



Юрий Широков

Современные USB-осциллографы и их применение

В силу удобства пользования и привлекательного соотношения цена/качество современные USB-осциллографы пользуются большим спросом как среди профессионалов, так и среди любителей. В статье приведён обзор линейки профессиональных USB-осциллографов производства компании TiePie engineering и дан пример использования осциллографа в качестве анализатора электромагнитных помех.

Осциллограф — ШВЕЙЦАРСКИЙ НОЖ ЭЛЕКТРОНИКА

Осциллограф — один из необходимых универсальных инструментов в арсенале инженера. Первые электронные осциллографы, появившиеся в начале XX века, были аналоговыми устройствами и могли лишь отображать вид исследуемого сигнала на экране кинескопа. Ближе к концу XX века с приходом эры цифровой электроники осциллографы также стали цифровыми. К преимуществам аналоговых приборов сегодня можно отнести, пожалуй, их более низкую стоимость, да ещё отсутствие ограничений, связанных с аналого-цифровым преобразованием: наложение на анализируемый сигнал шумов АЦП и искажение данных вследствие недостаточной частоты дискретизации сигнала (теорема Котельникова). Зато правильно подобранный цифровой осциллограф даёт массу преимуществ: воспроизведение результата измерения из памяти (например, чтобы детально исследовать одиночный импульс радара), и наличие в продвинутых моделях встроенного математического аппарата для статистической обработки данных, и гораздо более информативный экран, позволяющий отображать практически любую инфор-

мацию, и возможность совместной работы с компьютером и другими цифровыми приборами. Существует среди цифровых моделей и отдельное семейство — цифровые осциллографы, функционирующие в качестве приставки к ПК. Для связи с компьютером они обычно имеют широко распространённый USB-интерфейс. У таких осциллографов-приставок есть преимущества даже перед их традиционными цифровыми собратьями. В частности, они

значительно компактнее и дешевле, их возможности визуализации и обработки сигналов лучше за счёт использования для этих целей экрана и вычислительных мощностей ПК, они могут работать в составе измерительной системы. Отсюда и сферы применения USB-приборов: промышленное производство, диагностические и сервисно-ремонтные центры, научно-исследовательские и учебные лаборатории. Сегодня мы предлагаем вам обзор линейки USB-осциллографов компании TiePie engineering и особо остановимся на топовом изделии линейки — новом продукте с впечатляющими параметрами и возможностями (рис. 1).

Несколько слов о TiePie engineering

Основанная в 1987 году в Голландии компания TiePie engineering со дня своего создания специализируется именно на таких измерительных инструментах: USB-осциллографах, генераторах сигналов, функциональных генераторах, анализаторах спектра, мультиметрах и регистраторах данных. Ныне компания осуществляет продажи в восьмидесяти странах, а её завоевавшая доверие продукция используется по всему миру в научных исследованиях, промышленности, медицине.



Рис. 1. USB-осциллограф Handyscope HS6 DIFF



Рис. 2. USB-осциллограф Handyprobe HP3



Рис. 3. USB-осциллограф Handyscope HS4



Рис. 4. USB-осциллограф Handyscope HS5

Линейка HANDYSCOPE

Итак, компания предлагает целую линейку высококачественных универсальных инструментов **Handyscope**, которые можно использовать одновременно в качестве осциллографа, мультиметра, спектрального анализатора, регистратора данных и анализатора протокола. Измерения проводятся с частотой дискретизации до 1 Гсэмпл/с при разрешении до 16 бит. Доступны осциллографы с однополюсными, а также высоковольтными дифференциальными входами, имеющие до 4 входных каналов. Если требуется большее количество каналов, осциллографы могут быть объединены для использования в качестве синхронизированного комбинированного инструмента, о чём будет рассказано далее на примере модели **Handyscope HS6 DIFF**. Некоторые модели помимо осциллографа имеют функции генератора сигналов произвольной формы. Все осциллографы **Handyscope** работают под управлением многоканального многооконного программного обеспечения для ОС Windows. Данное ПО обладает широкой функциональностью, позволяющей не только отображать результат измерения на экране ПК, но и объединять и синхронизировать несколько приборов для увеличения числа каналов, производить математическую обработку и спектральный анализ сигналов, вести регистрацию данных, работать в качестве мультиметра, анализировать цифровые протоколы обмена, генерировать одиночные и периодические импульсы произвольной формы. Весьма привлекательным свойством программного обеспечения осциллографов является его многоязычность. Среди поддерживаемых языков интерфейса есть русский. Предусмотрена также возможность работы приборов с ПО сторонних разработчиков или пользовательским ПО. Для этого служит кросс-платформенная библиотека **LibTiePie SDK**, имеющая хорошо доку-

ментированный интерфейс API и массу примеров программирования для .NET framework, C, C++, Visual C++, C#, Matlab, Python, Visual Basic.NET. Далее сделаем краткий обзор наиболее интересных изделий линейки и остановимся более подробно на её флагмане — **Handyscope HS6 DIFF**.

Handyprobe HP3

Это очень компактный осциллограф с высоковольтным дифференциальным входом, позволяющий измерять сигналы в диапазоне от ± 200 мВ до ± 800 В (рис. 2). Достаточно широкая полоса пропускания до 50 МГц, 10-битовое разрешение и частота дискретизации 100 Мсэмпл/с вкупе с неприхотливостью и надёжным прочным корпусом делают прибор универсальным и востребованным, например, в автомобильных.

Handyscope HS4

HS4 — гораздо более совершенный по своим характеристикам прибор, предназначенный для профессионального использования (рис. 3). Этот четырёхканальный осциллограф с интерфейсом USB 2.0 позволяет выбирать разрешение 12, 14, или 16 бит и имеет максимальную частоту дискретизации до 50 МГц. Несколько устройств модели HS4 можно объединять с целью увеличения числа измерительных каналов. Благодаря универсальному ПО, поставляемому в комплекте, устройство обеспечивает функции мультиметра, анализатора спектра, анализатора протоколов. HS4 также поддерживает режим быстрой непрерывной передачи данных. По умолчанию большинство измерительных приборов **TiePie** работают в блочном режиме, когда произведённые измерения записываются в память прибора, а после записи полного цикла измерения данные передаются на компьютер. Каждое следующее измерение начинается только после завершения передачи данных, поэтому в

данном режиме работы между измерениями имеются пробелы. Но поддерживается также и непрерывный режим передачи данных на компьютер. В нём данные измерений передаются на компьютер без использования внутренней памяти прибора, и это обеспечивает непрерывность измерения. Каждый тип передачи данных имеет свои плюсы и минусы: блочная работа обеспечивает быструю (и более качественную) оцифровку данных на максимальных частотах, в то время как непрерывная передача ограничивает частоту дискретизации пропускной способностью USB-интерфейса, зато даёт возможность непрерывного наблюдения за сигналом. Желаемый тип передачи данных выбирается в программном интерфейсе осциллографа.

Handyscope HS5

Этот мощный высокоскоростной USB-осциллограф сочетает в себе возможности быстрой дискретизации до 500 Мсэмпл/с с высоким разрешением в 12, 14 и 16 бит и большой объём собственной памяти — до 64 Мсэмпл. Он имеет чрезвычайно точный встроенный 40-мегагерцовый 14-битовый эталонный генератор сигналов произвольной формы с амплитудой сигнала 24 В от пика до пика на выходе. Технология генерации CDS (Constant Data Size), применяемая в приборах серии **Handyscope**, начиная с HS5, позволяет достигать высочайшего качества отношения сигнал/шум и минимальных гармонических искажений (рис. 4). Осциллограф поддерживает непрерывные потоковые измерения до 20 Мсэмпл/с и может быть синхронизирован с другими осциллографами с помощью интерфейса CMI (описан далее) для формирования многоканального комбинированного прибора с синхронизированной временной базой. Дополнительно **Handyscope HS5** может поставляться со встроенными функциями **SureConnect** (описана далее) и измерения сопротив-



Рис. 5. Нарращивание числа измерительных каналов с помощью интерфейса CMI

ления на каждом канале. Гибкость и качество, которые предлагает Handyscope HS5, являлись бы беспрецедентными для любого другого осциллографа и функционального генератора в своём классе, если бы не модель Handyscope HS6 DIFF — флагман линейки, о которой расскажем сейчас.

Handyscope HS6 DIFF: идеал достигим

Модель Handyscope HS6 DIFF отличается сразу несколькими применёнными в устройстве инновационными технологиями, благодаря которым работа с прибором становится гораздо более удобной и безопасной. Это интерфейс CMI, технологии SureConnect и SafeGround. Осциллограф станет незаменимым помощником инженера, научного сотрудника, исследователя. Этот мощный прибор с высокоскоростным интерфейсом USB 3.0 сочетает в себе быстрый отбор проб до 1 Гсэмпл/с с высоким разрешением 12, 14 и 16 бит, а также большим объёмом памяти, позволяющим хранить до 64 Мсэмпл по всем четырём каналам. Осциллограф поддерживает непрерывные потоковые измерения до 200 Мсэмпл/с и может быть синхронизирован с другими приборами с помощью интерфейса CMI для формирования многоканального комбинированного устройства с синхронизированной временной базой. Далее остановимся подробнее на обзоре интерфейса CMI, а также технологий SureConnect и SafeGround.

Простота использования

Уникальный интерфейс CMI, реализованный в HS6 DIFF, обеспечивает простой способ объединения несколь-

ких осциллографов в один комбинированный прибор. Интерфейс CMI поддерживает автоматическое распознавание приборов. Высокоскоростная триггерная шина автоматически терминируется правильным импедансом, а шина отбора проб автоматически настраивается и терминируется в начале и в конце.

Высокая скорость дискретизации шины обеспечивает полную синхронизацию всех объединённых Handyscope, что гарантирует работу даже при максимальной частоте дискретизации. Порядок подключения объединяемых устройств к общей шине не имеет значения, поскольку интерфейс CMI имеет встроенный механизм для обнаружения подключений и терминирования всех шин должным образом на обоих концах. Таким образом, инструменты могут быть подключены в случайном порядке, а размещение терминаторов и опре-

деление правильного порядка подключения не требуется.

Итак, преимущества приборов с шиной CMI:

- автоматическое распознавание приборов;
- автоматическое терминирование высокоскоростной шины пуска;
- автоматическое терминирование высокоскоростной шины отбора проб;
- автоматическая синхронизация времени.

На данный момент HS6 DIFF — единственный в мире инструмент, предлагающий этот уникальный интерфейс, в котором приборы объединяются и синхронизируются посредством одного только соединительного кабеля. При старте программного обеспечения на ПК происходит автоматическое распознавание режима работы и несколько устройств представляются в виде единого виртуального устройства.

Можно, например, объединить четыре устройства (рис. 5) в уникальный 8-канальный 12-битовый осциллограф 500 Мсэмпл/с. При этом все каналы четырёх единиц полностью синхронизированы и могут управляться в одном приложении. А соединение пяти HS6 DIFF даёт 20-канальный 12-битовый супер-осциллограф с 1 Гсэмпл/с (рис. 6).

Безопасность работы

В приборах серии HS6 DIFF применяется технология SafeGround, позволяющая использовать входы осциллографа произвольно в качестве однопроводных и дифференциальных. Преимуществами осциллографа с дифференциальными входами являются:

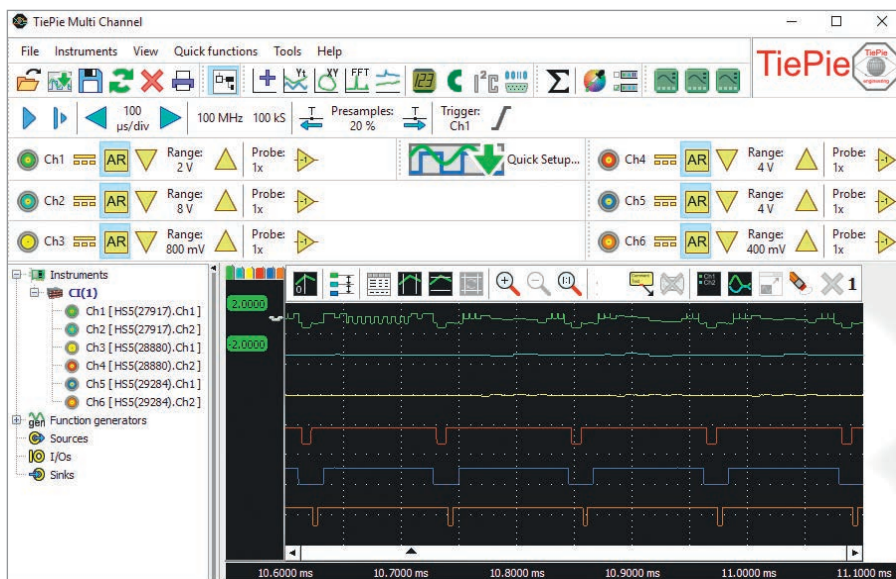
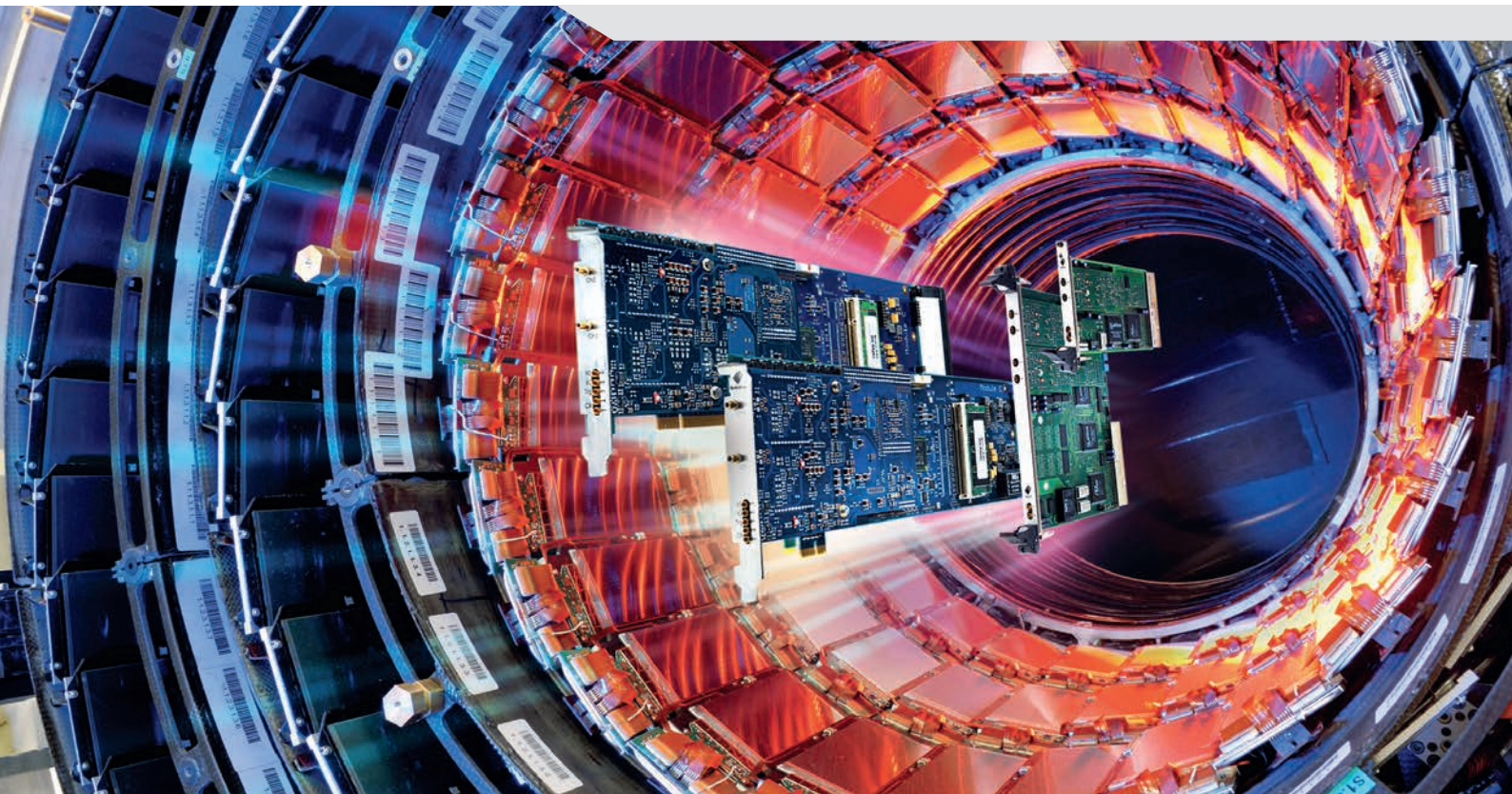


Рис. 6. Программный интерфейс с отображением пяти объединённых HS6 DIFF



Для широкого спектра решений по сбору данных и генерации сигналов

PCI/PCI-X и PCI Express

- Свыше 200 моделей плат
- До 16 синхронных каналов
- Разрешение от 8 до 16 бит
- Частота опроса до 1 ГГц
- Встроенная память до 4 Гбайт
- Тактирование и многомодульная синхронизация

6U CompactPCI

- Около 80 вариантов модулей
- До 16 каналов
- Разрешение до 16 бит
- Частота опроса до 500 МГц

3U PXI

- Более 45 моделей
- Соответствие стандарту PXI
- Межмодульная синхронизация
- Тактирование 10 МГц
- Память до 512 Мбайт

Программное обеспечение



- Собственное ПО SBench 6
- Поддержка ОС Windows, Linux
- Разработка систем сбора и записи данных по ТЗ заказчика
- Индивидуальное консультирование по выбору оборудования для конкретных применений

LXI-системы сбора сигналов



- Более 60 моделей
- Соответствие стандарту LXI
- Число каналов 2–48
- Частота опроса до 500 МГц
- Разрешение от 8 до 16 бит
- Полоса частот от 100 кГц до 250 МГц



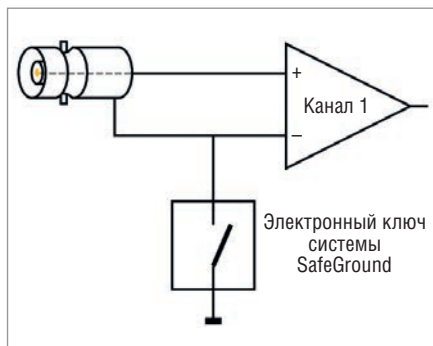


Рис. 7. Принцип действия защитной системы SafeGround

- отсутствие связи между каналами и землёй компьютера, благодаря чему нет опасности создать короткое замыкание на массу через осциллограф;
- для измерения дифференциального сигнала используется только один канал (в обычном приходится задействовать два);
- достигается лучшая точность измерений, так как погрешность измерения вносит лишь один канал;
- если обе точки подключения имеют высокий потенциал относительно земли, но разница в напряжении между ними невелика, то дифференциальный сигнал можно измерить в низком входном диапазоне, что обеспечивает высокое разрешение.

Но иногда всё же требуется произвести измерение с общей землёй, когда зажим «крокодил» измерительного щупа непосредственно соединён с землёй тестируемой схемы, осциллографа и компьютера. При этом все входные каналы также оказываются соединёнными друг с другом. Если вы случайно присоедините «крокодил» к точке в тестируемой схеме, где потенциал отличается от потенциала земли, то через землю всей измерительной системы (измерительный щуп, осциллограф и ПК) потечёт ток короткого замыкания. Это может привести к выходу из строя как испытуемой схемы, так и любого из компонентов измерительной системы. Когда система SafeGround активна и вы случайно допустили ошибку соединения, вызвавшую короткое замыкание, SafeGround отключит массу (землю) входного канала, исключив тем самым повреждение осциллографа или ПК (рис. 7). Как известно, случайную ошибку соединения допустить легко, а она может привести к значительным финансовым последствиям, от которых вас избавит описанная технология. Таким образом, можно просто переключаться с дифференциального входа на

однопроводной, не беспокоясь о подобных вещах. SafeGround подключается и настраивается индивидуально для каждого канала HS6 DIFF. Предельный ток через землю, при котором активизируется защита SafeGround, регулируется с шагом 10 мА (рис. 8). Это позволяет использовать недифференциальные входы в ситуации, когда прибор и испытываемое устройство не имеют одинакового потенциального уровня, например, из-за утечек тока. В некоторых случаях для принудительного удержания SafeGround от активации требуется установка текущего лимита срабатывания на большее значение. Когда же тестируемое устройство очень чувствительно к повреждениям, для обеспечения наивысшего уровня защиты можно установить ограничение по току SafeGround на минимум. К достоинствам технологии можно отнести:

- малый и программно настраиваемый предельный ток отключения;
- высокую скорость срабатывания;
- хорошую изоляцию каналов;
- индивидуально настраиваемую защиту для каждого канала.

Надо отметить также, что HS6 DIFF на сегодняшний день — единственный в мире осциллограф с такой уникальной защитой входов.

Достоверность измерений

SureConnect — это также собственная разработка компании TiePie Engineering. Суть технологии в том, что у вас появляется возможность в режиме реального времени контролировать качество присоединения измерительного щупа к точке измерения. SureConnect реализована на линейке автомобильных USB-осциллографов и как опция для HS5. Обеспечение надёжного контакта измерительного зонда с испытуемой точкой — не всегда тривиальная задача:

10 mA
20 mA
30 mA
40 mA
50 mA
60 mA
70 mA
80 mA
90 mA
100 mA

Рис. 8. Программная настройка чувствительности SafeGround

предмет измерения может быть загрязнённым, окисленным или покрытым невидимым защитным слоем. Кроме того, испытываемая точка может быть визуально труднодоступна. Всё это делает невозможным или затруднительным визуальный контроль качества контакта, а от этого может напрямую зависеть достоверность измерений.

В данном случае заботу берёт на себя программное обеспечение осциллографа, отслеживающее качество соединения щупа с точкой измерения в реальном времени (рис. 9), а вам остаётся лишь убедиться, что соответствующая пиктограмма имеет вид светящейся зелёной лампочки.

Практичность в применениях

В заключение покажем пример практического использования USB-осциллографа в качестве ядра измерительной системы.

Мощная аппаратная платформа HS6 DIFF позволила создать на её основе анализатор ЭМП **Handyscope HS6 DIFF-1000XMESG**, дающий пользователю возможность быстро протестировать своё устройство на соответствие ЭМИ. Во многих случаях это избавляет от заказа дорогостоящих исследований в специализированных лабораториях и экономит таким образом затраты. Набор для анализа ЭМП состоит из трёх зондов-пробников магнитного поля и одного зонда-пробника электрического поля. Прилагаемый штатив гарантирует установку зондов в правильном расположении относительно испытуемого объекта (рис. 10).

Программное обеспечение анализатора ЭМП работает в многооконном режиме. В отличие от обычного анализатора спектра, имеющего только один дисплей и не способного отображать

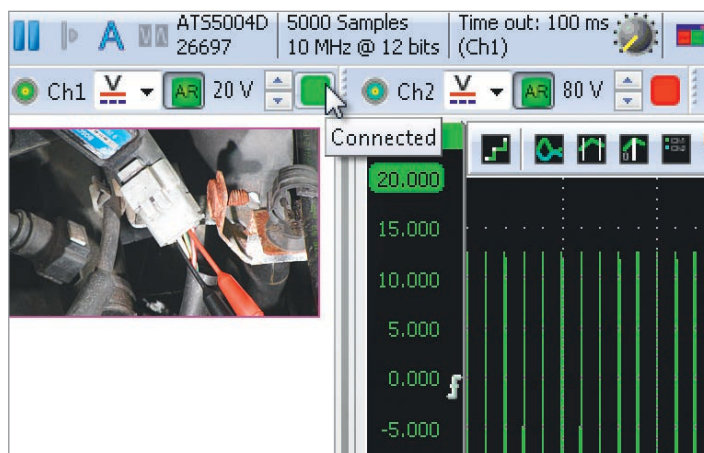


Рис. 9. Достоверность измерений в любых условиях



Рис. 10. Общий вид анализатора ЭМП на основе HS6 DIFF

несколько различных частей сигнала в разных масштабах, в каждом из окон HS6 DIFF-1000XMESG параллельно отображается общий спектр или выбранная его часть. С возможностью многооконного дисплея просмотр нескольких частей спектра становится простым и удобным, что даёт пользователю лучшее понимание анализируемой информации. Помимо спектра виден и

сигнал временной области, позволяющий одновременно анализировать форму сигнала. Опция многооконного дисплея также доступна и для отображения сигнала домена времени. На рис. 11 приведены для примера общий спектр от 0 Гц до 500 МГц и 3 окна с увеличенными частями спектра.

Анализатор электромагнитных помех имеет разрешение в полосе пропуска-

ния вплоть до 7,45 Гц (на ширине 500 МГц). Для сведения: разрешение 7,45 Гц в диапазоне 500 МГц даёт в общей сложности 67 108 864 спектральных компонента, и это уникальная характеристика в своём классе. В результате такой дискретизации у вас есть возможность тщательно проанализировать детали любой части спектра. Интересно, что при разрешении дисплея по гори-



**НА ВЕРШИНЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ,
УНИВЕРСАЛЬНОСТИ, НАДЕЖНОСТИ**







- Встраиваемые 1/8/16-портовые KVM-консоли оператора
- Заказные компьютерные платформы для специальных применений
- Защищенные портативные рабочие станции для ответственных применений



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



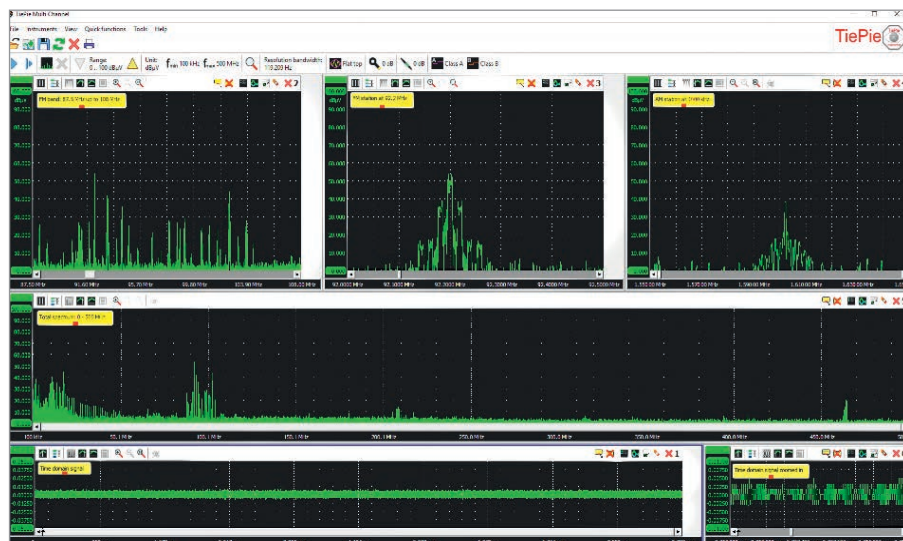


Рис. 11. Удобный и функциональный программный интерфейс

зонталю 1920 пикселей для отображения полного спектра в масштабе 1:1 с такой дискретизацией потребуются 34 952 дисплея с диагональю 23" каждый, что даёт общую ширину дисплея 17,47 км! Большой динамический диапазон 140 дБ позволяет анализировать помехи в широком спектре частот.

У анализатора имеются три режима работы: нормальный, усреднение и захват максимума. Нормальный режим отображает исходный спектр без обработки. Режим усреднения эффективен

для снижения шумовой составляющей в сигнале и позволяет увидеть гармоническую и несущую составляющие более детально. Для надёжности усреднения вы можете выбрать несколько спектров. Режим захвата максимума отображает достигнутый пиковый уровень сигнала за время измерения и представляет историю пиковых значений на оси частот. Для проведения новой серии измерений данные усреднения и пиковых значений можно сбросить вручную. Программное обеспечение позволяет также использовать различные измерительные маркеры.

Амплитуду можно измерять в дБ, дБВ, дБмВ, дБмкВ. Амплитудный диапазон может быть выбран из трёх доступных: от 1 до 100 дБмкВ, от 20 до 120 дБмкВ или от 40 до 140 дБмкВ. Для точного измерения амплитуды по умолчанию используется плоское верхнее окно, кроме которого доступны также восемь других.

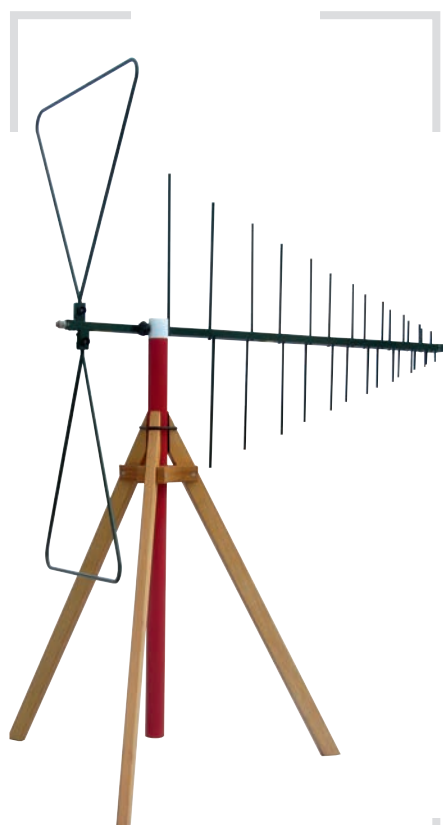


Рис. 12. Антенна CombiLog для анализа спектра

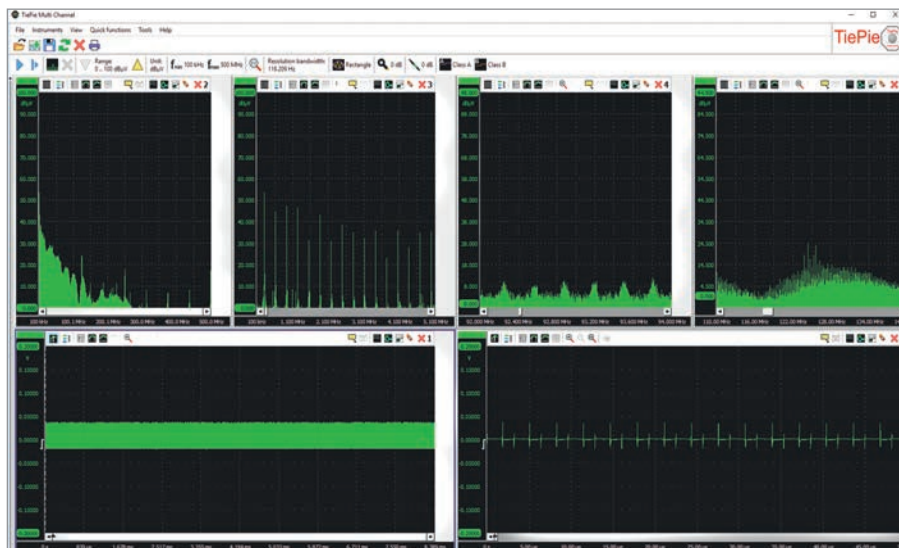


Рис. 13. Представление спектра сигнала, измеренного с помощью антенны CombiLog

Анализатор ЭМП можно использовать и как обычный анализатор спектра. С помощью биконической или комбинированной антенны (рис. 12) можно измерить спектр от 10 до 500 МГц. На рис. 13 показан спектр, измеренный с помощью антенны CombiLog, которая была размещена снаружи. Рядом с полным спектром от 0 Гц до 500 МГц видно окно с отображаемым диапазоном FM от 87,5 до 108 МГц, и там присутствует сигнал FM-радиостанции на 92,2 МГц и даже АМ-радиостанции на 1600 кГц. Также отображается сигнал временного домена в масштабированном и немасштабированном видах.

Все окна можно удобно просматривать в режиме реального времени и наблюдать корреляции между различными частотами и их наложение на сигнал домена времени. Таким образом, многоканальный анализатор ЭМП предоставляет пользователю практически неограниченные возможности анализа и отображения результатов измерений. Анализатор ЭМП HS6 DIFF-1000XMSG состоит из осциллографа HS6 DIFF-1000 с установленной опцией E. Опция E также требует установки опций XM (расширенная память) и G (SafeGround). У HS6 DIFF-1000 с установленной опцией E появляется дополнительное заземление рядом с входом канала 1. Опция E также включает в себя комплект датчиков ЭМП TP-EMI-HS6 (рис. 14).

Все принадлежности комплекта упакованы в удобный пластиковый кейс. Набор содержит три типоразмера датчиков электрического поля и зонд электромагнитного поля.

Для подключения зондов к осциллографу имеются короткий и длинный



Рис. 14. Полный измерительный комплект для анализа ЭМП

гибкий антенные кабели, заземлённый терминатор с сопротивлением 50 Ом также включён в комплект, а входящая в комплект тренога позволяет удобно и надёжно располагать датчики в намеченном месте рядом с тестируемым изделием.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Производителя TiePie engineering выгодно отличает традиционно высокий уровень технической поддержки пользователей и отличное качество изделий. Если вы решаете серьёзные профессиональные задачи, но при этом не привыкли выбрасывать деньги на ветер, рассмотрите в качестве альтернативы осциллографы серии Handyscope. Они обладают оптимальным соотношением цена/качество/функциональность.

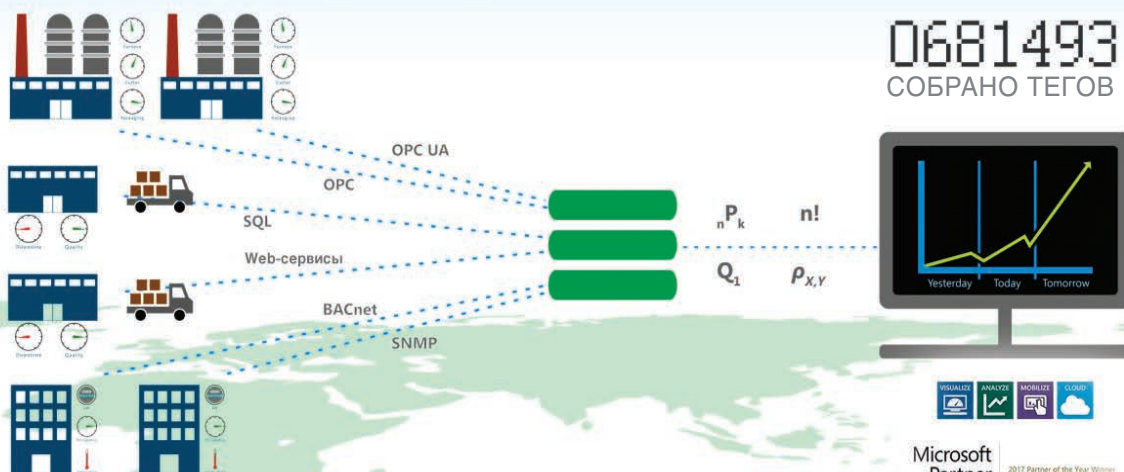
Более подробную техническую информацию и информацию по применению приборов всегда можно получить у специалистов компании ПРОСОФТ, являющейся официальным дистрибьютором продукции TiePie engineering в России. ●

E-mail: textoed@gmail.com



Мощный сервер архивации Hyper Historian™

0681493
СОБРАНО ТЕГОВ



Сбор

Сжатие

Архив

Анализ и визуализация

PROSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Реклама