

## ИНТЕГРАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ETHERCAT

Компания Beckhoff

*Показаны возможности согласования производственного процесса в пределах предприятия благодаря использованию интерфейса внешней синхронизации для EtherCAT. Представлены EtherCAT-модули Beckhoff, осуществляющие взаимодействие с различными промышленными сетями.*

*Ключевые слова: интерфейс внешней синхронизации, промышленные сети, системная шина.*

Высокая скорость обмена данными через Ethernet и высокая эффективность протокола EtherCAT позволяют организовать работу нескольких промышленных сетей. Классические платы промышленных шин, которыми оснащаются промышленные ПК, выведены на интеллектуальные интерфейсные модули в системе ввода/вывода EtherCAT. Теперь через Ethernet-порт ПК можно обращаться не только к локальным компонентам ввода/вывода и устройствам управления осями, но и к мастер-устройствам с интерфейсами промышленных шин, устройствам с последовательным интерфейсом, шлюзам и другим сложным коммуникационным компонентам.

### EtherCAT вместо PCI

Классические PC-контроллеры зачастую сталкиваются с проблемами потери значительной части вычислительной мощности при доступе к PCI-картам через шину PCI. В технологическом процессе с использованием 50 осей по профилю PROFIdrive, уп-

равляемых через PROFIBUS DP со временным циклом 2 мс, свыше 25% вычислительной мощности уходит лишь на доступ к PCI-картам.

Потери вычислительной мощности возникают из-за того, что PCI-карты обычно работают как подчиненные PCI-устройства, то есть ПК обращается к двухпортовой памяти RAM через PCI-шину, работающую на частоте 33 МГц. Во время записи можно при необходимости использовать разделение доступа, задействовав при этом интеллектуальные PCI-драйверы, но во время считывания ПК должен ждать, пока данные не будут полностью считаны. Таким образом, частота 33 МГц является серьезным тормозом для 2 ГГц процессора.

При использовании системы EtherCAT доступ осуществляется через Ethernet-порт ПК, который обычно соединяется с контроллером в режиме высокоскоростного доступа DMA (рис. 1). Передача данных осуществляется одновременно с выполнением других задач, поэтому вся вычислительная мощность остается в распоряжении ПК. Шлюзы EtherCAT/промышленная шина, заменяющие обычные PCI-карты, используют преимущества исключительно гибкой топологии сетей EtherCAT, которая позволяет подсоединять их к станку как периферийные устройства.

Шлюзы EtherCAT/промышленная шина поддерживаются на уровне соответствующих профилей, вложенных в протокол EtherCAT. Благодаря стандартизированному протоколу EtherCAT интеграция различных шлюзов не ограничивается только системами управления Beckhoff (TwinCAT), в которые сетевые шлюзы уже успешно встроены. Такое решение очень привлекательно и для систем управления других производителей, которые поддерживают протокол EtherCAT.

Другое преимущество, помимо повышения производительности, состоит в том, что больше не нужны PCI-карты, поэтому можно значительно упростить конструкцию ПК. Модульные контроллеры также выигрывают от этого, поскольку для связи с периферийными устройствами им требуется только Ethernet-соединение. Установка по месту в сети EtherCAT шлюзов промышленных шин сокращает время и стоимость кабельного монтажа.

Благодаря своим выдающимся характеристикам EtherCAT подходит на роль системной шины для та-

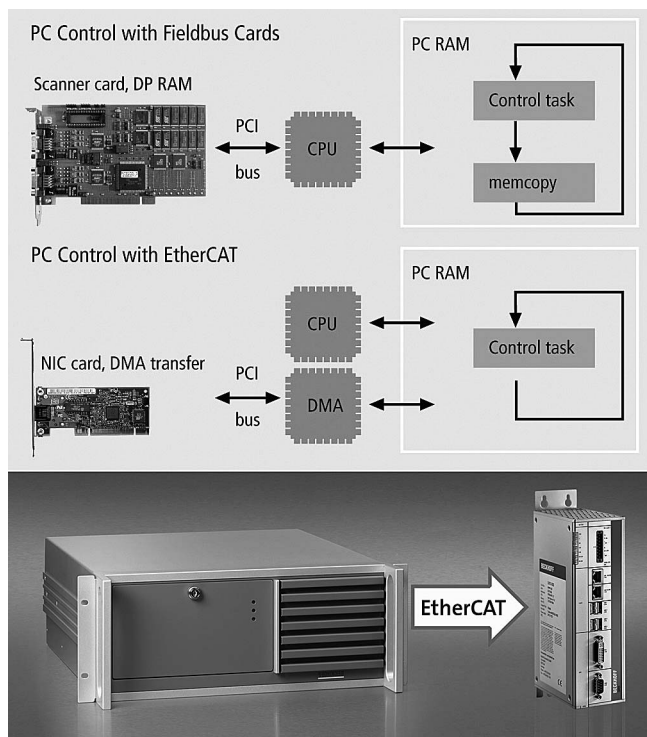


Рис. 1

ких сложных устройств, как контроллеры сварки. Они требуют быстрой системной шины для передачи сигналов ввода/вывода, например, с временным циклом 125 мкс и хронологической синхронизацией. К тому же эти устройства должны также поддерживать разные интерфейсы промышленных сетей, чтобы для решения разных задач их можно было встраивать в подчиненные сети. В таких случаях можно легко установить нужный шлюз EtherCAT/промышленная шина в зависимости от требований системы.

### Интерфейс внешней синхронизации (ИВС) через EtherCAT

Сложные устройства зачастую нуждаются в синхронизации с внешними приложениями с точностью, исчисляемой в микросекундах. Здесь очень важен точный контроль распределенных в сети генераторов тактовой частоты и стандартизированный ИВС через EtherCAT: синхронизация с внешним событием должна выполняться всегда одинаково, независимо от того, каким способом осуществляется связь с внешним приложением — через EtherCAT, IEEE 1588, PROFIBUS MC, PROFINET IRT или просто через дискретный вход.

Система распределенных часов и механизм регулирования часов на подчиненных EtherCAT-устройствах позволяют синхронизировать все часы в сети EtherCAT с точностью до 100 нс. Для этого EtherCAT-мастер направляет специальную телеграмму, посредством которой на первом из распределенных часов (локальные мастер-часы) считывается время, которое определяется как системное, а на последующих часах (подчиненные часы) — это время записывается. Регулятор распределенных часов на подчиненном EtherCAT-контроллере, получая доступ к локальным часам для записи, сравнивает полученное значение системного времени с локальным временем. При этом локальное время изменяется на очень малую величину в сторону уменьшения или увеличения в соответствии с отклонением. Сравнение двух временных показателей сводится к простому их сопоставлению по принципу "больше/меньше", который используется также при внешней синхронизации.

Если сеть EtherCAT понадобится синхронизировать с глобальными мастер-часами, локальные мастер-часы нужно будет подрегулировать. Это производится путем плавного изменения системного времени на локальных мастер-часах посредством аналогичной записи большего или меньшего значения. Частота доступа для записи и характер изменений определяются шлюзом EtherCAT/промышленная шина. Он связан с глобальными мастер-часами через промышленную шину и стандартизированный ИВС EtherCAT.

На рис. 2 показан шлюз EtherCAT/IEEE1588 (например, EL6688), подключенный к глобальным часам (главным мастер-часам). Через стандартизированный ИВС шлюза EtherCAT/IEEE1588 EtherCAT-мастер получает информацию относительно частоты доступа к системным часам или локальным мастер-часам для записи, а также относительно значения, которое следует записывать для

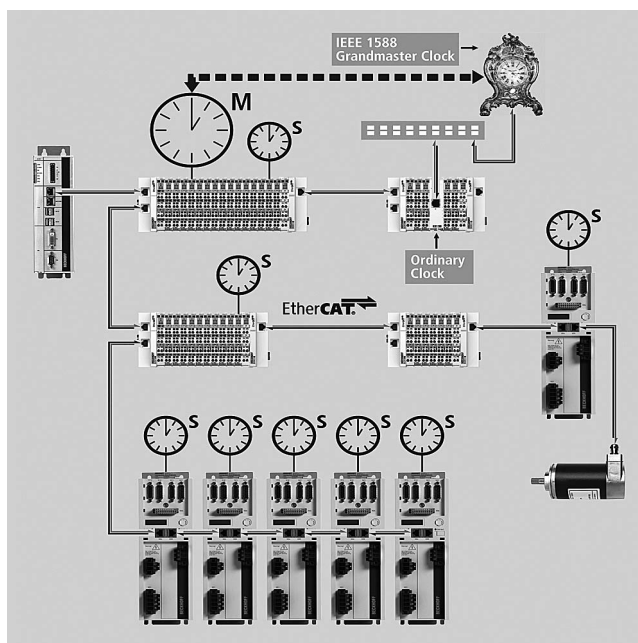


Рис. 2

компенсации опережения или отставания по времени. Интерфейс внешней синхронизации состоит из стандартизированных CoE (CANopen over EtherCAT) объектов, которые считываются EtherCAT-мастером ациклично через SDO или циклично через данные процесса. Помимо частоты доступа для записи (значения времени с соответствующим знаком, показывающим компенсацию отставания или опережения) и данных о наличии или отсутствии регенерации контрольной величины времени, ИВС включает также временные штампы локального и глобального мастер-таймеров. Таким образом, вычисление величин для контроля времени можно осуществлять и в мастер-приложении EtherCAT.

Задачу главной или внешней синхронизации можно ограничить циклическим считыванием контрольного значения времени и (в соответствии с его знаком и величиной) выполнением команды по записи ряда телеграмм с указанием меньшего/большого числа для установки системного времени на локальных мастер-часах. Преимущество такой системы состоит еще и в том, что подчиненное EtherCAT-устройство с интерфейсом внешней синхронизации можно размещать в любой наиболее удобной для пользователя точке сети EtherCAT.

### Интерфейсы промышленных сетей для системы EtherCAT-модулей Beckhoff

**PROFIBUS DP, мастер-модуль EL6731.** Помимо стандартных функций PROFIBUS DP и DPV1, а также широких возможностей диагностики, модуль EL6731 поддерживает изохронные функции DPV2 (PROFIBUS MC). Встроенный интерфейс FDL позволяет осуществлять обмен данными, например, с контроллерами Siemens по протоколу MPI.

**PROFIBUS DP, подчиненное устройство EL6731-0010.** Помимо функций подчиненного PROFIBUS DP-устройства этот шлюз поддерживает интерфейс DPV1,

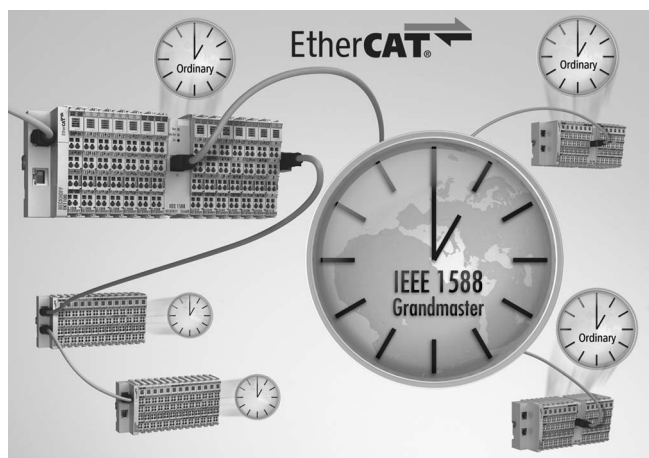


Рис. 3

позволяя через EtherCAT передавать DPV1-сервисы на такие же расстояния, как и само приложение. Кроме того, EL6731-0010 функционирует как подчиненное PROFIBUS MC-устройство, делая возможным использование интерфейса внешней синхронизации.

**CANopen, мастер-модуль EL6751.** Наряду с полной функциональностью CANopen мастер-устройства в EL6751 интегрирован также интерфейс сообщений CAN layer 2, то есть может быть использован протокол CAN. EL6751 предлагает простой способ децентрализации через EtherCAT любой из нескольких прикладных задач CAN.

**CANopen, подчиненное устройство EL6751-0010** поддерживает до 64 входящих/исходящих (RxPDO/TxPDO) коммуникационных объектов. Имеется встроенный объектный интерфейс для доступа через протокол SDO к объектам определенных приложений.

**DeviceNet, мастер-устройство EL6752** поддерживает полный набор функций ведущего DeviceNet-устройства.

**DeviceNet, подчиненное устройство EL6752-0010** можно подсоединить к DeviceNet-мастеру как подчиненное DeviceNet-устройство, которое может содержать до 255 байт данных ввода/вывода во всех режимах ввода/вывода.

**Interbus, подчиненное устройство EL6740-0010** поддерживает обмен данными с Interbus-мастером в объеме до 128 байт.

**Мастер-модуль EL6201** с AS-совместимым интерфейсом поддерживает цифровые и аналоговые подчиненные устройства версий 2.0 и 2.1. Питание подключенных устройств осуществляется через оснащенный фильтром модуль подвода потенциала EL9520 с AS-интерфейсом.

**IO-Link, мастер-устройство EL6224** допускает подключение до четырех подчиненных IO-Link устройств. Поддерживаются все стандартные скорости передачи данных, которые можно назначать индивидуально для каждого соединения с подчиненным IO-Link устройством.

С помощью модуля Ethernet EL6601 можно организовать любое число Ethernet-сетей, не ограничивая при этом реально-временные характеристики сети EtherCAT. Таким образом, через EL6601 можно осуществлять обмен данными по протоколу TCP/IP для проведения, например, дистанционной диагностики через Internet даже с EtherCAT-циклом 100 мкс.

**PROFINET IO, контроллер EL6631.** Помимо реально-временных (RT) функций и широких возможностей диагностики PROFINET IO-контроллер поддерживает изохронный режим PB (IRT). Для диагностики по сети могут использоваться такие протоколы, как LLDP и SNMP. Кроме того, в контроллер EL6631 интегрирована полная поддержка протокола резервирования среды (MRP). Контроллер способен функционировать как MRP-клиент или как MRP-сервер. Поддерживаются все сервисы стандарта Conformance Class C. К EL6631 можно подсоединить до 255 PROFINET IO-устройств. (Будет доступен во II квартале 2009 г.).

**PROFINET IO-устройство EL6631-0010.** Помимо реально-временных (RT) функций и широких возможностей диагностики PROFINET IO-устройство поддерживает изохронный режим PB (IRT). Для диагностики по сети могут использоваться такие протоколы, как LLDP и SNMP. Кроме того, в EL6631-0010 интегрирована полная поддержка протокола резервирования среды (MRP). Устройство способно функционировать как MRP-клиент/сервер. Поддерживаются все сервисы Conformance Class C.

**Мастер и подчиненное устройство EL6688** может функционировать как IEEE 1588 мастер/подчиненное устройство (рис. 3). Для этого используется ИВС EtherCAT. С использованием нового коммуникационного модуля EL6688 стала возможной синхронизация по стандарту IEEE1588, распространяющаяся на целые производственные участки, позволяя с высокой точностью согласовывать функционирование станков, системных компонентов и производственных линий между собой или с внешними часами, например, GPS-ресивером. Таким образом, становится доступной высокоточная не зависящая от технологии и производителя глобальная база времени, преимущество которой может быть реализовано, например, при простановке временного штампа на данных, полученных в результате измерений.

**Устройство сопряжения двух EtherCAT сетей EL6692** позволяет обмениваться данными процесса объемом до 480 байт с временным циклом <100 мкс. EL6692 поддерживает стандартизированный ИВС EtherCAT. Таким образом, устройством можно синхронизировать время между EtherCAT-сетями с точностью, исчисляемой в микросекундах. Кроме того, предусмотрена поддержка протоколов AoE (ADS over EtherCAT) и EoE (Ethernet over EtherCAT), чтобы с помощью EL6692 по двум EtherCAT-сетям можно было передавать большие объемы данных в ациклическом режиме.

Контактный телефон (495) 981-64-54.

E-mail: [russia@beckhoff.com](mailto:russia@beckhoff.com) [Http://www.beckhoff.ru](http://www.beckhoff.ru)