

Мы изменим Ваше представление о портативных осциллографах всего за 2 минуты

Осциллограф R&S®Score Rider оснащен всеми функциями для выявления неполадок в полевых условиях:

- Модели с полосой 60, 100, 200, 350, 500 МГц с частотой дискретизации до 5 ГГц
- Изолированные каналы и интегрированный мультиметр: категория измерений CAT IV 600 В
- Степень защиты IP51: прочный, пыле- и влагозащищенный корпус
- 7-дюймовый емкостный сенсорный экран
- Дистанционное управление по беспроводной сети

Подробнее на www.2-minutes.com/field

2 MIN
2 be
sure.
2-minutes.com



Потратьте 2 минуты,
и Вам больше не захочется
пользоваться ничем другим.

Использование портативного цифрового осциллографа R&S RTH при проведении электро- и радиоизмерений в промышленности и в полевых условиях



В статье рассматривается вопрос оптимизации проведения электро- и радиоизмерений в полевых и производственных условиях. Анализируется классификация устройств промышленной электроники и автономно функционирующих средств, на основе чего устанавливаются общие требования к портативным приборам, предназначенным для таких измерений. Анализируются функциональные возможности портативного цифрового осциллографа R&S RTH, приводится пример его использования для проведения радиоизмерений.

ООО «РОДЕ и ШВАРЦ РУС», г. Москва

Введение

Сейчас наблюдается проникновение электроники практически во все сферы жизнеобеспечения. Номенклатура электронных устройств чрезвычайно широка, и они могут классифицироваться по функциональному, энергетическому и прочим признакам. Но можно выделить и другие, не столь общие черты. В частности, существующие на предприятиях производственные системы часто имеют большую протяженность, в таком случае говорят об их пространственной распределенности. В то же время все больше радиоэлектронных средств, например в сфере связи, устанавливаются отдаленно от населенных пунктов, что требует от них известной автономности и поддержки дистанционного управления. Сервисное обслуживание таких устройств и систем, как правило, связано с измерениями в полевых условиях, для чего необходима в первую очередь мобильность оборудования.

Еще одной важной чертой современной электроники является конвергенция электро- и радиоизмерений, которая коснулась всех без исключения ее направлений [1]. Действительно, сегодня только в про-

стейших электронных устройствах используются сигналы, относящиеся к сфере электротехники. Однако даже для их обслуживания зачастую оказывается недостаточно средств измерений с функциями мультиметра.

Практика показала, что стационарные средства измерений, широко используемые в электро- и радиолaborаториях, имеют ограниченное применение, если речь идет об измерениях в промышленных или полевых условиях. Как правило, они используются в составе сервисных или отладочных комплексов, установленных на подвижные платформы с автономным электропитанием и специализированной функциональностью. Однако существует ряд задач, в которых применение стационарных приборов в принципе нерационально по эргономическим и финансовым причинам. В этом случае эффективными могут быть портативные средства измерений, выполняющие функции как осциллографа, так и мультиметра.

Типовые измерения, выполняемые в полевых и промышленных условиях

Устройства промышленной электроники имеют вполне устоявшуюся

классификацию [2]. Они подразделяются на два класса.

1. Информационная электроника, охватывающая устройства для передачи, обработки и отображения информации. Сюда относят усилители сигналов, генераторы напряжений различной формы, логические схемы, счетчики, индикаторные устройства. Характерными чертами устройств этого класса являются: быстрдействие, необходимое для решения конкретной задачи, надежность, многообразие функций, использование сложной компонентной базы.

2. Энергетическая электроника, охватывающая преобразователи электрической энергии, в том числе вторичные источники питания. Сюда включают выпрямители, инверторы, преобразователи частоты, регулируемые преобразователи постоянного и переменного тока, средства обеспечения заданного качества электрической энергии.

По назначению и функциям устройства промышленной электроники подразделяются на следующие категории:

- ▶ полупроводниковые усилители;
- ▶ импульсные устройства;

- ▶ логические и цифровые устройства;
- ▶ маломощные выпрямители однофазного тока;
- ▶ управляемые преобразователи средней и большой мощности;
- ▶ фильтры.

Таким образом, в промышленной электронике используются как токи и напряжения промышленной частоты, так и радиосигналы. К устройствам, работающим только на промышленной частоте, относятся лишь выпрямители и фильтры.

Среди обособленных систем, для которых требуется выполнять измерения в полевых условиях при сервисном обслуживании, наладке и контроле, следует выделить:

- ▶ средства эфирной радиосвязи и вещания;
- ▶ устройства, отвечающие за безопасность объектов;
- ▶ средства съема телеметрических данных с удаленных объектов;
- ▶ вторичные источники электропитания для перечисленных групп электроники.

В приборах каждой из этих групп используются радиосигналы. Несмотря на существенный прогресс в части надежности, перечисленные устройства эпизодически требуют обслуживания, а в отдельных случаях — систематических регламентных работ, что неизменно связано с измерениями. Для их выполнения необходим портативный прибор, отвечающий следующим требованиям:

- ▶ возможность выполнения измерений токов и напряжений промышленной частоты, свойственных электротехническим цепям, в том числе питающих напряжений без дополнительных преобразователей;
- ▶ возможность измерений параметров радиосигналов с полосой частот не менее 100 МГц, что вполне достаточно для большинства практических задач;
- ▶ регистрация результатов измерений с использованием внутренней памяти;
- ▶ безопасность применения на производстве, в энергосистемах, а также в помещениях классов повышенной опасности [3];
- ▶ автономность электропитания, небольшие размеры и удобство использования.

Еще одним требованием, которое следует выделить отдельно, является высокая точность измерений. Существует стереотип, что портативные осциллографы должны давать лишь представление о форме сигнала и примерных его характеристиках, а точность измерений в полевых условиях не играет значительной роли. Такой подход совершенно неприемлем для современных электронных систем, требующих точной настройки. Поэтому портативные осциллографы должны обладать погрешностями, характерными для лабораторных приборов.

Перечисленным требованиям не соответствуют осциллографы и мультиметры в отдельности, хотя на практике применяется большое количество таких средств измерений. Использование двух приборов не отвечает принципам эргономики, повышает опасность работ и увеличивает вероятность аварий, выхода из строя оборудования. Если говорить о применении стационарного оборудования, то в некоторых случаях оно исключается полностью из-за ограничений по максимально допустимому входному напряжению, что характерно, например, для большинства лабораторных осциллографов. Исключение составляют случаи использования делителей напряжения.

Еще одной причиной значительного ограничения в использовании лабораторных осциллографов является несимметричность их входов и наличие общей земли. Соответственно без специальных преобразователей оказывается невозможным измерять параметры дифференциальных напряжений, например, между фазными проводами в трехфазной сети.

По этим причинам целесообразно использовать единственный измерительный прибор, но не обладающий указанными недостатками. Одним из подходящих средств измерений является портативный цифровой осциллограф R&S RTH, вполне отвечающий перечисленным требованиям.

Функциональные возможности и особенности осциллографа R&S RTH

Осциллограф R&S RTH выпускается в двух модификациях: с четырьмя осциллографическими ка-

налами (R&S RTH1002) или с двумя осциллографическими каналами и цифровым мультиметром (R&S RTH1002). Полоса пропускания каналов в зависимости от модификации может составлять 60, 100, 200, 350 или 500 МГц. Поскольку данные приборы предназначены в том числе для работы с напряжениями, действующими в промышленных электросетях, то верхняя граница чувствительности по вертикальному отклонению составляет 100 В/дел., а офсет может достигать ± 300 В. Это делает возможным полное отображение сигналов с большим диапазоном значений. В то же время минимальная чувствительность приборов составляет 2 мВ/дел., и это позволяет измерять параметры радиосигналов, характеризующихся малыми амплитудами, например поступающих с датчиков.

Тракт горизонтальной развертки имеет отличные характеристики для портативных осциллографов, диапазон временной развертки составляет от 1 нс/дел. до 500 с/дел. Такие характеристики позволяют использовать осциллограф при отладке работы автоматических систем с непосредственным подключением к электропитанию. Прибор позволяет проводить измерения в силовых сетях категорий CAT IV 600 В и CAT III 1000 В с обеспечением требований электробезопасности. Входы приборов полностью изолированы, что исключает проблемы при измерении дифференциальных сигналов с разными опорными уровнями.

Система синхронизации R&S RTH предполагает как свободный, так и управляемый типы запуска, включая возможность использования синхросигналов аналогового телевидения, а также — опционально — по шаблону, по протоколу, тайм-ауту и т. д. Гибкая настройка синхронизации позволяет выделить аномалии сигналов, например нарушение периодичности, переходные процессы и другое, причем обнаружение редких событий упрощается за счет высокой скорости захвата осциллограмм, которая достигает 50 000 ед./с.

При использовании осциллографических каналов R&S RTH возможно выполнять ставшие привычными курсорные измерения, проводить

испытания по маске и математическую обработку сигналов, а также регистрировать результаты измерений. Реализовано более 30 функций автоматических измерений. Имеется режим X–Y, позволяющий измерять фазовый сдвиг между сигналами, а также возможность тестирования по маске.

При наличии соответствующих опций возможно декодирование некоторых протоколов. Отличительной особенностью R&S RTH является наличие логического анализатора с восьмью входами, что позволяет использовать прибор при настройке несложных цифровых систем. Обычно такая функция не реализуется в портативных устройствах, но может быть полезна при отладке устройств, имеющих цифровые сигнальные и силовые цепи.

Осциллографы R&S RTH имеют специальные возможности по длительной регистрации сигналов, поступающих, например, с датчиков и источников электропитания. Известно, что редкие, но резкие нарушения в таких сигналах способны проявляться в нерегулярных комплексных сбоях в системах, которые происходят без видимых причин. Прибор позволяет регистрировать до четырех значений, измеренных со скоростью до 10 раз в секунду. Эти значения записываются во встроенную память большого объема.

Наконец, внимание следует уделить функции цифрового мультиметра в составе осциллографа модификации R&S RTH1002. Прибор отображает четыре разряда и может измерять постоянное и переменное напряжение, ток, сопротивление, ча-

стоту; имеются функции прозвонки, тестирования диодов, измерения емкости, а также температуры с применением специального пробника.

У осциллографов R&S RTH есть ряд интерфейсов, в том числе беспроводной, которые позволяют управлять им удаленно. Наличие кнопочного и сенсорного управления улучшает эргономику прибора.

Функциональность устройства позволяет с успехом использовать его в подавляющем большинстве измерений в промышленности и в полевых условиях, а также везде, где необходима портативность средств измерений. Среди прочих портативных осциллографов R&S RTH занимает первые позиции по функциональности и обеспечивает лабораторные возможности измерений в полевых условиях.

Теперь рассмотрим пример использования R&S RTH для оценки подавления фильтрами коммутационных помех в сетях электропитания.

Пример использования осциллографа R&S RTH для электро- и радиоизмерений

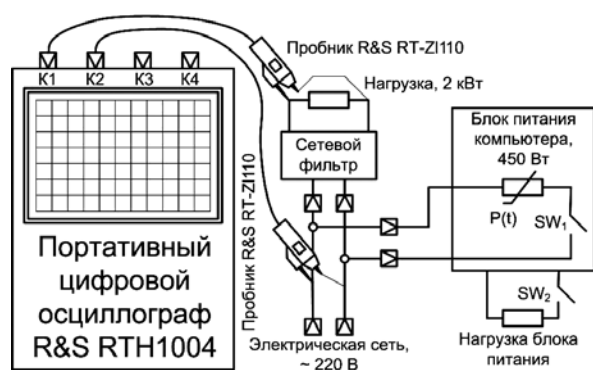
Оценка подавления коммутационных помех фильтрами является одной из актуальных задач в условиях производства, где такие помехи создаются переходными процессами в электродвигателях, пускателях и прочих устройствах и могут влиять на системы управления и другие чувствительные элементы. Эта задача относится к сфере электромагнитной совместимости [4], а оценка подавления помех в сетях переменного тока является отличным примером «сращивания» электро- и ра-

диоизмерений. Такие измерения не могут быть выполнены мультиметром и многими лабораторными осциллографами по раскрытым выше причинам.

В приводимом примере оценивается возможность подавления помех различных типов сетевым фильтром марки MAX-19, который классифицируется как профессиональное оборудование, предназначенное для использования в составе 19-дюймовых стоек. Он имеет номинальный ток нагрузки 10 А.

Схема измерений и фотография демонстрационной установки приведены на рис. 1. Установка включает в себя цифровой портативный осциллограф R&S RTH1004 с полосой пропускания до 500 МГц и четыре изолированными каналами. Источником коммутационных помех служит импульсный блок питания промышленного компьютера мощностью 450 Вт, который, как известно, при подключении к сети создает импульс тока с амплитудой, многократно превышающей номинальное потребление, создающий помеху для других токопотребителей. Поэтому на схеме потребляемая мощность обозначена функцией времени $P(t)$. Рассматривалось два случая: когда источник питания отключен от нагрузки и когда он подключен к ней. В этом случае помехи, создаваемые в электросети, будут разными. Возможность коммутации нагрузки блока питания условно показана наличием ключа SW2.

Подключение источника помех к сети осуществляется выключателем SW1, а напряжение в точке подключения подается на один из



а



б

Рис. 1. Измерительная установка: а – схема; б – фотография



Рис. 2. Результаты измерений: а – при отсутствии нагрузки на выходе блока питания; б – при наличии нагрузки на выходе блока питания

осциллографических каналов. К этой же точке подключен сетевой фильтр, работающий в режиме номинальной нагрузки (нагреватель, 2 кВт). Напряжение с выхода сетевого фильтра также подается на другой осциллографический вход. Для подключения R&S RTH1004 к точкам схемы измерений использовались пробники R&S RT-ZП10 на напряжение до 1000 В и с рабочей полосой до 500 МГц.

Для получения осциллограмм переходных процессов был применен специальный режим запуска развертки. Предварительно было установлено, что длительность исследуемых переходных процессов значительно меньше периода питающего напряжения (20 мс), а сама форма переходных процессов близка к импульсам прямоугольно-экспоненциальной формы. В качестве источника синхронизации в схеме на рис. 1а использовался сигнал на первом канале осциллографа, то есть сигнал с выхода сетевого фильтра. Напряжение синхронизации было близко к нулю. Для отображения переходного процесса использовалась однократная развертка по условию, состоящему в том, что длительность отрицательного импульса в составе сигнала – менее 350 мкс.

Результаты измерений приведены на рис. 2. Поскольку осциллограф анализирует разностные сигналы, то пробники были подключены для отображения сигналов в противофазе. На рис. 2а показаны осциллограммы, полученные при отсутствии нагрузки на выходе блока питания. В этом случае возникающий переходный процесс имеет продолжительность

порядка 1,5 мс и характеризуется наличием десяти импульсов с длительностью около 145 мкс. В данном случае частотный спектр помехи будет значительно выше 50 Гц и сетевой фильтр качественно выполняет свои функции: на его выходе помеха сильно ослабляется, остаются лишь кратковременные импульсы с малой энергетикой.

Во втором случае, проиллюстрированном на рис. 2б, на выход блока питания подключена нагрузка. В электросети возникает переходный процесс без ярко выраженных импульсов, соответствующих отбору энергии накопительными элементами блока питания. Это объясняется тем, что его нагрузка препятствует этому процессу, создавая конкурирующий отбор энергии из таких элементов. В данном случае переходный процесс будет характеризоваться импульсом с длительностью порядка 1 мс, который лишь в малой степени ослабляется сетевым фильтром. Это объясняется наличием спектральных составляющих с более низкими частотами, чем в предыдущем случае. Однако можно считать, что свои функции сетевой фильтр вполне выполняет.

Представленный пример иллюстрирует применение цифрового портативного осциллографа R&S RTH1004 при проведении радиоизмерений в электросетях, однако никоим образом не исчерпывает широких возможностей его применения.

Заключение

Вопрос о проведении радиоизмерений в полевых и производствен-

ных условиях сегодня, как никогда, актуален. Для их проведения требуется единый прибор, совмещающий возможности мультиметра и осциллографа и обладающий комплексом специальных функций.

Практика использования цифрового портативного осциллографа R&S RTH показала, что этот прибор отвечает широкому спектру требований, предъявляемых к оборудованию для измерений в полевых и промышленных условиях. Функциональность прибора обеспечивает решение подавляющего большинства практически значимых задач, а характеристики соответствуют уровню стационарных лабораторных осциллографов.

Литература

1. Розанов Ю.К. Основы силовой электроники. М.: Энергоатомиздат, 1992.
2. Джеймс А. Рег, Гленн Дж. Сартори. Промышленная электроника: пер. с англ. М.: ДМК Пресс, 2011.
3. Правила устройства электроустановок. 7-е издание. Утверждены Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.
4. Уильямс Т. ЭМС для разработчиков продукции: пер. с англ. М.: Издательский дом «Технологии», 2003.

Н.В. Лемешко, д. т. н.,
гл. научный сотрудник
НТЦ Анализа ЭМС ФГУП НИИР,
П.А. Струнин, руководитель направления
«Осциллографы»
ООО «РОДЕ и ШВАРЦ РУС», г. Москва,
тел.: + 7 (495) 981-3560,
e-mail: info.russia@rohde-schwarz.com,
www.rohde-schwarz.ru



Saves Your Energy*

Корпуса Ensto. Вы под надежной защитой

Система корпусов Ensto Cubo

- Работа в любых условиях, вплоть до экстремальных
- Длительный срок службы
- Гарантированная защита от попадания пыли и влаги
- Устойчивость к ультрафиолету
- Работа в широком температурном диапазоне
- Материал не распространяющий горение
- Легкость в обработке и установке
- Различные варианты крепления и аксессуаров



www.ensto.ru
ensto.russia@ensto.com

* Ensto Сохраняет Вашу Энергию

система мониторинга электросетей (3 в 1): энергетический менеджмент(ISO 50001)- контроль качества электроэнергии (EN 50160) - мониторинг токов утечки (RCM)



Smart Energy &
Power Quality Solutions

www.janitza.com

Janitza®