

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ОТ ВЕКНОФФ НА ОСЕННИХ ВЫСТАВКАХ 2006 г.

А.Д. Маштаков (Компания Beckhoff)

*Представлены решения, сконструированные на базе оборудования и технологий компании Beckhoff и демонстрируемые на осенних специализированных выставках 2006 г.*

Каждая компания при подготовке к новому выставочному сезону продумывает свою экспозицию, задумывается, чем привлечь и удивить посетителей выставочного стенда. От качества подготовительной работы во многом зависит успешное участие компании в выставках, плодотворное общение с реальными и потенциальными клиентами. Компания Beckhoff всегда ответственно подходит к оформлению своего стенда, стремясь наглядно продемонстрировать возможности продвигаемых на российском рынке оборудования и технологий.

Готовясь к осеннему выставочному сезону 2006 года, специалисты Beckhoff сконструировали и реализовали несколько интересных схмотехнических решений. Представляем вниманию читателей виртуальную экскурсию по выставочной экспозиции Beckhoff.

Начнем с тематического раздела выставочного стенда, посвященного организации удаленной передачи данных через стандартные каналы связи: коммутируемая или выделенная проводная линия, GSM канал связи и GPRS (рис. 1).

Два ПК-совместимых контроллера серии CX1000 под управлением ОС Windows CE.NET с ядром PB TwinCAT PLC связаны по каналу GPRS. Две основные трудности подстерегают каждого, кто решится использовать этот порой самый экономичный способ связи через обычный GPRS модем, подключенный к контроллеру через последовательный интерфейс.

Во-первых, после дозвола провайдеру и аутентификации запускается протокол point-to-point (ppp). Контроллер или, что еще хуже, прикладная программа, написанная в стандарте МЭК61131, должны уметь обрабатывать этот протокол, формируя IP пакеты поверх ppp. И, во-вторых, в большинстве случаев провайдеры услуг сотовой связи запрещают входящие IP соединения. Таким образом, даже если удалось написать приложение, обрабатывающее передачу IP пакетов через ppp, контроллер будет недоступен извне.

С преодолением этих трудностей легко справляются ПК-совместимые контроллеры, у которых связь организована на уровне ОС стандартными средствами Microsoft, а управляющая процессом прикладная программа "крутится" в ядре TwinCAT PLC. Интересно, что для организации связи по GPRS вообще ничего не пришлось программировать, потребовалось лишь кон-

фигурирование стандартных средств Microsoft. Первое, что нужно сделать — организовать обычное dial-up соединение с Internet-провайдером, второе — "поднять" стандартный VPN (Virtual Private Network) клиент от фирмы Microsoft. VPN сервер при этом был организован на базе стационарного ПК под управлением Windows-2003 Server с глобальным (видимым отовсюду) IP адресом. В одной сети VPN контроллеры могут обмениваться друг с другом данными так, как будто бы они были включены в одну локальную сеть, и организовать такой обмен стандартными средствами уже не представляет никакого труда.

В продолжение темы сбора данных с удаленных объектов и диспетчеризации запланирован демонстрационный стенд с использованием классических технологий связи по выделенной или коммутируемой телефонной линии с резервированием по GSM каналу (рис. 2). Для этой демонстрации применены однокристалльный контроллер серии VX8000 с двумя встроенными последовательными интерфейсами и новый экономичный ПК-совместимый контроллер серии CX9000.

Контроллеры на уровне AT-команд управляют обычными проводными модемами, осуществляя "дозвон" и установку соединения. После того, как соединение установлено, обмен данными осуществляется по стандартному протоколу Modbus RTU, реализованному про-

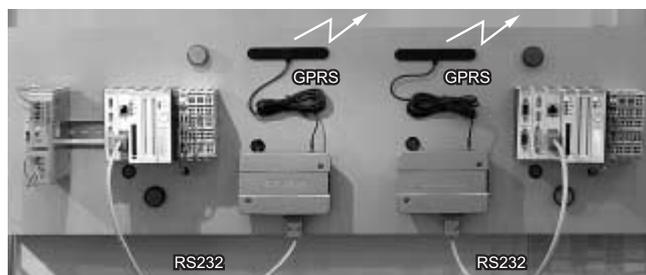


Рис. 1. Удаленный сбор данных по GPRS каналу



Рис. 2. Удаленный сбор данных по выделенному каналу с резервированием по GSM каналу (SMS)

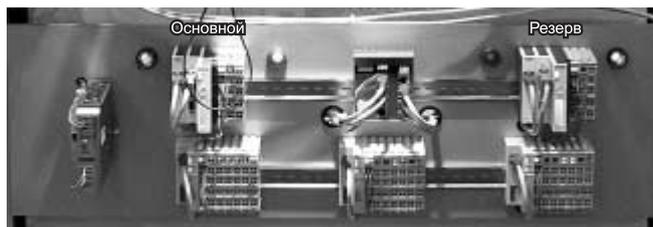


Рис. 3. Резервирование контроллеров



Рис. 4. Автор идеи о резервировании контроллеров А.Д. Маштаков на выставке "ГТА-2006" (Москва)

граммно. Обрыв связи фиксируется также программно с помощью переменной *watchdog*, в случае обрыва производится циклическая попытка повторного дозвона. При отсутствии связи через проводную телефонную линию используется резервный канал связи через отправку и прием SMS сообщений. Привлекательная сторона такой технологии — полное отсутствие абонентской платы при выборе соответствующего тарифа на услуги оператора сотовой связи. Отправка SMS обходится довольно дорого, но не нужно забывать — это лишь резервная линия связи, которая в штатном режиме должна всегда "молчать". Да и отправлять SMS можно лишь по событию, спонтанно, т.е. только в том случае, если на удаленном объекте что-то происходит. Этот стенд демонстрирует возможности полностью программного управления модемами на низком уровне с использованием только стандартных языков программирования МЭК61131-3.

Другой тематический раздел экспозиции посвящен вопросам резервирования. К вопросу резервирования можно подойти с разных сторон. Все зависит от того, какой неприятности мы более всего опасаемся. Существуют три основные причины сбоя в работе автоматической системы управления.

Первой возможной неисправностью является сбой в работе центрального процессорного блока (CPU) либо сбой памяти, вызванные чаще всего воздействием радиоактивного излучения. Для предотвращения тяжелых последствий сбоя CPU применяются резервирование процессорных модулей.

Вторая причина отказов — неисправность линий связи. Такие отказы связаны, как правило, с человеческим фактором и легко диагностируются. Главный метод борьбы — резервирование линий связи.

Третья возможная и наиболее вероятная — неисправность системы управления (датчиков и каналов

ввода/вывода). Резервирование в этом случае сводится к простому дублированию всего измерительного канала целиком, включая датчики и каналы ввода/вывода контроллера. Очень важным обстоятельством является возможность на аппаратном уровне осуществлять диагностику неисправного измерительного канала.

Не касаясь вопроса резервирования датчиков и измерительных каналов, на стенде Beckhoff представлены две наглядные инсталляции, посвященные резервированию CPU и линии связи (рис. 3). В схеме с резервированным CPU использованы контроллеры серии VX9000. Три распределенных узла ввода/вывода на базе простых шлюзов BK9000 управляются "основным" контроллером VX9000 по сети Ethernet. Второй контроллер VX9000 с симметричной программой находится в состоянии "горячего резерва". Обмен оперативными данными между контроллерами VX9000 осуществляется по шине CANopen через интегрированный интерфейс контроллера. Принцип использования физически раздельных шин с различающейся топологией для опроса распределенного ввода/вывода и обмена данными между CPU повышает надежность системы. Шина CANopen получилась в этом случае очень сосредоточенной и надежной, в реальной инсталляции эта шина не должна выходить за пределы шкафа управления, в котором установлены оба контроллера. При отключении питания "основного" контроллера, резервный с минимальной задержкой становится "основным" и продолжает выполнять управляющую программу. При этом вся оперативная информация и состояние внутренних переменных программы уже находятся в памяти "резервного" контроллера.

Таким образом, на стенде присутствует полностью программное решение для резервирования CPU.

Отдельно рассмотрим эффектную демонстрацию возможностей новой промышленной шины EtherCAT. Вспомним особенности EtherCAT, позволяющие достичь небывалых параметров по быстродействию (около 100 мкс на 100 распределенных устройств ввода/вывода).

- Протокол EtherCAT реализован на самом нижнем логическом уровне стека протоколов Ethernet. Структура телеграмм Ethernet и физический уровень интерфейса сохранены, что обеспечивает совместимость со стандартным сетевым оборудованием: коммутаторами, преобразователями медь/оптоволокно и т.п.

- Из всех устройств, подключенных к шине EtherCAT, настоящим участником Ethernet со своим MAC-адресом является только одно устройство — мастер шины EtherCAT. Только мастер может быть инициатором телеграмм. Все остальные устройства "на лету" модифицируют проходящую через них телеграмму, читая и записывая в нее данные ТП. Аппаратная задержка на прохождение телеграммы через одно slave-устройство составляет всего несколько наносекунд.

- Таким образом, всего одна большая широковетвистая телеграмма Ethernet, посланная мастером в сеть, возвращается мастеру модифицированная, и

она уже несет в себе всю информацию о ТП. Это позволяет максимально эффективно (на 80...97%) использовать физический трафик среды передачи 100 Мбит/с. Это коренным образом отличает EtherCAT от прочих решений для промышленной шины RV на основе Ethernet.

- Каждый отдельный модуль ввода/вывода, а не контроллер является самостоятельным slave-устройством. В головном блоке контроллера происходит лишь преобразование физического уровня сигнала.

- Структура данных в телеграмме EtherCAT соответствует не топологии подключения slave-устройств к шине, а структуре прикладной управляющей программы, каждый модуль ввода/вывода "знает" в какое место телеграммы EtherCAT он должен вставить свои данные. В сочетании с использованием DMA (Direct Memory Access) контроллера, интегрированного в адаптер Ethernet, функция адресации данных (mapping) перекладывается с центрального процессора мастера на slave-устройства. Их коллективные действия обеспечивают этот самый "mapping" на уровне модулей ввода/вывода.

Вернемся к стенду Beckhoff. В разделе EtherCAT также присутствует решение по резервированию промышленной шины (рис. 5). В качестве мастера шины EtherCAT использован промышленный ПК с двумя сетевыми адаптерами. Два распределенных узла ввода/вывода подключены к шине EtherCAT. На одном из узлов помещен двухканальный модуль аналогового ввода (AI) типа EL3102 (-10...10 В) и 4-канальный модуль дискретного входа EL1014. На втором узле помещен двухканальный модуль аналогового вывода (АО) типа EL4132 (-10...10 В) и модуль EL6731, который является мастером шины Profibus DP. На один из каналов аналогового входа модуля EL3102 через преобразующий трансформатор 20:1 подается аналоговый сигнал со звукового выхода обычного CD-плеера. С выхода модуля EL4132 напряжение после делителя 1:20 подается на звуковую колонку с активным входом. Трансформатор и делитель (пассивные элементы) используются только, чтобы привести уровень напряжения к диапазону -10...10 В. Программа в ПЛК очень простая: прочитать аналоговый вход и повторить это же значение на аналоговом выходе. Напряжение AI, поступающее на вход модуля EL3102, и напряжение АО с выхода модуля EL4132 подаются на два независимых входа двухлучевого осциллографа. Цикл задачи ПЛК установлен равным 100 мкс. Через звуковую колонку можно прослушать музыку с CD-плеера с приличным качеством. За 100 мкс управляющий ПК успевает сделать цикл программы ПЛК и выполнить цикл шины EtherCAT, строго синхронизированный с циклом задачи ПЛК. В схеме используется распределенный ввод/вывод. Маленькие ступеньки на осциллограмме соответствуют 100 мкс циклу управляющей системы. Общее запаздывание выходного напряжения относительно входного составляет ~350 мкс. До-

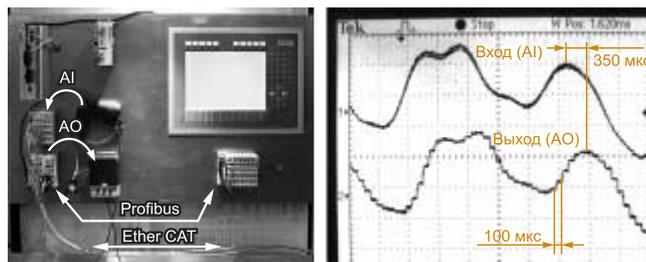


Рис. 5. EnterCAT. Резервирование канала связи

полнительная задержка связана с конечным временем преобразований АЦП и ЦАП во входном/выходном модулях. Оценка показывает, что при использовании быстрых режимов (fast mode) работы АЦП и ЦАП время реакции системы можно было бы снизить до 300 мкс. Речь идет именно о времени реакции системы, а не о простом повторении входного сигнала, ведь в одном цикле программы можно произвести внушительный объем вычислений и принять решение о выдаче управляющего воздействия на ТП.

В дополнение к демонстрации быстродействия шины EtherCAT посетители выставки будут удивлены небольшим "фокусом": шину EtherCAT можно разорвать в любом месте, и музыка продолжит играть без какого-либо перебоя. Вся система продолжит безотказно функционировать. Секрет этого "фокуса" заключался в том, что использована топология сети EtherCAT кольцо. Логическая топология (маршрут следования) телеграммы EtherCAT за счет использования полнодуплексного режима всегда кольцо. При наличии двух сетевых адаптеров можно организовать не только логическое, но и физическое кольцо. Телеграммы отправляются с двух сторон, и каждая телеграмма, отправленная одним сетевым адаптером, приходит на другой сетевой адаптер. При разрыве кольца устройство, после которого кабель оборван, автоматически детектирует обрыв и возвращает все телеграммы назад тому сетевому адаптеру, из которого эти телеграммы отправляются. Две "половинки" кольца начинают работать как две независимые сети EtherCAT.

Еще одна интересная демонстрация в новой экспозиции Beckhoff: к модулю EL6731 по шине Profibus DP подключен и управляется контроллер BC3150 с модулями ввода/вывода. На месте модуля EL6731 (Profibus) может быть EL6751 (CANopen), EL6752 (DeviceNet). На шину EtherCAT можно в любом числе установить интерфейсные модули других промышленных шин. Такая конструкция по быстродействию и эффективности эквивалентна использованию интерфейсных плат промышленных шин, которые были бы вставлены в PCI слоты компьютера. Получается, что при использовании EtherCAT не требуется иметь ПК с большим набором свободных PCI слотов. Все "мастера" других промышленных шин подключаются прямо к шине EtherCAT по месту (там, где в этом есть необходимость).

*Маштаков Александр Дмитриевич — инженер технической поддержки Beckhoff.*

*Контактный телефон (495) 980-80-15.*

*E-mail: info@beckhoff.ru Http://www.beckhoff.ru*