



ЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗАТОР АКТАКОМ АКС-3166

Афонский А.А., Суханов Е.В.

Различные цифровые устройства все шире проникают в современную жизнь. Микроконтроллеры управляют домашним освещением, холодильники заказывают продукты в Интернете, огороды под присмотром цифровых датчиков сами себя поливают и укутывают парниковой пленкой. Цифровые потоки окружают нас теперь со всех сторон. Вольтметр или даже осциллограф уже далеко не всегда могут помочь в них разобраться.

подключается АКС-3166, должна отвечать стандартным для USB-лаборатории АКТАКОМ требованиям (см. КИПиС № 4-2003).

Основные технические характеристики логического анализатора АКС-3166 приведены в таблице.

Подробнее остановимся на важнейшей аппаратной характеристике этого типа измерительных приборов — возможностях управления запуском. И для начала определимся с терминами.

В распоряжении пользователя имеется гибкий набор опций синхронизации. Программное обеспечение для прибора содержит отдельное окно для их настройки (рис. 2).

В АКС-3166 возможно использование двух типов условий синхронизации.

Событием синхронизации по фронту является переход сигнала по данному каналу из одного состояния в другое. Пользователь может указать прибору ожидать для запуска только восходящий фронт (переход из состояния «0» в «1»), только спадающий фронт (переход из «1» в «0») или же любой фронт (изменение состояния).

Событием синхронизации по шаблону является соответствие сигналов по каждому из каналов с указанным пользователем шаблоном запуска. В шаблоне для каждого бита указывается требуемое состояние: «0», «1» или «безразлично».

Оба типа синхронизации могут использоваться как по отдельности, так и в различных комбинациях.

Комбинация «Шаблон ИЛИ Фронт». Синхронизация будет произведена по заданному шаблону или по фронту, в зависимости от того, какое из этих событий случится первым.

Комбинация «Шаблон И Фронт». Условие синхронизации будет выполнено, когда событие синхронизации по

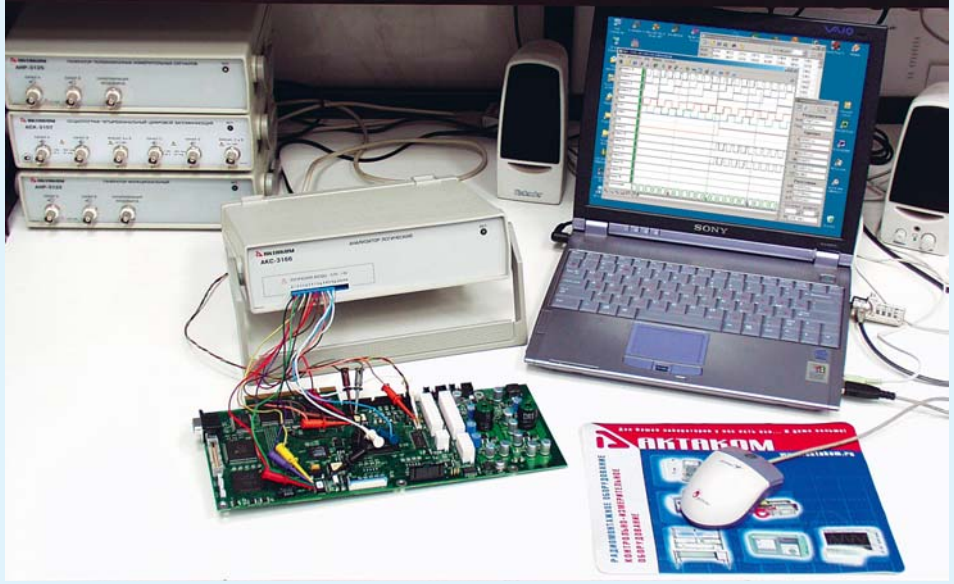


Рис. 1. Логический анализатор АКС-3166

Наилучшим прибором для наблюдения и измерения цифровых сигналов является логический анализатор. Одним из представителей этого класса приборов является логический анализатор АКС-3166 (рис. 1), который входит в состав виртуальной USB-лаборатории АКТАКОМ, и, как это следует из названия, подключается к ПК с помощью интерфейса USB, которым оснащены все современные компьютеры. Для обладателей более старых ПК, не имеющих этого интерфейса, АКС-3166 оснащен также параллельным портом EPP. Конфигурация компьютера, к которому

Обычно понятия «запуск» и «синхронизация» употребляют в эквивалентном значении. В эпоху аналоговых приборов непрерывного действия это было оправдано, сейчас же это может вызвать некоторую путаницу между событиями «запуск сбора данных» и «запуск синхронизации». Далее в статье будем полагать, что «запуск» — это начало регистрации данных прибором по команде управления, а «синхронизация» — некоторое заданное особыми условиями событие, связывающее регистрируемые данные с известной точкой на шкале времени.

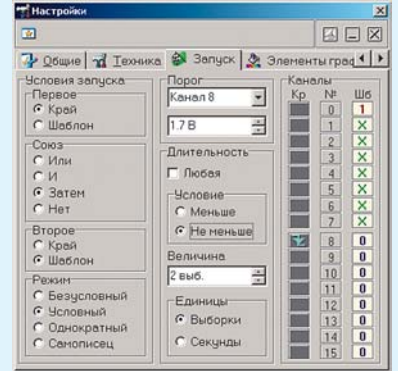


Рис. 2. Настройка синхронизации

фронту произойдет при состоявшемся событии синхронизации по шаблону.

Комбинации «Шаблон, ЗАТЕМ Фронт» и «Фронт, ЗАТЕМ Шаблон». Прибор первоначально будет ожидать выполнения первого условия. После того, как будет обнаружено выполнение первого условия, будет ожидать выполнения второго условия, которое и будет воспринято как событие синхронизации.

Для условия синхронизации по шаблону может быть дополнительно задана

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА АКС-3166

Таблица

Параметр	Значение
Число каналов	16
Диапазон частот дискретизации	2 кГц...200 МГц
Шаг частот дискретизации	1; 2; 5
Объем внутренней памяти на канал	2 097 152 выборки
Соотношение данных до/после запуска	любое
Диапазон установки порогов срабатывания по входам	-2,5...+2,5 В с шагом 20 мВ

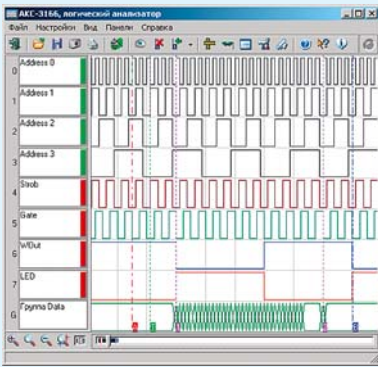


Рис. 3. Главное окно программы

требуемая длительность шаблона, величина которой может быть установлена в пределах от 1 до 65535 тактов частоты регистрации. Причем, по выбору пользователя, можно потребовать, чтобы шаблон был как меньше заданной длительности, так и больше. Событие синхронизации будет считаться произошедшим только при выполнении условий, наложенных на длительность шаблона.

Кроме того, для каждого канала пользователь может установить свой порог срабатывания компаратора, определяющего логическое состояние этого канала. Пороги переключения входных формирователей могут быть установлены в диапазоне от $-2,5$ В до $+2,5$ В с дискретностью 20 мВ.

Вне зависимости от выбранных условий синхронизации, АКС-3166 поддерживает следующие режимы запуска.

Безусловный — условия синхронизации не анализируются, событие синхронизации считается произошедшим немедленно после перехода прибора в состояние ее ожидания (т. е. здесь события запуска регистрации и синхронизации отстоят на промежуток времени, установленный пользователем). По окончании сбора данных и передачи их в компьютер, цикл сбора данных автоматически возобновляется.

Условный — выполняется полный анализ условий синхронизации. По окончании сбора данных и передачи их в компьютер цикл сбора данных автоматически возобновляется.

В однократном режиме, так же, как и в условном, выполняется полный анализ условий синхронизации, но по окончании сбора данных и передачи их в компьютер цикл сбора данных автоматически не возобновляется.

Самописец — режим цифрового самописца. Синхронизация не используется, измерения и передача данных в компьютер ведутся непрерывно.

Логический анализатор АКС-3166 способен записывать измеряемые данные объемом до 2097152 (2²¹) выборок, при этом пользователь может выбрать любое соотношение между объемами данных, записанных до и после события синхронизации.

Собранные прибором данные обрабатываются программой и графически отображаются в ее главном окне (рис. 3).

На графике каждому каналу может быть отведена своя строка временной диаграммы, кроме того, дополнительно может отображаться отдельная строка временной диаграммы произвольной группы каналов, которая показывается изменение состояния любого канала группы. Групповая диаграмма очень удобна для отслеживания не конкретных значений сигналов по каким-то каналам, а самого факта изменения состояний в группе — «там что-то произошло».

Для удобства просмотра временных диаграмм имеется возможность произвольного масштабирования временной шкалы и прокрутки графика с помощью стандартных, интуитивно понятных инструментов.

В специальном окне настройки вида графика (рис. 4) пользователь может выбрать желаемые цвета для любых его элементов, в том числе, установить различные цвета для временных диаграмм разных каналов, дать названия для каналов, скрыть ненужные каналы, добавить каналы в группу, выбрать подписи для курсоров и настроить вертикальную сетку графика.

Кроме чисто декоративной настройки отображения данных, программа позволяет предварительно произвести с ними некоторые простые логические преобразования (рис. 5).

Во-первых, на каждую выборку массива данных можно наложить маску, состоящую из одной, двух или трех последовательных логических операций. Допускаются операции логического

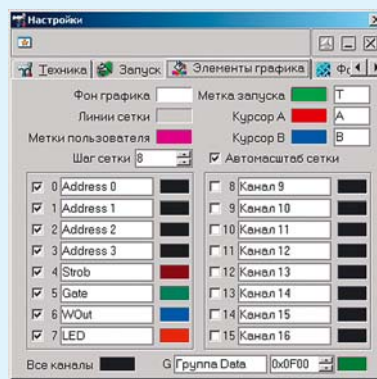


Рис. 4. Настройка вида графика

сложения, умножения и «исключающего ИЛИ». Таким образом, пользователь может любой бит выборки:

- сделать нулем,
- сделать единицей,
- инвертировать,
- оставить неизменным.

Во-вторых, оператор может произвести произвольную перестановку битов в выборках, что позволяет легко корректировать отношения старшинства разрядов в данных, не прибегая к перекоммутации и повторным измерениям.

Логический фильтр может автоматически применяться ко всем получаемым из прибора новым данным, а также к ранее уже собранным и отображаемым данным.

Вернемся к графику с временными диаграммами. Для того, чтобы он давал не только качественную картину процесса, но и точные числовые результаты измерений, оператор может воспользоваться двумя произвольно перемещаемыми курсорами и установить на графике до 10 фиксированных меток. И курсоры, и метки устанавливаются простым перемещением мыши. На отдельной панели измерений можно прочитать результаты измерений временных интервалов между курсорами и

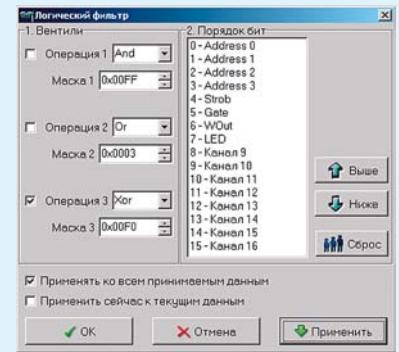


Рис. 5. Диалог логического фильтра

метками, а также коды выборок, соответствующих этим моментам времени. Кроме измерительных функций, курсоры и метки могут выполнять роль «закладок» в объемном массиве данных, поскольку программа умеет по команде пользователя немедленно перемещать изображение на графике к выбранной метке или курсору.

Но график — не единственный имеющийся в распоряжении пользователя АКС-3166 инструмент рассмотрения массива данных. Полученные данные могут быть также представлены в виде текстовой таблицы, содержащей в своих ячейках шестнадцатеричные коды выборок (рис. 6).

Этот способ особенно удобен в случаях, когда данные по различным каналам представляют собой разряды одного 16-битового слова. И он совершенно незаменим для произвольного редактирования части данных в массиве. Программа позволяет осуществлять как ручной ввод новых кодов в нужные ячейки, так и операции над выделенным диапазоном ячеек: блоки можно копировать, вырезать, вставлять, а также смешивать их с помощью логических операций «И», «ИЛИ» и «Исключающее ИЛИ». Кроме того, для работы с таблицей можно ис-

Адрес	Столбец 0	Столбец 1	Столбец 2	Столбец 3	Столбец 4	Столбец 5	Столбец 6	Столбец 7
0000	A81E	E510	D073	E19D	A844	75C3	0849	1388
0008	78A1	ASF2	F4F2	48E5	C4BA	7A14	8AFD	3AA2
0010	52E2	9788	9781	7099	71A7	4A3E	68F4	EDAE
0018	E10F	9805	805B	E73C	D467	E5C7	E286	BBF8
0020	FDC5	D24A	C337	8EAD	DCA3	AE81	13CF	3697
0028	C410	BC02	0000	0000	0000	AEF1	BF68	850E
0030	E1CA	A792	0000	0000	0000	8E53	34E5	7CF6
0038	6297	2130	0000	0000	0000	8E55	F804	0A31
0040	84E8	1F15	0000	0000	0000	7E9C	848A	808E
0048	9E04	B0E8	0000	0000	0000	08C2	7F9C	41C4
0050	0663	30BC	0000	0000	0000	0000	0000	0000
0058	131D	8E8E	0000	0000	0000	0000	0000	0000
0060	8AAC	F7FE	0000	0000	0000	0000	0000	0000
0068	3E41	CFA2	0000	0000	0000	0000	0000	0000
0070	8C8C	8788	0000	0000	0000	0000	0000	0000
0078	51D8	15A8	0000	0000	0000	0000	0000	0000

Рис. 6. Представление данных в табличном виде



пользовать внешний табличный редактор, например, MS Excel. При этом все результаты изменений в массиве данных немедленно отображаются на графике временных диаграмм.

Помимо редактирования содержимого массива данных, можно редактировать и соответствующую ему шкалу времени (рис. 7). В программе предусмотрено два метода изменения шкалы времени для собранных данных. Для этого в любом

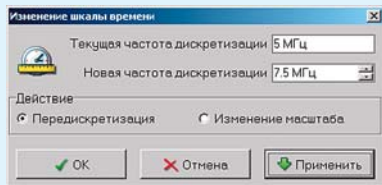


Рис. 7. Диалог изменения шкалы времени

случае пользователь задает новое значение частоты дискретизации. Затем, если выбран метод «Изменение масштаба», программа просто запомнит новое значение частоты дискретизации и будет его использовать для всех измерений и вычислений по этому массиву данных. Сами данные при этом никаким образом не изменяются.

Другой способ — «Передискретизация». В этом случае программа попытается предположить, какие данные прибор получил бы вместо текущих при новой заданной частоте дискретизации. Однако полученные в результате этой процедуры данные будут полностью достоверными только при кратном прореживании. Так, например, если данные получены при частоте 12 МГц, то можно достоверно получить данные для частот 6 МГц (каждая вторая выборка), 4 МГц (каждая третья выборка), 3 МГц (каждая четвертая) и т. п. При не кратном прореживании или, тем более, при увеличении частоты дискретизации, абсолютная достоверность полученных данных, конечно, не может быть гарантирована.

Теперь, когда данные собраны, пропущены через логический фильтр, нужным образом отредактированы, скомпонованы и визуальнo оценены, можно переходить к трудоемким скучным аналитическим операциям, для которых так хорошо приспособлены компьютеры. За считанные секунды программа просмотрит все два с лишним миллиона выборки по всем каналам и подсчитает

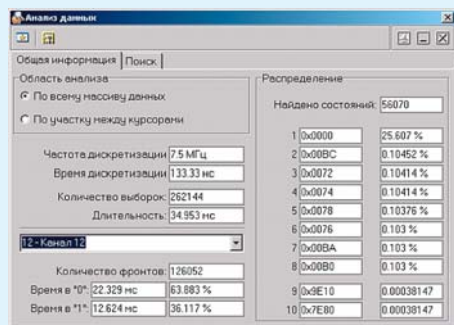


Рис. 8. Анализ данных. Общая информация

общее количество фронтов по любому каналу, время нахождения сигнала в состояниях «0» и «1» в секундах и процентах от общей длительности рассматриваемого участка, попутно пересчитает, сколько всего различных кодов (комбинаций состояний по каналам) имеется в массиве и покажет восемь наиболее вероятных кодов и два наименее вероятных. Кроме того, в этом же программном окне (рис. 8) отображаются частота и время дискретизации, количество выборок на анализируемом участке и общая длительность этого участка.

Вызвав соседнюю вкладку «Поиск» (рис. 9), пользователь сможет попытаться найти нужный участок в массиве данных по трем различным условиям.

Поиск по параллельному шаблону. Задается последовательность кодов выборок по всем каналам с возможностью маскирования (аналогично заданию шаблона синхронизации).

Поиск по последовательному шаблону. Задается последовательность бит на любом канале или группе каналов с возможностью маскирования.

Поиск глитчей. Задается пороговое время, производится поиск импульсов любой полярности (два изменения состояния) длиной не более заданного порога. Как и при поиске по последовательному шаблону, поиск глитчей может

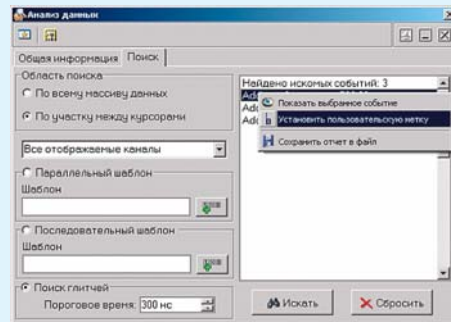


Рис. 9. Поиск шаблонов и глитчей

быть задан на любом канале или группе каналов с возможностью маскирования.

Результаты поиска выводятся в виде списка, который может быть сохранен в файл в виде текста. Пользователь может также дать программе команду показать выбранное событие на графике и/или установить на это место пользовательскую метку.

Если пользователю не достаточно описанных встроенных возможностей анализа данных, у него всегда остается возможность использовать для этого внешние модули обработки данных. Например, программа допускает подключение внешних выполняемых модулей, проводящих дисассемблирование данных, снятых с известных типов микропроцессоров (16- или 8-битовых). Кроме того, можно просто сохранить данные в файл в стандартном формате, а открыть их другой программой анализа.

Конечно, программа поддерживает такие стандартные сервисные возможности, как сохранение и загрузка (ав-

томатическая и ручная) всех настроек программы, распечатка результатов измерений, озвучивание основных событий.

Для сохранения данных программа предлагает пользователю 4 варианта.

Во-первых, можно сохранить в файл текущее изображение графика в главном окне программы в растровом или векторном формате. Это, конечно, самый наглядный способ, но и самый малоэффективный, поскольку сохраняются только данные, которые в данный момент видны на экране, точность их представления оказывается ограниченной разрешением экрана и, кроме того, повторная загрузка сохраненных таким образом данных обратно в программу невозможна.

Во-вторых, можно сохранить все полученные данные и соответствующие технические настройки прибора в текстовый файл в формате *csv (Comma Separated Values). В этом случае данные могут быть в дальнейшем вновь считаны как программой логического анализатора, так и любой другой программой, способной считывать текстовые файлы (например, MS Excel). Однако, за универсальность приходится расплачиваться неэффективностью: если пользователь захочет сохранить в таком формате данные из полного буфера программы, ему может потребоваться до 13 Мбайт файлового пространства.

Другой стандартный формат, который поддерживается программой для сохранения и загрузки данных — это формат волновых файлов *wav. Это битовый формат, который может быть открыт большинством звуковых редакторов (напр., WaveLab или Sound Forge). Данные записываются как монофонический 16-битовый звуковой поток. Файл данных программы в этом формате может иметь размер до 4 Мбайт.

И, наконец, программа позволяет сохранять данные в своем собственном битовом формате. Этот способ самый эффективный и надежный, поскольку данные просто записываются в том виде, в каком хранятся в памяти программы. Кроме того, при использовании этого способа программа может применять сжатие данных, экономя дисковое пространство и повышая скорость работы прибора.

Таким образом в условиях лавинообразного развития цифровой техники логический анализатор АКК-3166 окажется незаменимым помощником для разработчиков цифровой техники, инженеров по ремонту и обслуживанию цифровых телекоммуникационных и компьютерных систем, промышленной и бытовой аппаратуры.

New PC-based logic analyzer AKK-3166 from AKTAKOM «USB-laboratory» is described in this article. Its specifications, features, capabilities and advantages are represented.