

ОСЦИЛЛОГРАФ СМЕШАННЫХ СИГНАЛОВ УСКОРЯЕТ ОТЛАДКУ ВСТРОЕННЫХ СИСТЕМ

MIXED-SIGNAL OSCILLOSCOPE SPEEDS EMBEDDED SYSTEM DEBUGGING

Тревор Смит (Trevor Smith), Tektronix

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня разработчики современных встроенных систем сталкиваются с проблемой постоянного возрастания их сложности. Типовая конструкция встроенной системы включает всевозможные аналоговые сигналы, высоко- и низкоскоростные последовательные линии передачи цифровых данных и микропроцессорные шины. Протоколы последовательной передачи данных, такие как I²C и SPI, часто используются для передачи информации между микросхемами, но они не могут заменить параллельные шины во всех приложениях. Микропроцессоры, программируемые матрицы (FPGA), аналого-цифровые (АЦП) и цифро-аналоговые (ЦАП) преобразователи — вот неполный перечень микросхем, которые доставляют массу измерительных проблем при разработке встроенных систем. Порой инженеру требуется декодировать сигнал шины SPI между двумя микросхемами и при этом одновременно наблюдать сигналы на входе и выходе АЦП на этой же системной плате.

Отладка аппаратной части системы, содержащей смешанные сигналы, представляет собой довольно сложную задачу при использовании обычного четырехканального осциллографа, поэтому многие инженеры вынуждены использовать для исследования множественных сигналов одновременно несколько

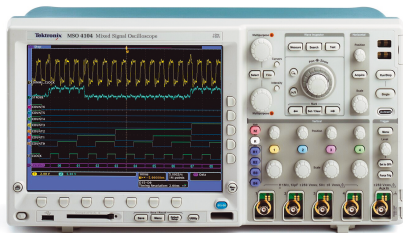


Рис. 1. Осциллографы смешанных сигналов Tektronix серии MSO4000

осциллографов. Логические анализаторы обеспечивают возможность исследования нескольких цифровых сигналов, но сложность задачи отладки системы не всегда оправдывает сложность использования этих приборов. К счастью для инженеров, сталкивающихся с такими трудностями, для решения этих проблем разработаны новые осциллографы смешанных сигналов (mixed signal oscilloscope — MSO). Осциллограф смешанных сигналов (рис. 1) совмещает основные функциональные возможности

Tektronix

16-канального логического анализатора с привычным управлением и функционированием четырехканального осциллографа.

Осциллограф смешанных сигналов совмещает в одном легком портативном устройстве три мощных инструмента для разработки и отладки встроенных систем: усовершенствованный осциллограф реального времени, логический анализатор и средство исследования осциллограмм. Будучи всего 13,7 см (5,4 дюйма) глубиной, этот MSO является самым «плоским» на рынке. Кроме того, он снабжен цветным жидкокристаллическим XGA дисплеем с диагональю 26,4 см (10,4 дюйма) — самым большим в своем классе. Прибор позволяет захватывать и аналоговые, и цифровые сигналы и отображать их коррелированные во времени осциллограммы на одном дисплее. Таким образом, инженеры имеют возможность легко и удобно наблюдать и сопоставлять аналоговые и цифровые сигналы с помощью одного инструмента.

В блоке логического анализатора MSO реализованы два метода захвата цифровых данных. При работе в основном режиме сбора данных прибор захватывает 10 М точек с частотой дискретизации 500 Мвыборок/с (разрешение 2 нс). Кроме того, в приборе используется метод сбора данных со сверхвысоким разрешением, основанный на технологии, известной под названием MagniVuФ. С помощью этого метода обеспечивается захват 10 000 точек с частотой дискретизации до 16,5 Гвыборок/с (разрешение 60,6 пс). Оба режима, основной и MagniVu, позволяют осуществлять захват осциллограмм при каждом запуске и обеспечивают просмотр «живых» или уже зарегистрированных осциллограмм в любое время.

В осциллографе смешанных сигналов содержится набор удобных и легких

для использования инструментов для обнаружения, просмотра и анализа осциллограмм, а также перемещения по ним. Работа с 20 каналами, каждый из которых содержит 10 М точек записи, чрезвычайно упрощается, благодаря использованию автоматического масштабирования и панорамирования осциллограмм, устанавливаемых пользователем маркеров, а также режимов «интеллектуального» поиска.

При отображении цифровых осциллограмм для идентификации логического состояния используются различные цвета: зеленый — при высоком уровне сигнала (логическая 1), синий — при низком (логический 0). Эта функция особенно полезна в том случае, если при масштабировании окна увеличенный фрагмент осциллограммы

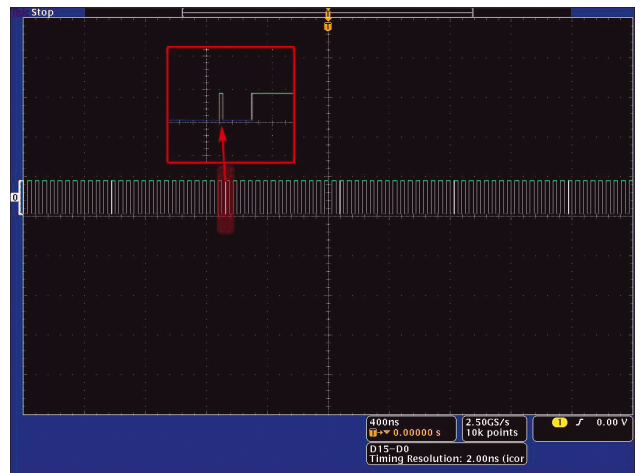


Рис. 2. Белые фронты на дисплее осциллографа указывают, что изображение нужно масштабировать, чтобы рассмотреть детали осциллограммы

цифрового канала находится в одинаковом состоянии на протяжении всего дисплея.

Прибор оснащен системой детектирования множественных переходов. Когда система обнаруживает множественные переходы, на дисплее отображается фронт белого цвета, указывающий, что о данном участке осциллограммы можно получить больший объем информации путем его масштабирования или изменения частоты дискретизации. В большинстве случаев масштабирование позволяет выявить импульс, который был невидим при использовании предыдущих настроек. В случае, если белый фронт остается и после максимального масштабирования, увеличение скорости

дискретизации при следующем захвате данных позволяет получить информацию о более высокочастотных составляющих сигнала (рис. 2).

Осциллограф позволяет захватывать до 10 млн. точек по каждому из двух или четырех аналоговых каналов и по каж-

ли специальной кнопки; при этом оператор имеет возможность сосредоточиться на главном — поиске аномалий сигнала и интересующих его событий;

- пользовательские маркеры, с помощью которых на осциллограмме могут быть сделаны «закладки», отмечающие точки, которые представляют особый интерес;
- поисковые маркеры: по определенным пользовательским критериям (например, по ширине импульса, логическому состоянию или даже содержанию пакетов параллельных или последовательных шин) прибор осуществляет поиск событий по всей зарегистрированной осциллограмме и автоматически отмечает (путем установки маркеров) все события, отвечающие этим критериям, что существенно облегчает в дальнейшем сравнение этих событий и их анализ.



Рис. 3. Дисплей параллельной шины осциллографа смешанных сигналов

дому из 16 цифровых каналов. Такая большая длина записи исключительно важна для регистрации протяженных сигналов с высоким разрешением. Однако при этом возникает целый ряд других проблем. В самом деле, какой прок от захвата тысяч экранов ценной информации, если нет подходящих инструментов для работы со всеми этими данными? Чтобы облегчить работу с записями большой длины, в осциллографе смешанных сигналов содержится набор полезных инструментов, в том числе:

- функции масштабирования и панорамирования, осуществляемые с помощью расположенной на передней панели специальной двухуровневой ручки, обеспечивающей интуитивное управление процессами масштабирования и просмотра осциллограмм;
- функции «воспроизведения и паузы», позволяющие автоматически прокручивать изображение осциллограмм с помощью расположенной на передней пане-

ЗАПУСК ПО СОБЫТИЯМ В ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ШИНЕ ДАННЫХ И ИХ АНАЛИЗ

Многие инженеры тратят огромное количество времени для декодирования данных шин с использованием осциллографа. Для декодирования информации в шине необходимо определить промотреть логическое состояние (0 или 1) каждой линии данных и адресных линий по каждому фронту тактового сигнала. Осциллограф смешанных сигналов упрощает этот процесс, обеспечивая возможность создания параллельных шин. Указав, какие из каналов осциллографа соответствуют линиям данных и тактовому сигналу, пользователь может сформировать дисплей параллельной шины, который автоматически декодирует содержимое шины (рис. 3).



Рис. 4. Запуск и декодирование на примере последовательной шины I2C

ЗАПУСК ПО СОБЫТИЯМ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ШИНЕ ДАННЫХ И ИХ АНАЛИЗ

Последовательные шины, такие как I2C, SPI, RS-232 и CAN широко распространены в современных встроенных системах. Они обеспечивают обмен данными между устройствами, наблюдение за температурой, управление скоростью вращения вентилятора, а также установку состояния различных устройств. Устранение неисправностей на системном уровне при наличии одной или нескольких последовательных шин обычно требует значительных временных затрат вследствие трудностей локализации представляющей интерес части потока данных шины и длительного трудоемкого процесса ручного побитового декодирования сообщений.

С помощью осциллографа смешанных сигналов инженер может легко определить входы прибора в качестве шины I2C, SPI, RS-232 или CAN. В результате он получает следующие преимущества.

1. Как показано на рис. 4, пользователь может осуществлять запуск осциллографа по любой заданной информации на уровне сообщения, например, по заданным адресам, содержимому



Рис. 5. Таблица событий с декодированными данными шины CAN

(данным), идентификаторам, отсутствию подтверждения и т. п.

2. Каждая заданная шина автоматически декодируется, при этом содержимое пакетов отображается на дисплее прибора в виде интуитивно понятной осциллограммы шины.

3. Функция поиска по осциллограмме может использоваться для поиска в длинной записи содержимого последовательной шины с целью быстрого обнаружения определенных событий, представляющих интерес.

В любой момент времени, когда на дисплее отображается осциллограмма шины, пользователь может включить таблицу событий, чтобы наблюдать за работой шины. Таблицы событий дают возможность представить декодированные данные параллельной или последовательной шины в виде списка и позво-

ляют легко просмотреть важные события (рис. 5). Каждый пакет отображается с метками времени, что позволяет выполнять измерения синхронизации между сообщениями.

С помощью осциллографа смешанных сигналов специалисты по разра-

вого импульса, в течение которого синхронный ввод должен оставаться стабильным. Время удержания — это промежуток времени после прохождения переднего фронта тактового импульса, в течение которого синхронный ввод должен оставаться стабильным.

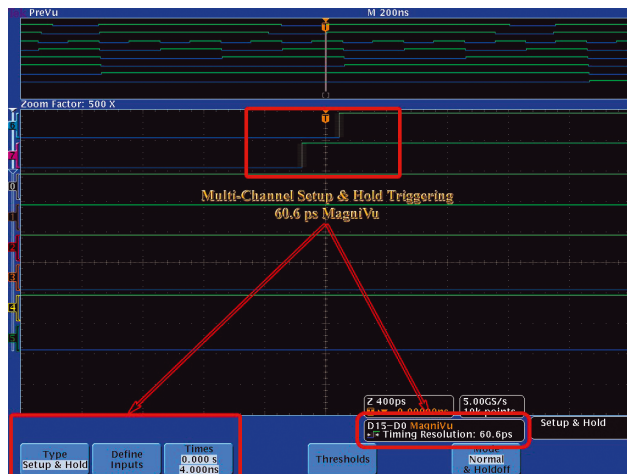


Рис. 6. Дисплей осциллографа смешанных сигналов в режиме выявления событий нарушения времени установки и фиксации (включен режим MagniVu с разрешением 60,6 пс)

ботке аппаратуры и разработчики программного обеспечения могут одновременно наблюдать за работой до четырех последовательных шин I²C, SPI, RS-232 или CAN или параллельных шин для выявления причин отказов. Так, к примеру, можно контролировать сразу несколько шин I²C, запуск которых осуществляется с выхода данных FPGA. Такая возможность создания любой комбинации последовательных и параллельных шин обеспечивает замечательную гибкость в работе с тестируемыми устройствами.

ЗАПУСК ПО ВРЕМЕНИ УСТАНОВКИ И ФИКСАЦИИ НА НЕСКОЛЬКИХ КАНАЛАХ

Измерение времени установки и фиксации является довольно распространенной задачей при работе с современными цифровыми системами. Время установки — это промежуток времени перед приходом фронта такто-

вого импульса, в течение которого синхронный ввод должен оставаться стабильным. Время удержания — это промежуток времени после прохождения переднего фронта тактового импульса, в течение которого синхронный ввод должен оставаться стабильным.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОБНИКОВ

Использование пробников является важным этапом получения наилучших результатов измерений. В некоторых случаях конструкция монтажной платы содержит контрольные точки, однако очень часто приходится припаивать дополнительные проводники, чтобы обеспечить доступ к необходимому сигналу. К счастью, в настоящее время появились специальные пробники, которые удовлетворяют требованиям работы в системах со смешанными сигналами. Такие пробники состоят из двух секций по 90 см и обеспечивают простой доступ к сигналам на различных участках монтажной платы или системы. Так как пробник изготовлен из коаксиального кабеля, который проходит от входа осциллографа до конца щупа, он обеспечивает очень высокую степень целостности сигнала и минимальную нагрузку на уровень 3 пФ. Каждый из входов восьмиканальной группы заканчивается наконечником типа «ружейного ствола», который упрощает процесс подключения к тестируемому устройству. В проводе общего заземления используется разъем автомобильного типа, который позволяет создавать индивидуальные схемы заземления.

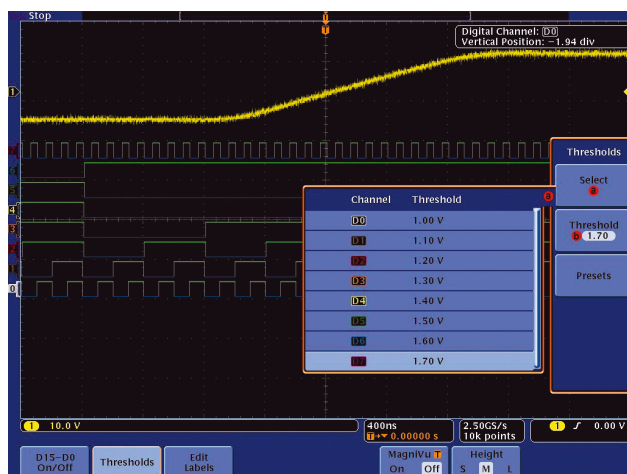


Рис. 7. Дисплей прибора с установленными разными порогами для каждого канала

ЛОГИЧЕСКИЕ ПОРОГИ

Некоторые осциллографы смешанных сигналов позволяют устанавливать только одно значение логического порога по всем восьми каналам. Это означает, что даже если в приборе имеется 16 цифровых каналов, он не может контролировать больше двух интересующих участков, если в схеме используется более двух различных систем логических элементов. Такой прибор будет не в состоянии обеспечить наблюдение за всеми сигналами в системе, в которой используются, например, 3,3 В и 5 В КМОП схемы совместно с ТТЛ.

В новейших приборах пользователь может установить индивидуальные пороги для каждого канала, что позволяет выявлять и решать проблемы с большей эффективностью. Возможность установки порогов для каждого канала делает осциллограф смешанных сигналов намного более гибким и полезным инструментом для отладки сложных систем (рис. 7).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанный в статье осциллограф смешанных сигналов представляет собой многофункциональный, «все-в-одном», инструмент для разработки и отладки встроенных систем, содержащих смешанные сигналы. Прибор построен на платформе отмеченного многими наградами осциллографа и имеет привлекательный интерфейс, что существенно упрощает работу с ним. Прибор оснащен шестнадцатью дополнительными цифровыми каналами и функцией декодирования шин, что позволяет вести отладку систем, содержащих смешанные сигналы, без применения довольно сложных в использовании логических анализаторов. Сочетание высокой производительности и комплекса средств обеспечения контроля, запуска и декодирования параллельных и последовательных шин делает управление осциллографом смешанных сигналов более простым и легким и гарантирует достоверность измерений, что позволяет осуществлять разработку, отладку и тестированию встроенных систем более эффективно.

The mixed signal oscilloscope is a versatile 'all in one' mixed-signal design and debug tool for embedded designers. Built on oscilloscope platform that provides familiar and easy-to-use operation, the mixed signal instrument adds 16 digital channels and bus decoding capabilities to simplify the debug of mixed-signal designs without the complexity associated with the advanced features of logic analyzers. Combining high performance with comprehensive support for monitoring, triggering, and decoding parallel and serial buses, the mixed signal oscilloscope simplifies operation and ensures measurement confidence for engineers needing to design, debug, and test their embedded designs more efficiently.