

Виртуальные измерительные приборы

С. Шилев, П. Руднев, О. Фомин
тел. (095) 288-3766

Компьютеры сегодня становятся универсальными виртуальными измерительными приборами. Конечная цель таких приборов - заменить стандартные: вольтметры, самописцы, осциллографы, магнитографы, спектроанализаторы и другие. Измерительная система будет состоять из персонального компьютера (ПК) и одной-двух плат сбора данных (ПСД)/ причём программная часть виртуального прибора может эмулировать переднюю панель измерительного устройства.

Совмещение возможностей быстрой цифровой обработки с отображением результатов обработки, делает систему виртуальных средств измерений на базе ПК основным инструментом измерений для инженеров самых разных специальностей. Теперь ПК с ПСД реализует набор функций, который ещё пять лет назад мог реализовать только шкаф до потолка с набором множества приборов.

Центр АЦП АОЗТ "Руднев-Шилев" производит перечень устройств для измерительных комплексов, мониторинга быстропротекающих процессов с использованием всей мощи ПК. Фирма разработала и представила на Российский рынок ПСД с нормированными метрологическими характеристиками.

Вся выпускаемая продукция подвергается тщательной предпродажной проверке. Каждая плата АЦП или ЦАП сопровождается индивидуальным метрологическим паспортом с указанием результатов калибровки по параметрам согласно ГОСТ 24736-81 "Преобразователи интегральные. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые. Основные параметры", ГОСТ 8.009-84 "Нормирование и использование метрологических характеристик средств измерений". Центр АЦП использует как известные и общепринятые методики, так и оригинальные, разработанные специалистами Центра для калибровки АЦ каналов в реальных условиях его применения по динамическим параметрам: отношение сигнал/шум, коэффициент гармонических искажений, реальный динамический диапазон и число эффективных разрядов в зависимости от частоты входно-

го воздействия на АЦП. Знания этих характеристик позволяют более корректно решать задачу применения АЦП в реальных условиях и дают возможность до эксперимента оценить погрешности, вносимые всем аналого-цифровым каналом в конечный результат измерения. Характеристики такого прибора: динамический и частотный диапазоны, чувствительность, разрешение и многое другое определяются выбранными устройствами (ПСД).

Устройства можно разбить на несколько групп: измерительные платы АЦП и ЦАП, цифровые ТТЛ-совместимые платы и дополнительные согласующие устройства. ПСД также могут быть с гальванической развязкой или без неё.

Вольтметры, осциллографы, спектроанализаторы

В зависимости от поставленной задачи вы подбираете для вашего ПК необходимый набор устройств, которые будут её решать вместе с вами. Например: плата ЛА-И24 позволяет совместно с ПК реализовать прецизионный шестиканальный вольтметр среднеквадратических значений в полосе 200 Гц с точностью 0,00019%.

Платы ЛА-70, ЛА-2, ЛА-3, ЛА8, ЛА-20 и ЛА-ADSP позволяют в полосе до 500 кГц с точностью до 0,003% при динамическом диапазоне 90 дБ реализовывать виртуальные вольтметры, осциллографы, спектроанализаторы, причём, характеристики прибора определяются выбранным устройством ПСД (см. таблицу 1).

Плата ЛА-2 полностью программно совместима с платами ЛА-3 и ЛА-20. Отличие ЛА-2 от ЛА-3 следующее: пла-

та ЛА-3 имеет программируемый коэффициент усиления, внешнюю цифровую шину для подключения к плате сигнального процессора ЛА-TMS, кварцевый высокостабильный генератор и элементную базу MAXIM и Analog Devices.

ЛА-20 в отличие от ЛА-2 - шестнадцатиразрядная, имеет гальваническую развязку и кварцевый высокостабильный генератор и элементную базу Analog Devices.

Модификация ЛА-2А содержит высокостабильный кварцевый генератор, элементную базу Analog Devices. По цене, в порядке ее увеличения, описанные устройства можно расположить так: ЛА-2, ЛА-2А, ЛА-3, ЛА-20.

Таким образом, в вашем распоряжении находятся устройства разного класса точности и разной цены. Для экспериментальной отработки Модели хорошо подходят ЛА-3 и ЛА-20, которые имеют высокие точностные характеристики и хорошо адаптируемые в эксперименте пользовательские возможности. Для серийных и малосерийных измерительных установок предпочтительней использовать ЛА-2 и ЛА-2А, из-за меньшей цены, но, в то же время, полной программной совместимости с ЛА-3 и ЛА-20. Последнее сокращает время опытно-конструкторской работы по применению ЛА-2 и ЛА-2А.

Генераторы сигналов

Измерительные платы ЦАП ЛА-2ЦАП5, ЛА-2ЦАП70 и другие позволяют превратить ПК в двухканальный функциональный генератор и генератор монохроматического гармонического сигнала одновременно (см. таблицу 2).

Частотный и динамический диапазон определяются выбранным устройством.

Платы цифрового ввода-вывода

Цифровые ТТЛ-совместимые ПСД позволяют получать ПК информацию от стендового оборудования и периферийных цифровых устройств и передавать управляющие ТТЛ сигналы на внешние к ПК устройства (см. таблицу 3).

Плата ЛА-24Д схожа с ЛА-96Д: имеет один 24 разрядный цифровой порт и возможность внешнего управляемого и независимого от порта прерывания. Разъемы ЛА-96Д и ЛА24Д совпадают контакт в контакт и эти платы имеют совместимое программное обеспечение.

Таблица 1

	ЛА-И24	ЛА-70	ЛА-20	ЛА-8	ЛА-3	ЛА-2	ЛА-ADSP	ЛА-1,5
Интерфейс	ISA-8	ISA-8	ISA-16	ISA-16	ISA-16	ISA-16	ISA-8	ISA-16
Количество входных аналог. каналов	2 дифф (4,6)	16 одн 8 дифф	8 одн 4 дифф	16 одн (8 дифф)	16 одн 8 дифф	16 одн 8 дифф	16 одн 8 дифф	32 одн 16 дифф
Время преобразов.	10 мкс	70 мкс	10 мкс	8 мкс	3 мкс	2 мкс	2 мкс	1,6 мкс
Разрядность АЦП	24	12	16	12	12	12	12	12
Входной диапазон сигнала	2,5 В	5 В	10 В	2,5 В 0...4 В	5В	5 В (10В)	10 В (5В)	5 В (10В)
Коэффициент усиления	1,2,4,...64, 128 прогр.	1, 2, 5, 10	1, 10 польз.	1 (1, 10, польз.)	1,2,4,...16 10,...160 польз.	1, 10 польз.	1,2,4,...16 10,...160 прогр.	1,2,...8 10, 20,...800 прогр.
Цифровые линии ввода/вывода	3 ввод	16 вв/выв	нет	8 ввод 8 вывод	8 ввод 8 вывод	8 ввод 8 вывод	8 ввод 8 вывод	8 ввод 8 вывод
Счетчик/таймер	нет	нет	1	1	2	2	2	2
Особенности	собств. шум 1,7мкВ	низкая цена	точная	4 кВ - гальван. развязка	программ. коэфф. усил-я	программ. совмест с ЛА-3	сигнальн. процессор ADSP-2105	сбор на винтч-р 600 кГц
Цена без НДС, \$	257 (333. 420)	95	451	210 (310)	280	175	320	520

Таблица 2

	ЛА-2ЦАП70	ЛА-2ЦАП15	ЛА-2ЦАП5	ЛА-2ЦАПн700	ЛА-2ЦАПн30
Интерфейс	ISA-16	ISA-16	ISA-16	ISA-16	ISA-16
Время установления	70 мкс	15 мкс	5 мкс	0,7 мкс	30 нс
Разрядность ЦАП	12	12	12	12	16
Выходной диапазон сигнала	10В;5В; 0..10В;0..5В	10В;5В; 0..10В;0..5В	10В 0...4 В	2,5 В	5В;1В
Цифровые линии ввода/вывода	8 ввод 8 вывод	8 ввод 8 вывод	8 ввод 8 вывод	нет	нет
Счетчик/таймер	3	3	3	1	2
Особенности	гальв. разв.	гальв. разв.	точная	64 Кбайт ОЗУ	64 Кбайт ОЗУ
Цена без НДС, \$	95	150	260	-	820

Частотный и динамический диапазон определяются выбранным устройством.

Таблица 3

	ЛА-24Д	ЛА-32Д	ЛА-16Д1	ЛА-16Д2	ЛА-ТМР	ЛА-96Д
Интерфейс	ISA-8	ISA-8	ISA-8	ISA-8	ISA-8	ISA-8
Цифровые TTL линии ввода	24	16	16	нет	8	96
Цифровые TTL линии вывода	24	16	нет	16	8	96
Счетчик/таймер	нет	нет	нет	нет	6	3
Особенности	низкая цена	повышенная надежность	гальван. развязка	гальван. развязка	кварцевый генератор	возможны токовые входы
Цена без НДС, \$	51	68	80	80	99	250

Плата ЛА32Д имеет 32 цифровые линии: 16 линий на ввод и 16 линий на вывод цифровой информации. Имеется независимое стробирование на ввод и вывод информации.

Платы ЛА-16Д1 и ЛА-16Д2 имеют 16 цифровых линий на ввод и вывод соответственно, организованных как два 8 разрядных регистра без стробирования. При этом у этих плат обеспечивается гальваническая развязка

цифровых линий друг от друга и от шины IBM PC - 400В.

Плата ЛА-ТМР имеет шесть 16 разрядных счетчиков/таймеров, высокостабильный кварцевый генератор 10 МГц и 16 цифровых линий: 8 на ввод и 8 на вывод. Плата может использоваться для создания устройств управления и контроля временных параметров и позволяет реализовать цифровой частотомер или периодометр. При-

чём, точность измерения 10^{-6} определяется высокостабильным 10 МГц кварцевым генератором ЛА-ТМР. Дополнительные измерительные ПСД позволяют корректно и удобно соединить источники внешних сигналов с устройствами, вставляемыми в ваш ПК. Наибольший эффект замечен при использовании ПК в качестве цифрового запоминающего осциллографа и спектроанализатора одновременно в

широком диапазоне частот. Использовать при этом необходимо специально для этого разработанные ультрабыстрые ПСД - ЛА-н10, ЛА-н25 и ЛА-н24. Для мониторинга (наблюдения) связанных радио или космических каналов и для изучения и калибровки связанных каналов - плата ЛА-н24. (см. таблицу 4).

Существенный эффект будет получен при использовании виртуальных осциллографов и спектроанализаторов в системах сотовой и пейджинговой связи для контроля параметров и калибровки радиоканалов. Однако, следует заметить, что любая ПСД с АЦП может быть цифровым запоминающим осциллографом и спектроанализатором.

Ультрабыстрые платы позволяют превратить ваш ПК в цифровой запоминающий осциллограф, позволяющий обрабатывать, как периодические сигналы в полосе от 0 до 150 МГц, так и однократные длительностью от 10 нс. Программная часть виртуального осциллографа состоит из пользовательского интерфейса, позволяющего легко воспользоваться всеми аппаратными возможностями платы. Меняя коэффициент усиления, смещение, частоту дискретизации и т. д., вы быстро настроите параметры осциллографа на свой сигнал.

Кроме того, ПК предоставляет вам широкие возможности для мониторинга и обработки сигнала: режим "лупы" и измерительного курсора, функции интерполяции, фильтрации, накопления и т. д. Виртуальный спектроанализатор дополнительно позволит вам анализировать сигнал в частотной области с различными оконными функциями, вычислить С/Ш и коэффициент гармонических искажений. Используя свои вычислительные ресурсы, ПК быстро обновляет данные на экране, так что вы видите уже обработанный сигнал в масштабе времени, максимально приближенном к реальному.

Если необходимо разгрузить компьютер и ускорить процесс обработки, можно воспользоваться ПСД с внешней цифровой шиной (ВЦШ). В этом случае все задачи по обработке и передаче данных берёт на себя плата цифровой обработки сигналов (ЦОС) - ЛА-ТМ5. Обмен с ПСД идёт по быстрой ВЦШ. Цифровой сигнальный процессор обрабатывает данные с производительностью 40 млн. операций с плавающей точкой, и ПК отображает уже готовый результат. Конструкцией плат предусмотрена возможность синхронной работы до восьми ПСД в информационно измерительной системе или до 256 ка-

налов. Она может содержать один или несколько ЦОС, что значительно расширяет круг решаемых задач.

Рассмотрим подробнее сравнительные характеристики наиболее распространённых цифровых запоминающих осциллографов и виртуального измерительного прибора с использованием ПСД ЛА-н10 (см. таблицу 5).

Фирма не производит ПСД с аналогово-цифровым и цифроаналоговым каналом одновременно. Тому есть несколько важных причин. Во-первых, если ЦА канал используется для управления внешним высокоточным устройством, то соединение земляных проводов АЦ и ЦА каналов приведёт к существенному ухудшению характеристик АЦ канала ПСД, который может при этом использоваться для измерения слабых сигналов. Во-вторых, ЦАП как синтезатор сигналов может использоваться в качестве тестового генератора для калибровки других внешних устройств с анализом результатов АЦП ПСД, на которой находятся АЦП и ЦАП одновременно. При этом, зачастую, образуется кольцо обратной связи через провод земли с условиями выполнения баланса фаз и амплитуд, что опасно возможностью самовозбуждения системы или, что ещё хуже возбуждения только при определённых условиях калибровки. Для этих двух случаев радикальным средством от помех и самовозбуждения является гальваническая развязка АЦ и ЦА каналов друг от друга. Реализовать это на одной стандартной плате габаритов ISA-16 с приемлемыми параметрами для подавляющего числа задач не удавалось ещё никому. К тому же, в-третьих, если вы используете ЦА канал для калибровки АЦП, то необходимым условием является на порядок более высокая точность ЦАП по отношению к калируемому устройству и большие функциональные возможности (память и т. д.). Разрешить все эти противоречия возможно единственным образом - создать независимые ЦА и АЦ устройства■

Таблица 4

	ЛА-н25	ЛА-н24	ЛА-н10	ЛА-н5
Интерфейс	ISA-16	ISA-16	ISA-16	ISA-16
Количество входных аналоговых каналов	2 одн синхр	2 одн синхр	2 одн синхр	2 одн синхр
Время преобразования	25 нс	24 нс	10 нс	5 нс; 250 пкс
Разрядность АЦП	10	12	8	8
Входной диапазон сигнала	1В	0,5 В	1В	1 В
Коэффициент усиления	1	1	1,2,5,10: (1,10) програм.	1,2,5,10 програм.
Цифровые линии	4 ввод	—	—	—
Особенности	ОЗУ 256 Кслов	ОЗУ 256 Кслов	ОЗУ 64(256) Кслов	стробоск. режим 4 ГГц
Цена без НДС, \$	975	1500	700	—

Таблица 5. Сравнительная таблица распространенных цифровых запоминающих осциллографов

Наименование прибора	C1-137/2	C8-28	C9-28	DS-303P (Pintek)	ЦЗО ЛА-н10 на базе IBM PC/AT
Полоса пропускания сигнала	0 - 25 МГц	0 - 20 МГц	0 - 100 МГц	0 - 30 МГц	0 - 150 МГц
Кол-во каналов	2	1	2	2	2
Частота дискретизации	1 МГц	2.5 МГц	20 МГц	20 МГц	100 МГц
Разрядность АЦП	8	6	8	8	8
Погрешность	6.5%	1.5%	2%	3%	0.8%
Коэффициент отклонения	2 мВ - 50В 200 нс - 10 с	10 мВ - 40В 10 нс - 4с	5 мВ - 50В 20 нс - 50с	5 мВ - 50 В 10 нс - 5 с	1 мВ - 1 В 1 нс - 20 с
Объем памяти	4 Кбайт	0.5 Кбайт	2 Кбайт	4 Кбайт	64 - 256 Кбайт
Стоимость со всеми налогами	4 305 000 руб.	4 987 500 руб.	16 800 000 руб.	7 125 300 руб.	4 066 440 руб.