

25 ЖУРНАЛУ ЛЕТ

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Test & Measuring Instruments and Systems

сентябрь 2021

ПЛАНШЕТНЫЕ

АКТАКОМ

ЦИФРОВЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ

Серия ADS-44XX



- 2 или 4 канала
- Полоса пропускания до 120 МГц
- Вертикальное разрешение до 14 бит (модели ADS-44XXH)
- Встроенный мультиметр (только двухканальные модели)
- Декодирование сигналов последовательных шин
- Большой сенсорный дисплей
- Перезаряжаемая батарея для работы в «полевых» условиях



ПОРТАТИВНЫЕ КОМБИНИРОВАННЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ

АКТАКОМ
www.aktakom.ru

СЕРИЯ ADS-204X

Цветной ЖК дисплей
3,5" (320×240 точек)

Пластиковая оболочка
разъемов BNC для
безопасности измерений

Отдельные
входы мультиметра

Выход для калибровки
пробников 3,3 В, 1 кГц

Интерфейс USB
для связи с ПК
и зарядки батарей



**3 прибора
в 1 корпусе**

Осциллограф

- 2 канала
- Полоса пропускания 40 МГц (ADS-2044, ADS-2045) или 70 МГц (ADS-2046, ADS-2047)
- Частота дискретизации до 250 Мвыб/с
- Скорость захвата осциллограмм 10000 осц/с
- Максимальная глубина записи 8 К точек
- Вертикальное разрешение 8 бит
- Курсорные и автоматические измерения

Мультиметр

- TrueRMS
- 4¹/₂ разряда, 20000 отсчетов
- Измерение напряжения постоянного и переменного тока, постоянного и переменного тока, сопротивления, ёмкости, тестирование диодов, прозвонка цепи

Генератор сигналов (ADS-2045, ADS-2047)

- Диапазон частот 0,1 Гц ... 25 МГц
- 4 основных + 8 специальных форм сигнала
- Вертикальное разрешение 14 бит



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru



БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ НА
www.eliks.ru

Главный редактор (Editor-in-Chief)

Александр Афонский (Alexander Afonskiy)

Учредители (Founders)

МГТУ им. Н.Э.Баумана**(MSTU named after N.E. Bauman)****РОСТЕСТ-Москва (ROSTEST-Moscow)****ВНИИФТРИ (VNIIFTRI)****ООО «ЭЛИКС+» (ELIKS+ Ltd.)**

Редакционная коллегия (Editorial Board)

Александр Афонский (Alexander Afonskiy)**Татьяна Афонская (Tatiana Afonskaya)****Александр Черников (Alexander Chernikov)**

Заместитель главного редактора

(Deputy Editor-in-Chief)

Татьяна Афонская (Tatiana Afonskaya)

Издательство ООО «ЭЛИКС+»

Журнал зарегистрирован

в Комитете РФ по печати.

Свидетельство о регистрации

№015442 от 25 ноября 1996 г.

This magazine has been registered at
the Russian Federation Press Committee.
Reg. №015442 granted 25th November 1996.

Подписные индексы по каталогу
Агентства «Урал-Пресс» — 80113, 81945.

Адрес редакции:

115211 г. Москва, Каширское ш., 57-5.

Телефон/факс: (495) 344-99-21

E-mail: editor@kipis.ru

Интернет: www.kipis.ru, www.tmi-s.com

По информационным материалам,
опубликованным в журнале,
редакция дает справки.

Редакция не несет ответственности
за достоверность информации,
опубликованной в рекламных объявлениях.

Мнение редакции не всегда совпадает
с точкой зрения авторов.

При перепечатке ссылка на журнал
«КИПиС» обязательна.

© «КИПиС», 2021 Цена свободная

Уважаемые читатели!

Всемирно известная компания Tektronix отмечает свой 75-летний юбилей. Славная история компании включает изобретение цветного телевидения, разработку высокотехнологичных измерительных приборов и участие в космических исследованиях. Контрольно-измерительное оборудование, созданное Tektronix, сыграло ключевую роль в создании марсохода Mars Perseverance, который приземлился на Марсе 18 февраля 2021. По сообщению агентства NASA, ответственному за эту миссию, марсоход предназначен для лучшего понимания геологии планеты и поиска признаков древней жизни. А к своей знаменательной дате Tektronix выпустил на рынок несколько новых продуктов, в их числе первый в отрасли осциллограф смешанных сигналов серии MSO 6B с полосой пропускания до 10 ГГц и частотой дискретизации до 50 Гвыб/с, что позволит инженерам выполнять сложную диагностику и проверку высокоскоростных устройств на Земле.

Безусловно, заинтересует и специалистов и новичков в осциллографии статья «Один в поле не воин... Эволюция» о планшетных осциллографах совершенно нового формата АКТАКОМ серии ADS-44xx. Здесь вы найдете сводную таблицу основных технических характеристик, а также на примере конкретного прибора познакомитесь с многочисленными функциями и возможностями новинки.

Новая технология передачи данных — LVDS, используется для передачи видеоданных, а также как физический носитель информации системных шин телекоммуникационных устройств, центров обработки информации, в суперкомпьютерах. Статья «Тестирование устройств и компонентов с интерфейсом LVDS с использованием осциллографов компании Rohde&Schwarz» познакомит читателей, как построить такую проверку на использовании стандартных измерительных функций осциллографов.

Как не превратить свой стол в свалку нужных и не очень устройств? Как полноценно использовать рабочее пространство, чтобы обеспечить комфорт и безопасность? Как правильно выбрать и расставить приборы на столе? Об этом и о многом другом читайте в статье «Как правильно организовать рабочее место?».

Технологии стремительно развиваются, каждый день приносит нам что-то новое и интересное, о чем всегда можно узнать на сайте www.kipis.ru.

*С уважением, Татьяна Афонская***Dear readers!**

World known Tektronix company celebrates its 75th anniversary. The glorious history of the company includes the invention of color television, the development of high-tech instrumentation and participation in space exploration. Tektronix test and measuring equipment played the key role in the creation of Mars Perseverance rover which landed on Mars on February 18, 2021. According to NASA agency responsible for this mission the rover is designed to better understand the geology of the planet and look for the signs of ancient life. And for its remarkable date Tektronix has brought several new products to market including the industry's first MSO 6B Mixed Signal Oscilloscope with the bandwidth up to 10 GHz and sample rate up to 50 GSa/s, enabling engineers to perform complex diagnostics and testing of high-speed devices on Earth.

Certainly both specialists and beginners in oscillography sphere will be interested in article «One in the field but without shield... Evolution» dedicated to tablet oscilloscopes of a completely new format of АКТАКОМ ADS-44xx series. Here you will find a comparison table of the main technical characteristics, as well as get to know about the numerous functions and capabilities of the new product through the example of a specific device.

New LVDS data transmission technology is used to transmit video data as well as a physical carrier of information on system buses of telecommunication devices, information processing centers and in supercomputers. Article «Testing the devices and components with LVDS interface using Rohde&Schwarz oscilloscopes» will show you how to make such a test using standard oscilloscope measurement functions.

How to prevent your desk from turning into dump of necessary and unnecessary devices? How to fully use the workspace to ensure comfort and safety? How to choose and correctly arrange the devices on the table? Read about this in article «How to organize your workplace correctly?».

Technologies are always in progress, every day brings something new and interesting and you may always get the news about it on www.kipis.ru website.

*Best regards, Tatiana Afonskaya***Содержание****Contents**

Новости от АКТАКОМ, Keysight Technologies, Rohde & Schwarz, Tektronix и др.	4	News from АКТАКОМ, Keysight Technologies, Rohde & Schwarz, Tektronix and others
Один в поле не воин... Эволюция	8	One in the field but without shield... Evolution
Как правильно организовать рабочее место?	15	How to organize your workplace correctly?
Европа занимает центральное место в 75-летней деятельности компании Tektronix по созданию будущего уже сегодня	21	Europe is central to Tektronix's 75 years of engineering the future
5G выводит C-V2X на полосу разгона Дилан МакГрат	26	5G moves C-V2X into the fast lane Dylan McGrath
Тестирование устройств и компонентов с интерфейсом LVDS с использованием осциллографов компании Rohde&Schwarz Лемешко Н.В., Горелкин М.В., Струнин П.А.	28	Testing the devices and components with LVDS interface using Rohde&Schwarz oscilloscopes N. Lemesenko, M. Gorelkin, P. Strunin

На первой странице обложки:

Планшетные цифровые осциллографы АКТАКОМ серии ADS-44xx совмещают функциональность настольных приборов с удобством использования в «полевых» условиях.

On the first page of the cover:

AKTAKOM ADS-44xx series digital tablet oscilloscopes combine the functionality of a desktop instrument with the usability «in-the-field» conditions.

НОВАЯ СЕРИЯ ПОРТАТИВНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ СПЕКТРА

Модельный ряд анализаторов спектра **АКТАКОМ** пополнился новой серией компактных носимых моделей с батарейным питанием и полноценным функционалом для работы на объектах. Новая серия ASA-4xxx включает в себя 4 модели: *ASA-4015* и *ASA-4025* с полосой пропускания 9 кГц...1,6 ГГц, *ASA-4035* и *ASA-4045* с полосой пропускания 9 кГц...3,6 ГГц.

Приборы оснащены сенсорным LCD дисплеем с матрицей TFT и размером 8" с разрешением 1024×768 точек. Справа от дисплея находятся поле кнопок и многофункциональный поворотный переключатель (энкодер).



АКТАКОМ

Основные параметры измерений устанавливаются с помощью экранного меню и «софт»-кнопок. Система меню продуманна и ясна — в нижней части экрана находятся кнопки выбора основных параметров (установка частных параметров, полосы обзора, амплитудные установки, а также выбор значений полосы пропускания и настройки маркеров). В правой части экрана отображаются кнопки выбора устанавливаемого параметра и задания его значения. Ввод значений возможен как поворотным переключателем (кратными шагами), так и с использованием цифровой клавиатуры (более точно), причем после ввода цифрового значения необходимо выбрать разрядность величины в меню с помощью экранных кнопок. Надо отметить, что сенсорный дисплей использует технологию многоточечного ввода («multi-touch»), что позволяет манипулировать треком на экране касаниями пальцев.

Обладая хорошими техническими характеристиками, сравнимыми с аналогичными приборами известных брендов, и широкими функциональными возможностями уже в базовой комплектации, анализаторы спектра серии АКТАКОМ ASA-4xxx позволяют проводить разнообразные исследования и измерения без дополнительных затрат на приобретение опций. Низкий уровень отображаемого среднего уровня шума (менее -160 дБ) позволяет исследовать очень слабые сигналы, а низкий (для носимых приборов) уровень фазового шума поможет провести более точные измерения сложных модулированных сигналов

или сигналов с мультиплексированием несущих (QFDM, QAM и других).

Приборы данной серии имеют все современные средства для проведения измерений и достоверного отображения треков сигналов, присущих анализаторам спектра — задание частотного диапазона и полосы обзора, установка амплитудных параметров, включая ручную или автоматическую аттенюацию и различные варианты использования опорного уровня, установка RBW и VBW или усреднения значений спектрограмм. Для точного анализа приборы имеют полнофункциональную систему маркеров (до 5 пар маркеров, дельта-маркеры и различные варианты использования маркеров при измерениях).

Также важно отметить, что приборы в базовой поставке имеют широкие измерительные возможности. Так, в приборах уже реализован предусилитель, включены ЕМI фильтры, которые обычно поставляются вместе с опцией тестирования на ЭМС, а также функции демодуляции АМ и ЧМ сигналов с возможностью прослушивания звука через головные телефоны.

Новые анализаторы спектра выпускаются в вариантах как со встроенным трекинг-генератором (модели ASA-4025 и ASA-4045), так и без него (ASA-4015 и ASA-4035). Использование трекинг-генератора превращает прибор в анализатор скалярного типа и позволяет определять АЧХ, коэффициенты потерь и отражения, частотные характеристики.

www.aktakom.ru

ЦИФРОВЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ RIGOL ВКЛЮЧЕНЫ В ГОСРЕЕСТР СИ РФ

Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 августа 2021 г. № 1790 по результатам испытаний для целей утверждения типа включены в Госреестр СИ РФ осциллографы Rigol серий *DS1000Z-S Plus*, *DS1000Z-E*, *MSO5000*, *DS/MSO7000* и *MSO8000*. Теперь эти осциллографы могут быть использованы в сфере метрологического контроля и надзора. Номер в Госреестре средств измерений 82665-21.

Цифровые осциллографы Rigol серии MSO5000 являются превосходными инструментами для разработки и исследования современных цифровых и аналоговых электронных схем. В осциллографах этой серии сочетаются превосходные технические характеристики и широкие функциональные возможности, благодаря чему они подходят для применения в сферах промышленной и потребительской электроники, связи, научных исследований и образования. В осциллографах Rigol серии MSO5000 используется разработанная компанией Rigol инновационная технология UltraVision 2, которая сочетает в себе удобную навигацию по захваченному сигналу, большую длину записи осциллограммы, превосходную

скорость захвата осциллограмм. В этой технологии регистрация сигнала в реальном времени объединена с расширенными возможностями по его анализу и декодированию сигналов шин (I²C, RS-232, SPI, CAN и др.). Благодаря 16-канальному логическому анализатору, осциллографы Rigol серии MSO5000 являются незаменимыми инструментами при проектировании и анализе устройств со смешанными сигналами.

Осциллографы цифровые Rigol серий DS/MSO7000 построены с использованием инновационных технологий, что позволило добиться превосходных характеристик: частота дискретизации в реальном времени до 10 Гвыб/с, высокая скорость захвата осциллограмм и увеличенный размер глубины записи. Широкие функциональные возможности цифровых осциллографов Rigol серий DS/MSO7000, включая встроенный логический анализатор и двухканальный генератор сигналов, позволяют использовать их для отладки различных электронных схем, в том числе, со смешанными сигналами.



RIGOL

Осциллографы цифровые Rigol серии MSO8000 могут объединять в одном корпусе до семи измерительных приборов: цифровой осциллограф, логический анализатор, генератор сигналов, анализатор спектра, цифровой вольтметр, частотомер и анализатор протоколов. Столь широкая функциональность обеспечивается установкой дополнительных опций. Это позволяет использовать осциллографы данной серии для решения широчайшего круга измерительных задач. В цифровых осциллографах Rigol серии MSO8000 используется новейший процессор «Phoenix», что обеспечивает частоту дискретизации в реальном времени до 10 Гвыб/с, а технология UltraVision 2 позволяет увеличить размер глубины записи до 500 М точек, скорость захвата осциллограмм до 600000 осци/с, а максимальный размер кадров при анализе осциллограмм — до 450000. Наряду с традиционными органами управления на передней панели прибора, в осциллографах Rigol серии MSO8000 имеется сенсорный дисплей, что делает пользовательский интерфейс простым и удобным.

Цифровые осциллографы Rigol серии DS1000Z Plus — это превосходные, и при том недорогие, приборы для исследования и отладки электронных схем, они обладают отличными техническими характеристиками

ми и широкими функциональными возможностями. Применение в осциллографах этой серии инновационной технологии UltraVision позволило добиться высокой скорости захвата осциллограмм и большой глубины записи, а также обеспечить удобную навигацию по захваченному сигналу. Для осциллографов серии DS1000Z Plus предусмотрена возможность синхронизации и декодирования сигналов последовательных шин, что позволяет использовать эти приборы для разработки и анализа встраиваемых систем. Также, в этих осциллографах опционально доступен 16-канальный логический анализатор, благодаря чему эти приборы могут быть использованы для проектирования и отладки схем со смешанными сигналами. Кроме того, осциллографы серии DS1000Z-S Plus совмещают в себе встроенный двухканальный генератор сигналов.

www.irit.ru

ТЕКТРОНИХ ПРЕДСТАВЛЯЕТ СИСТЕМУ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Компания **Tektronix, Inc.**, ведущий мировой поставщик контрольно-измерительного оборудования, выпустила программное обеспечение *KTE V7.1* для системы параметрического тестирования Keithley серии *S530*, позволяющее ускорить производство полупроводниковых приборов, чтобы удовлетворять возрастающие потребности мирового рынка.

В число новых функций, которые впервые стали доступными в ПО *KTE V7.1*, входят возможность параллельного тестирования и уникальная функция высоковольтного измерения емкости для новых силовых полупроводников и приборов с широкой запрещенной зоной. С ПО *KTE V7.1* время испытаний может быть сокращено более чем на 10% по сравнению с ПО *KTE V5.8*, что позволяет минимизировать простои и ускорить изготовление кристаллов.

Появление технологии 5G и развитие Интернета вещей привели к повышению спроса на полупроводниковые приборы. Глобальный дефицит микросхем требует не только увеличения объемов производства, но и ускоренного тестирования разрабатываемых микросхем. Новая система параметрического тестирования поможет ускорить производство микросхем из-за сокращения времени испытаний и, таким образом, быстрее поставлять новые кристаллы на рынок.

«Параметрическое тестирование пе-

редовых аналоговых полупроводниковых приборов, приборов с широкой запрещенной зоной (SiC и GaN) и силовых полупроводников должно обеспечивать максимальную производительность измерений, охват широкого ассортимента продукции и минимум затрат, — говорит Питер Гриффитс (Peter Griffiths), генеральный менеджер подразделения по разработке систем и программного обеспечения компании Tektronix. — Наши клиенты, включая крупнейших мировых производителей полупроводниковых приборов, могут использовать преимущества ПО *KTE V7.1*, чтобы совершенствовать свои разработки с невиданной скоростью в целях удовлетворения требований меняющихся рынков».



С ПО *KTE V7.1* система параметрического тестирования *S530* становится более функциональной и производительной по сравнению с ПО *KTE V7.0*. Новая конструкция тестовой головки обеспечивает гибкость при использовании различных проб-карт. Обновленное программное и аппаратное обеспечение позволяет повысить производительность, выполняя тестирование за один проход. Недавно выпущенный эталонный блок системы (SRU) сокращает время калибровки до менее чем восьми часов, т. е. прибор можно откалибровать за одну рабочую смену. SRU можно приобрести напрямую или в рамках годового плана сервисного обслуживания SSO.

Благодаря ПО *KTE V7.1*, система параметрического тестирования *S530* имеет функцию параллельного тестирования, что обеспечивает повышение производительности и снижение стоимости тестирования с ожидаемым показателем улучшения до 30% (в зависимости от условий применения). Уникальная аппаратная часть системы *S530* позволя-

ет подключать до восьми источников-измерителей (SMU) высокого разрешения к любой контрольной точке через любой порт/ряд схемы Кельвина в системе, поэтому ПО параллельного тестирования Keithley оптимизирует эффективность использования всех системных ресурсов для достижения максимальной производительности.

Современным инженерам необходимо испытывать высоковольтные полупроводниковые приборы. В последнее время повышается спрос на приборы с более высокой рабочей частотой и более эффективным переключением. Повышенные эффективности переключения не только снижают потребление электроэнергии и рассеивание тепла, но и благоприятно сказывается на окружающей среде. Теперь тестирование приборов с широкой запрещенной зоной при высоких рабочих напряжениях можно выполнять не только в научно-исследовательской лаборатории, но и в условиях производства. С ПО *KTE V7.1* появляется функция высоковольтного измерения ВФХ (HVCV) — уникальное предложение, которое в сочетании с единственным в отрасли решением тестирования за один проход позволяет измерять напряжение от 200 до 1000 В, обеспечивая возможность измерения ВФХ со смещением до 1100 В пост. тока. При этом можно точно измерять емкости $C_{сз}$, $C_{зи}$ и $C_{си}$ для описания входных и выходных переходных характеристик силового прибора.

В дополнение к подаче и измерению напряжения до 1100 В, в системе *S530-HV* может быть установлено до двух источников-измерителей 2470, а высоковольтный матричный коммутатор в *S530-HV* позволяет выполнять измерения в любой контрольной точке в любое время. Это обеспечивает максимальную гибкость для удовлетворения требований к цоколевке широкого спектра устройств и структур без задержек и увеличения затрат, связанных с двухпроходным тестированием или подключением к специальным контактам.

www.tek.com

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ОСЦИЛЛОГРАФОВ

Компания **Rohde & Schwarz** представляет новое поколение осциллографов *R&S RTO* с полосой пропускания до 6 ГГц. Новое семейство осциллографов *R&S RTO6* содержит шесть различных моделей с полосами пропускания от 600 МГц до 6 ГГц и частотой дискретизации до 20 млрд отсчетов в секунду. Полностью интегрированное решение для проведения измерений во временной и частотной областях, а также для анализа протоколов и логических схем поможет инженерам-конструкторам во всех отраслях производства. Прибор отличается высокой частотой обновления сигнала, отличной точностью воспроизведения сигнала, уникальной системой

Смотрите канал АКТАКОМ на YouTube!

 <https://www.youtube.com/user/AKTAKOM>

Обзоры контрольно-измерительных приборов и радиомонтажного оборудования, подробные видеоруководства по применению и дистанционному управлению приборами, установке ПО АКТАКОМ.

цифрового запуска и адаптивной глубиной памяти.

При разработке нового осциллографа R&S RTO6 инженеры компании Rohde & Schwarz сосредоточили внимание на повышении удобства повседневного использования осциллографа. Этому удалось достичь с помощью переработанного пользовательского интерфейса, позволяющего повысить производительность работы с прибором. 15,6-дюймовый, простой в эксплуатации сенсорный экран с разрешением Full HD и переработанная передняя панель позволяет инженерам-испытателям быстро задавать настройки измерений. На значительно большем экране можно просматривать сигнал во всех подробностях, при этом сигналы можно перетаскивать в разные части экрана с помощью хорошо зарекомендовавшей себя функции R&S Smart-Grid. Панель приложений обеспечивает доступ ко всем приложениям осциллографа одним касанием.



ROHDE & SCHWARZ

Разработчики нового осциллографа R&S RTO6 реализовали архитектуру на основе специальной микросхемы ASIC для оптимизированной обработки сигналов, которая обеспечивает исключительную скорость сбора данных до одного миллиона сигналов в секунду. В результате, пользователи получают возможность с высокой вероятностью обнаруживать даже единичные свои сигналы. Малошумящие входные каскады и одноядерные аналого-цифровые преобразователи со сверхмалой погрешностью линеаризации обеспечивают превосходную целостность сигнала с динамическим диапазоном без паразитных составляющих (SFDR) 65 дБн и выдающейся эффективной разрядностью 9,4 ENOB. Такие характеристики позволяют захватывать все детали сигнала с максимальной точностью.

www.rohde-schwarz.com

НОВЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БЛОКОВ ВЫСОКОГО НАПЯЖЕНИЯ

Компания Keysight Technologies, Inc., лидер в области технологий, оказывающий содействие предприятиям,

поставщикам услуг и правительственным органам в ускорении внедрения инноваций с целью объединения и обеспечения безопасности в мировом масштабе, объявила о начале выпуска Scienlab SL1700A Series — системы нового поколения для тестирования аккумуляторных блоков высокого напряжения (до 1500 В), используемых в промышленности, в том числе в автомобильной отрасли.



KEYSIGHT
TECHNOLOGIES

Разработчикам мощных аккумуляторов следующих поколений требуются большие пространства, чтобы организовать многоканальное тестирование своих изделий, при этом возникают большие проблемы, связанные как с нахождением таких площадей, так и с подбором подходящих систем электропитания для проведения тестирования.

Система серии SL1700A от компании Keysight, созданная с использованием новой технологии на основе карбида кремния (SiC), обеспечивает сокращение расходов лабораторий за счет повышения эффективности и экономии электроэнергии. Эта модульная система гарантирует высокую производительность при небольших габаритах с возможностью модернизации согласно растущим требованиям.

«В наших системах нового поколения для тестирования аккумуляторных блоков используется технология на основе SiC, которая позволяет применять высокие мощности и напряжения при меньших габаритах по сравнению с аналогичными системами», комментирует Михаэль Шугт, управляющий технический директор подразделения автомобильных и энергетических технологий компании Keysight. «В сочетании с функциями рекуперации электроэнергии это решение позволит нашим клиентам повысить эффективность работы лабораторий по созданию новых аккумуляторов».

В состав аккумуляторных блоков входят компоненты под высоким напряжением, носители тока, электрические и механические компоненты, системы охлаждения, а также системы управления аккумуляторами (BMS). Все эти компоненты требуют тщательного те-

стирования, позволяющего сделать выводы об их эффективности, диапазонах мощности, сроках эксплуатации и температурных характеристиках.

Система серии SL1700A от компании Keysight предназначена для тестирования компонентов аккумуляторных блоков и обладает следующими базовыми характеристиками:

- небольшие габариты при высокой мощности и производительности;
- рекуперация электроэнергии, что позволяет сократить расходы на эксплуатацию лабораторного оборудования;
- синхронизированное управление всеми компонентами тестовой среды, в т.ч. климатической камерой, условиями работы испытываемого прибора и системы управления аккумуляторами;
- запись измеренных значений для использования в качестве переменных во время остальных испытаний;
- прямая оценка данных с использованием практических инструментов анализа (последующая обработка не является обязательной).

www.keysight.com

ТЕКТРОНИК ПРЕДСТАВЛЯЕТ НОВЫЕ ФУНКЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПАРКОМ ПРИБОРОВ

Компания Tektronix, Inc. предлагает инженерам, занимающимся измерением и стремящимся ускорить и упростить калибровку контрольно-измерительного оборудования, новый мощный инструмент в виде обновленной версии популярного облачного программного обеспечения для управления парком приборов CalWeb®.

Управление большим парком контрольно-измерительного оборудования при выполнении калибровки может быть трудоемким процессом с ручными операциями. ПО CalWeb® решает эту проблему с помощью веб-приложения, которое позволяет пользователям видеть историю калибровки и ремонта, а также соответствующую документацию в одном месте. Вся информация хранится безопасно и доступна из любой точки мира с любого компьютера или мобильного устройства.

«Заказчики управляют сложными парками контрольно-измерительных приборов, часто разных марок, которые требуют калибровки или другого обслуживания в разное время. С помощью ПО CalWeb® заказчики могут отслеживать обслуживание каждого прибора как на ладони, что существенно упрощает управление парком приборов», — говорит вице-президент Tektronix по вопросам сервиса и поддержки Кори Кристманн (Corey Christmann). Компания Tektronix, имеющая более 100 сервисных центров по всему миру, — ведущий аккредитованный поставщик услуг калибровки с более чем 75-летним опытом обслуживания крупнейших миро-

вых производителей аэрокосмической, оборонной, полупроводниковой, автомобильной и медицинской промышленности, а также индустрии услуг проводной и беспроводной связи.

Обновленная версия ПО CalWeb® 2021 обеспечивает мгновенный доступ к подробной информации и облегчает интеграцию с имеющимися системами. В новой версии появились четыре новые функции.

ПО CalWeb® теперь может создавать и печатать штрих-коды для маркировки оборудования и соотнесения его с выбранными полями базы данных. Пользователи могут использовать смартфон или сканер штрих-кода и мгновенно просматривать историю калибровки и сертификаты, историю ремонта и другую полезную информацию.



Безопасный интерфейс прикладного программирования REST API гарантирует простую интеграцию ПО CalWeb® с любой собственной ИТ-системой пользователя. Интерфейс не зависит от языка программирования и включает в себя стандартные вызовы функций HTTP-запросов с помощью инструментов разработки API Swagger® и Postman®.

CalWeb® новой версии имеет средство создания отчетов — оно избавляет от формирования электронных таблиц вручную и многочасового анализа. Создавайте, запускайте и загружайте отчеты по любым приборам с помощью ПО CalWeb® одним нажатием кнопки. Гибкие функциональные возможности позволяют создавать как специальные, так и плановые отчеты.

Пользователи ПО CalWeb® теперь могут получать автоматические уведомления о наступлении срока калибровки любого контрольно-измерительного прибора. ПО CalWeb® можно использовать для управления любым оборудованием любого производителя, а не только приборами Tektronix.

«Эти мощные функции ПО CalWeb® удовлетворяют потребности наших заказчиков в оптимизированном управлении парком приборов и улучшенной передаче данных калибровки всей продукции независимо от марки и поставщика приборов, — говорит Кристманн. — Возможность сканирования и доступа к документации, формирования отчетов и быстрой интеграции с имеющимися системами позволяют рассмотреть наше сервисное программное обеспечение как самое передовое». Tektronix — стратегический партнер по предоставлению услуг калибровки,

предлагающий индивидуальные решения, которые позволяют сэкономить время и средства на проведение аккредитованных калибровок и/или калибровок в соответствии с требованиями нормативных документов для более 140000 различных моделей электронного контрольно-измерительного оборудования от более чем 9000 производителей. Компания Tektronix выполняет калибровку по более чем 180 параметрам в соответствии с аккредитацией по ISO/IEC 17025 и имеет разветвленную всемирную сервисную сеть, включающую более 100 центров, где работают более 1100 опытных специалистов.

www.tek.com

НОВОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВ ВЫЗОВА ЭКСТРЕННЫХ ОПЕРАТИВНЫХ СЛУЖБ

Корпорация Anritsu в сотрудничестве с АНО «СЦ Связь-сертификат» (одним из ведущих сертификационных центров Евразийского Экономического Союза) и компанией-разработчиком ПО VI.Zone, разработала программный продукт для проведения сертификационных испытаний — Автоматизированный инструмент для функционального тестирования (АИФТ, АФТТ — Automated Functional Test Tool) для применения совместно с эмулятором базовой станции Anritsu MD8475A/B.

Начиная с января 2017 года, все новые автомобили в Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС) должны оснащаться устройством вызова экстренных оперативных служб — УВЭОС «ЭРА-ГЛОНАСС», прошедшим сертификационные испытания согласно ГОСТ.

Центр «Связь-сертификат» и компания VI.Zone разработали аппаратно-программный комплекс в составе ПО АФТТ и анализатора MD8475A/B и уже использовали его в «Связь-сертификат» для сертификационных испытаний на соответствие ГОСТ 33467. До настоящего времени эта система тестирования была в наличии только у компании «Связь-сертификат», поэтому производители, продающие автомобили в Евразийский экономический союз, должны были проходить данные испытания на территории лаборатории.

С началом продажи MD8475A/B и АФТТ через Anritsu EMEA Ltd., функциональные испытания в соответствии с ГОСТ 33467 могут проводиться в лабораториях заказчиков. Это позволяет



проводить внутреннюю оценку соответствия параллельно с разработкой продукции, что снижает риск неудачи сертификационных испытаний в России и сокращает стоимость доработок, таких как регулировка или повторный контроль.

www.anritsu.com

БЛОК ИНДИКАЦИИ МОЩНОСТИ NRX ОТ ROLDE & SCHWARZ ВНЕСЁН В ГОСРЕЕСТР СИ

Компания Rohde & Schwarz сообщает, что блок индикации NRX, оснащённый опцией источника проверочного сигнала NRX-B1, внесён в Госреестр СИ. Прибор NRX предназначен для отображения результатов измерений с выносных датчиков СВЧ мощности серий NRP, частотно-селективного датчика NRQ6. Диапазон рабочих частот может составлять от 0 Гц до 110 ГГц, диапазон мощности от -70 дБмВт до +44 дБмВт (зависит от типа используемых датчиков). Программные и аппаратные опции позволяют увеличить число каналов с 1 до 2, 3 или 4 (для измерения отношения средних и пиковых мощностей), подключить датчик проходящей и отражённой мощности серии NRT, дополнить прибор интерфейсом GPIB. Интерфейсы USB и LAN для удаленного управления присутствуют в базовой комплектации.



ROHDE & SCHWARZ

Опция NRX-B1 предназначена для проверки работоспособности датчиков мощности серий NRPxxA/S/SN/T/TN, NRP-Zxx, NRQ6, подключенных к блоку индикации NRX. Конструктивно опция представляет собой небольшой сменный модуль, устанавливаемый в переднюю часть блока индикации. Модуль выдает на выходной разъем типа N(f) сигнал известной частоты и уровня. Диапазон уровней от -20 дБмВт до +20 дБмВт устанавливается с шагом 10 дБ, доступны две частоты для проверки датчиков — 50 МГц и 1 ГГц. Частота и уровень выходного сигнала контролируются из меню блока индикации. При подключении исправного датчика мощности на выход тестового источника показания с датчика будут совпадать с уровнем сигнала, установленным на источнике. Абсолютная погрешность установки уровня на выходе проверочного источника составляет 1% и 1,2% для частот 50 МГц и 1 ГГц соответственно, модуль КСВ выхода не более 1,05.

www.rohde-schwarz.com

ОДИН В ПОЛЕ НЕ ВОИН... ЭВОЛЮЦИЯ ONE IN THE FIELD BUT WITHOUT SHIELD... EVOLUTION

В ряду компактных осциллографов АКТАКОМ произошло заметное пополнение.

Некоторое время назад в статье «Один в поле не воин...» мы уже предлагали обзор планшетных осциллографов АКТАКОМ, но время идет, возрастают требования к характеристикам приборов, появляются новые технологии, модели закономерно уходят, освобождая место другим, более совершенным и удобным.

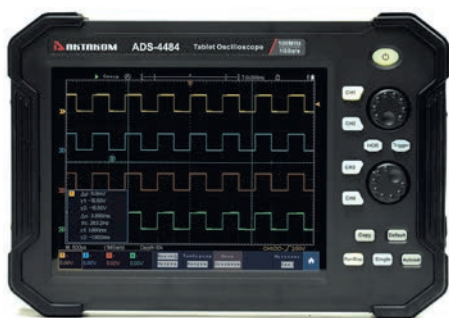


Рис. 1. Осциллограф АКТАКОМ серии ADS-44xx

С каждым новым поколением все меньше разрыв между компактными переносными моделями и их настольными «одноклассниками». Новые планшетные осциллографы АКТАКОМ серии ADS-44xx ни в чем не уступают современным утилитарным настольным осциллографам, а за счет компактных размеров и батарейного питания (хотя в настольных осциллографах, например серии ADS-2xxx или ADS-6xxx, есть возможность опционально установить съемную батарею) функциональнее последних.

ВНЕШНИЙ ВИД

Внешний вид осциллографов серии ADS-44xx типичен для приборов, работающих «на руках» (рис. 1). Большую часть передней панели занимает сенсорный дисплей размером 8" (20 см) с разрешением 800×600 точек. Емкостной Multi-touch дисплей выполнен по технологии TFT, достаточно контраст-



ный, даже под острыми углами не инвертирует изображение и отображает естественные цвета. Практически все управление сведено в систему экранных меню, на передней панели присутствуют несколько кнопок — включение канала, вызов меню запуска, переключение между настройками горизонтальной и вертикальной системы и два диска энкодера. По углам корпуса прибора установлены резиновые накладки, по большей части предназначенные для лучшего удержания и предотвращения проскальзывания пластикового корпуса в руках, также они оберегают прибор от ударов. Разъемы для подключения пробников расположены в верхней части корпуса, что удобно как при работе с рук, так и



Рис. 2. Входные разъемы 4- и 2-канальных моделей

при установке на столе (кстати, для этого в комплекте имеется специальная подставка, рис. 4). У двухканальных приборов там же расположены гнезда для подключения проводов встроенного мультиметра (рис. 2). Остальные разъемы расположены с правой стороны корпуса и прикрываются резиновой крышкой (рис. 3).

Питается прибор от встроенной литиевой батареи 7,4 В емкостью 8000 мА·ч или внешнего блока питания. Время работы от батареи составляет около 5 часов в зависимости от модели и интенсивности использования.

МОДЕЛЬНЫЙ РЯД

Модельный ряд и основные характеристики осциллографов серии ADS-

44xx приведены в таблице 1. Всего представлено 10 моделей — 5 в обычном исполнении, с 8 битным АЦП, и 5 моделей с высоким разрешением по вертикали — 12 и 14 бит, последние в названии имеют букву «Н». Необходимо отметить, что высокое разрешение достигается не за счет математической обработки сигнала, а за счет использования специализированных быстродействующих АЦП.



Рис. 3. Боковая панель

Конечно, скептики могут улыбнуться, изучая таблицу с характеристиками новых приборов, осциллографов с полосой пропускания 300, 500 МГц и выше, до единиц или даже десятка гигагерц уже никого не удивишь, но это, как правило, дорогие приборы для фундаментальной науки или высокотехнологичных производств. Тем не менее, огромное коли-



Рис. 4. Подставка для установки прибора на столе

чество сервисных служб используют приборы, в том числе компактные переносные модели, которые обладают хорошими рабочими характеристиками и не перегружают бюджет

Таблица 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСЦИЛЛОГРАФОВ АКТАКОМ СЕРИИ ADS-44XX

	ADS-4472, ADS-4472H	ADS-4474, ADS-4474H	ADS-4482, ADS-4482H	ADS-4484, ADS-4484H	ADS-4492, ADS-4492H
Количество каналов	2	4	2	4	2
Полоса пропускания	70 МГц	70 МГц	100 МГц	100 МГц	120 МГц
Максимальная частота дискретизации	1 Гвыб/с (1 канал), 500 Мвыб/с (2 канала), 250 Мвыб/с (4 канала)				
Разрешение по вертикали	8 бит; 8/12/14 бит (для осциллографов с индексом «Н»)				
Максимальная скорость захвата	45000 осц/с				
Режим	Обычный, пиковый детектор, усреднение				
Максимальный объем памяти	40 М точек				
Горизонтальная развертка	2 нс/дел...1000 с/дел				
Вертикальное отклонение	1 мВ/дел...10 В/дел				
Типы запуска	Фронт, импульс, видео, скорость нарастания, задержка, лог. шаблон, N фронт, рант, UART, I ² C, SPI, CAN, LIN, MIL-1553B, ARINC429				
Анализ протоколов	UART, I ² C, SPI, CAN, LIN (опционально: MIL-1553B, ARINC429)				
Частотомер	Частота: 2 Гц...полный диапазон, разрядность 6 цифр				

предприятия. Именно на них ориентированы представленные новинки АКТАКОМ.

БЛИЗКОЕ ЗНАКОМСТВО

У нас в руках осциллограф ADS-4484 — 4-канальный прибор с полосой пропускания 100 МГц, как показывает практика — самый «горячий пирожок» в спросе на аналогичные приборы.

Размеры корпуса, эргономика, вес — прибор достаточно гармоничен, удобно лежит в руках, вес (1,7 кг) не оттягивает руки, но и не оставляет впечатления чего-то игрушечного. При необходимости, прибор можно удерживать одной рукой — на задней стенке есть специальный эластичный «хлястик», в таком положении удобнее использовать сенсорный экран «на весу».

Включение прибора никаких неожиданностей не принесло, за исключением, наверное, одного — перед нами полнофункциональный прибор, абсолютно равноценный настольному аналогу. Отличие только в отсутствии ручек — «крутилок». Управление в виде двух дисков-энкодеров на передней панели сначала несколько озадачивает и может кому-то не понравиться, но после прочтения инструкции и нескольких минут тренировки, управление кажется логичным и не вызывает затруднений. Верхний диск регулирует положение осциллограммы на экране, нижний отвечает за масштаб, а что регулируется в данный момент, выбирается кнопками — кнопки включения канала, кнопка переключения между установкой вертикального отклонения или коэффициента развертки (HOR) и кнопки установки уровня запуска (рис. 5).



Рис. 5. Панель управления

Выбор канала производится либо нажатием соответствующей кнопки на передней панели, либо нажатием «софт»-кнопки в нижней части экрана.

У кнопки HOR есть еще одна удобная функция — при двойном нажатии на эту кнопку включается режим масштабирования, т.е. увеличение выделенного фрагмента осциллограммы (рис. 7).

Экран будет поделен на две части, в верхнем окне отобразится осциллограмма без масштабирования (т.е. основное рабочее окно), в нижнем — фрагмент осциллограммы с заданным масштабированием. Область отображения фрагмента в нижнем окне указана на осциллограмме в верхнем окне прямоугольником серого цвета.

Отсутствие кнопок на передней панели понятно — компромисс большого дисплея при минимизации габаритных размеров — обуславливает использование системы разных экранных меню. Нажимаем на «домик» (рис. 7) в правом углу экрана и в появившемся меню сразу видим, на что способен прибор — полное перечисление для выбора всех возможных функций. После выбора необходимой функции в нижней части экрана отобразится меню настроек функции, а в меню слева и справа экрана появятся поля выбора значений. На рис. 8 для при-



Рис. 7. Режим масштабирования

мера показаны поле установки глубины записи в меню «Сбор данных» и установки параметров математических операций (справа).

Изучая меню, пройдем по всем возможным функциям осциллографа (рис. 9).

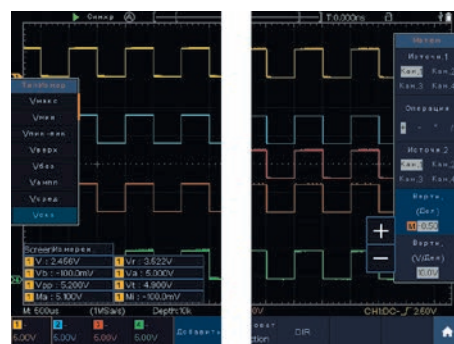


Рис. 8. Всплывающие боковые меню установки параметров

Первым пунктом в меню стоит установка типа запуска (триггера), осциллограф позволяет установить различные виды запуска. Система запуска опреде-

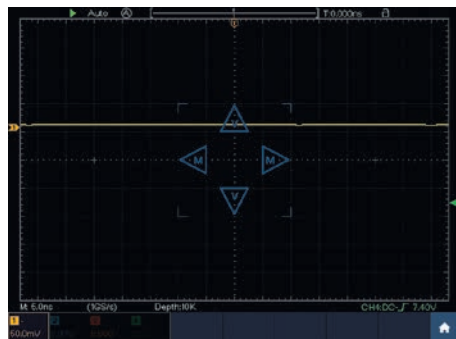
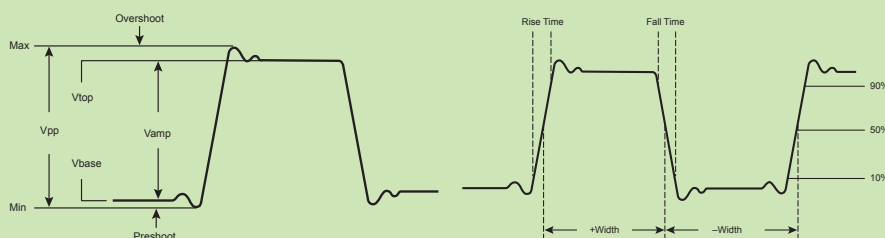


Рис. 6. Элементы управления на сенсорном экране

Забегая вперед, скажем, что изменять вертикальное отклонение или масштаб развертки по горизонтали можно и непосредственно на экране — достаточно дважды дотронуться пальцем до экрана, как на экране отобразятся стрелочки регулировки (рис. 6).

Автоматические изменения параметров сигнала (Automatic measurement) — функция автоматических измерений в современных цифровых осциллографах.



Наличие этой функции в цифровых осциллографах позволяет автоматически измерять различные типы величин в амплитудной и во временной областях. Среди них: размах напряжения Pk-Pk (Vpp), максимальное значение напряжения Max (Vmax), минимальное значение напряжения Min (Vmin), напряжение вершины импульса Vtop, напряжение основания импульса Vbase, амплитуда напряжения Vamp, среднее значение напряжения Mean, среднеквадратичное значение напряжения за один период Cusrms (Crms), измерение выброса после изменения напряжения Overshoot (Os), измерение выброса до изменения напряжения Preshoot (Ps), частота Freq (F), период Period (T), длительность нарастающего фронта RiseTime (RT), длительность спадающего фронта FallTime (FT), задержка нарастающего фронта канала CH2 относительно канала CH1 Delay A→B↑ (PD), задержка спадающего фронта канала CH2 относительно канала CH1 Delay A→B↓ (ND), длительность положительного импульса +D Width (PW), длительность отрицательного импульса -D Width (NW), скважность, относительная длительность положительного +Duty (+D), относительная длительность отрицательного импульса -Duty (-D) и другие.

По материалам Энциклопедии измерений (www.kipis.ru/info/)



ляет начальный момент времени для зарегистрированных данных и отображаемой осциллограммы сигнала. Правильная настройка системы запуска позволяет преобразить нестабильную бегущую картинку в изображение, полностью соответствующее сигналу. В ожидании запуска прибор непрерывно

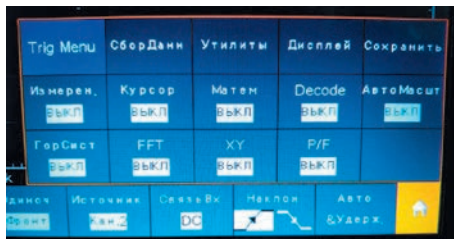


Рис. 9. Главное меню прибора

регистрирует данные и к моменту запуска осциллограф имеет достаточно данных, чтобы отобразить сигнал слева от точки запуска. При обнаружении события запуска, осциллограф продолжает непрерывно регистрировать данные для отображения части сигнала справа от точки запуска.

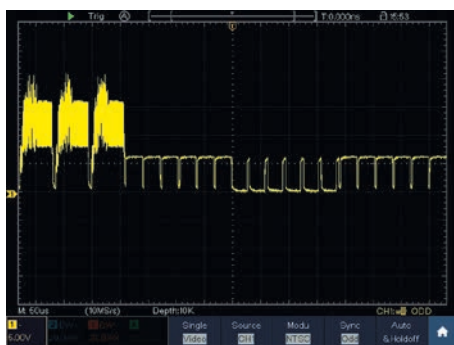


Рис. 10. Пример установки запуска по видеосигналу

Система позволяет установить разные типы в трех группах — одиночном, когда в качестве условия запуска используется установленный уровень триггера, по логическому шаблону или операции или по сигналам шин (UART, I²C, SPI, CAN). При одиночном типе запуска предлагается достаточно широкий выбор различных вариантов запуска по длительности, амплитуде, скорости нарастания и полярности и т.д. (на

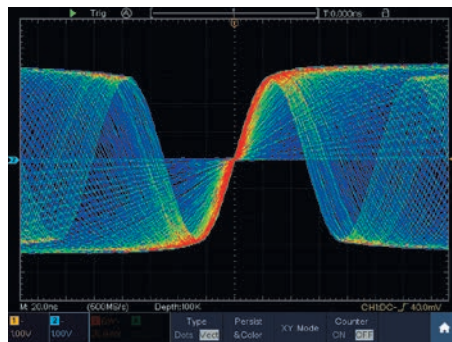


Рис. 11. Отображение сигнала в режиме послесвечения (цветовая градация температуры) рис. 10 приведен пример запуска по видеосигналу.

В следующем пункте — Сбор данных — устанавливаются параметры регистрации сигнала и его отображения. Здесь вы можете выбрать обычные методы регистрации сигнала: выборка, пиковый детектор, усреднение (до 128 выборок) или режим RefreshRate (в этом режиме происходит уменьшение частоты обновления сигнала на экране, что позволяет наблюдать только один захваченный сигнал). В этом же меню можно установить необходимую глубину памяти, разрядность АЦП (для моделей с индексом «Н») и некоторые другие параметры отображения.

В пункте Утилиты доступны системные настройки, конфигурация прибора, выбор языка, установка даты и времени и системная информация.

В пункте Дисплей помимо типичного выбора точечного или векторного представления сигнала есть две интересные функции, одна из которых — включение частотомера (значение отображается в правом нижнем углу для того канала, для которого установлено условие запуска). Вторая функция нечасто встречается в осциллографах такого класса, тем более в переносных — функция послесвечения (персистенция). Послесвечение — постепенное уменьшение яркости точек осциллограммы на экране. В зависимости от режима яркость может оставаться постоянной или уменьшаться с заданной ско-

ростью. При использовании функции послесвечения моделируется эффект постоянного отображения сигнала осциллографом с ЭЛТ, когда ранее захваченные данные отображаются в тусклом свете, а новые данные отображаются более ярко. Но при этом, помимо снижения яркости осциллограммы, в приборе используется отображение сигнала с использованием технологии градации температур — чем более часто повторяется событие, тем оно имеет более «теплый» цвет — желтый, красный, и, соответственно, чем реже, тем холодной цвет, самые редкие события отображаются синим цветом (рис. 11). Режим цветовой градации можно включить в боковом подменю установок послесвечения нажатием кнопки Цвет.



Рис. 12. Отображение результатов автоизмерения

Вторая и третья строка меню позволяют включать и выключать опции и сервисы. Так, во второй строке расположены иконки измерений, первая иконка — Автоизмерение. В этом режиме можно выбрать 39 параметров, которые будут автоматически измеряться и отображаться на экране, а если нажать кнопку Snapshot, на экране отобразится таблица значений всех доступных параметров (рис. 12).

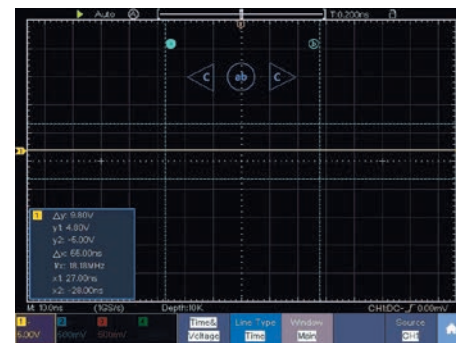


Рис. 13. Курсорные измерения

Иконка Курсорные измерения позволяет задать режим курсорных измерений (рис. 13), в котором осциллограф определяет значения координат курсоров по оси Y или X и вычисляет разницу между координатами курсоров.

Курсоры Y отображаются на экране горизонтальными линиями и предназначены для измерения вертикальных

Режим «X-Y» — специализированный двухканальный режим работы осциллографа, при котором сигнал одного из каналов используется для отклонения луча по горизонтальной оси «X», а сигнал второго канала — для его отклонения по вертикальной оси «Y». Режим «X-Y» позволяет отображать на экране прибора зависимость одного физического процесса (сигнал «Y») от другого (сигнал «X»). Например, зависимость давления газа в фиксированном объеме от температуры этого газа. Для этого необходимо преобразовать сигналы обоих процессов в соответствующие сигналы напряжения для подачи их на входы осциллографа. Простейшим примером использования данного режима в измерительной технике является измерение отношения параметров синусоидальных сигналов двух генераторов с помощью фигур Лиссажу. По форме этих фигур можно определить соотношение частот сигналов, их амплитуд и фазовый сдвиг одного сигнала относительно другого.

По материалам Энциклопедии измерений (www.kipis.ru/info/)



УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ СЕРИИ AWG-41XX

- ✓ Прямой цифровой синтез (DDS)
- ✓ Вертикальное разрешение 14 бит
- ✓ Режимы модуляции: АМ, ЧМ, ФМ, ЧМн, ШИМ
- ✓ Режим свипирования по частоте
- ✓ Режим формирования пачек импульсов
- ✓ Форма вых. сигнала: 5 стандартных и до 45 пользовательских
- ✓ Встроенный частотомер до 200 МГц
- ✓ Входы/выходы внешней синхронизации и тактирования
- ✓ Дисплей: 3,9" ЖК TFT (480x232) поддержка графического отображения формы
- ✓ Интерфейсы USB-device/host; LAN*, RS-232*



Новинка!



	AWG-4112	AWG-4124	AWG-4152	AWG-4164	AWG-4151
Количество каналов	2	2	2	2	1
Частотный диапазон (синус)	1 мГцц...10 МГц	1 мГцц...25 МГц	1 мГцц...50 МГц	1 мГцц...60 МГц	1 мГцц...150 МГц
Разрешение по частоте	1 мГцц				
Амплитуда (50 Ом)	1 мВ _{п-п} ...10 В _{п-п}				10 мВ _{п-п} ...10 В _{п-п} (≤10 МГц)
Разрешение по амплитуде	1 мВ _{п-п} или 14 бит				
Формирование сигнала	125 Мвыб/с, 14 бит, 8 К точек		250 Мвыб/с, 14 бит, 1 М точек		400 Мвыб/с, 14 бит, 1 М точек

* только для AWG-4151



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru

БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ
НА www.eliks.ru



НОВЫЕ МУЛЬТИМЕТРЫ С УНИКАЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ!



Прецизионный TrueRMS мультиметр АММ-1219

- Высокая точность измерения (до 0,05%)
- Большой ЖК дисплей с подсветкой: 4 $\frac{1}{2}$ разряда, 20000 отсчетов
- Частотный диапазон TrueRMS измерения от 40 Гц до 1 кГц
- 11 измерительных функций
- Широкие функциональные возможности
- Регистратор данных до 10000 измерений во внутреннюю память
- Автоматический и ручной выбор диапазонов
- Бесконтактный датчик напряжения



Промышленный TrueRMS мультиметр АММ-1037

- ЖКИ 19999 отсчетов
- Частотный диапазон 40 Гц...1 кГц
- Базовая погрешность 0,1%
- Измерение пост. и перем. тока до 20 А
- Измерение емкости до 2000 мкФ



TrueRMS мультиметр со встроенным измерителем RLC АММ-3033

- ЖКИ 6000 отсчетов с подсветкой
- Базовая погрешность 0,5%
- Тестовая частота до 10 кГц
- Регистратор данных на SD карту
- Измерение индуктивности до 100 Гн
- Измерение емкости до 600 мкФ



Мультиметр с функцией мегаомметра АМ-1048

- Базовая погрешность 0,2%
- Измерение сопротивления изоляции до 2 ГОм
- Тестовое напряжение 50 В/ 100 В/ 250 В/ 500 В/ 1000 В
- Измерение частоты непрерывного и импульсного сигнала
- Измерение емкости до 1000 мкФ



Комбинированный мультиметр АМ-1016

- 3 прибора в 1 корпусе
- Частотный диапазон мультиметра 40 Гц... 400 Гц
- Тестовое гнездо телефонной линии RJ-11
- Тестовое гнездо кабеля «витая пара» RJ-45
- Тестирование батарей 1,5 В, 6 В, 9 В



Профессиональный мультиметр АМ-1061

- Большой ЖКИ дисплей: 3 $\frac{3}{4}$ разряда, высота цифр 23 мм
- Измерение постоянного и переменного напряжения до 1000 В
- Измерение истинных среднеквадратических значений
- До 8 измерительных функций



Мультиметр со встроенным фонариком АММ-1048

- ЖКИ 3 $\frac{3}{4}$ разрядов (4000 отсчетов)
- Широкий набор измерительных функций
- Бесконтактный индикатор напряжения
- Категория защиты: CAT III 1000V
- Эргономичный корпус



Бюджетный цифровой мультиметр АММ-1042

- Измерение токов с высоким разрешением 0,1 мкА
- Автоматический и ручной выбор диапазонов
- Компактные размеры



параметров. Обычно они используются для измерения амплитудных параметров (напряжения). Курсоры X отображаются на экране в виде вертикальных линий и предназначены для измерения горизонтальных параметров. Обычно они используются для измерения временных, фазовых и частотных параметров. Можно установить типы курсоров: горизонтальные курсоры (напряжение), вертикальные (время) или одновременное измерение (время и напряжение). При выборе типа АвтоКурсор горизонтальные курсоры отслеживают изменение формы сигнала по уровню ее пересечения с вертикальными курсорами. Иначе этот режим называется режим слежения. Отметим, что помимо обычного осциллографического режима курсорные измерения также доступны и в режиме БПФ.

Следующая кнопка меню — Математические операции — используется для отображения результата математических операций между каналами. Они включают в себя арифметические действия (сложение, умножение, деление и вычитание) и расширенные математические функции, включающие интегрирование, дифференцирование, вычисление квадратного корня, а также пользовательские функции и цифровые фильтры.



Рис. 14. Декодирование сигналов последовательных шин

Прибор позволяет осуществлять декодирование сигналов последовательных шин наиболее распространенных стандартов — I²C, SPI, RS-232 и CAN.

При нажатии кнопки Decode в главном меню в левой части экрана отобразится меню выбора типа шины и на экране появится напоминание, что необходимо установить в меню «Триггер» запуск по шине, также может потребоваться установка параметров шины. Если осциллограф был уже подключен к источнику сигнала и установлены правильные значения развертки и вертикального отклонения, то на экране сразу отобразится декодированный сигнал (рис. 14). На рисунке 14 показан пример декодирования прямоугольного сигнала, поэтому поля с декодированными данными пусты (отображается 0). Вывод



Рис. 15. Спектрограмма сигнала в режиме БПФ

можно осуществлять как в виде осциллограммы, так и в виде таблицы ASCII.

Следующая позиция меню — Автомасштаб. Эта функция используется для автоматического изменения масштаба шкалы при значительном изменении максимальных амплитудных или временных составляющих сигнала. Можно установить разные режимы работы: масштабирование по амплитуде, по времени, и по амплитуде и по времени одновременно, или масштабирование по сигналу (масштабирование для нескольких периодов или только для одного).

В нижнем ряду собраны кнопки включения дополнительных функций.

Первая кнопка ГорСист дублирует кнопку HOR при включении режима масштабирования — двукратное нажатие кнопки HOR включает режим увеличения выделенного фрагмента сигнала, о котором мы писали выше.

Кнопка FFT — быстрое преобразование Фурье (БПФ). БПФ используется для преобразования сигналов во временной области в компоненты частотной области (частотный спектр). Прибор обеспечивает функцию БПФ, которая позволяет одновременно наблюдать форму и спектр сигнала.

Функция БПФ в этом осциллографе математически преобразует 8192 точки данных сигнала временной области в его частотные составляющие (длина записи должна быть 10К или выше). Конечная частота содержит 4096 точек в диапазоне от 0 Гц до значения f/2 частоты дискретизации (частоты Найквиста).

Для анализа сигнала прибор позволяет использовать различные методики расчета — «окна БПФ», которые имеют разные характеристики и по существу является компромиссом между разрешением по частоте и точностью по амплитуде. Прибор позволяет использовать 6 методик («окон»): Хэмминга, Блэкмена, Хеннинга, Кайзера, Барлетта и «прямоугольное» окно. Помимо выбора нужного окна можно установить формат и единицы представления спектрограммы, масштаб и еще некоторые параметры (рис. 15).

Еще одна функция для анализа сигналов — режим XY (известные как фигуры Лиссажу). В осциллографах серии ADS-44xx режим X-Y можно использовать только для каналов CH1 и CH2. После выбора формата

Быстрое преобразование Фурье (FFT) — это математическая функция в цифровых осциллографах, позволяющая получить из временной зависимости сигнала его частотные компоненты, т.е. проводить спектральный анализ сигналов.

Теория БПФ исходит из предположения о периодическом сигнале и для идеального преобразования необходимо выделить точно один или несколько периодов сигнала, что для реального сигнала сделать точно никогда не удается. Это приводит к разрывности исходной функции к искажению (расширению) расчетного частотного спектра.

Оконная функция БПФ используется для подавления краевых эффектов разрывности реальных функций путем введения весовых коэффициентов для выборки данных в окне, обеспечивающих снижение амплитуд краевых точек (старта и стопа) и, в результате, улучшение результатов БПФ.

Разные виды оконных функций (например, прямоугольное, Хэмминга, Ханнинга, Блэкмана-Харриса) дают различные результаты, как по точности, так и по частотному разрешению и используются для разных видов анализируемых сигналов. Т.е. каждая оконная функция является определенным компромиссом между разрешающей способностью по частоте и точностью определения амплитуды. В зависимости от области применения, от характеристик источника сигнала и ряда других параметров и следует выбирать ту или иную оконную функцию.

Оконная функция Rectangle (прямоугольник) реализует отличное разрешение по частоте и наихудшее разрешение по амплитуде. Это, по существу, соответствует работе без окна.

Оконная функция Hanning (окно Хеннинга) по сравнению с прямоугольным окном реализует более лучшее разрешение по частоте, но хуже разрешение по амплитуде. При использовании оконной функции Hamming (окно Хэмминга) появляется лучшее, чем у Hanning, разрешение по частоте.

В противовес оконной функции Rectangle окно Blackman (окно Блэкмана) обеспечивает наилучшее разрешение по амплитуде и наихудшее разрешение по частоте.

По материалам Энциклопедии измерений (www.kipis.ru/info/)



отображения XY канал CH1 отображается по горизонтальной оси, а канал CH2 — по вертикальной, осциллограф устанавливается в режим выборки без запуска: данные отображаются в виде ярких точек. Результаты измерения отображаются в правом окне (рис. 16). На приведенном для примера рисунке в качестве сигнала используется прямоугольный сигнал, поэтому фигура имеет не привычный вид «качающегося кольца», а прямоугольника с подвижной горизонтальной стороной.



Рис. 16. Режим XY

Последняя кнопка в меню — R/F — включает режим сравнения по маске («Годен/Не годен»). Эта функция позволяет отслеживать изменение сигнала и определяет, находится ли сигнал в границах заданного диапазона (маски). В качестве маски можно использовать сигнал с любого канала осциллографа, маску можно модифицировать вручную (и по горизонтали, и по вертикали), можно сохранить и использовать в дальнейшем. Возможны установки различных вариантов действий по итогам прохождения теста — подача звукового сигнала, отображение информации на экране, остановку тестирования при совпадении условий и др. На рис. 17 желтым цветом отображается осциллограмма сигнала, а черным — допустимый диапазон отклонения.

Итак, мы рассмотрели основные функции планшетных осциллографов АКТАКОМ серии ADS-44xx. Функциональность этих приборов вполне достаточна для каждодневного использования, а их технические характеристики — полоса пропускания до 100 МГц, глубина памяти до 40 млн. точек, частота дискретизации 1 Гвыб/с — позволяют использовать прибор для сервисных

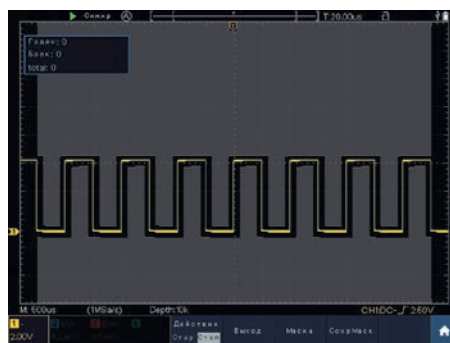


Рис. 17. Изображение осциллограммы в режиме Pass/Fail («Годен/Не годен»)

или ремонтных работ в большинстве возможных приложений современной радиотехники.

И последнее, о чем надо упомянуть — это мультиметр. Мультиметр имеется только в двухканальных моделях. Гнезда для подключения измерительных проводов мультиметра находятся на месте разъемов каналов CH3 и CH4 в 4-канальных моделях.

Встроенный мультиметр с разрешением $4\frac{1}{2}$ разряда имеет характеристики полнофункционального мультиметра.

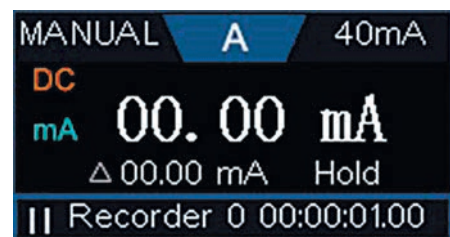


Рис. 18. Окно мультиметра (отображается в правом верхнем углу экрана прибора)

Включается мультиметр кнопкой DMM на передней панели (в двухканальных моделях эта кнопка установлена на месте кнопки включения одного из каналов), после нажатия которой в нижнем горизонтальном меню необходимо выбрать тип измерений. Окно мультиметра появляется в правом верхнем углу экрана прибора и содержит информацию о выбранном режиме и измеренное значение (рис. 18). Доступны следующие режимы: удержание значения, относительные измерения, ручной или автоматический выбор диапазона, регистратор данных при измерениях тока или напряжения с широкими возможностями конфигурации — интервал сэмпирования от 0,5 с до 10 с с ша-

гом установки 0,5 с, регистрация данных возможна до 3 дней при сохранении во внутреннюю память или до 10 дней при сохранении на внешний USB носитель (рекомендуемый объем до 8 Гб).

Все осциллографы серии ADS-44xx имеют развитую систему сохранения данных, позволяющую сохранять осциллограммы в различных форматах для анализа или воспроизведения на экране осциллографа или с использованием внешнего генератора. Сохранение данных производится в распространенных форматах (*.bmp, *.csv, *.txt) на внешний накопитель или в ячейки внутренней памяти, сохранить можно осциллограмму любого канала или результат функции БПФ. Также доступна функция покадрового регистратора с интервалом между записанными кадрами от 10 мс до 10 с. Максимальное количество кадров достигает 1000. Сигнал может быть сохранен как во внутреннюю память, так и на USB накопитель.

Материал статьи ставит целью познакомить читателя с новой серией приборов и их возможностями, перечисленные функции дают общее представление о приборе, но множество нюансов — разнообразие режимов и вариантов настроек — невозможно раскрыть в рамках одной статьи. Более подробная информация и технические характеристики приборов серии ADS-44xx приведены на сайте www.aktakom.ru.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ВСТРОЕННОГО МУЛЬТИМЕТРА

Таблица 2

Параметр	Диапазоны	Точность
Постоянное напряжение	20 мВ, 200 мВ, 2 В, 20 В, 200 В, 1000 В	±0,3%
Переменное напряжение	20 мВ, 200 мВ, 2 В, 20 В, 200 В, 750 В	±0,8%
Постоянный ток	10 А	±2,0%
Переменный ток	10 А	±2,5%
Сопротивление	200 Ом, 2 кОм...2 МОм, 20 МОм, 100 МОм	±0,5%
Емкость	2 нФ...20 мФ	±4,0%
Тест диодов	0 В...2 В	
Проверка неразрывности цепи	<50 Ом звуковой сигнал	

There has been a remarkable replenishment in compact AKTAKOM oscilloscope series. Some time ago in article «One in the field but without shield» we already offered a review on AKTAKOM tablet oscilloscopes. But time doesn't stand still, device characteristics requirements keep on increasing, new technologies appear, some models replace the others being more perfect and user-friendly. New ADS-44xx series tablet oscilloscopes are not inferior to modern desktop oscilloscopes but due to their compact dimensions and battery power they are even more functional...

КАК ПРАВИЛЬНО ОРГАНИЗОВАТЬ РАБОЧЕЕ МЕСТО?

HOW TO ORGANIZE YOUR WORKPLACE CORRECTLY?

Промышленная мебель АКТАКОМ уже более 20 лет пользуется заслуженной популярностью в России. Простые и лаконичные формы, удобство в использовании, надежность и доступная цена мебели АКТАКОМ неизменно привлекают покупателей. Однако довольно часто случаются ситуации, когда, покупая мебель АКТАКОМ, заказчик подразумевает совсем иные формы её применения. В результате пользователь несет дополнительные финансовые расходы в попытках самостоятельно расширить функциональность мебели, надстраивая многочисленные полочки, крепления и др. Поэтому тема «Как правильно сформировать рабочее место» является довольно актуальной.

Давайте поиграем «найди отличия». На рисунке 1 представлены стол радиомонтажника и стол инженера.

Различия достаточно очевидны, и они касаются не только наличия и размеров дополнительных полок, но и в целом их функциональности.

Многие заказчики ошибочно полагают, что достаточно приобрести только один стол и это полностью решит задачи оснащения, например ремонтной мастерской. Но это совсем не так!



В случае со столом инженера — это стол для размещения бумаг, компьютерной техники, каких-то небольших приборов, например осциллографа, то есть такое рабочее место по своему предназначению не приспособлено для того, чтобы производить на нём ремонт аппаратуры. Здесь можно проводить измерения, но только в рамках научно-исследовательской или инженерной работы. Такие столы также отлично подходят для оснащения учебных лабораторий, их можно увидеть во многих высших учебных заведениях.

А теперь посмотрим на стол регулировщика радиоаппаратуры (рис. 3). Вроде бы, всё то же самое, но видим дополнительную полку, а вот инструмент на стенке стола уже не располагается. Этот вид работ предполагает использование разнообразных приборов, поэтому нужно много места для их размещения.



а)



б)

Рис. 1. Столы радиомонтажника (а) и инженера (б)



Рис. 2. Стол слесаря-сборщика радиоаппаратуры

Совсем иное дело — стол радиомонтажника или сборщика радиоаппаратуры. Здесь не предполагается размещение компьютерной техники. Эта мебель предназначена для расстановки различных видов приборов, паяльной станции и иных приспособлений для монтажа.

Поэтому при организации рабочего места нужно четко представлять, какие приборы и инструменты чаще всего будут использоваться для ремонта той или иной техники, а также необходимо понимание, с какими изделиями придется чаще всего работать.

Исходя из этого планируется выбор рабочего места, его оснащение и правильное размещение приборов для эффективной работы.

Так, стол слесаря-сборщика радиоаппаратуры (рис. 2) имеет максимальный размер столешницы 150×80 см. Столешница выполнена из антистатиче-

ского меламинированного ДСП толщиной 25 мм. Одна полка 150×30 см закреплена над столешницей, вторая полка, такого же размера, установлена под столешницей. В стандартной модификации полки фиксированы по высоте, но их можно передвинуть вверх на нужное расстояние. У этого стола также имеется кронштейн-штанга. Она расположена по всей ширине стола и предназначена для крепления инструментов на пружинных тросах.

Стол слесаря-сборщика радиоаппаратуры имеет перфорированную стенку, набор крючков для крепления инструмента, блок из 8 розеток с выключателем, разъемы заземления. В общем, полный комплект для работ по сборке радиоаппаратуры.

А теперь посмотрим на стол регулировщика радиоаппаратуры (рис. 3). Вроде бы, всё то же самое, но видим дополнительную полку, а вот инструмент на стенке стола уже не располагается. Этот вид работ предполагает использование разнообразных приборов, поэтому нужно много места для их размещения.



Рис. 3. Стол регулировщика радиоаппаратуры

Что касается приборов, то приведём самый простой пример — мультиметр! Очень часто ремонтные мастерские меняют мультиметры, потому что они постоянно выходят из строя. Как правило, это портативные приборы. Причём, эти мультиметры по мере их поломки скапливаются в хаотичные нагромождения, потому что их жалко выкинуть, и лежат до времени «сам когда-нибудь почию». Постепенно рабочее место превращается в груды из самых разнообразных деталей, приборов.

«Мультиметр занимает мало места — он же маленький» — скажете Вы. Это так, но место он занимает, ведь кроме самого прибора, есть ещё и щупы, кото-

рые тоже лежат на столе. Теперь представим, что мультиметр используется постоянно, то есть нерационально каждый раз сворачивать и разворачивать щупы прибора, проще отодвинуть в сторону. А ведь они занимают место, мало того, они могут переплетаться с щупами других устройств, мешать при выполнении работ, путаться с проводами и т.п.

Посмотрим на эту проблему с другой стороны, ведь каждый мультиметр стоит денег. Если характер работы подразумевает, что мультиметр используется постоянно, то вместо портативного устройства стоит приобрести стационарную модель. Такой прибор можно разместить на специальной полке над столом и, таким образом, он не будет занимать место на поверхности рабочего стола. Щупы можно разместить рядом с мультиметром и использовать по необходимости, они как раз достают до зоны измерений.



Рис. 4. Универсальный цифровой мультиметр АКТАКОМ АВМ-4084

Например, недорогой настольный универсальный цифровой мультиметр АКТАКОМ АВМ-4084 очень популярен в сервисных службах и ремонтных мастерских (рис. 4). Эта модель позволяет измерять широкий круг величин: постоянное и переменное напряжение до 1000 В, постоянный и переменный ток до 20 А, сопротивление до 20 МОм, ёмкость до 2 мФ, частоту до 20 МГц, а также позволяет проводить тест диодов и прозвонку цепи. Ассортимент настольных мультиметров АКТАКОМ включает множество моделей приборов с различной функциональностью и всегда с неизменным качеством.

В связи с этим хотелось бы упомянуть ещё один прибор, который обычно приобретается для комплектации ремонтных и сервисных служб — настольный мультиметр АКТАКОМ АВМ-4552 (рис. 5). Это высокоточный измеритель с разрешением дисплея 5 1/2 разрядов, отличающийся высокой производительностью, точностью измерений и широкими функциональностями.



Рис. 5. Настольный мультиметр АКТАКОМ АВМ-4552



Рис. 6. Источник питания АКТАКОМ APS-2236

ми возможностями, включая измерение истинных среднеквадратических значений (TrueRMS) и возможность дистанционного управления при помощи команд SCPI. Цифровой мультиметр АКТАКОМ АВМ-4552 имеет функции автоматического измерения и анализа результатов измерений. Измерительные возможности мультиметра АВМ-4552 можно расширить путём подключения к нему внешних датчиков. Этот прибор построен с использованием новейших технологий и является мощным и эффективным средством измерений для применения в различных отраслях промышленности, научных исследованиях, образовании, сервисных службах.

Источник питания АКТАКОМ APS-2236 достаточно часто используется в ремонтных мастерских, благодаря высокой точности установки выходных параметров, наличию двух каналов и доступной цене (рис. 6). На столе регулировщика радиоаппаратуры его, как и мультиметр, целесообразно расположить на первой полке, непосредственно над рабочей поверхностью. Таким образом, регулировщику удобно видеть и выставлять необходимые значения тока и напряжения, при этом провода не переплетаются с проводами других приборов.



Рис. 7. Импульсный источник питания АКТАКОМ APS-3020

Рекомендуем обратить внимание на лабораторный импульсный источник питания АКТАКОМ APS-3020, который незаменим, когда необходимо обеспечить питание электронных схем стабилизированным напряжением и током при ремонте и наладке оборудования или в лабораторных исследованиях (рис. 7). По сравнению с аналоговыми источниками питания той же выходной мощности, импульсный источник питания APS-3020 имеет существенно меньшие массогабаритные параметры, что удобно для комплектации «горки» оборудования.

К выбору осциллографа тоже следует подходить исходя из того, как часто он будет использоваться. Классическим вы-

бором инженера является модель осциллографа АКТАКОМ ADS-6142Н, где в одном корпусе сочетается несколько приборов: цифровой осциллограф, анализатор протоколов, цифровой мультиметр, универсальный генератор сигналов (рис. 8). Эта же модель отлично подойдет и для сервисной службы, если с прибором приходится работать ежедневно. Осциллограф внесён в Госреестр СИ, что делает его одной из самых популярных моделей в ассортименте АКТАКОМ.



Рис. 8. Осциллограф АКТАКОМ серии ADS-6xx2Н

Если осциллограф в работе применяется не часто, и нет особых требований к его функциональности, то лучшим выбором станут портативные осциллографы, например АКТАКОМ АСК-2028 (рис. 9). Эта модель позволяет проводить 5 видов автоматических измерений: частоты, периода, среднего значения напряжения, амплитуды напряжения и его среднеквадратического значения. При этом на экране одновременно могут отображаться два результата измерений. Этот осциллограф также внесён в Госреестр СИ.



Рис. 9. Портативный осциллограф АКТАКОМ АСК-2028

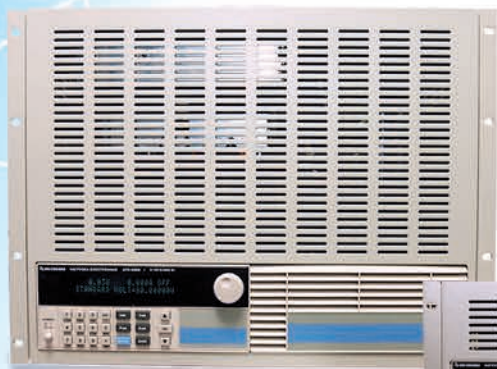
Если же нужна более продвинутая модель, но прибор, всё же, не так часто используется, то АКТАКОМ ADS-4072, внесённый в Госреестр СИ и сочетающий в себе функциональность сразу трёх приборов (портативный цифровой осциллограф, цифровой мультиметр и регистратор данных), справится практически со всеми видами измерительных задач (рис. 10). Особенностью осциллографа ADS-4072 является сенсорный дисплей, который позволяет удобно управлять сразу несколькими функциями цифрового осциллографа, такими как, управление элементами экранного интерфейса и сдвиг осциллограммы на экране.

Если на рабочем месте требуется

Профессиональные программируемые нагрузки постоянного тока АКТАКОМ

АКТАКОМ

www.aktakom.ru



ATH-8360
ATH-8365
ATH-8366



ATH-8180 ATH-8185
ATH-8240 ATH-8245



ATH-8020
ATH-8030
ATH-8036



ATH-8060 ATH-8065
ATH-8120 ATH-8125

- Высокая точность установки / измерения параметров - 0,03% / 0,015%
- Четыре основных режима (CV, CC, CR, CW) и два комбинированных (CC+CV, CR+CV) режима стабилизации
- Статический, динамический, импульсный режимы работы
- Автоматическое тестирование
- Работа по пользовательскому списку
- Вход внешнего запуска
- Режим тестирования батарей
- Встроенные вольтметр и амперметр
- Защита от перегрузки по напряжению, по току, по мощности, переплюсовки и перегрева
- Дистанционное управление от персонального компьютера

Модель	ATH-8020	ATH-8030	ATH-8036	ATH-8060	ATH-8065	ATH-8120	ATH-8125
Мощность	200 Вт	300 Вт	300 Вт	600 Вт	600 Вт	1200 Вт	1200 Вт
Входной ток	0...30 А	0...30 А	0...15 А	0...120 А	0...30 А	0...240 А	0...60 А
Входное напряжение	0...150 В	0...150 В	0...500 В	0...150 В	0...500 В	0...150 В	0...500 В
Модель	ATH-8180	ATH-8185	ATH-8240	ATH-8245	ATH-8360	ATH-8365	ATH-8366
Мощность	1800 Вт	1800 Вт	2400 Вт	2400 Вт	3600 Вт	3600 Вт	3600 Вт
Входной ток	0...240 А	0...120 А	0...240 А	0...120 А	0...240 А	0...120 А	0...480 А
Входное напряжение	0...150 В	0...500 В	0...150 В	0...500 В	0...150 В	0...500 В	0...150 В

 Оборудование включено в Государственный реестр средств измерений

БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ НА www.eliks.ru



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный);
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru



Узнайте цену

ВЫСОКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПО ДОСТУПНОЙ ЦЕНЕ

APS-1602



- 1 канал
- Выходное напряжение до 60 В
- Выходной ток до 2 А
- 4-проводная схема
- Защита от перегрузок
- Режим стабилизации тока и напряжения
- Кнопочное управление током
- Двухстрочный ЖК-дисплей

APS-1306



- 1 канал
- Выходное напряжение до 30 В
- Выходной ток до 5 А
- Защита от перегрузки по току
- Режим стабилизации тока и напряжения
- 2 LED дисплея

APS-3103L



Дистанционное управление

- 1 канал
- Выходное напряжение до 120 В
- Выходной ток до 3 А
- 4-проводная схема
- Кнопка включения и отключения нагрузки
- Двухстрочный ЖК-дисплей
- Интерфейсы USB и LAN



APS-3020

- 1 канал
- Выходное напряжение до 30 В
- Выходной ток до 20 А
- Защита от перегрузки и перегрева
- Двухстрочный ЖК-дисплей



APS-2236

- 2 канала
- Выходное напряжение до 30 В
- Выходной ток до 5 А
- Последовательное/параллельное соединение каналов
- Режим стабилизации тока и напряжения
- Защита от короткого замыкания
- Четыре цветных LED дисплея



Программируемый

- Канал 1 и 2: 0...60 В / 0...3 А
- Канал 3: 0...6 В / 0...3 А
- Параллельное и последовательное соединение каналов
- Разрешение 1 мВ / 1 мА
- Режим тайминга 100 групп
- Дисплей: 4" ЖК цветной (480×320)



паяльная станция, то необходимо учитывать, что для её использования нужно довольно большое пространство. Паяльное оборудование располагают, как правило, непосредственно на рабочей поверхности стола.

Например, одна из самых популярных ремонтных паяльных станций АКТАКОМ АТР-4302 (рис. 11), предназначенная для работы со всеми видами печатных плат с монтажом компонентов в отверстиях и на поверхности (DIP и SMD).



Рис. 10. Портативный осциллограф АКТАКОМ ADS-4072

Габаритные размеры этой паяльной станции — 335×253×160 мм. То есть, если взять самый большой стол с шириной столешницы 150 см, то 50 см по ширине займет сама станция, и необходимо ещё прибавить по 30 см свободного пространства с каждой стороны для осуществления работ. Часть пространства перед станцией используется для размещения блока, с которым проводятся монтажные работы. Понятно, что при размещении на столе дополнительного оборудования и приборов места для работы просто не останется, к тому же, провода этих приборов могут касаться горячих частей паяльной станции, что может привести к печальным последствиям.



Рис. 11. Паяльная станция АКТАКОМ АТР-4302

Поэтому, в таких случаях можно выбрать менее габаритный вариант. Например, многофункциональная ремонтная паяльная станция АКТАКОМ ASE-4205 с интеллектуальной системой охлаждения и автовыключением совмещает в себе сразу два канала: монтажный и термовоздушный, что в сочетании с широким выбором наконечников делает её удобным решением для пайки различных (в том числе SMD) электронных компонентов на производстве и в ремонтных мастерских (рис. 12). Кроме того, ASE-4205 удовлетворяет



Рис. 12. Многофункциональная ремонтная паяльная станция АКТАКОМ ASE-4205

требованиям антистатической защиты (ESD), что позволяет использовать эту паяльную станцию для работы с электро- и радиоэлементами, чувствительными к статическому электричеству.

Многие специалисты используют самый малогабаритный вариант из ассортимента АКТАКОМ — многофункциональную ремонтную паяльную станцию ASE-4203 (рис. 13). Как и модель ASE-4205, она совмещает монтажный и термовоздушный каналы, обладает антистатической защитой и всегда пользуется самым высоким спросом.



Рис. 13. Многофункциональная ремонтная паяльная станция АКТАКОМ ASE-4203

Однако при использовании любого варианта, необходимо иметь достаточно места на столе для проведения монтажных работ. То есть, по сути, стол должен быть освобождён от других приборов в зоне применения паяльной станции.

Теперь расставим всё правильно. Внизу по центру — паяльная станция. Если в работе используется лампа с увеличительной линзой, а стол небольшой, то лучше заменить её на модель, которая устанавливается на струбцине, например на светоди-



Рис. 14. Светодиодный светильник с линзой АКТАКОМ ALL-6730

одный светильник с линзой АКТАКОМ ALL-6730 (рис. 14). Он обеспечивает равномерное освещение и отсутствие образования тени, а наличие пантографического механизма даёт возможность удобно позиционировать светильник на рабочем месте.

Возможно, вам понравится и дымоуловитель АКТАКОМ ASE-7013 — он тоже крепится на струбцине и освобождает рабочее пространство (рис. 15). Такой дымоуловитель является самым простым и эффективным средством для удаления дыма, а также вредных паров флюса и припоя при пайке. И бережёт ваше здоровье.



Рис. 15. Дымоуловитель АКТАКОМ ASE-7013

На свободное место на столе рационально поставить боксы с комплектующими, например, блок ячеек АКТАКОМ АТР-9353, предназначенный для оптимальной организации хранения малогабаритных комплектующих в процессе разработки, ремонта или производства электронных изделий (рис. 16). Прозрачный ящик позволяет экономить время при поиске нужной детали, кроме того, на его передней панели имеется рамка для вложения этикетки с наименованием содержимого.



Рис. 16. Прозрачный блок ячеек АКТАКОМ АТР-9353

На полке сверху ставим все приборы, которые могут использоваться в работе: стационарный мультиметр, источник питания, осциллограф и т.п.

Теперь, давайте определим, какое ещё измерительное оборудование понадобится в работе. Довольно часто применяется одна из самых популярных моделей измерителей RLC АКТАКОМ АМ-3123, внесённая в ГосРеестр и позволяющая выполнять измерения параметров электронных компонентов максимально точно, быстро и удобно (рис. 17). Компактность и пита-

ние от батарей позволяют использовать измеритель RLC AM-3123 в «полевых» условиях, а также при выборочном контроле на производстве.

Однако, существует большое количество и настольных измерителей, предназначенных для постоянного использования.



Рис. 17. Измеритель RLC АКТАКОМ AM-3123

Например, прецизионный анализатор компонентов АКТАКОМ АММ-3038 обладает высокой точностью (0,05%) и позволяет проводить измерения на высокой тестовой частоте (рис. 18). Более того, анализатор компонентов АММ-3038 имеет встроенную функцию проверки трансформаторов, встроенный компаратор, возможность работы по списку и подключается к ПК. Два измеренных параметра и служебная информация отображаются на цветном 4,3" ЖК дисплее.



Рис. 18. Анализатор компонентов АКТАКОМ АММ-3038

Из габаритных приборов, наверное, следует предусмотреть ещё и размещение генератора сигналов. В этом плане рекомендуется генератор сигналов специальной формы АКТАКОМ АWG-4163, обладающий высоким разрешением по частоте, высокой стабильностью и малым дрейфом (рис. 19). Большое количество генерируемых форм сигнала и типов модуляции позволяют АWG-4163 найти применение в сферах разработки и тестирования электронных устройств, научных исследований, образования. Благодаря наличию интерфейсов USB и LAN, генератором сигналов АWG-4163 можно управлять дистанционно. Высокая функциональность и невысокая цена делают эту модель оптимальным выбором для широкого круга измерительных задач, особенно при ограниченном бюджете.



Рис. 19. Генератор сигналов специальной формы АКТАКОМ АWG-4163

Ещё одна популярная модель — радиочастотный генератор сигналов АКТАКОМ АДГ-4502, который способен создавать сигналы в частотном диапазоне до 500 МГц и объединяет в себе, фактически, два генератора: низкочастотный и высокочастотный (рис. 20). Использование в АДГ-4502 технологии прямого цифрового синтеза (DDS) обеспечивает высокую точность установки частоты, низкий уровень искажений и быстрый переход с одной частоты на другую.



Рис. 20. Радиочастотный генератор сигналов АКТАКОМ АДГ-4502

Все эти приборы прекрасно размещаются на верхней полке, и удобны в работе. Таким образом, пространство самого стола оптимизировано для проведения сборочных, монтажных или ремонтных работ.

Конечно, когда для работы нужны крупные приборы, для их размещения на рабочем месте лучше использовать вспомогательные элементы мебели. Так, например, одной из часто используемых является программируемая электронная нагрузка АКТАКОМ АТН-8360, которая предназначена для имитации различных режимов работы нагрузки при исследовании источников питания радиотехнических устройств с напряжением питания до 150 В и током нагрузки до 240 А (рис. 21). Эта нагрузка может эмулировать работу в



Рис. 21. Электронная нагрузка АКТАКОМ АТН-8360

различных режимах (стабилизация тока, напряжения, мощности или сопротивления) и часто применяется при испытании источников электропитания. АТН-8360 весит более 70 кг, что в совокупности с весом других устройств и приборов просто ломает вашу столешницу.

Поэтому для размещения дополнительных устройств используются подкатные столы АКТАКОМ самых разнообразных конфигураций. Например, подкатной стол АКТАКОМ АРМ-5052 позволяет удобно расположить, а также перемещать приборы и другое оборудование по рабочей зоне и является практичным дополнением к рабочим столам АКТАКОМ. Высота столешницы идеально совпадает с высотой стола и, таким образом, подкатной стол АРМ-5052 удобно использовать как продолжение поверхности рабочего стола (рис. 22). Наличие двух полок под столешницей подкатного стола позволяет разместить больше оборудования и аксессуаров, что очень удобно при перемещении. В этом случае соединительные провода, ЗИП и др. также всегда находятся рядом с рабочим местом.



Рис. 22. Стол подкатной с двумя полками АКТАКОМ АРМ-5052

Вот, по сути, мы и сформировали облик будущего рабочего места, исходя из принципов рационального использования приборов. Рабочее место АКТАКОМ — это не просто стол, заваленный приборами и инструментами, это часть окружающей обстановки, где человек ежедневно проводит определенное количество времени. Поэтому при разработке рабочих мест мы создали некий симбиоз мебели и применяемых приборов, который уже на протяжении более 20 лет, от этапа разработки до конечного создания всегда соответствует главному принципу АКТАКОМ: «ПРОСТО. НАДЕЖНО. ДОСТУПНО».

The present article describes how to properly organize the workplace considering not only the ergonomic and workspace planning but also various devices and equipment use requirements.

ЕВРОПА ЗАНИМАЕТ ЦЕНТРАЛЬНОЕ МЕСТО В 75-ЛЕТНЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ TEKTRONIX ПО СОЗДАНИЮ БУДУЩЕГО УЖЕ СЕГОДНЯ

EUROPE IS CENTRAL TO TEKTRONIX'S 75 YEARS OF ENGINEERING THE FUTURE

Компания Tektronix, занимающаяся разработкой и производством передового контрольно-измерительного оборудования, отмечает 75-летие своей деятельности. Став хорошо зарекомендовавшим себя поставщиком измерительных приборов в Соединенных Штатах, компания Tektronix в 1950-х годах увидела потенциал для расширения в Европе. Появление НАТО в 1949 году, общий рост благосостояния и преодоление последствий Второй мировой войны стали предпосылками того, что европейскому рынку понадобились контрольно-измерительные приборы для растущей электронной промышленности.

В 1958 г. компания решила наладить производство в Европе и развивать присутствие в этом регионе. Первое представительство и производственное предприятие в Европе были открыты в Гернси, а выпуск продукции начался в 1959 г.

Желание закрепиться на растущем Общем рынке Европы привело к тому, что компания приобрела свой первый участок земли в Нидерландах в 1960 году. Компания Tektronix NV начала производство в г. Херенвен, Нидерланды, в 1960 г. В этом же году был выпущен первый осциллограф, выдающий цифровые показания.

В 1964 г. на заводе в Хервенене начал работать 17-летний техник-электронщик по имени Геррит ДеВрис (Gerrit DeVries). «Я работал над тестированием и калибровкой больших стационарных осциллографов серии 540, в которых использовались электронные лампы и керамические панели вместо печатных плат», — вспоминает он.

— «Когда я начинал работать, мне сказали, что менеджеров можно называть просто по имени. Это отличалось от того, что я ожидал, будучи 17-летним подростком, и поэтому я чувствовал себя, как дома».

Начало шестидесятых было временем больших свершений в технологиях, когда интегральные схемы произвели революцию на таких разных рынках, как бытовая электроника и аэрокосмическая промышленность.

Tektronix

Одновременно компания Tektronix совершенствовала осциллографы, позволяющие анализировать сигналы в гигагерцовом диапазоне, выйдя за границы частоты 50 МГц, которая являлась пределом для большинства приборов в начале 1960-х годов. Поскольку продукция клиентов развивалась всё быстрее, то, отвечая на их запросы, компания Tektronix разработала оборудование, которое могло решить текущие проблемы, при этом будучи достаточно гибким, чтобы справиться и с будущими потребностями.

БЫСТРАЯ ЭКСПАНСИЯ В ЕВРОПЕ

Первого января 1964 года в г. Харпенден (графство Хартфордшир, Англия) начала работу компания Tektronix



Геррит на работе в лаборатории

UK с численностью персонала 27 человек. В этот же день она получила два заказа, открывшие новую эру — один от Hughes International из Гленротса на характеристикограф транзисторов 575, а второй — от B.T.R. Limited из Таплоу на осциллограф 545А и подключаемый модуль СА.

Это было время разгара холодной войны, ожесточенная война в Вьетнаме и растущей зависимости военной машины от электроники и высокоточного оружия. Чтобы обеспечить большую гибкость при разработке этих

передовых систем, компания Tektronix создала первый портативный анализатор спектра и первый портативный осциллограф с полосой пропускания видеосигнала.

В семидесятых годах были изобретены электронные устройства, которые до сих пор влияют на нашу жизнь. Решения Tektronix помогли совершить революцию в области бытовой электроники — от электронной почты и сотовых телефонов, до цифровых видеокамер и видеоигр. В восьмидесятые годы, закончившиеся падением Берлинской стены и началом периода экономической и культурной открытости, появились технологии, сближающие континенты и делающие мир более связанным. Эти технологии Tektronix продолжает развивать и сегодня.

Революционные изменения начала девяностых годов позволили компании Tektronix начать сотрудничество с новым партнером, недоступным в прежние времена «железного занавеса» — поставщиком решений Tespol из Польши.

«В Польше изменения произошли в мгновение ока: правительство перестало контролировать всё и позволило компаниям работать самостоятельно», — говорит Михал Оссовский из компании Tespol. — С тех пор мы наблюдаем большой рост, и можно сказать, что Tespol и Tektronix создали польский рынок контрольно-измерительного оборудования. У меня торговая марка Tektronix ассоциируется с высоким качеством».

А в это время в Хервенене Геррит

ДеВрис продолжал строить свою карьеру по мере того, как компания разрабатывала новые продукты и осваивала новые рынки. «Я работал над первыми измерительными приборами, в которых начали широко применяться микропроцессоры», — говорит Геррит, вспоминая революционные изменения в своей работе в конце восьмидесятых. — Я горжусь тем, что некото-



Геррит и сегодня гордится брендом Tektronix

рые из моих конструкторских решений используются и сегодня».

Проработав 35 лет конструктором, Геррит провёл последние годы в компании, заведя техническим складом в Европейском логистическом центре. «К моменту моего ухода из компании в 1999 году, компания Tektronix могла предоставлять услуги своим европейским клиентам по всему континенту», — говорит Геррит.

ВСПОМИНАЯ ПРОШЛОЕ, ЗАГЛЯДЫВАЕМ В БУДУЩЕЕ

Осциллографы остаются основной частью ассортимента Tektronix. Мы предлагаем решения для любого применения или клиента, от обычных настольных осциллографов до высокопроизводительных приборов, способных регистрировать сигналы частотой до 70 ГГц. Кроме того, компания Tektronix разработала новые серии приборов, включая анализаторы, генераторы сигналов, источники питания и частотомеры, которые помогают инженерам проектировать новые продвинутое решения.

Возьмем, к примеру, разработанный в 2017 году осциллограф смешанных сигналов серии 5 с восемью входами FlexChannel™, который помог проектной лаборатории Siemens в г. Эрланген, Германия, разработать систему автоматизации и протестировать последовательность включения и выключения процессорных систем и периферийных устройств. «Мои коллеги были впечатлены простотой использования осциллографа, — говорит инженер-электронщик компании Siemens Штефан Грэнбек (Stefan Grönbeck). — Всё



Аанчал Миттал (Aanchal Mittal), инженер по инновациям компании Magway

можно найти без особых объяснений и удобно этим пользоваться».

Компания Tektronix также предлагает революционные решения, помогающие снизить выбросы углерода. Лондонский стартап Magway разрабатывает систему доставки посылок и товаров по сети подземных трубопроводов по всей Великобритании составами из небольших вагонов, движущихся по рельсам. Для тестирования своих решений они используют 8-канальный осциллограф смешанных сигналов MSO58 от Tektronix вместе с про-



Мария Херис (Maria Heriz), вице-президент Tektronix по коммерческим операциям (регион EMEA)

граммным обеспечением для анализа характеристик трехфазных инверторных приводов и электродвигателей с помощью функции DQ0 (преобразование Парка) и измерения тока, в том числе с использованием дифференциальных пробников высокого напряжения.

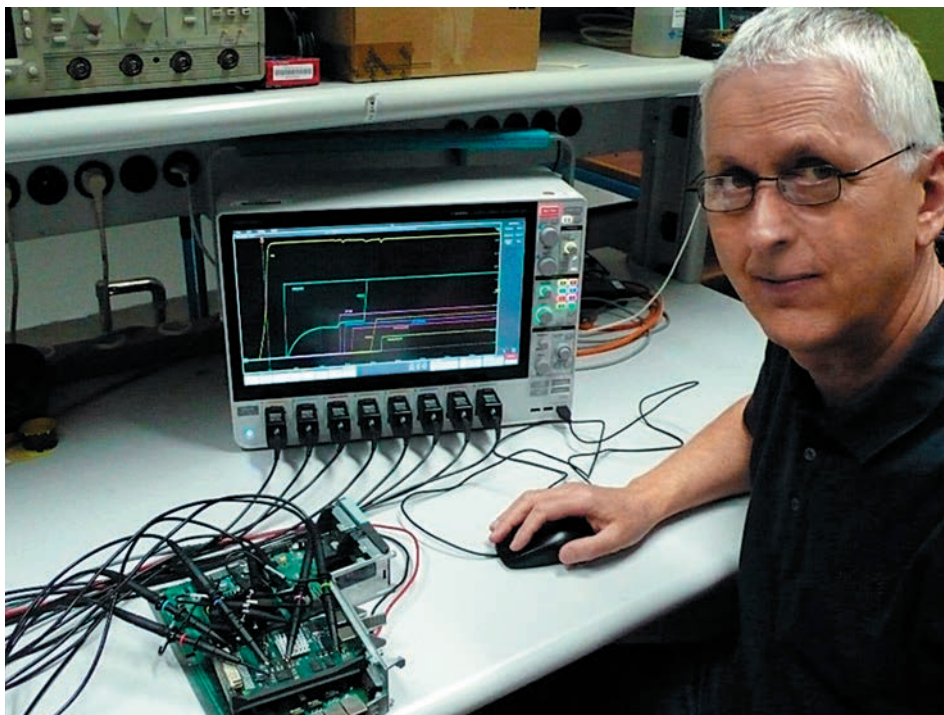
«Наш главный инженер проекта и некоторые другие специалисты использовали осциллограф Tektronix для исследования каждого из электродвигателей и приводов рельсовых тележек, и он был невероятно удобным для этого», — отмечает Аанчал Миттал (Aanchal

Mittal), инженер по инновациям компании Magway.

Но Tektronix знает, что будущее инженерии не только в стартапах и инновационных компаниях.

«Мы очень внимательно относимся к нашей работе с университетскими лабораториями, где любознательность студентов в сочетании с возможностью выполнять высококлассные исследования и разработки приводят к ярким решениям, характерным для нового поколения инженеров», — говорит Мария Херис (Maria Heriz), вице-президент Tektronix в Европе, Африке, Индии и на Ближнем Востоке.

В настоящее время Tektronix совместно с Вуппертальским университетом исследует беспроводные решения 6G, предоставляет студентам Университета Ковентри решения для очного и дистанционного обучения электронике, а также снабжает Университет Модены (Италия) пробниками Tektronix IsoVu для исследования высокоскоростных сигналов в компьютерах.



Штефан Грэнбек (Stefan Grönbeck), инженер-электронщик компании Siemens

Осциллографы смешанных сигналов

Tektronix®

Новинка!



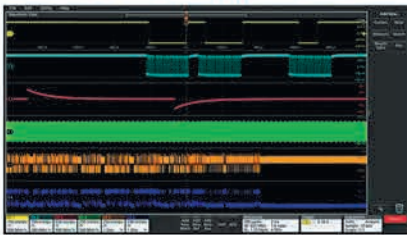
MDO Серии 3



MSO Серии 4



Максимальная гибкость и наглядность представления исследуемой системы



Быстрый всесторонний анализ характеристик сигналов



Запуск по сигналам последовательных шин и их анализ



- Инновационный интерфейс пользователя с управлением сенсорными жестами на экране
- Самый большой в отрасли сенсорный дисплей с высоким разрешением (HD 1920x1080)
- Для MSO серии 4: 4 или 6 входов FlexChannel, каждый вход можно использовать для регистрации и отображения 1 аналогового сигнала или 8 цифровых логических сигналов путём простой замены пробника
- Расширенный анализ сигналов: декодирование и синхронизация по сигналам последовательных шин I²C, SPI, USB 2, Ethernet, CAN, LIN и др., расширенный анализ джиттера, автоматические измерения и анализ мощности

Параметр	MD032	MD034	MS044	MS046
Полоса	100 МГц, 200 МГц, 350 МГц, 500 МГц, 1 ГГц		200 МГц, 350 МГц, 500 МГц, 1 ГГц, 1,5 ГГц	
Максимальное число аналоговых каналов	2	4	4	6
Максимальное число цифровых каналов (опция – кратно 8 каналам)	16	16	32	48
Максимальная частота дискретизации (все аналоговые и цифровые каналы)	5 Гвыб/с		6,25 Гвыб/с	
Глубина записи (все аналоговые и цифровые каналы)	10 М		31,25 М / 62,5 М (опция)	
Максимальная скорость захвата осциллограмм	280000 осц./с		500000 осц./с	
Разрешение АЦП	8 бит		12 бит	
Анализатор спектра	1 ГГц / 3 ГГц (опция)		—	
Генератор сигналов	До 50 МГц (опция)			
Интерфейс пробника	TekVPI		FlexChannel / TekVPI	
Дисплей	Сенсорный, 11,6" HD		Сенсорный, 13,3" HD	



ЗАО «НПП ЭЛИКС» — официальный дистрибьютор Tektronix
 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
 Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
 Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru



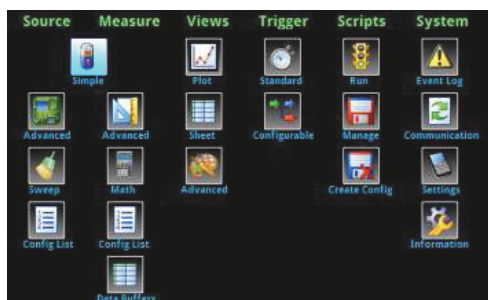
БОЛЬШЕ
ИНФОРМАЦИИ НА
www.eliks.ru

Инновационный и компактный характериограф с сенсорным дисплеем



- Одновременная подача и измерение тока или напряжения
- Встроенный TCP-процессор позволяет расширять число каналов без шасси и поддерживает параллельное исполнение тестов
- Технология TSP-Link® упрощает объединение нескольких приборов в одну измерительную систему
- Расширенные возможности работы с малыми напряжениями, токами и сопротивлениями
- Интерактивный емкостной сенсорный экран обеспечивает превосходное восприятие отображаемой информации
- Графический интерфейс представляет функции построения вольт-амперных характеристик
- Работа в импульсном режиме с мощностью до 1000 Вт (для 2461)

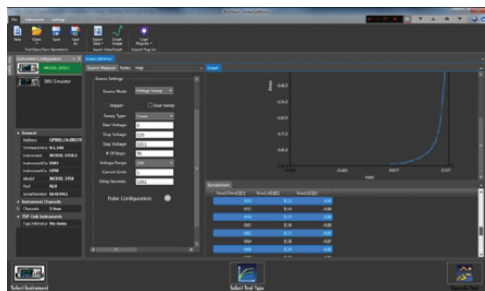
Параметр	2450	2460	2461	
Максимальная мощность	20 Вт	100 Вт	100 Вт / 1000 Вт (имп.)	
Напряжение (ист./изм.)	Макс. значение	200 В	100 В	
	Точность	±0,015% / ±0,012%		
	Разрешение	500 нВ / 10 нВ	5 мкВ / 100 нВ	5 мкВ / 100 нВ
Ток (ист./изм.)	Макс. значение	1 А	7 А	7 А ; 10 А (имп.)
	Точность	±0,02% / ±0,02%		
	Разрешение	500 фА / 10 фА	50 нА / 1 пА	50 нА / 1 пА



Система меню на основе пиктограмм может на 50% сократить число операций настройки и позволяет обойтись без сложных многоуровневых структур.

Источник-измеритель Keithley 24xx объединяет в одном корпусе:

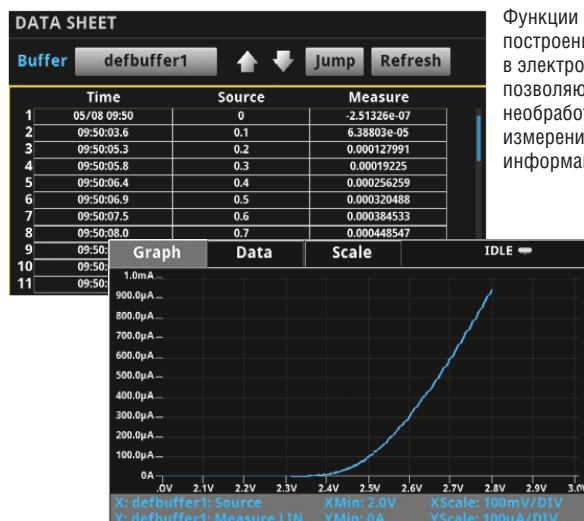
- Высокостабильный малошумящий программируемый источник питания
- Электронную нагрузку
- Прецизионный 6½-разрядный мультиметр
- Генератор тока (TrueRMS)
- Новую систему синхронизации TriggerFlow



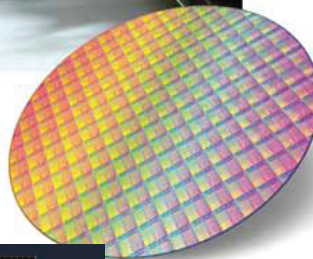
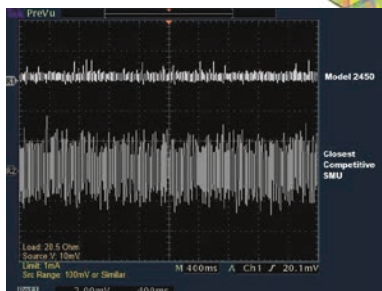
Измерительное ПО Kickstart позволяет и новичку, и опытному специалисту начать измерения в считанные минуты без какого-либо программирования.



Начальная страница меню источника-измерителя содержит подробную информацию о состоянии прибора и позволяет изменять диапазоны, устанавливать выходные значения и выбирать пороги защиты, ускоряя проведение экспериментов.



Функции отображения данных, построения диаграмм и экспорта в электронные таблицы позволяют преобразовать необработанные результаты измерений в структурированную информацию.



Значительно меньший широкополосный шум по сравнению с аналогичными приборами других производителей делает модели 2450/2460 наилучшим выбором для измерения ВАХ новейших электронных устройств.

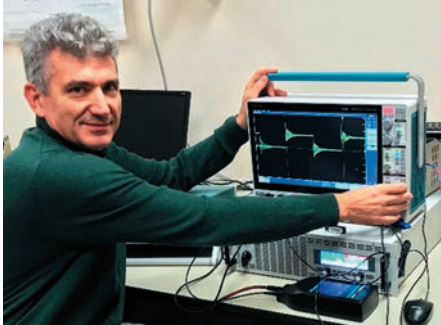


Официальный дистрибьютор KEITHLEY в Российской Федерации
 «ЭЛИКС»: Москва, 115211, Каширское шоссе, дом 57, корпус 5
 Телефоны: (495) 781-4969 (многоканальный), 344-9765, 344-9766
 Факс: (495) 344-9810 E-mail: eliks-tm@eliks.ru Internet: www.eliks.ru



«Только приборы Tektronix могут дать нам возможность увидеть влияние сигнала с крутыми перепадами на изоляцию», — говорит профессор Джованни Франческини (Giovanni Franceschini) из Университета Модены.

«Я не сомневаюсь, что сотрудничество с Tektronix позволит оснастить наши аудитории высококачественным оборудованием. Это поможет нам вывести возможности факультета на совершенно новый уровень», —



Джованни Франческини (Giovanni Franceschini), профессор, Университет Модены



Ник Цанов (Nik Tsanov), руководитель группы разработчиков электроники

говорит Ник Цанов (Nik Tsanov), руководитель группы разработчиков электроники, глядя на 53 учебных места с современными рабочими станциями, предназначенными для

выполнения широкой гаммы практических экспериментов по физике и электронике студентами первого и второго курсов.

Всё это оборудование поддерживается обширным набором услуг, включая калибровку, управление парком приборов и ремонт. Это гарантия того, что у клиентов Tektronix всегда будут не только высококачественные приборы, но и лучшая поддержка.

«Я горжусь богатым опытом Tektronix, который опирается на настоящее и будущее инженерии, — говорит Мария. — Существует множество замечательных примеров того, как наша продукция и экспертные знания позволили нашим клиентам сделать очередной шаг к будущим технологиям. Я также горжусь тем, что нам, как международной компании, удаётся прислушиваться к потребностям клиентов и оперативно реагировать на них на протяжении многих десятилетий.

По прошествии всех этих лет мы продолжаем поддерживать будущее инженерии с помощью инноваций — мы работаем действительно для инженеров».

История развития Tektronix в Европе

- 1947: Первый осциллограф Tektronix 511 продан медицинскому факультету университета Орегона примерно за 800 долларов.
- 1948: Начало продаж за рубежом, в Швецию (компания L.M. Ericsson Telephone).
- 1950-е годы: Участвуя в создании первого видеоманитофона и цветного телевидения, компания Tektronix завоевала семь наград Эмми за вклад в развитие радио- и телевидения.
- 1958: Открытие первого производственного предприятия Tektronix в Европе в Гернси.
- 1960-1970-е годы: Tektronix помогает НАСА осуществить высадку на Луну по программе «Аполлон», сотрудничает с IBM в области разработки суперкомпьютеров, а также помогает компаниям, занимающимся беспроводной связью, создать сотовый телефон.
- 1962: Компания Tektronix NV начинает производство в г. Херенвен, Нидерланды.
- 1964: Открывается Tektronix UK.
- 1970: Открывается Tektronix Sweden.
- 1971: Открывается Tektronix SA в Бельгии.
- 1973: Tektronix участвует в тестировании межкомпьютерной связи вместе с IBM и университетскими лабораториями. Испытания проходил ARPANET, ставший предтечей сегодняшнего Интернета.
- 1972: Открывается региональный центр в странах Бенилюкса.
- 1978: Открывается Скандинавский операционный центр, а также офисы в Финляндии и Норвегии.
 - Открывается Европейский маркетинговый центр в г. Амстелвен, Нидерланды.
 - Открывается офис в Испании.
- 1979: Открывается Tektronix S.P.A. в Италии.
- 1981: Открывается Tektronix GmbH в Германии.
- 1990-е годы: Работа Tektronix в области систем хранения данных и источников питания позволяет создавать всё более компактные и энергоэффективные центры обработки данных и устройства, способствуя массовому внедрению технологии мобильных телефонов.
- 2007: Корпорация Danaher Corp. покупает Tektronix приблизительно за 2,8 миллиарда долларов.
- 2010: Tektronix приобретает компанию Keithley Instruments.
- 2016: Fortive Corp. выделяется из Danaher, объединив разрабатывающие и выпускающие контрольно-измерительное оборудование компании под управлением компании из Эверетта, штат Вашингтон.
- 2019: Tektronix выпускает TekDrive™ — первую облачную платформу, которая позволяет инженерам обмениваться данными и совместно работать над ними непосредственно со своего осциллографа через облако.
- 2020: Tektronix помогает производить аппараты искусственной вентиляции легких в начале пандемии COVID-19 и начинает партнерство с Вуппертальским университетом Германии по исследованию и разработке беспроводной связи 6G.

Tektronix, the measurement insight company committed to performance and compelled by possibilities, celebrates its 75th anniversary of operations. Already well established as a supplier of high-quality test instrumentation in the United States, Tektronix saw the potential of expanding in Europe in the 1950s. In 1958, the company decided to set up a manufacturing and development presence in the region, establishing its first manufacturing plant in Europe.

5G ВЫВОДИТ C-V2X НА ПОЛОСУ РАЗГОНА

5G MOVES C-V2X INTO THE FAST LANE

Дилан МакГрат (Dylan McGrath), старший менеджер по отраслевым решениям в Keysight Technologies

Помимо появления совершенно новых технологий и бизнес-моделей, беспроводная связь 5G также расширяет функциональность и возможности использования многих существующих технологий. Одним из ярких примеров является связь автомобиля с любым объектом (V2X), которая повысит безопасность автотранспорта, спасет жизни, снизит расход топлива и обеспечит более эффективное движение транспортных средств.

Благодаря усовершенствованиям, содержащимся в стандартах 5G консорциума 3rd Generation Partnership Project (3GPP), связь V2X на основе сотовых технологий (C-V2X) получит значительный функционал и достигнет гораздо более широкого распространения. Релиз 16 3GPP, вышедший в прошлом году, содержал несколько усовершенствований C-V2X. В релизе 17 ожидается ещё больше усовершенствований.

Технология V2X существует уже более 20 лет. Однако на сегодняшний день она получила ограниченное распространение, отчасти из-за недостаточного внедрения в транспортные средства или придорожную инфраструктуру.

В ранних реализациях V2X использовалась выделенная связь ближнего действия (DSRC) — беспроводные каналы связи ближнего и среднего действия, предназначенные для транспортных средств. Однако DSRC не смогла достичь массового внедрения в транспортные средства или инфраструктуру, такую как светофоры, пункты оплаты или дорожные знаки.

C-V2X, основанная на стандарте Long Term Evolution (LTE), была впервые стандартизирована в 14 релизе 3GPP. В прошлом году с конвейера сошли первые автомобили, оснащенные C-V2X на основе LTE. Хотя это стало важной вехой в истории технологии, наиболее эффективная реализация C-V2X связана с 5G. 5G открывает широкие возможности для C-V2X, поскольку технологии 5G в конечном итоге будут применяться в огромных масштабах — не только в сотовых телефонах, но и во всех видах продукции, оснащенных средствами связи 5G.

Такое повсеместное использование очень важно, поскольку технология C-V2X становится более полезной при массовом развертывании. Закон Меткалфа в вольной интер-



претации гласит, что ценность сети пропорциональна количеству пользователей. Для достижения оптимальной эффективности технологию C-V2X необходимо внедрить в значительную часть транспортных средств и инфраструктуры. Умение «общаться» не принесёт автомобилю большой пользы, если на дороге не будет достаточного количества автомобилей и систем, «говорящих» с ним на одном языке.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ 5G

5G продвигает технологию C-V2X значительно дальше, чем LTE. Поскольку 5G отличается значительно меньшей задержкой, меньшим временем отклика, более высокой надежностью и более широкой полосой пропускания, она обеспечивает практически мгновенный обмен данными — информацией о трафике,



Рис. 1. Движение машин по немецкому автобану

дорожных условиях, местонахождению пешеходов, а также всевозможными сведениями, позволяющими сделать передвижение по дорогам более безопасным. Кроме того, связь 5G будет повсеместной в густонаселенных городских районах, причем соединения будут доступны всем устройствам — от мобильных телефонов до оборудования интернета вещей (IoT), парковочных счетчиков, светофоров, дорожных камер, зданий и др.

Многие усовершенствования в релизах 15, 16 и 17 связаны с так называемой сверхнадёжной связью с малым временем задержки (URLLC) — одним из наиболее широко разрекламированных вариантов использования 5G. URLLC состоит из двух отдельных групп технологий, первая из которых повышает надежность связи, а вторая значительно сокращает время задержки. Они работают вместе, чтобы сделать передачу дан-

ных быстрее и надежнее. URLLC необходима для обеспечения многих самых передовых функций C-V2X, включая поддержку формирования автоколонн, координированного движения, дистанционного управления автомобилем, обмена данными сенсоров для коллективной осведомленности о дорожной ситуации и предотвращения столкновений, а также обновления информации о трафике и инфраструктуре в режиме реального времени.

Усовершенствования C-V2X 5G в релизе 16 и предстоящем релизе 17 3GPP обеспечат увеличение пропускной способности, лучшую надежность и сверхмалые задержки. Эти улучшения позволят превратить C-V2X в повсеместную систему беспроводной связи, которая соединит транспортные средства, придорожную инфраструктуру и уязвимых участников дорожного движения, таких как пешеходы и велосипедисты, для повышения безопасности, энергоэффективности и скорости движения.

В то время как 15 релиз 3GPP включал в себя функции C-V2X для повышения безопасности движения, релиз 16 поднял C-V2X на новый уровень благодаря дополнительным возможностям. В этом обновлении спецификаций усовершенствованы технологии прямой связи между устройствами. Прямая связь — важнейшая функция для C-V2X, поскольку она позволяет автомобилям обмениваться информацией между собой и элементами дорожной инфраструктуры независимо от сети. Другими словами, прямая связь дает возможность автомобилям обмениваться данными друг с другом, даже когда они находятся в местах, где отсутствует сетевая инфраструктура или сотовая связь. Прямая связь также является важным предшественником будущих приложений беспилотного вождения, которые будут опираться на C-V2X.

Функционал, который станет доступным в релизе 17, будет поддерживать более сложные сценарии применения C-V2X, включая поддержку формирования автоколонн и координированное движение.

ГЛАВНОЕ — НАДЕЖНОСТЬ

Многие из наиболее продвинутых функций C-V2X требуют связи с находящимися рядом транспортными средствами, инфраструктурой и об-

лаком практически в режиме реального времени. Например, одной из часто демонстрируемых функций V2X, которые работают вне зоны прямой видимости, является оповещение о переходе проезжей части слепым пешеходом. Предупреждения о слепом пешеходе позволяют транспортным средствам, находящимся в непосредственной близости от другого транспортного средства, приближающегося к переходящему дорогу слепому человеку, отправлять предупреждающие сообщения, уведомляющие автомобиль о том, что его водитель должен пропустить пешехода, собирающегося пересечь его траекторию движения.

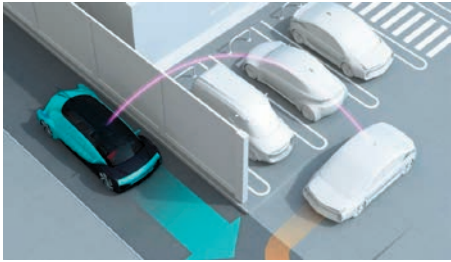


Рис. 2. Связь между автомобилями помогает избежать возможного столкновения

Хотя объединение данных о возможных столкновениях или дорожных условиях имеет очевидный потенциал для повышения безопасности дорожного движения, для того, чтобы оно было эффективным, требуется мгновенная передача и прием данных. Отправленное приближающемуся автомобилю оповещение о переходе дороги слепым пешеходом не принесет большой пользы, если оно не поступит до того, как автомобиль достигнет места перехода.

По многим схожим причинам надежность связи также имеет критическое значение. Чтобы в приведенном выше примере отправленное через C-V2X предупреждение предотвратило трагедию, автомобиль должен вовремя принять сигнал. Если такое предупреждение не достигнет намеченной цели, оно будет бесполезным и техническая проблема приведет к печальным последствиям.

Релиз 15 3GPP гарантирует высокозащищенную связь URLLC с задержкой не более 1 миллисекунды. Для сравнения, среднее время реакции человеческого мозга на звук составляет более 150 миллисекунд — примерно в 150 раз больше интервала времени между передачей и приемом сигнала по URLLC. Другими словами, информация в режиме URLLC передается практически мгновенно. Это гораздо быстрее реакции вашего сознания на звук клаксона.

Релиз 15 также требует, чтобы надежность соединения URLLC составляла 99,999%. Другими словами, 99 999 из 100 000 передач должны доходить до

адресата. Хотя с математической точки зрения такая надежность неоспорима, но на практике она достаточно высока.

Для выполнения этих строгих требований стандарты 5G предусматривают несколько компонентов качества обслуживания. Эти новые компоненты включают в себя сети с передачей данных в режиме реального времени, новую структуру кадров, гибкие нумерологии, дуплексный режим с временным разделением каналов (TDD) и другие процедуры физического уровня для передачи данных.

Обычно сетевые инженеры оптимизируют протоколы управления мобильным трафиком прежде всего для повышения эффективности. Однако URLLC переворачивает это уравнение с ног на голову, внося ресурсоемкие компоненты, предназначенные для максимального повышения скорости и надежности передачи данных в ущерб эффективности. Среди этих инноваций, внедренных принудительно, есть несколько функций избыточности, призванных гарантировать, что передаваемые данные достигнут адресата любой ценой.

В эту категорию входят такие методы, как слепое повторение, которое подразумевает отправку одного и того же пакета несколько раз в случае, если данный пакет был потерян или пришел с ошибками. Другой метод — это частотное разнесение, то есть передача одной и той же информации на разных частотах или с помощью разных антенн для увеличения вероятности приема сообщения назначенным адресатом.



Рис. 3. Водители используют технологию C-V2X на загруженном шоссе

В дополнение к скорости и надежности, обеспечиваемыми URLLC, усовершенствования, включенные в релизы 15, 16 и 17, помимо широковещательной передачи, вводят новые режимы связи для реализации концепций многоадресной и одноадресной передачи C-V2X. В этих режимах связи больше внимания уделяется обмену информацией между транспортными средствами, а также между транспортными средствами, дорожной инфраструктурой и пожилыми участниками дорожного движения.

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗГОНЯЕТСЯ ПОСТЕПЕННО

Технология V2X развивалась долго и медленно, и за многие годы достигла лишь ограниченного успеха. Но появление технологии 5G, которая в течение пяти лет должна охватить более 60% населения планеты, принесет C-V2X в массы, позволив ей наконец-то выполнить свое обещание повысить безопасность, скорость и эффективность поездок на автомобилях. Согласно отчету Национальной администрации безопасности дорожного движения за 2014 год, технология 5G C-V2X может устранить или уменьшить тяжесть до 80% автомобильных аварий, а также значительно сократить время в пути и расход топлива.

Помимо огромного влияния на безопасность автомобилей, распространение C-V2X также представляет собой значительную бизнес-возможность для производителей модулей C-V2X и других компаний в автомобилестроении. Согласно прогнозам, мировой рынок аппаратного и программного обеспечения C-V2X в течение следующих шести лет будет расти со среднегодовым темпом более 10% и достигнет более 800 млн долларов США в 2026 г. по сравнению с 450 млн в 2019 г. Благодаря возможностям URLLC, сверхширокополосной мобильной связи (eMBB) и другим компонентам стандартов 5G NR, технология C-V2X наконец-то обретет все возможности и получит широкое распространение, чтобы оказать ощутимое влияние на безопасность автомобилей. 📺

In addition to spawning entirely new technologies and business models, 5G wireless communications will also expand the functionality and use cases for many existing technologies. One prominent example is vehicle-to-everything (V2X) technology, which will enhance automotive safety, save lives, reduce fuel consumption, and enable more efficient vehicle transportation. The evolution of V2X technology has been long, slow, and has achieved only limited success over many years. But the emergence of 5G technology will bring C-V2X technology to the masses, enabling it to finally achieve on its promise to improve the safety, speed, and efficiency of automotive travel.

ТЕСТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ И КОМПОНЕНТОВ С ИНТЕРФЕЙСОМ LVDS С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОСЦИЛЛОГРАФОВ КОМПАНИИ ROHDE&SCHWARZ

TESTING THE DEVICES AND COMPONENTS WITH LVDS INTERFACE USING ROHDE&SCHWARZ OSCILLOSCOPES

Лемешко Н.В. (N. Lemeshko), д.т.н., нач. отдела АО «Корпорация «Комета», Горелкин М.В. (M. Gorelkin), инженер по продукту «Осциллографы» ООО «РОДЕ и ШВАРЦ РУС», Струнин П.А. (P. Strunin), директор департамента продаж ООО «РОДЕ и ШВАРЦ РУС»

ВВЕДЕНИЕ

В электронике проблема повышения пропускной способности цифровых интерфейсов всегда остается актуальной. Для её решения принципиально могут использоваться два подхода: повышение битовой скорости и увеличение количества физических каналов для параллельной передачи битовых потоков. Практика проектирования цифровых устройств показала [1], что последний из названных способов уступает первому по следующим причинам:

- параллельные интерфейсы требуют более сложных схемотехнических решений и алгоритмов разделения и объединения информации в каждом канале;
- при параллельной обработке во многих случаях необходимо передавать дополнительный синхросигнал;
- повышаются требования к однородности таких каналов по волновому сопротивлению, что делает критичным влияние изгибов кабелей;
- интерфейсы параллельного типа менее всего подходят для подключения периферийных устройств, т.к. требуют применения разъемов с большим количеством контактов и использованием кабелей с аналогичным количеством проводников.

Эти факторы привели к тому, что в составе перспективных цифровых интерфейсов, таких как USB 3.2 (до 20 Гбит/с), Thunderbolt (до 40 Гбит/с), DisplayPort (до 80 Гбит/с), применяется высокоскоростная последовательная передача данных, причем тактовые сигналы, необходимые для обработки, формируются непосредственно на приемной стороне схемами восстановления данных и тактового сигнала. Названные интерфейсы обладают широкой универсальностью по характеру передаваемой информации [2], однако для ряда применений они являются избыточными.

Объем передаваемой и обрабатываемой информации в ходе эволюции электронных устройств неравномерно растет. В ряде практических применений, например, в области обработки и передачи изображений, структура информации и её представление в цифровом формате являются обычно однотипными при больших и относительно постоянных скоростях переда-



ROHDE & SCHWARZ

чи. Именно в этом приложении в начале 1990-х гг. возникла острая нехватка пропускной способности широко распространенных последовательных интерфейсов, которая и привела к выработке новой технологии передачи данных — LVDS (Low Voltage Differential Signaling, низковольтная дифференциальная передача сигналов), которая была предложена фирмой National Semiconductor в 1994 г. [3]. К настоящему времени требования к LVDS строго определены и устанавливаются стандартами ANSI/TIA/EIA-644 [4] и IEEE 1596.3 [5], которые устанавливают требования к характеристикам применяемых сигналов. При этом первый из указанных стандартов определяет электрические характеристики сигналов для приемников и передатчиков, но не описывает протоколы передачи данных, требования к топологии соединений и линиям передачи, что делает независимой стандартизацию LVDS от конкретных применений. Стандарт IEEE 1596.3 ориентирован на использование LVDS в мультипроцессорных системах и при объединении рабочих станций в единую функциональную группу.

Технология LVDS, в отличие от современных компьютерных интерфейсов, имеет иное назначение, состоящее в односторонней передаче высокоскоростных битовых потоков внутри цифровых устройств с обеспечением возможности использования витых пар для соединения печатных узлов, разнесенных друг от друга на расстояние до нескольких метров. К настоящему времени LVDS применяется не только для передачи видеоданных, но и как физический носитель информации системных шин телекоммуникационных устройств, центров обработки информации, в суперкомпьютерах. LVDS находит применение там, где требуется передача нескольких параллельных битовых потоков, для чего осуществляется их сериализация и десериализация. Наконец, некоторые современные программируемые логические схемы фирм Altera и Xilinx изготавливаются со встроенными LVDS-портами для упрощения схемотехнических решений цифровых устройств.

Для безошибочного приема LVDS с последующим побитным выделением информации необходимо, чтобы на входе приемного устройства сигнал соответствовал установленным требованиям. Для проверки соответствия амплитудных и временных параметров LVDS, а также — при необходимости — для определения причин деградации сигнала и появления ошибок в передаче необходимо проводить соответствующие измерения. Как будет показано ниже, оценка нормируемых характеристик LVDS может быть выполнена с использованием типовых функций современных цифровых осциллографов, например, серии RTO компании Rohde&Schwarz. Особенности измерений характеристик LVDS и посвящена настоящая статья.

ОСОБЕННОСТИ LVDS И ТОПОЛОГИЯ СОЕДИНЕНИЙ

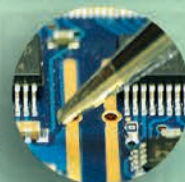
Основным отличием LVDS от транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ) и других её видов является использование дифференциальных сигналов с малым разностным напряжением. В типовом случае такой метод передачи использует двухпроводную схему с формированием перепадов инверсной тока или напряжения. При этом синфазные помехи, наводящиеся на двухпроводной линии, формируются одними и теми же внешними воздействиями, одинаковы по характеристикам и поэтому не нарушают разностного сигнала, к которому чувствителен приёмник. Токовый выход передатчика LVDS практически не приводит к резонансным явлениям в линии и выбросам на фронтах и спадах, которые значительно ограничивают предельно возможную битовую скорость [6].

Поскольку дифференциальные технологии менее чувствительны к помехам, то оказывается возможным использование меньших перепадов напряжения при сохранении той же достоверности передачи данных. Это достоинство является решающим, т.к. невозможно достичь высокой производительности и минимума потребляемой мощности одновременно без снижения разностного напряжения. Токовый режим передатчика обеспечивает низкий и всегда постоянный уровень потребления во всём диапазоне частот. За счет отсутствия импульсов сквозного тока в выходном каскаде передатчика потребление

Монтажные паяльные станции



- Компактные размеры
- Диапазон температур от 100 до 480 °С
- Керамический нагреватель
- Низковольтный паяльник
- Мощность паяльника до 60 Вт
- 3 предустановленные температуры (ASE-1115)



Термовоздушные паяльные станции

- Мощность 700 Вт
- Цифровая индикация
- Температурный диапазон 100...480 °С
- Компактные размеры
- Бесщёточный вентилятор
- Антистатическое исполнение



ASE-4502

Индукционные паяльные станции

- Цифровой ЖК-дисплей
- Максимальная мощность 90 Вт
- Температурный диапазон 90...480 °С
- Возможность использования для бессвинцовой пайки
- Режим блокировки температуры паролем
- Быстрый нагрев жала



ASE-1202

Многофункциональные паяльные станции

- 2 канала: монтаж, пайка горячим воздухом
- Мощность до 760 Вт
- Термовоздушный паяльник: темп. нагрева до 450 °С / поток 24 л/мин
- Низковольт. монтажный паяльник (до 480 °С)
- Большой выбор наконечников
- Цифровой индикатор
- Простое управление



ASE-4205



- 3 канала в 1 корпусе: термовоздушный, монтажный, демонтирующий
- Индукционный монтажный канал
- Диапазон температур от 200 до 480 °С (монтажный/демонтажный каналы)
- Диапазон температур от 100 до 500 °С (термовоздушный канал)
- Мощность паяльников 60 Вт
- Встроенный мощный вакуумный насос до 120 л/мин



ASE-4313

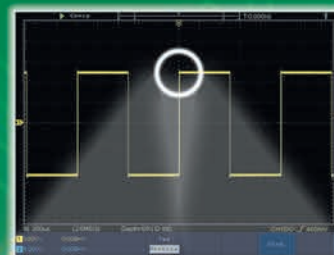
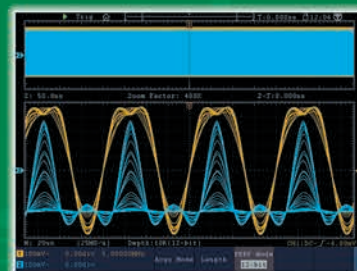


ПЕРВЫЕ ЦИФРОВЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ АКТАКОМ С РАЗРЕШЕНИЕМ 12 И 14 БИТ!



@aktakom

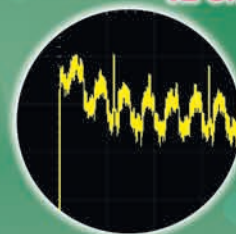
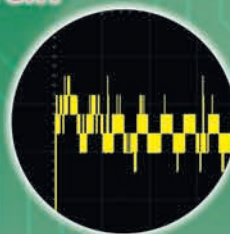
- ✓ До 4-х приборов в 1 корпусе :
 - Цифровой осциллограф с полосой 300 МГц
 - 1 или 2-х канальный генератор сигналов*
 - Цифровой мультиметр 3 ¼ разряда*
 - Анализатор протоколов I²C, SPI, RS-232, CAN*
- ✓ Большая глубина записи 40 миллионов точек
- ✓ Высокая скорость захвата осциллограмм 75000 осц/с
- ✓ 28 типов автоматических измерений
- ✓ Анализ спектров на основе БПФ
- ✓ Батарейное питание*
- ✓ Возможность установки сенсорного дисплея*
- ✓ Дружественный экранный интерфейс



Новинка!

8 бит

12 бит



Смотрите видео применения на сайте www.aktakom.ru

	ADS-6062H	ADS-6122	ADS-6122H	ADS-6142H	ADS-6222	ADS-6222H	ADS-6322
Количество каналов	2 + внешний запуск						
Полоса пропускания**	60 МГц	100 МГц			200 МГц		300 МГц
Максимальная дискретизация**	1 Гвыб/с				2 Гвыб/с	1 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с
Скорость захвата	75000 осц/с						
Максимальная глубина записи**	40 М точек						
Горизонтальная развертка**	2 нс/дел до 1000 с/дел				1 нс/дел до 1000 с/дел с		
Вертикальное разрешение	8 / 12 бит	8 бит	8 / 12 / 14 бит		8 бит	8 / 12 / 14 бит	
Вертикальное отклонение	1 мВ/дел...10 В/дел						
Тип запуска	фронт, импульс, видео, скорость нарастания, рант, окно, по истечению времени, N фронт, логический шаблон, сигналы последовательных шин						
Интерфейсы	Штатно: USB-device, USB-host, LAN; Опционально: VGA и AV выход						
Дисплей	Цветной 8", TFT, 800×600, 65535 цветов; опция сенсорный IPS дисплей 1024×768						

* - дополнительная опция при предварительном заказе; ** - параметры указаны для режима разрешения 8 бит



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru



БОЛЬШЕ
ИНФОРМАЦИИ НА
www.eliks.ru

мощности не растет линейно при увеличении битовой скорости, отсутствует проблема протекания сквозных токов [1]. Мощность, потребляемая одной линией передачи LVDS, составляет около 1,3 мВт против 90 мВт, рассеиваемых в согласующем резисторе интерфейса RS-422 [7]. Все перечисленные обстоятельства способствуют повышению максимальной битовой скорости, по стандарту составляющей 622 Мбит/с при предельном теоретическом значении 1923 Мбит/с, а также отсутствию существенных излучений от линий передачи LVDS, что важно для обеспечения электромагнитной совместимости, в т.ч. на печатных узлах при высокой плотности проводников. Чаще всего конкретное применение LVDS характеризуется наличием запаса по пропускной способности, определяемым более низкой производительностью подключаемых устройств, например, на основе ТТЛ.

В типовом случае схема передачи LVDS включает один передатчик и один приемник, соединенные симметричной линией передачи, оканчивающейся согласующим сопротивлением с номиналом 100 Ом (рис. 1). Передатчик имеет коммутируемые токовые выходы, состояние каждого из которых определяется проводимостью ключей в плечах соответствующего парафазного каскада, обычно выполненных на КМОП-транзисторах. Запитывание обоих пар ключей осуществляется от одного и того же источника тока, который обеспечивает формирование в линии токового сигнала с типовым номинальным значением около 3,5 мА.

Технология LVDS отличается сравнительно невысокими требованиями к линии, соединяющей передатчик и приемник, которые определяются характерными скоростями передачи. Основное из них состоит в том, что линия должна быть согласована, и эту функцию выполняет согласующий резистор. Его номинальное сопротивление должно быть (100 ± 20) Ом, и такой его номинал установлен исходя из следующих соображений. При проработке концепции

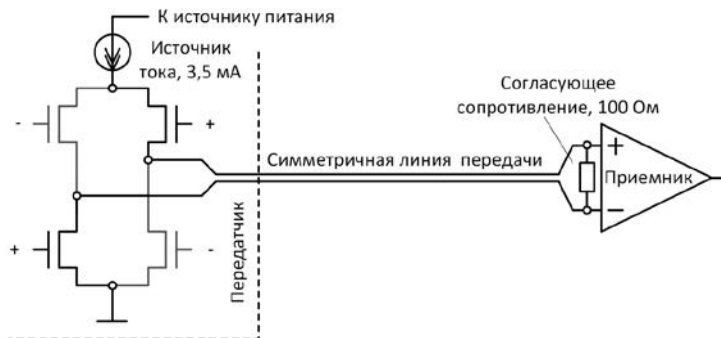


Рис. 1. Схема передачи LVDS с одним передатчиком и одним приемником

LVDS предполагалось, что дифференциальный сигнал будет передаваться не только в линиях, образованных проводниками печатных плат, но и в витой паре с протяженностью до нескольких метров, широко применяемой для межблочных соединений. При такой протяженности и свойствах LVDS битовых скоростях линии становятся электрически длинными, и для исключения появления помех отражения они должны быть согласованы. Волновое сопротивление витой пары лежит в интервале 90...120 Ом [8], что соответствует выполнению условия согласования с коэффициентом отражения не выше 0,1 при

При этом коммутация тока ключами в составе передатчика LVDS практически исключает влияние напряжения питания на быстродействие, ярко проявляющееся, например, у микросхем, выполненных по технологии КМОП.

На рис. 2 представлены пояснения, касающиеся амплитудных характеристик сигналов LVDS. На выходе передатчика LVDS используется дифференциальный сигнал очень низкого уровня с размахом от 247 до 454 мВ с номинальным значением смещения 1,2 В, в котором последовательность логических состояний задается сигналом, поступающим на вход передатчика LVDS. Абсолютные значения напряжений на входах приемника LVDS, согласно [4], должны лежать в интервале от 0 до 2,4 В. Значение синфазной помехи, не приводящей к нарушению передачи информации, для LVDS лежит в интервале $-1...+1$ В и может весьма динамично изменяться,

не приводя к появлению ошибок на приемной стороне. При этом порог срабатывания для приемника по дифференциальному напряжению лежит в интервале от $-100...+100$ мВ, что снижает вероятность битовых ошибок при повышенных потерях в линии.

Типовая и наиболее часто используемая топология, применяемая для передачи данных на основе LVDS, соответствует рис. 1 и предусматривает использование одного передатчика и одного приемника. Однако в небольшом количестве приложений использование даже двух симметричных линий для обеспечения дуплексной

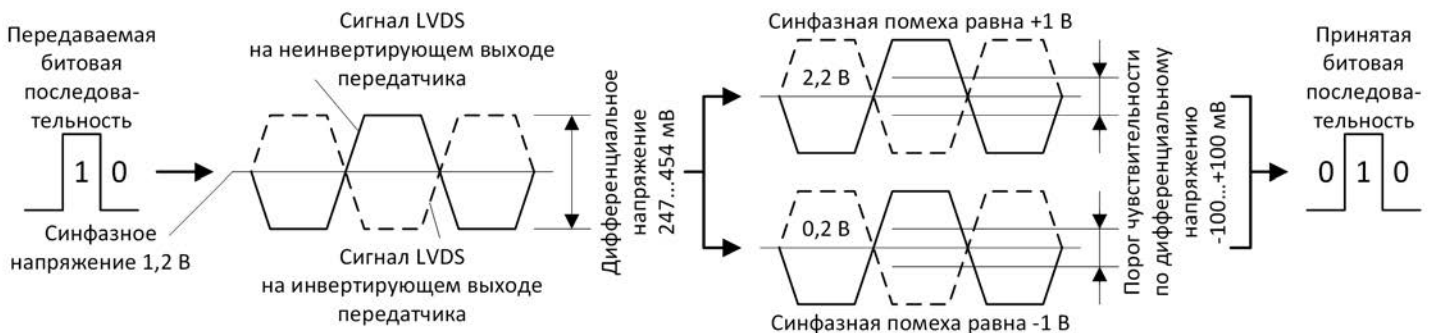


Рис. 2. Важнейшие амплитудные характеристики сигналов LVDS

Приемник имеет очень высокое входное сопротивление, поэтому ток течет в основном через согласующий резистор с сопротивлением 100 Ом, вызывая на нем падение напряжения около 350 мВ. Это напряжение является входным сигналом для приемника. Коммутация ключей выходного формирователя передатчика вызывает изменение направления тока в линии связи, а значит, и изменение полярности сигнала на входе приемника, обеспечивая тем самым определение соответствующего логического состояния. При этом приемник LVDS работает по принципу компаратора с областью пороговых напряжений в интервале ± 100 мВ.

нагрузке на согласующее сопротивление номиналом 100 Ом и не выше 0,2 при выдерживании указанного выше отклонения. При такой степени согласования не возникает помех отражения и связанных с ним искажений дифференциального сигнала на приемной стороне, способных нарушить правильный захват логического состояния, если потери в линии сравнительно не велики.

Как видно из рис. 1, способ формирования LVDS не зависит от напряжения питания и эффективно работает при его значениях, равных 5; 3 или 2,5 В. При этом отсутствует проблема сопряжения устройств с разным напряжением пита-

передачи информации оказывается более критичным, чем усложнение логики управления передатчиками и приемниками. В этом случае используется полудуплексная схема, представленная на рис. 3, в ней на каждой стороне установлены согласующие резисторы. Такое решение требует применения передатчиков LVDS с повышенной нагрузочной способностью, заметно снижает устойчивость к синфазным помехам и предельную длину линии передачи. На рис. 4 показана многоточечная конфигурация шины LVDS, применяемая в системах распределения информации. Наилучшие результаты по битовой скорости такая система будет показывать при близком рас-

положении приемников в конце линии, симметричности отводов от неё и их электрически малой длине.

Конфигурация соединения LVDS «точка-точка» среди прочих топологий является рекомендуемой. Любая разветвленность линий для передачи LVDS и наличие многих приемников сигналов неизбежно приводят к снижению каче-

ского замыкания линий передатчика на землю I_{SA} , I_{SB} , а также входной ток приемника I_{in} , которые могут быть измерены с использованием электронных амперметров лабораторного класса. Для определения остальных параметров целесообразно использовать прямые измерения, в т.ч. в автоматическом режиме с накоплением. Диапазон пороговых напряжений для приемников LVDS определяют с использованием

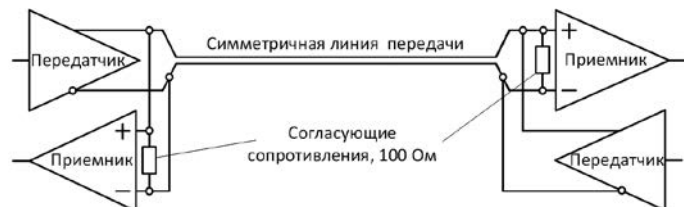


Рис. 3. Схема двусторонней передачи сигналов LVDS при использовании одной линии передачи



Рис. 4. Подключение нескольких приемников к одному передатчику LVDS

ства сигналов на входах приемников. При этом также уменьшается предельная битовая скорость, при которой еще обеспечивается заданная вероятность битовых ошибок. Например, использование в схеме двух и более приемников нарушает симметричность линий и ухудшает условия распространения дифференциальной моды [1], что способно привести к многократному падению допустимого значения битовой скорости. Случаи сложной топологии линий LVDS должны сопровождаться особо тщательным приборным тестированием, в ходе которого оценивается целостность сигналов и их соответствие требованиям стандартов.

ТРЕБОВАНИЯ СТАНДАРТОВ К ХАРАКТЕРИСТИКАМ СИГНАЛОВ LVDS

Стандарт [4] устанавливает требования к характеристикам сигналов LVDS на выходе передатчика и на входе приемника. Они перечислены в таблице 1, из которой следует, что почти все из них должны измеряться с использованием осциллографии. Исключение составляют токи корот-

кого замыкания линий передатчика на землю I_{SA} , I_{SB} , а также входной ток приемника I_{in} , которые могут быть измерены с использованием электронных амперметров лабораторного класса. Для определения остальных параметров целесообразно использовать прямые измерения, в т.ч. в автоматическом режиме с накоплением. Диапазон пороговых напряжений для приемников LVDS определяют с использованием двух источников постоянного напряжения, имитирующих разное постоянное смещение на входах и разную дифференциальную составляющую [9]. Такие измерения являются, безусловно, важными, но в то же время вполне тривиальными, и далее они рассматриваться не будут.

Как это имеет место для других стандартов цифровой передачи данных, для LVDS соответствие перечисленных в таблице 1 параметров еще не гарантирует безошибочности передачи данных. Для оценки качества сигнала LVDS в любом измерительном сечении стандарт [4] рекомендует использовать глазковую диаграмму для дифференциального сигнала, для которой оценивается вертикальный и горизонтальный раскрыв, а также показатель джиттера. На рис. 5 серым цветом на глазковой диаграмме условно отмечена область возможного нахождения разностного сигнала. По значению битового интервала t_{ui} , а также разбросу времени пересечения порогового уровня Δt_i , определяемому с учетом джиттера так, как показано на рисунке, показатель джиттера рассчитывают как

$$J = (\Delta t_i / t_{ui}) \cdot 100\% \quad (1)$$

На основе допустимого для выбранного приемника значения показателя джиттера и битовой скорости по диаграммам, приведенным в стандарте [4], может быть определена предельно допустимая длина линии, если она однородна и выполнена из витой пары с проводниками сечением $0,21 \text{ мм}^2$ (24AWG), из которых изготавли-

ваются телекоммуникационные кабели UTP с волновым сопротивлением 96 Ом .

ОСОБЕННОСТИ И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛОВ LVDS

Требования к осциллографам, пробникам и другой необходимой для измерений оснастке следует непосредственно из структуры сигналов LVDS и необходимости получения объективной информации о качестве сигнала. Рабочая полоса частот применяемых осциллографов и пробников должна быть в идеальном случае не менее чем в три раза больше, чем битовая скорость, тогда частотные ограничения средств измерений можно считать пренебрежимо малыми. Если LVDS работает на предельной рекомендуемой скорости, то требуемая полоса составляет 2 ГГц . Минимально необходимая для измерений полоса частот равна битовой скорости.

Поскольку измерения характеристик LVDS в большинстве случаев выполняются на готовых изделиях, то особое значение имеет сохранение условий распространения сигналов, в частности, согласования. Подключение пробников должно выполняться таким образом, чтобы их влияние было минимальным. Пробники должны иметь высокое входное сопротивление, а их подключение в выбранном измерительном сечении необходимо осуществлять проводниками минимально достаточной длины во избежание резонансных явлений.

При выборе методов выполнения измерений будем ориентироваться на классическое соединение LVDS типа «точка-точка», для которого в некотором измерительном сечении должны быть определены параметры V_{OD} , V_{OS} , ΔV_{OD} , ΔV_{OS} , t_r , t_f , а также построена глазковая диаграмма. Перечисленные параметры при строгом подходе являются статистическими и требуют обработки с накоплением, которую в отсутствие значительно джиттера можно не проводить только для длительностей нарастания и спада. Стандарт [4] не устанавливает уровней, по которым измеряются значения t_r и t_f , ввиду чего следует пользоваться другими нормативными документами. Стандарт [10] предусматривает для определения длительности фронта и спада уровни, равные 10 и 90% амплитуды. Поскольку сигналы LVDS имеют постоянную составляющую, то вместо амплитуды для них берут размах. В случае LVDS измерения для сигнала в каждой линии выполняются отдельно по схеме на рис. 6а, в которой может быть использован только один из несимметричных пробников, поочередно подключаемых к проводникам линии.

Для дифференциальных сигналов широко применяется теория модового распространения [1], согласно которой сигнал раскладывается на синфазную и дифференциальную составляющие, соответствующие во введенных обозначениях V_{OS} и V_{OD} . Если напряжения относительно земли в линиях дифференциальной пары равны V_1 и V_2 , то $V_{OS} = 0,5(V_1 + V_2)$,

ПАРАМЕТРЫ СИГНАЛОВ LVDS (ANSI/TIA/EIA-644)

Обозначение	Параметр Описание	Значение		Единица измерений
		мин.	макс.	
Для передатчика				
V_{OD}	Дифференциальное выходное напряжение	247	454	мВ
V_{OS}	Напряжение смещения	1,125	1,375	В
ΔV_{OD}	Изменение V_{OD}	-50	50	мВ
ΔV_{OS}	Изменение V_{OS}	-50	50	мВ
I_{SA} , I_{SB}	Ток короткого замыкания (каждой линии LVDS)		24	мА
t_r , t_f	Длительность фронта/спада при битовой скорости: — свыше 200 Мбит/с — до 200 Мбит/с	0,26	1,5	нс
		0,26	$0,3t_{ui}$	
Для приёмника				
I_{in}	Входной ток		20	мкА
V_{in}	Входное напряжение	0	2,4	В
V_{TH}	Пороговое напряжение		± 100	мВ

Таблица 1

ТОКОВЫЕ КЛЕЩИ превосходный выбор

АКТАКОМ
www.aktakom.ru

@aktakom

АКТАКОМ

YouTube



АТК-2103

Измерение токов до 2000 А

- Измерение постоянного/ переменного тока: 0,1...2000 А
- Измерение малых токов от 0,1 мкА
- Базовая погрешность: 1,2%
- Встроенный мультиметр



АТК-2250

Большой охват магнитопровода

- Измерение постоянного тока до 2500 А
- Измерение переменного тока до 2100 А
- Встроенный мультиметр
- Аналоговый выход



АСМ-2056

Бесконтактный датчик напряжения

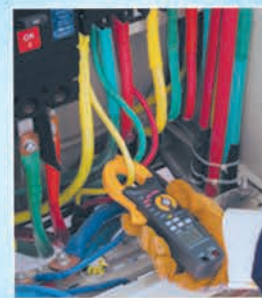
- Измерение постоянного/ переменного тока: 0,1...1000 А
- Измерение постоянного/ переменного напряжения: 0,1 мВ...600 В / 1 мВ...600 В
- Базовая погрешность: 0,8%
- Встроенный мультиметр



АТК-2104

Регистрация пиковых значений

- Измерение постоянного/ переменного тока: 0,1...1000 А
- Измерение активной (до 600 кВт) и полной мощности в одно- и трехфазных сетях
- TrueRMS (45...500 Гц)



АСМ-2209

Токосные клещи-ваттметр с функцией фиксации пусковых токов

- Измерение активной, реактивной и полной мощности до 600 кВт
- Измерение тока в 1- и 3-фазных сетях до 1000 А
- TrueRMS (40...400 Гц)



АТК-2011

Токосные клещи для измерения больших токов

- TrueRMS измерения
- Измерение переменного тока до 3000 А
- Гибкий магнитопровод диаметром 170 мм
- Регистрация MIN и MAX значений
- Регистрация пиковых значений



АСМ-2159

Токосные клещи-мультиметр-регистратор

- Измерение постоянного и переменного тока до 2000 А
- Измерение напряжения, сопротивления, емкости, частоты
- TrueRMS (40 Гц...1 кГц)
- Регистратор на карту SD



АСМ-2036

Компактный прибор с функциями мультиметра

- Измерение постоянного и переменного тока до 200 А
- Измерение постоянного и переменного напряжения до 600 В
- Удержание пиков < 10 мс



АСМ-1803

Токосные клещи-адаптер

- Измерение постоянного/ переменного тока до 400 А
- Аналоговый выход 1 мВ/А и 10 мВ/А
- Диаметр обхвата 30 мм
- Бесконтактный детектор напряжения

Большинство приборов в Государственном Реестре средств измерений!



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru

БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ НА
www.eliks.ru



Контроль тестового уровня



0,05%

Новинка!

AMM-3046

Встроенный источник смещения



CV-метрия!

AMM-3068/3088

Анализ трансформаторов



AMM-3038/3058

Параметры	AMM-3046	AMM-3038/3058	AMM-3068/3088
Точность	0,05 %	0,05 %	
Тестовая частота (максимальная)	200 кГц	300 кГц / 1 МГц	
ЖК-дисплей	6 разрядов TFT	6 разрядов TFT (480×272)	6 разрядов TFT (800×480)
Ёмкость		0,00001 пФ...10 Ф	
Индуктивность		0,01 нГн...100 кГн	
Сопротивление		0,01 МОм...100 МОм	

AM-3055



карманный

AMM-3033



Регистратор

+ мультиметр

AM-3128



100 кГц

AM-3123
AM-3125



DCR

10/100 кГц

Параметры	AM-3055	AMM-3033	AM-3128	AM-3123/AM-3125
Точность	1,2 %	0,5 %	0,25 %	0,25 %
Тактовая частота (макс.)	3 Гц	10 кГц	100 кГц	10 кГц (AM-3123) 100 кГц (AM-3125)
ЖК-дисплей	3 ½ разряда; однорядный	3 5/6 разрядов; однорядный	4 ½ разряда; двухрядный	5 разрядов; двухрядный
Схемы измерения	2-х проводная	2-х проводная	3-х, 5-ти проводная	3-х, 5-ти проводная
Ёмкость	1 пФ...60 мФ	0,1 пФ...600 мкФ	0...20 мФ	0,01 пФ/0,001 пФ...20 мФ
Индуктивность	—	0,1 мкГн...100 Гн	0...1000 Гн	0,01 мкГн/0,001 мкГн...1 кГн
Сопротивление	0,1 Ом...60 МОм	0,1 Ом...60 МОм	0...20 МОм	0,1 Ом...10 МОм

Читайте об измерении паразитных параметров и сортировке RLC-компонентов на www.eliks.ru в разделе "Решения"



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru



БОЛЬШЕ
ИНФОРМАЦИИ НА
www.eliks.ru

Подписывайтесь на каналы aktakom:



$V_{OD} = (V_1 - V_2)$. Напряжения V_1 и V_2 изменяются во времени, поэтому значениям V_{OS} и V_{OD} следует присваивать средние значения, измеренные в окрестности середины битового интервала, а для определения разбросов ΔV_{OD} и ΔV_{OS} осуществлять накопление в течение некоторого времени.

На рис. 6,а представлена схема измерений для параметров V_{OS} и ΔV_{OS} . В ней применяется два несимметричных пробника, подключенных к проводникам линии LVDS. Синхронизация может осуществляться по любому из каналов, режим запуска развертки — по перепаду как с положительным, так и с отрица-

модуля. Синхронизация осуществляется также, как в предыдущем случае, порог запуска принимается равным 0 В. Схема измерений показана на рис. 6,б. Такие же измерения можно провести по схеме на рис. 6,а с использованием соответствующей математической обработки. На рис. 6,а показан наиболее распространенный случай симметричного отклонения постоянного смещения в положительную и отрицательную сторону; если это условие не выполняется, то положительные и отрицательные отклонения измеряются по раздельности и также сопоставляются с допуском в 50 мВ (таблица 1).

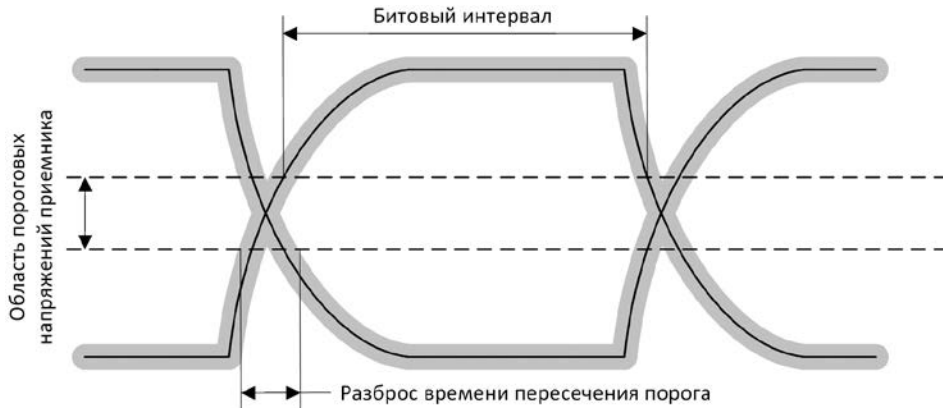


Рис. 5. Глазковая диаграмма и характеристики для определения показателя джиттера

тельным нарастанием. Текущие значения V_{OS} рассчитываются в осциллографе на основе математической обработки, для полученной функции применяется режим бесконечного послесвечения. На фронтах и спадах могут наблюдаться большие отклонения напряжения смещения, но такие области за счет синхронизации будут совмещены по времени, что даст более полную информацию о сигналах. В качестве результата измерений для V_{OS} принимается усредненное значение, ΔV_{OS} оценивается по фактическому разбросу значений V_{OS} . Форма изменения V_{OS} на рис. 6,а показана условно.

При смене логического состояния дифференциальное напряжение переходит через нулевое значение. Как следует из таблицы 2, дифференциальное напряжение V_{OD} измеряется в средней части битового интервала. Принципы измерений V_{OD} и ΔV_{OD} аналогичны изложенному выше, однако в схеме рекомендуется использовать дифференциальный пробник, а при расчете V_{OD} — применять функцию

Построение глазковой диаграммы целесообразно осуществлять при помощи специальных измерительных опций осциллографов, которые на основе анализа входного цифрового потока обеспечивают автоматическую выработку сигналов запуска развертки. Для этого, например, в осциллографах серии R&S RTO имеется специальная опция R&S RTO-K12, предназначенная для анализа джиттера цифровых сигналов [11]. При необходимости запуск развертки реализуется специальным аппаратным модулем восстановления тактовой частоты [12]. Поскольку приемник LVDS работает по разностному сигналу, то построение глазковой диаграммы следует производить в схеме на рис. 6,б с использованием дифференциального пробника и без использования дополнительной математической обработки. Показатель джиттера рассчитывается в соответствии с (1) на основе параметров, измеренных непосредственно по глазковой диаграмме. В качестве критерия качества сигналов LVDS на входе при-

емника можно использовать условие раскрытия «глаза» не менее заданного по времени и амплитуде, принятое для цифровых сигналов [1, 8] и легко формализуемое при тестировании по маске [13].

Общая схема тестирования соединенный LVDS должна учитывать распределение потерь качества сигнала между разными участками линии передачи, которая при использовании интерфейса для соединения печатных узлов будет являться неоднородной. В схеме на рис. 7 передатчик LVDS, выходной сигнал которого формируется, например, на основе битового потока в ТТЛ-уровнях, подключен к дифференциальной линии, образованной печатными проводниками и завершающейся переходом на витую пару, который может быть оформлен в виде разъёмного или неразъёмного соединения. На второй плате также имеется переход на дифференциальную линию. Практика проектирования печатных плат свидетельствует о том, что именно неоднородности линий передачи, на которых возникают помехи отражения, являются одной из важнейших причин деградации сигналов. Для устранения этой проблемы все участки неоднородной линии передачи должны быть весьма точно согласованы по волновому сопротивлению, а его значение должно поддерживаться постоянным вдоль всей линии передачи.

Исходя из этого, на рис. 7 буквами отмечены сечения линии, в которых целесообразно проводить описанные выше измерения характеристик сигналов LVDS. Дополнительно могут быть сопоставлены осциллограммы цифровых сигналов до передатчика и после приемника. Для этого могут применяться не только сами каналы осциллографа, но и входы логического пробника, работающего на той же аппаратной платформе. Указанное на рисунке количество и расположение измерительных сечений являются предельными; для однородных электрически коротких участков измерительные сечения объединяются в одно. При контроле LVDS в печатных узлах с высокой плотностью монтажа, а также при размещении линий дифференциальных пар на внутренних слоях платы часть измерительных сечений может быть физически недоступна. В этом случае контроль параметров сигналов LVDS должен выполняться на входе передатчика и выходе приемника.

Исходя из изложенного, для контро-

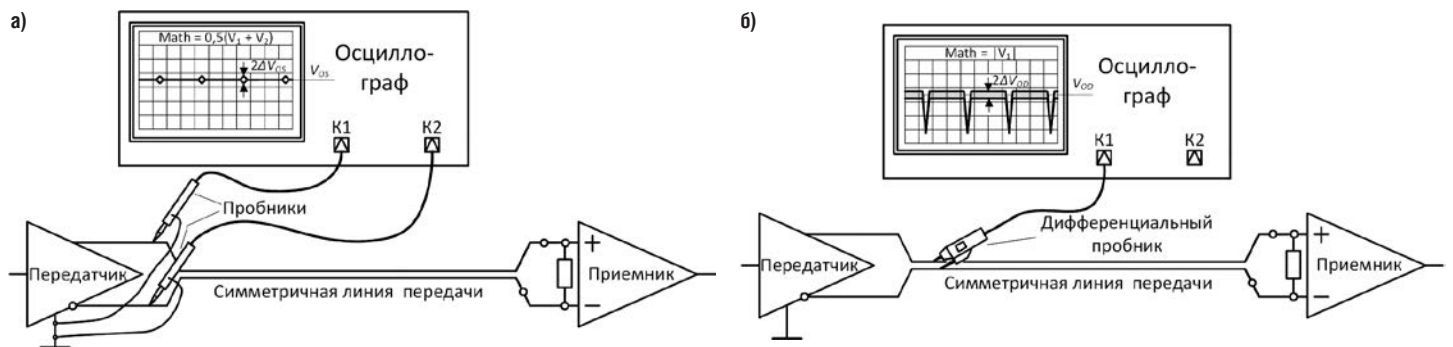


Рис. 6. Схемы измерений для LVDS: а) напряжения смещения V_{OS} и его отклонения ΔV_{OS} ; б) дифференциального напряжения V_{OD} и его отклонения ΔV_{OD}

ля сигналов LVDS и проверки их соответствия требованиям стандартов необходимо использовать осциллограф с достаточной полосой, а также, как минимум, два несимметричных и один дифференциальный пробники. Рассмотрим пример выполнения таких измерений с использованием осциллографов серии RTO компании Rohde&Schwarz.

ПРИМЕР ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛОВ LVDS

Объект исследований, измерительное оборудование и оснастка. Для проведения измерений, демонстрирующих возможности осциллографов R&S RTO в части анализа сигналов LVDS, использовался высокоскоростной драйвер/приемник сигналов LVDS SN65LVDS051D фирмы Texas Instruments, выполненный в интегральном исполнении [9]. Он включает два передатчика и два приемника с предельными скоростями 400 Мбит/с и 100 Мбит/с соответственно. Микросхема выполнена в корпусе SOIC-16, имеет номинальное напряжение электропитания 3,3 В. Для осуществления внешних подключений она устанавливалась на макетную плату через специальный переходник для программирования микросхем, не ограничивающий предельную скорость передачи бит в диапазоне используемых при измерениях значений. Проводные соединения на плате были выполнены с учетом необходимости симметрирования дифференциальной линии. Электропитание микросхемы SN65LVDS051D осуществлялось от двухканального источника R&S NGL202, имеющего два канала и обеспечивающего регулировку напряжения и тока в интервалах 0...10 В и 0...6 А соответственно.

При выполнении измерений параметров сигналов LVDS использовались схемы, представленные на рис. 6 и дополненные необходимыми вспомогательными элементами, а при оценке влияния длины витой пары на передачу сигналов LVDS — схема на рис. 8. На ней обозначение выводов микросхемы соответствует [9]. В качестве средства измерений был выбран осциллограф R&S RTO2044 с полосой рабочих частот до 4 ГГц и четырьмя каналами. Он же обеспечивал генерацию первичной цифровой последовательности, из которой затем формировался сигнал LVDS. Для этого использовался сигнал с выхода D0 паттерн-генератора, который входит в состав аппаратно-программной опции формирования сигналов произвольной формы R&S RTO-B6. Битовая последовательность носила псевдослучайный характер с периодом корреляции 1024 бита и была построена на основе принципов генерации C/A-кода [14]. В качестве контрольных сечений в схеме на рис. 8,а были выбраны входы и выходы передатчика и приемника LVDS. Эти сигналы подавались на входы 1 – 4 осциллографа.

При измерении значений V_{OS} , ΔV_{OS} , t_r , t_f по схеме на рис. 6,а, а также выходного сигнала приемника LVDS в схеме на рис. 8 использовались активные пробники R&S RT-ZS20 с полосой пропускания 1,5 ГГц.

их схемотехника обеспечивает компенсацию постоянной составляющей сигналов, в результате чего обработка осуществляется только для переменной составляющей, а информация о величине постоянной составляющей передается как сопутствующие данные. Такая концепция позволяет значительно расширить динамический диапазон пробников.

Результаты измерений параметров V_{OD} , V_{OS} , ΔV_{OD} , ΔV_{OS} , t_r , t_f были получены при скорости псевдослучайного битового потока, равной 100 кбит/с. Выход передатчика и вход приемника LVDS соединялись витой парой длиной 0,2 м, пробники подключались в соответствии с рис. 6,а со стороны передатчика. При проведении измерений были обнаружены резонансные процессы в виде высокочастотного звона, который проявляется вблизи фронтов и спадов в каждой линии сигнала LVDS, что связано с конфигурацией соединений и использованием беспаячной макетной платы.

Ввиду этого результаты измерений регистрировались с использованием фильтра низких частот (ФНЧ).

На рис. 9 показаны осциллограммы для измерений V_{OS} и ΔV_{OS} , на которых измерение названных параметров определялось при помощи курсорных измерений. При выключенном ФНЧ (рис. 9,а) вблизи фронтов и спадов наблюдаются значительные выбросы. Та-

кие переходные процессы для приемника LVDS являются помехами, включающими синфазную и дифференциальную составляющие. Их размах составляет около 0,7 В, что не позволяет правильно измерить значение ΔV_{OS} . При использовании ФНЧ с частотой среза 1 МГц (рис. 9,б) эта проблема устраняется: высокочастотный звон оказывается подавленным, и результаты измерений соответствуют стандарту. Значение постоянной составляющей изменяется в интервале от 1,186 до 1,259 В, при этом $V_{OS} = 1,223$ В. Указанный интервал соответствует удвоенному значению ΔV_{OS} , откуда $|\Delta V_{OS}| = 37$ мВ для отклонений как в сторону больших, так и в сторону меньших значений. Для построения этих осциллограмм накопление не ис-

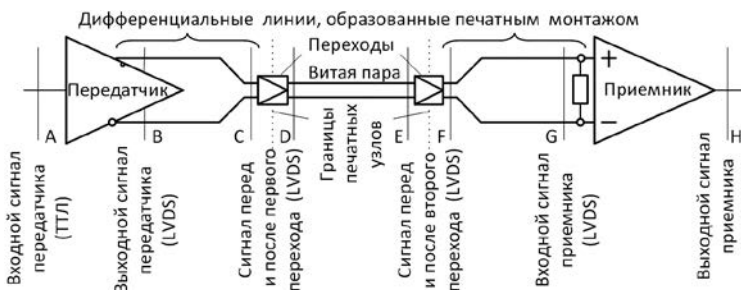


Рис. 7. Типовая структура неоднородной линии при передаче сигналов LVDS

Измерение дифференциальной составляющей по схеме на рис. 6,б, а также подача сигнала в начале линии LVDS на вход канала 2 осциллографа в схеме на рис. 8,а осуществлялось с применением дифференциального пробника R&S RT-ZD10 с полосой рабочих частот до 1 ГГц, в схеме на рис. 8,а дополнительно использовался пробник R&S RT-ZD20 с полосой до 1,5 ГГц, подключающийся к каналу 3 осциллографа. На этом рисунке вход и выходы передатчика LVDS имеют обозначения 2D, 2Z и 2Y, выход и входы приемника LVDS — 2R, 2A и 2B. Фотография измерительной установки показана на рис. 8,б.

Примечательной особенностью использованных в схеме дифференциальных активных пробников является то, что

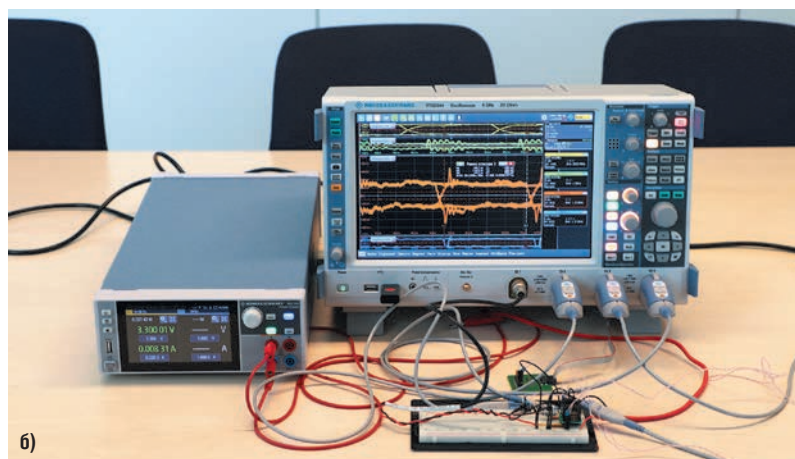
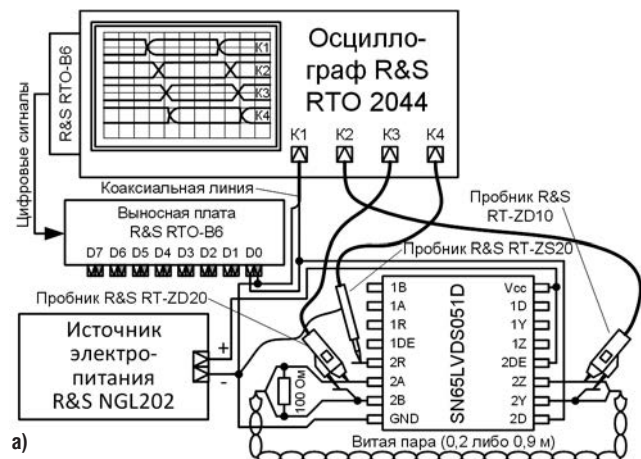


Рис. 8. Измерительная установка для оценки влияния длины линии передачи на качество сигналов LVDS: а) схема; б) фотография

пользовалось, запуск развертки осуществлялся по фронту сигнала в канале 1.

На рис. 10 показаны результат измерений дифференциальной составляющей сигнала LVDS, полученный в режиме накопления с бесконечным послесвечением в течение 40 с, при использовании схемы измерений на рис. 6,б и ФНЧ с частотой

ставе микросхемы SN65LVDS051D, лежат в допустимых пределах, указанных в таблице 1. В документации [9] имеется отдельное указание о соответствии используемого интегрального компонента стандарту ANSI TIA/EIA-644-1995.

Оценка влияния длины витой пары на качество приема сигналов LVDS может

представлены на рис. 11. В ней для соединения выхода передатчика и входа приемника LVDS поочередно использовались витые пары длиной 0,2 и 0,9 м. При большей длине витой пары запаздывание ожидаемо увеличивается с 66,3 нс до 69,7 нс, т.е. погонное затухание составляет 4,9 нс/м, а эффективная диэлектрическая проницае-



а)



б)

Рис. 9. Измерения значений V_{os} и ΔV_{os} : а) без использования ФНЧ; б) при использовании ФНЧ с частотой среза 1 МГц

среза 5 МГц. Запуск развертки осуществлялся и по фронту, и по спаду дифференциального сигнала. Значение модуля дифференциального напряжения лежит в интервале от 284 до 312 мВ, $V_{OD} = 298$ мВ, $|\Delta V_{OD}| = 14$ мВ для отклонений как в сторону больших, так и в сторону меньших значений.

Далее, на рис. 11 показаны результаты автоматических измерений длительностей фронта и спада сигналов по критерию 10 – 90%, полученные при использовании ФНЧ с частотой среза 10 МГц. При таком её значении фильтрация не влияет на длительность фронтов и спадов, а высокочастотный звон оказывается подавленным. Длительность фронта и спада сигнала в канале 1 составила 24,6 и 24,4 нс, а в канале 2 — 20,5 и 29,1 нс.

Как и ожидалось, параметры сигнала LVDS, формируемый передатчиком в со-

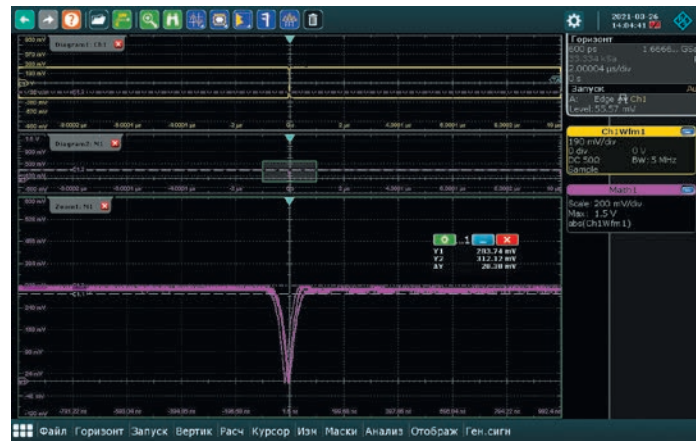
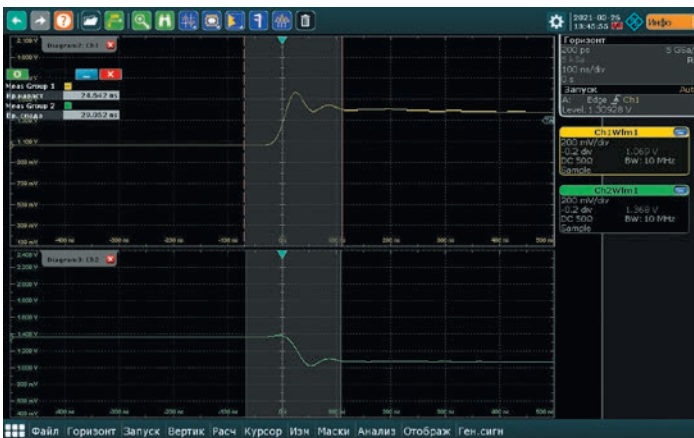


Рис. 10. Результат измерений значений V_{OD} и ΔV_{OD}

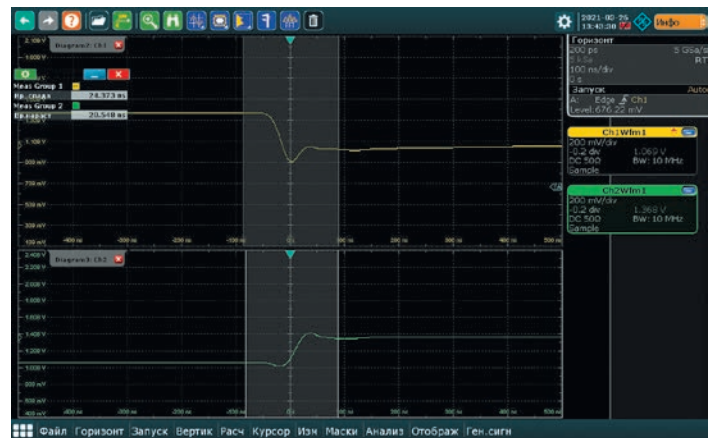
быть выполнена на основе сопоставления глазковых диаграмм, построенных для сигналов LVDS на стороне приемника при разной длине витой пары. При выполнении этих измерений использовалась схема, показанная на рис. 8, их результаты, полученные при битовой скорости 40 Мбит/с,

мость для линии передачи равна 1,2. При малой длине витой пары резонансные процессы оказываются более выраженными за счет близкого расположения колебательных контуров, образованных проводниками линии в её начале и в конце. Потери, выражающиеся в уменьшении раскрыва глаза по амплитуде, в обоих случаях примерно одинаковы, но при переходе к кабелю большей длины длительность фронта увеличивается с 4 до 6 нс.

При использовании витой пары длиной 0,2 м $t_{ui} = 45,6$ нс, $\Delta t_i = 4,5$ нс, и показатель джиттера в соответствии с формулой (1) равен $J = 9,9\%$. Если длина линии равна 0,9 м, то $t_{ui} = 45,2$ нс, $\Delta t_i = 4,4$ нс, $J = 9,7\%$, т.е. показатель джиттера фактически остается неизменным. Таким образом, для витых пар выбранной длины условия распространения сигналов оказываются в целом одинаковыми с точностью до задержки.



а)



б)

Рис. 11. Результаты автоматических измерений длительности: а) фронта в канале 1 и спада в канале 2; б) фронта в канале 2 и спада в канале 1

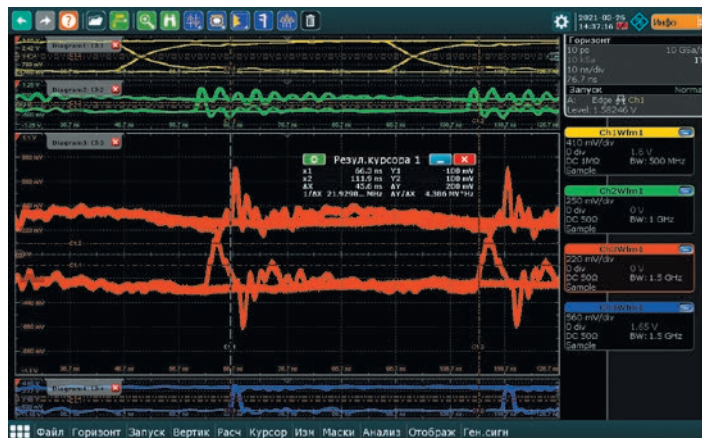
По осциллограммам сигналов в канале 3 также можно определить фактическую предельную битовую скорость для системы «передатчик – линия – приемник». В переходной зоне приемника LVDS дифференциальное напряжение изменяется фактически линейно. При заявленной для передатчика LVDS максимальной скорости, равной 100 Мбит/с, на передачу одного бита затрачивается 10 нс времени. Трапециевидная модель высокоскоростных циф-

яние, например, на скорость нарастания сигналов при измерениях длительности фронта. Это обуславливает требование к запасу по полосе пропускания.

Несмотря на распространенность LVDS, в осциллографах компании R&S до настоящего времени не реализованы специальные опции для тестирования на соответствие таких сигналов стандартам. С учетом того, что такая проверка строится на использовании стандартных из-

и автоматизации. Сигналы электрические с дискретным изменением параметров входные и выходные». — М.: Издательство стандартов, 1991, с. 5.

11. Лемешко Н.В., Струнин П.А. Современные возможности анализа джиттера в высокоскоростных цифровых устройствах на примере опции R&S RTO-K12. — Контрольно-измерительные приборы и системы, № 2, 2019, с. 21-31.



а)



б)

Рис. 12. Результаты измерений, полученные при длине витой пары: а) 0,15 м; б) 0,9 м

ровых сигналов [1] предусматривает, что логическое состояние захватывается в течение времени, не меньшего чем длительность фронта или спада. Полагая, что на время передачи единичного бита приходится половина длительности фронта или спада, минимальное время передачи единичного бита при длительностях фронта/спада 4 и 6 нс составляет 8 и 12 нс, что соответствует предельным битовым скоростям 125 и 83 Мбит/с. Отсюда ясно, что при общем сохранении амплитудного и временного раскрытия глазковой диаграммы, а также той же вероятности битовых ошибок битовая скорость с увеличением длины используемой витой пары будет снижаться, но некратно увеличению этой длины. Это соответствует выводам и графикам, представленным в стандарте [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проверка соответствия сигналов LVDS стандартам [4, 5] может быть выполнена с использованием типовых измерительных функций современных осциллографов. По аналогии с рассмотренными принципами может быть оценено соответствие стандартам более специализированных разновидностей LVDS, например, Bus LVDS, технологии, применяемой для организации многоабонентской передачи данных, для которой имеются свои стандарты и своя совокупность электрических параметров, подлежащих измерениям.

При оценке соответствия сигналов LVDS требованиям стандартов средства измерений и оснастка, как и во многих других случаях, определяют достоверность получаемых результатов, и потому они не должны оказывать значимое влия-

ние измерительных функций осциллографов, у пользователей есть потенциальная возможность решить эту проблему самостоятельно и творчески, например, используя команды удаленного управления приборами либо опцию программируемого интерфейса R&S RTH-K38 для портативных осциллографов R&S RTH [15, 16].

ЛИТЕРАТУРА

1. Кечиев Л.Н. Печатные платы и узлы гигабитной электроники. — М.: «Грифон», 2017, с. 424.
2. Universal Serial Bus 3.2 Specification. Rev.1, 22.09.2017. — Интернет-ресурс <http://www.usb.org> (дата обращения 10.03.2021).
3. Интернет-ресурс <http://www.mirpu.ru/lcd/75-shtmatrcnics/119-interftftp2.html> (дата обращения 27.01.2021).
4. Интернет-ресурс <https://www.ti.com/lit/an/slla038b/slla038b.pdf> (дата обращения 27.01.2021).
5. Интернет-ресурс https://standards.ieee.org/standard/1596_3-1996.html (дата обращения 27.01.2021).
6. Интернет-ресурс <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/interface/lvds/lvds.htm> (дата обращения 27.01.2021).
7. Интернет-ресурс <https://ru.wikipedia.org/wiki/LVDS> (дата обращения 27.01.2021).
8. Кечиев Л.Н. Проектирование печатных плат для цифровой высокоскоростной аппаратуры. — М.: ООО «Группа ИДТ», 2007, с. 616.
9. SN65LVDSxxx High-Speed Differential Line Drivers and Receivers. — SLLS301R. — Интернет-ресурс www.ti.com (дата обращения 30.01.2021).
10. ГОСТ 26.013-81 «Средства измерений

12. Лемешко Н.В., Горелкин М.В., Струнин П.А. Использование опции R&S RTO-K13 при отладке схем формирования тактовых сигналов последовательных цифровых интерфейсов. — М.: Компоненты и технологии, № 11 (232), 2020, с. 104-112.
13. Осциллографы цифровые R&S RTO. Руководство по эксплуатации. v.06. — 1332.9725.02, с. 1086.
14. Спецификация GPS. Документ IRN-IS-200J-001. — Интернет-ресурс <https://www.gps.gov> (дата обращения 09.09.2020).
15. Портативный цифровой осциллограф R&S Scope Rider RTH. Руководство по эксплуатации. — 1326.1578.02-08, с. 270.
16. Handheld Oscilloscope R&S® RTH1002, R&S® RTH1004. Specifications. — Data Sheet, v.19, July 2019. — 3607051722.

The present article describes different approaches to measurement of LVDS signal characteristics to verify their compliance with the standards. You will learn more about the use specifications and the topology of LVDS-based connections as well as the standard requirements to the signals used. The author will demonstrate methods and schemes to measure LVDS signal characteristics that require the use of oscilloscopes and determine the basic requirements for measuring instruments and equipment. Also you will see an example of how to measure the characteristics of LVDS signals using R&S RTO series oscilloscope and SN65LVDS051D transmitter/receiver.

R&S® Scope Rider

3 года
гарантия

RTH1002 PLUS



СПЕЦИАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКТ

Оптимальный состав комплектов

- Портативный осциллограф RTH1002
- Опция полосы пропускания 200 МГц – RTH-B222
- Опция беспроводных WLAN сетей – RTH-K200
- Опция дистанционного управления через web-интерфейс – RTH-K201
- Жесткий пластиковый кейс для переноски – RTH-Z4

До 8 приборов в одном
компактном корпусе

Беспроводное и проводное
удалённое управление

Превосходные характеристики

- 2 изолированных канала
- Полоса пропускания 200 МГц (опционально до 350 или 500 МГц)
- Частота дискретизации до 5 млрд отсчетов/с
- Глубина памяти до 500 тыс. отсчетов
- Разрешение АЦП 10 бит
- Встроенный мультиметр / вольтметр
- Высокая скорость захвата осциллограмм

Интуитивно-понятное
управление
(сенсорное и кнопочное)

по уникальной цене



2 КАНАЛА
RTH1002PLUS
КОМПЛЕКТ

~~574 230 руб.~~
384 360 руб.

Бесплатная доставка по России!

Оформите заказ на www.eliks.ru

ЗАО «НПП ЭЛИКС» - официальный дистрибьютор компании Rohde & Schwarz
Россия, 115211, Москва, Каширское шоссе, д. 57, корп. 5. Телефон (495) 781-49-69
www.eliks.ru; E-mail: eliks-tm@eliks.ru





Генераторы сигналов



Источники питания



Анализаторы спектра

Новые комбинированные цифровые осциллографы



Включены в Госреестр до 2026 года



Система коммутации и сбора данных

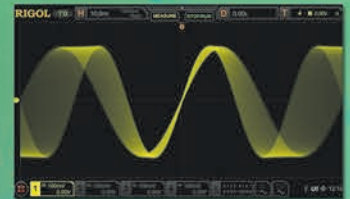


Цифровые мультиметры



Генераторы СВЧ-сигналов

- До семи приборов в одном корпусе
- Полоса пропускания до 2 ГГц
- Количество аналоговых каналов 2 или 4
- Количество цифровых каналов – 16 (для моделей с индексом MSO)
- Процессор собственного производства Phoenix
- Уникальная технология UltraVision 2
 - дискретизация до 10 Гвыб/с в реальном времени
 - большая глубина записи (до 500 М точек)
 - высокая скорость захвата осциллограмм (до 600000 осц/с)
 - регистрация сигналов в реальном времени с возможностью анализа записанных сигналов
- Расширенная система синхронизации, включая запуск по сигналам последовательных шин и зональный триггер
- Функция восстановления тактовой частоты и измерение джиттера (для MSO8000)



	MSO5000	DS/MSO7000	MSO8000
Полоса	70 МГц, 100 МГц, 200 МГц, 350 МГц + апгрейд	100 МГц, 200 МГц, 350 МГц, 500 МГц + апгрейд	600 МГц, 1 ГГц, 2 Гц + апгрейд
Аналоговые каналы	2 или 4 + апгрейд с 2 до 4	4	4
Цифровые каналы	16 (опция)	16 (MSO7000)	16 (опция)
Встроенный генератор сигналов	2 канала (опция)	2 канала (опция для MSO)	2 канала
Макс. дискретизация	8 Гвыб/с	10 Гвыб/с	10 Гвыб/с
Скорость захвата	500000 осц/с	600000 осц/с	600000 осц/с
Память (макс.)	100 М /200 М (опция)	100 М /250 М, 500 М (опции)	500 М
Анализ последовательных шин	I ² C, SPI, RS-232/ UART, LIN/CAN, FlexRay, I ² S, MIL — опции	I ² C, SPI, RS-232/ UART, LIN/CAN, FlexRay, I ² S, MIL — опции	I ² C, SPI, RS-232/ UART, LIN/CAN, FlexRay, I ² S, MIL — опции
Дисплей	9" сенсорный 1024x600	10,1" сенсорный 1024x600	10,1" сенсорный 1024x600



«ИРИТ»: Москва, 115211,
Каширское шоссе, дом 57, корпус 5
Телефон/факс: (495) 344-97-65,
Телефон: (495) 781-79-97
E-mail: irit@irit.ru

Ознакомьтесь с
«Руководством пользователя»
и скачайте каталог продукции
Rigol на сайте www.irit.ru

