

*Е.В. Мельников, кандидат технических наук, доцент, Д.С. Дундич,
(Национальный авиационный университет, Украина)*

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СХЕМОТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В РАДИОЗАКЛАДНЫХ УСТРОЙСТВАХ С НАКОПЛЕНИЕМ ИНФОРМАЦИИ

Статья посвящена вопросу практической реализации радиозакладных устройств (РЗУ) с высокими показателями скрытности. Рассмотрены современные схемотехнические решения и компонентная база, а также их эффективность при решении задач организации скрытного функционирования РЗУ в условиях работы современной аппаратуры радиопротиводействия.

Радиозакладки являются самыми распространенными техническими средствами съема акустической информации. Их популярность объясняется простотой использования, относительной дешевизной, малыми размерами и возможностью камуфляжа. Столь высокая популярность РЗУ привела к появлению огромного числа модификаций различного поискового оборудования, дающего высокую гарантию обнаружения скрытой радиопередачи. Этот факт, в свою очередь, заставляет конструкторов применять все новые решения в схемотехнике радиозакладок.

Одно из самых действенных решений, позволяющих ослабить наиболее демаскирующий фактор радиозакладки (постоянное излучение), применение внутренней памяти. При этом необходимо сохранить преимущества устройства, такие как миниатюрность, дешевизна, дальность съема сигнала и др. Использование памяти требует также наличия дистанционного управления записью и передачей данных, что ведет к увеличению габаритов устройства и величины потребляемого тока. Решением для реализации устройства такого класса может быть использование современных микроконтроллеров и микросхем с высокой степенью интеграции. Далее рассмотрен пример такого решения.

Устройство состоит из трех функциональных блоков: записи/считывания, дистанционного управления и радиопередачи.

Блок записи и считывания (рис.1) состоит из следующих элементов: контроллер RISC-архитектуры фирмы Atmel AT90S8535, выполняющий функции управления устройством; счетверенный операционный усилитель LM324, предназначенный для усиления аналоговых сигналов и ограничения верхних граничных частот этих сигналов до 4 кГц; энергонезависимая память MMC FLASH CARD объемом 512 Мб (позволяет хранить до 16 часов записанной речевой информации).

Система управляется тремя кнопками: "Очистка", "Запись" и "Воспроизведение". DataFlash напрямую связана с микроконтроллером с помощью шины SPI. Кварцевый резонатор с двумя развязывающими конденсаторами (C4, C5) генерирует системные тактовые импульсы. Микрофонный усилитель является простым инвертирующим усилителем. Коэффициент усиления устанавливается с помощью R5 и R2. Через резистор R1 подается питание на микрофон, а C1 блокирует любые постоянные составляющие на входе усилителя. С помощью резисторов R3 и R4 устанавливается смещение. На элементах R6 и C2 собран фильтр нижних частот первого порядка. Кроме того, R6 защищает усилитель от коротких замыканий выходной цепи. После встроенного в микроконтроллер ЦАП сигнал поступает на низкочастотный фильтр 5-го порядка и повторитель напряжения. Фильтр состоит из двух фильтров Чебышева второго порядка (R12, R13, R14, C7, C8 и R14, R15, R16, C9, C10) и пассивного фильтра первого порядка (R16, C11). Частоты среза этих трех фильтров немного сдвинуты относительно друг друга ("шахматный сдвиг"). Общая частота среза составляет 4000 Гц, что примерно равно 1/4 частоты широтно – импульсной модуляции (15686 Гц). Повторитель напряжения необходим для согласования каскадов и предотвращения обратной связи с выхода. Конденсатор C12 блокирует постоянную составляющую на входе передатчика.

пает через R4 от внутреннего стабилизатора. Передатчик обеспечивает мощность около 10-20 мВт и дальность передачи до 300м.

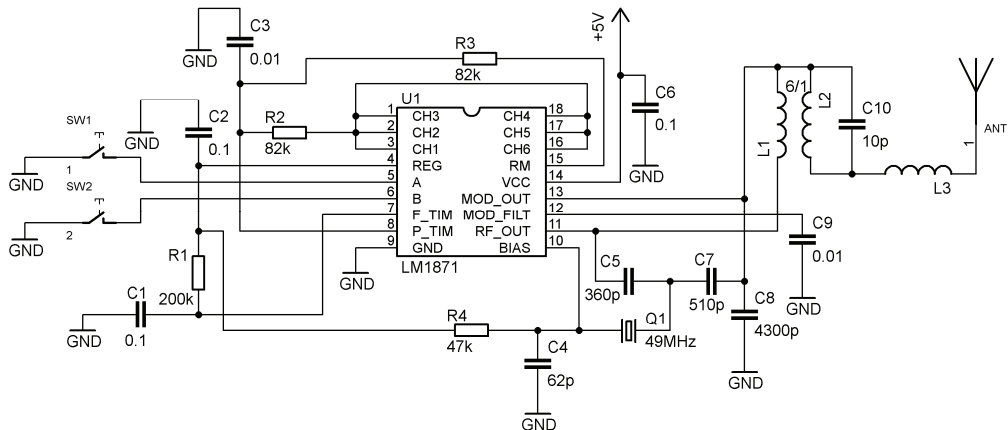


Рис 2. Схема электрическая принципиальная передатчика блока ДУ

В составе микросхемы LM1872 (рис.3) входят супергетеродинный АМ приемник с однократным преобразованием частоты и логический дешифратор, рассчитанный на прием четырех двоичных команд (на два цифровых вывода 7 и 9).

Приемник имеет реальную чувствительность 12мкВ, диапазон действия АРУ 70 дБ.

Входной сигнал от антенны поступает на входной контур L1C1 и далее на смеситель. Частота гетеродина задается кварцевым резонатором, подключенным между выводами 1 и 2 гетеродинного контура L2C3. С выхода смесителя (вывод 18) сигнал промежуточной частоты (ПЧ) поступает на контур (C6, L4), который выделяет частоту 455кГц. С катушки связи L5 сигнал ПЧ поступает на усилитель ПЧ с системой АРУ.

Детекторный контур на катушке L3 также настроен на частоту 455кГц. Длительность импульсов, из которых состоит код излучаемой передачи, зависит от конденсатора C9 (при заданной емкости в 47нФ длительность импульсов 4,7 мс).

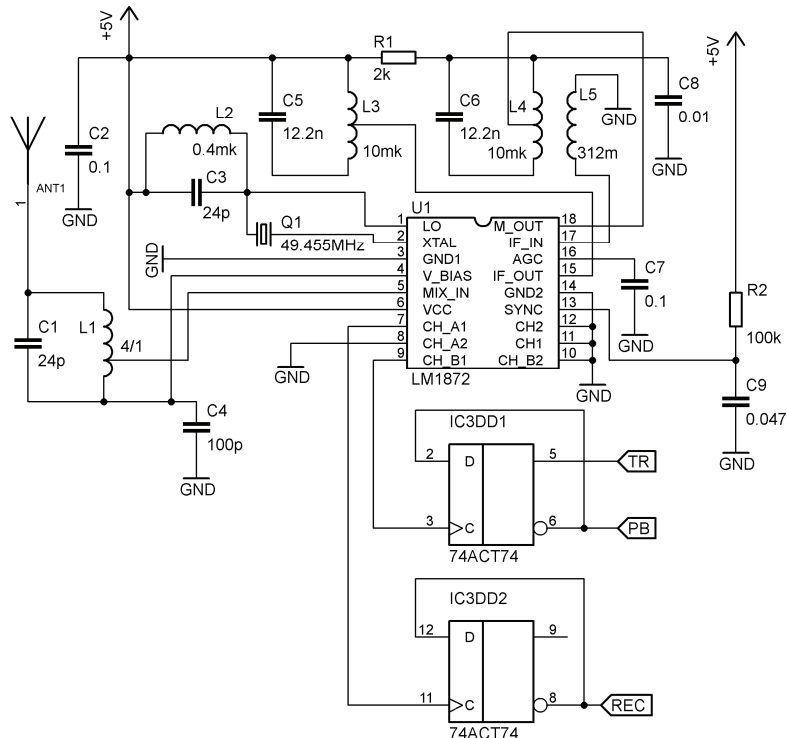


Рис 3. Схема электрическая принципиальная приемника блока ДУ

За основу передатчика (рис.4) взята микросхема MAX1472. Применена модуляция кварцевого резонатора по частоте сигналом, поступающим с выхода каскада воспроизведения записывающего диктофона. Входная цепь представляет собой стандартный 2-х каскадный усилитель низкой частоты (УНЧ). Достоинством схемы является то, что вся высокочастотная часть (ВЧ) передающего тракта находится внутри микросхемы (умножитель на 32, усилитель ВЧ). Наружу выведена частотозадающая цепь на достаточно низкочастотном кварце (13 МГц), поэтому требованиями к монтажу СВЧ для данного передатчика можно пренебречь. Выходная частота (при резонаторе 13 МГц) равна 416 МГц, ток потребления 12мА, устойчивый прием осуществляется на расстоянии до 400м.

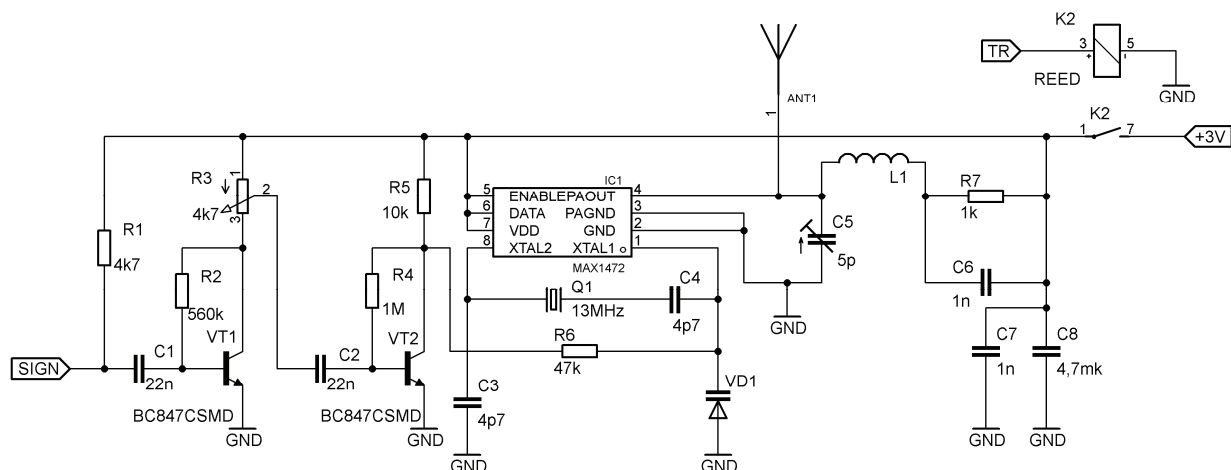


Рис 4. Схема электрическая принципиальная блока радиопередатчика

Описание работы устройства. При нажатии кнопки 1 передатчика дистанционного управления на выходе 7 приемника появляется импульс длительностью 4,7 мс, который подается на вход D-триггера DD2, работающего в счетном режиме. D-триггер подключен к выводу PD1 микроконтроллера. Удерживая низкий уровень, он обеспечивает непрерывную запись аудиосигнала на карту памяти MemoryFlash. Повторное нажатие кнопки 1 прекращает запись. Нажатие кнопки 2 запускает D-триггер DD1, сигнал низкого уровня с которого поступает к выводу микроконтроллера PD2 и из памяти начинается считывание записанных ранее данных. Сигнал с DD1 также вызывает срабатывание миниатюрного реле, управляющего питанием радиопередатчика. С выхода ЦАП микроконтроллера записанный звуковой сигнал подается на вход передатчика.

Применяя Li-ion элемент питания, микросхемы в корпусах SOIC, TQFP корпус микроконтроллера и SMD компоненты можно достигнуть достаточно малых размеров устройства (4см x 4см x 0,5см) и большой продолжительности автономной работы – до 200 часов.

Список литературы

1. Максименко Г.А., Хорошко В.А. Г.А. Методі виявлення, обробки і ідентифікації сигналів радіозакладних пристроїв.- К.: ООО «ПолиграфКонсалтинг»,2004.–317с.
2. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Tiny и Mega фирмы «ATMEL».- М.: Издательский дом «Додека-XXI», 2004.-560с.
3. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы.- М.: Издательский дом «Додека-XXI», 2004.-288с. (серия «Мировая электроника»)
4. Ревич Ю. В. Практическое программирование микроконтроллеров Atmel AVR на языке ассемблера. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008.
5. Болл Стюарт Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров. -М.: Издательский дом «Додека-XXI», 2007.