

Однокристалльные приемопередатчики ISM-диапазона Nordic Semiconductor

Вячеслав БУРЛАКОВ
burlakov@dodeca.ru

Олег СТАРИКОВ
oleg.starikov@symmetron.ru

В статье рассматриваются однокристалльные приемопередатчики диапазона ISM (Industrial, Scientific, Medical), разработанные норвежской компанией Nordic VLSI ASA и предназначенные для построения радиочастотных систем передачи данных, функционирующих в нелицензируемых частотных диапазонах.

Продукцию компании Nordic VLSI ASA условно можно разделить на две группы по используемому частотным диапазонам:

- Семейство nRF9x5, которое представляет собой универсальные однокристалльные приемопередатчики, работающие на частотах 433, 868 и 915 МГц. Для данной группы продуктов частота функционирования задается внешними пассивными компонентами.

- Семейство однокристалльных приемопередатчиков и передатчиков серии nRF24xx, работающих на частоте 2,4 ГГц. Оба семейства продуктов имеют микросхемы, которые помимо тракта приема-передачи содержат процессорное ядро 8051 с набором цифровых и аналоговых каналов ввода-вывода.

Однокристалльные приемопередатчики серии nRF905 функционируют на частотах 433, 868 и 915 МГц, выполняются по технологическим нормам 0,18 мкм и поставляются в 32-выводном корпусе QFN размером 5×5 мм. Структурная схема данного устройства приведена на рис. 1.

В данном устройстве используется модуляция GFSK и манчестерский код для передачи и кодирования данных. Максимальная скорость передачи данных — 100 кбит/с. Ширина полосы пропускания радиоканала составляет 100 кГц для частоты 433 МГц и 200 кГц для частот 868 и 915 МГц. Благодаря наличию встроенной схемы управления напряжением питания данная ИС функционирует в широком диапазоне напряжений: от 1,9 до 3,6 В. Использование запатентованной технологии ShockBurst позволяет повысить соотношение сигнал/шум и уменьшить нагрузку на внешний управляющий процессор. Суть данной технологии заключается в том, что вместе с основными данными передается автоматически сформированный приемопередатчиком код CRC, позволяющий контролировать целостность принятой информации и формировать сигнал готовности для внешнего процессора. Благодаря технологии ShockBurst в приемопередатчиках данной серии используется радиоканал с шириной полосы пропускания, значительно превышающей действительную скорость передачи данных, благодаря чему обеспечивается высокая помехоустойчивость радиоканала. Управление приемопередатчиком осуществляется по интерфейсу SPI. Не требуются внешние ПАВ-фильтры. Приемопередатчики серии nRF905 имеют два активных режима работы — ShockBurst RX и TX (прием и передача данных соответственно) и два режима экономии энергии — Power Down и Standby Mode. В режиме Power Down радиочастотная часть и кварцевый генератор выключены и производится только обмен данными по интерфейсу SPI, в результате чего ток потребления снижается до 2 мкА. В режиме Standby Mode радиочастотная часть также выключена, но кварцевый

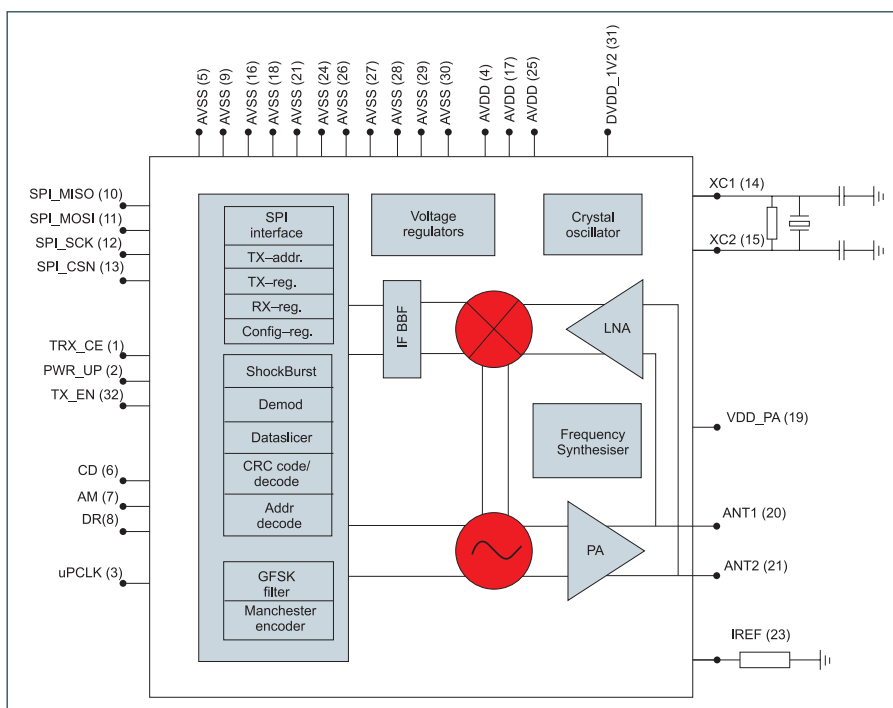


Рис. 1. Структурная схема однокристалльного приемопередатчика серии nRF905

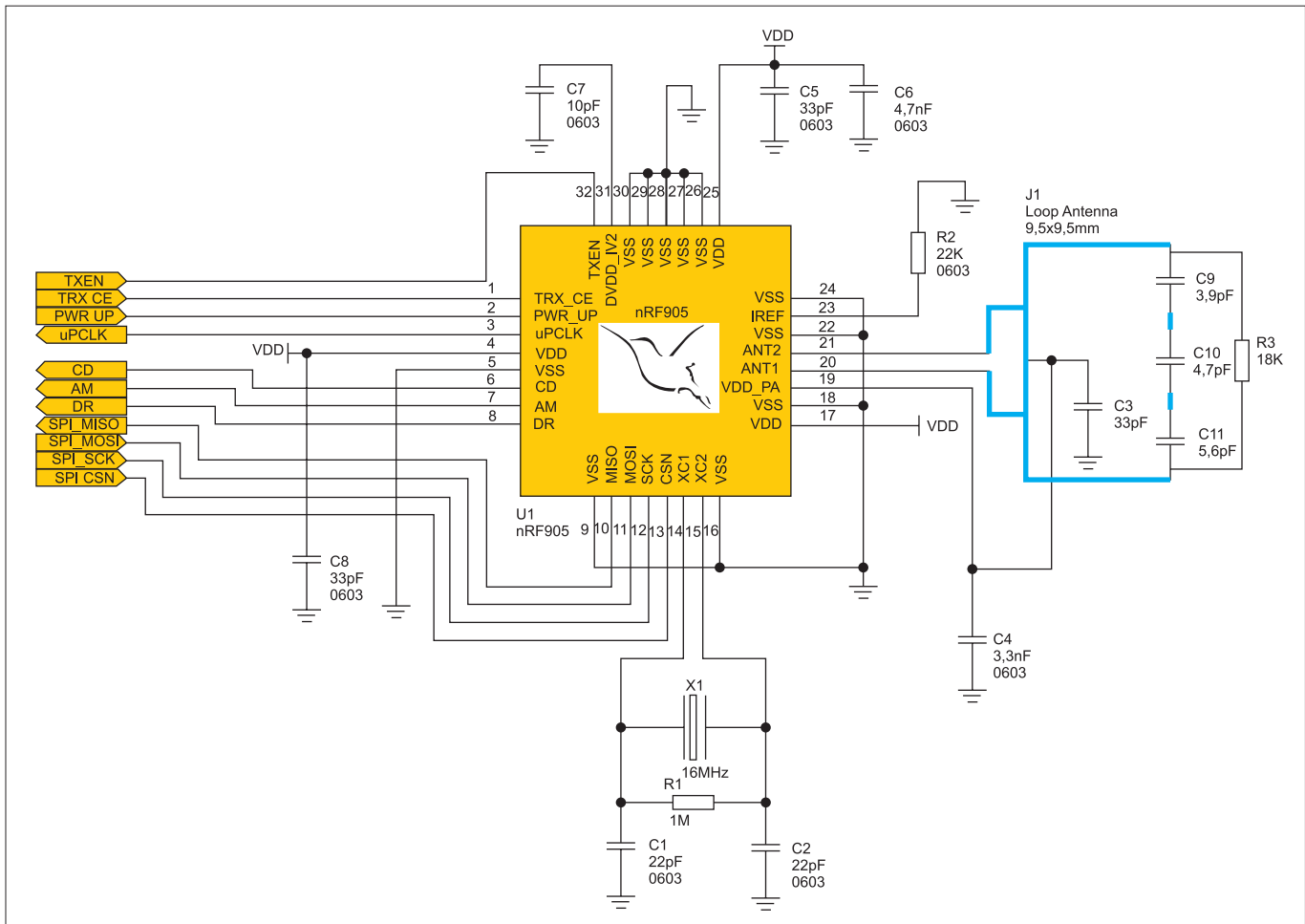


Рис. 2. Типовая схема включения приемопередатчика серии nRF905

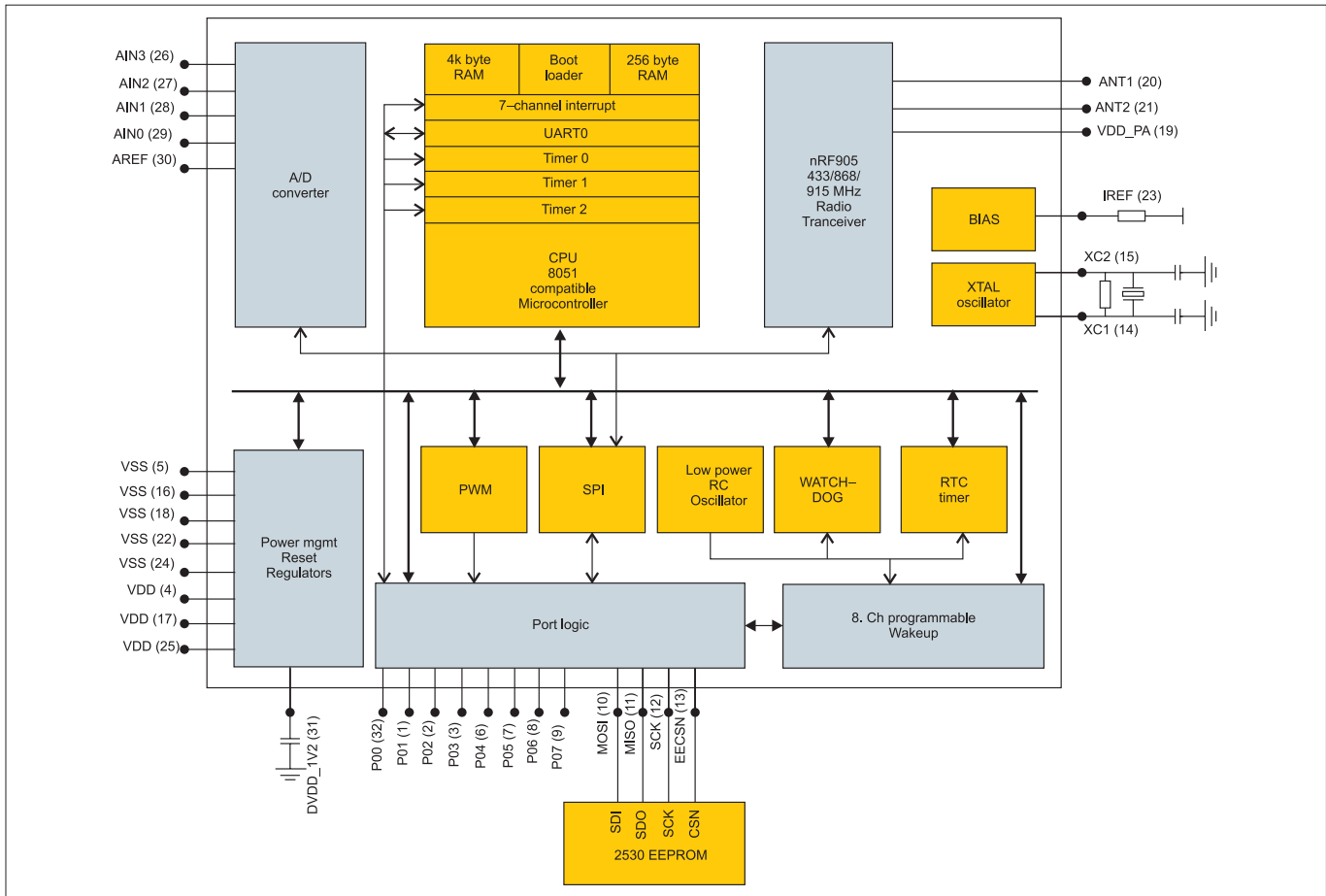


Рис. 3. Структурная схема однокристалльного передатчика nRF905

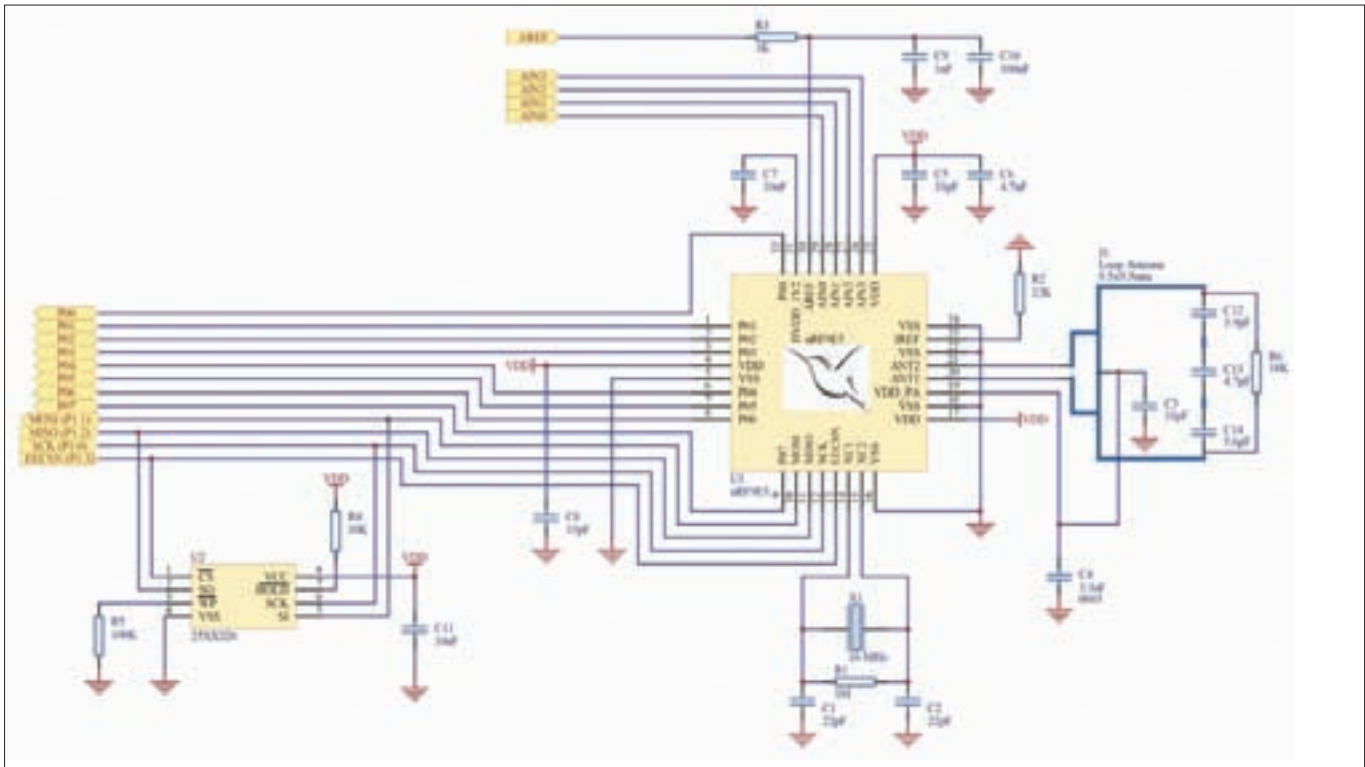


Рис. 4. Структурная схема однокристалльного приемопередатчика серии nRF9E5

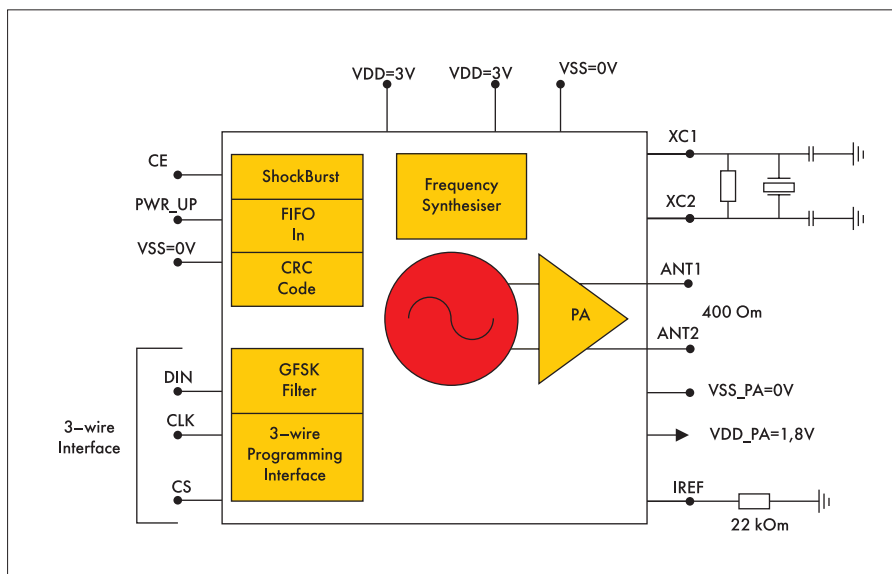


Рис. 5. Типовая схема включения однокристалльного приемопередатчика nRF9E5

генератор продолжает функционировать. При этом значительно ускоряется переход из экономичного режима в один из активных режимов. Также можно оптимизировать энергопотребление приемопередатчика благодаря возможности управления чувствительностью приемника и мощностью излучения передатчика. Типовая схема включения приемопередатчика серии nRF905 показана на рис. 2.

Следующим представителем семейства однокристалльных приемопередатчиков, работающих на частотах 433, 868 и 915 МГц, является ИС серии nRF9E5, содержащая помимо радиочастотной части 8051-совместимое процессорное ядро, стабилизатор напряжения, восемь двунаправленных портов ввода-вывода, 10-битный четырехканальный АЦП с частотой выборки 80 кГц, встроенный источник опор-

ного напряжения и сторожевой таймер. Связь между компонентами приемопередатчика nRF9E5 осуществляется посредством мультиплексируемой шины SPI.

Встроенный микроконтроллер ИМС nRF9E5 содержит масочное ПЗУ объемом 512 байт, 256 байт ОЗУ данных и 4 Кбайт ОЗУ программ. Загрузка пользовательской программы осуществляется через интерфейс SPI. Порты ввода-вывода могут использоваться для обмена данными с внешними устройствами, либо как выходы прерываний для асинхронного контроллера, ШИМ-контроллера или таймера. Структурная схема приемопередатчика серии nRF9E5 приведена на рис. 3, типовая схема включения — на рис. 4.

Еще одно семейство однокристалльных приемопередатчиков и передатчиков компании Nordic VLSI ASA — ИС, функционирующие на частоте

2,4 ГГц. Для данных устройств характерна повышенная скорость передачи данных при пониженной выходной мощности передатчика.

Приемопередатчики серии nRF2401 используют модуляцию GFSK и поставляются в корпусе QFN24 размером 5×5 мм. Скорость передачи данных составляет до 1 Мбит/с. Имеется 125 каналов со скоростью переключения между ними менее 200 мкс. В приемопередатчике используются технологии ShockBurst и DuoCeiver. Суть технологии DuoCeiver заключается в возможности одновременного приема данных со скоростью 1 Мбит/с по двум каналам, разнесенным на 8 МГц.

На базе ИМС nRF2401 Nordic Semiconductor разработан однокристалльный приемопередатчик nRF24E1 с встроенным микропроцессорным ядром 8051, 10-разрядным 9-канальным АЦП и цифровыми линиями ввода-вывода.

Помимо приемопередатчиков, Nordic Semiconductor выпускает передатчики — микросхемы серии nRF2402 и nRF24E2.

Структурные схемы ИМС передатчиков nRF2402 и nRF24E2 приведены на рис. 5 и 6 соответственно. Nordic Semiconductor выпускает инструментальные отладочные средства nRF9x5 EVKIT и nRF24xx EVKIT, позволяющие быстро интегрировать продукцию компании в законченную разработку. В комплектацию отладочных средств входят две платы приемопередатчиков, две антенны, компакт-диск, содержащий документацию и программное обеспечение. Для приемопередатчиков со встроенными микроконтроллерами дополнительно поставляются две платы с USB-портом для программирования ПЗУ команд. На сайте Nordic Semiconductor находится дополнительная информация, например, файлы разводки печатных плат PCB и GERBER.

На рис. 7 показан внешний вид инструментального отладочного средства nRF9E5 EVKIT.

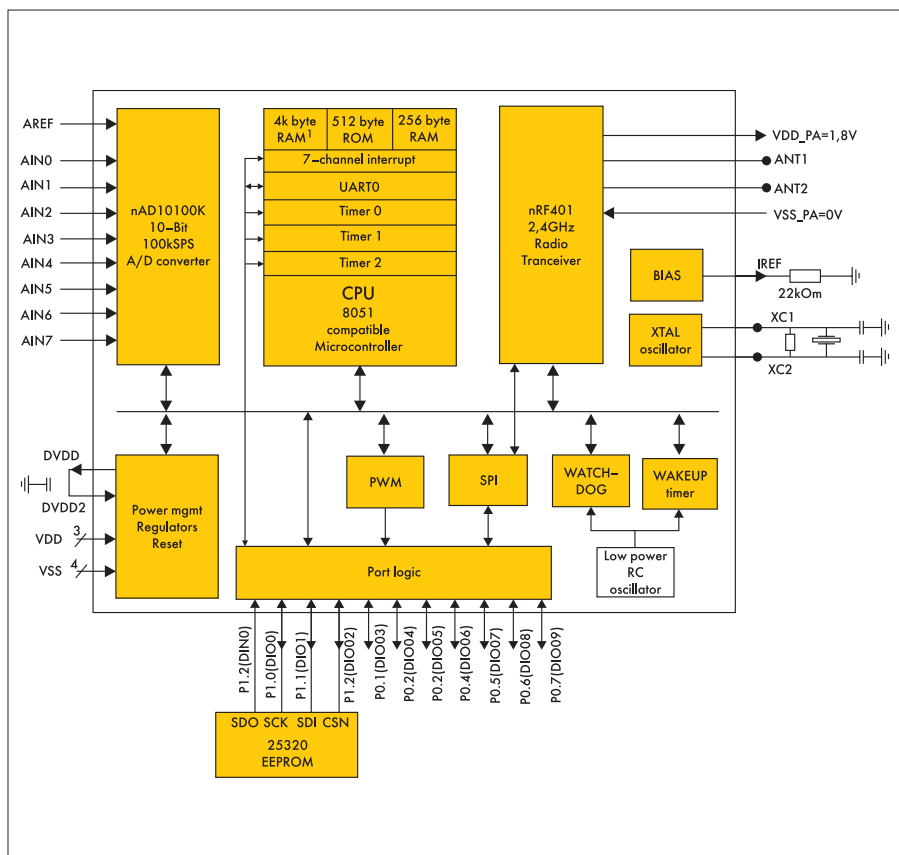


Рис. 6. Структурная схема однокристалльного передатчика nRF24E2



Рис. 7. Внешний вид инструментального отладочного средства nRF9E5 EVKIT.

Компанией Nordic Semiconductor в недавнем времени анонсированы новые продукты — микросхемы nRF24Z1, nRF24AP1 и nRF24L01. ИС nRF24Z1 представляет собой устройство для беспроводной передачи аудиоданных с качеством компакт-диска на частоте 2,4 ГГц со скоростью до 4 Мбит/с без использования компрессии. Поддерживается формат 24 бит/96 кГц. Для передачи данных используется интерфейс, совместимый с S/PDIF, для подачи управляющих сигналов — интерфейс SPI или двухпроводный интерфейс, совместимый с I²C. Благодаря архитектуре MegaZtream обеспечивается безошибочная передача данных и дополнительная управляющая информация, например, для изменения громкости или отображения на дисплее. Использование ИС nRF24Z1 позволяет сократить число проводных соединений в музыкальных центрах, MP3-плеерах и другой бытовой аппаратуре без потери качества звучания и существенно увеличения стоимости. На рис. 8 приведена структурная схема ИС nRF24Z1.

ИМС nRF24AP1 компании Nordic Semiconductor представляет собой однокристалльный приемопередатчик с полной реализацией стека протоколов ANT, разработанного фирмой Dynastream Innovations для использования в пользовательских сетях (PAN).

Этот протокол рассчитан на работу в сетях устройств с батарейным питанием и 32-битной адресацией, объединенных в равноправные или иерархические конфигурации типа «звезда». В ANT-сетях используется временное разделение каналов, одно- и двухсторонний обмен сообщениями со скоростью более 100 сообщений в секунду и контроль целостности данных с помощью кодов CRC. Поддерживается режим широковещательной передачи данных. ИС nRF24AP1 работает в диапазоне 2,4 ГГц, имеет 80 каналов с модуляцией GFSK и скоростью передачи данных до 1 Мбит/с.

Структурная схема ИС nRF24AP1 приведена на рис. 9.

Еще одним новым продуктом компании Nordic Semiconductor является ИС nRF24L01 — приемопередатчик, работающий на частоте 2,4 ГГц с пониженной выходной мощностью и имеющий 125 радиочастотных каналов с малым временем переключения между ними 130 мкс и скоростью передачи данных до 2 Мбит/с. Данное устройство позволяет поддерживать одновременную

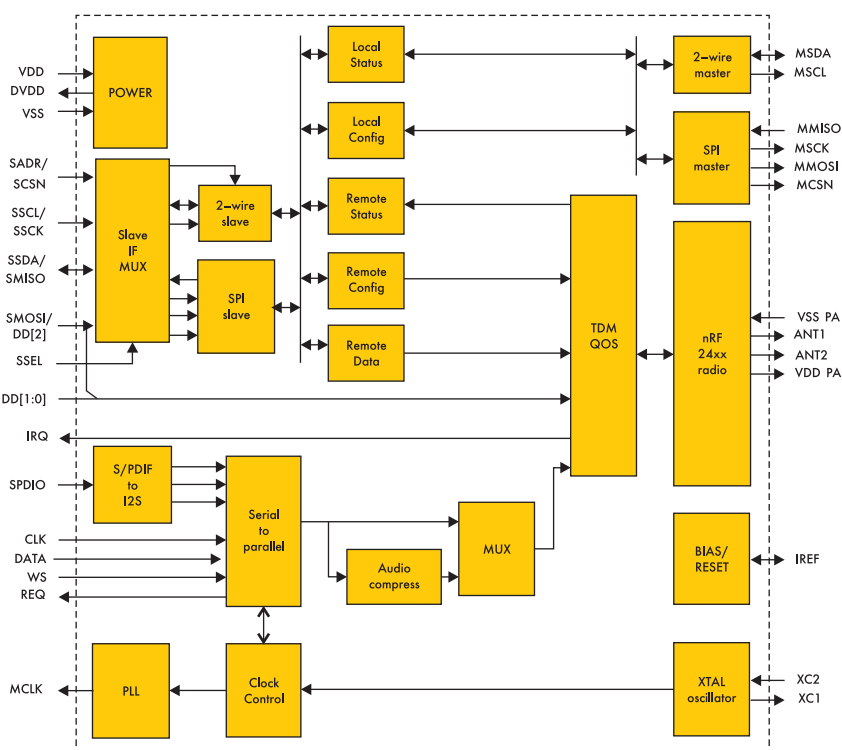


Рис. 8. Структурная схема ИМС nRF24Z1 предназначенная для беспроводной передачи аудиоданных с качеством компакт диска

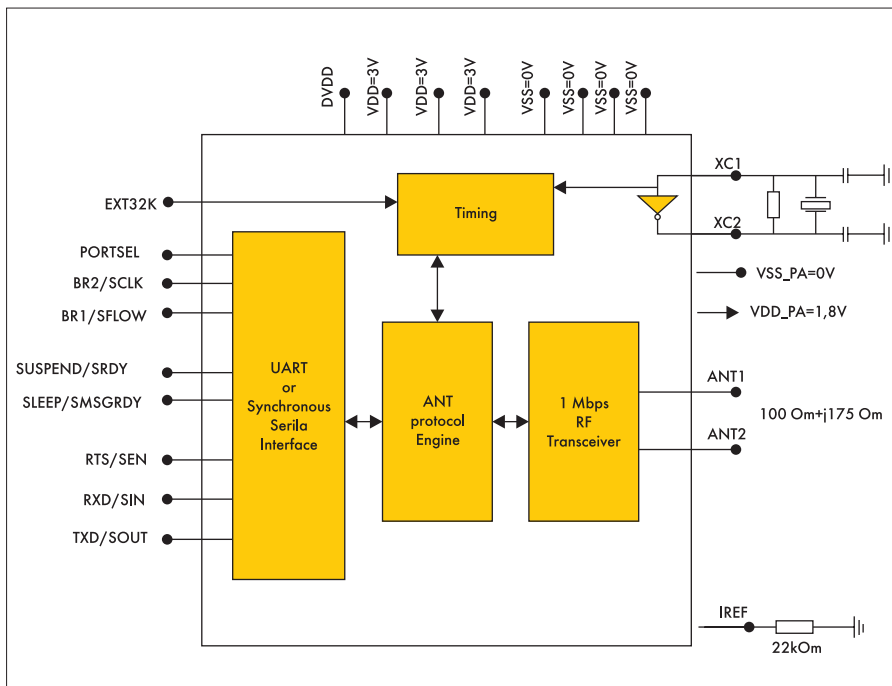


Рис. 9. Структурная схема ИМС nRF24AP1 предназначенная для использования в пользовательских сетях

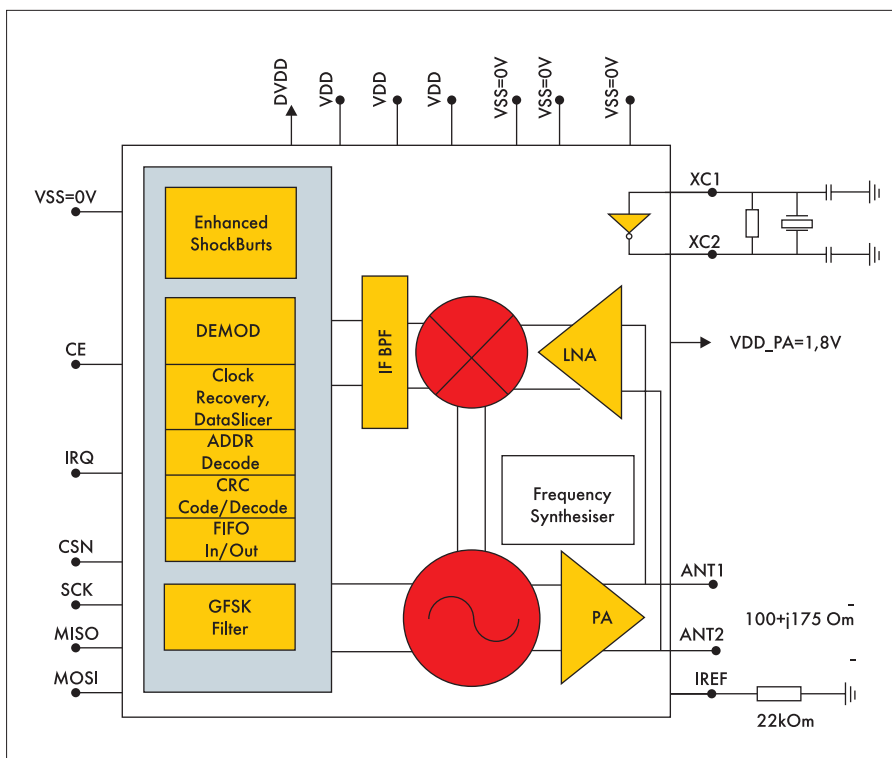


Рис. 10. Структурная схема ИМС nRF24L01

синхронную двунаправленную беспроводную связь с шестью другими беспроводными устройствами, такими как компьютерная клавиатура и мышь, джойстики, системы безопасности и оповещения, системы домашней автоматизации, системы телеметрии, беспроводные промышленные датчики и др.

Устройство выполняется в 20-выводном корпусе QFN20 размером 4×4 мм.

Структурная схема ИС nRF24L01 показана на рис. 10.

Техническая документация и инструментальные отладочные средства для работы с однокристальными приемопередатчиками и пе-

редатчиками компании Nordic Semiconductor позволяют сокращать время разработки и создавать недорогие законченные и полнофункциональные устройства для нелицензируемых диапазонов частот.

Более подробную информацию о продукции компании Nordic Semiconductor можно получить на их официальном сайте [1].

Литература

1. www.nordicsemiconductor.com.
2. В. Бурлаков. Однокристальные приемопередатчики Nordic // Электронные компоненты. 2005. № 5.