



СОВРЕМЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТ РАЗРАБОТЧИКА ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ

ЛОГИЧЕСКИЕ АНАЛИЗАТОРЫ Tektronix СЕРИИ TLA 5000

Шумский И.А., к.т.н.

В августе 2003 года американская корпорация Tektronix — один из крупнейших мировых производителей контрольно-измерительного оборудования — представила новую серию логических анализаторов TLA 5000, которые пришли на замену популярной серии логических анализаторов TLA 600.

Серия TLA 5000 (рис. 1) относится к новому поколению моноблочных (не модульных) логических анализаторов (ЛА) и имеет в своем ценовом диапазоне самое высокое временное разрешение, глубокую память и быстрый синхронный сбор данных из представленных в настоящее время на рынке моделей.

Рассмотрим подробнее особенности новой серии ЛА и технические решения, позволяющие добиться выдающихся технических возможностей и, как результат, устойчивого спроса на рынках не только США и Европы, но и в России.

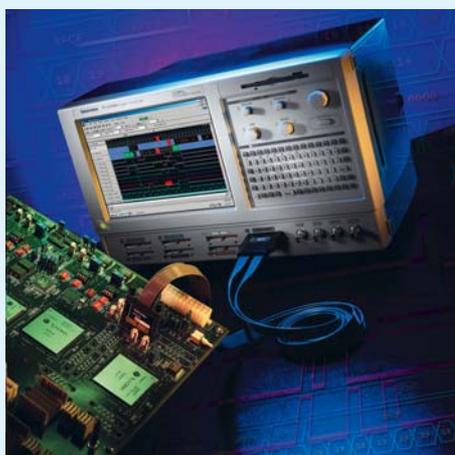


Рис. 1. Логический анализатор TLA 5000

Серия TLA 5000 включает 4 модели, которые различаются только количеством каналов. Их основные характеристики приведены в таблице 1.

В отличие от модульных логических анализаторов (напр., Tektronix TLA 700) системы на основе TLA 5000 имеют максимально 136 каналов и являются нерасширяемыми, что ограничивает область их применения однопроцессорными устройствами и шинными интерфейсами. В этой связи производитель позиционирует линейку TLA 5000 для:

- отладки, проектирования и верификации цифровых устройств;
- мониторинга и измерения возможностей и параметров цифровых устройств;
- отладки однопроцессорных устройств и шинных интерфейсов.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЛА СЕМЕЙСТВА TLA 5000

Таблица 1

Параметр	TLA 5201	TLA 5202	TLA 5203	TLA 5204
Количество каналов	34	68	102	136
Максимальная скорость асинхронного сбора данных в длинную память:				
1/4 каналов			2 ГГц	
1/2 каналов			1 ГГц	
все каналы			500 МГц	
Временное разрешение при асинхронном сборе		125 пс (8 ГГц)		
Длина буфера MagniVu		16 кбайт/канал		
Максимальная длина памяти на канал:				
стандарт		512 К		
опция 7S		2 М		
опция 8S		8 М		
Максимальная скорость синхронного сбора данных			235 МГц	

ЛА серии TLA 5000 построены на платформе мощного персонального компьютера, снабженного всеми необходимыми его атрибутами: процессор Intel Celeron 2 ГГц, оперативная память 512 Мбайт, жесткий диск 80 Гбайт, CD-RW, 3,5-дюймовый FDD, операционная система — Microsoft Windows 2000 Professional SP3. Прибор снабжен большим (10,4 дюйма) цветным дисплеем на жидкокристаллической активной матрице с разрешением 1024×768 точек.

Логический анализатор TLA 5000 имеет понятный и дружелюбный пользовательский интерфейс. Начало работы предельно просто даже для начинающего оператора — благодаря функции мастера установки «EasySetup» всю работу по первичной настройке прибора система выполняет автоматически после подключения пробников.

Для работы с логическим анализатором TLA 5000 предлагается 4 вида пробников.

17-канальные пробники общего назначения P6418 (рис. 2), каждый из которых имеет два восьмиканальных отвода, один одноканальный (тактовый) отвод, а также набор из 20 микроприжимов SMT KlipChip™. Это универсальные пробники с емкостной нагрузкой 1,4 пФ в сигнальном канале и 2 пФ — в тактовом.

17-канальные пробники P6417 отличаются от P6418 тем, что группы по 8 каналов могут быть разделены на отдельные каналы или перегруппированы, т. к. они имеют разборную конструкцию объединительной колодки. В общем случае это позволяет работать с платами большего размера. Они также включают набор из 20 микроприжимов SMT KlipChip™ для присоединения к элементам схемы, не имеющими специальных тестовых контактов.

Для тестирования высокоплотных печатных плат оператор может также использовать пробники высокой плот-

СИНХРОННЫЙ И АСИНХРОННЫЙ СБОР ДАННЫХ

Как известно, логический анализатор — это многоканальное устройство сбора данных, представляющих собой последовательности нулей и единиц (логические состояния) в зависимости от того, больше или меньше входной сигнал заданного порогового уровня.

Анализ цифровых схем и сбор данных может быть асинхронным и синхронным. При асинхронном сборе данных («тайминг») оцифровка внешних сигналов в ЛА осуществляется с частотой, задаваемой внутренним генератором. Этот режим используется для временных измерений данных, определения временных соотношений между элементами данных. Как правило, частота внутреннего генератора значительно больше скорости потока данных, что обеспечивает необходимую точность измерений.

При синхронном сборе данных (регистрации состояний) моменты сбора данных определяются пришедшими из тестируемой схемы тактовыми импульсами. Это могут быть не только системные тактовые импульсы, но и, к примеру, контрольные сигналы по шине или другие сигналы, вызывающие изменение логических состояний в тестируемом устройстве. Как правило, для тактовых импульсов в ЛА выделяются специальные входы.

ности R6434 (34 канала) или 17-канальные прижимные пробники R6419 (рис. 3). Последние отличаются очень малой нагрузочной емкостью — менее 0,7 пФ.

Для использования этих пробников в топологии печатной платы тестируемого устройства должны быть предусмотрены специальные разъемы или контактные площадки.



Рис. 2. Пробники R6418

Мастер EasySetup проверяет активность по всем пробникам, подключенным к тестируемой схеме или устройству и отображает их дисплее (рис. 4).

Пользователь имеет возможность задать пороговые напряжения ЛА тремя способами:

- с помощью выпадающего меню выбрать нужное семейство логических схем; при этом в списке представлены установки пороговых напряжений для всех известных типов логики: TTL (1,5 В), CMOS (1,65 В), ECL (-1,3 В), PECL (3,7 В), LVPECL (2,0 В), LVCMOS 1,5 В (0,75 В), LVCMOS 1,8 В (0,9 В), LVCMOS 2,5 В (1,25 В), LVCMOS 3,3 В (1,65 В), LVDS (0 В);
- задать пороговое напряжение вручную в диапазоне от -2 В до +4 В с шагом 5 мВ;



Рис. 3. Пробники R-6419

- предоставить системе самостоятельно (автоматически) определить пороговые напряжения по каждому каналу. При этом система последовательно варьирует пороговое напряжение от минимального до максимального значения, определяя активность на каждом канале при каждом уровне порогового напряжения, выбирает диапазон пороговых напряжений, в котором наблюдается максимальная активность канала, и устанавливает пороговое напряжение в средней точке этого диапазона.

Далее полностью сконфигурированная система автоматически начинает

сбор данных и отображает результаты в окне данных.

Для отладки современных высокопроизводительных компьютеров и встраиваемых систем временные характеристики логических анализаторов должны иметь разрешение в доли наносекунд. В логических анализаторах Tektronix такое разрешение обеспечивает технология MagniVu™, специально разработанная компанией Tektronix для сверхскоростного сбора данных и впервые примененная в серии TLA700. В основе MagniVu лежит схема многоканальной оцифровки входных каналов, построенная на принципе многократной передискретизации (избыточного сбора данных).

Данные предварительно собираются одновременно по всем каналам со скоростью 8 ГГц, а затем попадают в быструю буферную память размером 16 килобайт на канал. Интервал дискретизации определяется встроенными линиями задерж-

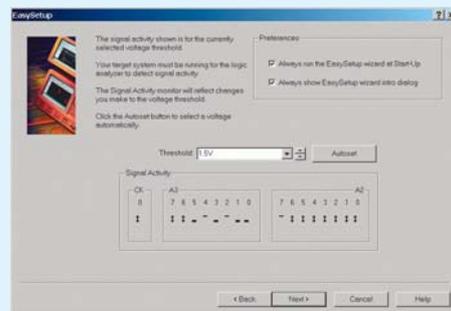


Рис. 4. Мастер настройки входных каналов «EasySetup»

ки, работающими последовательно с фиксированным значением 125 пс (такая архитектура весьма похожа на применяемую в осциллографах Tektronix технологию FISO, где для высокоскоростной оцифровки также используются линии задержки на ПЗС). Таким образом, MagniVu представляет собой промежуточный буфер памяти, содержащий данные, оцифрованные со скоростью 8 ГГц, что позволяет решать с помощью этих ЛА задачи асинхронного сбора для временных измерений с высочайшим разрешением.

В основную длинную память (стандартно 512 кбайт на канал, опции до 8 Мбайт) попадают не все данные, хранящиеся в MagniVu, а только их часть, прошедшая процедуру децимации (прореживания). Для этого и в синхронном, и в асинхронном режиме используется тактирование, «вытаскивающее» данные из буфера MagniVu и формирующее прореженные потоки оцифрованных данных с разрешением до 500 пс (2 ГГц) и длиной до 512 кбайт/канал.

При асинхронном сборе данных в глубокую память используется простое внутреннее тактирование, внутреннее тактирование с удвоением частоты или внутреннее тактирование с учетверением частоты. При этом удвоение или

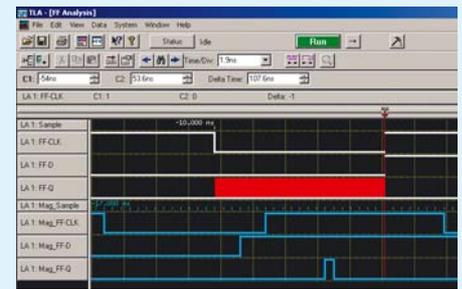


Рис. 5. Отображение одинаковых данных в основной памяти (низкое разрешение, белый цвет) и в MagniVu (высокое разрешение, синий цвет)

учетверение тактовой частоты приводит к уменьшению числа одновременно используемых каналов (половина или четверть каналов соответственно) и, одновременно, к увеличению доступной памяти, приходящейся на один канал.

При синхронном сборе данных тактирование осуществляется внешними тактовыми импульсами, частоту следования которых можно также удвоить.

Независимо от выбора вида тактирования (внутреннего или внешнего) во всех режимах доступны данные длиной 16 кБ с разрешением 125 пс из буфера MagniVu, которые независимо отображаются на дисплее ЛА как отдельная группа данных вблизи точки запуска ЛА (рис. 5).

Скорость тактирования данных MagniVu не зависит от значения внешней или внутренней тактовой частоты, т. к. определяется встроенными линиями задержки 125 пс. Поэтому величина тактовой частоты влияет только на скорость прореживания данных, попадающих из MagniVu в глубокую память. Таким образом, благодаря особенностям архитектуры MagniVu, даже при синхронном сборе данных пользователь может получить детальную информацию о реальных временных параметрах сигналов вблизи точки запуска с разрешением 125 пс без

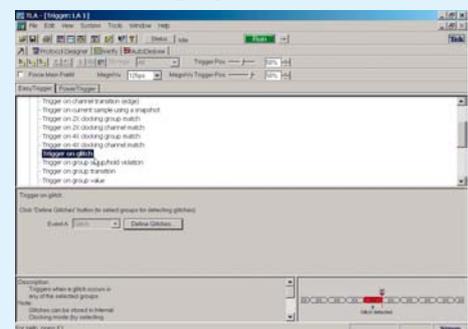


Рис. 6. Окно выбора режимов запуска EasyTrigger повторения сбора данных. При этом решаются две в принципе противоречивые задачи: синхронный и асинхронный сбор данных могут осуществляться одновременно и одним комплектом пробников, что позволяет снизить емкостную нагрузку на тестируемые элементы устройства и упростить саму процедуру измерений.



В системе запуска TLA 5000 имеется большое количество режимов и настроек, что позволяет пользователю создавать различные сценарии запуска и с их помощью выделять и фиксировать в многоканальном потоке данных практически любое событие или условие. Для этого есть специальная функция «EasyTrigger», включающая обширный список типичных условий запуска (рис. 6). Если требуется изменить условия запуска и создать свои, оператор может воспользоваться функцией «PowerTrigger». Измененные условия запуска можно сохранять в виде файлов и накапливать в соответствующей папке.

В TLA 5000 может быть использовано до 18 событий запуска, основные их типы представлены в таблице 2.

Остановимся на некоторых, наиболее важных, режимах запуска, отличающих TLA 5000 от других ЛА.

Детектирование глитчей и запуск по ним — важная особенность TLA 5000, связанная с возможностями технологии MagniVu.

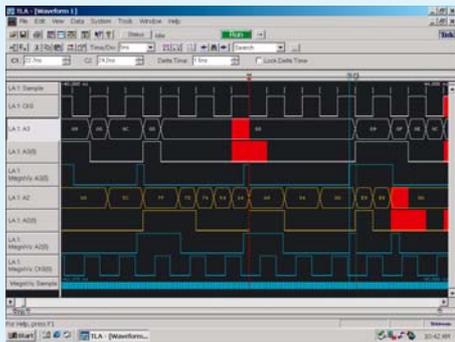


Рис. 7. Детектирование и отображение глитчей по разным каналам

Схема детектирования глитчей в TLA 5000 находится после блока быстрого оцифровщика MagniVu, но происходит перед прореживанием данных в длинную память. Поэтому детектирование глитчей осуществляется с разрешением, равным разрешению MagniVu, т. е. минимальная длительность глитча, который может зафиксировать TLA 5000 составляет 250 пс.

Особенность захвата глитча в TLA 5000 заключается в том, что ЛА не только фиксирует появление глитча, но и с помощью особого «флага» индицирует канал и временной участок, на котором он обнаружен (рис. 7). Это отличает ЛА Tektronix от приборов других производителей, в которых индицируется только временной участок, на котором обнаружен глитч, но для определения канала, на котором он произошел, приходится использовать дополнительный осциллограф. Флаги, отмечающие глитч, могут сохраняться в длинной памяти ЛА с разрешением, равным частоте дискретизации данных при их сохранении в длинную память (до 500 пс).

Другая очень важная особенность

Таблица 2
ОСНОВНЫЕ ТИПЫ СОБЫТИЙ синхронизации в TLA 5000

Событие	Описание
Слово	Проверка групп каналов на значения слов, определенных в диалоговом окне
Группа	Проверка указанной группы каналов на конкретное значение, диапазон значений или изменение значения.
Канал	Проверка указанного канала на слово или изменение слова.
Кадр	Сравнение текущего отсчета с предварительно загруженным образцом в системе распознавания кадра.
Переход	Проверка указанных групп каналов на переходы, определенные в диалоговом окне Transition Definition (Определение переходов).
Глитч	Обнаружение глитчей в группе каналов согласно определению в диалоговом окне Glitch Detect (Обнаружение глитча). Доступно только для внутреннего (асинхронного) тактирования.
Ошибка установки и удержания	Проверка параметров установки и удержания согласно определению в диалоговом окне Setup and Hold Event (Событие установки и удержания). Недоступно для внутреннего (асинхронного) тактирования.
События счетчика и таймера	Проверка значения указанного счетчика или таймера.
Сигнал	Поиск одного из четырех внутренних системных сигналов.

TLA 5000 — возможность запуска при нарушении допусков по времени установления и удержания сигналов относительно тактового импульса (Setup/Hold).

Синхронность работы тактируемых логических элементов — обязательное условие корректной работы синхронной цифровой схемы. Переключение логических элементов в синхронных схемах происходит только при наличии тактового импульса, поэтому на вход логического вентиля входные сигналы должны приходить за некоторое время до прихода тактового импульса и удерживаться некоторое время после него. Неправильное проектирование может

привести к тому, что несвоевременность их поступления на входы логических устройств (например, существенно разная задержка в коммутационных линиях) приведет к неправильному срабатыванию элемента или возникновению случайного импульса (глитча), длительность которого будет определяться задержкой сигналов относительно фронта тактового импульса. Можно сказать, что нарушение синхронизации относительно тактового импульса (setup/hold violations) является одной из причин возникновения глитчей.

(Продолжение следует)

ЧТО ТАКОЕ ГЛИТЧ

Глитч — это импульсная помеха различного происхождения. В логических анализаторах глитч определяется как два или более логических переходов на одном канале, происходящих во временном интервале между двумя соседними выборками данных.

Глитчи часто являются причиной сбоя работы логических систем, поэтому выявление, идентификация и определение причин их появления — важная задача при разработке и наладке логических устройств.

Отчего могут возникать глитчи?

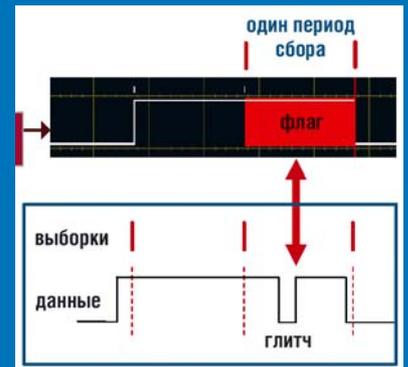
Современные логические элементы, построенные на КМОП и Би-КМОП вентилях, имеют очень высокие скорости переключения и, соответственно, очень резкие логические перепады (фронты). Распространение сигналов с быстрыми фронтами в линиях коммутации, спроектированных для медленной логики, может вызывать ряд эффектов: отражение, наводки в соседних линиях и скачок по «земле».

Отражения происходят в несогласованных линиях, при этом часть сигнала отражается от приемного устройства обратно в линию после некоторой задержки.

Наводка — появление наведенного сигнала в слишком близко расположенной соседней шине из-за емкостной или индуктивной связи.

Скачок по земле — локальный временный сдвиг уровня «земли» (и, следовательно, порогового напряжения), вызванный токовым выбросом в «земляную» шину вследствие, например, либо одновременного срабатывания многих логических вентилях, подключенных в одну «земляную» шину, либо срабатывания логического вентиля на индуктивную нагрузку и т. п.

Если при этом амплитуда паразитного сигнала больше порогового уровня — появляется глитч.



Глитч в ЛА



СОВРЕМЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТ РАЗРАБОТЧИКА ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ

ЛОГИЧЕСКИЕ АНАЛИЗАТОРЫ Tektronix СЕРИИ TLA 5000

Шумский И.А., к.т.н.

(Окончание, начало см. № 5-2004).

Чаще всего для обнаружения таких нарушений используются осциллографы, однако в случае многобитной шине их поиск с помощью осциллографа является весьма трудоемкой задачей. В силу уникальных возможностей MagniVu и очень высокого временного разрешения логические анализаторы серии TLA 5000 имеют возможность определять такого рода нарушения сразу по всем каналам, что существенно упрощает отладку цифровых устройств и на порядок уменьшает время на поиск неисправности.

При работе в этом режиме запуска ЛА анализирует миллионы событий и захватывает только те из них, которые нарушают условия, заданные в настройках установления/удержания (рис. 8). Если такие нарушения происходят в разных каналах, ЛА выставляет «флаги» в участках сигнала, где они были обнаружены. У оператора есть также возможность подсчитать количество нарушений установки/удержания за заданный промежуток времени, используя системный таймер и счетчик.



Рис. 8. Детектирование нарушений условий установления удержания

В логических анализаторах серии TLA 5000 стандартно устанавливается довольно большая память — 512 кбайт на канал, которая может расширена опциями 7S и 8S соответственно до 2 или 8 Мбайт на канал. Одновременное использование только половины или четверти каналов позволяет соответственно вдвое или вчетверо увеличить объем данных, собранных по этим каналам. При работе в различных режимах в памяти может храниться разное количество данных. В приборе заложены возможности сохранения не только собранных данных, но и меток времени, обнаруженных глитчей, положений логических переходов и т. п. (табл. 4).

В TLA 5000 заложена функция, поз-

воляющая использовать память более эффективно — это режим «Transitional storage», т. е. хранение переходов состояний. В этом случае в память записываются не все состояния при всех отсчетах, а только изменения (переходы) логических состояний с метками времени, т. е. если состояние длительное время не меняется, то в память информация не поступает. Т. о. память на оцифровку ожидания кодовой посылки не расходуется (рис. 9).

iView™ (Integrated View) — очень мощная технология логических анализаторов Tektronix, позволяющая получать на экране ЛА не только цифровую, но и аналоговую форму отображения сигнала. Через комплект специальных кабелей и с помощью программного модуля ЛА автоматически запрашивает, получает, синхронизирует и отображает

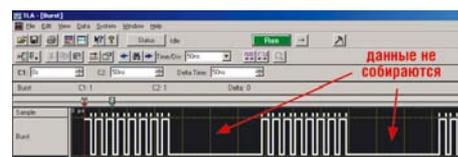


Рис. 9. «Экономия» памяти в режиме сбора изменений состояний

данные подключенного к нему осциллографа Tektronix на своем экране как дополнительные каналы. Режим iView обеспечивает автоматическую и ручную временную синхронизацию логических и аналоговых каналов и имеет гибкие системы запуска: либо ЛА запускает осциллограф, либо осциллограф запускает ЛА. Поддерживается также независимый запуск от внешнего источника и системный запуск. В итоге оператор одной кнопкой запускает оба прибора, а результат отображается на экране ЛА.

iView — очень полезный инструмент для выявления проблем с фронтами логических сигналов, а также для идентификации глитчей, т. к. позволяет наблюдать их форму и амплитуду

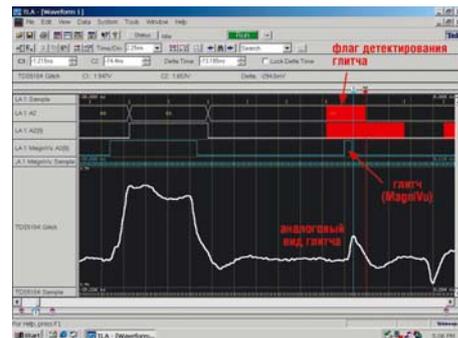
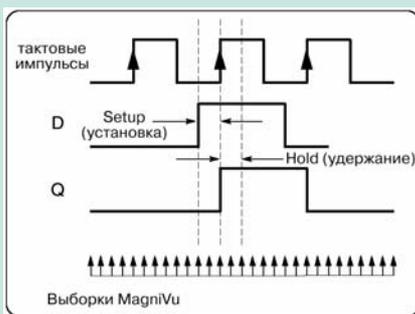


Рис. 10. Визуализация глитча с помощью iView

Время установления (Setup time) определяется как минимальное время, за которое данные должны быть установлены и стабильны перед появлением переднего фронта тактового импульса.

Время удержания (Hold time) — это минимальное время, в течение которого данные должны быть установлены и стабильными после появления фронта тактового импульса (см. рис.). Производители цифровых компонентов специфицируют эти параметры для своих логических элементов (см. табл.), поэтому разработчики должны заботиться о том, чтобы в их проектах эти требования не нарушались, иначе ошибки функционирования цифровых устройств неизбежны. Нарушения этих требований — очень распространенная проблема в цифровом дизайне и вызывает на выходе логических элементов нестабильность (метастабильность) или неожиданные глитчи в сигналах.



Время установления/удержания сигнала относительно фронта тактового импульса

ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВЛЕНИЯ И УДЕРЖАНИЯ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЛОГИКИ

Логика	Тактовая частота	Время установления	Время удержания
Altera Max 7000 PLD	200 МГц	2.5 нс	0.5 нс
Lattice GAL22V10-7 PAL	133 МГц	4.5 нс	0 нс
TI TMS320C549-40 DSP	80 МГц	5 нс	0 нс
Motorola MCM69D536 SRAM	66 МГц	3 нс	1 нс
Motorola MPC 860 Comm Controller	50 МГц	4 нс	2 нс
IDT 72420L20 Synchronous FIFO	50 МГц	5 нс	1 нс
Motorola Coldfire MCF 5206 Microcontroller	33 МГц	3 нс	3 нс
Motorola MC68332 Microcontroller	16 МГц	5 нс	0 нс
AMD 29DL800B Flash Memory	16 МГц	35 нс	0 нс
TI FN74LVC573A Octal Latch	n/a	2 нс	1.5 нс

(рис. 10) и определять причины их появления.

В настоящее время все выпускаемые осциллографы Tektronix (и некоторые уже снятые с производства модели) поддерживают технологию iView.

TLA 5000 обеспечивает символьное отображение данных и позволяет назначить группам числовых значений канала, соответствующим машинным инструкциям или программным модулям, символьные названия. Это значительно упрощает поиск и анализ данных и ускоряет отладку цифровых устройств (рис. 11).



Рис. 11. Символьное отображение данных в окне осциллограмм

Типовые названия можно загружать из символьных файлов. Каждая запись в символьном файле состоит из буквенно-цифрового названия символа и соответствующего ему числового значения или диапазона значений. После создания символьного файла можно выбрать этот символьный файл для использования в соответствующей группе каналов в окне осциллограмм или в окне списка, использовать символьные названия для подстановки вместо числовых значений в окне запуска и в окне данных, а также использовать символы для трассировки кода в окне источника.

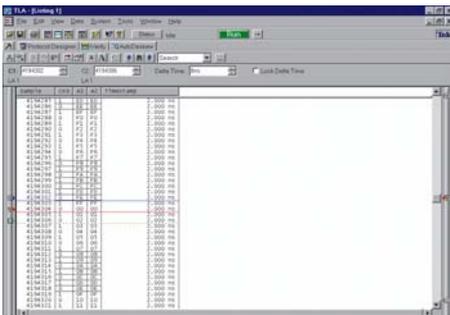


Рис. 12. Окно листинга

Часто символы автоматически назначаются прикладным программным обеспечением. Например, при загрузке пакета поддержки микропроцессора также загружаются символы, обозначающие значения данных, соответствующие типам циклов шины. Другие приложения создают файлы символов диапазона, доступного для загрузки (обычно эти файлы загружаются в группу адресов).

Во многих случаях логический анализатор используется для наблюдения за потоком данных в исследуемой системе. Данные, записанные логическим анали-

Параметры	1/4 каналов	1/2 каналов	все каналы
Асинхронный сбор данных в длинную память			
Длина памяти*, стандарт	2 Мбайт	1 Мбайт	512 кбайт
Длина памяти*, опция 7S	8 Мбайт	4 Мбайт	2 Мбайт
Длина памяти*, опция 8S	32 Мбайт	16 Мбайт	8 Мбайт
Длина памяти с режимом хранения глитчей	1/2 главной памяти		
Временное разрешение	от 500пс до 50 мс	от 1 нс до 50 мс	от 2 нс до 50 мс
Режим MagniVu			
Длина памяти	16 кб на канал с настраиваемой точкой запуска		
Синхронный сбор данных в длинную память			
Максимальная внешняя тактовая частота	235 МГц		
Максимальный поток синхронных данных	470 Мбит/с		
Длина памяти*, стандарт	1 Мбайт	1 Мбайт	512 кбайт
Длина памяти*, опция 7S	4 Мбайт	4 Мбайт	2 Мбайт
Длина памяти*, опция 8S	16 Мбайт	16 Мбайт	8 Мбайт

* с метками времени (в т. ч. с хранением переходов)

затом, можно просмотреть в окне листинга, который представляет собой таблицу операций, последовательно выполненных исследуемой системой. Отсчеты из всех указанных источников данных чередуются в хронологическом порядке и снабжены метками времени (рис. 12).

Для микропроцессорных приложений собранные данные можно дизассемблировать обратно в мнемоники исходного языка, используемого соответствующим микропроцессором. Для этого обычно необходим специальный входной пробник, подходящий для данного микропроцессора и соответствующий программный пакет поддержки, которые пользователь загружает перед началом работы ЛА. Дизассемблирование потока данных позволяет провести анализ каждой транзакции в шине и оп-

Sample	Q-start	Address	Data	Q-start	Mnemonic
136	STOP1 T16+7C	23FC	MOV L #00001001,stoplights+0	(S)	
143	STOP1 T16+8C	23FC	MOVE L #00000401,stoplights+14	(S)	
150	STOP1 T16+96	4859	JSR initQueue	(S)	
158	INTQueue	4289	CLR.L FRONT	(S)	
161	INTQueue+8	4289	CLR.L REAR	(S)	
166	INTQueue+8C	4E75	RTS	(S)	
172	STOP1 T16+8C	7E80	MOVQ #00000000,D7	(S)	
		7E81	MOVQ #00000000,D7	(S)	

Рис. 13. Дизассемблированный мнемонический код на экране дисплея

ределить, какая инструкция считана через шину. ПО помещает дизассемблированный мнемонический код на экран дисплея в окне листинга с соответствующим адресом. Это позволяет видеть данные с разными уровнями абстракции (рис. 13).

Другая очень важная возможность, предоставляемая TLA 5000 — окно исходных кодов для отображения выполняемого на исследуемой системе и регистрируемого ЛА программного кода источника, написанного на языке высокого уровня. ЛА связывает окно источника и листинг регистрации данных, предоставляя дополнительные средства для просмотра данных и средств (рис. 14). Все это резко увеличивает производительность разработчика по отладке исходного кода, т. к. позволяет связать исходный код с последовательностью трассировки инструкций.

Значительную помощь в разработке и отладке системы может оказать использование фильтров данных. Пользователь может задать условия фильтрации данных, по которым система должна ото-

бражать данные. Условие может быть сложным и содержать ограничения по нескольким каналам. Те данные, которые не удовлетворяют условию фильтра, не будут отображаться (рис. 15).

Данные, удовлетворяющие условию фильтра, могут выделяться цветом (не только в окне осциллограмм, но и в лис-

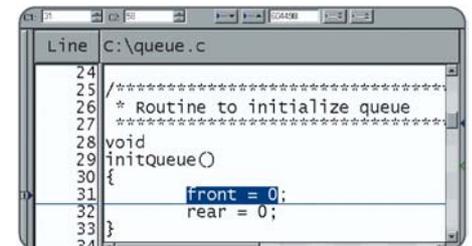


Рис. 14. Окно исходных кодов

тинге), что значительно облегчает исследование потока данных и поиск необходимых элементов в потоке данных (рис. 16). Условия фильтрации также могут использоваться для автоматического поиска фрагментов данных и быстрого перемещения к найденным участкам.

Логические анализаторы серии TLA 5000 предоставляют широкие возможности по измерению и анализу работы системы и графическому отображению их результатов. Так, в частности, гистограммы используются для настройки, захвата и показа данных анализа производительности по группам каналов, определения уровня активности различных функций или подпрограмм, анализа используемого объема памяти, а также для определения относительного времени выполнения подпрограмм или программных модулей. Гистограммы отображаются в виде списка диапазонов и соответствующих им полос, отражающих распределение диапазонов (рис. 17).

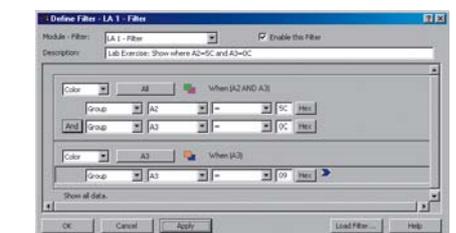


Рис. 15. Установка условий для фильтрации данных



Другое средство для анализа работы тестируемой системы — графы, которые представляют данные в формате X-Y (аналогично режиму X-Y осциллографа). Представление потоков в виде графов позволяет отслеживать ошибки при прохождении больших потоков данных через тестируемую систему в виде искажений заранее известного образца (рис. 18), при этом ошибки передачи данных выглядят как выбросы.

Управление ЛА серии TLA 5000 может осуществляться как с помощью ор-

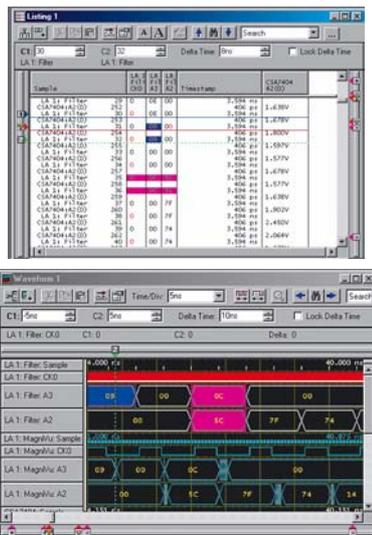


Рис. 16. Результат применения фильтра данных

ганов управления на передней панели, так и с помощью удаленного доступа к пользовательскому интерфейсу ЛА от другой рабочей станции, работающей в ОС Windows или Unix. Для удаленного контроля можно использовать WEB-браузер или собственную программу, разработанную с помощью пакета TLA Programmatic Interface (TPI). При этом возможно одновременное наблюдение по сети за тестируемым устройством с помощью WEB-камеры.



Рис. 17. Гистограммы данных

Таким образом логические анализаторы Tektronix серии TLA 5000 предоставляют практически весь спектр современных средств и возможностей по отладке сложных цифровых систем. Приборы позволяют регистрировать быстрые редкие события в большом временном интервале. Сочетание технологии MagniVu для асинхронного сбора данных с разрешением 125 пс и синхронного/асинхронного сбора данных в глубокую память позволяет быстро обнаруживать трудноуловимые проблемы с одним набором пробников. Чрезвычай-

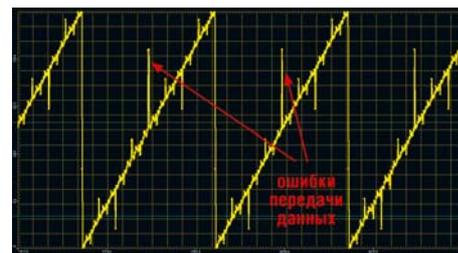


Рис. 18. Граф данных «входной поток — выходной поток»

но развитая система синхронизации кардинально снижает время, необходимое на поиск ошибок функционирования системы. Синхронный сбор данных с частотой до 235 МГц обеспечивает анализ современных высокоскоростных синхронных (тактируемых) цифровых схем с потоками данных до 470 Мбит/с.

Такая совокупность уникальных технических параметров TLA 5000, функциональных возможностей, технологических решений и доступной цены делают приборы этой серии чрезвычайно интересными для потребителей — разработчиков цифровой техники, инженеров по ремонту и обслуживанию сложных цифровых и компьютерных систем, которые, подчас, и не подозревают о существовании столь совершенного инструмента от Tektronix, идеально приспособленного для решения сложнейших задач современной цифровой техники.

(по материалам фирмы Tektronix)