

ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ

УДК 681.5

СОВРЕМЕННЫЕ АППАРАТНЫЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА АСУ ТП

В статье рассматриваются современные аппаратные и программные средства и подходы к автоматизации технологических процессов при использовании PC-совместимой вычислительной техники. Показаны основные преимущества PC-based автоматизации, ее основные характеристики на всех уровнях АСУ ТП. Описаны возможности используемого программного обеспечения, как на уровне контроллеров, так и на уровне АСУ предприятия.

А.А. Сергеев

НПП "Логикон",
ул. А.Барбюса 9А, Киев, 03150, Украина

e-mail: alexey@logicon.ua

1. Введение

После распада СССР на независимые государства Украине «в наследство» достался очень насыщенный индустриальный комплекс. В нем присутствуют практически все отрасли промышленности. Но к настоящему времени очень многие производства требуют немедленной модернизации. Это связано как с недочетами, заложенными на этапе проектирования и строительства, так и с моральным и физическим износом оборудования. Следует также отметить, что для повышения качества жизни населения Украины необходимо расширить область применения средств автоматизации на те сферы деятельности общества, где в данное время наблюдается сильное отставание от развитых стран мира. Например, здравоохранение, связь, контроль продуктов питания.

Наиболее быстрым решением такой проблемы была бы покупка готовых АСУ, но этот вариант практически нереализуем, ввиду очень большой стоимости таких систем и ограниченности финансовых возможностей Украины. Использование исключительно отечественных разработок позволило бы намного уменьшить финансовые затраты, но здесь возникает ряд других противоречий.

Во-первых, разработка «с нуля» потребует очень много времени. Во-вторых, технологическая база Украины во многих отраслях промышленности очень сильно отстала от мирового уровня. Таким образом, разумным компромиссом

в этой ситуации является решение задачи путем инжиниринга. При этом используются покупные высокотехнологические компоненты от ведущих мировых производителей, но разработка и создание самих АСУ ТП делается непосредственно в Украине отечественными специалистами.

В этом случае стоимость комплектующих составляет на порядок меньшую сумму, чем стоимость готовой зарубежной системы, а срок ее разработки ненамного превышает время, необходимое для адаптации заказной АСУ ТП к требованиям конкретного производства. Дополнительным козырем такого подхода является принцип модульности. Благодаря весьма высокой унификации интерфейсов и наличию стандартизованных протоколов обмена построение такой системы может быть выполнено в несколько этапов, а также возможно использование уже имеющихся компонентов автоматизации.

Учитывая, что общепринятая классическая АСУ ТП представляется в виде трех уровней, может быть проведен поуровневый сравнительный анализ эффективности применения различных компонентов автоматизации и выбрано оптимальное решение.

2. Общая характеристика уровней АСУ ТП

На первом уровне располагают датчики, устройства связи с объектом (УСО) и исполнительные механизмы

(ИМ). Основные производители датчиков, такие как Omron, Pepperl&Fuchs, Siemens, перекрывают практически всю номенклатуру дискретных и аналоговых датчиков. В отличие от последующих уровней АСУ ТП датчики различных производителей максимально унифицированы и взаимозаменяемы, хотя различия могут и быть, например, в части конструктивного исполнения.

Уровень датчиков АСУ ТП.

Используются разные физические принципы работы датчиков: индуктивный, емкостной, кондуктометрический, оптический, ультразвуковой, радиоволновой, тензометрический, термометры сопротивления и термопары. Датчики первых трех типов, наряду с такими механическими средствами, как поплавковые и вибрационные анализаторы, используются исключительно для определения дискретных состояния объекта: пороговые уровни, наличие объекта.

Отдельного рассмотрения заслуживают современные оптические датчики. Оптические датчики наличия объекта позволяют фиксировать его состояние на расстоянии от единиц миллиметров до десятка метров. Благодаря наличию таких встроенных функций, как регулировка чувствительности, подавление окружающего фона, работе в разных частях диапазона излучений и использовании поляризации данные датчики можно использовать в условиях плохой прозрачности и больших фоновых засветок. Специализированные датчики для контроля меток позволяют дифференцировать объекты по цветам, причем в случае сложных датчиков с RGB системой могут различаться очень близкие цвета. Для использования в системе безопасности и охраны труда широкое применение нашли световые решетки и барьеры.

Оптические, ультразвуковые и радиоволновые датчики позволяют проводить измерение расстояния до объекта. Если в случае оптических лазерных датчиков диапазон составляет десятки миллиметров, то для ультразвуковых и радиоволновых средств интервал измерений составляет от единиц сантиметров до десятка метров.

Задачу гальваноразвязки, нормализации, преобразования и передачи сигналов от датчиков выполняют УСО. Здесь стоит отметить таких производителей как Advantech, Dataforth, Grayhill, Scaime, Siemens. Кроме того, отдельной категорией УСО являются средства для ввода-вывода сигналов во взрывоопасные зоны (Elcon).

Если сигналы от дискретных датчиков еще могут передаваться напрямую, то большинство аналоговых сигналов, например от термопар, тензодатчиков, требуют первичной обработки непосредственно рядом с объектом. К тому же и при использовании стандартных аналоговых сигналов (0...20мА, 0...10В) схема построения АСУ может потребовать их преобразования. Здесь возможно использование как аналоговых УСО, вход и выход которых представляет собой аналоговый сигнал, так и УСО, совмещающих в себе функции нормализации, оптоизоляции, АЦП и ЦАП. Последние могут быть разделены на две категории: распределенные УСО с выходом на полевою шину и локальные УСО с выходом непосредственно на системную шину управляющей системы (ISA, PC/104, PCI, CompactPCI, VME).

УСО, подключаемые к полевою шине, выгодно использовать при большой децентрализации датчиков и ИМ. В настоящее время существует множество полевых шин и здесь выбор конкретного ее типа бывает увязан с производителем УСО. Он может привязываться к определенному ее типу (Siemens), либо предоставлять возможность выбора из нескольких (Advantech, Wago I/O). Пожалуй, толь-

ко AS-интерфейс и Industrial Ethernet поддерживаются большинством производителей, что и вызвало резкое увеличение предлагаемых УСО с поддержкой этих интерфейсов. Кроме того, конвертеры протоколов (Hilscher) дают возможность объединять в один Fieldbus разнородные УСО, а «мосты» Ethernet (Advantech) позволяют подключать к Ethernet устройства с последовательным интерфейсом. Стоит отметить, что типы поддерживаемых сигналов также варьируются. Например Scaime выпускает только УСО для тензодатчиков, Siemens и Wago I/O работают только со стандартными сигналами (В, мА, некоторые типы термопар и термометров сопротивления). В свою очередь, УСО Advantech и Grayhill имеют более широкий перечень сигналов.

При большой концентрации сигналов оправданным является использование контроллера с УСО, непосредственно подключенным к системной шине. Такое решение позволяет, в частности, повысить скорость обработки большого количества сигналов, особенно аналоговых, поскольку пропускная способность Fieldbus в большинстве случаев на порядок ниже таковой для системной шины компьютера. Кроме того, такое решение зачастую позволяет снизить стоимость системы. Ряд производителей (Addi-Data, Advantech, VMIC) ориентируется на работу в централизованных системах с высокой производительностью. Другие (Diamond Systems, Fastwel, Lippert, Octagon Systems) для работы на уровне контроллеров.

Уровень контроллеров АСУ ТП.

Аналогично ситуации с датчиками, простейшие функциональные контроллеры и регистраторы имеют практически сходные характеристики у большинства производителей (Omron, Pepperl&Fuchs, Scaime, Siemens). Зато наиболее дискутируемым в последнее время является подход к выбору программируемых контроллеров и связанного с этим ПО. До сих пор не определился победитель в споре, что лучше, программируемый логический контроллер (ПЛК) или РС-контроллер [2, 3], поскольку каждый из вариантов имеет свои преимущества и недостатки.

Выбор решения на базе ПЛК привязывает разработчика к определенному производителю аппаратного и программного обеспечения. Такое решение вполне оправданно, когда уже есть опыт работы с техникой этого производителя или же необходимо расширить имеющуюся систему. Кроме того, благодаря имеющимся стандартным решениям типовых задач и закрытости от пользователя внутренней реализации, задача вполне может быть сведена к «собиранию» системы из «черных ящиков». Но такой подход имеет и негативные последствия. В случае необходимости нестандартных решений или же оптимизации системы может потребоваться изменение конфигурации либо же протоколов обмена, что в большинстве случаев невозможно. Выбор ПО программирования контроллеров также жестко задан производителем (Step 7 у Siemens, Wago I/O Pro для Wago).

Использование же РС-контроллеров изначально основывалось на открытости архитектуры РС-совместимых компьютеров. Единственным жестко заданным параметром в этом случае является тип системной шины. В тоже время спецификация основных используемых шин (ISA, PC/104, AT96, PCI) является общедоступной, поэтому пользователь всегда может дополнить систему устройством собственной разработки. Это может быть, например, УСО со специфическим протоколом обмена для связи с нестандартным объектом. Поэтому в последнее время наблюдается определенная экспансия со стороны РС-контроллеров в те ниши, которые ранее были заняты ПЛК.

Условия для такой экспансии создаются постоянным совершенствованием элементной базы и повышением функциональности контроллеров. Стоит отметить, что многие из приписываемых PC-контроллерам в [2] недостатков в последних разработках ликвидированы. К тому же в ряде задач условия эксплуатации просто не оставляют PC-контроллерам конкурентов. Например, контроллеры MicroPC (Fastwel, Octagon) в паре с УСО Grayhill способны работать в диапазоне температур $-40...+85^{\circ}\text{C}$ при постоянных ударах и вибрациях. Там же, где критичны габариты, можно использовать процессорные платы Advantech и Diamond Systems формата PC/104. Оснащенные флэш-памятью они способны накапливать сотни мегабайт данных. Помимо стандартных интерфейсов (RS-232/422/485, Ethernet) PC-контроллеры в настоящее время легко подключаются к большинству Fieldbus посредством сетевых плат Hilscher. В этом случае очень просто может быть построена система с управляющим PC-контроллером и подчиненными ПЛК либо УСО [4].

Свою роль в расширении области использования PC-контроллеров играет и развитие ПО. Изначально в большинстве контроллеров предустановленной операционной системой (ОС) являются различные клоны MS-DOS. В сочетании с аппаратным сторожевым таймером и быстрой загрузкой ОС (от десятка миллисекунд до нескольких секунд) она позволяет использовать ее в большинстве применений. При этом программирование контроллера возможно на любом языке программирования, от Basic до C++, дающих исполняемый файл в кодах x86. В то же время, существуют программные средства, позволяющие программировать PC-контроллер на языках МЭК 61131 так же легко, как и классический ПЛК [5].

Таковым является, например, пакет Ultralogik. Он не только реализует поддержку всех модулей MicroPC и ADAM-5510, но и имеет возможность подключения пользовательских функций на языках Assembler, C, Pascal. В сочетании с большой библиотекой алгоритмов сбора и управления на языке функциональных блоковых диаграмм это позволяет использовать в том числе и модули расширения собственной разработки. Интеграция с верхним уровнем АСУ ТП осуществляется через OPC-сервер или же DDE-сервер.

Для пользователей, которых не удовлетворяют возможности поставляемой с контроллером MS-DOS, существует большой выбор других операционных систем, в том числе и реального времени. Помимо получившей определенную популярность ОС QNX в последнее время пользователи все чаще обращаются и к другим ОС, таким как Embedded Linux, RTOS-32, Microsoft Windows CE, Windows.NET, WindowsXP Embedded.

Использование Windows CE и ее последовательницы Windows.NET позволяет строить системы реального времени, используя для программирования стандартные функции вызова API Windows. При этом в зависимости от количества используемых функций во многих случаях вся ОС с прикладным ПО занимает объем не более 8Мб и благодаря отсутствию характерного для «офисных» ОС файла подкачки может находиться во флэш-памяти.

Аналогичное решение предлагает и ОС RTOS-32 от On Time Informatik GmbH. Она имеет модульную структуру и состоит из пяти компонент: микроядра, планировщика реального времени, файлового ввода-вывода, TCP/IP стека, графической оболочки. Благодаря поддержке вызовов API Win32, позволяющей запускать программы, разработанные для консольного режима Windows NT, пользователь получает возможность ис-

пользования стандартных систем разработки приложений для NT, например, Inprise C++ и Delphi, Microsoft Visual C++, Watcom C++, Microsoft Visual Studio и других, способных создавать исполняемые файлы стандартного Win32 PE типа.

В большинстве случаев интерфейс с оператором на уровне контроллеров ограничивается использованием алфавитно-цифровых дисплеев, которые подключаются к последовательному либо параллельному интерфейсу, и простейших функциональных клавиатур. Но для ряда задач, особенно при использовании графических оболочек, требуется обеспечить графический вывод информации, а также возникает необходимость в использовании полно-размерных клавиатур. В то же время, для встраиваемых систем необходимо учитывать особенности их эксплуатации: пыль, влага, вибрации, ограниченное энергопотребление. Поэтому в качестве устройств отображения здесь используются электролюминесцентные дисплеи Planag и a-Si TFT панели серии I-SFT. Для устройств ввода применяются защищенные клавиатуры Indukey и Texas Industrial Peripherals.

Уровень АСУ предприятия.

В отличие от спорной ситуации вокруг использования PC-контроллеров, на верхнем уровне АСУ PC-совместимая техника уже стала стандартом де-факто. Поскольку основными задачами здесь является визуализация, обработка и хранение данных, а также передача управляющих воздействий на уровень контроллеров, главный акцент делается на средствах операторского интерфейса, средствах хранения данных и средствах их передачи.

В качестве операторского интерфейса возможно использование как самостоятельных рабочих станций (Advantech, Siemens), так и операторских терминалов (Advantech) при архитектуре системы клиент-сервер. Современные тенденции в этой области привели в настоящее время к тому, в качестве устройств отображения используются в основном ЖК-дисплеи с диагональю 15"-18". Для ряда задач, где от оператора требуется мобильность во время работы все чаще используются планшетные ПК (Advantech), подключенные посредством Wireless Ethernet как терминальный сервис к основному серверу.

К аппаратным средствам передачи и накопления данных помимо требований по производительности выдвигаются и отдельные требования в плане надежности и безотказности. Для устройств хранения это достигается применением отказоустойчивых шасси с резервированием питания и системой оповещения об отказах (Advantech) совместно с использованием шкафов со встроенными средствами климат-контроля (Schroff).

Для обеспечения быстрой и бесперебойной передачи данных используются средства промышленного Ethernet (Hirschmann). Важной их особенностью является возможность применения в системах с резервированием каналов связи. Оптоволоконные каналы позволяют организовать кольцевую структуру, – таким образом система получает двойное дублирование, что особенно важно для промышленного применения. Правильное построение сети на основе коммутаторов Hirschmann гарантирует восстановление связи в случае обрыва менее 300 мс.

Для создания прикладных программ визуализации, сбора данных и управления в системах АСУ ТП любого масштаба используется пакет Iconics Genesis32. Благодаря модульности и масштабируемости данный пакет может одинаково легко работать как с десятком переменных, так и с несколькими тысячами. Использование технологии OPC

(OLE Automation for Process Control) позволяет работать с любыми аппаратными средствами, имеющими в качестве драйвера OPC-сервер. В настоящее время подавляющее большинство производителей серийного оборудования обеспечивает его OPC-серверами. Каждый модуль пакета отвечает за одну из задач: визуализация, архивирование и отображение характера изменения процессов, журнал аварий, тревог и действий персонала, встроенный язык программирования VBA 6.0, средства разработки собственных OPC-серверов. Полная поддержка сетевого взаимодействия и резервирования каналов передачи данных позволяет полноценно использовать архитектуру «клиент-сервер» для построения распределенных систем управления.

3. Выводы

На основании проведенного анализа использования PC-based автоматизации на всех уровнях АСУ ТП, можно сделать вывод о том, что современные аппаратные средства автоматизации, построенные на основе PC-совместимой техники, дают возможность использовать весь накопленный опыт в области АСУ ТП, обеспечивают взаимодействие на всех уровнях АСУ ТП и позволяют строить системы с использованием компонентов большинства производителей.

Показано, что благодаря высокой унификации используемых современных датчиков и исполнительных меха-

низмов, выбор компонентов для нижнего уровня АСУ ТП практически не зависит от построения верхних уровней. На уровне контроллеров АСУ ТП в настоящее время PC-совместимая техника пока не получила явного превосходства над ПЛК. Тем не менее, благодаря открытости архитектуры и большей гибкости, PC-совместимые контроллеры не только применяются в тех областях, где раньше доминировали ПЛК, но и используются при весьма жестких условиях эксплуатации. В этом немаловажную роль сыграло развитие средств сопряжения PC-контроллеров с полевыми шинами. Наличие большого количества операционных систем реального времени позволяет использовать PC-совместимую технику для ответственных применений, а использование инструментальных средств программирования по стандарту МЭК 61131 позволяет программировать PC-контроллер аналогично ПЛК. Показано, что на уровне АСУ предприятия PC-совместимая техника уже стала стандартом де-факто. Основным ее применением на этом уровне является обеспечение человеко-машинного интерфейса, хранения и передачи данных. Для создания прикладных программ визуализации, сбора данных и управления в современных системах АСУ ТП используются SCADA-системы построенные по OPC-технологии.

Существующее системное и прикладное ПО позволяет создавать программно-аппаратные комплексы от уровня контроллеров до масштаба АСУ предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сорокин С. IBM PC в промышленности // СТА. – 1996. – №1. – С.6–13.
2. ООО «Сименс». Гибко программируемые контроллеры или решение на базе ПК? // СТА. – 1998. – №2. – С.78–79.
3. Бальцер С. и др. Многофункциональные контроллеры – основа массовой автоматизации типовых объектов нефтедобычи // СТА. – 2002. – №2. – С.20–29.
4. Гусев С. Краткий экскурс в историю промышленных сетей // СТА. – 2000. – №4. – С.78–84.
5. Гусев С. ADAM-5510 как зеркало современных тенденций автоматизации // СТА. – 1998. – №2. – С.6–10.



Сергеев Алексей Александрович. Ведущий специалист НПП «Логикон», Киев

Круг научных интересов: автоматизация технологических процессов.

Тел.: (044) 252-80-19

e-mail: alexey@logicon.ua