МАРТИ РИЧАРДСОН (MARTY RICHARDSON)
Перевод: **МИХАИЛ РУССКИХ**, tau68@rambler.ru

СИНТЕЗАТОР СВЧ-ДИАПАЗОНА С НИЗКИМ ФАЗОВЫМ ШУМОМ ADF5610

ВВЕДЕНИЕ

Требования к частоте системы и скорости модуляции продолжают расти в связи с необходимостью увеличения полосы пропускания и скорости передачи данных. Помимо этого, очень важным фактором стало энергопотребление, поскольку оборудование, которое когда-то относилось к военной сфере, теперь может использоваться и в коммерческом секторе. Данные регламенты сопровождаются комментарием, что при этом нельзя жертвовать электрическими характеристиками или функциональностью. Для удовлетворения указанных требований, в том числе к высокому отношению сигнал/шум, низкому коэффициенту ошибок передачи и устойчивому соединению, привычному для пользователей, фазовый шум гетеродина должен быть уменьшен.

Недавно компания Analog Devices выпустила микросхему ADF5610, которая представляет собой синтезатор частоты с интегрированным контуром фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) и с генератором, управляемым напряжением (ГУН). Этот компонент способен не только решить вышеперечисленные задачи, но и в то же время готов предложить больше возможностей.

ПЕРЕКРЫВАЕМЫЙ ЧАСТОТНЫЙ ДИАПАЗОН

ADF5610 (рис. 1) покрывает в общей сложности восемь октав на основной частоте ГУН в диапазоне 3,65–7,3 ГГц, которая подается в контур обратной связи с ФАПЧ для минимизации фазового шума. На однополярном выходе (RF_{OUT}), удваивающем основную частоту, обеспечивается диапазон 7,3–14,6 ГГц, а на дифференциальном выходе можно получить полный рабочий диапазон 57 МГц — 14,6 ГГц за счет использования делителей с коэффициентами деления 1/2/4/8/16/32/64 и 128.

Благодаря архитектуре ГУН ADF5610 поддерживается широкополосный синтез частот, что сопровождается наименьшим в отрасли уровнем фазового шума. Так, номинальный фазовый шум разомкнутого контура на частоте 10 ГГц составляет –114 дБн/Гц при отстройке 100 кГц. За счет внутреннего конечного автомата время установления частоты может быть менее 40 мкс при использовании только пассивного контурного фильтра. При этом дополнительные схемы или таблицы соответствия (LUT) не понадобятся, если не требуется меньшее время установления.

ЛУЧШИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФАПЧ ДЛЯ СИСТЕМЫ ТАКТИРОВАНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Хотя встроенный в ADF5610 контур ФАПЧ обладает не самой выдающейся добротностью, равной –229 дБн/Гц (–232 дБн/Гц в режиме полного тока), в сочетании с превосходным показателем фликкер-шума 1/f (–129 дБн/Гц) и очень малым фазовым шумом ГУН можно получить среднеквадратическое значение джиттера менее 38 фс (предел интегрирования 1 кГц — 100 МГц) (рис. 2, 3). Благодаря этому ADF5610 может успешно применяться в наиболее требовательных преобразователях тактовой частоты. Значения резисторов контурного фильтра должны быть минимальными, чтобы уменьшить их тепловой шум и высокую частоту (100 МГц). Для достижения высокого качества работы необходим опорный источник со сверхнизким шумом.

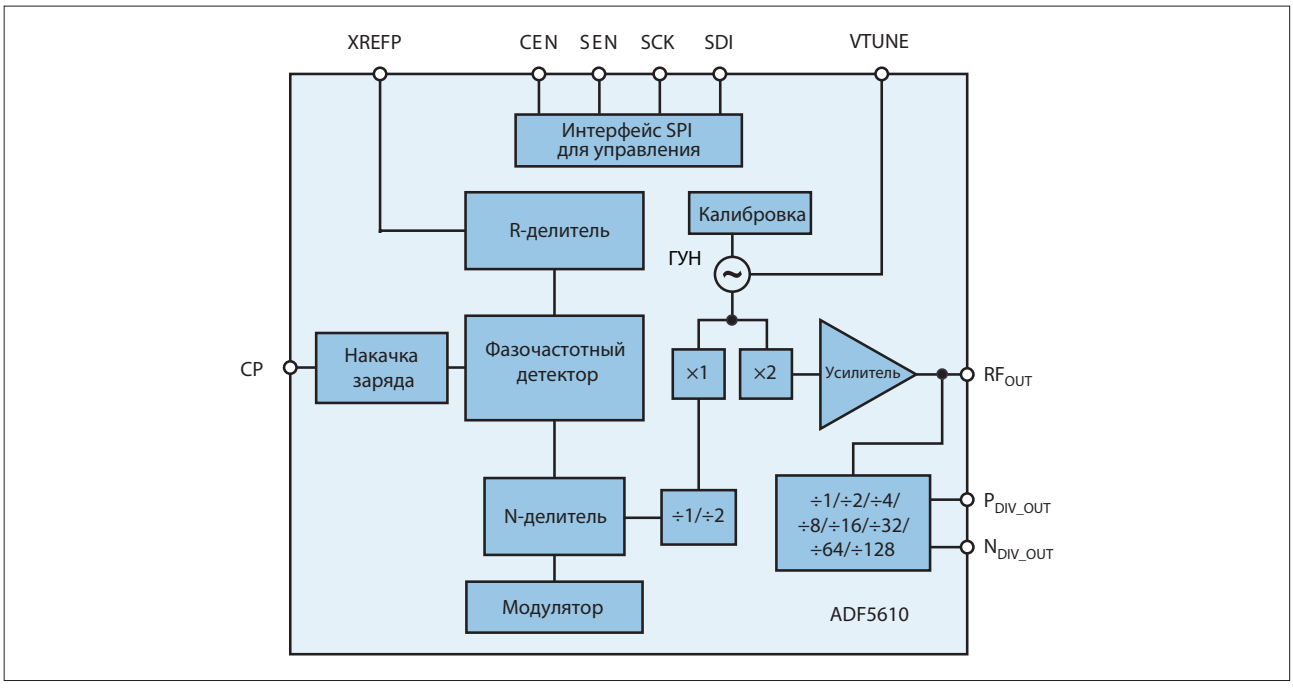

Рис. 1. Блок-схема ADF5610

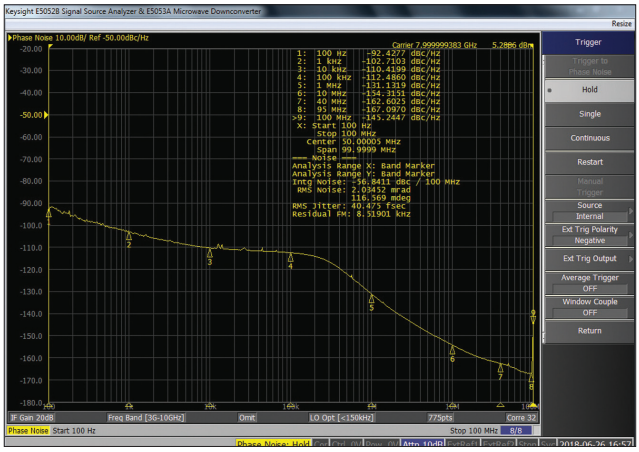

Рис. 2. Среднеквадратический джиттер при 8 ГГц

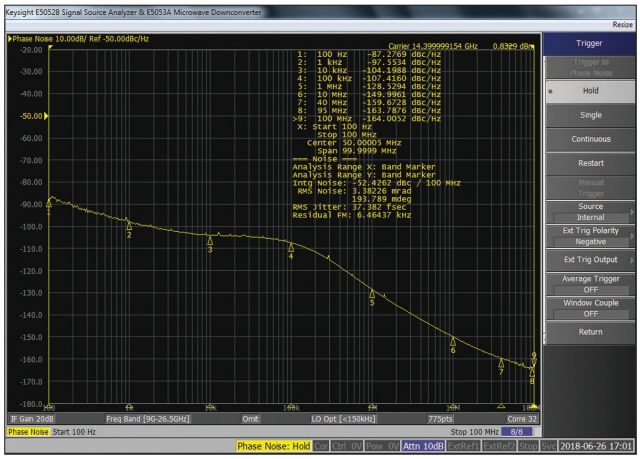

Рис. 3. Среднеквадратический джиттер при 14,4 ГГц

ГЕТЕРОДИНЫ ДЛЯ КОММУНИКАЦИОННОГО И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Помимо широкого диапазона частот, наименьшего в отрасли фазового шума и очень малого времени синхронизации, ADF5610 имеет дополнительные функции, благодаря которым данный компонент оптимален для применения в беспроводном коммуникационном оборудовании и контрольно-измерительных приборах, где он чаще всего используется в качестве гетеродина.

Разрешение дробного делителя, равное 24 бит, не является выдающимся показателем, но в сочетании с имеющимся в ADF5610 режимом точного поддержания частоты этот компонент может генерировать частоту с ошибкой 0 Гц. Применение ADF5610 в качестве гетеродина позволяет управлять активным смесителем, подключив его к порту R_{FOUT} с номинальной выходной мощностью 5 дБм, что устраняет необходимость в дополнительном каскаде усиления и экономит ценное пространство на плате. Выходная мощность на дифференциальном делителе (P_{DIVOUT}/N_{DIVOUT}) составляет 2 дБм при использовании несимметричного выхода, но к нему можно подсоединить симметрирующее устройство с низкими потерями или гибридный ответвитель для узкополосного оборудования и таким образом получить дополнительные 1–2 дБ выходной мощности.

В современном оборудовании очень важным фактором является рассеиваемая мощность, и ADF5610 вновь среди лучших, поскольку рассеивает от 700 мВт (в режиме пониженного тока с отключенным выходным делителем) до чуть более 1 Вт в худших условиях (в режиме с максимальными рабочими характеристиками и включенным выходным делителем с коэффициентом деления 128). Даже в режиме пониженного тока фазовый шум ADF5610, увеличенный всего на 2 дБн/Гц, остается наименьшим в отрасли.

ADF5610 также характеризуется малыми паразитными составляющими. Например, паразитные составляющие фазочастотного детектора доходят до уровня –105 дБн, а неотфильтрованные внутриполосовые целочисленные граничные паразитные выбросы составляют –45 дБн.

МАЛЫЕ РАЗМЕРЫ

Микросхема ADF5610, объединяющая ФАПЧ и ГУН, выпускается в 48-выводном корпусе LGA размером 7×7 мм. Для ее функционирования требуется минимальный набор развязывающих компонентов, благодаря чему данное решение, обладающее исключительно высокими рабочими характеристиками, может занимать очень маленькую площадь на печатной плате. Для достижения наилучших характеристик рекомендуется использовать высококачественные стабилизаторы с малым падением напряжения (LDO), такие как ADM7150, LT3045/LT3042 или HMC1060. Для питания ГУН требуется напряжение 5 В, а остальные цепи компонента питаются от источника напряжения 3,3 В. Работа ADF5610 может быть смоделирована в ADIsimPLL, что поможет в разработке соответствующей схемы с использованием внешних компонентов, необходимых для реализации полноценного синтезатора ФАПЧ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ADF5610, обладающий лучшими в отрасли частотным диапазоном и фазовым шумом в сочетании с высокой выходной мощностью, малым рассеянием мощности и компактным форм-фактором, позволяет удовлетворить строгие требования, предъявляемые к новым системам связи и измерительным приборам.