

## "Научная автоматизация" от Beckhoff или ЭКСПАНСИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ В НОВЫЕ ОБЛАСТИ

А. Д. Маштаков (Компания Beckhoff)

*Представлена и обоснована возможность использования модулей ввода/вывода, разработанных для нужд промышленной автоматизации и поддерживающих шину EtherCAT, в измерительных комплексах. Представлены новые серии модулей ввода/вывода, выполняющие функции измерения температуры и напряжения, силы тока и сопротивления. Решение измерительных задач успешно обеспечивает новая версия ПО TwinCAT Score. Для расширения возможностей проведения измерений и последующей обработки результатов Beckhoff предлагает собственное ПО TwinCAT ScoreView, или предоставляет возможность интеграции с известным пакетом LabView.*

*Ключевые слова: модули ввода/вывода, прецизионные измерительные системы, промышленные шины, EtherCAT.*

### От промышленной автоматизации к измерительным комплексам

Компания Beckhoff в рамках концепции "научной автоматизации" осваивает производство новых высокоточных модулей аналогового ввода, которые органично встраиваются в стандартную систему распределенного ввода/вывода. Вынесение всех интеллектуальных и вычислительных функций на уровень центрального процессора ПК позволяет существенно сократить требуемую номенклатуру модулей ввода/вывода сигналов. В линейке распределенных модулей ввода/вывода Beckhoff уже присутствуют более 170 различных типов модулей, предназначенных для оцифровки напряжений, токов, измерения сопротивлений, прямого подключения термопар и термосопротивлений, подключения тензодатчиков по мостовой схеме и т.д. Технология изготовления всех компонентов системы автоматизации и модулей удаленного ввода/вывода сигналов уже много лет обкатывается на массовом производстве, эти компоненты хорошо зарекомендовали себя в управлении ТП на промышленных объектах.

В настоящее время Beckhoff планомерно расширяет линейку модулей ввода/вывода, и одним из направлений этого расширения является создание высокоточных модулей ввода/вывода, которые ориентированы на рынок прецизионных измерительных систем. Путь от более массового производства к индивидуальному позволяет переносить опыт и решения, накопленные в сфере промышленной автоматизации в сферу "научной автоматизации". В результате пользователи получают универсальное, надежное и относительно недорогое решение для измерительных систем.

### VXIbus или EtherCAT?

До настоящего времени интерфейс параллельной шины VXIbus считается наиболее перспективным для создания контрольно-диагностических и высокопрецизионных измерительно-управляющих систем и комплексов самого различного назначения. Разработанный в 1987 г. стандарт VXI (Vme eXtention for Instrumentation), который пришел на смену более старым PXI и GPIB выбрал все самые прогрессивные решения, используемые в архитектуре ПК, и явился фактически синтезом компьютерной параллельной шины VME (VersaModule Eurocard bus) и инструментального расширения GPIB (General Purpose Interface Bus).

Главный недостаток параллельной шины VXIbus заключается в том, что шина является существенно локальной. Это обстоятельство предопределяет крейтовую многоуровневую топологию распределенной измерительной системы, что, в свою очередь, влечет непропорциональное увеличение затрат высококвалифицированного труда программиста или разработчика системы, а уже готовые и отлаженные системы делает практически не подлежащими модернизации.

Что же может служить альтернативой параллельной шине VXIbus? До недавнего времени все последовательные промышленные шины (Profibus, CANopen, DeviceNet, Sercos, Modbus TCP и др.), хорошо зарекомендовавшие себя в сфере промышленной автоматизации, не удовлетворяли специфическим требованиям, предъявляемым к измерительным системам, в первую очередь, по частоте обновления данных и пропускной способности шины. Механизм точной синхронизации времени в распределенной системе ввода/вывода по последовательной промышленной шине был также недостаточно глубоко проработан на уровне самой шины, а решался прикладными методами.

В новых решениях, базирующихся на шине EtherCAT, прослеживается концепция максимальной централизации системы с точки зрения распределения "интеллекта" при сохранении распределенной топологии самой шины. Это означает, что на уровне ввода/вывода сигналов используются простые неинтеллектуальные устройства, модули ввода/вывода, измерительные преобразователи электрических величин с небольшим числом каналов, а все математические операции возложены на производительный центральный компьютер, собранный по стандартной ПК-совместимой архитектуре. Такая концепция оправдана, ведь производительность стандартных вычислительных средств растет опережающими темпами по сравнению со специализированными вычислительными средствами. Такая централизованная одноуровневая система крайне удобна для разработчика и позволяет существенно снизить затраты самого дорогого ресурса — труда человека при разработке систем. Человек должен заботиться о тех физических процессах, которые протекают в исследуемом объекте, а не о том, как технически осуществить сбор всех данных эксперимента. С точки зрения быстроты действия, точности синхронизации времени, объемов передаваемых

Таблица 1

Данные процесса	Время обновления, мкс
256 распределенных дискретных входов/выходов	11
1000 распределенных дискретных входов/выходов	30
200 аналоговых входов/выходов (16 бит)	50
100 сервоприводов, входные и выходные данные которых имеют разрядность 8 байт	100
1 шлюз промышленной шины (1486 байт входных и выходных данных)	150

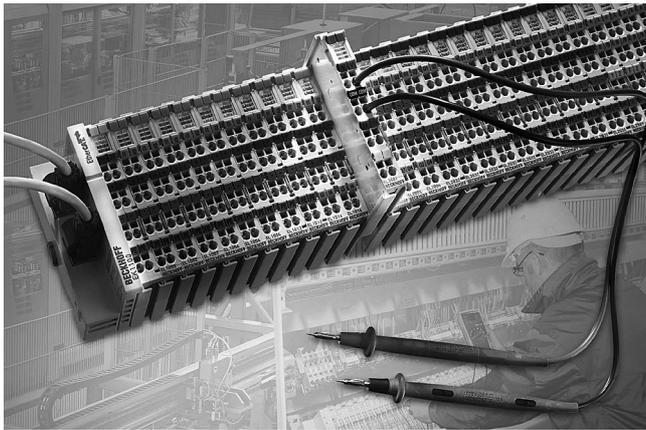


Рис. 1. Модуль EL3681 (универсальный мультиметр) интегрируется в линейку ввода/вывода Beckhoff

мых данных шина EtherCAT за счет использования аппаратных решений является вполне конкурентоспособной по отношению ко многоуровневым системам, собранными на параллельных шинах.

Формально на шине EtherCAT может присутствовать до 65365 slave-устройств, а при использовании EtherCAT на базе физической среды передачи 1 Гбит/с и мультиплексора на 8 линий Ethernet 100BASE-TX – 100 Мбит/с теоретически можно опаршивать 12000 распределенных аналоговых датчиков 1000 раз в секунду через один лишь порт Ethernet. В табл. 1 представлены реально обеспечиваемые шиной EtherCAT скорости сбора данных.

Нужно отметить, что речь идет о непосредственной передаче результатов каждого одиночного цикла измерений на уровень центрального управляющего компьютера в РВ без каких-либо промежуточных устройств буферизации.

#### Новые компоненты измерительных систем

Понимая все преимущества экспансии технологий промышленной автоматизации в области измерительных систем, компания Beckhoff последовательно разрабатывает и внедряет все новые высокоточные компоненты измерительных систем в свою линейку продукции.

#### Модуль EL3602 (аналоговый ввод, напряжение)

В качестве примера, рассмотрим EtherCAT-модуль EL3602. Там, где до сих пор во многих случаях использовались специализированные устройства: цифровые вольтметры с высоким классом точности, подключаемые к общей системе часто по медленному интерфей-

Таблица 2

Модуль	Назначение	Диапазон	Погрешность
EL3602/ EL3602-0010	Аналоговый вход/выход	-10...10 В/ -85...85 мВ	0,01 %/ 0,05 %
EL3201-0010	Pt - термометры	-200...850 °С	±0,1 °С (- 40 °С)
EL3681	Мультиметр	100 мВ ... 300 В, 100 мА, 1 А, 10 А, 10 Ом ... 10 МОм	0,01 %

су, например GPIB, или отдельно стоящие крейтовые системы на базе VXIbus, модуль EL3602 позволяет выполнять оцифровку измеряемого напряжения непосредственно в стандартной системе ввода/вывода.

Аналоговый двухканальный модуль ввода EL3602 работает с сигналами в диапазоне -10...10 В. Сигнал напряжения преобразуется в цифровую форму с высоким разрешением 24 бит. Малая погрешность, составляющая 0,01% при 25°С, делает возможным высокоточное измерение для операций, выполняемых, например, на станке или испытательном оборудовании.

Модификация модуля EL3602-0010 имеет диапазон -85...85 мВ и разработана специально для подключения индивидуально откалиброванных термопар повышенной точности с нестандартными градуировочными таблицами. При этом компенсацию температуры холодного спая необходимо обеспечить в условиях термостата с контрольным резистивным температурным датчиком, подключаемым, например, к модулю EL3201-0010 по четырехточечной схеме, а интерполяцию нестандартной градуировочной таблицы можно легко осуществить на уровне программы ПЛК.

#### Модуль EL3202 (температурные датчики сопротивления)

Стандартная модификация модулей EL3201 и EL3202 позволяет подключать металлические термометры сопротивления калибровок PT100, PT200, PT500, PT1000, Ni100, Ni120, Ni1000 или любой нестандартной калибровки (в диапазоне сопротивлений 10 Ом...5 кОм) по 2-, 3- или 4-точечной схеме. Погрешность измерения температуры в стандартной варианте составляет менее ±0.5 °С для платиновых термометров.

Модификация модуля EL3201-0010 обеспечивает погрешность менее ±0.1 °С для платиновых термометров (в районе 40°С), подключаемых по 4-точечной схеме. Краткие технические характеристики модулей этой серии представлены в табл. 2.

Понятно, что, если в системе автоматизации требуется контролировать лишь температуру подшипников мощного электродвигателя или температуру корпуса силового трансформатора, то такая точность измерения (±0,1 °С) не нужна, поскольку, в этом случае речь идет только о пороговых защитных функциях, а уставки для пороговых значений выбираются с большим запасом. Однако контроль температуры среды в некоторых процессах химического или биологического синтеза должен производиться с высокой точностью, отклонение параметра на доли градуса может существенно повлиять на качество продукции.

**Модуль EL3681 (универсальный мультиметр)**

Новые универсальные модули – цифровые мультиметры компании Beckhoff расширяют возможности измерения (рис. 1). Цифровой мультиметр предназначен для измерения силы тока и напряжения. Измерительные модули могут использоваться как в обычных системах промышленных шин, так и в системах, базирующихся на шине EtherCAT.

Применение новых модулей ввода/вывода, разработанных компанией Beckhoff KL3681 (для промышленных шин кроме EtherCAT) и EL3681 (для шины EtherCAT) обеспечивает максимальное удобство в эксплуатации благодаря широкодиапазонному входу и автоматическому переключению диапазонов измерения. Высокая точность и простота измерения в диапазоне 30 мВ...300 В позволяют использовать шинный модуль в качестве современного высокоомного цифрового мультиметра.

Зачастую на этапе планирования, особенно при имеющихся измерительных приборах, ожидаемое напряжение неизвестно. Автоматическая подстройка под диапазон измерений упрощает применение оборудования и позволяет разгрузить складские запасы. Модули с цифровым мультиметром позволяют измерять постоянное и переменное напряжение; при измерении переменного напряжения выводится действующее значение (RMS).

Полностью гальванически изолированная конструкция измерительных приборов и интервал измерений от 200 мс обеспечивают высокую надежность в эксплуатации. Точность результатов измерений не уступает точности, достижимой с применением ручных мультиметров, с той лишь разницей, что новые модули совместимы со всеми известными на рынке промышленными шинами, их можно подбирать и настраивать в соответствии с нужными параметрами.

Диапазон измерений модуля EL3681:

- напряжения: 30 мВ...300 В постоянного тока, 100 мВ...300 В переменного тока;
- силы тока: 100 мА, 1 А, 10 А постоянного /переменного тока;
- сопротивления: 10 Ом ... 10 МОм.

**Программное обеспечение: ScopeView**

Графическое отображение кривых очень важно при оптимизации контроллеров и установке осей приводов. Чтобы использовать расширенные графические функции ПК нового поколения, включая DirectX, компания Beckhoff переработала созданную несколько лет назад программу Scope, включенную в пакет автоматизации TwinCAT. Простая конфигурация, улучшенная графика и более широкие функциональные возможности новой версии составляют прочную основу для решения задач, связанных с измерениями. Таким образом, TwinCAT Scope теперь хорошо приспособлен для научной автоматизации (рис. 2).

Новый продукт TwinCAT Scope состоит из двух утилит – Logger и Viewer. Утилита Logger, которая может

*Если автоматизация не знает границ, - это уже экзпансия...*

Журнал "Автоматизация в промышленности"

быть установлена в системе управления Windows CE, записывает данные из разных каналов, добавляя штамп времени и периодически сохраняя их. Данные могут поступать из разных ПК и разных программных устройств, включая PLC и Motion Control. Утилита Viewer служит для извлечения данных из Logger с помощью системы ADS и отображения их на экране.

Средствами Viewer выполняется и конфигурирование параметров программы Scope. Специальный помощник позволяет осуществлять поиск переменных, которые подлежат записи. После выбора контроллера можно просматривать информацию внутри соответствующего ПЛК. Предлагается возможность выбора отдельных переменных.

Благодаря модульному принципу TwinCAT Scope программа легко расширяется, пополняясь новыми функциями. В оболочку встроен ряд интерфейсов, например, для альтернативных осей (логарифмический метод) или для особых форматов вывода (Microsoft Excel). Перед графическим отображением данные могут подвергаться обработке, например, быстрому преобразованию Фурье.

Система научной автоматизации Beckhoff предполагает интеграцию дополнительных функций в программный контроллер. Помимо циклового управления, управления перемещением и управляющей технологии, Soft-ПЛК включает также измерительные функции и другие компоненты.

**Интеграция с пакетом LabView**

При использовании ПО TwinCAT PLC задача PB фактически уже работает на компьютере и полностью обеспечивает сбор и предварительную обработку данных в PB с гарантированным циклом. Для детального математического анализа и сопоставления результатов эксперимента удобно использовать приложение верхнего уровня, предоставляющее пользователю ряд мощ-

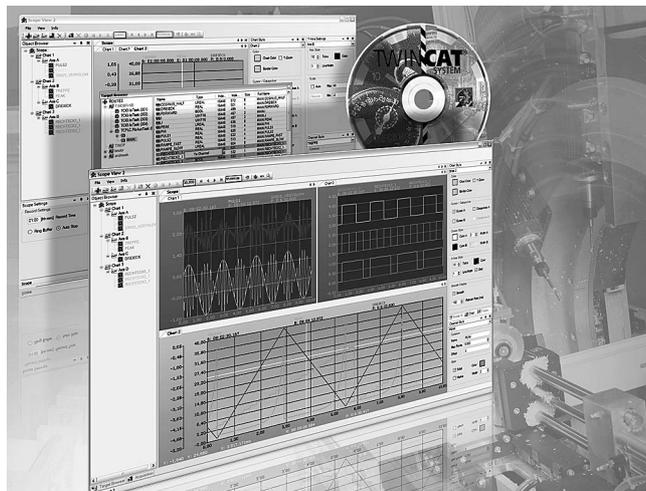


Рис. 2. ScopeView – программный осциллограф

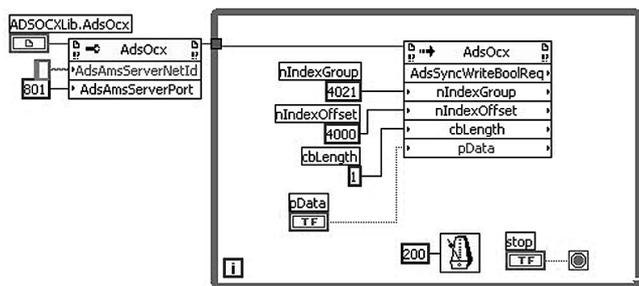


Рис. 3. Пример конфигурирования связи переменной LabView с TwinCAT PLC через компонент AdsOcx

ных вычислительных инструментов, а также среду, позволяющую наглядно и эффективно выводить результаты на экраны компьютеров или в файлы, комбинируя данные, полученные от разных источников. Примером такого аналитического ПО верхнего уровня служит пакет LabView от компании National Instruments (США).

У продуктов Beckhoff существуют три возможности интеграции с пакетом LabView.

1. *Использование стандартного механизма OPC.* OPC сервер Beckhoff обращается в память контроллера и для всех приложений верхнего уровня, действующих как OPC клиенты, предоставляет доступ к данным, сортируя их по именам переменных. Недостатком этого механизма является достаточно медленная скорость получения значений переменных, которая зависит от их числа. Для "ускорения" можно использовать до 10 клонов OPC сервера на одном ПК, каждый клон можно настроить индивидуально на отдельную область переменных.

2. *Доступ приложения LabView в память контроллера через библиотечные объекты TcAdsDll.dll.* Эта библиотека стандартно поставляется вместе с TwinCAT PLC. В приложении LabView используется элемент Call Library Function, который настраивается на соответствующую библиотечную функцию. Примеры конфигурирования этого элемента и примеры использования методов чтения/записи массивов данных из/в памяти задачи ПЛК подробно рассмотрены в справочной системе Beckhoff Information System.

3. *Использование ActiveX компонент в приложении LabView* (самая удобная, возможность). Компонент AdsOcx (рис. 3) легко интегрируется в среду разработки LabView и предоставляет целый ряд методов

доступа к памяти контроллера, среди которых синхронное и асинхронное чтение/запись массивов данных по адресам, доступ к переменным контроллера по их именам, а также методы автоматической записи/чтения значений по изменению – событию (Event Driven Methods).

### Заключение

Таким образом, компания Beckhoff производит не только оборудование для целей промышленной автоматизации, но и высокоточную измерительную технику. Высокоточные измерительные терминалы интегрированы в обычную линейку сигналов распределенного ввода/вывода, разработанную для промышленной автоматизации, и могут быть использованы для построения сколь угодно сложных измерительных стендов для проведения сертификационных или научных испытаний (в различных областях науки).

Благодаря использованию последовательной распределенной шины EtherCAT, обеспечивающей рекордную скорость опроса распределенного ввода/вывода, общее число измерительных каналов, включая измерительные каналы повышенной точности, практически не ограничено. Свободная топология шины EtherCAT и модульный принцип построения узлов распределенного ввода/вывода позволяет гибко конфигурировать измерительный стенд с точностью до отдельного измерительного канала и практически "на лету" изменять конфигурацию стенда, при необходимости, добавляя измерительные каналы или изменяя их состав.

Интеграция с ПО верхнего уровня ScopeView или LabView позволяет быстро создавать виртуальные измерительные приборы прямо в пользовательской среде соответствующего ПО. Вместе с этим, ПО РВ TwinCAT PLC позволяет программе управления, разработанной в стандарте МЭК61131-3, управлять ТП с высокоточным и детерминированным циклом задачи, выполняемой в контроллере.

Полная интеграция собственно измерительной задачи и задачи обеспечения необходимых режимов работы стенда на уровне одного и того же аппаратного обеспечения позволяет разрабатывать очень эффективные тестовые и измерительные системы, а использование шины EtherCAT делает эти системы легко масштабируемыми.

*Маштаков Александр Дмитриевич – инженер компании Beckhoff.*

*Контактный телефон (495) 981-64-54. E-mail: info@beckhoff.ru Http://www.beckhoff.ru*