме VC, специально предусмотренной для этого и расположенной после диода D1. Таким образом, камера защищена диодом от неправильного подключения источника питания.

Подключите антенну к соответствующему разъему. Для варианта передатчика на 479,5 МГц в роли антенны достаточно использовать обыкновенный жесткий провод длиной 15 см, а для варианта на 224,5 МГц вам понадобится провод длиной 32 см, равный четверти длины волны.

Соедините передатчик с источником питания, в качестве которого можно использовать сетевой блок питания с постоянным напряжением 12 В и силой тока не менее 100 мА (при подключении передатчика и камеры к одному источнику питания надо выбирать более мощный источник). Установите телевизионный приемник на расстоянии не менее 100 м от передатчика и настройте его на используемую частоту или дождитесь, пока он сам настроится на частоту излучения передатчика.

Без преувеличения, качество изображения должно быть исключительным. Возможно лишь появление горизонтальных волн, опускающихся сверху вниз, вследствие пульсаций напряжения питания. Некоторые модели сетевых блоков питания, к сожалению, имеют подобные пульсации, вызванные плохой фильтрацией выпрямленного напряжения. Эта единственная проблема, с которой вы можете столкнуться, решается применением стабилизированного источника питания с двукратным и более запасом по выходному току (или мощности).

Теперь закрепите передатчик на корпусе камеры, и ваша система скрытого видеонаблюдения готова.

Миниатюрный видео- и аудиопередатчик

Изображение – хорошо, но если оно озвучено, это еще лучше. Предлагаемый передатчик позволит вам передавать озвученное изображение. За счет небольшого количества дополнительных компонентов стоимость этого передатчика немногим выше стоимости предыдущего.

Основные характеристики:

- частота передачи – 224 или 479,5 МГц, стабилизируется резонатором на поверхностных акустических волнах;
- поднесущая звуковая частота – 5,5 МГц, модулированная по частоте, с предварительной частотной коррекцией 50 мкс;
- мощность высокочастотного излучения – примерно 1 мВт на нагрузке 75 Ом;
- видеовход – нормированный 1 В на нагрузке 75 Ом;
- стандарт видео – негативная модуляция, черно-белая или цветная, стандарта PAL;

- аудиовход – для стандартного электретного микрофона с переменным коэффициентом усиления от 1 до 48;
- питание – постоянное напряжение 12 В, ток потребления 90 мА без учета потребления камеры;
- размеры – 58 × 30 × 18 мм.

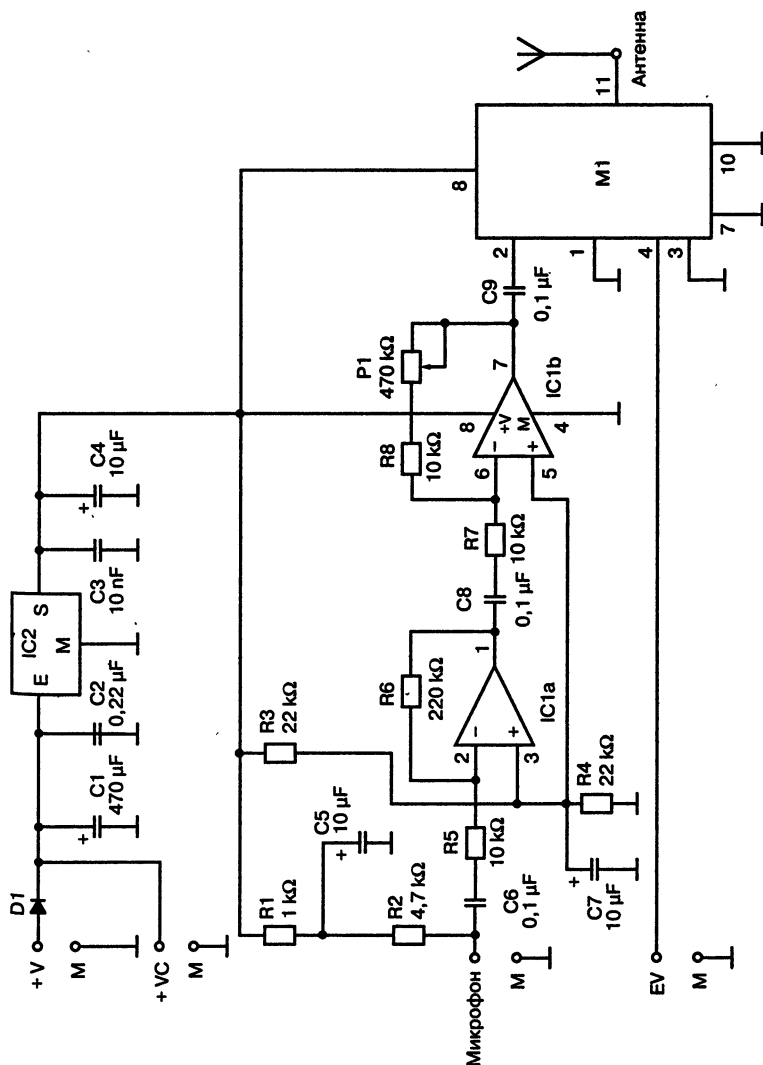


Рис. 5.5. Схема миниатюрного видео- и аудиопередатчика

Характеристики этого передатчика аналогичны характеристикам предыдущего передатчика, так как мы добавили лишь узел обработки звуковых сигналов электретного микрофона. Схема передатчика представлена на рис. 5.5.

Мы не будем повторно останавливаться на рассмотрении узлов питания и обработки видеосигнала, так как они идентичны предыдущему передатчику. Рассмотрим только новый узел обработки аудиосигнала. Он состоит из сдвоенного операционного усилителя, первый каскад которого выполнен на интегральной микросхеме IC1a, образующей инвертирующий усилитель с коэффициентом усиления 22. Коэффициент усиления второго каскада, выполненного на интегральной микросхеме IC1b, регулируется от 1 до 48 переменным резистором P1. Это позволяет настраивать чувствительность передатчика в зависимости от конкретных ситуаций. Обратите внимание на применение цепи развязки питания электретного микрофона, выполненной на элементах R1 и C5, для исключения проникновения паразитного сигнала на вход усилителя. Результатом наших затрат является превосходное качество звука, соответствующее уровню модуля Aurel.

Изготовление

Замечания, сделанные относительно предыдущего передатчика, действительны и для данного передатчика. Добавление узла обработки звука не осложняет ни приобретение компонентов, ни сборку передатчика.

Чертеж печатной платы передатчика представлен на рис. 5.7, а размещение компонентов (см. рис. 5.6) предусматривает горизонтальное установку конденсатора C1 и интегрального стабилизатора напряжения.

Начните с пайки панельки микросхемы IC1, затем установите резисторы и конденсаторы, в последнюю очередь – диод и интегральные схемы.

Перед установкой модуля Aurel произведите очистку печатных проводников печатной платы от следов флюса в соответствии с вышеуказанными рекомендациями.

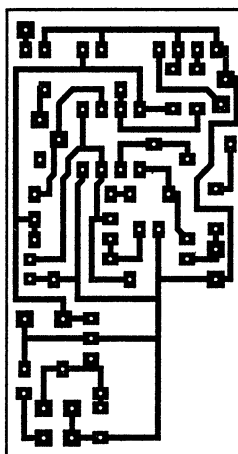


Рис. 5.6. Размещение компонентов миниатюрного видео- и аудиопередатчика

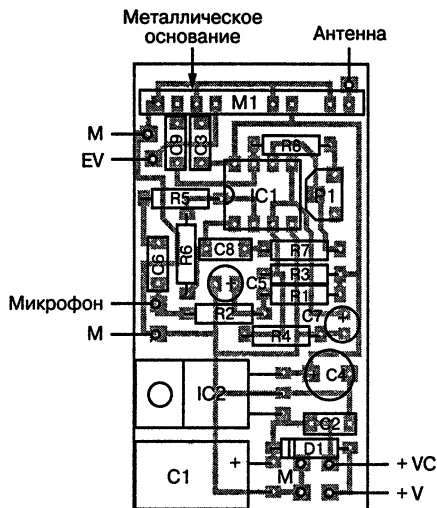


Рис. 5.7. Печатная плата миниатюрного видео- и аудиопередатчика (вид со стороны печатных проводников)

Перечень компонентов

Полупроводники:

- IC1: TL 082
- IC2: 7805 (регулятор + 5 В, 1 А, корпус TO 220) (КР142Е-Н5А)
- M1: модуль Aurel MAV-VHF 244 или MAV-UHF 479,5 в зависимости от желаемой частоты
- D1: 1N 4004

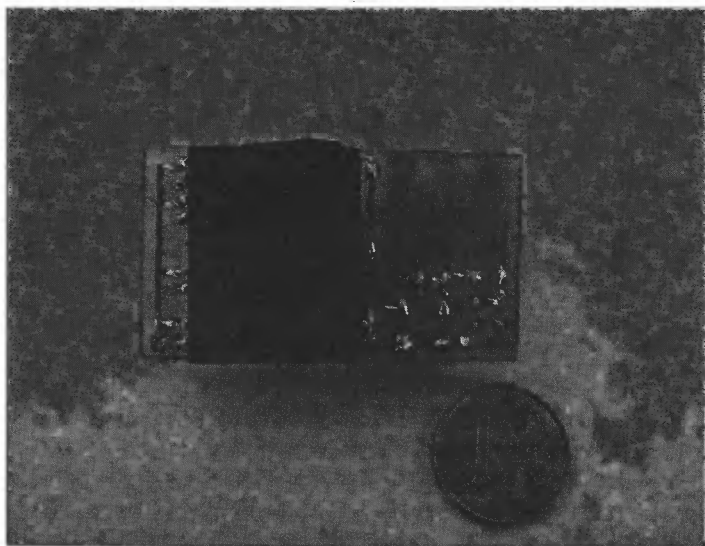
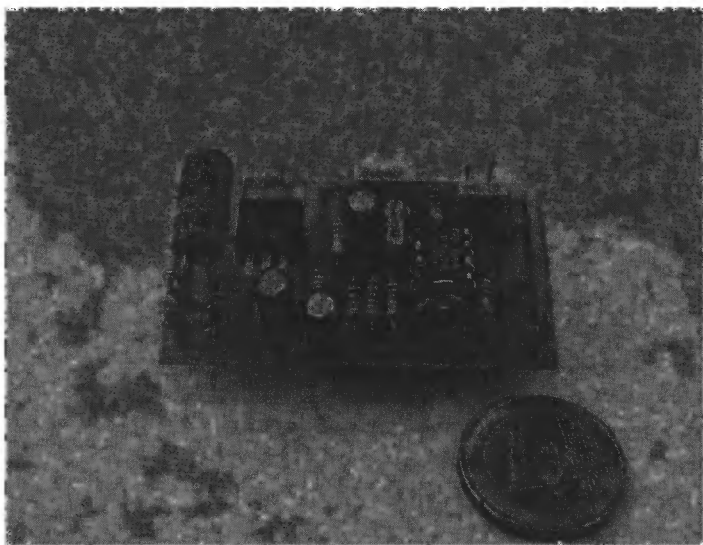
Если не указано иначе – резисторы 0,25 Вт 5%:

- R1: 1 кОм (каштановый, черный, красный)
- R2: 4,7 кОм (желтый, фиолетовый, красный)
- R3, R4: 22 кОм (красный, красный, оранжевый)
- R5, R7, R8: 10 кОм (каштановый, черный, оранжевый)
- R6: 220-кОм (красный, красный, желтый)

Конденсаторы:

- C1: 470 мкФ 25 В электролитический (К50-35)
- C2: 0,22 мкФ пленочный (К73-17)

- С3: 10 нФ керамический
- С4, С5, С7: 10 мкФ 25 В электролитический (К50-35)
- С6, С8, С9: 0,1 мкФ пленочный (К73-17)



Прочие компоненты:

- P1: подстроечный резистор для вертикальной установки на печатной плате 470 кОм
- Панелька для интегральной схемы: 1 × 8 контактов

Испытания и применение

В этом разделе следуйте тем же рекомендациям, которые были даны для предыдущего передатчика. Единственное различие заключается в том, что вы должны подключить электретный микрофон к предусмотренному для этого входу. Напоминаем, что микрофоны полярные. Внимательно осмотрев ваш микрофон, вы заметите, что один из его выводов соединен с металлическим корпусом. Этот вывод следует соединить с «землей» передатчика.

Как и предыдущий, данный передатчик должен работать непосредственно после его подключения. Единственная регулировка заключается в настройке подстроечного резистора для получения неискаженного звукового сигнала.

Обращаем ваше внимание на то, что стандарт излучения модуля MAV-VHF(UHF) Aurel соответствует телевизионным передачам в стандарте PAL. Если в вашем телевизоре отсутствует функция автоматического переключения стандартов, для нормального воспроизведения звука переключите стандарты PAL/SECAM вручную.

Видео- и аудиопередатчик средней мощности

Предыдущий передатчик способен успешно справляться с многими задачами по проведению наблюдения, но в некоторых случаях его мощности высокой частоты недостаточно, что ограничивает радиус его действия до 100 м на открытой местности.

Предлагаем вам открыть новый этап в данной области и собрать видео- и аудиопередатчик значительно большей мощности, достигающей 30–40 мВт. При такой мощности радиус действия передатчика увеличивается до километра на открытой местности. Естественно, что в данном случае необходимо

использовать высокочастотный усилитель мощности с рабочей частотой, соответствующей частоте излучения передатчика. Несмотря на это, конструкция передатчика остается относительно простой, благодаря предлагаемому нами решению.

Основные характеристики:

- частота передачи – 224 или 479,5 МГц, стабилизируется резонатором на поверхностных акустических волнах;
- поднесущая звуковая частота – 5,5 МГц, модулированная по частоте, с предварительной частотной коррекцией 50 мкс;
- мощность ВЧ – 30–40 мВт на нагрузке 50 Ом в зависимости от типа применяемых компонентов;
- видеовход – нормализованный 1 В при 75 Ом;
- стандарт видео – негативная модуляция, черно-белая или цветная, стандарта PAL;
- аудиовход – для стандартного электретного микрофона с переменным коэффициентом усиления от 1 до 50;
- питание: постоянное напряжение – 12 В, потребляемый ток – примерно 130 мА, без учета потребления камеры;
- размеры – 58 × 44 × 18 мм.

Схема нового передатчика, представленная на рис. 5.8, во многом напоминает схему предыдущего передатчика.

Левая часть схемы аналогична соответствующей части предыдущего передатчика, элементы усилителя мощности расположены рядом с выходом подключения к антенне модуля Aurel MAV-VHF 244 или MAV-UHF 479,5 Aurel, расположенного справа.

В этом случае антенный выход модуля Aurel соединен с усилителем мощности, образованным крошечной интегральной схемой IC4 марки ERA 5. Внешний вид, размеры и внутренняя схема этого замечательного прибора представлены на рис. 5.9.

Данная интегральная схема способна работать на частоте от нескольких мегагерц до 4 ГГц и, отдавая в нагрузку выходную мощность до 50 мВт, отличается простотой применения. Для обеспечения нормальной работы интегральной схемы потребуются лишь резистор нагрузки R12 и дроссельная катушка L1, препятствующая проникновению высокочастотных колебаний в питающую линию.

Авторские права принадлежат компании DUNOD – копирование без разрешения автора является правонарушением

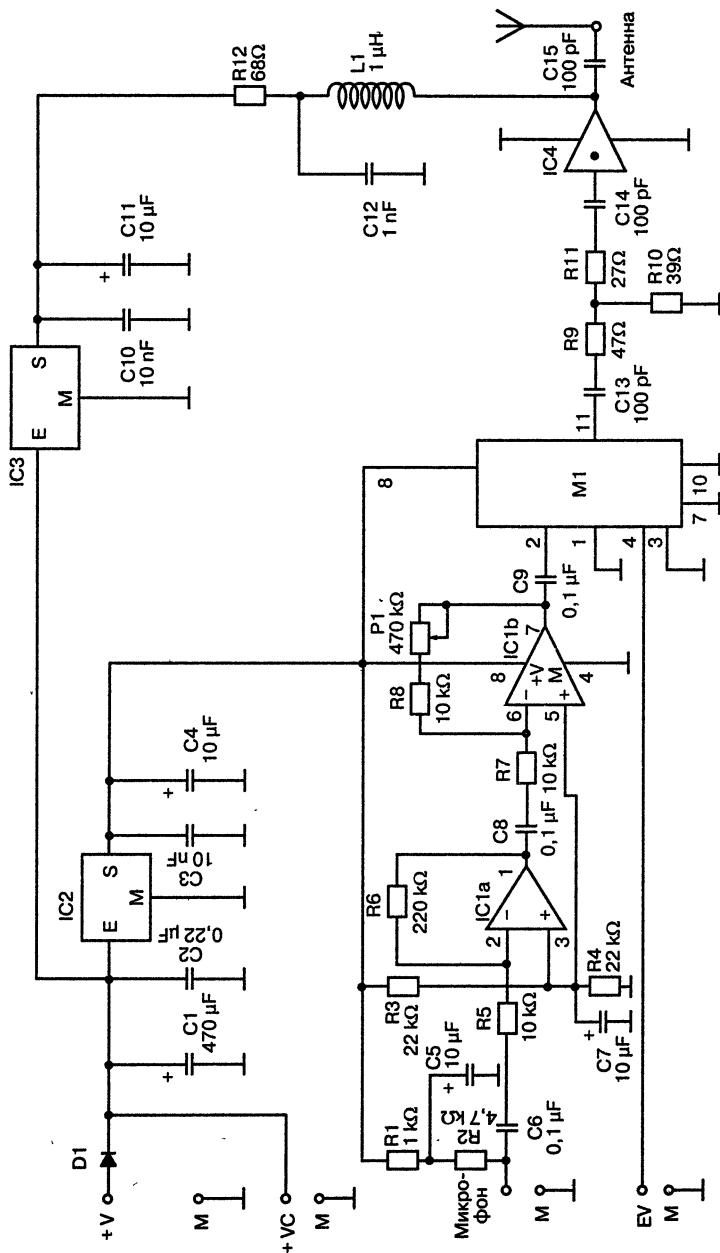


Рис. 5.8. Схема видео- и аудиопередатчика средней мощности

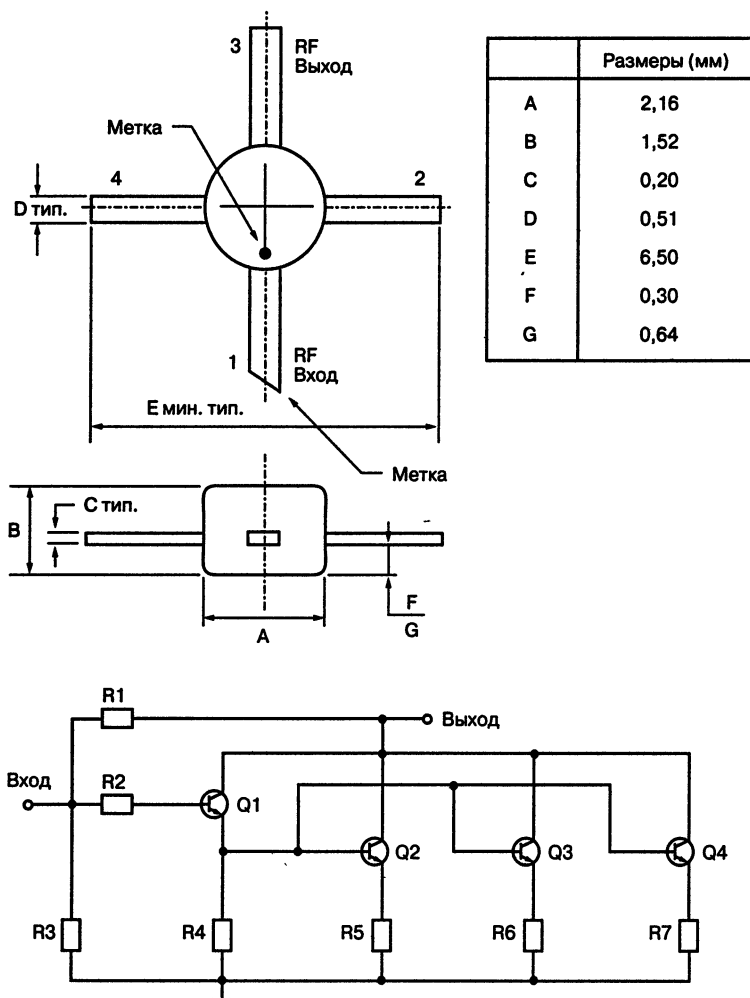


Рис. 5.9. Цоколевка, размеры и внутренняя схема усилителя ERA 5

Поскольку входной импеданс IC4 составляет 50 Ом, а выходной импеданс модуля Aurel равен 75 Ом, интегральной схеме предшествует согласующий каскад, образованный резисторами R9, R10 и R11.

Эта часть схемы предназначена для работы на высоких частотах (224, 5 МГц или 479,5 МГц), поэтому данный узел передатчика является весьма чувствительным к изменению

размеров компонентов и их взаиморасположения. При его сборке мы использовали SMD-компоненты, обеспечивающие стабильность и воспроизводимость рабочих характеристик передатчика. Тем не менее никакого специального инструмента вам не понадобится, о чем вы, конечно, уже знаете, если собирали высокочастотные микropередатчики из главы 2.

Так как усилителю мощности ERA 5 необходимо дополнительное питание, мы применили второй интегральный стабилизатор напряжения IC3, обеспечивающий усилитель мощности стабилизированным напряжением 8 В.

Изготовление

Замечания, сделанные по поводу предыдущего передатчика, относятся и к данному устройству в части общих для них компонентов. Резисторы и конденсаторы по возможности следует выбирать с корпусом самой распространенной марки 1206. Резисторы могут также иметь цилиндрический корпус.

Печатная плата передатчика представлена на рис. 5.10, а размещение элементов – на рис. 5.11.

Для сохранения воспроизводимости характеристик передатчика не изменяйте конфигурацию проводников части печатной платы, предназначенной для установки усилителя на базе ERA 5.

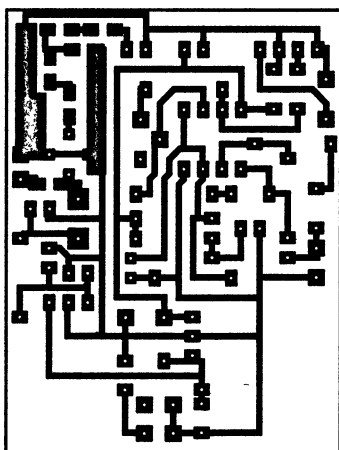


Рис. 5.10. Печатная плата видео- и аудиопередатчика средней мощности (вид со стороны печатных проводников)

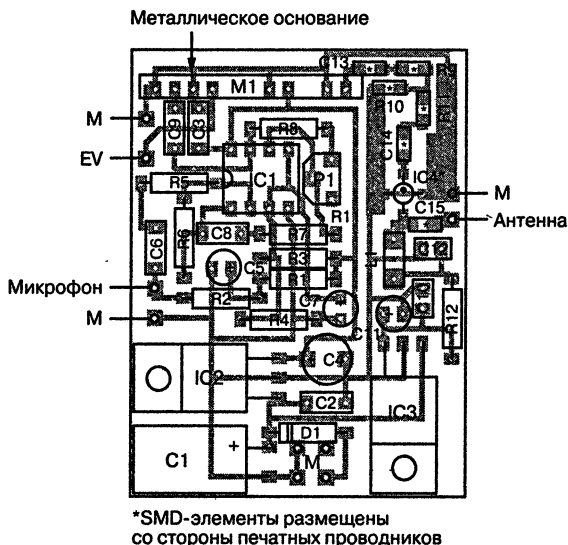


Рис. 5.11. Размещение элементов видео- и аудиопередатчика средней мощности

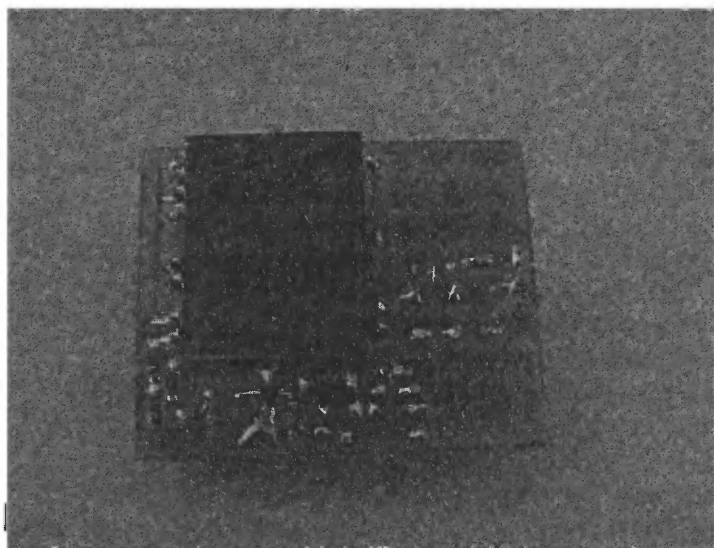
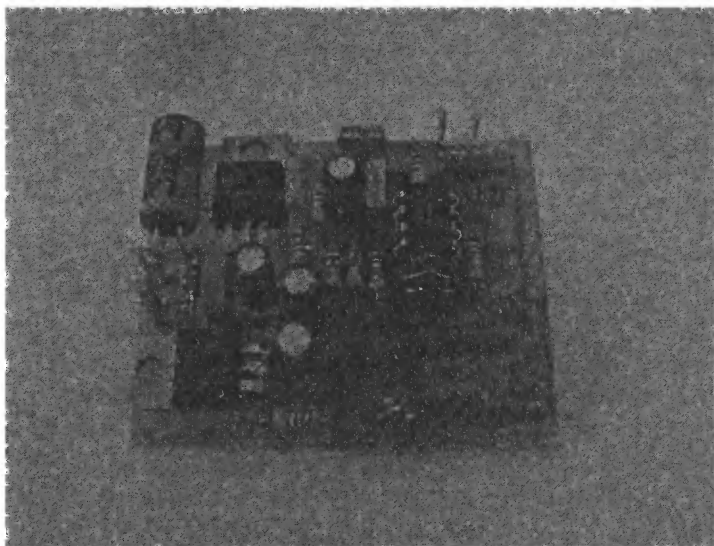
Сборку передатчика следует начинать с установки SMD-компонентов, которые припаиваются к печатной плате со стороны печатных проводников и требуют горизонтального положения платы на столе.

Большая лупа с подсветкой может пригодиться, но совсем не обязательна, а вот без лабораторного пинцета вам не обойтись.

Перечень компонентов

Полупроводники:

- IC1: TL 082
- IC2: 7805 (стабилизатор + 5 В, 1 А, корпус TO 220) (KP142EH5A)
- IC3: 7808 (стабилизатор + 8 В, 1 А, корпус TO 220) (KP142EH8A)
- IC4: ERA 5
- M1: модуль Aurel MAV-VHF 244 или MAV-UHF 479,5 в зависимости от желаемой частоты
- D1: 1N 4004



Если не указано иначе – резисторы 0,25 Вт 5%:

- R1: 1 кОм (каштановый, черный, красный)
- R2: 4,7 кОм (желтый, фиолетовый, красный)

- R3, R4: 22 кОм (красный, красный, оранжевый)
- R5, R7, R8: 10 кОм (каштановый, черный, оранжевый)
- R6: 220 кОм (красный, красный, желтый)
- R9: 47 Ом (желтый, фиолетовый, черный) КПУ
- R10: 39 Ом (оранжевый, белый, черный) КПУ
- R11: 27 Ом (красный, фиолетовый, черный) КПУ
- R12: 68 Ом (голубой, серый, черный)

Конденсаторы:

- C1: 470 мкФ 25 В электролитический (K50-35)
- C2: 0,22 мкФ пленочный (K73-17)
- C3, C10: 10 нФ керамический
- C4, C5, C7, C11: 10 мкФ 25 В электролитический (K50-35)
- C6, C8, C9: 0,1 мкФ пленочный (K73-17)
- C12: 1 нФ керамический
- C13, C14, C15: 100 пФ керамический SMD

Прочие компоненты:

- L1: дроссельная катушка 1 мкГн SMD
- P1: вертикальный подстроечный резистор для установки на печатной плате 470 кОм
- Панелька для интегральной микросхемы: 1 × 8 контактов

Для пайки компонента SMD поступайте следующим образом:

- нанесите небольшую каплю припоя на одну из контактных площадок печатной платы для установки компонента и дайте ей застыть;
- при помощи лабораторного пинцета установите и удерживайте компонент так, чтобы один из его выводов находился примерно в центре капли припоя, и разогрейте припой паяльником;
- после того как вывод компонента погрузился в расплавленный припой, уберите паяльник, отпустите компонент и дайте ему остыть;
- припаивайте другой контакт компонента обычным способом;

- после застывания припоя второго вывода можно подправить первый припаянный вывод, и если он вам покажется вам недостаточно гладким и блестящим, добавьте немного припоя.

Напоминаем, что SMD-резисторы маркируются с помощью различных цветов или светлым цветом, в соответствии с международной кодификацией: двузначное число, за которым следует десятичная степень. Так, R9, сопротивлением 47 Ом, промаркирован числом 470, так как его номинал равен 47, умножить на 10 в нулевой степени, то есть 1.

Керамические SMD-конденсаторы не промаркированы, но, так как в данном случае все они одного номинала, вы можете их перепутать.

Интегральную микросхему ERA 5 установите в последнюю очередь. Укоротите ее выводы до длины, необходимой для ее установки на плате. Цоколевка микросхемы отмечена точкой на корпусе, которая должна быть обращена в сторону C14. Внимание! Неправильное подключение микросхемы приведет к выходу ее из строя.

После этого переверните печатную плату и приступайте к монтажу обычных компонентов в порядке, который вы уже выучили наизусть. Как при сборке предыдущих видеопередатчиков, модуль Aurel MAV-VHF 244 или MAV-UHF 479,5 устанавливается со стороны печатных проводников способом, которым мы воспользовались уже дважды.

Испытания и применение

Прежде чем приступить к каким-либо действиям с передатчиком, обратите особое внимание на важность соблюдения правильного режима совместной работы выходного каскада и антенны. Как и в большинстве высокочастотных передатчиков с одним каскадом усиления мощности, усилитель нашего передатчика плохо справляется с работой без антенны или если она неправильно отрегулирована. Не включайте передатчик, не подключив его к соответствующей антенне!

Выбирая антенну, помните, что модели, предназначенные для частоты 433 МГц, вполне подходят для нашего варианта

передатчика на 479,5 МГц, ибо разница по частоте незначительна. Также можно изготовить антенну длиной, равной одной четверти длины волны, из жесткого изолированного провода длиной 32 см для частоты 224,5 МГц и 15 см для частоты 479,5 МГц. Провод следует припаять к площадке подключения антенны АНТ передатчика или соединить с ней коротким коаксиальным кабелем и разъемом BNC или SMA.

После подключения видеокамеры и электретного микрофона включите передатчик. Для питания передатчика необходимо постоянное напряжение 12 В при потребляемом токе 130 мА, увеличившемся с введением выходного каскада усилителя.

Безупречная работа и превосходное качество изображения передатчика достигаются без особых проблем.

Видео- и аудиопередатчик большой мощности

Если вы недовольны высокочастотными передатчиками, вам кажется сложной сборка усилителя из SMD-компонентов для предыдущего передатчика или вас не устраивает его выходная мощность высокой частоты, предлагаем вам собрать лучший на сегодняшний день видео- и аудиопередатчик, обладающий достаточной мощностью.

Основные характеристики:

- частота передачи – 224 МГц или 479,5 МГц, стабилизируется резонатором на поверхностных акустических волнах;
- поднесущая звуковая частота – 5,5 МГц, модулированная по частоте, с предварительной частотной коррекцией 50 мкс;
- мощность высокочастотного излучения – более 100 мВт на нагрузке 75 Ом;
- видеовход – нормированный 1 В на нагрузке 75 Ом;
- стандарт видео – негативная модуляция, черно-белая или цветная, стандарта PAL;
- аудиовход – для стандартного электретного микрофона с регулируемым коэффициентом усиления от 1 до 50;

- питание: постоянное напряжение – 12 В, потребляемый ток – примерно 180 мА без учета потребления камеры;
- размеры – 57 × 57 × 18 мм.

При сохранении большинства характеристик предыдущих передатчиков мощность данного передатчика достигает 100 мВт (мощность, измеренная нами на макете, представленном на фото в этой книге, составила 125 мВт).

За основу мы взяли «базовую» схему видео- и аудиопередатчика, в которую установили еще один высокочастотный усилитель, выполненный на этот раз на базе... еще одного модуля Aurel. В каталоге этой компании представлены два модульных усилителя мощности: MCA 224 для частоты 224,5 МГц и MCA 479 для частоты 479,5 МГц. За исключением разницы в частоте, оба модуля по внешнему виду идентичны, как в электрическом, так и в конструктивном исполнении. Внутренняя блок-схема, представленная на рис. 5.12, очень проста.

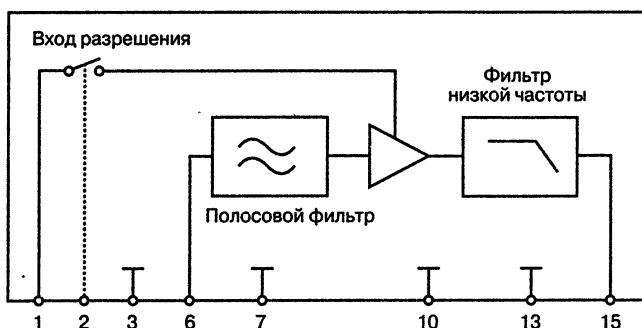


Рис. 5.12. Внутренняя блок-схема усилителей Aurel MCA 224, MCA 479

Для того чтобы данный модуль заработал, достаточно подать на него напряжение 12 В через развязывающий фильтр в цепи питания L1, C10 и C11 (рис. 5.13).

Во избежание перегрузки входа и возможности воспользоваться всеми преимуществами модулей MAV 224 или 479, фирма Aurel рекомендует устанавливать перед входом модулей MCA резисторный аттенюатор, то есть делитель напряжения, который выполнен в нашем передатчике из резисторов R9, R10 и R11.

Авторские права принадлежат компании DUNOD – копирование без разрешения автора является правонарушением

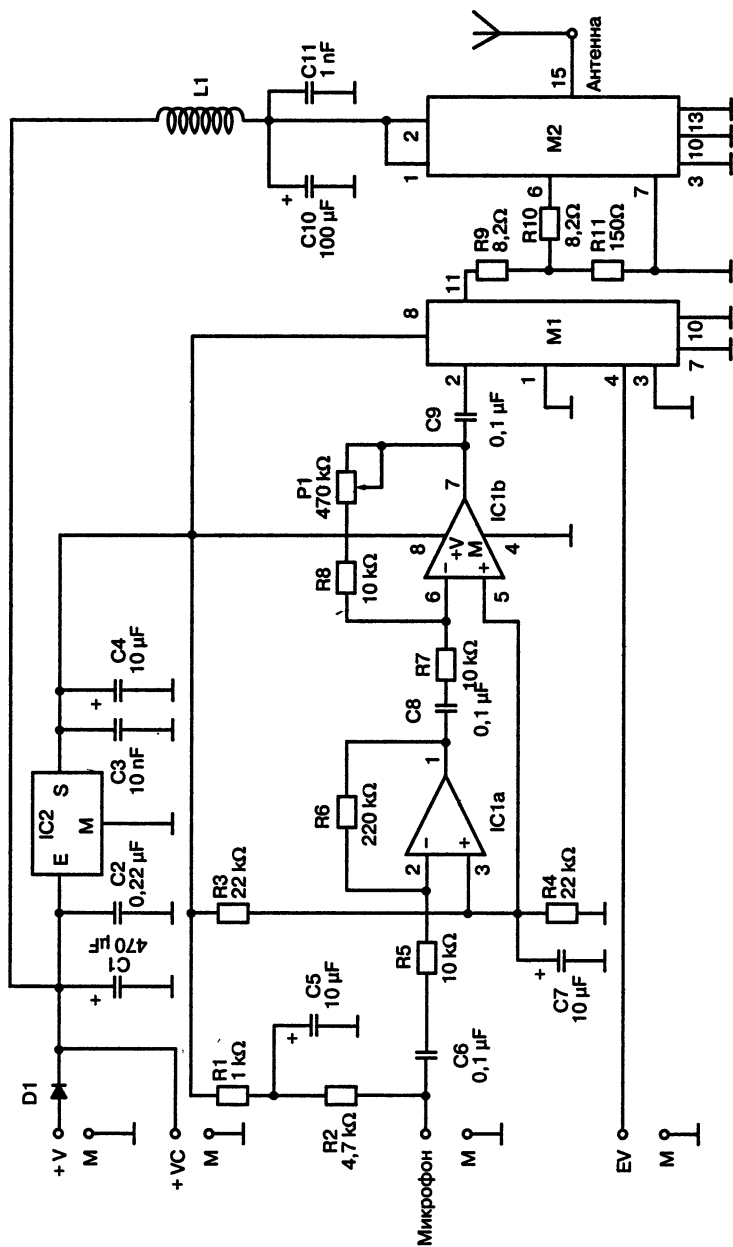


Рис. 5.13. Схема видео- и аудиопередатчика большой мощности

В остальном схема, представленная на рис. 5.13, комментариев не требует, так как ее левая часть аналогична схеме, представленной на рис. 5.5.

Изготовление

Даже если вы никогда ранее не слышали о модулях MCA фирмы Aurel, не стоит беспокоиться: они почти так же часто встречаются в продаже, как и другие модули, и в каталогах фирм, предлагающих модули MAV.

Все остальные компоненты – обычного типа, даже SMD-резисторы для поверхностного монтажа имеют распространенный номинал.

Печатная плата и схема размещения компонентов передатчика представлены на рис. 5.14 и 5.15.

Далее мы не будем возвращаться к описанию способа монтажа SMD-компонентов, напомним лишь, что устанавливать их должны в первую очередь.

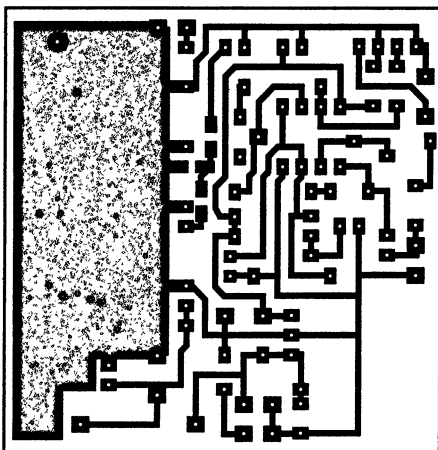


Рис. 5.14. Печатная плата видео- и аудиопередатчика большой мощности
(вид со стороны печатных проводников)

Перечень компонентов

Полупроводники:

- IC1: TL 082
- IC2: 7805 (интегральный стабилизатор + 5 В, 1 А, корпус TO 220) (KP142EH5A)



Рис. 5.15. Размещение компонентов видео- и аудиопередатчика большой мощности

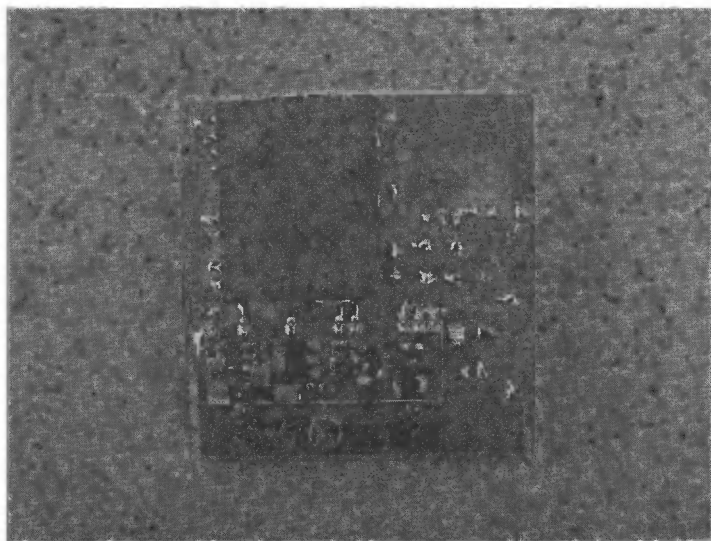
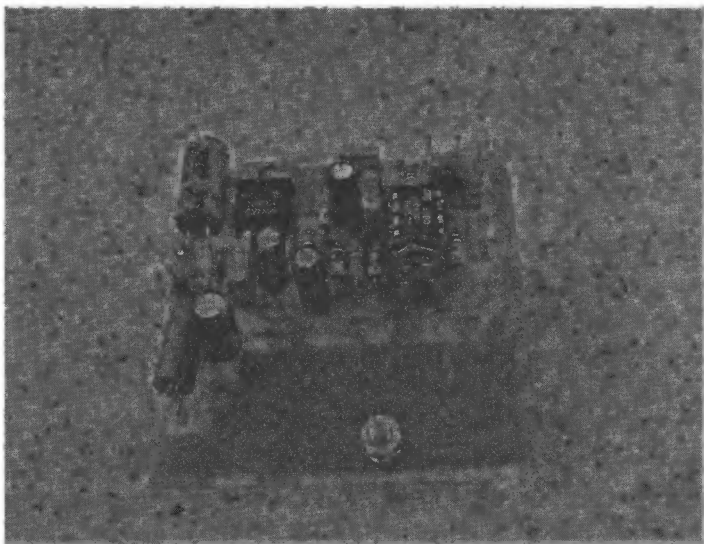
- M1: модуль Aurel MAV-VHF 244 или MAV-UHF 479,5 (в зависимости от желаемой частоты)
- M2: модуль Aurel MCA 224 или MCA 479 (в зависимости от выбранного модуля M1)
- D1: 1N 4004

Если не указано иначе – резисторы 0,25 Вт 5%:

- R1: 1 кОм (каштановый, черный, красный)
- R2: 4,7 кОм (желтый, фиолетовый, красный)
- R3, R4: 22 кОм (красный, красный, оранжевый)
- R5, R7, R8: 10 кОм (каштановый, черный, оранжевый)
- R6: 220 кОм (красный, красный, желтый)
- R9, R10: 8,2 Ом SMD-компонент для поверхностного монтажа
- R11: 150 Ом SMD

Конденсаторы:

- C1: 470 мкФ 25 В электролитический (K50-35)
- C2: 0,22 мкФ пленочный (K73-17)
- C3: 10 нФ керамический



- С4, С5, С7: 10 мкФ 25 В электролитический (К50-35)
- С6, С8, С9: 0,1 мкФ пленочный (К73-17)
- С10: 100 мкФ электролитический (К50-35)
- С11: 1 нФ керамический

Прочие компоненты:

- L1: дроссельная катушка индуктивности VK 200 (или намотать 3 витка эмалированным медным проводом диаметром 0,5 мм в продольных отверстиях ферритового цилиндрического высокочастотного сердечника)
- P1: подстроечный резистор для вертикальной установки на печатной плате 470 кОм
- Панелька для интегральной схемы: 1 × 8 контактов

Затем установите все прочие компоненты. В конце установите модули M1 и M2 со стороны печатных проводников. Способ монтажа модуля M1 остается прежним.

Модуль M2 устанавливается следующим образом. Установите контакты модуля в предусмотренные для этого отверстия. Перед пайкой контакты модуля необходимо согнуть таким образом, чтобы металлическое основание модуля плотно прилегало к предусмотренной для этого медной площадке, служащей ему «землей» и теплоотводящим радиатором. Затем на медной площадке отметьте крепежное отверстие, снимите модуль и просверлите отверстие. Установите модуль на место, закрепите металлическую подложку винтом с гайкой к печатной плате и пропайте контакты.

Испытания и применение

Для данного передатчика в еще большей степени, чем для предыдущего, важен правильный выбор антенны. Следуйте советам для предыдущего передатчика.

Испытания данного передатчика полностью аналогичны испытаниям, которые мы проводили уже трижды, и не требуют дополнительного описания. Помните лишь, что потребляемый ток увеличивается до 180 мА при напряжении 12 В. Такова цена увеличения высокочастотной мощности!

Выбор видеоприемников

Если благодаря модулям Aurel сборка видеопередатчиков превратилась в очень простое занятие, то с выбором приемника ситуация несколько сложнее. Однако, несмотря на то,

что мы не собираемся предлагать собрать схемы приемников, у вас не должно возникнуть затруднений.

Как мы уже говорили, современные телевизоры способны принимать излучения наших передатчиков. Тем не менее, если вы намерены приобрести приемник, специально предназначенный для проведения наблюдения, назовем важные характеристики, которые необходимо учитывать при его выборе.

Что касается частоты излучения передатчиков, то две предложенные частоты соответствуют стандартным каналам телевизионного вещания.

Если вы желаете в этом убедиться (и если продавец окажется достаточно компетентным для того, чтобы вам ответить!), вам достаточно спросить, может ли предлагаемый телевизор принимать канал 12 в диапазоне III для передатчиков, работающих на частоте 224,5 МГц, и канал 22 в диапазоне IV для передатчиков, работающих на частоте 479,5 МГц.

В наших передатчиках используется система стандарта PAL, следовательно, необходимо, чтобы ваш телевизор вмещал системы стандартов PAL/SECAM. В принципе, в телевизоре любой современной модели присутствуют оба этих стандарта. В случае возникновения сомнения относительно телевизора старой модели достаточно проверить у него наличие переключателя систем SECAM/PAL.

В отношении переключения систем стоит заметить, что, хотя в настоящее время почти на всех телевизорах оно автоматическое, его работа не всегда совершенна. И если, используя камеру цветного изображения с нашими передатчиками, вы принимаете сигнал в виде прекрасных черно-белых или цветных полос (в зависимости от конкретного случая), то это означает сбой в работе переключения PAL/SECAM. Вам достаточно включить ручной режим, и изображение нормализуется.

Прежде чем завершить наши замечания по поводу видеоприемников, обращаем еще раз ваше внимание на важность использования высококачественных антенн. Не забывайте также о том, что классическая многоэлементная телевизионная антенна, установленная на крыше вашего дома, является

антенной направленного действия. Для обеспечения необходимого радиуса действия важно, чтобы она была ориентирована в направлении принимаемого передатчика.

Кроме того, имейте в виду, что радиус действия связи между передатчиком и приемником можно увеличить, подключив к приемнику антенну с большим коэффициентом усиления, то есть с большим количеством элементов (так называемых директоров и рефлекторов). Естественно, размеры такой антенны больше, но и прием сигнала для нее – не проблема.

Глава

Различные устройства наблюдения

Когда речь заходит о наблюдении, сразу представляется прослушивание бесед окружающих вас людей либо разговоров по телефонным линиям, либо скрытое наблюдение при помощи видеокамеры. Но этим не исчерпывается данная область.

Все более актуальным становится наблюдение за информационными каналами, или определенным объектом, или транспортным средством. Также может возникнуть желание прослушивать разговоры, но без помощи средств радиосвязи, если их невозможно использовать из-за неподходящей конфигурации конкретного места или опасения быть обнаруженным.

Для подобных ситуаций существует одно или несколько решений, и сейчас мы рассмотрим некоторые из них.

Приемопередатчик для перехвата цифровых данных информационного канала

Сбор информации, которую обрабатывает персональный компьютер (ПК), не подключенный к сети и не связанный с внешним миром, чрезвычайно сложен, но, тем не менее, возможен. Для этого необходимы технические средства, недостижимые для радиолюбителя или даже небольшой компании. Но как только на компьютере появляется связь с внешним миром, становятся выполнимыми и некоторые операции по перехвату данных.

Учитывая цель данной книги, мы не будем рассматривать чисто программные методы наблюдения за компьютером, подключенным к сети. Поговорим о том, каким образом можно вмешаться в аппаратное обеспечение некоторых информационных каналов для организации за ними наблюдения.

Прежде всего, следует знать, что многие ПК соединены с внешним миром через последовательный канал RS232, даже если это соединение не заметно на первый взгляд.

Так, если для соединения конкретного ПК с Интернетом применяется внешний модем, то для соединения ПК с внешним модемом, как правило, используется последовательный интерфейс RS232 (в дальнейшем – RS232), хотя в последнее время появились модемы, использующие новый последовательный интерфейс USB.

Если в общем виде глобальная информационная сеть состоит из совокупности связанных между собой ПК, то на «местном» уровне связь между отдельным системным блоком ПК и периферийным устройством до сих пор часто реализуется с помощью RS232. Устройство, которое мы собираемся предложить вам, предназначено для сбора информации, поступающей по каналу RS232. Это радиоприемопередатчик, скрыто подключаемый непосредственно к каналу.

Схема передатчика представлена на рис. 6.1.

Несмотря на простоту, передатчик имеет замечательную особенность питаться от наблюдаемого канала. Это позволяет установить его раз и навсегда в разъем или непосредственно в оборудование, за каналом которого должно вестись наблюдение, не заботясь о сроках автономной работы передатчика.

Диоды D1-D5 отбирают токи, протекающие на различных линиях управления канала RS232. Положительные уровни напряжения отпирают диоды, конденсатор C1 заряжается и питает устройство через интегральный стабилизатор напряжения IC1. Последний представляет собой стабилизатор особого типа, обладающий двумя особенностями: очень малым падением напряжения между входом и выходом, а также микрорасходом мощности для собственных нужд. Стабилизатор напряжения осуществляет питание передатчика, образованного модулем M1, о котором речь пойдет позднее.

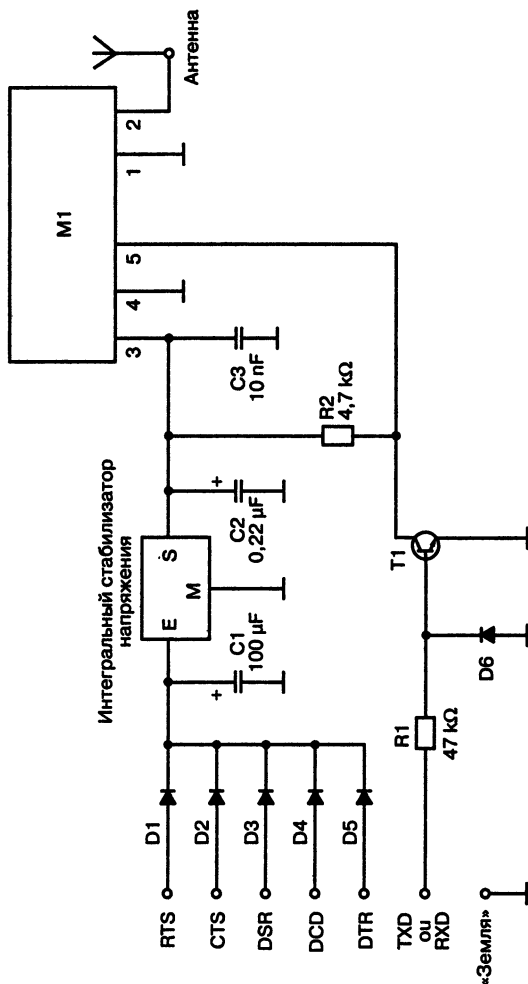


Рис. 6.1. Схема передатчика перехваченных данных для канала RS232

Интересующая нас информационная линия прослеживаемого канала, то есть линия TDX (передача данных) или RDX (прием данных), подключена к транзистору **T1**, преобразующему уровень импульсов из RS232 в TTL-уровень и инвертирует их для подачи на вход радиомодуля **M1** истинных логических сигналов, которые в канале RS232 инвертированы.

Как и в передатчиках, рассмотренных в предыдущих главах, в данном устройстве вся работа выполняется гибридным модулем, правильный выбор последнего принципиально важен для эффективной работы передатчика. Классические модули с амплитудной модуляцией фирм Aurel или Telecontrolli обладают скоростью передачи до 1200 бит/с, поэтому не следует пытаться устанавливать их в каналах с большими скоростями. Если мы рассчитываем на более высокие скорости передачи (9600 бит/с и выше), то должны использовать подходящие для этого модули, например английской фирмы Radiometrix.

Самый совершенный вариант этих модулей, соответственно обозначенных TX2 для передатчика и RX2 для приемника, позволяет достичь скорости 160 кбит/с. Один общий передатчик работает на всех скоростях передачи, для приемников имеется несколько вариантов: 14, 40 и 160 кбит/с. Наше устройство совместимо со всеми тремя версиями, все зависит от толщины вашего кошелька!

Основные характеристики модуля передатчика:

- двухкаскадный передатчик с частотной модуляцией, стабилизированный резонатором на поверхностных акустических волнах на 433,92 МГц;
- выходная мощность + 9 дБ или около 9 мВт;
- КПД выше 15% (отношение выходной мощности к потребляемой мощности от источника питания);
- подавление второй гармоники более 60 дБ;
- питание от единственного источника постоянным напряжением 4–6 В, для используемого варианта с питанием 5 В потребляемый ток 10 мА.

Схема приемника представлена на рис. 6.2.

Так как к приемнику не предъявляется особых требований по скрытности, его питание осуществляется обычным образом от батарей или сетевого блока питания напряжением 9 В. Интегральный стабилизатор напряжения IC1 подает на приемник напряжение +5 В.

Прием выполняется модулем M1, который представляет собой вышеупомянутый приемник Radiometrix RX 2. Его основные характеристики следующие:

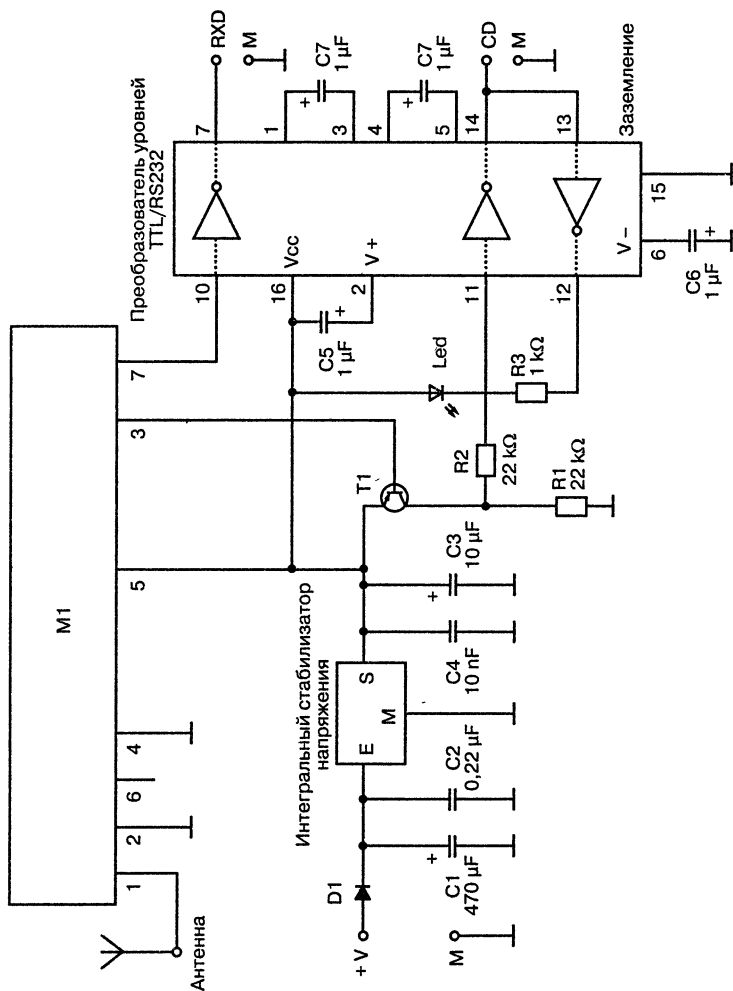


Рис. 6.2. Схема приемника перехваченных данных для канала RS232

- приемник для диапазона ультракоротких волн, супергетеродинного типа с двойным преобразованием частоты;
- стабилизация частоты резонатором на поверхностных акустических волнах;
- чувствительность не менее: 107 дБ для варианта 14 кбит/с, 100 дБм для варианта 40 кбит/с и 96 для варианта 160 кбит/с;

- паразитное излучение внутреннего генератора менее 60 дБ;
- питание от общего источника напряжения 3–6 В, ток потребления 13 мА.

На выводе 7 модуля приемника M1 присутствуют принимаемые от передатчика логические сигналы TTL-уровня. Сигналы подаются на интегральную схему IC2 преобразователя уровней TTL в уровни RS232 и, наоборот, типа MAX 232. Итак, на выходе RXD приемника имеется сигнал с уровнем RS232, полученный от передающего модуля. Вам остается только подать его на выбранное устройство обработки информации, микрокомпьютер или простой терминал, для обработки данных, проходящих через наблюдаемый канал.

Как и любой приемник, работающий в диапазоне ультракоротких волн, в отсутствие приема модуль M1 имеет на выходе фоновый шум, воспринимаемый в виде случайных логических сигналов, от которых непросто избавиться. Для решения этой проблемы на выводе 3 модуля при наличии обнаружения несущей частоты появляется уровень, сообщающий о факте приема сигнала передатчика. Данный уровень запирает транзистор T1, при этом загорается светодиод LED, и подается высокий уровень RS232 (то есть + 12 В) на выход CD. Таким образом, информационное оборудование получает лишь полезную информацию и не «засоряется» шумовыми сигналами.

Изготовление

При выборе модуля RX 2 вам следует выбрать вариант, совместимый с максимальной скоростью наблюдаемого канала, а наш приемник совместим со всеми тремя вариантами. Все прочие компоненты широко доступны.

Перечень компонентов

Полупроводники:

- IC1: LM 2936 Z 5 (не заменять на 78L05)
- M1: передающий модуль Radiometrix TX2-5 D
- M2: модуль Aurel MCA 224 или MCA 479 (в зависимости от выбранного модуля M1)

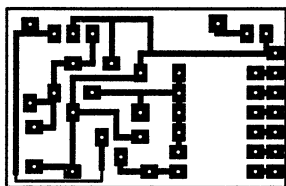


Рис. 6.3. Печатная плата передатчика перехваченных данных для канала RS232, вид со стороны печатных проводников

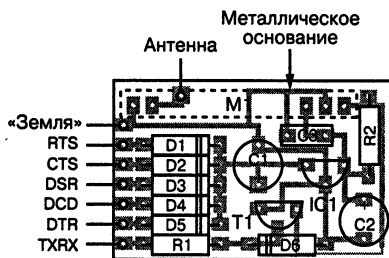


Рис. 6.4. Размещение компонентов передатчика перехваченных данных для канала RS232

- T1: 2 N 2222A
- D1, D2, D3, D4, D5, D6: 1N 914 или 1N 4148

Если не указано иначе – резисторы 0,25 Вт 5%:

- R1: 47 кОм (желтый, фиолетовый, оранжевый)
- R2: 4,7 кОм (желтый, фиолетовый, красный)

Конденсаторы:

- C1: 100 мкФ 25 В электролитический (K50-35)
- C2: 10 мкФ 25 В электролитический (K50-35)
- C3: 10 нФ керамический

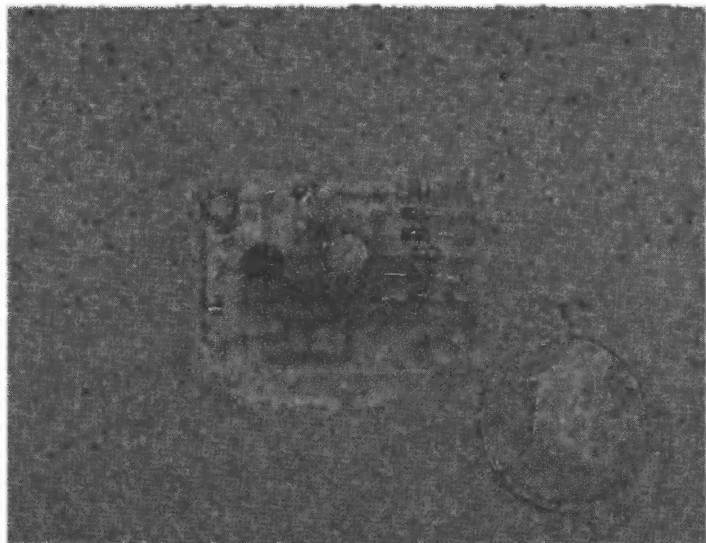
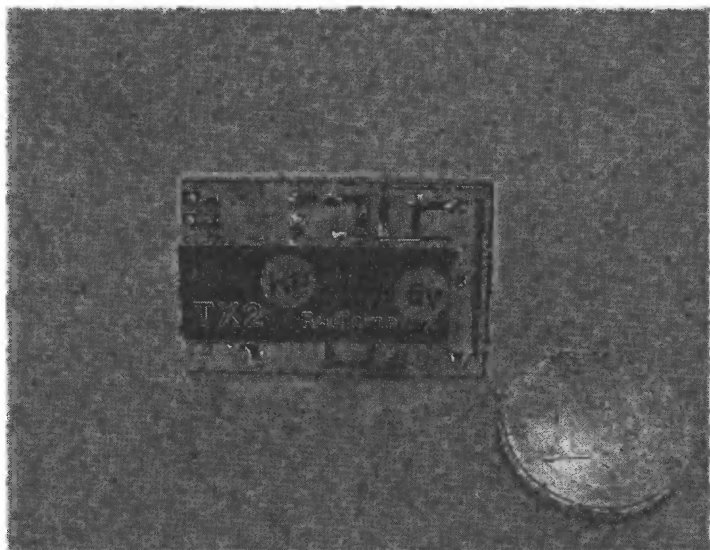
Прочие компоненты:

- Разъем RS232 (DB 25 или DB 9) в зависимости от необходимости

Передатчик предназначен для скрытого использования, поэтому мы максимально сократили его размеры (рис. 6.3). Такой результат достигнут и без применения SMD-компонентов.

Размещение компонентов выполняйте, следуя указаниям рис. 6.4, в обычном порядке: резисторы, конденсаторы, транзистор и интегральная микросхема.

Как вы уже знаете, модуль M1 устанавливается со стороны печатных проводников платы, но, учитывая, что модуль Radiometrix TX 2 находится в полностью экранированном металлическом корпусе, перед установкой модуля его корпус следует обмотать изоляционной лентой. Поступайте в соответствии с уже знакомой вам последовательностью:



пайка вертикально со стороны печатных проводников на расстоянии 2 мм от печатной платы, сгибание на 90° для установки модуля в горизонтальном положении.

Приемник достаточно прост в изготовлении. Его печатная плата представлена на рис. 6.5, а схема размещения компонентов приведена рис. 6.6.

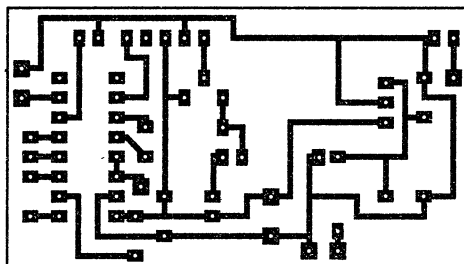


Рис. 6.5. Печатная плата приемника перехваченных данных для канала RS232 (вид со стороны печатных проводников)

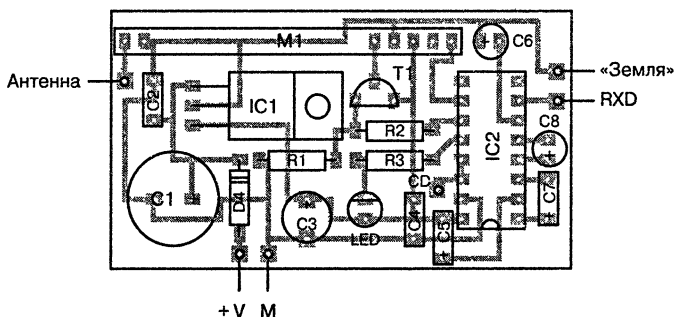


Рис. 6.6. Размещение компонентов приемника перехваченных данных для канала RS232

Интегральный стабилизатор напряжения IC1 устанавливается горизонтально на печатной плате, а модуль приемника Radiometrix – вертикально со стороны монтажа прочих компонентов. Светодиод LED размещают либо непосредственно на печатной плате, либо выносят на внешнюю панель корпуса приемника.



Испытания и применение

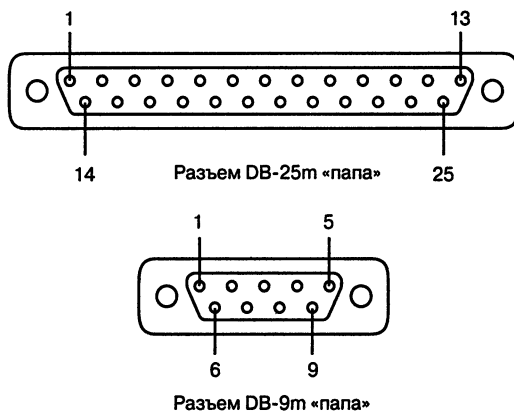
Передатчик не требует установки специального источника питания, так как питание передатчика, как мы уже выяснили, отбирается от интересующего нас канала. Приемнику необходимо нестабилизированное напряжение около 9 В от батареи или сетевого блока питания и силой тока не менее 50 мА.

Антенны для передатчика и приемника можно изготовить из обыкновенного жесткого провода длиной 17 см, составляющей четверть длины волны используемой частоты.

Для проведения испытаний, естественно, можете воспользоваться собственным каналом RS232 с собственными данными, передаваемыми по нему. Подключите передатчик к каналу в соответствии с наименованиями каналов, указанными на рис. 6.1, 6.4. В помощь вам на рис. 6.7 и в сопутствующей таблице указана цоколевка разъемов, применяемых в настоящее время для данного канала.

Примите к сведению, что очень хорошее краткое описание каналов RS232 вы найдете на сайте автора этих строк по адресу www.tavernier-c.com.

Вход данных передатчика соединяется с линией TXD или RXD в зависимости от направления движения информации,



DB25	DB9	Наименование сигнала
2	3	TxD
3	2	RxD
4	7	RTS
5	8	CTS
6	6	DSR
7	5	«Земля»
8	1	DCD
20	4	DTR
22	9	RI

Рис. 6.7. Стандартная цоколевка разъемов DB25 и DB9, применяемых для каналов RS232

которая вас интересует. Подобное наблюдение в одном направлении обычно не представляет проблем, ибо в большинстве каналов RS232 используется принцип локального эха. Таким образом, на терминале, соединенном с центральной станцией, символы, набранные на клавиатуре, не посылаются непосредственно на экран, а по каналу посылаются на центральную станцию, с которой затем отправляются на экран. Поэтому достаточно вести наблюдение за одной линией TXD центральной станции, чтобы одновременно видеть символы, отправляемые ей на экран терминала, а также, вследствие локального эха, символы, набранные на клавиатуре терминала, то есть, по сути, весь канал.

Если есть возможность подключить приемник к обыкновенному пульту, состоящему из клавиатуры и экрана, лучше воспользоваться микрокомпьютером, оснащенным соответствующей программой. Однако даже если в результате испытаний вы убедились в том, что связь работает безупречно «на столе», в реальной ситуации могут возникнуть проблемы. В частности, связь может нарушаться вследствие различных явлений, связанных как с ограниченностью радиуса действия радиосвязи, так и с многочисленными радиоэлектронными помехами, порождаемыми микрокомпьютером.

Как результат таких помех во время приема полезных данных часто появляются бессмысленные символы. Поэтому советуем производить запись данных для их последующей «сортировки». Тем более если передача данных информационным оборудованием ведется с интервалами, в течение которых не происходит передача информации, а линия RXD или TXD не активна, на выход RXD приемника поступают случайные логические сигналы. Это не является следствием какого-либо дефекта нашего приемника, а обусловлено схемотехническими особенностями модуля RX2.

В данной ситуации помимо обеспечения высокого уровня CD необходима проверка достоверности данных системой, которая их обрабатывает.

Система наблюдения за объектом или транспортным средством

Предлагаемое устройство немного меняет тему нашего разговора, хотя мы продолжаем вести речь о наблюдении. Устройство, состоящее из передатчика и приемника, позволяет следить за удалением предмета, человека или транспортного средства и работает следующим образом. Передатчик закрепляется на предмете или человеке, приемник находится в распоряжении человека, ведущего наблюдение. Через определенные запрограммированные вами интервалы передатчик передает приемнику закодированный сигнал. Как только приемник перестает принимать сигнал из-за увеличивающегося

расстояния до передатчика или по каким-то другим запрограммированным вами причинам, он подает звуковой и/или световой тревожный сигнал.

Несмотря на свои богатые возможности, как передатчик, так и приемник имеют несложную конструкцию. Одна часть схемы используется дважды благодаря функции переключения режима работы. На рис. 6.8 представлена схема передатчика, в левой части которой установлен гибридный модуль, предназначенный для радиопередачи цифровых данных.

В данном случае речь идет о стандартном передающем модуле с амплитудной модуляцией, очень распространенном и, судя по списку компонентов, недорогом.

Переданные данные генерируются IC1 – специализированной микросхемой кодера/декодера. Оставляем самым догадливым из вас возможность узнать микроконтроллер в этом корпусе под названием ICPS 800. Элементы R1-C2 представляют собой цепь сброса и установки в первоначальное состояние при подаче напряжения питания на IC1, цепь R2-C1 задает ее тактовую частоту.

В передатчике имеются 8 кодовых микропереключателей. Первые четыре используются для индивидуального кодирования устройства, вторая четверка определяет различные режимы работы устройства. Питание производится от батареи напряжением 9 или 12 В и стабилизируется на уровне +5 В интегральным стабилизатором IC2.

Естественно, что для такого передатчика должен использоваться специальный приемник, схема которого, представленная на рис. 6.9, похожа как родной брат на схему передатчика, так как используется одна и та же микросхема, функция которой меняется при подаче соответствующего уровня на управляющий вход.

Этот вывод, в данном случае – 17, соединен с «землей» для установки микросхемы IC1 (ICPS 800) в режим декодера.

Приемник получает данные от передатчика через модуль приемника M1. Так же, как и в передатчике, цепь R1-C2 обеспечивает автоматический сброс и установку в исходное положение при включении питания, а цепь C1-R2 определяет внутреннюю тактовую частоту.

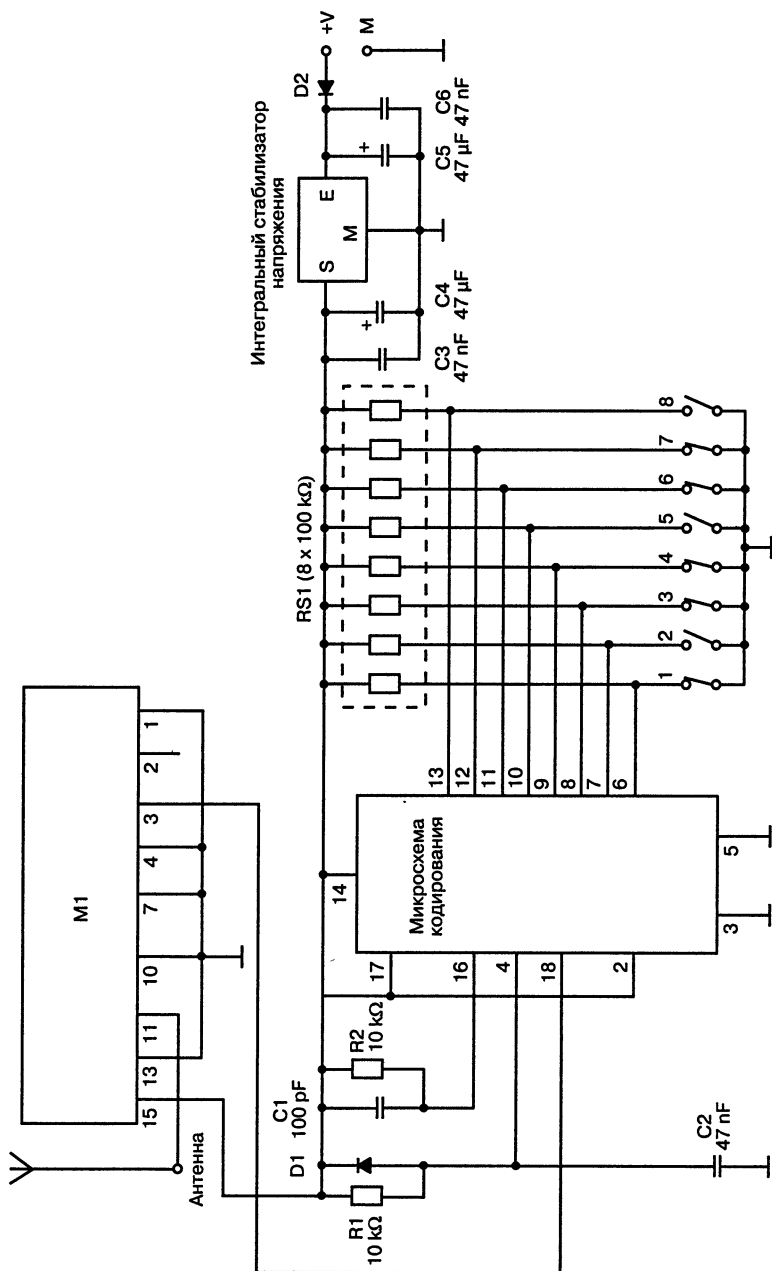


Рис. 6.8. Схема передатчика наблюдения за объектом или транспортным средством

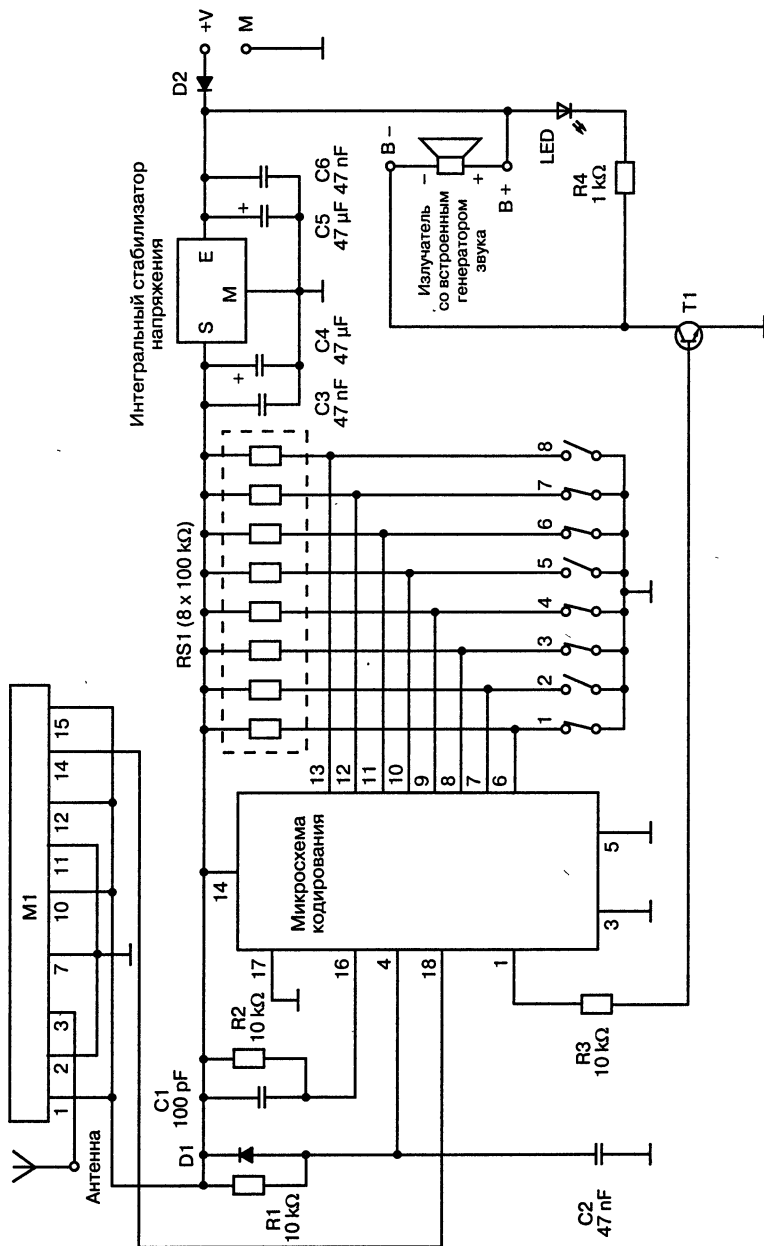


Рис. 6.9. Схема приемника наблюдения за объектом или транспортным средством

Микропереключатели DIL служат для определения примененного индивидуального кода передачи, аналогично тому, что мы видели в передатчике. В приемнике переключатели 3 и 4 определяют количество непринятых контрольных сигналов, отправленных передатчиком, до включения сигнала тревоги.

Сигнал тревоги включается транзистором T1, который одновременно управляет светодиодом LED и динамиком, чем обеспечивается возможность, в зависимости от обстоятельств, использовать одновременно или отдельно звуковой и визуальный сигналы тревоги.

Как и в передатчике, питание приемника осуществляется от батареи напряжением 9 или 12 В, которое стабилизируется на уровне 5 В интегральной схемой IC2 для подачи на ICPS 800 и радиопринимающий модуль.

Изготовление

Не считая интегральной микросхемы ICPS 800, с заказом которой могут возникнуть некоторые трудности, все прочие компоненты являются распространенными и не нуждаются в особых комментариях. При подборе динамика следует выбрать акустический излучатель со встроенным низкочастотным генератором, так как схема ICPS 800 подает на динамик с помощью транзистора T1 только напряжение питания, но не вырабатывает управляющего низкочастотного сигнала.

На рис. 6.10 предлагается наиболее компактная печатная плата с учетом размеров передающего модуля.

Размещение компонентов (рис. 6.11) не представляет сложностей, достаточно лишь соблюдать правильное положение компонентов с полярными выводами.

Также обратите внимание на правильную ориентацию резисторной микросборки номиналом 100 кОм, общая точка которых отмечена чертой или точкой на корпусе.

Перечень компонентов передатчика

Полупроводники:

- IC1: ICPS 800
- IC2: 78L05 (интегральный стабилизатор + 5 В, 100 мА, корпус TO 92) (1157ЕН5)

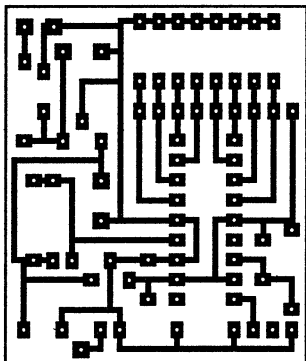


Рис. 6.10. Печатная плата передатчика наблюдения за объектом или транспортным средством (вид со стороны печатных проводников)

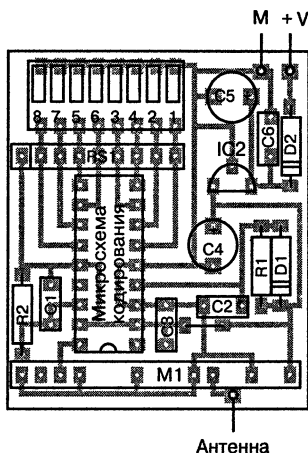


Рис. 6.11. Размещение компонентов передатчика наблюдения за объектом или транспортным средством

- M1: передающий модуль с амплитудной модуляцией AM 433,92 МГц фирм Aurel или Telecontrolli
- D1: 1N 914 или 1N 4148
- D2: 1N 4004

Если не указано иначе – резисторы 0,25 Вт 5%:

- R1, R2: 10 кОм (каштановый, черный, оранжевый)
- RS1: резисторная микросборка SIL 8 × 100 кОм с одной общей точкой

Конденсаторы:

- C1: 100 пФ керамический
- C2, C3, C6: 47 нФ пленочный (K73-17) C4, C5: 47 мкФ 16 В электролитический (K50-35)

Прочие компоненты:

- S1 – S8: блок из 8 микропереключателей для печатного монтажа DIP
- Панелька для интегральной микросхемы: 1 × 16 контактов

Передатчик вы можете разместить в корпусе, из которого должна выходить только передающая антенна. Для проведения

испытаний передатчика необходим специальный приемник, к изготовлению которого мы и переходим.

Перечень компонентов приемника

Полупроводники:

- IC1: ICPS 800
- IC2: 78L05 (интегральный стабилизатор + 5 В, 100 мА, корпус TO 92) (1157EH5)
- M1: свержрегенеративный приемник с амплитудной модуляцией AM 433,92 МГц фирм Aurel или Telecontrolli
- T1: BC 547, BC 548, 2 N 2222 A
- D1: 1N 914 или 1N 4148
- D2: 1N 4004
- LED: светодиод любого цвета

Если не указано иначе – резисторы 0,25 Вт 5%:

- R1, R2, R3: 10 кОм (каштановый, черный, оранжевый)
- R4: 1 кОм (каштановый, черный, красный)
- RS1: резисторная микросборка SIL 8 × 100 кОм с одной общей точкой

Конденсаторы:

- C1: 100 пФ керамический
- C2, C3, C6: 47 нФ пленочный (K73-17)
- C4, C5: 47 мкФ 16 В электролитический (K50-35)

Прочие компоненты:

- S1 – S8: блок из 8 микропереключателей для печатного монтажа DIP
- BUZ: акустический излучатель со встроенным генератором питания +12 В
- Панелька для интегральной микросхемы: 1 × 16 контактов

На рис. 6.12 и 6.13 представлены печатная плата и схема размещения компонентов.

Размещение компонентов следует выполнять в обычном порядке, соблюдая ориентацию полярных компонентов и резисторной микросборки.

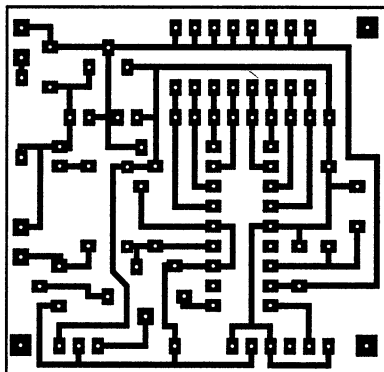


Рис. 6.12. Печатная плата приемника наблюдения за объектом или транспортным средством (вид со стороны печатных проводников)

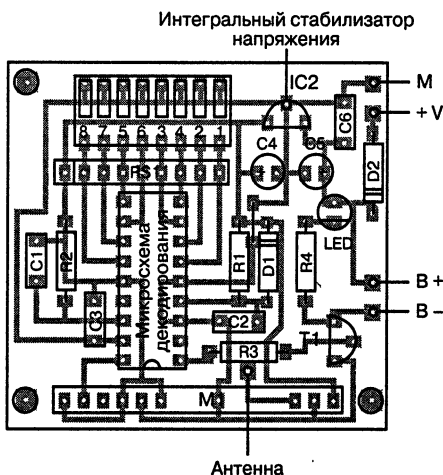


Рис. 6.13. Размещение компонентов приемника наблюдения за объектом или транспортным средством

Испытания и применение

Перед проведением испытаний необходимо установить кодирующие выключатели передатчика и приемника в правильное положение. Как показано в табл. 6.1, выключатели 1 и 2 передатчика служат для установки длительности периода между передачами сигналов. Установите их в следующей последовательности.

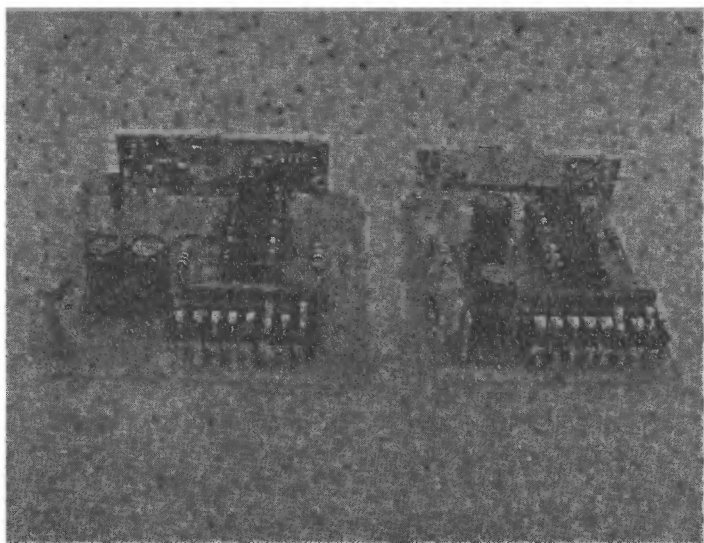


Таблица 6.1. Интервал между двумя сигналами передатчика наблюдения за объектом или транспортным средством в зависимости от положения переключателей 1 и 2

Выключатель 1	Выключатель 2	Интервал между двумя передачами
Разомкнут	Разомкнут	1 минута
Разомкнут	Замкнут	5 минут
Замкнут	Разомкнут	10 минут
Замкнут	Замкнут	20 минут

В приемнике переключателями 3 и 4 задается количество непринятых вовремя сигналов передатчика, необходимое для срабатывания сигнала тревоги. В передатчике эти переключатели не выполняют специальные функции, но их положение должно соответствовать положению переключателей приемника для обеспечения работы связи. Переключатели 5–8 определяют персональный код вашей системы, их положение вы определяете сами.

Положение переключателей 1 и 2 и 5–8 должно соответствовать положению этих переключателей в передатчике. Затем установите переключатели 3 и 4 в соответствии с указаниями табл. 6.2 для определения количества пропущенных

контрольных сигналов до включения сигнала тревоги. После этого установите в такое же положение переключатели 3 и 4 передатчика.

Таблица 6.2. Количество непринятых кодовых сигналов, необходимых для приемника наблюдения за объектом или транспортным средством, в зависимости от положения переключателей 3 и 4

Выключатель 3	Выключатель 4	Количество неприемов для активации сигнала тревоги
Разомкнут	Разомкнут	1
Разомкнут	Замкнут	2
Замкнут	Разомкнут	3
Замкнут	Замкнут	4

После настройки все переключатели передающего и принимающего модулей должны находиться в одинаковом положении для обеспечения работы связи. Во избежание слишком долгого ожидания при настройке советуем установить выключатели 1, 2, 3 и 4 в разомкнутое положение.

Теперь можно переходить к испытаниям. Для этого подключите приемник и передатчик к батарее или сетевому блоку питания напряжением 9 В. Ничего не должно происходить.

Теперь отключите питание передатчика. Приблизительно через 1,5 минуты (если выключатели 1–4 находятся в разомкнутом положении) динамик и светодиод LED приемника должны подать звуковой и световой сигнал тревоги. После подключения передатчика к источнику питания и начала приема контрольных данных от передатчика сигнал тревоги должен прекратиться.

Имейте в виду, что время реакции приемника с момента прерывания приема сигнала передатчика в 1,5 раза больше продолжительности интервала между передачами контрольных сигналов, запрограммированного переключателями 1 и 2. Таким образом, если длительность между передачами составляет 1 минуту, то время до срабатывания сигнала тревоги будет составлять 1,5 минуты и т.д.

Для работы в обычных условиях при ведении наблюдения за объектом, транспортным средством или человеком передача контрольного сигнала программируется, как правило,

с частотой один раз в минуту, а срабатывание сигнала тревоги – после первого исчезновения контрольного сигнала.

Передачик обладает более длительным периодом автономной работы вследствие того, что передача данных производится за очень короткий промежуток времени с продолжительными паузами, определяемыми S1 и S2. При длительном отсутствии сигналов передатчика, вследствие чрезмерного разряда его батарей, приемник автоматически оповещает об этом сигналом тревоги.

Устройство голосового управления для магнитофона

В некоторых ситуациях невозможно или нежелательно использовать радиосвязь для прослушивания разговоров, и, соответственно, устройства, рассмотренные в главе 2, неприменимы. В таких ситуациях остается воспользоваться магнитофоном для записи разговоров. Во избежание ненужного расхода магнитной ленты и экономии потребляемой энергии рекомендуется применять систему голосового управления.

Предлагается изготовить устройство, совместимое со всеми существующими марками магнитофонов. Оно обеспечивает автоматическое включение магнитофона при возникновении звуковых колебаний и его автоматическое выключение после нескольких секунд тишины.

Без сомнения, такое устройство можно использовать и для более «открытых» целей, например для записи конференций или докладов, что позволяет сократить расход магнитной ленты. Вам, конечно же, приходилось замечать, что, за исключением докладчиков с быстрым темпом речи, в выступлениях прочих ораторов часто возникают паузы, которые также записываются на магнитную ленту. Кроме того, что на их запись расходуется немалое количество ленты, а соответственно, и времени, паузы затрудняют последующее прослушивание записи, заставляя нас нажимать кнопку ускоренной перемотки вперед.

В схеме, представленной на рис. 6.14, используется только одна интегральная микросхема, которая представляет собой

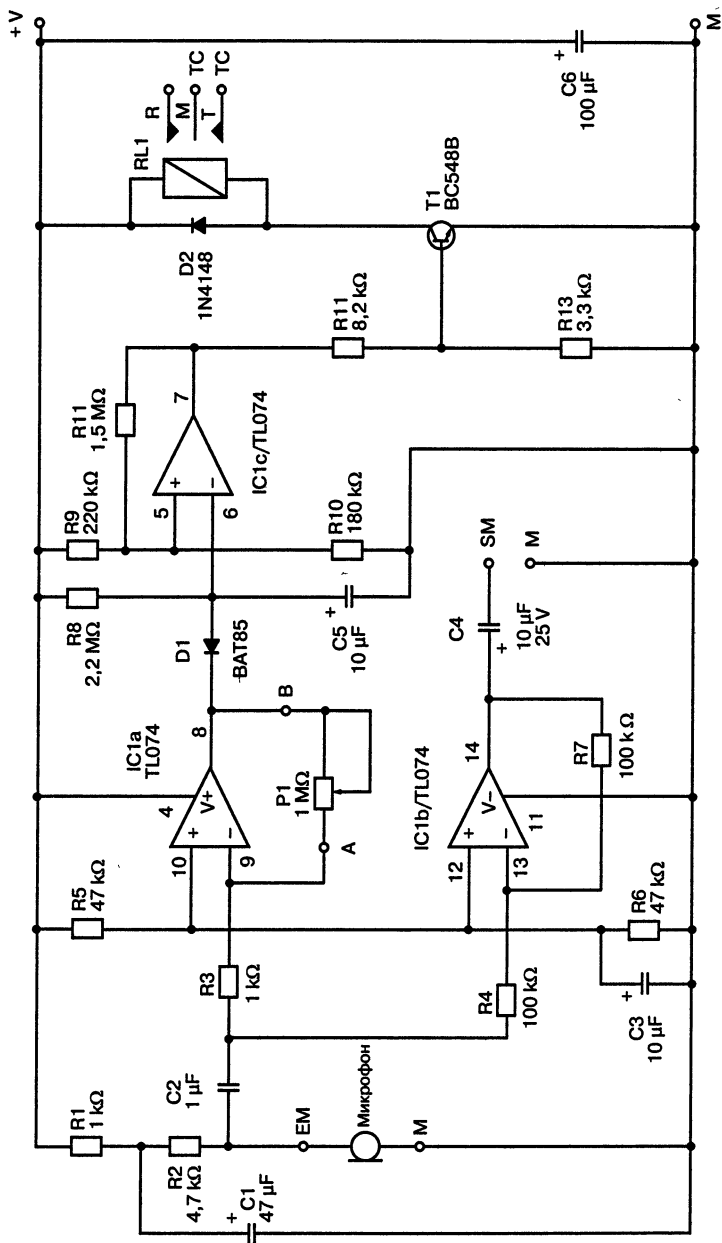


Рис. 6.14. Схема устройства голосового управления для магнитофона

счетверенный операционный усилитель. Звук улавливается электретным микрофоном, питание на который подается через резисторы R2 и R1, образующий с C1 фильтр развязки в цепи питания.

Сигнал микрофона усиливается операционным усилителем IC1a. Регулировка уровня усиления сигнала выполняется переменным резистором P1.

При отсутствии звука конденсатор C5 заряжен через резистор R8 до половины напряжения питания, и напряжение на нем ограничено выходным напряжением IC1a, повторяющим напряжение, присутствующее на делителе R5, R6 и входе IC1a. Усилитель IC1c образует компаратор напряжения, выход которого находится на низком уровне, запирающем транзистор T1, который и удерживает реле RL1 разомкнутым.

При возникновении звука достаточной амплитуды и длительности усиленный сигнал на выходе IC1a разряжает конденсатор C5 через открывающийся диод D1, в результате чего изменяется состояние IC1c, T1 отпирается и включает обмотку реле, контакты которого включают магнитофона.

При прекращении звука разряд C5 прекращается, но конденсатору требуется еще одна или две секунды для заряда до половины напряжения питания через резистор R8 с большим сопротивлением. Это позволяет избежать мгновенного выключения устройства и остановки записи при появлении малейшей паузы.

Микрофон устройства также подключен к интегральной схеме IC1b, образующей усилитель с единичным усилением, определяемым отношением R7 и R4, равного 1. Это позволяет использовать микрофон устройства в качестве микрофона для магнитофона при наличии соответствующего входного разъема. Таким образом, нет необходимости скрытой установки двух микрофонов – устройства и магнитофона. Использование выхода SM необязательно, и, если вы предпочитаете использовать два отдельных микрофона, вам ничего не помешает.

Изготовление

Приобретение компонентов не должно создавать проблем, так как все компоненты широко представлены в продаже.

Печатная плата представлена на рис. 6.15.

На плате крепятся все компоненты, за исключением переменного сопротивления регулировки чувствительности R1.

Размещение компонентов представлено на рис. 6.16.

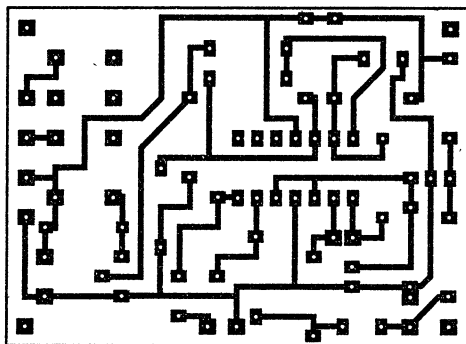


Рис. 6.15. Печатная плата устройства голосового управления для магнитофона

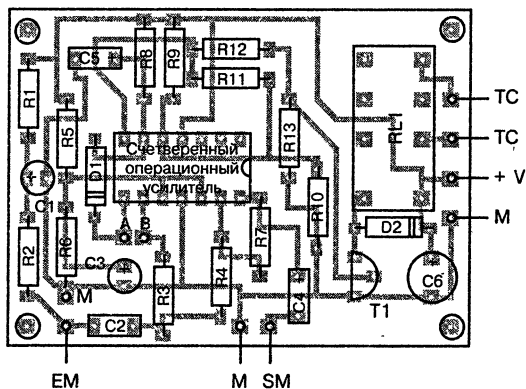
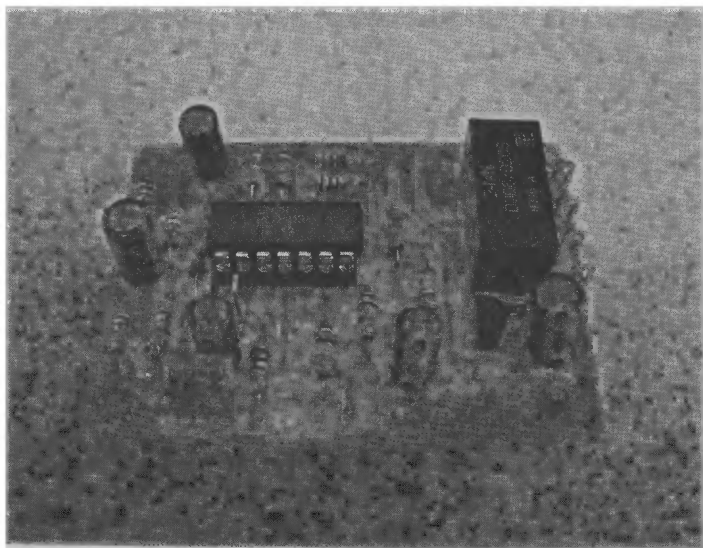


Рис. 6.16. Размещение компонентов устройства голосового управления для магнитофона

Соблюдайте ориентацию полярных компонентов: диодов, транзистора, интегральной микросхемы и электролитических конденсаторов. Но на этой стадии книги подобные рекомендации уже излишни.

Для сокращения размеров устройства с целью его скрытой установки подстроечный резистор R1 можно заменить постоянным резистором, при этом чувствительность устройства станет фиксированной. Номинал данного резистора

может колебаться от 220 кОм до 1,5 МОм, в зависимости от конкретного места установки устройства и типа используемого микрофона.



Перечень компонентов

Полупроводники

- IC1: TL 074 или TL 085
- T1: BC 548 В или BC 549 В
- D1: BAT 85, VAR 28 или любой маломощный диод Шоттки
- D2: 1N 914 или 1N 4148
- LED: светодиод любого цвета

Если не указано иначе – резисторы 0,25 Вт 5%

- R1, R3: 1 кОм (каштановый, черный, красный)
- R2: 4,7 кОм (желтый, фиолетовый, красный)
- R4, R7: 100 кОм (каштановый, черный, желтый)
- R5, R6: 47 кОм (желтый, фиолетовый, оранжевый)
- R8: 2,2 МОм (красный, красный, зеленый)
- R9: 220 кОм (красный, красный, желтый)

- R10: 180 кОм (каштановый, серый, желтый)
- R11: 1,5 МОм (каштановый, зеленый, зеленый)
- R12: 8,2 кОм (серый, красный, красный)
- R13: 3,3 кОм (оранжевый, оранжевый, красный)

Конденсаторы

- C1: 47 мкФ 25 В электролитический (K50-35)
- C2: 1 мкФ пленочный (K73-17)
- C3, C4, C5: 10 мкФ 25 В электролитический (K50-35)
- C6: 100 мкФ 25 В электролитический (K50-35)

Прочие компоненты

- P1: подстроечный резистор с линейной характеристикой 1 МОм (или постоянный резистор номиналом от 220 кОм до 1,5 МОм)
- RL1: миниатюрное реле 6 В 1RT, Fujitsu FBR 244 или аналог
- Электретный микрофон

Испытания и применение

Устройство можно установить в металлический корпус небольших размеров. Для сведения к минимуму внешних помех шину «земля» нужно подключить к корпусу. Микрофон следует подключить к входу устройства при помощи экранированного провода, экранирующая оплетка которого должна соединяться с «землей». Если вы используете выход микрофона для подключения к входу магнитофона, то также воспользуйтесь экранированным проводом, иначе есть риск записать только фон с частотой 50 Гц.

Дистанционное управление осуществляется через контакты реле RL1. Оно подходит к любому магнитофону, и вы можете не беспокоиться о полярности сигналов на его разъеме. Самое главное, чтобы реле RL1 замыкало два предусмотренных для этого контакта.

При неинтенсивном использовании устройства его питание может осуществляться от обычной батареи 9 В. В иных случаях рекомендуется использование внешнего сетевого блока питания или подключение к питанию магнитофона.

Может использоваться любое постоянное напряжение от 6 до 12 В, потребляемый ток составляет всего несколько десятков миллиампер и потребляется главным образом обмоткой реле в замкнутом состоянии.

Если в качестве P1 вы используете подстроечный резистор, то следует подобрать положение его движка в соответствии с конкретными условиями применения устройства. Если регулировка вам не потребуется, временно установите подстроечный резистор P1 на плате и подключите устройство к микрофону. В соответствии с конкретным применением устройства определите наилучшее положение движка P1, затем отсоедините потенциометр и измерьте его сопротивление омметром. Вам остается только установить между точками А и В постоянный резистор наиболее близкого стандартного номинала.

Заключение

Теперь вы располагаете еще тремя средствами наблюдения в дополнение к уже рассмотренным ранее. Не претендуя на полный обзор всех имеющихся в данной области средств, мы, тем не менее, надеемся на то, что отныне у вас имеется широкий выбор средств наблюдения.

Однако мы не можем закончить наш рассказ, не затронув проблем питания средств наблюдения, а также обнаружения «нежелательных» микропередатчиков.

Глава

Полезные аксессуары

Как мы уже неоднократно говорили, автономная работа передатчиков является главной проблемой, возникающей при их использовании в реальной обстановке. В самом деле, если однократная скрытая установка передатчика наблюдения в помещении – задача вполне выполнимая, то рассчитывать на возможность многократного посещения помещения для замены батарей или подзарядки аккумуляторов достаточно сложно.

Конечно, в отсутствие проблемы скрытой установки и, соответственно, миниатюризации оборудования, подключение к электросети через трансформатор, выпрямительный диодный мост и электролитический конденсаторы по известным вам схемам не представляет особого труда. В этом случае срок работы передатчика можно считать бесконечным, так как он будет работать до тех пор, пока интересующее вас помещение будет обеспечено электроснабжением. К сожалению, трансформатор самой миниатюрной модели, обладающий требуемой мощностью, во многих ситуациях неприменим.

В данной главе мы предложим вам три решения этой деликатной проблемы. Первые два представляют собой бестрансформаторные устройства питания от электросети, третье – устройство дистанционного управления, позволяющее включать передатчик только при необходимости. Это еще один способ продлить срок службы конкретного источника питания.

В заключение мы предложим устройство обнаружения микропередатчиков, чтобы вы сами не оказались в положении объекта несанкционированного слежения.

Простое бестрансформаторное устройство питания от электросети

Когда речь заходит о питании от электросети без применения трансформатора, то первое, что приходит на ум, – использование обыкновенного резистора. К сожалению, такое решение не всегда пригодно, и мы вам это докажем.

Предположим, что мы хотели бы обеспечить питание высококачественного микропередатчика с частотной модуляцией, описанного в главе 2. Мы знаем, что потребляемый им ток составляет 18 мА при напряжении 9 В. Таким образом, нам нужно понизить напряжение примерно на 210 В, обеспечив силу тока 18 мА. По закону Ома, нам необходим резистор сопротивлением

$$R = U/I = 210/0,018, \text{ или } 11\,666 \text{ Ом.}$$

Мы используем резистор самого близкого стандартного номинала 12 кОм.

Но проблема заключается не в этом. Резистор должен поглощать и рассеять мощность, рассчитываемую по формуле

$$PR = U \times I = 210 \times 0,018, \text{ или } 3,78 \text{ Вт.}$$

Такой резистор должен быть внушительных размеров и поглощать значительную мощность, превращая ее в теплоту.

В электросеть подается переменный ток, поэтому оптимальное решение заключается в применении не активного, а реактивного понижающего сопротивления. Если для этого использовать конденсатор, то поглощение активной мощности почти прекратится, а, соответственно, прекратится и выделение теплоты.

Именно такой принцип был использован нами в устройстве, схема которого представлена на рис. 7.1.

Конденсатор C1 обеспечивает необходимое понижение напряжения вследствие импеданса на частоте 50 ц. Резистор

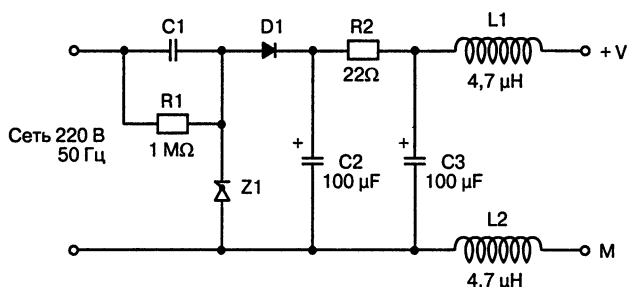


Рис. 7.1. Схема простого сетевого бестрансформаторного блока питания

R1, установленный параллельно конденсатору, не участвует в работе устройства. Он служит для разряда конденсатора после выключения устройства, чтобы остаточный заряд конденсатора не приводил к небольшому электрошоку при соприкосновении с ним.

Стабилитрон Z1 ограничивает максимальное выходное напряжение устройства до 13 В, диод D1 обеспечивает выпрямление тока, C2 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения, фильтр R2, C3 обеспечивает дополнительную фильтрацию напряжения питания. Дроссельные катушки L1 и L2 препятствуют проникновению в электросеть высокочастотных колебаний, производимых передатчиками, подключаемыми к блоку питания.

Выходное напряжение устройства зависит от двух параметров: тока, потребляемого нагрузкой, и емкости конденсатора C1. Учитывая ток, потребляемый нашими микропередатчиками, стоимость, а главное – размеры высоковольтных конденсаторов, которые необходимо устанавливать в качестве C1, данное устройство целесообразно использовать только с аудиомикропередатчиком из главы 2. Видеопередатчики, потребляющие не менее 100 мА, требуют установки в качестве C1 конденсатора с чрезмерно большой емкостью.

В табл. 7.1 представлены различные значения тока и напряжения для двух возможных емкостей конденсатора C1. Воспользуйтесь данными таблицы для подбора емкости конденсатора C1 в соответствии с вашими потребностями.

Таблица 7.1. Зависимость выходного напряжения простого сетевого блока питания от тока нагрузки и емкости C1

Ток нагрузки, мА	Выходное напряжение при C1 = 0,47 мкФ, В	Выходное напряжение при C1 = 2 × 0,47 мкФ в параллельном соединении, В
0	12,5	12,7
10	11,7	12,5
15	10,8	12,1
20	8,0	11,7
30	6,0	10,6

Изготовление

По поводу списка компонентов сделаем лишь одно важное замечание: в качестве C1 обязательно используйте один или два конденсатора класса X или X2, так как это единственно безопасные конденсаторы, предназначенными для непосредственного подключения к электросети 220 В 50Гц. Авторы книг по радиоэлектронике, которые советуют вам в подобных ситуациях использовать «обычные» изолированные конденсаторы напряжением 400 В, поступают несознательно, так как такие конденсаторы теоретически не предназначены для использования в электросети, напряжение которой при двойной амплитуде составляет 630 В. К тому же, обычные конденсаторы могут взорваться в случае повреждения их изоляции, что исключено в моделях X2, обладающих самозатягивающейся изоляцией.

Печатная плата, представленная на рис. 7.2, рассчитана на установку двух конденсаторов емкостью 0,47 мкФ в параллельном соединении.

Если с учетом ваших потребностей и указаний табл. 7.1 вам достаточно установить один конденсатор, то для сокращения размеров рисунка печатной платы его следует обрезать по пунктирной линии.

Схема размещения компонентов представлена на рис. 7.3.

Советы по размещению компонентов кажутся нам теперь уже излишними, мы должны обратить ваше внимание на необходимость соблюдения норм техники безопасности при использовании данного устройства.

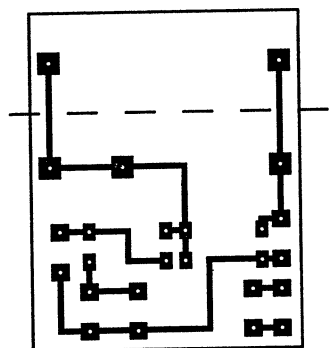


Рис. 7.2. Печатная плата простого сетевого бестрансформаторного блока питания (вид со стороны печатных проводников)

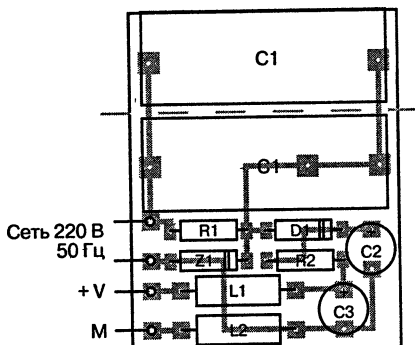
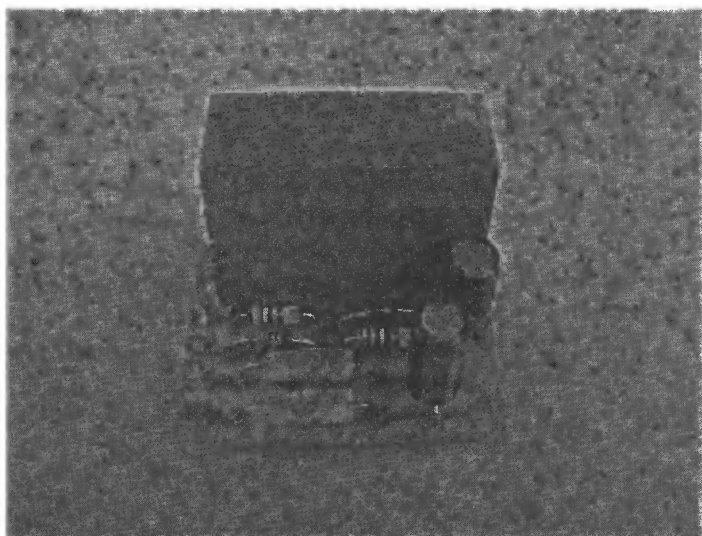


Рис. 7.3. Размещение компонентов простого сетевого бестрансформаторного блока питания



Устройство подключается непосредственно к электросети, и даже если выходное напряжение кажется неопасным, так как составляет не более 10 В, будьте крайне осторожны. Напряжение, возникающее между клеммой и землей, почти равно напряжению в сети! Существует реальный риск поражения электрическим током, как, впрочем, при работе со всеми устройствами подобного рода.

Поэтому блок питания, как и все устройства, подключенные к нему, должны обязательно устанавливаться в изолированный корпус. Перед выполнением работ в блоке питания или устройстве, запитанном от него, следует всегда отключать *оба провода* блока питания от электросети.

Перечень компонентов

Полупроводники:

- D1: 1N 4004
- Z1: стабилитрон 13 В 1,3 Вт

Если не указано иначе резисторы 0.25 Вт 5%:

- R1: 1 МОм (каштановый, черный, зеленый)
- R2: 22 Ом (красный, красный, черный)

Конденсаторы:

- C1: 0,47 мкФ или 2 Ч 0,47 мкФ в параллельном соединении (смотри текст) (K73-17 630В)
- C2, C3: 100 мкФ 16 В электролитический (K50-35)

Прочие компоненты:

- L1, L2: высокочастотная дроссельная катушка индуктивностью 4,7 мкГн

Хотя эти рекомендации могут показаться вам устаревшими, именно их соблюдение обеспечит безопасность при работе с устройствами, подключенными непосредственно к электросети.

Испытания и применение

При условии соблюдения указанных мер предосторожности блок питания должен исправно работать непосредственно после его подключения к электросети. Вы можете в этом убедиться, подключив вольтметр к выходу блока питания, который соединен с устройством, запитанным от него. Показания вольтметра должны примерно соответствовать данным табл. 7.1.

Если к данному блоку питания вы подключите аудиопередатчик или любое другое устройство, имеющее низкочастотный усилитель, то, возможно, вы обнаружите достаточно сильный фоновый шум, сопровождающий полезный сигнал. Попробуйте уменьшить его, поменяв местами провода соединения блока питания с электросетью. К сожалению, во многих ситуациях невозможно полностью избавиться от этого явления, в отличие от традиционных сетевых блоков питания с трансформатором.

Миниатюрный бестрансформаторный сетевой блок питания

Даже если предыдущий блок питания позволяет обойтись без трансформатора, его габариты могут показаться чрезмерными с учетом размеров высоковольтных конденсаторов емкостью 0,47 мкФ. Кроме того, ранее предложенное решение обладает целым рядом недостатков: во-первых, отсутствием регулировки выходного напряжения, во-вторых, относительно малым выходным током.

Мы предлагаем вам схему бестрансформаторного блока питания, который обеспечивает постоянное стабилизированное выходное напряжение, регулируемое от 5 до 24 В, и ток нагрузки не менее 50 мА. Размеры блока питания вы можете оценить по фотографии макета. Схема блока питания представлена на рис. 7.4

Основу блока питания составляет давно известная интегральная схема производства фирмы Harris марки HV 2405 E. Данная микросхема является импульсным понижающим преобразователем высокого напряжения, который способен работать непосредственно от сети напряжением 220 В. От выхода этого понижающего регулятора осуществляется заряд конденсатора C2, служащего накопителем для следующего за ним линейного стабилизатора напряжения, также встроенного в интегральную схему IC1.

Такая двойная структура позволяет свести к минимуму выделение тепловой мощности в регулирующих элементах

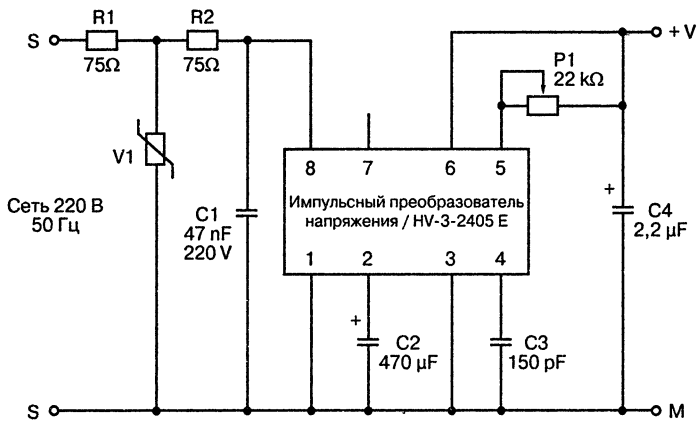


Рис. 7.4. Схема миниатюрного бестрансформаторного сетевого блока питания

преобразователя, что является отличительной чертой качественных импульсных преобразователей напряжения.

«Единственной» трудностью для фирмы Harris было интегрировать транзисторы, способные переключать напряжение 220 В в обычную низковольтную микросхему, выполняющую прочие аналогичные функции. Это не только удалось, но теперь, оглядываясь назад, мы можем с уверенностью сказать, что такое решение оказалось весьма надежным.

Входная цепь дополнена двумя резисторами R1 и R2, ограничивающих бросок тока при включении блока питания в электросеть и в некоторых других случаях. Варистор V1 предназначен для защиты интегральной схемы IC1 от сильных перепадов в электросети.

Подстроечный резистор P1 служит для регулировки выходного напряжения в пределах от 5 до 24 В. Для уменьшения размеров блока питания вы можете заменить его постоянным резистором. Значение выходного напряжения определяется в соответствии с указаниями табл. 7.2.

Таблица 7.2. Выходное напряжение сетевого блока питания, представленного на рис. 7.4, в зависимости от сопротивления потенциометра P1

Выходное напряжение, В	P1, кОм
5	0 (короткое замыкание)
6	1

Таблица 7.2. Выходное напряжение сетевого блока питания, представленного на рис. 7.4, в зависимости от сопротивления потенциометра Р1 (окончание)

Выходное напряжение, В	Р1, кОм
8	3
10	5
12	7
14	9
16	11
18	13
20	15
22	17
24	19

Изготовление

Печатная плата представлена на рис. 7.5. Несмотря на ее небольшие размеры, компоненты легко размещаются на ней (рис. 7.6).

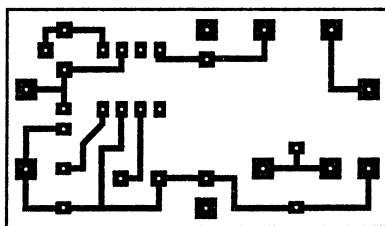


Рис. 7.5. Печатная плата миниатюрного бестрансформаторного сетевого блока питания (вид со стороны печатных проводников)

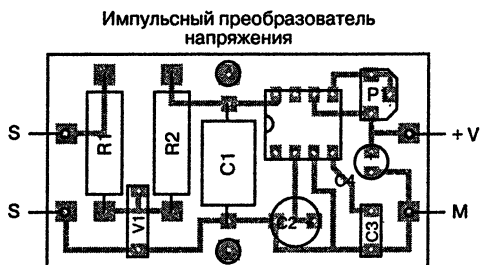
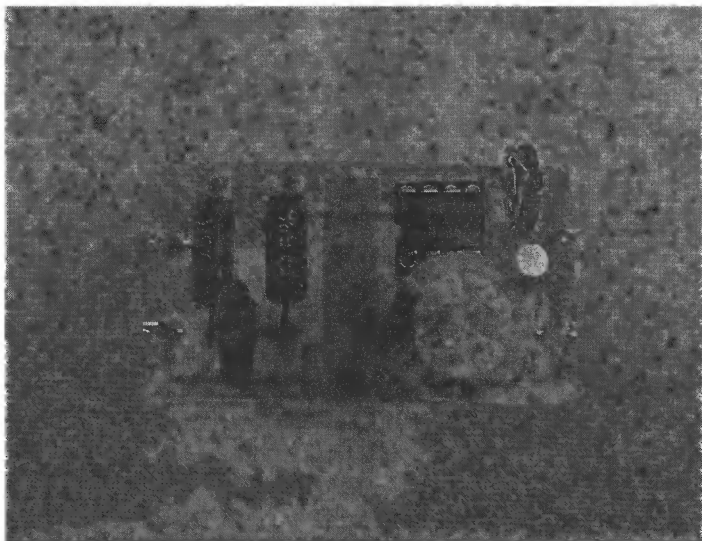


Рис. 7.6. Размещение компонентов миниатюрного бестрансформаторного сетевого блока питания



Все компоненты обладают внушительными размерами по очевидным соображениям электробезопасности, так как не стоит забывать, что мы имеем дело с электросетью высокого напряжения.

Помните, что при работе с электросетью 220 В следует неукоснительно соблюдать правила техники безопасности.

Перечень компонентов

Полупроводники:

- IC1: HV-3-2404 E
- V1: варистор дисковый (GeMOV, SIOV и т.д.) 250 В, например, S07 K250

Резисторы 3 Вт с обмоткой в стеклянном покрытии:

- R1, R2: 75 Ом

Конденсаторы:

- C1: 47 нФ (K73-17 630В)
- C2: 470 мкФ 63 В электролитический (K50-35)
- C3: 150 пФ керамический
- C4: 2,2 мкФ 25 электролитический (K50-35)

Прочие компоненты:

- P1: вертикальный подстроечный резистор 22 кОм или постоянный резистор (см. табл. 7.2)
- Панелька интегральной микросхемы: 1 × 8 контактов

Испытания и применение

Для работы блока питания достаточно подключить его к электросети и отрегулировать выходное напряжение при помощи подстроечного резистора P1, если вместо него не был установлен постоянный резистор. Внимание! Регулировку потенциометра и прочих компонентов блока питания следует производить при помощи изолированной отвертки. Движок подстроечного резистора P1 находится под напряжением, любое соприкосновение с ним может быть смертельным.

Выходное напряжение стабилизируется до тех пор, пока потребляемый ток не превысил максимально допустимый для интегральной микросхемы IC1 ток, равный 50 мА.

Появление фона с частотой 50 Гц, упомянутого в описании предыдущего блока питания, возможно и в данном случае. Возможным средством избавления от него также является перемена местами проводов, соединяющих блок питания с электросетью.

Устройство кодированного дистанционного управления аудио- или видеопередатчиком

Если невозможно использовать в качестве источника питания электросеть или установить передатчик с автоматическим включением, описанный в конце главы 2, остается применить передатчик, включаемый при помощи устройства дистанционного управления. Круглосуточная работа передатчика наблюдения требуется очень редко. «Интересные», с точки зрения наблюдения, периоды могут составлять несколько часов, а то и несколько минут в день. Включая передатчик только в определенные моменты, можно значительно продлить срок его автономной работы.

С целью обеспечения максимальной безопасности в предлагаемом устройстве используется система кодированного дистанционного управления передатчиком.

На рис. 7.7 представлена схема передатчика.

В высокочастотной части передатчика применяется цифровой передающий модуль с амплитудной модуляцией диапазона,

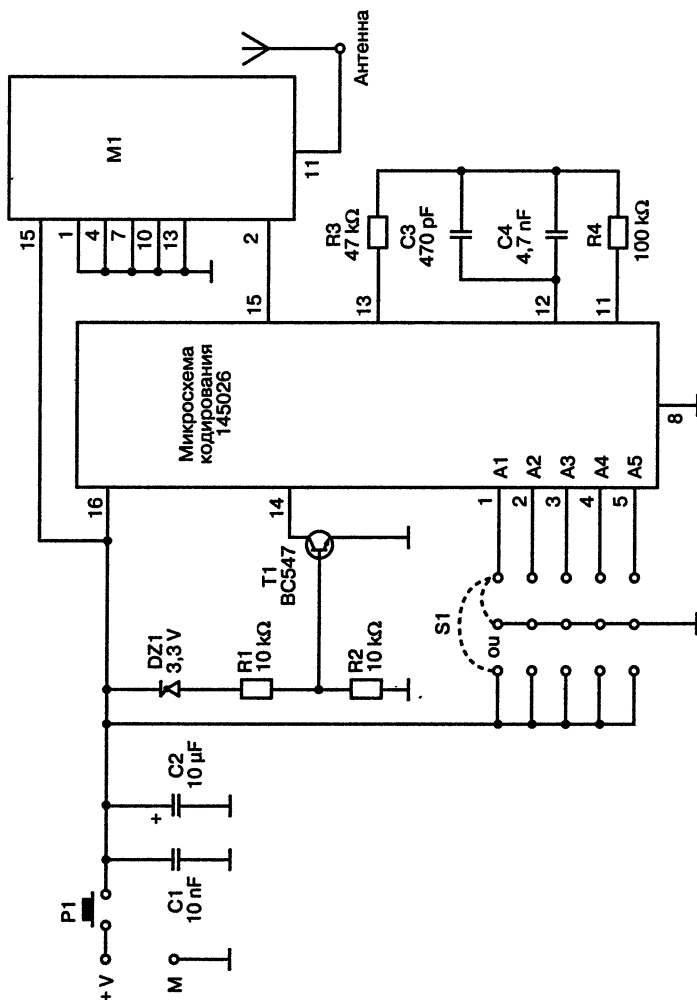


Рис. 7.7. Схема передатчика дистанционного управления с кодированным сигналом

который мы использовали в предыдущей главе для изготовления системы наблюдения за объектом. Передатчик по вашей команде при нажатии кнопки передает цифровые данные, генерируемые интегральной микросхемой IC1, P1.

При нажатии кнопки включается передатчик и одновременно начинается генерирование цифрового кодового числа интегральной схемой IC1 и транзистором T1. Интегральная схема представляет собой генератор кодового числа, одна часть которого состоит из данных, не используемых в данном случае, и адреса, выбираемого установкой на входах A1-A5 значений логической [1], логического [0] нуля или [], то есть ни к чему не подключенного состояния.

Схема приемника, представленная на рис. 7.8, немногим сложнее.

Высокочастотная часть выполнена на базе модуля M1, представляющего собой цифровой принимающий модуль с амплитудной модуляцией АМ. Модуль M1 воспроизводит последовательность импульсов, которая соответствует кодовому числу, переданному интегральной схемой IC1 передатчика, на интегральную схему IC2. Если число на адресных входах A1-A5 совпадает с полученным кодовым числом, то выход 11 интегральной схемы IC2 принимает значение логической [1] все время, в течение которого происходит передача сигналов передатчиком.

В этом состоянии мы располагаем тремя вариантами управления реле, которые можно выбрать переключателем S2. Если S2 находится в положении 3, то замыкание реле RL1 происходит только во время приема сигналов передатчика. Если S2 находится в положении 1 или 2, то прием каждого достоверного сигнала от передатчика изменяет состояние реле. Таким образом, разница между положениями 1 и 2 состоит лишь в начальном состоянии реле в момент включения приемника. Когда S2 находится в положении 1, реле при включении приемника находится в разомкнутом состоянии, и его замыкание произойдет только при первом получении сигнала от передатчика. Когда S2 находится в положении 2, реле при включении приемника находится в замкнутом положении, и его размыкание произойдет только при первом получении сигнала от передатчика.

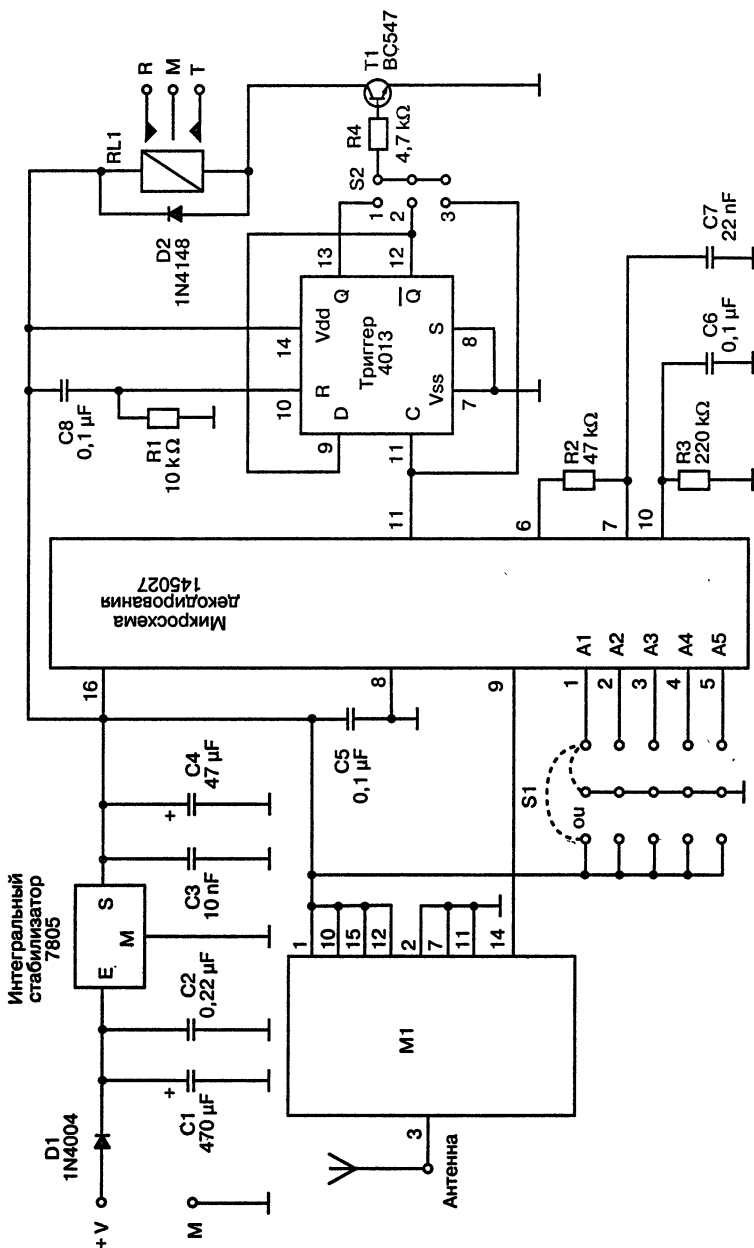


Рис. 7.8. Схема приемника дистанционного управления с кодированным сигналом

Напряжение питания приемника дистанционного управления стабилизировано интегральным стабилизатором IC1 на уровне 5 В, соответственно, его входное напряжение может колебаться от 9 до 12 В. Это обеспечивает совместимость приемника со всеми аудио- и видеомикропередатчиками. К тому же потребляемый ток в состоянии покоя составляет не более 3,5 мА.

Итак, при использовании данного передатчика для дистанционного управления, например, миниатюрным аудио- и видеопередатчиком из главы 3, вы сможете перейти от постоянно потребляемого тока 120 мА (90 для передатчика и 30 для камеры) на ток 3,5 мА приемника дистанционного управления. Таким образом, у вас есть возможность продлить срок автономной работы в режиме покоя приблизительно в 35 раз!

Изготовление

Приобретение компонентов для передатчика и приемника не составит труда. Обращаем ваше внимание на то, что тип кнопки P1 не имеет принципиального значения. Если вы используете кнопку другого типа с иными размерами или цоколевкой, просто измените рисунок печатной платы.

Печатная плата передатчика представлена на рис. 7.9, схема размещения компонентов – на рис. 7.10.

Сборку производите в обычном порядке: контакты переключателей S, панелька интегральной микросхемы, резисторы и

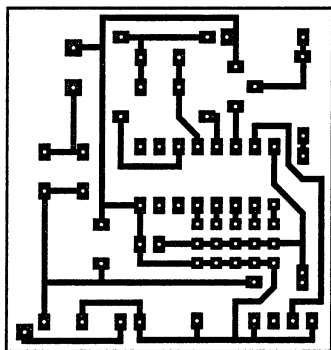


Рис. 7.9. Печатная плата передатчика дистанционного управления с кодированным сигналом (вид со стороны печатных проводников)

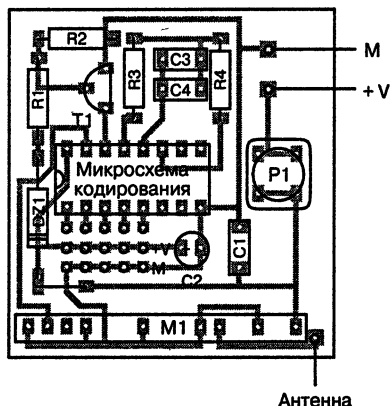


Рис. 7.10. Размещение деталей передатчика дистанционного управления с кодированным сигналом

конденсаторы, в завершение – диод и транзистор. Обратите внимание, что для упрощения установки передатчика в корпус кнопка P 1 устанавливается со стороны печатных проводников платы. При установке со стороны монтажа прочих компонентов высота кнопки была бы недостаточной.

Модуль Aurel AM 433,92 МГц устанавливается обычным образом со стороны монтажа остальных компонентов. Кодировка адреса выполняется установкой перемычек на штырьках переключателей между входами A1-A5 микросхемы IC1 и штырьками, подключенными к шине + V или «земля» в зависимости от конкретных условий. Напоминаем, что вы можете оставить один или несколько входов «пустыми». В данном случае мы имеем дело с тернарным, а не с бинарным кодом. Вы можете выбрать совершенно произвольный адрес, но не оставляйте все контакты «пустыми» и не подключайте их к массе или + V.

Перечень компонентов передатчика

Полупроводники:

- IC1: 45026 или 145026 (КМОП)
- T1: BC 547, 548, 549
- DZ1: стабилитрон 3,3 В 0,4 Вт
- M1: передающий модуль AM 433,92 МГц фирм Aurel или Telecontrolli

Если не указано иначе – резисторы 0,25 Вт 5%:

- R1, R2: 10 кОм (каштановый, черный, оранжевый)
- R3: 47 кОм (желтый, фиолетовый, оранжевый)
- R4: 100 кОм (каштановый, черный, желтый)

Конденсаторы:

- C1: 10 нФ керамический
- C2: 100 мкФ 25 В электролитический (K50-35)
- C3: 470 пФ керамический
- C4: 4,7 нФ керамический

Прочие компоненты:

- P1: кнопка (нормально разомкнутая) без фиксации с одной парой контактов для монтажа на печатной плате тип D6 квадратный стандарта ИТТ
- Панелька интегральной микросхемы: 1 × 16 контактов

Печатная плата приемника представлена на рис. 7.11, а соответствующая схема размещения компонентов – на рис. 7.12.

Их также несложно повторить. Если вы окончательно решили вопрос о режиме работы вашего приемника, то вместо съемной перемычки переключателя S2 припаяйте постоянную проволочную перемычку, подходящую для вашего случая. Расположение штырьков переключателя кодировки адреса

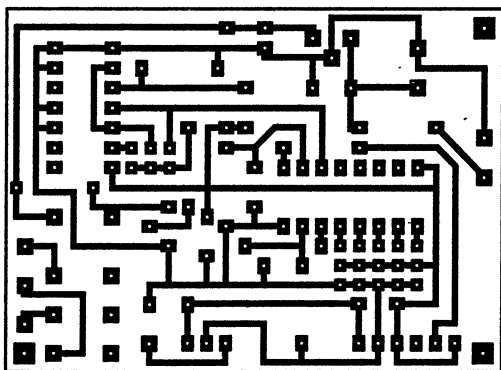


Рис. 7.11. Печатная плата приемника дистанционного управления с кодированным сигналом (вид со стороны печатных проводников)

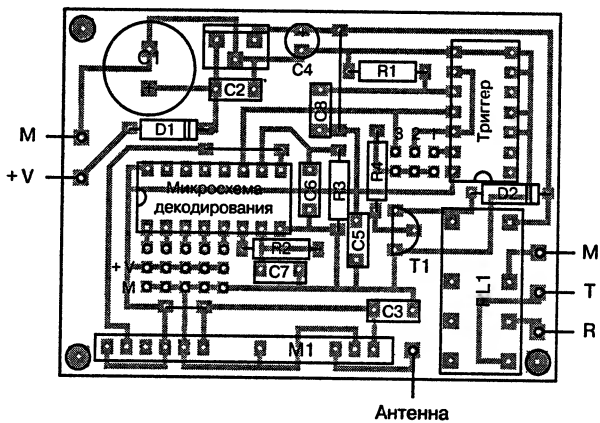
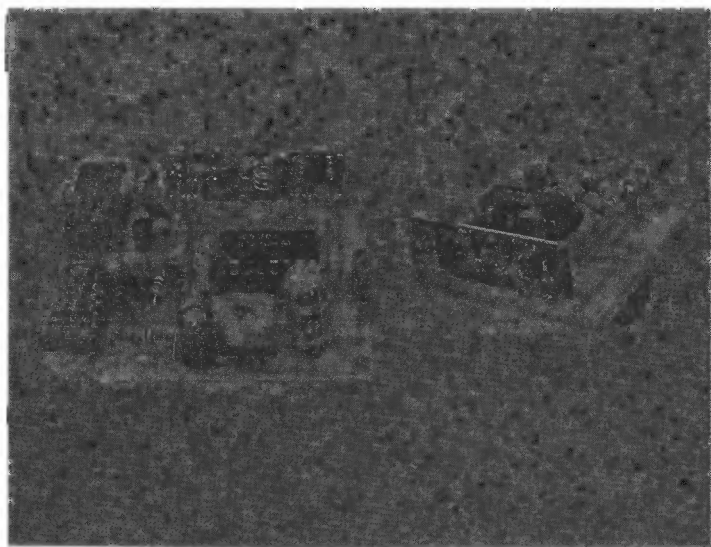


Рис. 7.12. Размещение деталей приемника дистанционного управления с кодированным сигналом



расположены такое же, как в передатчике. Для обеспечения правильной кодировки достаточно их «скопировать» с передатчика. В приемнике, как и в передатчике, модуль Aurel M1 устанавливается вертикально на стороне монтажа прочих компонентов.

Перечень компонентов приемника

Полупроводники:

- IC1: 7805 (регулятор + 5 В, 1 А, корпус ТО 220) (КР142Е-Н5А)
- IC2: 45027 или 145027 (КМОП)
- IC3: 4013 (КМОП)
- T1: BC 547, 548, 549
- D1: 1N 4004
- D2: 1N 914 или 1N 4148
- M1: сверхрегенеративный приемник АМ 433,92 МГц фирм Aurel или Telecontrolli

Если не указано иначе – резисторы 0,25 Вт 5%:

- R1: 10 кОм (каштановый, черный, оранжевый)
- R2: 47 кОм (желтый, фиолетовый, оранжевый)
- R3: 220 кОм (красный, красный, желтый)
- R4: 4,7 кОм (желтый, фиолетовый, красный)

Конденсаторы:

- C1: 470 мкФ 25 В электролитический (K50-35)
- C2: 0,22 мкФ пленочный (K73-17)
- C3: 10 нФ керамический
- C4: 47 мкФ 16 В электролитический (K50-35)
- C5, C6, C8: 0,1 мкФ пленочный (K73-17)
- C7: 22 нФ керамический или пленочный

Прочие компоненты:

- RL1: миниатюрное реле, 1 RT, катушка 5 или 6 В, Fujitsu FBR 244 или аналог
- Панелька интегральной микросхемы: 1 × 14 контактов, 1 × 16 контактов.

Испытания и применение

Первые испытания должны проводиться на столе, что избавляет от необходимости применения антенны, как для передатчика, так и для приемника. Питание передатчика и приемника может осуществляться от батареи напряжением 9–12 В.

При включении приемника реле должно быть в состоянии, выбранном S2, как это следует из теоретической части описания. Нажатие на кнопку передатчика изменяет состояние реле. Если S2 находится в положении 1 или 2, то реле после отпущания кнопки P1 должно сохранять свое новое положение, если в положении 3 – должно размыкаться.

Как и для предыдущих устройств, работающих на данных частотах, в качестве антенны для передатчика и приемника можно использовать жесткий изолированный провод длиной примерно 17 см. В данном случае ситуация изменилась – теперь потребуется скрытая установка приемника, а не передатчика, вы должны уделить особое внимание подбору соответствующей антенны передатчика для обеспечения максимального радиуса действия.

В заключение отметим, что, хотя мы вели речь о дистанционном управлении передатчиком слежения, благодаря своему релейному выходу с изолированными контактами наше устройство можно использовать для управления любым оборудованием – магнитофоном, видеокамерой и т.д.

Детектор микропередатчиков

Рассказав вам о множестве микропередатчиков, мы не могли закончить данную книгу, не представив хотя бы одну схему детектора «радиожучков». Хотя, как отмечалось в главе 1, это устройство вряд ли можно считать универсальным обнаружителем.

Несмотря на то, что на рынке существует множество детекторов такого типа, все они основаны на одном простом принципе, который мы рассмотрим на схеме нашего детектора (рис. 7.13).

Данное устройство должно иметь максимально широкий диапазон частот, поэтому вместо входного настроенного контура в нем установлена обыкновенная дроссельная катушка индуктивности L1, на выводах которой присутствуют напряжения всех окружающих электромагнитных полей всех частот. Это напряжение выпрямляется диодами D1 и D2, фильтруется конденсатором C2 и усиливается в 200 раз операционным усилителем постоянного напряжения IC1. Второй каскад на IC2

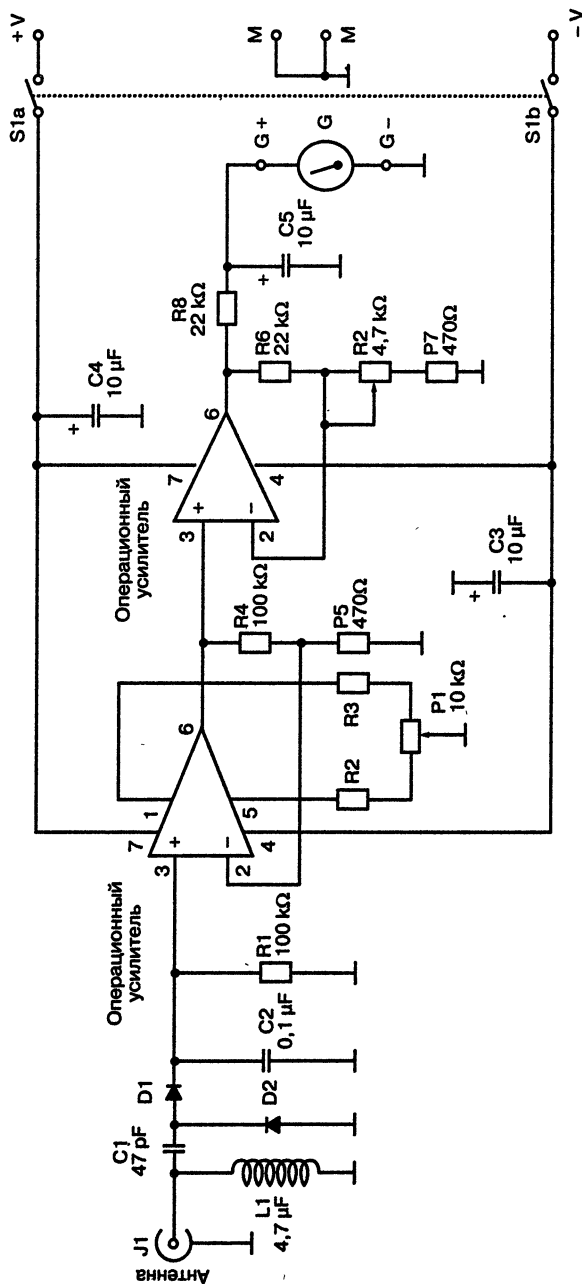


Рис. 7.13. Схема детектора микропередатчиков

выполняет дополнительное усиление, регулируемое потенциометром P2, с коэффициентом усиления от 4 до 44. Как вы понимаете, таким образом регулируется чувствительность детектора.

Выход IC2 управляет магнитоэлектрическим гальванометром с подвижной катушкой, в качестве которого можно установить любую миниатюрную модель, так как потребности в особой точности измерений нет. В самом деле, мы не собираемся проводить никаких количественных измерений, и для нас достаточно само отклонение стрелки – признак приема излучения.

Усилители IC1 и IC2 имеют непосредственную связь по постоянному току, следовательно, необходимо компенсировать напряжение смещения усилителя IC1. Эту задачу выполняют резисторы R2, R3 и потенциометр P1. При изготовлении детектора мы поймем, почему на схеме не указаны номиналы данных резисторов.

Питание детектора осуществляется от двуполярного источника напряжения от $2 \times 4,5$ до 2×6 В. В качестве источника напряжения можно использовать батареи, так как ток, потребляемый детектором, невелик, к тому же длительность пользования детектором относительно непродолжительна.

Изготовление

Приобретение компонентов не вызовет проблем, но стоит сделать несколько замечаний. В качестве гальванометра можно использовать недорогую модель небольших размеров, так как он служит только для относительных измерений.

Номинал резисторов R2 и R3 подбирается опытным путем, поэтому на время испытаний они заменены переменными сопротивлениями P3 и P4.

В качестве антенны, подключаемой к разъему BNC детектора, следует использовать телескопическую антенну, легко регулируемую по длине. Это позволит настроить ее на выбранный диапазон частот (например, длина антенны 17 см соответствует хорошо известной частоте 433 МГц).

Для упрощения изготовления детектора все компоненты, включая переменные резисторы и разъем BNC, крепятся на

печатной плате, представленной на рис. 7.14. Проводное соединение используется только для подключения внешнего гальванометра и батарей питания.

Компоненты следует разместить в соответствии со схемой, представленной на рис. 7.15, в порядке, о котором мы столько говорили, что не будем повторяться, дабы не обидеть читателя.

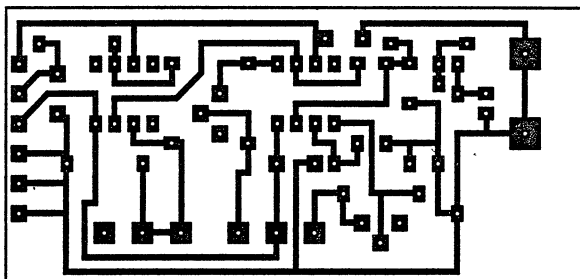


Рис. 7.14. Печатная плата детектора микропередатчиков, вид со стороны печатных проводников

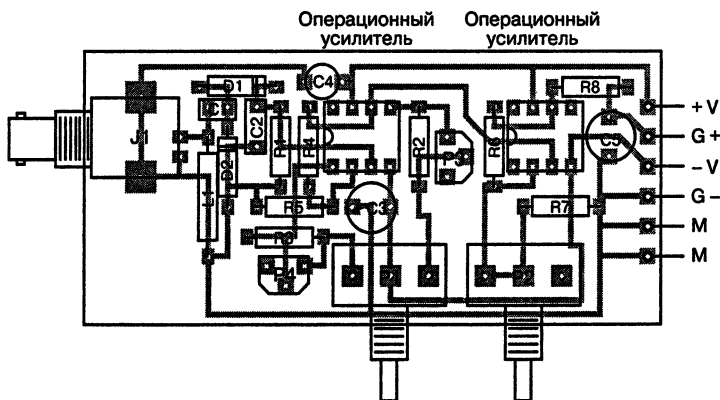
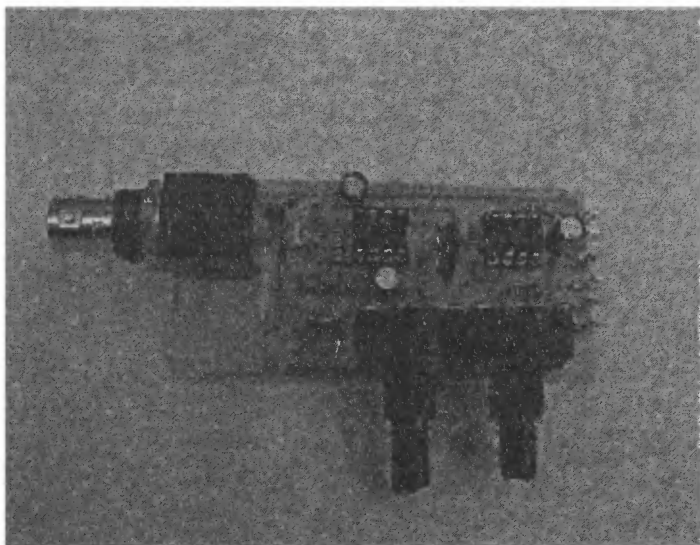


Рис. 7.15. Размещение компонентов детектора микропередатчиков

Обращаем ваше внимание только на то, что L1, C1, D1 и D2 должны быть прижаты к печатной плате, чтобы их выводы были максимально короткими. Соблюдение этого условия необходимо, если вы желаете работать на частотах, превышающих 500 МГц.



Перечень компонентов

Полупроводники:

- D1, D2: BAT 85 или аналог (высокочастотный диод Шоттки)
- IC1: TLC 271
- IC2: TL 081

Если не указано иначе – резисторы 0,25 Вт 5%:

- R1, R4: 100 кОм (каштановый, черный, желтый)
- R2, R3: смотреть текст
- R5, R7: 470 Ом (желтый, фиолетовый, каштановый)
- R6, R8: 22 кОм (красный, красный, оранжевый)

Конденсаторы:

- C1: 47 пФ керамический
- C2: 0,1 мкФ пленочный (K73-17)
- C3, C4, C5: 10 мкФ 25 В электролитический (K50-35)

Прочие компоненты:

- P1: подстроечный резистор с линейной характеристикой 10 кОм
- P2: подстроечный резистор с линейной характеристикой 4,7 кОм
- P3, P4 (R2 и R3): подстроечный резистор 10 кОм
- L1: высокочастотная дроссельная катушка для печатного монтажа индуктивностью 4,7 мкГн
- J1: разъем BNC устанавливается на печатной плате
- S1: сдвоенный выключатель на два положения
- G: гальванометр чувствительностью от 100 до 500 мкА
- Панелька интегральной микросхемы: 2 × 8 контактов
- Телескопическая антенна для разъема BNC

В начале настройки резисторы R2 и R3 заменены подстроечными сопротивлениями P3 и P4, место для установки которых предусмотрено на печатной плате.

Испытания и применение

Перед включением детектора установите движки подстроечных сопротивлений потенциометров P3 и P4 на три четверти хода от положения минимального сопротивления. Подключите гальванометр к детектору и, не подключая антенны, поверните движок подстроечного сопротивления P2 до упора против часовой стрелки для установки минимального значения чувствительности.

После этого включите детектор и убедитесь, что стрелка гальванометра отклонилась (иногда до упора) в том или другом направлении. При помощи потенциометра P1 установите гальванометр на ноль. Если это не удастся, возвратите P1 в среднее положение, увеличьте немного P3 и уменьшите на столько же P4. Теперь попытайтесь еще раз установить гальванометр на ноль. Продолжайте регулировку до тех пор, пока положение стрелки гальванометра на нулевой отметке не будет соответствовать среднему положению потенциометра P1.

Цель регулировки заключается в том, чтобы добиться установки стрелки гальванометра на ноль, воздействуя только на потенциометр P1, при этом суммарное сопротивление P1, P3 и P4 должно составлять примерно 25 кОм.

При желании вы можете отсоединить потенциометры P3 и P4, измерить омметром их сопротивление и заменить их постоянными резисторами соответствующего номинала. Постоянные резисторы следует установить на места, отмеченные R2 и R3, на схеме размещения компонентов, представленной на рис. 7.15.

Теперь, когда ваш детектор готов к работе, используйте его следующим образом. После включения детектора подождите одну или две минуты для прогрева интегральной микросхемы IC1 до рабочей температуры и прекращения дрейфа ее выходного напряжения. Не подключая антенны, при помощи P1 установите стрелку гальванометра на ноль. Не пытайтесь обязательно установить стрелку точно на отметку ноль, вам достаточно установить ее в низу нижней четверти шкалы гальванометра. Вам нужно всего лишь убедиться в заметном отклонении положения стрелки при обнаружении нежелательного излучения.

Далее подключите антенну и перемещайтесь по обследуемому помещению, регулируя чувствительность детектора при помощи потенциометра P2 и изменения длины антенны. При обнаружении излучения ориентируйте антенну и уменьшайте чувствительность детектора для локализации зоны излучения. После этого вам остается проявить немного смекалки, чтобы определить точное место установки передатчика.

Наш макет работает в диапазоне от 50 до почти 800 МГц с максимальной чувствительностью в диапазоне от 200 до 500 МГц. В данном диапазоне частот передатчик мощностью высокочастотного излучения 100 мкВт, то есть в десять раз меньшей мощностью, чем самый маломощный из наших видеопередатчиков, уверенно обнаруживает себя на расстоянии более 1 м. Итак, вам нет прощения, если вас подловили...

Приложение

Справочная информация

В устройствах, предложенных в данной книге, используются только компоненты, продаваемые в большинстве магазинов. Тем не менее в нескольких местах нами указывался тот или иной продавец менее распространенных деталей. Такие указания делались не в целях рекламы, а лишь потому, что вы наверняка сможете приобрести необходимые компоненты у упомянутого продавца.

Далее приведены координаты магазинов с указанием конкретных компонентов, которые можно в них приобрести. Но это, конечно же, не означает, что в них вы не найдете и другие составляющие.

Lextronic

36 / 40 Rue du General de Gaulle

94510 La Queue en Brie

Телефон: 01 45 76 83 88

Факс: 01 45 76 81 41

Сайт в Интернете: www.lextronic.fr.

Продажа за наличный расчет и по почте.

Модули Aurel, Radiometrix и Telecontrolli, ICPS 800, мини-атюрные камеры.

Radiospares

BP 453

60031 Bauvais CEDEX

Телефон: 0 803 034 034

Факс: 0 803 345 000

Сайт в Интернете: www.radiospares.fr.

Дроссельные катушки Toko 0,142 мН, LM 2936 Z5, дроссельные катушки и компоненты КПУ.

Продажа исключительно по почте. К тому же этот дистрибьютор работает прежде всего с профессионалами, но, когда писалась данная книга, он торговал и по заказам частных лиц при условии, что сумма заказа составляла не менее 16 евро за вычетом налогов и оплата производилась в момент заказа.

Selectronic

BP 513

59022 Lille CEDEX

Телефон: 03 28 55 03 28

Факс: 03 28 55 03 29

Сайт в Интернете: www.selectronic.fr.

Продажа за наличный расчет (по адресу 86 rue de Cambrai в г. Лилль и Place de la Nation в г. Париж) и по почте по вышеуказанному почтовому адресу.

Модули Aurel, трансформаторы для телефонной линии, ERA 5, миниатюрные камеры.

Aurel и Telecontrolli

Эти компании не продают частным лицам, но так как мы широко использовали их модули, вас может заинтересовать их продукция. Адреса их сайтов в Интернете:

Aurel: www.aurel.it.

Telecontrolli: www.telecontrolli.com.

Об авторе

Данное приложение было бы неполным, если бы не содержало адреса сайта автора этих строк в Интернете. На сайте вы найдете много информации и документов электронно-технического характера, а также полную презентацию его книг, выпущенных издательством Dunod.

Его адрес такой: www.tavernier-c.com.

Предметный указатель

А

Анализатор спектра 17
Антенна
 видеопередатчика 101
 установка 14
 характеристики 123
Аттенюатор 117

Б

Бесшумная настройка 76
 порог включения 76

В

Варистор 160
Видеокамера
 видеосигнал
 параметры 94
 стандарты 95
 частота развертки 95
 объектив 95
 ПЗС 94
Выпрямитель
 с удвоением напряжения 87

Г

Генератор
 кодового числа 165
 транзисторный LC 50
Голосовое управление 43, 146

Д

Детектор
 «радиожучков» 172
Диодный мост 58, 64
Дроссель
 высокочастотный 51

Дроссельная катушка
 фильтра питания 108

И

Излучатель
 акустический
 со встроенным
 генератором 140
Интегральный модуль
 гибридный 27
 радиомодуль 28
 радиомодуль Aurel 28
Интерфейс
 RS232 126
 линия RDX 127
 линия TDX 127
 USB 126
Источник питания
 пульсации напряжения 102

К

Кабель
 экранированный 70
Клетка Фарадея 15
Кодер 137
Коммутатор
 электронный
 КМОП 74
Компаратор
 на ОУ 148
Конденсатор
 балластный 154
КПД передатчиков 13

М

Микропереключатель
 кодовый 137

Микросборка
 резисторная 140
Микрофон
 подключение
 экранированный
 провод 151
 электретный
 монтаж 34
 фильтр питания 104
 цепь питания 148
Миллиамперметр 63
Модуляция
 частотная 22, 51
Мультиплексор
 аналоговый 74

О

Операционный усилитель
 сдвоенный 104

П

Помехи
 радиоэлектронные 136
Преобразователь
 уровня TTL-RS232 130
Преобразователь напряжения
 высоковольтный
 интегральный 159

Р

Радиопередатчик ЧМ
 транзисторный 21
 настройка 25
 недостатки 22
Резистор
 балластный, 154
Резонатор
 кварцевый 28
 ПАВ 28
Реле
 электромагнитное 81

С

Самовозбуждение 26, 80
Сканер 72
Стабилизатор
 напряжения
 интегральный 76
 с малым падением 126
Стабилитрон
 ограничивающий 58

Т

Телеприемник
 характеристики 123
Телефонная линия
 вызывной сигнал 66
 напряжение покоя 57
 напряжение при снятой
 трубке 58
 цифровая 71
Трансформатор
 НЧ понижающий 58
 повышающий 87
Триггер
 Шмидта 58
 порог срабатывания 64

У

Усилитель
 дифференциальный 66
 балансирование 66, 70
 мощности
 высокочастотный 108
 интегральный 108
 модульный 117
 мощности интегральный 76
 операционный 30
 напряжение смещения 174
 напряжения НЧ 83
 с единичным
 усилением 148
 счетверенный 148
 транзисторный 22

Э

- Электронное слежение 10
 - видеонаблюдение 11
 - за движущимся объектом 136
 - прослушивание 11
 - лазерное 11
 - мобильных телефонов 19
 - телефонное 11, 17, 48
 - узконаправленный микрофон 11

S

- SMD компоненты 36
 - конденсаторы 40
 - маркировка 115
 - пайка 39
 - резисторы 40