

ПРОБЛЕМЫ ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ ВО ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМАХ С РАДИОЧАСТОТНЫМИ КАНАЛАМИ СВЯЗИ

TROUBLESHOOTING PROBLEMS IN EMBEDDED SYSTEMS WITH RADIO FREQUENCY COMMUNICATION CHANNELS

Тревор Смит (Trevor Smith), менеджер по развитию рынка, Tektronix

Согласно прогнозам IHS iSuppli¹, поставки электронной аппаратуры с применением встроенных модулей беспроводных ЛВС (WLAN) превысят один миллиард единиц в 2011 году и два миллиарда в 2015 году. Беспроводная связь становится уже стандартной функцией. Спрос на беспроводные интерфейсы подогревается низкой стоимостью компонентов. Любой инженер-разработчик может использовать в своем проекте готовые модули беспроводной связи по цене около 2,5 долларов за штуку. Исследования Tektronix показывают, что беспроводные интерфейсы используются сейчас при разработке 40% встраиваемых систем.

Встраиваемые системы с беспроводными интерфейсами имеют высокий покупательский спрос и низкую стоимость, но задача их проектирования и проверки может быть очень сложной. Сегодня в процессе отладки систем с беспроводными интерфейсами инженер-разработчик должен анализировать аналоговые, цифровые и радиосигналы. Обычно при этом используют осциллограф для исследования сигналов во временной области и анализатор спектра для анализа в частотной области. Каждый из этих приборов хорош для решения своих задач, но они плохо приспособлены для совместной работы, что затрудняет анализ взаимосвязей между сигналами, наблюдаемыми во временной области и частотной области. Разработчики нуждаются в возможности анализировать с помощью одного прибора аналоговые, цифровые и радиочастотные сигналы, изменения которых взаимосвязаны во времени.

ОСЦИЛЛОГРАФ С КОМБИНИРОВАННЫМИ ОБЛАСТЯМИ АНАЛИЗА (MDO)

Благодаря осциллографу с комбинированными областями анализа MDO4000 разработчики впервые получили возможность исследовать изменения во времени взаимосвязанных

¹ Согласно отчёту HIS iSupply, «Более 1 млрд. единиц электронной аппаратуры должны иметь встраиваемые устройства для работы в беспроводных сетях». Джагдиш Ребелло (Jagdish Rebello), 15 апреля 2011 г.

Tektronix®

аналоговых, цифровых и радиочастотных сигналов для полноценного системного анализа своей разработки. На экране MDO4000 одновременно отображается информация, относящаяся к временной и частотной области. Спектр радиосигнала может отображаться для любого выбранного момента времени. Это сделано для того, чтобы изучать изменение спектра во времени или в зависимости от состояния анализируемого устройства.

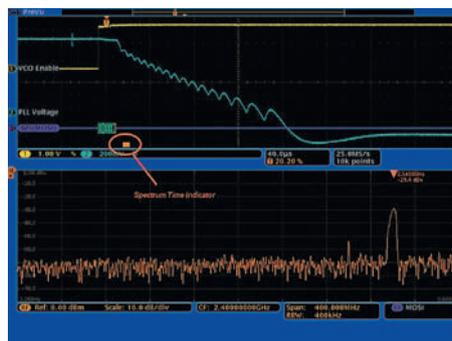


Рис. 1

MDO4000 можно использовать в режиме обычного осциллографа (он и построен на базе широко распространённого осциллографа смешанных сигналов MSO4000) или в режиме полнофункционального анализатора спектра. Но когда одновременно используется и радиочастотный вход, и аналоговые или цифровые каналы, экран разбивается на 2 части. В верхней части — привычные осциллограммы во временной области, а в нижней — спектр сигнала. При этом в частотной области отображается не просто БПФ сигналов, подаваемых на аналоговые или цифровые входы, а спектр сигнала с РЧ-входа. Спектр, отображаемый в частотной области, рассчитывается по некоторому интервалу времени, положение которого отмечается в окне осциллограммы в виде короткой оранжевой полоски. Эта отметка называется время спектра — Spectrum

Time (см. рис. 1). Её можно перемещать по всему периоду выборки сигнала, если требуется исследование поведения спектра во времени. Перемещение возможно как при работе осциллографа в режиме реального времени, так и в режиме отображения ранее зарегистрированных данных.

РАШИРЕННАЯ СИСТЕМА ЗАПУСКА

Современные системы, в которых используются РЧ сигналы, по природе своей динамичны, поэтому MDO4000, предназначенный для работы с такими системами, имеет систему запуска, полностью интегрированную с радиочастотными, аналоговыми и цифровыми каналами. Это означает, что после события запуска регистрация по всем каналам происходит синхронно, поэтому спектр можно с большой точностью привязать к заданному моменту времени относительно любого наблюдаемого события во временной области. Для анализа во временной области в качестве запускающих могут использоваться следующие события: перепад, кодовая последовательность, импульс заданной длительности, время ожидания, поврежденный импульс

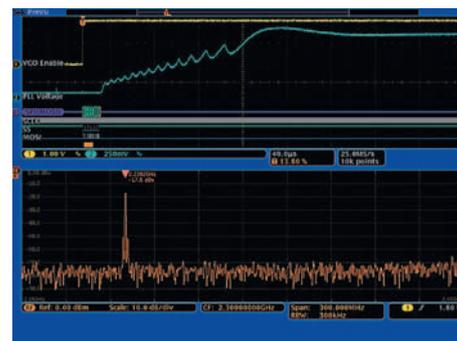


Рис. 2. Процесс настройки ГУН с ФАПЧ во временной и частотной областях

(рант), логическое выражение, нарушение времени установки/удержания, длительность положительного/отрицательного перепада, строки или кадры видеосигнала, а также определенные пакеты данных разнообразных параллельных и последовательных шин. Кроме того, в MDO4000 запуск может происходить по уровню сигнала на РЧ входе. Например, можно на-

строить запуск по включению РЧ передатчика. В расширенной системе запуска входной РЧ сигнал может использоваться в качестве сигнала запуска по заданной последовательности, по импульсу заданной длительности, по времени ожидания, по поврежденному импульсу и по логическому выражению. Например, прибор можно установить на запуск по радиоимпульсу заданной длительности, или использовать РЧ вход в качестве входа для системы запуска по логическому выражению.

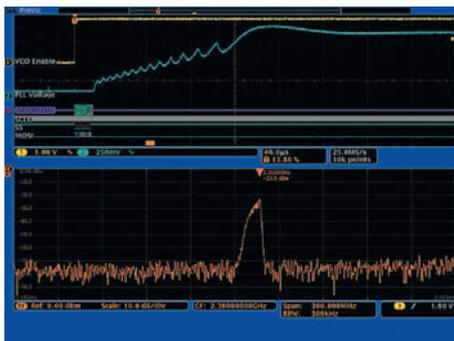


Рис. 3. Метка «Время спектра» сдвинута примерно на 60 мкс. Окно спектра показывает, что в ГУН с ФАПЧ происходит процесс перестройки на заданную частоту 2,4 ГГц, и к данному моменту частота достигла значения 2,3168 ГГц

Для иллюстрации возможностей одновременного отображения на одном экране взаимосвязанных по времени аналоговых, цифровых и радиочастотных сигналов, возьмём, для примера, генератор, управляемый напряжением (ГУН) с фазовой автоподстройкой частоты (ФАПЧ). Принцип тестирования схемы поясняется нижеприведённым рисунком 2. Здесь канал 1 осциллографа используется для отображения сигнала «разрешение работы ГУН», канал 2 — для выходного



Рис. 4. Окно спектра показывает, что ГУН с ФАПЧ проскочил заданную частоту 2,4 ГГц, и к данному моменту частота приняла значение 2,4164 ГГц. Здесь метка «Время спектра» сдвинута вправо ещё на 120 мкс

напряжения ФАПЧ, сигналы шины управления SPI контролируются и декодируются через цифровые каналы, а сигнал с выхода ГУН подаётся на РЧ вход осциллографа с комбинированными областями анализа.

По команде «настроить ГУН на ча-

стоту 2,4 ГГц», которая приходит по шине SPI, напряжение на выходе ФАПЧ начинает повышаться и, соответственно, начинает увеличиваться частота выходного радиосигнала ГУН, пока через некоторое время не достигнет требуемого значения. Отобразить спектр радиосигнала и значения его основных параметров на экране MDO4000 можно для любого момента времени рассматриваемого процесса перестройки простым перемещением метки «Время спектра». Таким образом, с помощью единственного прибора мы видим на экране команды последовательной шины SPI, выходные аналоговые сигналы и результаты измерения времени настройки данного ГУН с ФАПЧ.

На рис. 2 показан процесс настройки ГУН с ФАПЧ во временной и частотной областях. Здесь канал 1 осциллографа (жёлтый) используется для отображения сигнала «разрешение работы ГУН», канал 2 (голубой) — для выходного напряжения ФАПЧ. Сигналы шины SPI, по которой приходит команда «настроить



Рис. 5. Примерно через 340 мкс после подачи сигнала разрешения на работу, ГУН с ФАПЧ установился на заданную частоту 2,400 ГГц

ГУН на заданную частоту», контролируются по трем цифровым каналам и автоматически декодируются. Обратите внимание, что метка «Время спектра» установлена по шкале времени сразу после перепада сигнала разрешения работы ГУН и совпадает по времени с командой «настроить ГУН на частоту 2,4 ГГц», которая пришла по шине SPI.

Ещё одним примером ситуации, в которой синхронизированное отображение взаимосвязанных по времени аналоговых, цифровых и радиочастотных сигналов может значительно упростить процесс поиска неисправностей, могло бы послужить снятие характеристик беспроводного цифрового сервопривода. Здесь цель состоит в измерении задержки между приёмом сигнала управления и окончанием перехода радиосигнала в новое состояние. На нижеприведённом рисунке центральная частота в окне отображения спектра установлена равной частоте несущей, на которую настроен передатчик. Для того чтобы опре-

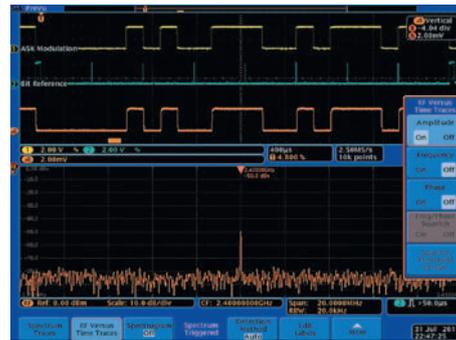


Рис. 6

делить характер изменения амплитуды РЧ сигнала во времени, во временной области добавлена осциллограмма амплитуды радиосигнала. В MDO может быть использован запуск по длительности РЧ импульса, при этом на экране можно получить развертки обоих сигналов. Используя курсоры, легко измерять задержку между радиосигналом и соответствующим управляющим сигналом.

СИНХРОНИЗИРОВАННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ СИГНАЛОВ

Применение осциллографа с комбинированными областями анализа MDO4000 сильно облегчает работу по установлению взаимосвязи между событиями, происходящими во временной и частотной областях. При разработке систем, в которых используются Bluetooth, Zigbee или другие технологии беспроводной связи, MDO4000 помогает быстро находить неисправности системного уровня. Впервые открылись возможности исключительно легко устанавливать связь между событиями, наблюдать взаимовлияние или измерять задержки для сигналов, наблюдаемых в 2 разных областях, что позволяет разработчику быстрее получить полное, всеобъемлющее представление о работе отлаживаемой им системы. ☑

Wireless communication becomes a standard feature in emerging devices and the demand for wireless interfaces is agitated even more by low-cost components. In the debugging process of systems with wireless interfaces, development engineer has to analyze analog, digital and radio signals. The article describes the capabilities of Tektronix MDO4000 oscilloscope with combined analysis features enabling to analyze analog, digital and radio frequency signals which changes are interrelated over time.