

Встроенные системы расширяют возможности автоматизации

Система 800xA включает в себя многочисленные встроенные приложения

Кай Хансен, Томас Линдстрём, Ларс Мартенссон, Ханс Тильдерквист



Сегодня пользователи ожидают и требуют от автоматизированных систем управления большей функциональности, чем когда бы то ни было. Значительная часть требуемых функций покрывается встроенными системами, которые входят в состав системы управления. Для того чтобы сделать доступным всё разнообразие функций, необходима интеграция многочисленных встроенных технологий. Такие возможности, востребованные заказчиками из обрабатывающих отраслей промышленности, предоставляет расширенная система автоматизации 800xA компании АББ. Если заводы должны управляться дистанционно и годами работать без каких бы то ни было перерывов, то их техническое обслуживание должно быть для заказчиков простым. Кроме того, заказчик должен иметь возможность перестраивать производство без всякого ущерба для выпуска продукции.

Встроенные системы – это электронные системы с микропроцессорным управлением, являющиеся неотъемлемой частью больших систем или оборудования. Они специализированы на определённых задачах, из которых складывается общая функциональность всей системы. В зависимости от природы больших систем и их назначения, предъявляемые к встроенным системам требования могут быть весьма различны.

Встроенные компоненты системы 800xA

Используемые в системе 800xA встроенные компоненты позволяют ей решать задачи, отвечающие самым различным требованиям. Требования могут быть такие:

Выполнение задачи в режиме реального времени. Часто бывает крайне важно, чтобы конкретная задача выполнялась в строго определённых временных рамках. Система 800xA удовлетворяет любым требованиям – от самых жёстких, когда критично именно точное соблюдение времени,

до относительно «мягких», где это не имеет решающего значения.

Гибкость. Встроенные компоненты могут быть предназначены для решения одной, заранее определённой задачи или для решения нескольких, принципиально различных. Примеры: модуль ввода-вывода и обычный ПК – гибкость последнего явно выше.

Коэффициент готовности. Поскольку к решению различных задач предъявляются различные требования по резервированию, избыточность системы должна быть легко изменяема.

Стоимость. Приемлемая цена одного компонента часто тесно связана с его потребным количеством. Поэтому важно учитывать, будет ли компонент применяться тысячами или лишь в единичном экземпляре.

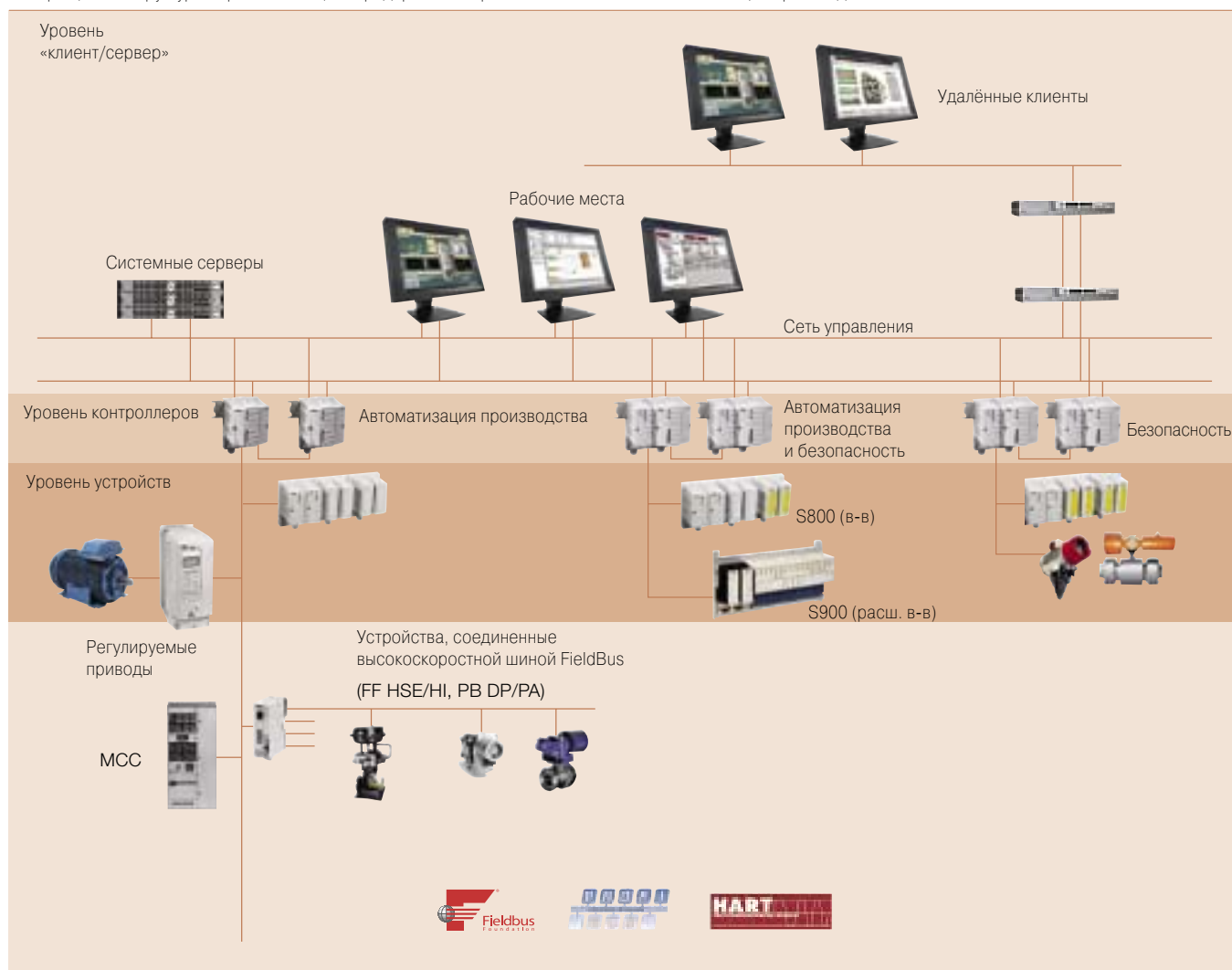
Повышенная стойкость к воздействиям окружающей среды. В условиях производства компо-

ненты могут подвергаться нагреву, вибрациям, воздействию пыли и т.д. Поэтому они должны обладать повышенной стойкостью к таким воздействиям.

Встроенный интеллект можно перераспределять

Система 800xA как расширенная система автоматизации может оптимальным образом перераспределять развитые логические функции и вычислительные возможности (рис. 1). В таком перераспределении могут принимать участие различные типы серверов, оказывающие услуги клиентам и друг другу. На управляющей стороне логика управления может быть перераспределена между несколькими контроллерами, обменивающимися между собой результатами измерений и вычислений. Предварительная обработка данных может распределяться от фильтрации сигналов и привязки ко времени их пакетов в модулях ввода-вывода до сложной предобработки и диагностических функций в датчиках и позиционерах. Передача входных и выходных данных через

1 Упрощённая структура обрабатывающего предприятия с применением системы автоматизации производства 800xA



Технологии встроенных систем

шины ввода-вывода осуществляется соответствующими коммуникационными модулями.

Большинство компонентов системы 800xA, являющихся встроенными системами, разрабатывается с учётом их специфических задач.

Модули ввода-вывода с простой обработкой сигнала могут быть реализованы только аппаратными средствами, а часть логики можно реализовать на программируемой вентильной матрице (ПВМ). Более сложные модули ввода-вывода, «интеллектуальные» датчики и исполнительные устройства имеют встроенные микроконтроллеры, обеспечивающие большую функциональную гибкость. Многие из них используют ту или иную разновидность операционной системы в режиме реального времени.

Коммуникационные модули могут работать в качестве стека протоколов, используя частично аппаратную часть, частично встроенное ПО, работающее на встроенном центральном процессоре (ЦП). Один из путей «разделения труда» состоит в том, чтобы неперiodические сообщения обрабатывать совместно с встроенным ЦП, а сообщения циклические – с устройством прямого доступа к памяти, при этом иногда может

применяться специализированная интегральная микросхема.

Процессорный модуль в контроллере AC 800M использует стандартную операционную систему, работающую в режиме реального времени, и выполняет одну из самых сложных и требующих наибольшей гибкости задач для встроенных систем. Большинство функций этого модуля полностью задаются пользователем (рис 2).

Часто бывает крайне важно, чтобы конкретная задача выполнялась в строго определённых временных рамках.

Уровень «клиент/сервер»

На этом уровне для расширения операционных возможностей объединяются несколько систем ПО (например, если необходимо представить операторам результаты измерений и данные о состоянии процесса). Кроме того, такое объединение используется при разработке, вводе в действие и обслуживании системы в целом. В отличие

от встроенных систем, компьютеры и стандартные серверы этого уровня строятся на платформе Windows. Но и в этом случае возможны специальные варианты, например, создание избыточности серверов и сетей для обеспечения высокой готовности всей системы.

Уровень контроллеров

Наиболее совершенные встроенные системы находятся именно на этом уровне. Компоненты таких систем должны выдерживать тяжёлые условия эксплуатации (нагрев, вибрации и пр.). Гибкость контроллера должна быть очень высокой: контроллер должен выполнять функции от простейшего дискретного до усовершенствованного пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) управления. Компания АББ выпустила целое семейство контроллеров, из которых наиболее универсален процессорный модуль для контроллера AC 800M (рис. 3).

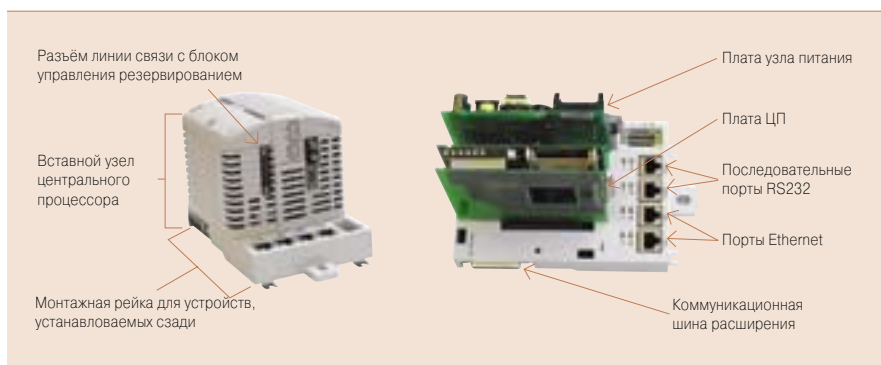
Для достижения желаемой гибкости взаимодействия этот процессорный модуль имеет несколько разных интерфейсов связи (рис. 4).

- Два Ethernet-порта позволяют обмениваться информацией с уровнем «клиент/сервер» и с другими контроллерами.
- К интерфейсу ModuleBus можно непосредственно подключить все модули ввода-вывода S800.
- Коммуникационная шина расширения (CEX) позволяет подключать дополнительные коммуникационные модули.
- Два порта RS232 предназначены для последовательной передачи данных.
- Имеется также линия связи с блоком управления резервированием (RCU).

2 Операторское помещение при использовании расширенной системы 800xA.



3 Процессорный модуль – центральный узел контроллера AC 800M.



4 Контроллер AC 800M, смонтированный в стандартном шкафу.



Исключение подвижных частей (жёсткого диска, вентиляторов) повышает надёжность работы устройства управления в тяжёлых условиях. В процессорном модуле AC 800M программа и данные хранятся в ОЗУ и флэш-ПЗУ, а благодаря низкому энергопотреблению процессора для его охлаждения достаточно естественной циркуляции воздуха, тем более что по условиям технического обслуживания использование механических вентиляторов исключено.

Построение процессорного модуля системы управления на основе встроенного микроконтроллера снижает число требуемых компонентов, а вместе с этим стоимость и энергопотребление. Для дополнительных логических функций используется ПВМ. Ethernet-порты и последовательные порты входят в состав микроконтроллера. Кроме того, некоторое количество специальных функций, которое могло бы быть реализовано на дискретных элементах, например, интерфейс ModuleBus, коммуникационная шина расширения, блок управления резервированием, реализуются как составные части ПВМ.

Соединение возможностей процессора и операционной системы реального времени позволяют выполнять различные алгоритмы управления с привязкой к реальному времени, а также своевременно предоставлять информацию оператору производства.

Главная (и потому самая высокоприоритетная) задача процессорного модуля – выполнение алгоритма управления технологическим процессом. Это совокупность вычислений, по результатам которых определяется, когда и какие клапаны открывать и закрывать, когда пускать двигатели и с какой скоростью им работать и т.д., а также какие другие, прямо влияющие на технологический процесс действия предпринять. Поскольку вычисления основываются на входных и выход-

ных данных, логика управления процессом всецело зависит от точности считывания этих данных. Программное обеспечение встроенной системы должно реализовывать логику управления процессом и управлять сканированием входов и выходов таким образом, чтобы в логику управления всегда можно было внести изменения, не потеряв при этом управление текущим процессом производства продукции.

Большинство компонентов системы 800xA, являющихся встроенными системами, разрабатывается с учётом их специфических задач.

Высокий коэффициент готовности процессорного модуля AC 800M обеспечивается наличием резервных узлов центрального процессора. Введение избыточности во встроенные системы – сложное дело, требующее детального понимания всех возможных путей развития отказов в системе и соответственно знания всех способов резервирования для нейтрализации каждого вида отказа. При этом возникают дополнительные сложности из-за того, что различные процессы имеют различную важность. Однако процессорный модуль AC800M способен обнаруживать критические отказы и вводить в действие резервный ЦП менее чем за 10 мс.

Взаимодействие

В систему 800xA входит много различных узлов, обменивающихся данными между собой через шину или сеть (рис. 5).

В области автоматизации производственных процессов существует несколько стандартов

обмена данными между технологическими контроллерами и периферийными устройствами (устройствами ввода-вывода, «интеллектуальными» датчиками, исполнительными устройствами и другими полевыми приборами). Контроллер AC 800M поддерживает большое количество таких протоколов, включая международные протоколы полевых шин (PROFIBUS, Foundation Fieldbus, HART), которые обеспечивают взаимодействие различных системных компонентов.

Другую группу протоколов связи, поддерживаемых AC 800M, образуют последовательные протоколы (Modbus) и протоколы, вводимые самим пользователем в логику управления.

Наконец, третья группа протоколов, которые также поддерживаются AC 800M, обеспечивает взаимодействие с некоторыми другими специфическими системами, например, системой управления двигателями (INSUM) производства компании АББ, усовершенствованными системами приводов АББ и различными системами ввода-вывода, использующими специальные протоколы.

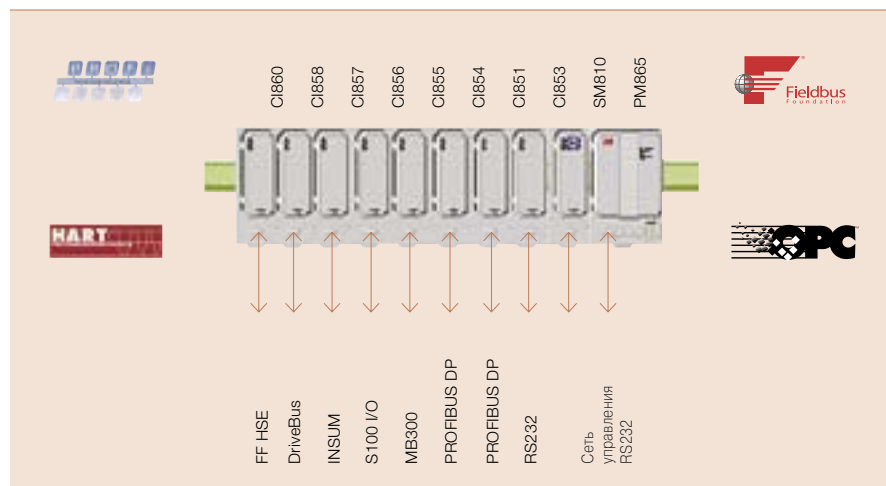
Большинство этих специфических систем рассматривается как специализированные коммуникационные модули, подключенные через коммуникационную шину расширения (CEX) к процессорному модулю. Обмен данными (технологические параметры, состояния) между этими модулями и процессорным модулем осуществляется в соответствии с протоколами через стандартизованный программный интерфейс. При этом обмен данными в каждом коммуникационном модуле осуществляется через его двухпортовую память, которая доступна процессору через шину CEX.

Требования к работе коммуникационного модуля в режиме реального времени подчас очень сложны – частично из-за больших объёмов данных, подлежащих обработке, а частично из-за содержащихся в протоколах ограничений по времени, которые могут быть весьма жёсткими. Поэтому вполне оправдано вместо повышения производительности процессорного модуля применение специализированного коммуникационного модуля со своим встроенным процессором.

В некоторых случаях вместо использования дополнительного специализированного модуля, подключённого к шине CEX, возможно прямое подключение периферийных устройств к шине ModuleBus, если они используют тот же протокол, что и устройство ввода-вывода S800 (например, некоторых приводов).

Взаимодействие с «интеллектуальными» датчиками и исполнительными устройствами по протоколу HART осуществляется посредством

5 Коммуникационные интерфейсы, используемые с контроллером AC 800M.



Технологии встроенных систем

специальных модулей ввода-вывода, оперирующих наряду с обычными сигналами технологического процесса наложенным на них цифровым частотно-манипулированным сигналом (FSK).

«Горячая» замена

Для достижения высокой степени готовности коммуникационные модули можно заменять без отключения контроллера. Так при отказе одного из коммуникационных модулей, он может быть заменён резервным без перезапуска контроллера и, следовательно, без прерывания производственного процесса. Такая стратегия облегчает также реконфигурирование контроллера и, следовательно, изменение набора коммуникационных модулей без его остановки. Не изменяемые при этом логика управления и каналы обмена данными продолжают бесперебойно функционировать во время реконфигурирования. Затрагивается лишь та область управления, где используются данные, поступившие с заменённого модуля.

Для поддержки «горячей» замены в программном обеспечении встроенной системы, обеспечивающем доступ к коммуникационным модулям, предусматривается возможность в случае внезапного исчезновения сигнала от какого-либо модуля произвести конфигурирование и перезапуск резервного модуля.

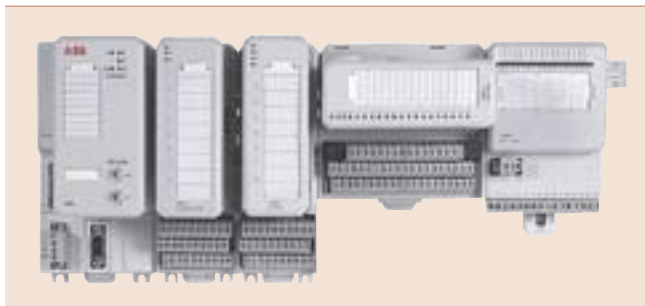
Резервирование связи

Некоторые коммуникационные модули поддерживают резервирование. Например, при организации взаимодействия с использованием протоколов PROFIBUS и Foundation Fieldbus HSE (High-Speed Ethernet) используются двоякие модули, повышающие надёжность обмена данными между контроллером и внешними устройствами.

Устройства ввода-вывода и преобразователи

Уровень устройств, включающий в себя устройства ввода-вывода и преобразователи сигналов, находится на одну ступень ниже уровня контроллеров, ещё ближе к производственному процессу. Устройства ввода-вывода (например, устройство ввода дискретных сигналов) на предприятии гораздо больше, чем контроллеров и поэтому с фактором стоимости приходится считаться. Именно поэтому на этом уровне чаще применяются менее производительные встроенные процессоры, нежели в контроллерах. В этом случае предпочтительнее просто составить последовательность задач, нежели использовать полноценную операционную систему реального времени. Однако и на этом уровне, как и на уровне контроллеров, столь же важно получать информацию в реальном масштабе времени.

6 Устройство ввода-вывода S800.



От некоторых систем ввода-вывода может потребоваться, чтобы они были реализованы в «безопасном» исполнении, т. е. пригодном для использования во взрыво- или пожароопасных условиях. Этого можно достичь, помещая оборудование в дорогостоящие корпуса или, что предпочтительнее, используя устройства ввода-вывода с очень малым энергопотреблением, что исключает возможное (и потенциально опасное!) возникновение искр. Компания АББ производит широкий ассортимент устройств ввода-вывода для самых различных применений, например, систему S800 (рис. 6).

Последняя включает в себя достаточное количество различных модулей, реализованных как аппаратно, так и программно, со своими специфическими характеристиками. Так, например, аппаратная часть устройства ввода-вывода данных безопасности реализована на встроенном микроконтроллере и ПВМ. Поскольку это модуль ввода-вывода данных безопасности, в нём дублированы схемы ввода, вывода и диагностики, а выполнение подчинённого протокола ModuleBus осуществляется и микроконтроллером, и ПВМ. Требования к работе этого устройства в режиме реального времени весьма жёсткие. После получения сообщения от контроллера ответ от устройства должен последовать не более, чем через 330 мс. Неполучение ответа в течение этого времени рассматривается контроллером как отказ устройства ввода-вывода и как сигнал перехода к работе со следующим устройством. Модуль ввода-вывода должен также оперировать с конфигурационными данными и данными обо всех возможных состояниях отказа.

Источники питания

Другой важный аспект применения любых встроенных средств в системе с высокой надёжностью – источники питания. В устройствах должна быть предусмотрена возможность обнаружения как понижения, так и превышения напряжения по сравнению с его нормальным значением. Резервные источники питания должны разрабатываться особенно тщательно с тем, чтобы их работа была безотказной.

Модули встроенных систем обеспечивают большую гибкость

В огромном количестве встроенных систем, применяемых в типовом обрабатывающем производстве, используются самые различные аппаратные и программные решения. Свести эти компоненты в единую унифицированную систему – сложная задача, но результат стоит затраченных усилий.

Как видно из настоящего обсуждения (весьма упрощённого), разные требования к разным частям одной системы порождают в унифицированной системе «неоднородности». Что же касается системы 800xA, то компании АББ удалось свести воедино оптимальные компоненты встроенного аппаратного и программного обеспечения с тем, чтобы получить надёжную систему с широчайшей функциональностью – именно такую, в которой нуждается нынешняя обрабатывающая промышленность.

Оборудование и системы высокого технического уровня, разработанные при участии конечных пользователей, будут и далее повышать степень автоматизации производства и его эффективность. Поскольку компания АББ является в области автоматизации производства одной из ведущих в мире, на неё смело можно положиться в обеспечении двумя ключевыми для любой отрасли элементами – мощностью и производительностью.

Томас Линдстрём

ABB Automation Technologies AB
Вестерос, Швеция
tomas.lindstrom@se.abb.com

Ларс Мартенссон

Ханс Тильдерквист
ABB Automation Technologies AB,
Мальмё, Швеция
lars.martensson@se.abb.com
hans.thilderkvist@se.abb.com

Кай Хансен

ABB Corporate Research, ABB AS
Биллингстад, Норвегия
kai.hansen@no.abb.com