

Разработка системного драйвера EtherNet/IP для подсистемы электроавтоматики в системе ЧПУ¹.

Ковалев Илья Александрович, магистрант, к.т.н. Обухов Александр Игоревич.

ФГБОУ ВПО МГТУ «Станкин».

ilkovalev@mail.ru

Промышленный Ethernet – вариант компьютерных сетей Ethernet для применения в промышленных условиях. Этот вариант стандартизован комитетом IEEE 802 как сеть Ethernet (IEEE 802.3 и 802.11).

Industrial Ethernet обычно применяется на практике для обмена данными между ПЛК и системами человеко-машинного интерфейса, реже для обмена данными между контроллерами и, незначительно, для подключения к контроллерам удаленного оборудования [1].

Распространению Ethernet для применения в вышеперечисленных задачах мешает тот факт, что данная технология основывается на методе обнаружения коллизий (CSMA/CD), который не гарантирует надежный обмен небольшим количеством информации в миллисекундных циклах обмена.

Для обеспечения минимизация цикла обмена и гарантированного времени реакции используют протоколы реального времени на основе промышленного Ethernet : EtherNet/IP, Profinet, Ethernet PowerLink, EtherCAT, SERCOS III.

Данные протоколы построены на базе промышленного Ethernet, в различной степени модифицируют стандартный стек TCP/IP, добавляя в него:

- функции синхронизации
- новые алгоритмы сетевого обмена
- диагностические функции

Канальный и физический уровни Ethernet при этом остаются неизменными, что позволяет использовать протоколы реального времени в существующих сетях Ethernet с использованием стандартного сетевого оборудования.

Промышленный протокол EtherNet/IP был разработан группой ODVA на основе коммуникационного протокола CIP (Common Interface Protocol). Это открытый промышленный сетевой стандарт, который поддерживает обмен сообщениями ввода/вывода в реальном времени (неявный), обмен сообщениями (явный обмен) или оба [2].

В Таблице 1 представлены основные технические характеристики EtherNet/IP

Таблица 1

Технические характеристики Ethernet/IP	
Размер сети	масштабируемая сеть, размер практически не ограничен;
Скорость передачи данных	10, 100, 1000 Мбит/с;
Протяженность линий связи	10/100 Base-T - 100 м; при применении оптоволоконного кабеля длина линии связи составляет 352000м, в зависимости от типа кабеля и скорости передачи данных;
Топология сети	звезда;
Адресация	инкапсуляция (многоуровневое вложение заголовков);
Структура данных	первые четыре слоя протокола являются стандартными и обеспечивают: передачу данных, доступ к шине, Интернет-протокол (IP) и TCP/UDP протоколы; над этими слоями располагаются пакеты данных CIP протокола Ethernet/IP.

¹ Работа выполнена по Госконтракту № П717 от 20 мая 2010г. на проведение НИР в рамках ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009—2013

Данные	циклический и ациклический процесс передачи данных и параметров до 1,500 байт в кадре
--------	---------------------------------------------------------------------------------------

Для того чтобы добиться успеха EtherNet/IP, для обеспечения общего слоя приложений поверх TCP/UDP/IP добавлен CIP.

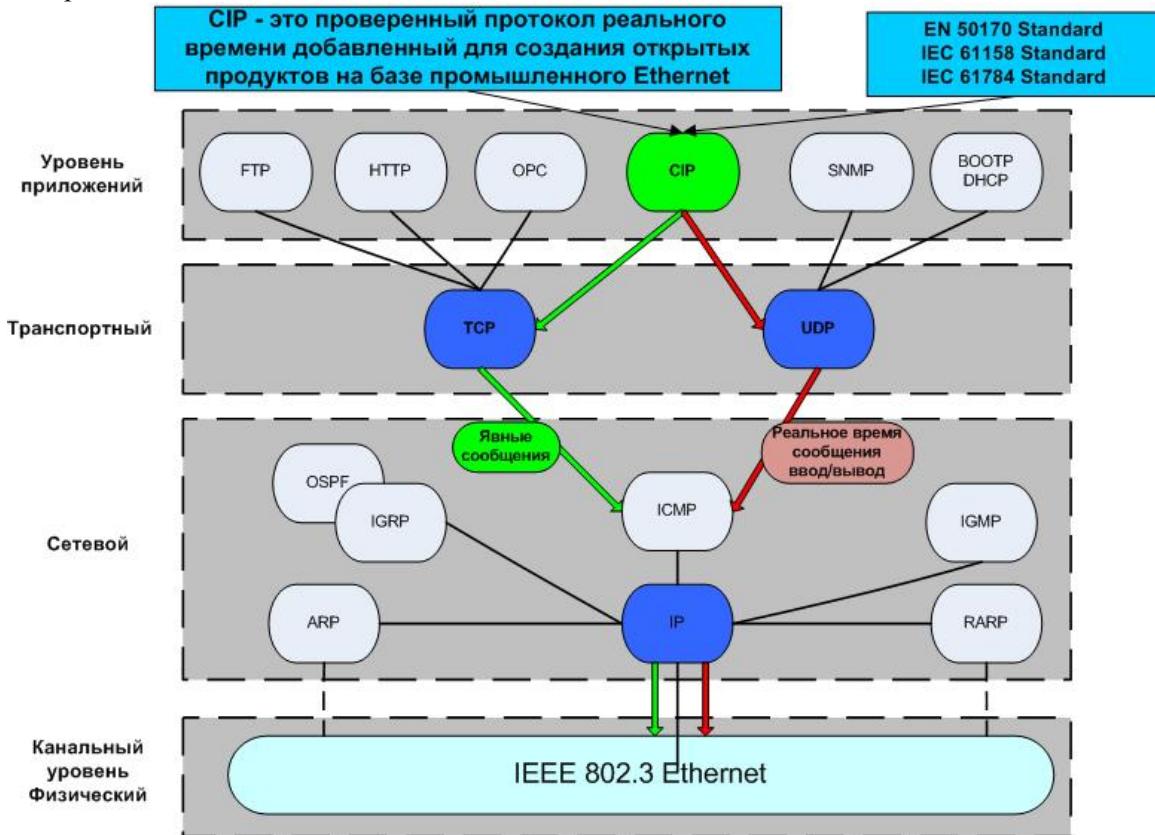


Рис. 1 CIP в модели DOD

На рис.1 представлено расположение CIP в модели DOD (Department Of Defense), которая представляет собой упрощенную семеруровневую модель OSI.

Как видно из данного рисунка протокол располагается на уровне приложений и в отличие от других протоколов этого уровня, использующих либо TCP или UDP для транспортировки, использует оба этих протокола: TCP для передачи явных сообщений, UDP для передачи неявных сообщений, сообщений ввода/вывода в реальном времени. Именно такое ранжирование позволяет использовать сеть контроллеров поддерживающей данный протокол в условиях реального времени, при котором посылки типа «запрос параметров и статуса» будет обрабатываться несколько медленнее, чем команда «включение СОЖ».



Рис. 2 Архитектура системы управления при использовании протокола EtherNet/IP

На рис. 4 представлена архитектура системы управления при использовании протокола EtherNet/IP. Как видно, последовательность посылок команд контролерам на низшем уровне происходит следующим образом. Вначале на терминале пользователя создается управляющая программа для контроллера верхнего уровня, записываются его настройки, создаются объекты, происходит настройка сети. Далее программа и все настройки загружаются в ПЛК через шину EtherNet/IP. Причем главная программа может быть загружена в контроллер, который будет заниматься задачей диспетчеризации. Сообщение с остальными контроллерами верхнего уровня идет так же по EtherNet/IP. Далее при выполнении программы сигналы поступают на выходы и идут на контроллеры электроавтоматики. Это могут быть контроллеры отвечающие за запуск шпинделя, подачу СОЖ, закрытие шторки и т.д. Сигналы с них обратно поступают на входы контроллеров верхнего уровня, позволяю в программе учитывать выполнение заданных операций и сигнализировать при ошибках

При объединение контроллеров в сеть используются концентраторы, коммутаторы, маршрутизаторы. Использование концентраторов рекомендуется для приложений управления с высокой производительностью, а маршрутизаторов для подключения к корпоративной сетевой инфраструктуре. Однако, существует значительно больше факторов, которые должны быть рассмотрены, перед тем как сделать окончательный выбор аппаратных средств [1].

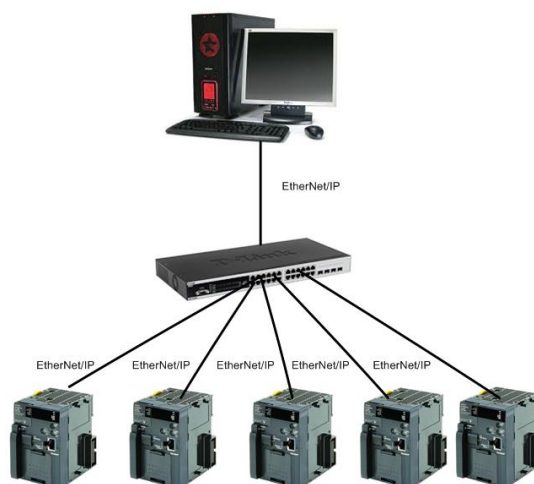


Рис. 3 Сеть контроллеров топология звезда

На рис.5 представлена сеть контроллеров CJ2M производства фирмы OMRON. Сеть представляет собой топологию звезда. Многие приложения достигают циклические обновления в диапазоне одной миллисекунды используя дуплексную 100Mbps инфраструктуру и управляемые коммутаторы.

Тестирование проводилось при использовании контроллера CJ2M. Настройка осуществляется через специальное программное обеспечение производителя, где есть редактор управляющих программ, настройка сети и т.д. При необходимости использования EtherNet/IP в управляющую программу добавляются специальные блоки памяти, обращение к которым вызывает запуск той или иной ветки программы. Точно так же возможно получение информации от контроллера: считывание состояний входов/выходов, различных параметров диагностики [3].

Сама же работа ПЛК в системе числового программного управления выглядит следующим образом: допустим, из системы поступает M команда запуска шпинделя, системный драйвер электроавтоматики EtherNet/IP обрабатывает ее, формирует пакет и отправляет его в сеть, далее уже в самом контроллере в программе управления пакет попадает на блок памяти, который отвечает именно за эту команду и начинает работать именно та ветка, которая в управляющей программе отвечает за пуск шпинделя.

Для работы не в реальном времени компания OMRON предоставляет свой протокол связи (надстройка над TCP) с ПЛК так называемый FINS- протокол (Factory Interface Network Service)[3], при этом конфигурация сокета (IP-адрес и номер порта) задаются пользователем. Сам же стандарт Ethernet/IP предусматривает жестко зарезервированные номера портов: TCP/IP

(номер порта 44818 для явного обмена сообщениями) и UDP/IP (номер порта 2222 для обмена неявными сообщениями).

В связи с тем, что СІР-это общий прикладной уровень и открытые программные и аппаратные интерфейсы, которые обеспечивают универсальное соединение компонентов автоматизации от уровня полевой шины, через уровень управления, до уровня предприятия[3], его поддержка в системе управления является простой, хотя и не совсем тривиальной задачей.

Перед передачей данных через Ethernet формируются специальные пакеты данных СІР с заголовками, определяющими требуемое качество обслуживания и соответствие переданных данных определенному сервисному протоколу на стороне получателя. Пакеты данных СІР получают затем специальный заголовок Ethernet, заголовок IP, заголовок TCP и заголовок формирования пакета. Заголовок формирования пакета содержит поля с командами контроля, форматом и информацией состояния, данные синхронизации и т.д. Это позволяет пакетам данных СІР транспортироваться через TCP или UDP и гарантирует, что они будут правильно декодированы на стороне получателя. [5]

После выше описанных действий команды попадают в модуль ПЛК, где и происходит их дальнейшая обработка. Ответ от ПЛК разбирается уже на уровне приложений, где из фрейма кадров достаются запрошенные значения и в случае необходимости производятся необходимые посылки.

Таким образом, можно сказать, что технология EtherNet/IP является доступной, поддерживаемой большим количеством поставщиков, не требующей специального оборудования, заточенного под конкретного производителя. EtherNet/IP, основанный на открытом стандарте СІР – мощном протоколе уровня приложений, благодаря которому реализуется возможность общения устройств в реальном времени – поддержанный в подсистеме электроавтоматики системы ЧПУ позволит объединять большое количество устройств в одну сеть, с возможностью обмена большим количеством информации, данным по конфигурированию и данным ввода/вывода по единой высокоскоростной сети.

В настоящий момент идет тестировании модуля Ethernet/IP с последующей интеграцией его в систему ЧПУ «АксиОМА-Контрол». Поддержка протокола Ethernet/IP в СЧПУ «АксиОМА-Контрол» реализует свойство открытости архитектуры в использовании решений на базе этого протокола [5].

Литература

1. http://www.eskovostok.ru/catalog/communication/ethernet_ip - EtherNet/IP
1. <http://www.industrialnets.ru/index/?node=625> - Взгляд сверху на Industrial Ethernet
2. <http://OMRON.com> – официальный сайт компании OMRON
3. <http://www.odva.org> – официальный сайт компании ODVA
4. Григорьев С.Н., Андреев А.Г., Мартинов Г.М. Перспективы развития кроссплатформенных компьютерных систем числового программного управления высокотехнологичного оборудования // Автоматизация в промышленности. 2011 №5 С.3-8.