

Создание лабораторного отладочного комплекса для программно-управляемой РЭА

Александр Пичкалёв (Красноярский край)

Отработка РЭА со встроенным вычислителем имеет специфические особенности. В частности, в процессе отладки должно быть организовано постоянное взаимодействие программиста и схемотехника, а также реализована возможность быстрой перекомпоновки испытательной аппаратуры.

Применение программного управления в радиоэлектронной аппаратуре (РЭА) существенно изменяет её архитектуру и весь процесс разработки и отладки. В «интеллектуальном» приборе основное внимание уделяется не чисто схемотехническим, а системотехническим решениям. Это упрощает схему и конструкцию, но усложняет архитектуру, добавляя нематериальную составляющую – программное обеспечение (ПО). Появляется новый и полноправный участник разработки – программист, а разработка РЭА усложняется, чтобы удовлетворить требованиям:

- поддержки интерфейсов обмена и сигналов ввода-вывода;
- быстрой перекомпоновки программно-аппаратного обеспечения испытаний под новые задачи.

Перечисленным требованиям удовлетворяют комплексы, основанные на стандартизованных магистрально-модульных системах (ММС) широкого применения.

Любая испытательная аппаратура содержит типовый набор узлов: ЦАП и АЦП, регистры дискретного ввода-вывода, генераторы сигналов произвольной формы, логические анализаторы, контроллеры различных ин-

терфейсов и т.п. Дополнительно используются универсальные промежуточные устройства: релейные и электронные коммутаторы, гальванические развязки, устройства нормализации сигналов, дистанционно-управляемые приборы и подключающие устройства (см. рис. 1).

Все эти компоненты и узлы широко представлены на рынке. Остаётся только выбрать подходящий стандарт и производителей. На сегодняшний момент наибольшее развитие получили ММС в стандартах VME и PCI/ISA (включая CompactPCI, PXI, PMC, PICMG, PC/104 и т.д.). Для них разработана огромная номенклатура технических средств и разнообразное программное обеспечение.

На базе промышленных компьютеров, имеющих до 12 разъёмов для установки PCI-адаптеров (модулей УСО), удобно реализуется лабораторный отработочный комплекс (ЛОК), предназначенный для испытаний программируемой РЭА.

В зависимости от объёма решаемых задач должны быть созданы три варианта рабочих мест оператора ЛОК, для каждого из которых прорабатываются схемы подключения объекта контроля и методики проведения испытаний, а также разрабаты-

ваются и изготавливаются комплекты соединительных кабелей и пробников:

- *рабочее место разработчика ПО.* Обмен информацией с вычислительным модулем прибора производится через контроллеры основного и технологического интерфейсов. Данное рабочее место позволяет программисту отслеживать состояние переменных в реальном масштабе времени;
- *рабочее место отработки функциональных устройств.* Комплекс должен обеспечивать автономную проверку отдельных функциональных устройств прибора. Обмен информацией внутри прибора осуществляется по унифицированному интерфейсу. Программное обеспечение вычислительного модуля включает в себя набор драйверов устройств, входящих в состав прибора. Оборудование ЛОК должно имитировать входные сигналы функциональных устройств. В процессе работы комплекса должна использоваться терминология, определяемая техническим заданием на конкретный прибор (наименования сигналов, система команд, соединители и т.д.);
- *рабочее место отработки прибора.* Комплекс должен осуществлять проверку функционирования программного обеспечения приборов со встроенными микроконтроллерами. Рабочее место комплектуется в соответствии с разрабатываемыми схемами испытаний конкретных приборов. Программно-технические средства комплекса должны имитировать все поступающие сигналы. В процессе проверки оператор, посредством диалогового интерфейса, должен проверить все возможные сочетания команд, что позволит оценить правильность функционирования прибора.

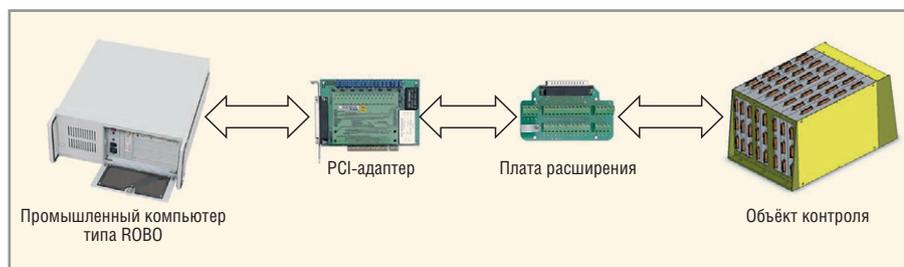


Рис. 1. Структура обмена ЛОК с объектом контроля

Рабочее место оператора-испытателя формируется путём компоновки типовых системных трактов (из набора программно-технических средств) в единый комплекс отладки ПО и проверки работоспособности прибора на основе технических рекомендаций и примеров из Руководства по эксплуатации ЛОК. Набор технических средств непрерывно пополняется типовыми системными трактами, успешно реализованными на имеющихся программно-технических средствах. При этом соответствующим образом корректируется Руководство по эксплуатации ЛОК.

Под типовыми системными трактами понимаются определённые сочетания модулей, выносных плат, переходников, кабелей и т.п., которые под управлением конкретных программных модулей реализуют требуемые функции управления и контроля параметров. Совокупность этих системотехнических решений образует банк программно-технических средств ЛОК.

Реализация функций управления и контроля параметров может быть осуществлена путём различных комбинаций серийных модулей, выносных плат и переходников. Например, матрица команд создаётся выносными релейными платами, работающими под управлением различных модулей регистров ввода/вывода ТТЛ-сигналов. Приём сигналов типа «сухой контакт» производится запрограммированными на вход регистрами модулей цифрового ввода-вывода. Формирование команд управления реле и электронными ключами осуществляется выносными платами, управляемыми выходными ТТЛ-регистрами.

Неконтролируемые по амплитуде выходные сигналы объекта принимаются

выносными платами дискретных входов с гальванической развязкой, которые преобразуют их в ТТЛ-сигналы для входных регистров. Выдача аналоговых сигналов на объект производится многоканальным ЦАП. Выходные сигналы объекта, предварительно нормализованные делителями напряжения, подаются на входы АЦП.

Все стандартные интерфейсы обмена реализуются соответствующими аппаратными контроллерами (см. рис. 2). Для измерения дополнительных электрических или временных характеристик сигналов предусмотрено подключение вольтметра, осциллографа, частотомера, управляемого источника питания и т.п.

Векторный анализатор электрических цепей или анализатор спектра – выбор за Вами

Новый прибор R&S®ZVL может работать в двух режимах

Зачастую техническим специалистам приходится использовать в работе анализатор цепей совместно с анализатором спектра. Такое решение вряд ли можно назвать бюджетным, тем более компактным. Rohde & Schwarz может справиться с этой задачей: новый прибор R&S®ZVL, совмещающий функциональность векторного анализатора цепей и анализатора спектра.

R&S®ZVL обладает превосходными характеристиками в обоих режимах:

- 2-портовый векторный анализатор электрических цепей с функциями анализатора спектра
- Частотный диапазон от 9 кГц до 3 ГГц или до 6 ГГц
- Предельная компактность и масса всего 7 кг
- Питание от аккумуляторов или от внешнего источника постоянного тока
- Поддержка стандартов WLAN 802.11x, WIMAX 802.16x



www.rohde-schwarz.ru

 **ROHDE & SCHWARZ**

Представительство в Москве: 125047 Москва, 1-я Брестская, 29, 9-й этаж
тел. (495) 981-3560, факс (495) 981-3565



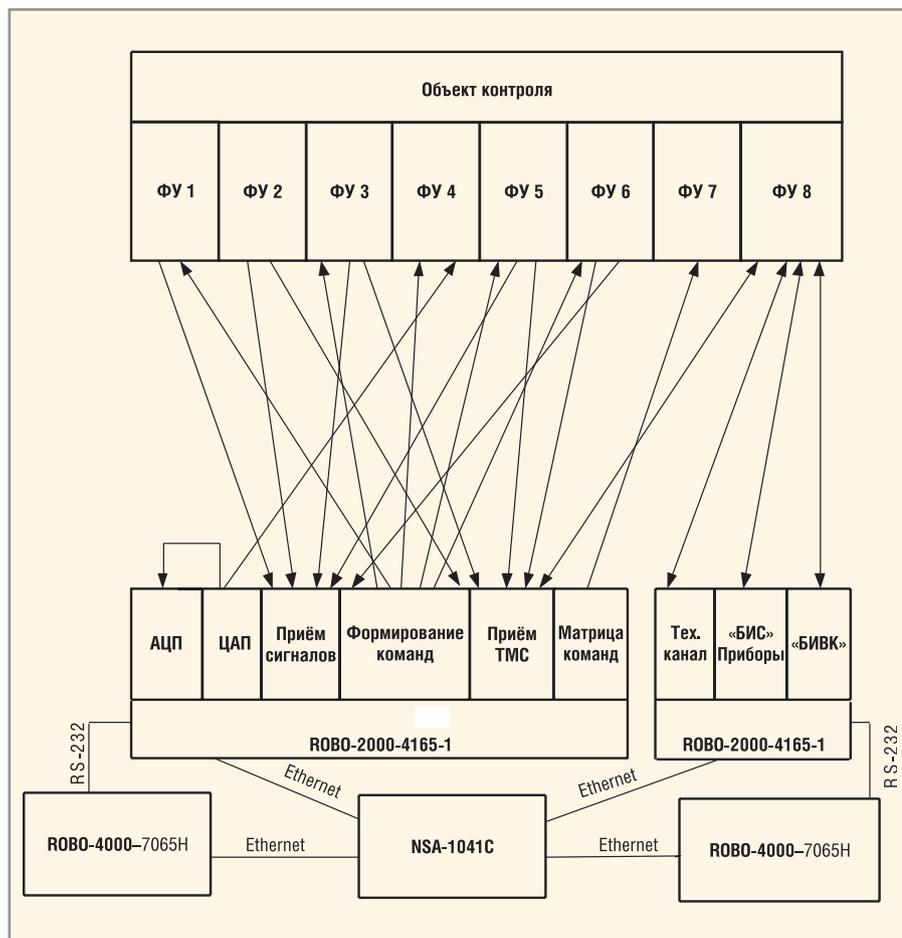


Рис. 2. Структурная схема типичного рабочего места на базе ЛОК

При невозможности или чрезмерной сложности реализации требуемых функций имеющимися средствами необходимо дополнять их новыми покупными или специально разработанными устройствами.

Программное обеспечение ЛОК для обеспечения автоматизированных испытаний РЭА должно функционировать на нескольких компьютерах одновременно и синхронно в реальном масштабе времени.

Реализация программного обеспечения ЛОК осуществляется в два этапа:

- минимальная версия;
- максимальная версия.

Минимальная версия программного обеспечения оформляется в виде комплекса жёстко алгоритмизированных программ, ориентированных на конкретный объект и функционирующих в хорошо освоенной операционной системе реального времени (ОСРВ). Алгоритмы функционирования программ управления конкретным рабочим местом должны обеспечивать минимально необходимые функции.

В процессе отработки рабочего места и объекта контроля алгоритмы

(в виде описаний программ) должны корректироваться, а программы – дорабатываться с целью усложнения функций, выбираемых оператором. При этом должны быть унифицированы входные и выходные сигналы ЛОК, реализуемые оператором через интерфейс пользователя в качестве типовых функций управления и контроля параметров. Результатом отработки минимальной версии ПО являются детализированные исходные данные для реализации максимальной версии.

Максимальная версия программного обеспечения ЛОК должна быть реализована в виде комплекса математического обеспечения для автоматизированных испытаний, функционирующего на нескольких компьютерах одновременно и синхронно в среде реального времени (типа QNX). Аппаратная реализация этого комплекса базируется на типовых элементах схем рабочих мест для испытаний объекта, которые приведены в Руководстве по эксплуатации ЛОК. Данные элементы должны соответствовать типовым функциям управления и контроля. Сами функ-

ции реализуются в виде библиотеки адаптированных под среду разработки исходных текстов, которые собираются оператором в единую программу через интерфейс пользователя и компилируются в исполняемый файл программы испытаний средой разработки (типа QNX Momentics).

Для разработки программного обеспечения ЛОК должен использоваться язык программирования высокого уровня C++. Это связано с тем, что со всеми модулями поставляются примеры исполняемых файлов с прилагаемыми исходными текстами на C++, а также типовые функции обращения к аппаратным регистрам и описания их работы.

Примеры исполняемых файлов представляют собой демонстрационные программы, реализующие все возможности аппаратуры и позволяющие проверить её работоспособность. При получении технических средств они используются для входного контроля. В дальнейшем на основе исходных текстов этих программ будет разрабатываться ПО тестового и метрологического контроля технических средств ЛОК путём изменения и оптимизации алгоритма функционирования и интерфейса пользователя.

Типовые программные функции обращения к аппаратным регистрам упрощают управление техническими средствами, но ухудшают временные характеристики типовых системотехнических решений, поскольку при их создании не ставилась задача получения максимально быстрого управления. Поэтому типовые программные функции могут корректироваться и перерабатываться с учётом временных характеристик.

По мере освоения технических средств, приобретения опыта их программирования и отработки рабочего места для испытаний объектов добавляются вновь разработанные функции и интерфейсы пользователя, а также массивы информационно и математического обеспечения процессов испытаний приборов и модулей. В дальнейшем на основе компонентов рабочего и метрологического ПО должен быть развернут комплекс автоматизированных испытаний программного обеспечения приборов с вычислительными модулями.



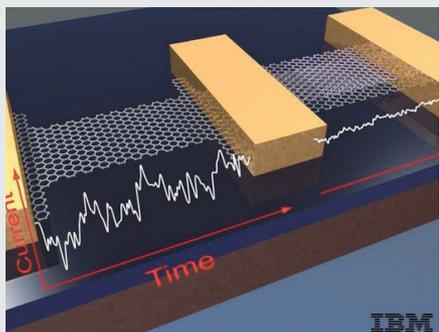
IBM научилась подавлять шум в графеновых нанозементах

На днях исследователи компании IBM сообщили о своём новом научном открытии, которое позволяет успешно бороться с одной из наиболее трудных проблем электронной индустрии, связанной с использованием графита в качестве материала для создания миниатюрных нанозементах. Как отмечается, учёные IBM впервые нашли способ подавления паразитных помех электрических сигналов, возникающих при миниатюризации до длины всего в несколько атомов графена (графен можно представить как одну плоскость графита, отделённую от объёмного кристалла).

Отметим: графен рассматривается многими исследователями как одна из наиболее перспективных альтернатив современным кремниевым транзисторам. Уникальное строение графена привлекает к нему нескрываемый интерес со стороны учёных, инженеров и технологов, так как оно способствует проявлению привлекательных электрических свойств и может быть использовано в транзисторах и электронных схемах, значительно меньших по размеру, чем компоненты самых крошечных современных кремниевых чипов.

Одна из проблем использования таких нанозементах – обратно пропорциональная зависимость между размером устройства и мощностью генерируемого им неуправляемого электрического шума. Чем миниатюрнее становятся устройства, тем интенсивнее становится и электрический шум – возрастает заряд электричества, проходящего через вещество и вызывающего помехи, которые негативно влияют на характеристики этого вещества (материала) и ограничивают его полезное применение.

Эта зависимость (известная как закон Хуга) справедлива как для полупроводниковых элементов на основе традиционного кремния, так и для сверхмини-



атюрных устройств на основе графеновых «наноплёнок» и углеродных нанотрубок. Как объясняет доктор Фаэдон Аворис (Phaedon Avouris), учёный из IBM Research, эффект электрического шума, подчиняющийся закону Хуга, на нануровне возрастает многократно из-за того, что размеры полупроводникового элемента здесь достигают почти абсолютного минимума и становятся сопоставимы с размерами атомов. На этом уровне генерируемый шум может превосходить по амплитуде полезный сигнал.

Исследователям IBM удалось установить, что электрический шум в полупроводниковых элементах на основе графена может быть фактически подавлен. Результаты экспериментов опубликованы в журнале Nano Letters. К сожалению, доступ к подробной информации о новом исследовании платный, поэтому приведём лишь ключевые факты.

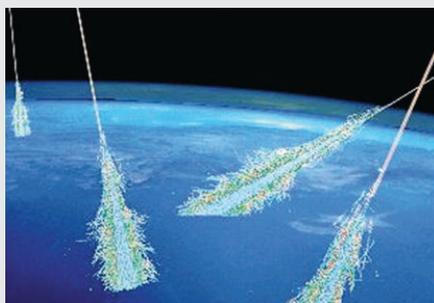
Сначала учёные IBM использовали один слой (или плёнку) графена для создания транзистора. Этот эксперимент ещё раз подтвердил, что на полученный полупроводниковый элемент распространяется правило Хуга: по мере уменьшения размеров электронного устройства пропорционально увеличивался генерируемый им шум.

Когда исследователи создали такой же элемент с двумя слоями графена вместо одного (расположенными друг над другом), они отметили, что электрический шум подавляется. Уровень мощности помех во втором случае был в достаточной степени мал. Это дало основание предположить, что так называемые «двухслойные графеновые полоски» (bilayer graphene ribbons) смогут доказать свою пригодность для создания полупроводниковых элементов. По словам учёных, паразитный шум подавляется благодаря сильной электрической связи между двумя слоями графена, которая нейтрализует влияние источников помех. Такая структура функционирует как своеобразный шумоизолятор.

Конечно, о непосредственном применении результатов исследования в производстве говорить пока не приходится, но учёные уверены, что их достижение открывает большие перспективы практического использования технологии двухслойных графеновых лент в создании полупроводниковых комплектующих для электронных устройств.

Intel: детекторы космических лучей в чипах

Некоторые IT-специалисты, заходя в тупик при попытках поиска истинных причин нештатной работы аппаратного или программного обеспечения, бессовестно сваливают вину на неподходящую фазу Луны. Как и во многих других случаях, в этой шутке на самом деле есть доля правды. Неизвестно, как там с Луной, но часть космических излучений, иногда преодолевающих земную атмосферу, действительно способны «растревожить» электроны в чипах, что, например, может вызвать несанкционированное изменение состояния ячейки памяти с 1 на 0. Патент, зарегистрированный Intel, предлагает встраивать в чипы детектор космических лучей и схемы, позволяющие повторить операцию, предшествовавшие моменту срабатывания датчика.



В середине 90-х годов исследование на эту тему провела IBM, сравнив частоту возникновения спонтанных ошибок в 1000 модулях памяти, работавших на уровне моря, в горах и глубоко в подземных пещерах. В результате оказалось, что с ростом высоты растёт и количество обнаруживаемых ошибок, тогда как под землёй они практически отсутствуют. Таким образом, вину космических лучей сочли доказанной. Средняя частота их «попадания» составила тогда приблизительно раз в месяц на каждые 256 Мб динамической памяти.

До сих пор в качестве основных средств для борьбы с негативным воздействием космических лучей на чипы разработчики использовали более совершенный дизайн и схемы коррекции ошибок. Однако, по мнению Intel, с внедрением всё более «тонких» технологий и с ростом рабочих частот проблема спонтанных ошибок будет проявляться всё чаще, вплоть до того, что станет «основным ограничивающим фактором надёжности компьютеров в течение следующего десятилетия». Можно пофантазировать, что будет, если Intel действительно реализует свои намерения. Как вам, например, системное сообщение: «Обнаружено попадание космических лучей»?

IBM

<http://www.3dnews.ru>