

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ FASTWEL I/O ДЛЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ПРИМЕНЕНИЙ

А.В. Медведев (Компания ПРОСОФТ),

А.В. Косолапов (ВА ВКО)

Рассмотрены история создания и развития, технические характеристики и отличительные особенности отечественных ПЛК Fastwel I/O.

Ключевые слова: программируемый логический контроллер, прецизионный модуль ввода/вывода, отечественная термопара.

История создания

В начале 2003 г. фирма Fastwel получила техническое задание на разработку аппаратно-программных средств для применения в составе комплексов автоматизированного управления, безопасности движения и диагностирования тягового подвижного состава (КАУД) двух типов электровозов. В техническом задании на разработку присутствовали такие требования как модульность, унификация, расширенный диапазон рабочих температур, возможность разработки и встраивания прикладных алгоритмов пользователя на языке общего применения, возможность расширения номенклатуры модулей ввода/вывода без существенных временных затрат по мере развития функциональных возможностей КАУД и т. п. [1, 2].

В то же самое время компания Fastwel уже несколько лет выпускала продукцию в формате MicroPC, в большей степени ориентированную на OEM производителей, и имела собственное производство. При этом у нее не было специализированного решения для задач АСУТП, особенностью которого являются тяжелые условия эксплуатации при пониженных и повышенных температурах. Следует отметить, что применение плат в формате MicroPC в системах промышленной автоматизации предполагает определенные инженерные усилия пользователя по созданию функционально и конструктивно законченного решения, что не всегда приемлемо. Одним словом, было стремление стать ближе к рынку АСУТП, сохранив при этом свою марку «-40... 85° С».

Разработчикам была поставлена задача в рамках работ над проектом КАУД реализовать единую концепцию аппаратно-программного комплекса.

При этом к разрабатываемому комплексу были предъявлены следующие общие требования:



Рис. 1. Набор модулей Fastwel I/O

- обеспечить возможность применения в пользовательских проектах, где период исполнения прикладной программы исчисляется единицами миллисекунд при наличии нескольких сотен каналов дискретного ввода/вывода и десятков каналов аналогового ввода/вывода;

- достичь лучшей пропускной способности, предсказуемости и универсальности межмодульной внутренней шины по сравнению с существующими аналогами;

- достичь наилучшей для изделий данного класса точности измерения аналоговых сигналов; максимально унифицировать основные узлы контроллеров и модулей ввода/вывода, обеспечив тем самым возможность в короткие сроки расширять номенклатуру модулей ввода/вывода;

- создать единый каркас системного ПО контроллеров, переносимый на различные ОС, который позволяет разработчикам наращивать набор функций, добавляя новые подсистемы по мере необходимости, а пользователям — разрабатывать прикладное ПО как на промышленных языках стандарта МЭК 61131-3, так и на языке общего применения Си.

Результатом данной работы и является линейка модульных программируемых логических контроллеров (ПЛК) Fastwel I/O (рис. 1).

Общие сведения о Fastwel I/O

Fastwel I/O является аппаратно-программным комплексом, предназначенным для создания автоматизированных систем сбора данных и управления. Он может использоваться для построения как автономных программируемых контроллеров, так и распределенных систем сбора данных и управления.

В комплекс Fastwel I/O входят следующие аппаратные средства:

- контроллеры узла сети с интерфейсами внешней сети CANopen, MODBUS RTU/ASCII, MODBUS TCP, PROFIBUS DP, DNP3;

- модули ввода/вывода;

- коммуникационные и вспомогательные модули, включая модули питания, модули размножения потенциала, расширения внутренней шины и т. п.

Контроллер узла сети имеет интерфейс с модулями ввода/вывода, называемый внутренней шиной (FBUS), и интерфейс внешней сети. Последний предназначен для обмена данными между контроллером и рабочими станциями, АРМ верхнего уровня автоматизированных систем сбора данных и управления и другими контроллерами.

Модули ввода/вывода, подключаемые к внутренней шине контроллера, предназначены для приема информации от датчиков и формирования управляющих воздействий на исполнительные устройства и механизмы.

В комплекс Fastwel I/O входит следующее системное и инструментальное ПО:

- пакет адаптации среды разработки прикладных программ на языках стандарта МЭК 61131-3 CoDeSys 2.3;
- адаптированная система исполнения прикладных программ, разрабатываемых в среде CoDeSys 2.3, поставляемая в каждом контроллере узла сети;
- демонстрационные версии OPC-серверов для сетей CAN и MODBUS.

Пакет адаптации CoDeSys включает:

- интегрированную среду разработки CoDeSys 2.3 фирмы 3S-Smart Software Solutions GmbH;
- файлы описания платформы Fastwel I/O, интегрируемые с IDE CoDeSys 2.3 и позволяющие генерировать исполняемый код прикладных программ для контроллеров Fastwel I/O средствами IDE CoDeSys;
- файлы описания конфигурации модулей ввода/вывода, интегрируемые с CoDeSys 2.3 и позволяющие генерировать конфигурационную информацию;
- драйверы коммуникационного сервера CoDeSys Gateway Server, позволяющие выполнять загрузку прикладных программ в контроллер, удаленную отладку и мониторинг переменных из среды разработки.

Развитие Fastwel I/O

На момент 2007–2008 гг. линейка Fastwel I/O включала три контроллера CPM701, CPM702, CPM703 на базе 16-разрядного микропроцессора R1610C, совместимого с 80186, базового набора модулей дискретного ввода/вывода и аналогового ввода, вспомогательных модулей ввода и распределения потенциалов питания датчиков и коммутационных устройств, а также модулей ввода питания межмодульной шины.

Контроллеры обладали ограниченными вычислительными ресурсами: размер памяти для размещения кода пользовательского приложения ≤64 кбайт, размер памяти переменных ≤32 кбайт, размеры областей ввода/вывода по 8 кбайт каждая. При этом в составе контроллеров не было часов-календаря с питанием от батареи и на системном уровне не поддерживались энергонезависимые (RETAIN) переменные, а коммуникационные возможности контроллеров были представлены сервисами подчиненного узла сетевых протоколов CANopen (CPM701), MODBUS RTU/ASCII (CPM702) и MODBUS TCP (CPM703).

Встроенная система исполнения приложений, разрабатываемых пользователем в среде разработки CoDeSys 2.3 на языках стандарта МЭК 61131-3, из-за ряда ограничений CoDeSys 2.3, касающихся целевой платформы 80186, не поддерживала многозадачный режим выполнения прикладных алгоритмов, а вслед-

ствие довольно небольшого размера оперативной памяти контроллеров было невозможно использовать механизм обновления выполняющегося приложения без остановки и перезапуска контроллера.

Сервис обмена данными с модулями ввода/вывода по внутренней шине FBUS поддерживал единственный режим работы, в котором на каждом цикле обмена контроллер передавал модулям один групповой запрос, содержащий данные для всех выходных каналов системы, в ответ на который модули друг за другом передавали контроллеру групповой ответ с данными от всех входных каналов системы. Во время загрузки или обновления приложения в контроллере из среды разработки CoDeSys 2.3 информационный обмен с модулями ввода/вывода прекращался, поскольку не удавалось обеспечить устойчивое соединение контроллера со средой разработки CoDeSys 2.3 при одновременной загрузке приложения и интенсивном обмене по внутренней шине.

Перечисленные особенности и возможность функционирования в широком диапазоне температур ограничивали область применения Fastwel I/O бортовыми системами для железнодорожного транспорта, небольшими системами сбора данных и управления дискретными и с некоторыми допущениями периодическими ТП. Однако реальные и потенциальные пользователи, заинтересованные в расширении возможностей применения Fastwel I/O, заставляли разработчиков двигаться вперед, преодолевая первоначальные ограничения и добавляя новые функциональные возможности.

Как итог, в 2009 г. было начато производство более десятка новых типов модулей ввода/вывода, включая модули измерения температуры (AIM724, AIM725), модули аналогового вывода (AIM730, AIM731), многофункциональный модуль дискретного ввода (DIM764), модули аналогового ввода сигналов постоянного тока 0...20 мА и 4...20 мА (AIM721, AIM722, AIM723), модули последовательных интерфейсов RS-485 и RS-232C (NIM741, NIM742), а также контроллер CPM704 с сетевым интерфейсом подчиненного узла PROFIBUS DP-V1.

В то же время для контроллеров CPM70x была разработана многозадачная система исполнения приложений CoDeSys 2.3, поддерживающая обновление приложений «на лету», а для обмена с модулями ввода/вывода был добавлен режим индивидуального опроса, при котором кратковременное или постоянное отсутствие связи с каким-либо модулем не приводило к потере связи со всеми модулями.

К концу 2011 г. стали доступными три новых контроллера (CPM711, CPM712 и CPM713) на базе 32-разрядного x86-совместимого процессора Vortex86DX с тактовой частотой 600 МГц (рис. 2). Контроллеры имеют на системном уровне поддержку энергонезависимых переменных, встроенные часы-календарь с батарейным питанием, в среднем в 20 раз более высокое быстродействие и в 30 раз

большие размеры памяти для размещения кода и данных приложения, чем у ранее разработанных СРМ70х, но с сохранением потребляемой мощности и с возможностью миграции проектов CoDeSys 2.3, ранее разработанных для СРМ701, СРМ702 и СРМ703 на СРМ711, СРМ712 и СРМ713 соответственно.

Коммуникационные возможности контроллера СРМ713, по сравнению с СРМ703, были расширены мастером протокола MODBUS TCP, функционирующим одновременно с сервисом подчиненного узла, и системной библиотекой сокетов FastwelSysLibSockets.lib, поставляемой в пакете адаптации CoDeSys

2.3 для Fastwel I/O и позволяющей реализовывать любые сетевые протоколы поверх UDP и TCP в приложении CoDeSys 2.3. Контроллер СРМ712 вышел с поддержкой функций мастера протокола MODBUS RTU/ASCII, а информационная емкость сервиса протокола CANopen контроллера СРМ711, по сравнению с СРМ701, была увеличена более чем в 3 раза и достигла 512 передаваемых и 512 принимаемых коммуникационных объектов.

С появлением контроллеров, способных обрабатывать большие объемы данных, потребовалось увеличить информационную емкость Fastwel I/O в части числа вводимых аналоговых сигналов и дополнительных коммуникационных интерфейсов.

Кроме того, для реализации некоторых классов систем сбора данных и управления пользователями требовалась возможность обнаружения отказов измерительных и дискретных каналов, включая обрыв цепи присоединения датчика и входного канала модуля ввода/вывода.

В течение 2013 г. разработаны 8-канальные модули дискретного ввода с контролем целостности цепей присоединения датчиков (рис. 3) и 8-канальные многодиапазонные модули аналогового ввода с расширенной диагностикой и суммарным временем измерения по всем каналам чуть более 1 мс, а в серийно выпускаемый модуль приема сигналов термометров сопротивления АИМ725 добавлена функция обнаружения обрыва и короткого замыкания измерительных цепей. Одновременно выпущено специальное исполнение модуля АИМ725, поддерживающее номинальные статические характеристики термометров сопротивления отечественного производства ТСП 50 П, ТСП 100 П, ТСМ 50 М и ТСМ 100 М, а серийно выпускаемый модуль ввода сигналов термопар АИМ724 так-



Рис.2. Контроллер СРМ712

же снабжен функцией обнаружения обрыва измерительных цепей и поддержкой термопар типа L (ХК).

Коммуникационные возможности всех контроллеров Fastwel I/O существенно расширились с выходом в июле 2013 г. встроенного в систему исполнения драйвера коммуникационных портов RS-485/232C на основе модулей NIM741 и NIM742, подключаемых к межмодульной шине контроллеров. Ранее для организации дополнительных каналов обмена данными через указанные модули в приложении, выполняющемся на контроллере, требовалось использовать функциональные блоки из библиотеки nim741_742.lib, имеющие

не очень простую для понимания модель поведения и занимающие приличный объем памяти. Теперь же для приема и передачи данных по последовательным каналам связи через модули NIM741 и NIM742 можно использовать две простые функции из библиотеки FastwelSysLibCom.lib.

Начало 2014 г. отмечено выпуском новой ревизии системного ПО контроллеров и пакета адаптации CoDeSys 2.3 для Fastwel I/O, в которой для контроллеров СРМ711, СРМ712 и СРМ713 появилась поддержка интеграции с GPS-приемником для определения точного времени и синхронизации встроенных системных часов контроллера.

Кроме того, контроллер СРМ713 стал поддерживать протокол NTP для синхронизации времени по сети, причем как в качестве клиента, так и сервера сетевого времени, что в совокупности с возможностью получения точного времени от GPS-приемника позволило решить проблему обеспечения единства времени на множестве узлов сети.

И, наконец, в контроллерах СРМ712 и СРМ713 был реализован сервис подчиненного узла сетевого протокола DNP3 Outstation с уровнем совместимости, превышающим Level 2.

Отличительные особенности Fastwel I/O

Контроллеры Fastwel I/O способны функционировать при температуре окружающего воздуха $-40...85^{\circ}\text{C}$ и влажности воздуха до 95% (при 50°C без конденсации влаги). Широкий диапазон рабочих температур позволяет размещать технические средства АСУТП в зонах повышенных и пониженных температур, что снижает затраты на кабельные сети и сопутствующую инфраструктуру, включая средства поддержания климата. Кроме того, способность функционирования при более высоких температу-



Рис.3. Модуль дискретного ввода с контролем целостности цепей DIM766

рах означает более высокую надежность контроллеров при работе в нормальных условиях, поскольку интенсивность отказов полупроводниковых приборов растет с ростом температуры [3]. Поэтому изделия на базе интегральных микросхем для расширенного диапазона температур потенциально имеют более высокую надежность в нормальных условиях по сравнению с изделиями на основе микросхем для коммерческого диапазона температур.

Для контроллеров Fastwel I/O характерна высокая функциональная насыщенность по назначению при весьма небольших габаритах и высокой плотности монтажа, приведенной на один канал. Контроллеры и модули ввода/вывода, помимо основной функции, как правило, реализуют ряд дополнительных функций. Например, модули дискретного вывода, помимо включения/выключения нагрузок, обеспечивают возможность генерации ШИМ-последовательностей, а модули аналогового ввода/вывода поддерживают несколько диапазонов измерения. Кроме того, для модулей аналогового ввода/вывода характерна высокая точность измерительных каналов и каналов формирования аналоговых сигналов. Для пользователей это означает сокращение номенклатуры приобретаемых модулей и увеличение межповерочных интервалов для измерительных каналов системы.

Контроллеры Fastwel I/O адаптированы для отечественных применений, поскольку разработаны и производятся в России, что означает использование норм отечественных стандартов для процессорной разработки и производства. Вся эксплуатационная документация изначально выпущена на русском языке, а обращение за технической поддержкой не требует преодоления дополнительных языкового и некоторых культурных барьеров.

Кроме того, в модулях измерения температуры предусмотрена поддержка номинальных статических характеристик отечественных термопар и термометров сопротивления, что позволяет применять менее

дорогостоящие датчики или использовать в составе новых или модернизируемых систем ранее установленные датчики отечественного производства.

В качестве среды разработки приложений для контроллеров Fastwel I/O на языках стандарта МЭК 61131-3 используется широко распространенный на отечественном и зарубежном рынке АСУТП пакет CoDeSys 2.3, при этом комплект адаптации CoDeSys для Fastwel I/O поставляется бесплатно.

CoDeSys 2.3 применяется в качестве среды программирования в сотнях типов контроллеров разных производителей, а это означает высокую зрелость программной платформы, возможность миграции проектов на контроллеры разных производителей в зависимости от специфики решаемой задачи, а также возможность накопления компетенции за счет повторного использования собственных и сторонних наработок.

Заключение

Fastwel I/O – это простой, надежный, качественный отечественный контроллер, способный годами работать в самых суровых условиях эксплуатации. Отличительными особенностями данного ПЛК являются: стойкость к внешним воздействиям; высокая функциональная насыщенность; адаптированность для применения в России.

Данные контроллеры успешно используются в нефтегазовом секторе, энергетике, на транспорте, в морских приложениях и на различных промышленных объектах.

Список литературы

1. *Константинов А.* Модульный ПЛК Fastwel I/O – от замысла до реализации // Современные технологии автоматизации. 2012. №3. С. 12-20.
2. *Локотков А.* Fastwel I/O изнутри // Современные технологии автоматизации. 2007. №1. С. 58-64.
3. *Горлов М., Строганов А.* Геронтология кремниевых интегральных схем. Часть 1. // Журнал ChipNews. 2000. №3. 121.

*Медведев Алексей Владимирович – бренд-менеджер компании ПРОСОФТ,
Косолапов Андрей Владимирович – слушатель ВА ВКО (г. Тверь).
Контактный телефон (495) 234-06-36.
<http://www.prosoft.ru>*

"Ай-Текко" создала единую HD-систему ВКС для ОАО "Мосводоканал"

Компания "Ай-Текко" сообщает об успешном завершении проекта по созданию комплекса видеоконференцсвязи для ОАО "Мосводоканал". Территориально-распределенная HD-система на базе оборудования Cisco, развернутая за 5 мес. на 33 площадках, включила 65 точек.

Компания "Ай-Текко", получившая право на выполнение работ на конкурсной основе, провела обследование существующих в ОАО "Мосводоканал" каналов связи. На его основе было спроектировано и развернуто промышленное ВКС-решение, включающее:

– ядро сети на базе аппаратной платформы Cisco MCU 8000, блейд-серверы Cisco 8510, лицензии на подключение, а также сервер регистрации Cisco Unified Communication Manager;

– терминалы Cisco EX90, Cisco EX60, Cisco DX650 для рабочих мест пользователей, Cisco MX300 и Cisco C40 Integrator Package для переговорных комнат.

Развернутое решение позволило на регулярной основе проводить еженедельные конференции под руководством генерального директора ОАО "Мосводоканал" и оперативные совещания управлений водоснабжения и канализации с использованием видеотелефонии.

Возможности системы обеспечили не только упрощение взаимодействия сотрудников географически удаленных подразделений, повышение качества предоставляемых коммуникационных сервисов, но и существенное сокращение времени принятия решений и финансовых затрат организации. Согласно планам, созданная в ОАО "Мосводоканал" сеть видеоконференцсвязи будет расширена за счет подключения новых точек и интегрирована с такими используемыми компанией средствами коммуникации, как Microsoft Lync и Cisco VCS Control.

[Http://www.i-teco.ru](http://www.i-teco.ru)