

Миниатюрный приёмный модуль для базовой станции UMTS

Дуглас Штуцль, Тодд Нелсон, Linear Technology Corp.

Перевод Александра Фёдорова, компания PT Electronics

Описанная в статье ИС 14-разрядной подсистемы приёмного модуля прямого преобразования была разработана для удовлетворения спроса на более высокий уровень интеграции и упрощённую конструкцию – при сохранении высокой производительности, необходимой для современных беспроводных базовых станций микросотовой связи.

Насколько возможно повысить степень интеграции телекоммуникационного оборудования без ущерба его характеристикам? Технологии производства полупроводников до сих пор диктуют нам требования для каждой из сфер применения: GaAs и SiGe – лучшие технологии для СВЧ-компонентов, КМОП – для скоростных АЦП, а высокочастотные фильтры вообще невозможно создать из полупроводников. Тем не менее, рынок требует ещё большую плотность упаковки.

Поэтому было решено использовать технологию «система в корпусе» (SiP), чтобы построить приёмник, занимающий площадь всего 3,2 см². Границами приёмника являются 50-омный радиочастотный вход, 50-омный вход частоты гетеродина (LO), вход тактовой частоты и цифровой выход АЦП. К мик-

росхеме остаётся подключить малошумящий усилитель с радиочастотной фильтрацией, генераторы и блок цифровой обработки на выходе. В одном корпусе 15×22 мм находится приёмный тракт, использующий высококачественные компоненты SiGe, дискретные пассивные фильтры и прецизионный КМОП АЦП.

Далее будет рассмотрен конкретный представитель линейки изделий Module компании Linear Technology – приёмник прямого преобразования LTM9004.

Задачи проектирования приёмного тракта станции UMTS

Рассмотрим конкретный пример. Необходимо построить приёмник для восходящего ствола UMTS (3G GSM) дуплексной связи с частотным разде-

лением каналов (FDD) в рабочей полосе I, как описано в спецификации 3GPP TS25.104 V7.4.0. Чувствительность является ключевой характеристикой приёмника, – требуется обеспечить отношение сигнал/шум 111 дБ для –19 дБ/5 МГц. Это означает, что уровень собственных шумов должен быть –158,2 дБм/Гц.

Анализ проекта – нулевая ПЧ или приёмник прямого преобразования

Микросхема LTM9004 – это приёмник прямого преобразования с квадратурным детектором, полосовыми усилителями и двухканальным 14-разрядным АЦП с частотой выборки 125 МГц (см. рис.1). Низкочастотный фильтр LTM9004-AC имеет спад 0,2 дБ на частоте 9,42 МГц, что позволяет охватить 4 несущих W-CDMA. Для получения готового приёмника к микросхеме LTM9004 необходимо добавить входной радиочастотный тракт, обычно состоящий из коммутатора и одного или нескольких малошумящих усилителей и керамических полосовых фильтров. Для минимизации расхождения усиления и фазы применяет-

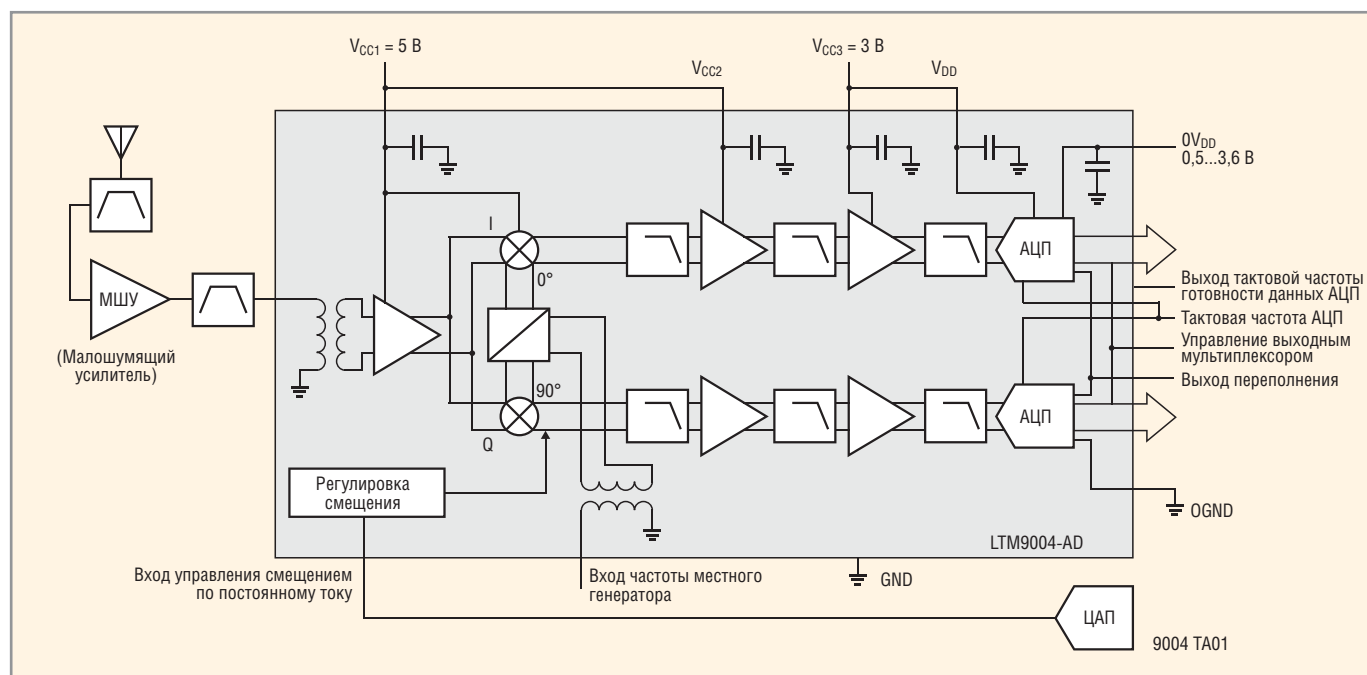


Рис. 1. Топология приёмника прямого преобразования на примере микросхемы LTM9004 от Linear Technology

ся топология с фиксированным коэффициентом усиления, поэтому перед LTM9004 необходимо установить радиочастотный (РЧ) регулируемый усилитель. Ниже приведены типовые параметры такого предварительного усилителя:

- полоса приёма 1920...1980 МГц;
- усиление РЧ макс. 15 дБ;
- диапазон АРУ 20 дБ;
- коэффициент шума 1,6 дБ;
- IP2 +50 дБм;
- IP3 0 дБм;
- точка децибельной компрессии ($P_{1дБ}$) -9,5 дБм;
- подавление на частоте 20 МГц 2 дБ;
- подавление в полосе передачи 96 дБ.

С учётом эффективного шума предварительного тракта РЧ максимально допустимый шум для LTM9004 составляет -142,2 дБм/Гц. Типовой входной шум для LTM9004 равен -148,3 дБм/Гц, что даёт расчётную чувствительность, равную -116,7 дБм.

Как правило, в связке с подобными приёмниками используются цифровая фильтрация после АЦП. Чтобы сохранять работоспособность в присутствии помех в совмещённом

канале (CCI), приёмник должен обладать достаточным динамическим диапазоном при максимальной чувствительности. Спецификации UMTS требуют максимального уровня помех в совмещённом канале, равного -73 дБм.

Заметим, что входной уровень, равный -1 дБпш (дБ полной шкалы) в пределах полосы ПЧ ИС LTM9004 аналогичен уровню в -15,1 дБм для модулированного сигнала с коэффициентом формы 10 дБ. На входе LTM9004 это составляет уровень -53 дБм или оцифрованный сигнал с уровнем -42,6 дБпш.

С автоматической регулировкой усиления (АРУ) радиосигнала, установленной на минимум усиления, приёмник должен быть способен демодулировать максимальный ожидаемый полезный сигнал, поступающий от мобильного устройства. В конечном счёте, это требование выражается в том, что ИС LTM9004 должна воспринимать сигнал с уровнем -1 дБпш или ниже. Минимальные потери в тракте, указанные в спецификации, равны 53 дБ и предполагают среднюю мощность сигнала

от мобильного терминала +28 дБм. Тогда максимальный уровень сигнала на входе приёмника равен -25 дБм, это эквивалентно пиковому сигналу -14,6 дБпш.

В стандарте UMTS описано несколько сигналов-блокираторов. Спецификация допускает только определённое падение чувствительности (до -115 дБм) в присутствии этих сигналов. Первый из указанных сигналов-блокираторов находится на смежном канале, отстоящем на 5 МГц, на уровне -42 дБм. Уровень оцифрованного сигнала равен -11,6 дБпш. Последующая цифровая обработка добавляет ослабление в 51 дБ, что, в итоге, эквивалентно источнику помех -93 дБм на входе приёмника. Результирующая чувствительность составляет -112,8 дБм.

Во всех случаях типовой входной уровень для -1 дБпш микросхемы гораздо выше максимально ожидаемых уровней. С учётом коэффициента формы сигналов модулированных каналов 10...12 дБ наибольший из них достигнет пиковой мощности примерно -6,5 дБпш на выходе LTM9004.

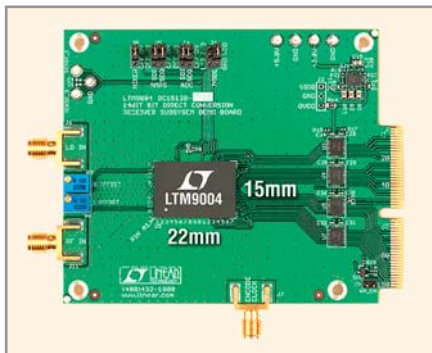


Рис. 2. Отладочная плата приёмника на основе ИС LTM9004 (габариты микросхемы 22×15 мм)

Наибольший блокирующий сигнал равен -15 дБм несущей тонального сигнала на удалении более 20 МГц от границ полосы принимаемого сигнала. Радиочастотный тракт обеспечит подавление этого тона на 37 дБ, поэтому на входе LTM9004 этот сигнал появится с уровнем -32 дБм. Сигнал на этом уровне не снизит чувствительность приёмника μ Module в полосе пропускания. Эквивалентный оцифрованный уровень составит всего $-41,6$ дБш, что не скажется на чувствительности.

Другой источник нежелательных сигналов – это утечка от передатчика. Поскольку рассматривается система FDD, описываемый приёмник будет работать одновременно с передатчиком. Предполагается, что уровень сигнала от передатчика будет не более $+38$ дБм, с уровнем изоляции между трактами приёма и передачи 95 дБ. Тогда утечка, появляющаяся на входе приёмника, составит $-31,5$ дБм и будет смещена от принимаемого сигнала не менее чем на 130 МГц. Эквивалентный оцифрованный уровень составит в пике всего $-76,6$ дБш.

Линейность второго порядка всегда была проблемой для приёмников с архитектурой прямого преобразования. Недостаточная линейность второго порядка позволит любому сигналу (полезному или нет) создать постоянную составляющую или псевдослучайный шум в полосе пропускания. В спецификации системы указано, что блокирующий сигнал -35 дБм может понизить чувствительность до -105 дБм. Как было замечено выше, этот сигнал-блокиратор создаёт уровень помех -15 дБм на входе приёмника. Искажения второго порядка, созданные входом LTM9004, находятся на 16 дБ ниже теплового шума, и результирующая расчётная чувствительность будет равна $-116,6$ дБм.

Блокирующий сигнал несущей с уровнем -15 дБм также повысит искажения второго порядка, что приведёт к постоянному смещению. Это нежелательно, поскольку смещение уменьшит максимальный размах сигнала, который может обработать АЦП. Единственный надёжный способ устранить пагубное влияние постоянной составляющей – гарантировать максимально высокую линейность второго порядка в полосе пропускания. Расчётная постоянная составляющая на входе АЦП, обусловленная этим сигналом, не превысит 1 мВ.

Заметим, что утечка от передатчика включена в спецификацию системы, поэтому ухудшение чувствительности из-за этого сигнала должно быть сведено к минимуму. Допустим, что уровень сигнала с передатчика не превышает $+38$ дБм, с изоляцией в 95 дБ между трактами приёма и передачи. Учитывая описанные выше условия, получается, что искажения второго порядка, генерируемые LTM9004, приведут к снижению чувствительности менее 0,1 дБ.

В спецификации описано только одно требование к линейности третьего порядка. При появлении двух помех чувствительность не должна упасть ниже -115 дБм. Эти помехи описаны как тональные несущие в канале WCDMA с уровнем -48 дБм каждая. На вход LTM9004 они поступят с уровнем в -28 дБм каждая. Частоты помех находятся на удалении 10 и 20 МГц от желаемого канала, поэтому продукт интермодуляции третьего порядка попадает в полосу пропускания. Ещё раз отметим, что этот продукт является псевдослучайным шумом, который в итоге снизит отношение сигнал/шум. Искажения третьего порядка, порождаемые LTM9004, на 20 дБ ниже уровня теплового шума, что снизит расчётную чувствительность менее чем на 0,1 дБ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Микросхема LTM9004 демонстрирует хорошие показатели в качестве цифрового приёмника в приложениях UMTS. Основными преимуществами являются малые габариты приёмника и высокая степень интеграции (см. рис. 2). Технология «система в корпусе» (SiP) даёт возможность реализовать разные типы полупроводниковых (SiGe, КМОП) и пассивных компонентов (фильтров) в корпусе одной ИС.

Новости мира

Конференция «Передовые решения от лидеров производства микроконтроллеров STMicroelectronics и Renesas»

27 мая в Москве компания PT Electronics проведёт конференцию, посвящённую новинкам в области микроконтроллеров.

Мероприятие будет проходить совместно с представителями мировых лидеров по производству активных компонентов – STMicroelectronics и Renesas.

В программе конференции будут представлены следующие темы:

- MEMS;
- микросхемы питания;
- 32-разрядные микроконтроллеры;
- 16-битные микроконтроллеры.

Во второй части конференции докладчики расскажут о компонентах обвязки микроконтроллера, поставляемых компанией PT Electronics.

Александр Фомченко, представитель компании Molex, в своей презентации затрагивает проблему увеличения места на плате за счёт миниатюризации компонентной базы. Инженер по продажам Евгений Марков, компания Omron, представит обзор инновационных датчиков. А в заключение Илья Орлов продемонстрирует решения по соединителям на печатную плату от компании TE Connectivity.

Для бесплатного участия необходимо зарегистрироваться по тел.: (495) 517-9256 либо на сайте www.ptelectronics.ru.

Renesas Electronics расширяет продажи в России

Renesas Electronics Europe, поставщик полупроводниковых решений, объявляет о стимулировании продаж в России и СНГ. В связи с этим у компании появляется новый дистрибьютор в России – PT Electronics.

Петербургская PT Electronics с момента создания компании в 1992 году стала одним из пяти крупнейших дистрибьюторов электронных компонентов в регионе.

Renesas предоставляет технических и коммерческих специалистов, которые окажут услуги по технической поддержке и поддержке продаж семейств микроконтроллеров, аналоговых устройств и устройств питания, оптронных пар и различных видов памяти.

Основными направлениями продаж станут контроллеры двигателей, осветительные приборы, потребительская электроника и системы безопасности.

www.renesas.eu