

*Рассматривается высокоскоростной последовательный интерфейс в составе РСУ, обладающий высокой производительностью, простотой наладки и меньшей дороговизной аналогичных решений с использованием Ethernet.*

Создание территориально распределенных контроллеров на базе последовательного электрического интерфейса стало основным направлением развития отечественной промышленной автоматики в последние годы. По сравнению с параллельной шиной, последовательный интерфейс имеет внушительный ряд достоинств:

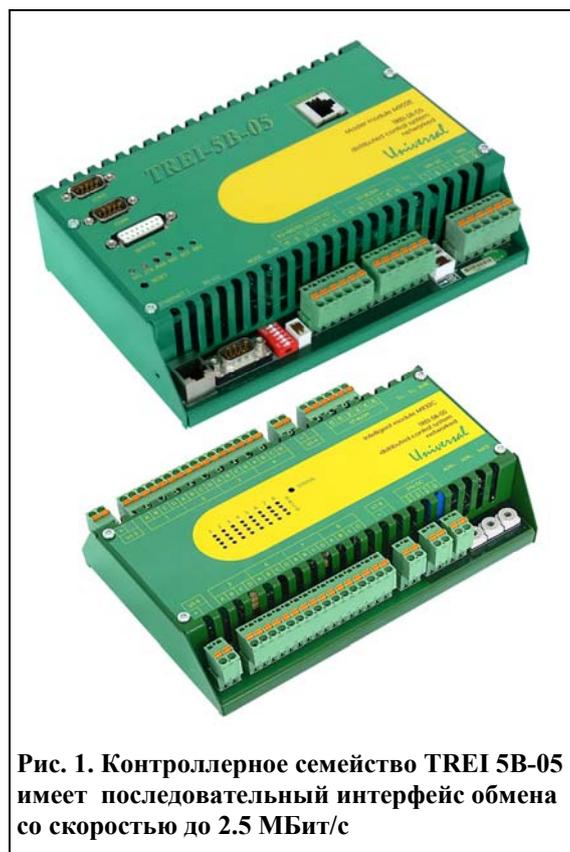
- Количество модулей не ограничено конструктивными характеристиками контроллера.
- Возможность горячей замены модулей
- Расстояние между контроллерами и модулями варьируется и достигает 1200 м при скорости 115200 бит/с для электрического интерфейса RS-485. Удешевляется монтаж системы, так как нет необходимости протягивать объектные провода до шкафов, где расположены контроллеры.

В большинстве случаев применяется стандарт RS-485 - полудуплексный многоточечный последовательный интерфейс. Передача данных осуществляется по одной паре проводников с помощью дифференциальных сигналов. Разница напряжений между проводниками одной полярности означает логическую единицу, разница другой полярности — ноль. Благодаря использованию дифференциальных сигналов RS-485 обладает высокой помехозащищенностью, по сравнению со своим братом RS-232, распространенном в обычных компьютерах интерфейсом. Длина соединения зависит от скорости передачи данных и составляет 1200 м для 115200 бит/с, 120 м для 1 Мбит/с. Максимальное количество приемопередатчиков – 32, без использования магистральных усилителей.

При всех плюсах последовательной сети у нее был очень существенный недостаток – небольшая скорость передачи данных. Стандартные приемопередатчики, идущие в комплекте с микропроцессорной схемой, могли работать на скоростях до 115200 бит/с и создавались главным образом для использования в сетях RS-232. Опрос восьмиканального аналогового модуля занимал порядка 10-15 мс. Цикл опроса 32-х модулей мог доходить до 500 мс. Этот факт никак не мешал использованию линии RS-485 для сбора температурных сигналов, где передача данных по интерфейсу не является самым медленным звеном. Но для измерения быстро меняющихся токовых сигналов применялись другие средства.

Производители промышленной автоматики, понимая потенциал последовательного электрического интерфейса, разрабатывали на его основе свои собственные шины ввода-вывода. В составе таких систем, кроме главной процессорной платы, присутствует

коммуникационный сопроцессор – микропроцессорная система, которая полностью берет на себя задачи по обмену информацией с модулями УСО, не занимая при этом время основного процессора в контроллере. Это решение существенно экономит процессорные ресурсы на вычислительных системах со слабым процессором и обладает очень высокими скоростными характеристиками. К примеру, средняя скорость опроса модуля для контроллерного



**Рис. 1. Контроллерное семейство TREI 5B-05 имеет последовательный интерфейс обмена со скоростью до 2.5 МБит/с**

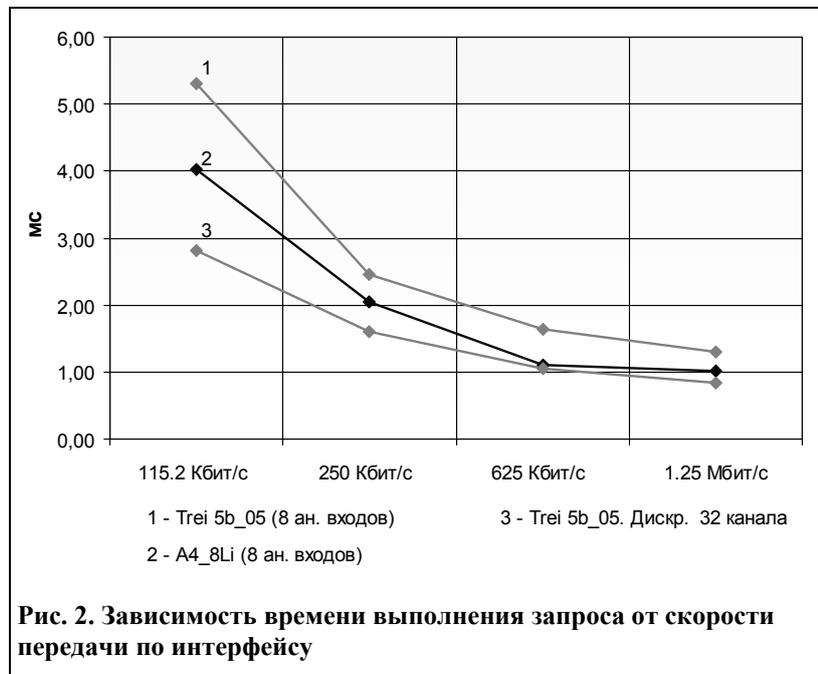
семейства TREI-5B-04 (TREI GmbH) по шине STBUS составляет 0,8 – 1,5 мс. Однако такое решение характеризуется относительной дороговизной разработки и производства изделия и увеличением габаритов центрального блока контроллера. Также, сопроцессор использует только те протоколы передачи, которые заложены в него разработчиками, что означает невозможность подключения к контроллеру модулей УСО, работающих по другим протоколам.

Альтернативой коммуникационному сопроцессору стало использование современных универсальных асинхронных приемопередатчиков (UART). Такие устройства помимо поддержки интерфейса RS-232, имеют встроенный ряд функций, максимально упрощающий работу с RS-485. Современные приемопередатчики кроме высокой скорости соединения имеют такие особенности как автоматическое определение направления передачи (для RS-485), DMA, увеличенную длину внутреннего буфера до 256 байт, гибко изменяемую скорость передачи данных. По сути, такие устройства являются аналогами специализированных коммуникационных сопроцессоров, но предъявляют к центральной микропроцессорной системе более высокие требования, нежели полноценный коммуникационный сопроцессор. В частности если к сопроцессору надо обращаться один раз в период для обработки нескольких запросов, то «общаться» с приемопередатчиком приходится при выполнении каждого запроса. Для поддержания такого режима работы контроллер должен обладать высокой вычислительной мощностью, и иметь системное программное обеспечение, предоставляющее сервисы реального времени. При работе на скоростях около 1 Мбита можно приближенно считать, что один запрос выполняется от 1 до 3 мс. Значит, в идеале, исполняющая задача должна обращаться к приемопередатчику раз в одну-две миллисекунды. Кроме этого микропроцессорная система должна успевать заниматься другими своими обязанностями – выполнением технологических алгоритмов. Для выполнения таких условий операционная система должна переключаться между процессами исключительно быстро, что позволяют только операционные системы реального времени, где все программные модули расположены в оперативной памяти микропроцессорной системы. Также необходим набор драйверов под конкретную микросхему приемопередатчика, который в полной мере использует ее возможности. На практике микропроцессорная система на основе Pentium 133 под управлением WinCE 5.0 со специальным набором драйверов, может работать с одним коммуникационным портом на скорости в 1.25 Мбита, при среднем времени опроса модуля в 3 мс, или с 2мя портами при среднем времени опроса в 5 мс. В последнем случае время опроса 24 модулей ввода/вывода (по 12 модулей на каждой шине) составляет 60 мс. При этом, контроллер не забывает о других своих обязанностях – обработке всех поступивших сигналов и выдаче выходных воздействий. При увеличении вычислительной мощности процессора, количество аппаратных интерфейсов, с которыми одновременно может работать система, увеличивается.

Существенным плюсом использования микросхемы UART является то, что прикладная задача сама выбирает по какому протоколу ей нужно работать с модулями УСО. На такую линию можно установить любые модули УСО, работу с которыми поддерживает ПТК.

На диаграмме ниже представлены времена (в мс) выполнения транзакции опроса модуля по протоколу Modbus на различных скоростях. Для испытаний применялся контроллер АРМКОНТ-300 (ЗАО «НВТ-автоматика») и удаленные модули УСО различных производителей. Это модуль M931T вместе с модулем расширения W954D из контроллерного семейства TREI-5B-05 (TREI GmbH) и модуль A4 8LI из семейства АРМКОНТ А4 (ЗАО «НВТ-Автоматика»).

Поверх интерфейса RS-485 используется множество протоколов передачи данных, которые различаются между собой функциональной схемой (одномастерные и многомастерные), способом кодирования информации (текстовые и двоичные), временным требованиям при выполнении запроса. Наиболее распространенными интерфейсами в России являются ADAM 4000 (и его клоны), Modbus RTU, Profibus DP. Стоит признать что многие российские производители оборудования, заявляющие о поддержке того или иного протокола, в действительности не придерживаются его стандартов до конца. В ADAM с его клонами I7000, T4000, эта проблема стоит достаточно остро. Практически каждое устройство ввода/вывода имеет свои нюансы. Несколько лучше обстоит дело с протоколом Modbus, хотя некоторые производители оборудования умудряются «апгрейдить» и его. Меняют порядок байт в слове на привычный для архитектуры настольных ПК, или полностью разрабатывают свой протокол, опираясь на функцию расширения Modbus. Это приводит к невозможности работы с их продукцией стандартными средствами. Но все же, именно Modbus RTU стал общепринятым интерфейсом в отечественной автоматике. Profibus DP в российском промышленном оборудовании пока распространен слабее чем Modbus.



В будущем скорость последовательного интерфейса, вероятно, будет расти вплоть до отметки в 5-6 Мбит/с. Параллельно будет повышаться надежность такого решения. Уже сейчас многие модули подключаются по дублированной линии или имеют 2 отдельных приемопередатчика на своем борту. Высокоскоростной последовательный интерфейс прочно займет свое место в российской промышленности в силу относительно высокой производительности, простоты наладки и дороговизны аналогичных решений с использованием сетей Ethernet.

*Александр Сергеевич Игнатъев – руководитель группы программирования контроллеров ЗАО “НВТ-Автоматика”.*

*Телефон (495) 361-23-34.*

*E-mail: [mail@nvtav.ru](mailto:mail@nvtav.ru)*

*<http://www.nvtav.ru>*