

ETHERCAT И ТЕХНОЛОГИЯ XFC

ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СВЕРХБЫСТРОГО СИНХРОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

А.В. Дудкин (Компания Beckhoff)

Представлен принцип работы EtherCAT-технологии, обоснованы преимущества использования приводов с поддержкой EtherCAT. Кратко рассмотрены механизмы, обеспечивающие сверхбыстрое управление в технологии XFC (eXtreme Fast Control Technology) способствующие увеличению производительности оборудования.

Ключевые слова: EtherCAT, ввод/вывод, сверхбыстрое управление, привод, временная метка, цикл опроса.

Существующие в настоящее время и широко используемые промышленные шины ориентированы на различные применения и сегменты рынка в соответствии со своими особенностями. Различные их стандарты имеют максимальную скорость в диапазоне 0,5...16 Мбод, удовлетворяя требованиям большинства приложений. При этом требуемая гибкость к организации сбора сигналов в большинстве случаев достигается за счет применения модульных полевых устройств с дополнительной внутренней шиной между модулями ввода/вывода. Подобные решения увеличивают сложность систем в целом и ухудшают показатели их производительности, связанные с неоптимальным циклом обмена данными и наличием времени рассогласования опроса по внутренней и внешней шинам (время простоя).

Устранить указанные ограничения, присущие классическим шинным системам, позволяет применение EtherCAT-технологии, производительность которой соизмерима с производительностью локальной компьютерной шины PCI.

Принцип работы EtherCAT-технологии

Технология EtherCAT базируется на стандарте Ethernet. Шину EtherCAT можно рассматривать как "монолитного" самостоятельного пользователя Ethernet. Этот виртуальный пользователь принимает и посылает Ethernet-пакеты. Но внутри он состоит из множества подчиненных EtherCAT- устройств. При помощи специализированной коммуникационной микросхемы (ASIC) каждое из этих устройств обраба-

тывает поступающий поток пакетов, "вынимая" и "вкладывая" необходимые данные в телеграмму "на лету". Это можно образно сравнить с погрузкой и разгрузкой товарного поезда, безостановочно проходящего мимо станции: пока состав-телеграмма движется вдоль перрона-устройства EtherCAT в нужные вагоны помещаются грузы и также из заранее определенных ячеек грузы выгружаются. Последний подчиненный EtherCAT компонент системы возвращает уже полностью сформированный пакет первому компоненту в виде ответа для осуществления процесса управления. При этом прохождение пакета через каждый компонент EtherCAT замедляется только на несколько наносекунд, что соответствует времени чтения/записи устройством малого объема данных. Благодаря оптимальному использованию полосы пропускания Ethernet с помощью EtherCAT могут эффективно передаваться даже небольшие объемы данных (рис. 1).

Чрезвычайно короткое время цикла и высокая скорость передачи данных являются достоинствами эффективной идеологии протокола EtherCAT. Проиллюстрируем сказанное примерами. EtherCAT позволяет за 30 мкс опрашивать 1 тыс. устройств ввода/вывода с любым цифровым распределением, при этом считывая и записывая информацию с полным дублированием. Для 200 аналоговых значений необходимо всего 50 мкс, а 100 осей сервоприводов контролируются за 100 мкс. При этом в течение времени цикла все оси получают заданные значения и команды управления и успевают сообщить свое действительное значение и статус, а с помощью технологии Distributed Clock (распределенных часов) оси при отклонении могут синхронизироваться с точностью до 1 мкс.

Преимущества приводов с поддержкой EtherCAT

EtherCAT хорошо подходит для управления движением в РВ. Серия сервоприводов AX5000 компании Beckhoff была разработана специально для шины EtherCAT, сочетающей короткое время цикла, синхронность и одновременность управления. Механизм распределенного времени обеспечивает высокую согласованность внутреннего контура управления с циклическим

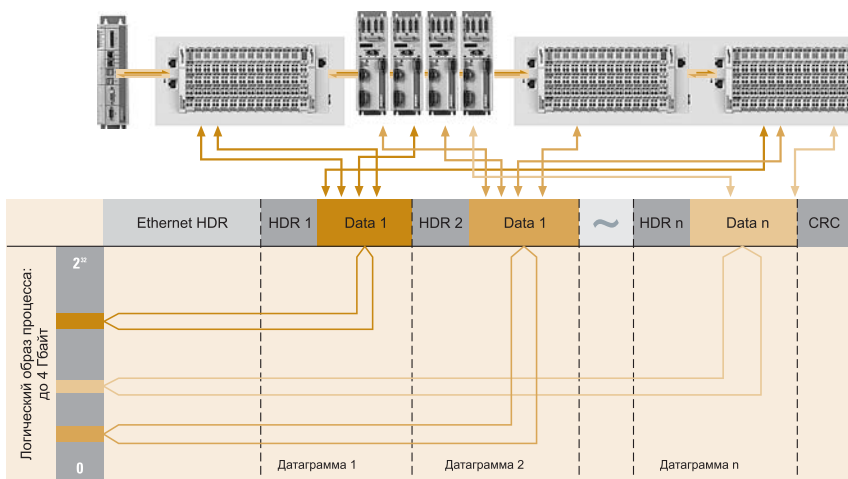


Рис. 1

опросом данных по шине и идеальную одновременность управления распределенными осями.

Знакомые профили управления приводами по EtherCAT. SERCOS признан во всем мире как высокопроизводительный интерфейс PB особенно для приложений управления движением. Профиль SERCOS для сервоусилителей стандартизирован в МЭК 61491. Аналогичный профиль реализован для протокола EtherCAT в серии сервоприводов AX5000 компании Beckhoff. Это означает, что для пользователей, работавших с SERCOS, привод EtherCAT окажется знакомым, поскольку расположение обработки данных, параметров IDN и статус машины были сохранены. AX5000 таким образом сочетает преимущества знакомого интерфейса привода SERCOS с широким диапазоном возможностей EtherCAT. Последний таким же образом поддерживает и профиль управления CANopen DS402.

Низкие затраты на связь. Стоимость владения сетью складывается из расходов на организацию связи ведущее – ведомые устройства, затрат на создание инфраструктуры, а также расходов на проводку кабеля и эксплуатацию сети. EtherCAT предлагает убедительные преимущества во всех отношениях: он не требует специальной коммуникационной платы и процессора в ведущем устройстве, для работы достаточно существующих Ethernet-интерфейсов в ПК. Экономически эффективные коммуникационные чипы используются во всех ведомых устройствах, например, в AX5000. EtherCAT не требует дорогих разъемов или активных компонентов инфраструктуры, таких как коммутаторы, не требуется дополнительных дорогостоящих проводов или параметризации. С EtherCAT конфигурация сети чрезвычайно проста: адреса устройств не нужно устанавливать вручную, поскольку они выделяются автоматически. Таким образом в отличие от многих других систем EtherCAT-сетям не требуется настройка.

Простая диагностика. Опыт работы с системами полевых шин показывает, что время ввода в эксплуатацию главным образом зависит от диагностических возможностей оборудования. Только ошибки, которые обнаруживаются быстро и точно локализируются, можно исправить в кратчайшие сроки. Поэтому при разработке и развитии стандарта EtherCAT особое внимание было уделено его диагностическим возможностям. Помимо обнаружения и локализации неисправности в протоколе поддерживается индивидуальный контроль качества каждого отдельного сегмента передачи данных. Локализируются источники плавающих или случайных ошибок, таких как влияние электромагнитного излучения, дефектные разъемы или повреждения кабеля. При устранении ошибки или при самовосстановлении пропускной способности сети коммуникация по данному сегменту автоматически возобновляется.

Технология сверхбыстрого управления XFC (eXtreme Fast Control Technology)

Распределенные часы – повышение точности уровня ввода/вывода. В обычном дискретном контуре управ-

ления получение фактического значения (компонент ввода) и передача на модуль вывода заданного значения (компонент вывода) происходит в определенное время, зависящее от специфики работы шины.

Принципиально иной уровень синхронизации управления предоставляет механизм распределенных часов EtherCAT, представляющий собой базовую технологию XFC. Каждый элемент EtherCAT имеет свои собственные часы, которые автоматически и непрерывно синхронизируются со всеми другими часами в системе по сети EtherCAT. Различное время прохождения сигналов сообщений компенсируется таким образом, что максимальное отклонение между часами в системе составляет <100 нс. Именно с такой временной точностью система управления получает данные о текущих параметрах. В следующем цикле система выдает новые команды управления, точно зная время, в которое каждое ведомое EtherCAT устройство получит их.

Временная метка сигналов ввода/вывода. Обработываемые данные обычно переводятся в свой специфический формат (например, бит – в логическое значение, слово – в аналоговое значение). Следовательно, временная релевантность записи процесса неотъемлемая от цикла связи, во время которого запись передается. Однако это также означает, что временное разрешение и точность ограничены для цикла связи. Типы данных с меткой времени содержат ее наряду с пользовательскими данными.

Такая метка времени – в формате универсального системного времени – позволяет обеспечивать временную информацию для записи процесса со значительно более высокой точностью. Временные отметки могут использоваться для точного определения времени события ввода и синхронизации или точной временной реакции вывода. В задачах ЧПУ эта технология с успехом используется для синхронизации положения осей.

Многokратная выборка сигнала в цикле опроса. Обработываемые данные обычно передаются один раз за цикл опроса. Таким образом, временное разрешение (дискретизация) записи/чтения процесса напрямую зависит от времени цикла опроса. Высокое временное разрешение возможно только за счет сокращения времени цикла и ограничено практическими возможностями оборудования и протокола.

Технология супердискретизации позволяет делать многократную выборку записи/чтения данных в пределах одного цикла опроса и записывать их в память модуля с последующей передачей всего массива данных. Получается цикл внутри цикла. Коэффициент выборки описывает число значений сигнала в пределах цикла опроса. Можно легко достичь частоты выборки в 200 кГц даже при среднем времени цикла опроса (рис. 2).

Запуск выборки в пределах компонентов ввода/вывода контролируется часами местного (или системного) времени, что обеспечивает ассоциативную временную взаимосвязь между распределенными сигналами по всей сети.

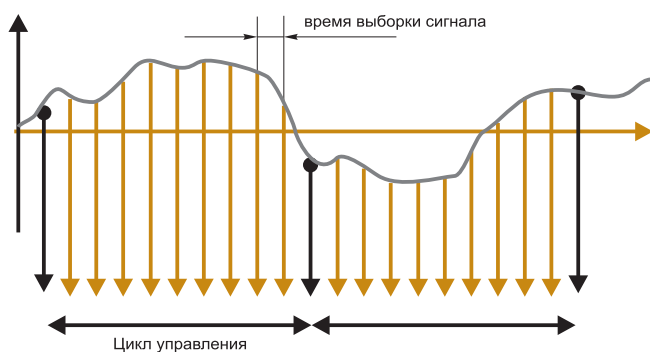


Рис. 2

Короткое время цикла — оптимизированная связь ввода/вывода. Очень быстрые физические отклики требуют соответственно короткого времени цикла управления во взаимодействующей системе управления. В EtherCAT отклик может произойти как только система управления обнаружит и обработает событие.

Традиционный подход к задаче достижения времени цикла в пределах 100 мкс основывается на использовании специальных отдельных контроллеров с собственным вводом/выводом, имеющим прямое управление. Такой подход имеет явные недостатки, потому что отдельный контроллер имеет лишь ограниченную информацию о комплексной системе, а значит, не может принимать решения высокого уровня. Другим значительным недостатком является фиксированная конфигурация ввода/вывода, которая, как правило, не может быть расширена.

Открытость. Технология EtherCAT не только полностью совместима с Ethernet, но и сама ее "кон-

струкция" характеризуется особенной открытостью: ее протокол позволяет общаться другим размещенными в Ethernet-сети службам и протоколам, как правило, с минимальными потерями производительности. Внутри EtherCAT к сети Ethernet через расширительные порты без влияния на время цикла могут быть подключены любые устройства. Мастер-контроллеры промышленных шин интегрируются в систему наряду с модулями ввода/вывода EtherCAT.

Технологическая группа EtherCAT

В технологическую группу EtherCAT входят уже более 1600 пользователей АСУ и производителей оборудования. Целью этого объединения является развитие и поддержка технологии EtherCAT. Одним из результатов является сертификация протокола МЭК (IEC61158, IEC 61784, IEC 61800). В консорциуме представлено большое число отраслей промышленности и множество возможностей использования этой технологии. Таким образом, гарантируется, что функционирование технологии EtherCAT и интерфейсы системы идеально подготовлены для самых разнообразных сфер применения и совместимы с оборудованием различных производителей. Кроме этого, гарантируется и долгосрочная поддержка стандарта на мировом уровне.

Более 50 производителей уже выпускают или анонсировали сервоприводы с поддержкой EtherCAT. Более 70 производителей предлагают мастер устройства EtherCAT, такие как ПЛК, ПК-совместимые системы управления, компьютерные ЧПУ с использованием более 15 различных ОС РВ.

Дудкин Александр Владимирович — инженер технической поддержки компании Beckhoff.

Контактный телефон (495) 981-64-54.

E-mail: russia@beckhoff.com Http://www.beckhoff.ru