

ОПЕРАТИВНАЯ ЛОКАЛИЗАЦИЯ ОТКАЗОВ СЛОЖНЫХ КОМПОНЕНТОВ И УСТРОЙСТВ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Афси Моавени (Keysight Technologies, Inc.)¹

Рассмотрены преимущества использования метода измерения во временной области для оперативной локализации отказов сложных компонентов и устройств в полевых условиях. Для реализации данного метода измерения предпочтительнее применять векторные анализаторы цепей.

Ключевые слова: измерения во временной области, векторные анализаторы цепей, рефлектометры, частотная характеристика.

Специалисты, занимающиеся тестированием или аттестацией сложных компонентов и устройств, входящих в состав коммуникационной или радиолокационной системы, хорошо представляют уровень сложности этой задачи. Ситуация еще больше усугубляется, если измерения приходится выполнять в полевых условиях: процесс проведения измерений может быть непредсказуемым или небезопасным, измерительные приборы могут работать не так, как ожидалось и т.д. В тестируемых компонентах и устройствах может происходить множество всевозможных отказов. При этом важно оперативно выявить и устранить возникшие проблемы.

Для проверки работоспособности коммуникационных или радиолокационных систем проводятся измерения их электрических характеристик в рабочем диапазоне частот. Такие параметры, как коэффициент стоячей волны, потери на отражение, вносимые потери и др. позволяют определить, отвечает ли тестируемое устройство, предъявляемым к нему требованиям на различных частотах. Однако эта информация полезна, но не достаточна. Одни частотные измерения, как правило, не могут дать полную информацию, необходимую для выявления причин возникновения проблем в тестируемой системе. Для решения проблемы может потребоваться последовательная замена всех компонентов системы вплоть до устранения неисправности.

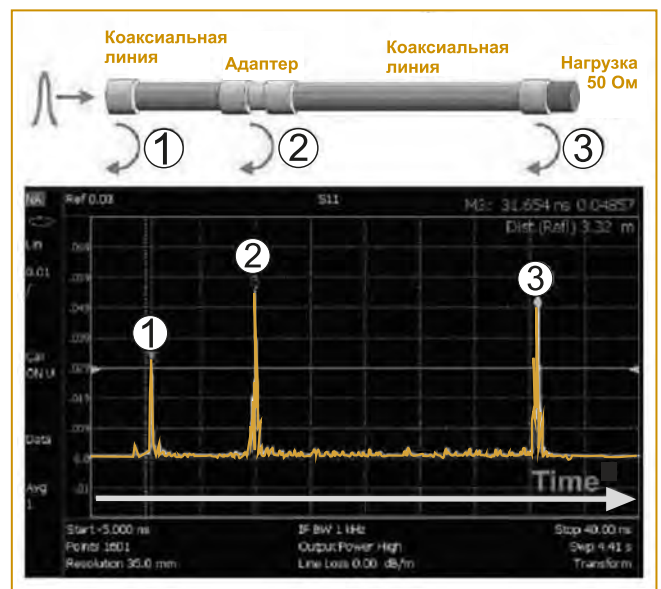
Альтернативным подходом к локализации проблем в коммуникационных сетях являются измерения во временной области, позволяющие наблюдать за эффектами рассогласования в линии передачи. В процессе распространения по линии передачи сигнала ВЧ или СВЧ часть его отражается от неоднородностей этой линии. Местоположение всех неоднородностей отмечается на оси времени X, а амплитуда отраженного сигнала (S11) откладывается по оси Y. В этом случае слишком большой пик будет указывать на проблему в компоненте или устройстве. Можно также исследовать зависимость передаваемого сигнала от времени (S21), хотя это измерение требует подключения к двум портам системы [1].

Для выполнения измерений во временной области предназначены два прибора.

Во-первых, это рефлектометр, работающий во временной области (TDR) и выполняющий из-

мерения путем подачи на тестируемое устройство импульса или перепада (с помощью генератора ступенчатого сигнала) и непосредственного измерения зависимости результирующего сигнала от времени. Для наблюдения прямого и отраженного сигнала используется широкополосный осциллограф, который отображает положение каждой неоднородности во времени.

Второй вариант — использование векторного анализатора цепей, который в первую очередь предназначен для измерений в частотной области, но может измерять параметры передачи и отражения одно- и двухпортовых устройств (рисунок). Поскольку современные векторные анализаторы цепей поддержи-



Представлены схема и временная характеристика двух отрезков коаксиальной линии с тремя неоднородностями. Измерение выполнено с помощью векторного анализатора цепей Keysight FieldFox. Благодаря его способности отображать временные характеристики одно- и двухпортовых компонентов и устройств, выявлять неоднородности путем стробирования и автоматически преобразовывать шкалу времени в эквивалентное физическое расстояние в режиме анализатора антенно-фидерных систем, FieldFox подходит для измерений во временной области и для идентификации и локализации отказов в полевых условиях.

¹ Keysight Technologies Inc. — ранее Группа электронных измерений компании Agilent Technologies.

вают прямое и обратное преобразование Фурье, эти измерения можно представить как во временной, так и в частотной области. Если, например, измерения выполняются во временной области, то прямое преобразование Фурье позволяет представить данные в частотной области. И наоборот, если исходные данные получены в частотной области, то обратное преобразование Фурье позволяет представить данные во временной области [2].

Хотя измерения во временной области может выполнять и рефлектометр, и векторный анализатор цепей, между ними есть некоторые существенные отличия. Динамический диапазон анализатора обычно шире, чем у рефлектометра на базе осциллографа, и у него есть режим ограничения полосы, который можно использовать для измерения узкополосных устройств.

Кроме того, некоторые векторные анализаторы цепей поддерживают стробирование во временной области, которое позволяет выделять неоднородности во временной области подобно тому, как фильтр выделяет энергию сигнала в частотной области. В полевых условиях отражения от окружающих предметов порождают пульсации частотной характеристики. Стробирование (полосовое или режекторное) отфильтровывает эти нежелательные отражения, позволяя наблюдать частотную характеристику оставшихся устройств без влияния этих помех. Таким образом, стробирование становится очень полезной функцией при исследовании параметров передачи и отражения компонентов и устройств.

Другим важным преимуществом является то, что некоторые векторные анализаторы цепей могут работать в режиме анализа антенно-фидерных систем (АФС). В этом режиме анализатор выполняет такое же преобразование из частотной области во временную, как и стандартный векторный анализатор цепей, но автоматически преобразует временные измерения в эквивалентное физическое расстояние. Информация о расстоянии очень важна для быстрой локализации неисправностей линий передачи в полевых условиях. И даже если анализатор не может работать в режиме анализа АФС, то, зная скорость распространения сигнала в линии передачи, можно вручную преобразовать время в физическое расстояние.

Таким образом, измерения во временной области могут быть очень мощным инструментом для проверки и диагностики сложных компонентов и устройств в полевых условиях, особенно, если эти измерения выполняются векторным анализатором цепей.

Дополнительная информация приведена в рекомендациях по применению «Методы измерения во временной области с помощью ручных анализаторов FieldFox», которые можно загрузить по ссылке www.keysight.com/find/fieldfoxapps.

Список литературы

1. *Moaveni Afsi*. Using Network Analyzer Time-Domain Analysis to Verify and Troubleshoot Complex Components//Microwave Product Digest. 2014. May.
2. *Moaveni Afsci*. Новый уровень характеристик для ВЧ-анализаторов цепей//Компоненты и технологии. 2012. № 4.

*Афси Моавени — инженер компании Keysight Technologies, Inc.
Контактный телефон 8 (800) 500-92-86.*

Компания Keysight Technologies представила первые массовые осциллографы с емкостным сенсорным экраном и функцией запуска по выделенной области

Компания Keysight Technologies представила цифровые запоминающие осциллографы и осциллографы смешанных сигналов InfiniiVision 3000T сер. X с интуитивной графической функцией запуска. Впервые обладающие на рынке осциллографы получили сенсорный экран и функцию запуска по выделенной области.

С ростом скорости передачи данных и сложности цифровых устройств инженерам становится все трудней выявлять аномалии в разрабатываемых устройствах. Интуитивный графический запуск помогает инженерам быстрее и проще отлаживать новейшие устройства и измерять их характеристики. Благодаря графическому запуску инженеры могут очертить пальцем прямоугольник вокруг интересующего их участка сигнала на дисплее прибора и таким образом определить условия запуска.

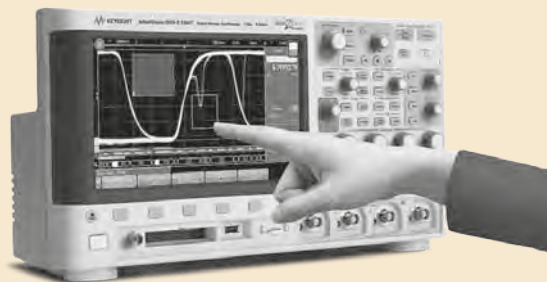
Новые осциллографы имеют расширяемую полосу пропускания с верхней границей 100 МГц...1,0 ГГц и еще несколько интересных функций в дополнение к сенсорному экрану и запуску по выделенной области. Непревзойденная скорость обновления сигналов на экране — 1 млн. осциллограмм/с — позволяет разглядеть мельчайшие подробности формы сигнала. Новые осциллографы объединяют в одном корпусе шесть приборов — осциллограф, логический анализатор (цифровые каналы), анализатор протокола, цифровой вольтметр, генератор сигналов стандартной/произвольной формы WaveGen и 8-разрядный аппаратный суммирующий счетчик/частотомер. Впервые в своем классе осциллографы 3000T сер. X могут выполнять коррелированные измерения в частотной и временной областях с помощью стробируемого быстрого преобразования Фурье, что позволяет эффективно решать вновь возникающие проблемы измерений.

Осциллографы 3000T сер. X созданы специально для работы с емкостным сенсорным экраном, который позволяет инженерам быстрее и проще выполнять настройку. Для дальнейшего повышения продуктивности интерфейс имеет буквенно-цифровую сенсорную панель, заменяющую громоздкую кнопочную клавиатуру и поддерживающую взаимодействие касанием, что повышает гибкость отображения измерительной информации.

Благодаря высокой скорости обновления сигналов на экране даже при включенных цифровых каналах функции декодирования протокола, измерительных и математических функциях, за счет простоты настройки условий запуска прикосновением к необходимой области инженеры получают высокую вероятность обнаружения аномалий.

Осциллографы 3000T сер. X поддерживают широкий диапазон условий запуска прикосновением к необходимой области инженеры получают высокую вероятность обнаружения аномалий. Осциллографы 3000T сер. X поддерживают широкий диапазон существующих и разрабатываемых последовательных шин: MIL-STD 1553 и ARINC 429, I2S, CAN/CAN-FD/CAN-Symbolic, LIN, SENT, FlexRay, RS232/422/485/UART и I2C/SPI. Новая функция оконного преобразования Фурье позволяет сопоставлять явления, происходящие в частотной и временной областях, на одном экране. Анализ цепей питания, видеосигналов и опция аппаратного тестирования по маске превращают 3000T сер. X в универсальный прибор общего назначения.

Новые осциллографы представлены моделями с полосой пропускания 100, 200, 350, 500 МГц и 1 ГГц. В стандартную конфигурацию всех моделей входит память на 4 млн. выборков, сегментированная память, расширенные математические функции и пассивные пробники 500 МГц.



[Http://www.keysight.com/find/3000TX-Series](http://www.keysight.com/find/3000TX-Series)