

РЕКОНФИГУРИРУЕМОЕ ВСТРАИВАЕМОЕ РЕШЕНИЕ CompactRIO

Тодд Добберштейн и Брайан Макклири (Компания National Instruments)

Представлена система реконфигурируемого ввода/вывода CompactRIO – недорогое, готовое к использованию, компактное встраиваемое решение на базе ПЛИС (программируемые логические интегральные схемы). Описаны архитектура, технические характеристики системы CompactRIO, модули графической среды программирования для разработки встраиваемых систем LabVIEW.

Традиционный процесс автоматизированной разработки встраиваемых систем управления обычно содержит несколько стадий, каждая из которых требует специализированных инструментов автоматизации проектирования электронных устройств. Примерами таких инструментов являются средства построения диаграмм состояний и блок-схем, среды моделирования электрических схем и разводки печатных плат, средства проектирования приложений управления и анализа, языки программирования С и VHDL, множество компиляторов, ориентированных на различные платформы, а также средства создания человеко-машинного интерфейса.

В последнее время для упрощения процесса разработки встраиваемых систем управления появились

графические средства автоматизированного системного проектирования (АСП) и готовые к использованию встраиваемые системы. Посредством единой графической среды программирования новые средства позволяют выполнять гибкую настройку реконфигурируемых микросхем ПЛИС и программирование процессоров систем реального времени и промышленных модулей ввода/вывода сигналов. Во многих случаях для создания определенных схемотехнических решений оказывается удобным использование реконфигурируемых устройств ввода/вывода (reconfigurable input/output – RIO) на базе ПЛИС.

Графические средства программирования встраиваемых систем

Компания National Instruments вывела на рынок новую систему реконфигурируемого ввода/вывода CompactRIO, представляющую собой недорогое, готовое к использованию встраиваемое решение на базе ПЛИС, специально разработанное для тесной интеграции с набором библиотек LabVIEW.

В настоящий момент популярная среда графического программирования LabVIEW производства National Instruments включает простые в использовании программные средства, обеспечивающие полноценный до-

ступ к низкоуровневым ресурсам реконфигурируемых микросхем ПЛИС и содержащие сотни встроенных функций для решения наиболее распространенных задач управления (рис. 1). LabVIEW – это законченная среда разработки реконфигурируемых систем ввода/вывода, достоинство которых состоит в реальной параллельной обработке данных и возможности выполнения кода за один цикл тактового генератора ПЛИС (с частотой 40 МГц).

Программный модуль LabVIEW FPGA позволяет быстро разрабатывать приложения программируемой логики

для CompactRIO путем генерации VHDL-кода из созданного проекта в LabVIEW, последующей автоматической его оптимизации, синтеза логических схем и загрузки.

Модуль LabVIEW Real-Time предоставляет

доступ к более чем 650 встроенным функциям управления движением, ПИД регулирования, анализа и другим, выполняемым в режиме реального времени (РВ) на процессорах с плавающей запятой. Приложение, выполняющееся в РВ, обычно содержит два цикла. Критичный по времени исполнения первый цикл осуществляет обмен данными с регистрами ввода/вывода ПЛИС в РВ. Синхронизация этих процессов осуществляется с использованием запросов на прерывание. Второй цикл имеет обычный приоритет и выполняет задачи сохранения и анализа данных и их передачи на удаленный компьютер.

Интерфейс пользователя для управления встраиваемой системой всегда можно создать вне зависимости от ОС, под управлением которой (Windows/Linux/Macintosh) работает компьютер. На контроллере системы CompactRIO функционирует модуль LabVIEW Real-Time, имеющий встроенный Web-сервер, который автоматически без дополнительного программирования осуществляет публикацию интерфейса пользователя по сети на главном компьютере.

Архитектура системы CompactRIO

Система CompactRIO представляет собой надежное, реконфигурируемое встраиваемое решение, состо-

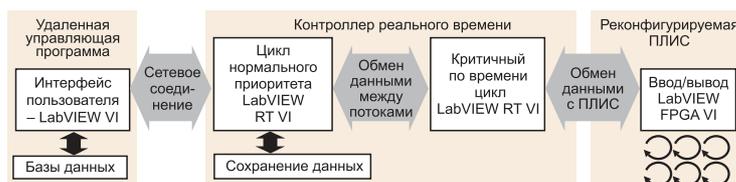


Рис. 1. Структура встраиваемой системы управления реального времени на базе ПЛИС, каждый элемент которой разработан с использованием средств среды графического программирования LabVIEW

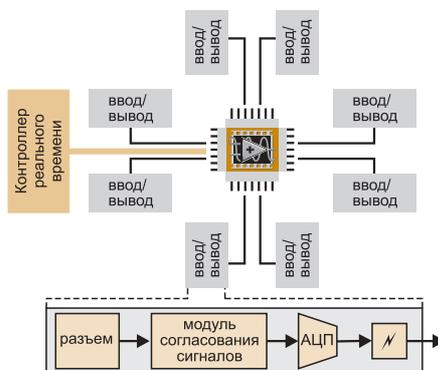


Рис. 2. Архитектура реконфигурируемой встраиваемой системы

Таблица. Характеристики системы CompactRIO

Параметры	Спецификация
Физические/окружающей среды	
Размеры, мм	179, x 88,1
Рабочий диапазон температур, °С	-40...70
Допустимая перегрузка, g	50
Промышленные модули ввода/вывода	
Число каналов на одном модуле, ед.	4, 6, 8 или 32
Разрядность канала ввода аналогового сигнала, бит	12, 16 или 24
Максимальная частота выборки аналогового сигнала, кГц	800
Диапазон входных аналоговых сигналов, В	±(0,08...60)
Максимальная частота регенерации аналогового сигнала, кГц	333
Диапазон выходных аналоговых сигналов, В	±10
Логические уровни дискретных сигналов, В	5 (ТТЛ) или 24
Максимальная скорость операций дискретного ввода/вывода, нс	500
Максимальный ток цифровых сигналов управления, А	4
Напряжение, выдерживаемое типичной изоляцией, В (сред. зн.)	2300
Реконфигурируемое шасси	
Посадочных мест для модулей ввода/вывода, слот	4 или 8
Число логических вентилях микросхемы ПЛИС, млн. ед.	1 или 3
Число логических блоков на кристалле ПЛИС, ед.	5120 или 14336
Временная развертка тактового генератора ПЛИС, МГц	40, 80, 120, 160 или 200
Контроллеры РВ	
Процессор системы РВ, МГц	200
Диапазон напряжений на сдвоенных входах для источника питания постоянного тока, В	11...30
Последовательный порт	RS-232
Интерфейс локальной сети, Мб/с	10/100

ящее из трех компонентов (таблица): промышленных модулей ввода/вывода, реконфигурируемой ПЛИС и контроллера РВ (рис. 2).

Модули ввода/вывода CompactRIO отличаются наличием изоляции, схем преобразования и согласования сигналов, а также встроенной возможностью прямого подключения к промышленным датчикам и приемникам сигналов. Интеграция разъемов, предназначенных для подключения сигналов, непосредственно с модулями привела к значительному уменьшению размеров системы на базе CompactRIO и снижению затрат на подсоединение проводов. В настоящий момент существует множество типов модулей ввода/вывода CompactRIO, среди которых модули для снятия сигналов с термопар с амплитудой ± 80 мВ, модули ввода/вывода аналоговых сигналов с амплитудой ± 10 В, промышленных цифровых сигналов управления с напряжением 24 В и током до 1 А, дифференциальных/ТТЛ дискретных сигналов и сигналов с акселерометров с динамическим диапазоном свыше 100 дБ и разрешением 24 разряда.

Шасси на базе реконфигурируемой микросхемы ПЛИС является ключевым элементом архитектуры

*Тодд Добберштейн, Брайан Макклири — технические специалисты компании National Instruments.
Контактный телефон (095) 783-68-51.*

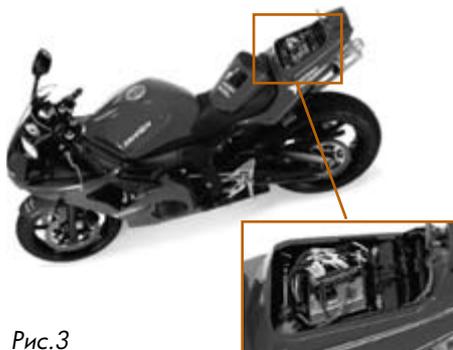


Рис. 3

встраиваемых систем. Микросхема ПЛИС соединена с модулями ввода/вывода по топологии "звезда", что обеспечивает возможность прямого доступа к каждому из модулей и чрезвычайную гибкость в настройке тактирования, запуска и синхронизации. Поскольку каждый модуль соединен непосредственно с микросхемой ПЛИС, не затрагивая сигнальную шину, то задержки отклика системы на управляющее воздействие практически не существует, в отличие от других промышленных контроллеров. Например, на одном единственном шасси могут одновременно выполняться свыше 20 циклов аналогового ПИД регулирования с частотами 100 кГц.

Контроллер РВ содержит промышленный процессор, который выполняет приложения LabVIEW Real-Time с детерминированным временем исполнения отдельных операций и дает возможность осуществлять управление с разными скоростями, проводить мониторинг выполнения программ и организовывать взаимодействие с периферийными устройствами. Дополнительными особенностями контроллера являются сдвоенные входы для источника питания постоянного тока с напряжением 11...30В, DIP-переключатель, светодиодные индикаторы состояния, тактовый генератор РВ, программируемые контрольные таймеры (watchdog timers) и другие средства повышения надежности.

Разработка специализированных модулей

Используя набор аппаратно-программных средств CompactRIO Module Development Kit, пользователь получает возможность разработки собственных модулей CompactRIO для различных приложений. Пакет предоставляет низкоуровневый доступ к архитектуре встраиваемых систем CompactRIO, что позволяет осуществлять проектирование специализированных модулей ввода/вывода сигналов и средств их программирования. Пакет содержит библиотеки функций LabVIEW для подключения к электрическим цепям модуля с целью организации взаимодействия со скоростями передачи данных, превышающими 40 Мб/с.

На рис. 3 показаны модули, спроектированные с применением описанных средств в 2004 г. компанией Driven Inc., для управления свечами зажигания и топливными форсунками двигателя мотоцикла Yamaha YZF-R6 с частотой оборотов 15500 об/мин.

Типичными областями применения встраиваемых систем CompactRIO являются: промышленная упаковка; управление быстрыми перемещениями и крепежными механизмами; сварочное оборудование; создание смесей в химической промышленности; упреждающее обслуживание и т.п.