

MS27102A

Удаленный спектральный монитор



Введение

Активное распространение беспроводных технологий связи привело к росту потребности в надежных сетях с относительно низким уровнем помех. Присутствие незаконных или несанкционированных сигналов, мешающих передаче полезных сигналов, снижает емкость сети. Данные сигналы могут появляться периодически или на различных частотах в разное время, что делает обнаружение и устранение подобных источников помех достаточно сложной задачей.

Система спектрального мониторинга позволяет ускорить идентификацию и устранение незаконных или несанкционированных сигналов помех. Непрерывный мониторинг сети позволяет обнаруживать проблемные сигналы при их появлении в режиме реального времени. Также специалисты могут изучить закономерности в появлении нежелательных сигналов, а затем эффективно охарактеризовать и установить местоположение источника помехи.

Мониторинг радиоспектра также используется для получения информации о загруженности спектра. Государственные надзорные органы и операторы часто имеют потребность в определении интенсивности использования различных частотных диапазонов. Мониторинг этих частот позволяет получить информацию, необходимую для оптимизации спектра с целью максимального использования. Для спектра может быть определено другое назначение или проведено мультиплексирование с другими сигналами с использованием технологий когнитивной радиосвязи.

Мониторинг спектра также может использоваться при контроле соблюдения государственных требований в данной сфере. Полиция, пожарные службы, авиадиспетчерские службы, военные и аварийно-спасательные службы - все они должны иметь в своем распоряжении бесперебойные и надежные каналы связи. Для контроля над соблюдением правил использования радиоспектра часто используется мониторинг спектра.

На рис.1 демонстрируется использование монитора MS27102A для контроля частот в системе принудительного управления движением поездов на железных дорогах (РТС). Технология РТС используется повсеместно для обеспечения автоматической сигнализации при управлении поездом. MS27102A также может быть установлен в самом поезде, чтобы гарантировать целостность беспроводного соединения.



Рис. 1: Использование системы спектрального мониторинга для контроля частот РТС

Удаленный спектральный монитор MS27102A

Удаленный спектральный монитор MS27102A

Скорость развертки 24 ГГц/с позволяет MS27102A обнаруживать многие типы сигналов, включая как периодические или кратковременные передачи, так и короткие “пакетные” (импульсные) сигналы. Широкий динамический диапазон, высокая чувствительность и низкий уровень паразитных сигналов - всё это позволяет MS27102A (см. рис. 2) уверенно отличать исследуемые маломощные сигналы от своих собственных, генерируемых самим прибором, сигналов.



Рис. 2: Спектральный монитор MS27102A для использования вне помещений (IP67)

Функциональные возможности

- Диапазон от 9 кГц до 6 ГГц
- Скорость развертки до 24 ГГц/с
- Встроенный веб-сервер для просмотра, управления и проведения измерений через веб-браузер (поддерживаются Chrome и FireFox)
- Возможность удаленного обновления встроенного ПО
- «Сторожевой таймер», обеспечивающий бесперебойную работу удаленных мониторов в течение длительного времени
- Категория защиты IP67 позволяет использовать монитор вне помещений
- Операционная система Linux
- Низкий уровень паразитных составляющих обеспечивает уверенное обнаружение исследуемого сигнала
- Мгновенное вычисление БПФ с полосой до 20 МГц
- Низкое энергопотребление < 11 Вт (входное напряжение от 11 до 24 В постоянного тока)
- Встроенный приемник GPS для определения местоположения и синхронизации по времени
- Порт Gigabit Ethernet для высокоскоростной передачи
- Анализ интерференции: спектрограмма и мощность сигнала
- Динамический диапазон: >106 дБ, приведенный к 1 Гц полосы пропускания
- Средний уровень собственных шумов (DANL): <-150 дБм по отношению к 1 Гц полосы пропускания со включенным предусилителем
- Фазовый шум: -99 дБн/Гц при отстройке 10 кГц на 1 ГГц
- Блоковый режим и потоковая передача IQ-данных с присвоением временных меток для приложений TDOA
- Опциональное ПО Vision™ для автоматизации процесса спектральных измерений, настройки сигнализации и определения местоположения источников сигналов (режим геолокации)

Возможность работы в удаленном режиме

Поскольку возможны ситуации, когда мониторы эксплуатируются за сотни или тысячи километров от центра управления, совершенно необходимо, чтобы каждый модуль сохранял работоспособность в любых условиях. MS27102A рассчитан на эксплуатацию в полевых условиях и оснащен возможностями дистанционного управления питанием, протоколами автоматического восстановления системы и дистанционного обновления встроенного программного обеспечения.

В случае возникновения ошибки в приложении или перебоев с питанием, вызывающих постоянные неполадки со связью с монитором, выполняется процедура перезагрузки, позволяющая вернуть удаленный монитор к предыдущему состоянию. В этом случае происходит автоматическая перезагрузка установленного ПО и восстанавливается работа в режиме «онлайн». Настройки прибора также сбрасываются в предыдущее состояние.

В безопасной области памяти каждого прибора находится стабильный базовый "образ" встроенного программного обеспечения. Благодаря этому в случае повреждения встроенного ПО в приборе возможно быстрое возвращение модуля в полностью рабочее состояние. Данная функция особенно полезна, когда необходимо провести обновление ПО в удаленном режиме.

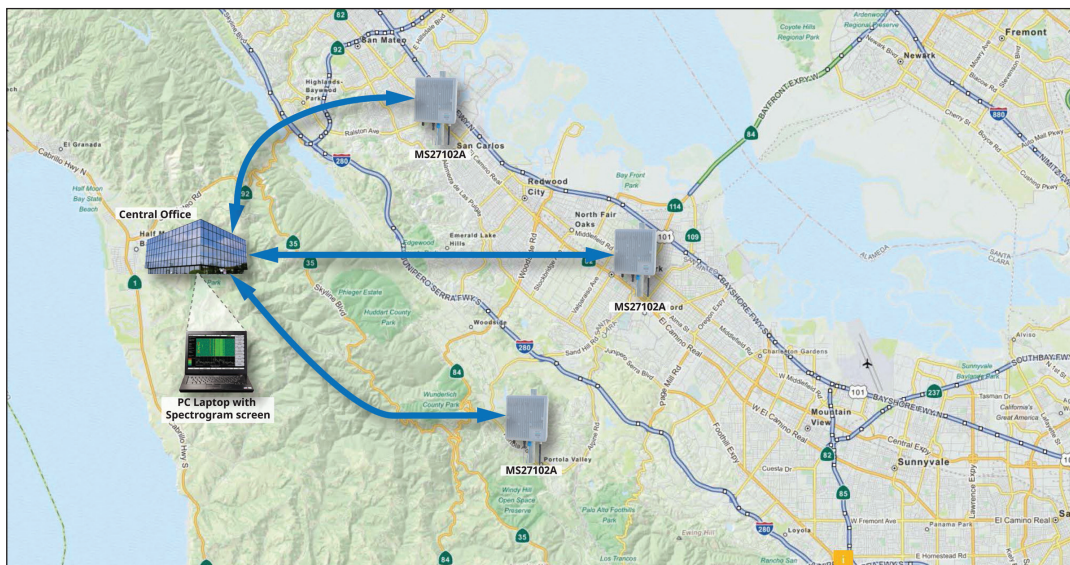


Рис. 3: Система спектрального мониторинга MS27102A для использования вне помещений

Обновление встроенной программы в удаленном режиме

При удалённой загрузке нового встроенного программного обеспечения в прибор выполняется несколько этапов или "проверок". После загрузки образа нового ПО в монитор выполняются различные тесты для гарантии того, что код был передан должным образом и без ошибок (см. рис. 4). После этого код передается в память модуля и выполняется его установка. В случае возникновения проблем на данном этапе или некорректной работы встроенного ПО производится автоматическая замена загруженного ПО на "базовый" образ с целью восстановить работоспособность удаленного монитора. Благодаря наличию "базового" образа, пользователь может быть уверен, что после изменения кода прибор останется в рабочем состоянии. После этого на спектральный монитор можно отправить и безопасно установить исправления, обновления или функции, запрошенные пользователем.

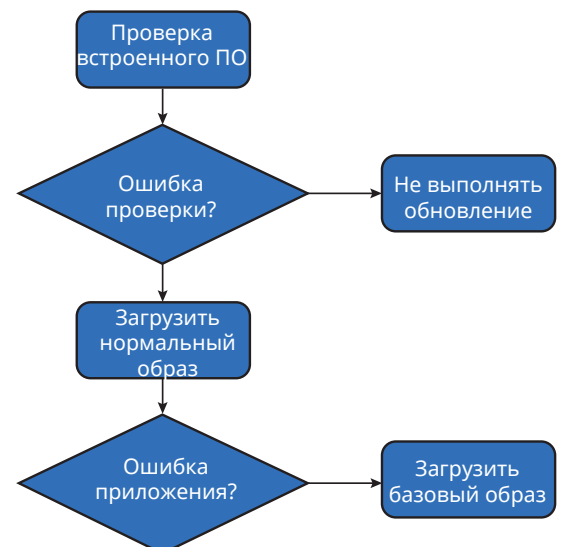


Рис. 4: Алгоритм обновления встроенного программного обеспечения в удаленном режиме

Удаленный спектральный монитор MS27102A

Интегрированный веб-сервер

MS27102A оснащен интегрированным веб-сервером. С помощью Интернет-браузера (поддерживаются Chrome или FireFox) пользователь может подключаться к модулю из любой точки мира с любого устройства и управлять любыми функциями прибора, включая такие параметры как настройки частоты, управление разрешением по полосе пропускания и полосой частот видеофильтра, конфигурация опорного уровня и множество других настроек, необходимых для мониторинга спектра. В окне браузера можно просмотреть данные отслеживания, спектрограммы и другие результаты измерения. Важное преимущество веб-сервера состоит в том, что веб-сервер не зависит от ОС платформы, поэтому для работы с ним может использоваться любое электронное устройство, поддерживающее работу с браузером. Для просмотра спектра и внесения изменений в настройки прибора пользователь может использовать свой ПК/лэптоп, планшетный компьютер или даже смартфон. MS27102A оснащен портом Gbit Ethernet, что позволяет передавать результаты измерения и управляющие данные на высокой скорости. На рис. 5 показано серверное приложение на экране смартфона.

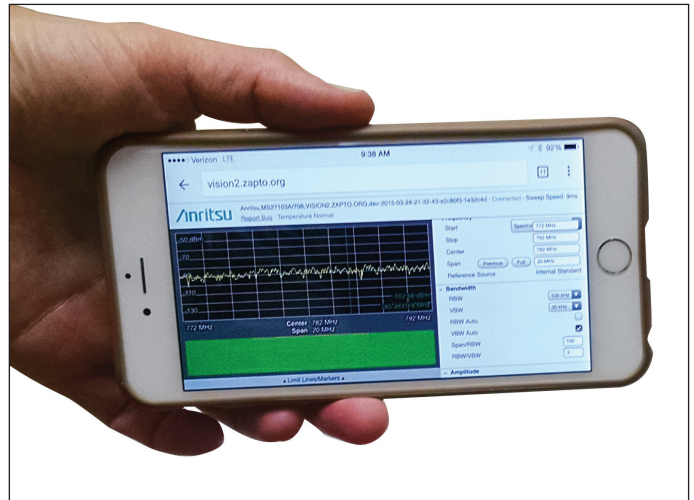


Рис. 5: Пользовательский интерфейс на экране смартфона

На рис. 6 ниже демонстрируется главный пользовательский интерфейс, обеспечиваемый веб-сервером.

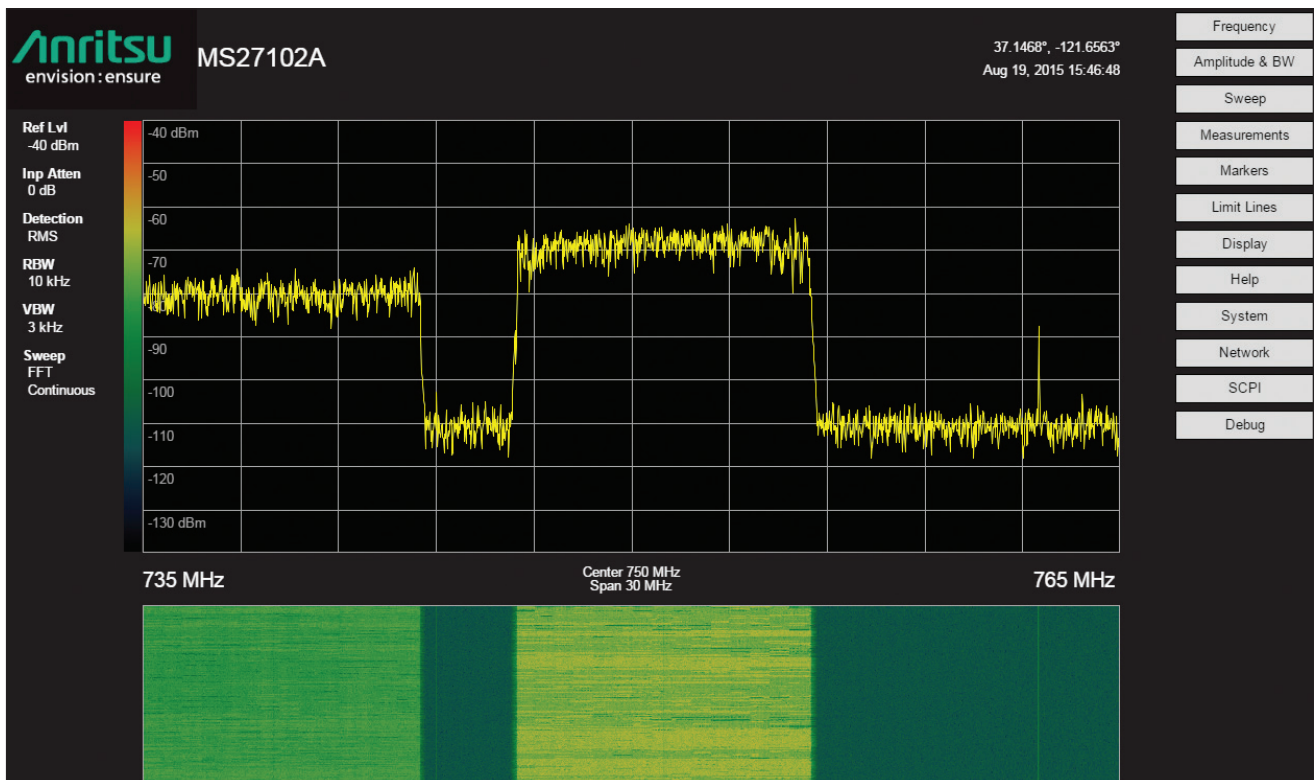


Рис. 6: Снимок с экрана пользовательского интерфейса

Удаленный спектральный монитор MS27102A

Аппаратная часть

MS27102A имеет сертификацию IP67 и может эксплуатироваться вне помещений. Монитор имеет защиту от проникновения пыли и влаги. При проверке влагозащитных характеристик прибора выполнялось его погружение в воду на глубину 1 м на срок до 30 минут. Все порты прибора имеют усиленную конструкцию и защиту от неблагоприятных погодных условий. Порты прибора включают разъем для подачи питания, РЧ вход, вход для подключения Gbit Ethernet и антенны GPS. На рис. 7 показано расположение портов. Благодаря диапазону рабочих температур от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$, прочному герметичному корпусу и защите от брызг, MS27102A способен работать в самых сложных погодных условиях с сохранением гарантированной производительности в любом месте и в любое время.

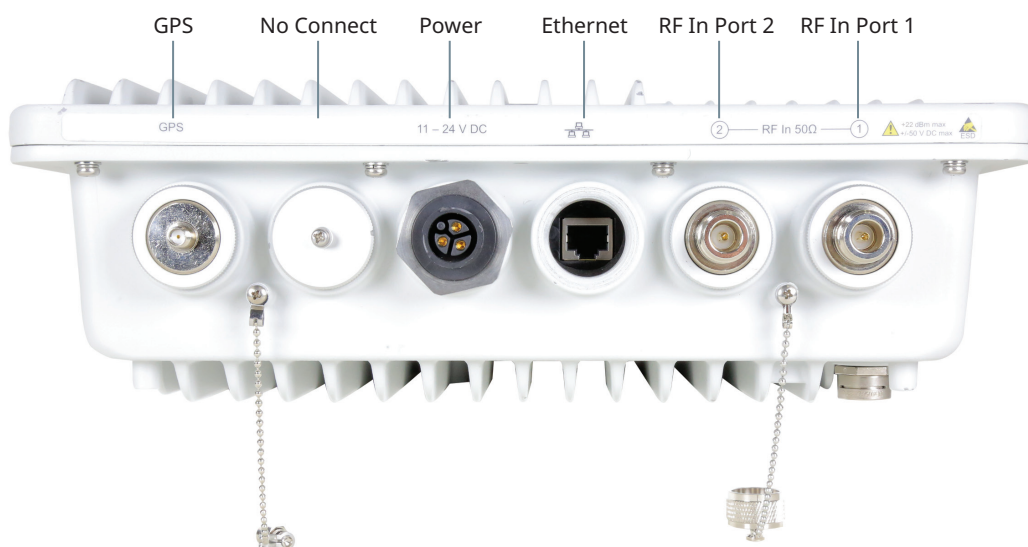


Рис. 7: Расположение портов на MS27102A (на рисунке показана двухпортовая модель)

MS27102A поставляется с монтажной пластиной для работы в полевых условиях. С помощью П-образных болтов и креплений (не входят в комплект поставки) монитор с монтажной пластиной может устанавливаться на мачтах различных диаметров. Указания по монтажу спектрального монитора см. на веб-сайте компании Anritsu.

Питание прибора осуществляется от источника постоянного тока от 11 В до 24 В, при этом обычное потребление составляет менее 11 Вт. Низкое энергопотребление позволяет осуществлять питание прибора от солнечных батарей.

Основные области применения

- Контроль радиочастот и мониторинг
- Обнаружение незаконных или несанкционированных передач в АМ/ЧМ и сотовых диапазонах
- Измерения качества радиопокрытия
- Измерение загруженности спектра и очистка полосы частот
- Быстрое и эффективное обнаружение и устранение источников помех
- Контроль незаконных радиопередач в исправительных учреждениях
- Обеспечение безопасности на оборонных объектах, национальных границах, коммунальных сооружениях, в аэропортах и прочих режимных объектах (см. рис. 8)
- Контроль спектра при проверке радиочастотных характеристик в лабораторных условиях
- Государственные учреждения, осуществляющие контроль за соблюдением нормативов, связанных с использованием спектра



Рис. 8: Удаленный спектральный монитор Anritsu в аэропорту

Контролируемые сигналы

Разнообразные контролируемые сигналы можно сгруппировать по нескольким категориям. Каждый из этих типов сигналов изучается более детально. Категории сигналов и задач включают следующие:

- Преднамеренные помехи (включая незаконные или несанкционированные передачи)
- Случайные помехи
- Оценка загруженности спектра

Преднамеренные помехи

Во многих регионах мира можно обнаружить нелегальное АМ/ЧМ-вещание и передачу видеосигналов. Данные передачи могут генерироваться пиратским вещательным оборудованием или СВ-радиостанциями, работающими с превышением мощности.

На рис. 9 показана таблица с количеством жалоб на сигналы помех в год, зарегистрированными британским правительственным регулятором в сфере коммуникаций Ofcom. В данной таблице столбец "Важнейшие коммуникации" содержит число жалоб на сигналы помех, негативно влияющих на деятельность служб жизнеобеспечения. Кроме этого устройства преднамеренных помех иногда используются для предотвращения списывания во время экзаменов, телефонных звонков сотрудников компании в рабочее время или незаконных звонков заключенных в тюрьмах. Сигналы, создаваемые устройствами преднамеренных помех, часто могут выходить за пределы своей области применения и создавать помехи для других служб, работающих на законных основаниях. Борьба с данными типами помех стала важной задачей правительственных регуляторов.

Год	ЖАЛОБЫ НА СИГНАЛЫ ПОМЕХ			
	Важнейшие коммуникации		Прочие	
	Лондон	Остальные регионы	Лондон	Остальные регионы
2010	29	4	506	72
2011	35	0	424	69
2012	36	2	288	48
2013	21	5	179	93

Рис. 9: Данные о количестве жалоб на сигналы помех, опубликованные британским правительственным регулятором Ofcom

Случайные помехи

В спектре можно наблюдать самые разные случайные помехи. Частой проблемой является утечка сигнала из сети кабельного телевидения. Данная утечка имеет место как со стороны сигналов, проникающих из кабеля во внешнюю среду, так и со стороны внешних сигналов, попадающих в кабельную систему. Эта проблема особенно обострилась после перевода сигналов кабельного телевидения на частоты, используемые для широко вещания и сотовой связи (например, полоса LTE 700 МГц).

Телефоны стандарта DECT также могут быть источником помех, особенно в случаях, когда пользователи берут с собой свои беспроводные телефоны при переезде из одной страны в другую. В разных странах используются различные частоты для работы DECT-оборудования, что становится причиной возникновения помех при включении оборудования, привезенного из другой страны. На рис.10 ниже показан спектр, используемый в США для определенных сотовых частот. Телефоны стандарта DECT, привозимые из других стран, часто становятся источником помех.

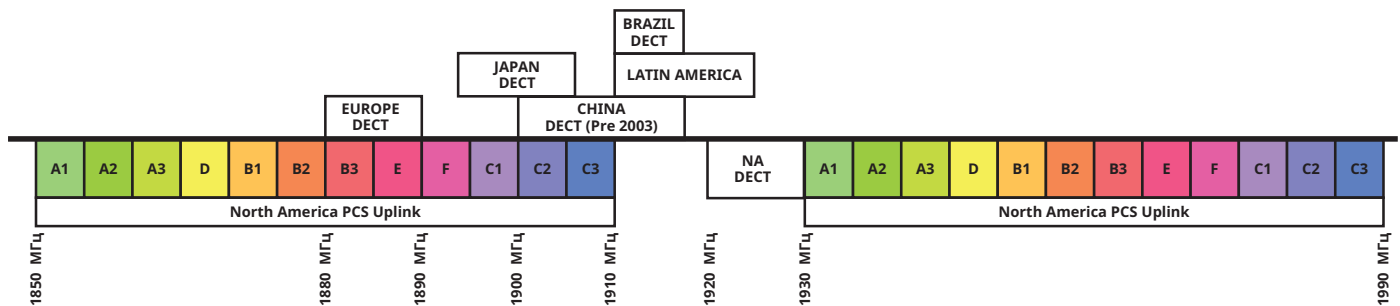


Рис.10: Некорректное использование DECT-телефонов может быть причиной непреднамеренных помех

Прочие источники помех включают сигналы сотовой связи (вследствие некорректного наведения антенны по углу или азимутальных ошибок), генерация в ретрансляторах, проблемы с беспроводными микрофонами, работа силового оборудования и многие другие.

Загруженность спектра

С резким ростом потребности в радиоспектре как в государственном, так и в частном секторах ведется работа по поиску новых способов для более эффективного использования различных частотных полос. Теоретически, большая часть спектра загружена недостаточно, что дает возможность изменить назначение существующего спектра для использования в других целях.

Измерение загруженности спектра позволяет количественно оценить объем использования частотных полос в течение определенного времени (см. рис. 11). Удаленные спектральные мониторы позволяют контролировать полосу частот и записывать изменения спектра со временем.

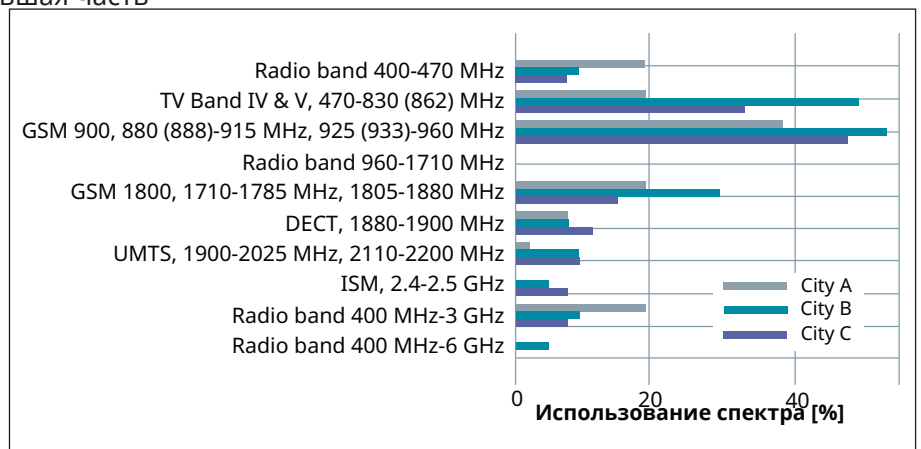


Рис. 11: Измерение загруженности спектра

Производительность

Скорость развертки MS27102A составляет до 24 ГГц/с. Благодаря этому прибор может захватывать прерывистые или импульсные сигналы. Кроме этого спектральный монитор позволяет мгновенно вычислять БПФ для сигналов с полосой до 20 МГц.

В качестве типового примера использования данной функции можно привести захват всего диапазона FM-радио (от 88 до 108 МГц в большинстве стран). Пользователи могут выполнить несколько захватов FM-сигналов с БПФ и сохранить данные для последующего воспроизведения и анализа. С помощью этой информации можно идентифицировать незарегистрированные сигналы.

Подключение нескольких "спектральных датчиков" позволяет расширить возможности мониторинга РЧ спектра и определять местоположение контролируемых источников сигналов. При использовании трех или более модулей опциональное ПО Vision™ позволяет определять местоположение источника помехи или незаконных радиопередач. Кроме этого, благодаря GPS-приемнику прибор может устанавливать временные метки в IQ-данные результатов измерения. Это дает пользователю возможность использовать свое собственное ПО и с помощью функции TDOA (разность времени прибытия сигналов) обнаруживать источники помех, при условии, что каждый IQ-результат измерения имеет точную временную метку. Пример работы функции TDOA см. на рис. 12.



Рис. 12: Использование технологии TDOA для установки местоположения источника помехи

Связь с прибором

Связь с MS27102A осуществляется с помощью проводного соединения Ethernet. Каждый монитор поставляется с предустановленным статическим IP-адресом. После установки соединения с использованием данного IP-адреса пользователи могут сменить данный адрес на другой статический IP. Также могут использоваться протоколы DHCP или DNS. Подробнее см. в руководстве по конфигурированию Ethernet, поставляемому компанией Anritsu.

Все команды и запросы MS27102A формируются с использованием команд SCPI. В комплект поставки прибора входит руководство, содержащее список всех команд SCPI с описанием каждой команды и корректным синтаксисом. Пользователи также могут загрузить текстовый файл, содержащий команды SCPI, для последовательного выполнения на модуле.

Заключение

MS27102A является идеальным решением для обнаружения нежелательных сигналов. ПО Vision от Anritsu или пользовательские приложения позволяют определять в сигналах помех закономерности, фиксировать историю спектральных наблюдений и устанавливать географическое положение источников проблемных сигналов. В сочетании с другим оборудованием для обнаружения источников помех и пассивной интермодуляции компания Anritsu предлагает решение, способное удовлетворить все потребности в сфере борьбы с помехами.