

УПРАВЛЕНИЕ СЕТЕВЫМ ОБМЕНОМ МЕЖДУ КОНТРОЛЛЕРОМ SIEMENS И МИКРОПРОЦЕССОРНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ НА ОСНОВЕ ПРОТОКОЛА MODBUS

Хузятов Ш.Ш.¹, Валиев Р.А.¹

¹*Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет, Набережные Челны, Россия (423812, Набережные Челны, пр. Сююмбике, 10а); e-mail: huzjatov@mail.ru*

Предложена методика управления сетевым обменом между контроллером Siemens и микропроцессорными устройствами на основе протокола Modbus для создания автоматизированных систем управления технологическими процессами. Обмен данными между контроллером и текущим узлом сети организован с помощью сеансовых блоков данных. Формирование пакета запроса и распаковка полученного ответа осуществлены с помощью двух соответствующих функций, созданных на языке SCL в системе Step 7. При реализации методики хранение характеристик сети и его узлов, а также полученных из сети данных осуществляются в дополнительных блоках данных сетевого уровня, которые являются разделяемой памятью для всей системы управления. Это обеспечивает их доступность как к программному обеспечению контроллера, так и программному обеспечению верхнего уровня. Использование разделяемой памяти предоставляет возможность проектировать программы для сетевого обмена и управления технологическим процессом независимо друг от друга, что значительно упрощает разработку программного обеспечения АСУ ТП.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, проектирование АСУ ТП, программируемый логический контроллер, полевое устройство, протокол Modbus, сетевой обмен.

CONTROL OF A NETWORK COMMUNICATION BETWEEN THE SIEMENS CONTROLLER AND MICROPROCESSOR DEVICES BASED ON THE MODBUS PROTOCOL

Khuzyatov S.S.¹, Valiev R.A.¹

¹*Branch of Kazan Federal University in Naberezhnye Chelny, Naberezhnye Chelny, Russia (423812, Mira Street), e-mail: huzjatov@mail.ru*

A method for control network communication between the Siemens controller and microprocessor devices based on the Modbus protocol for automated process control systems is offered. Communication between the controller and the current node network organized using session data blocks. Formation of the request package and unpacking the resulting response are carried by the two respective functions created in SCL language in the Step 7. At realization of the method storing of characteristics of a network and its nodes, and also data obtained from a network are implemented with additional data blocks of network level, which are the shared memory for entire control system. This provides their availability to both the controller software, and the upper level software. Using shared memory provides an opportunity to design a program for a network exchange and process control independently of each other, that considerably simplifies development of the software of process control system.

Keywords: automated control system, designing the control system, programmable logic controller, field device, Modbus protocol, network communication.

Большие функциональные возможности и высокая надежность аппаратных и программных средств фирмы Siemens AG обеспечивают им широкое применение при автоматизации промышленных объектов. В качестве программируемого логического контроллера обычно используют контроллеры серии SIMATIC S7, для которых программа управления разрабатывается в системе Step 7. Для разработки программного обеспечения верхнего уровня применяется SCADA-система WinCC. Эти системы взаимно интегрированы с точки зрения организации межуровневого обмена, что значительно упрощает процессы разработки, отладки и запуска систем автоматизации [5, 6].

На нижнем уровне АСУ ТП, кроме датчиков и исполнительных устройств, применяются также микропроцессорные устройства сбора данных и управления. Для организации обмена со средним уровнем обычно эти устройства имеют интерфейс RS-485, который позволяет организовать обмен со средним уровнем АСУ ТП на основе протокола Modbus RTU. В то же время контроллеры серии SIMATIC S7 не поддерживают этот протокол, что создает проблему сетевого обмена с полевыми устройствами. Преодоление этой проблемы за счет применения дополнительного коммуникационного процессора CP341 с загружаемым драйвером Modbus RTU Master значительно повышает стоимость системы управления [1].

Целью исследования являлась разработка методики организации обмена на основе протокола Modbus между контроллерами серии S7 и полевыми микропроцессорными устройствами для упрощения проектирования прикладного программного обеспечения контроллера по управлению технологическим процессом. Реализация этой методики позволяет использовать в нижнем уровне АСУ ТП не только зарубежные, но и отечественные микропроцессорные устройства, что особенно актуально с точки зрения импортозамещения.

Результаты и их обсуждение

Прикладное программное обеспечение контроллера управляет технологическим процессом в режиме реального времени, в связи с чем, оно оперирует актуальными данными, полученными из датчиков и исполнительных устройств, а также из сети в результате коммуникационных запросов на подчиненные устройства. При реализации предложенной методики создаются пользовательский тип данных (UDT) для описания характеристик узлов сети, запросов на микропроцессорные устройства и их ответов, блоки данных (DB) для их хранения, а также функции (FC), осуществляющие сетевой обмен. При этом обеспечивается доступность полученных из сети данных прикладной программе управления технологическим процессом, а также программному обеспечению верхнего уровня [3].

Для описания общих характеристик узла, запроса и ответа из узла сети, значения полей Modbus-протокола, а также временных параметров обмена с этим узлом создан пользовательский тип (UDT), основные поля которого представлены в таблице 1.

Таблица 1

Пользовательский тип для описания узла сети

Описание поля	Тип поля
<i>Общие характеристики узла</i>	
Имя узла	String[8]
Разрешение опроса обмена с узлом	Bool
Смещение в блоке данных ответа	Int
<i>Характеристики запросов и ответов</i>	
Текущее состояние запроса	Bool

Состояние выполнения запроса	Bool
Количество правильных ответов	Int
Количество неправильных ответов	Int
Код ошибки ответа	Bool
<i>Значения полей Modbus-протокола</i>	
Адрес узла в сети	Byte
Код функции Modbus	Byte
Адрес начальной ячейки данных подчиненного узла	Word
Количество ячеек данных для запроса	Int
<i>Временные параметры сетевого обмена</i>	
Требуемый период опроса узла	Time
Реальный период опроса узла	Time
Время начала опроса узла	Time
Продолжительность опроса узла	Time

Так как при использовании программных и аппаратных средств фирмы Siemens AG обмен данными между средним и верхним уровнями происходит блоками данных [2, 5], при реализации методики для формирования запросов и хранения ответов, полученных из микропроцессорных устройств создаются блоки данных сетевого уровня, а также сеансовые блоки данных для организации обмена данными с текущим узлом сети (рис. 1).

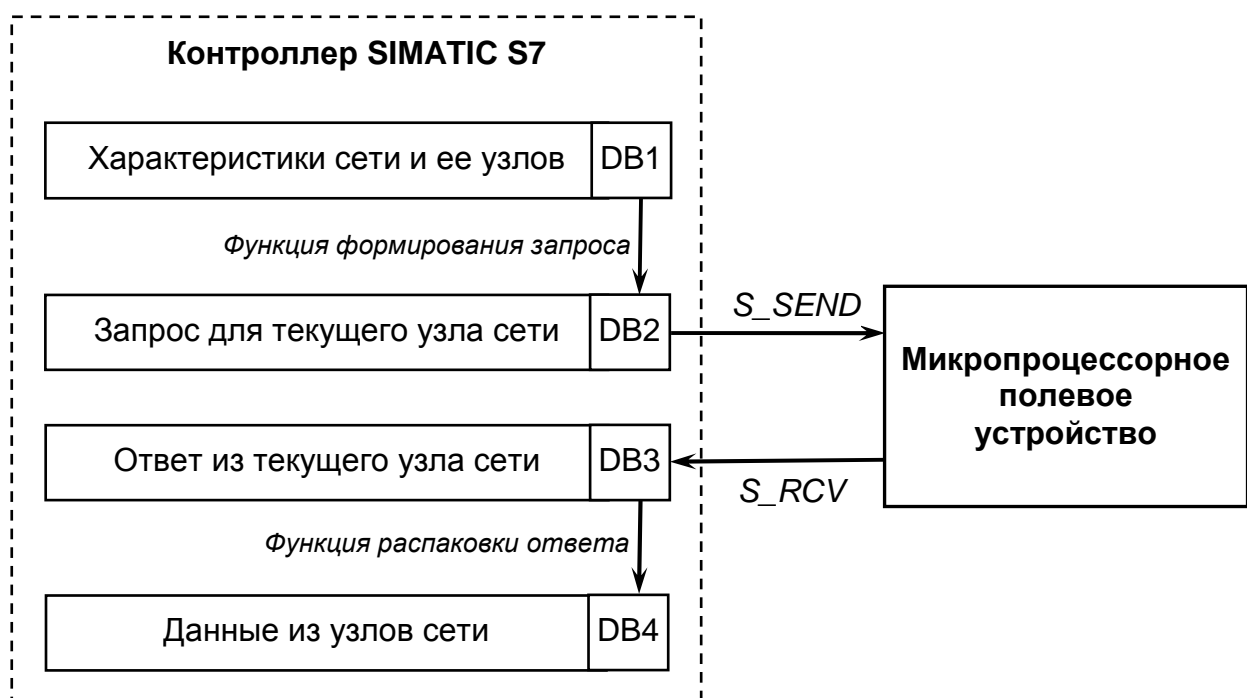


Рис. 1. Взаимодействие блоков данных и функций сетевого обмена по протоколу Modbus (DB1, DB4 – блоки данных сетевого уровня; DB2, DB3 – сеансовые блоки данных)

Блок данных сетевого уровня DB1 предназначен для хранения характеристик сети и его узлов. Этот блок имеет поля, содержащие количество устройств в сети, номер текущего узла и длину пакета запроса для текущего узла (тип Int), время начала опроса первого узла сети, продолжительность опроса всех узлов сети, минимальную и максимальную продолжительность опроса всех узлов сети (тип Time). Помимо общих характеристик сети, в

этом блоке данных хранятся еще характеристики всех узлов сети в виде массива (тип Array [0..31]), элементы которого имеют пользовательский тип. Использование блока данных для хранения характеристик сети и узлов дает возможность изменения параметров запроса, как из программного обеспечения среднего, так и нижнего уровней АСУ ТП.

Обмен контроллера с текущим узлом сети организован с помощью сеансовых блоков данных. На основании характеристик узла формируется запрос в виде блока данных DB2, поля которого полностью совпадают с полями запроса по протоколу Modbus и содержат адрес текущего узла, код функции Modbus, начальный адрес данных и данные запроса. Считывание ответа из текущего узла сети реализованы также с применением блока данных сеансового уровня DB3.

Передача запроса в сеть и чтение ответа из сети осуществлены функциональными блоками S_SEND и S_RCV библиотеки системных блоков. На входах этих функциональных блоков указываются начальный адрес данных, длина пакета обмена и иницируется начало передачи данных, а на выходах формируются сигналы завершения передачи данных или получения данных из сети. Тем самым, обмен данными по сети RS-485 в полудуплексном режиме сведен к слежению за состоянием соответствующих выходов функциональных блоков S_SEND и S_RCV и к переключению режимов отправки или приема пакета.

Формирование пакета запроса и распаковка полученного ответа осуществлены с помощью двух соответствующих функций, созданных на языке SCL. Хотя среда программирования Step 7 поддерживает все пять языков стандарта МЭК-61131-3 (LAD, FBD, STL, SCL, SFC), язык SCL наиболее предпочтителен из-за возможности использования циклических операторов и оператора разветвления Case, которые необходимо использовать при формировании запросов и распаковки ответов. В созданных функциях реализованы алгоритмы формирования запроса и распаковки полученного ответа для кодов функций 1, 2, 3, 4, 5, 6, 15 и 16 протокола Modbus, которые кодируются однобайтовым полем [4].

Согласно алгоритму функции формирования пакета запроса по номеру текущего устройства выбирается соответствующий элемент массива в блоке данных сетевого уровня и в зависимости от кода функции Modbus формируется пакет запроса. При реализации функции распаковки ответа сначала проверяется адрес узла, код функции, длина ответа и контрольная сумма данных. В случае корректности этих параметров происходит распаковка данных ответа в зависимости от кода функции и типа устройства, подключенного в сеть. Распакованные данные хранятся в блоке данных сетевого уровня DB4, при этом структура этого блока данных зависит от типов устройств подключенных в сеть и структуры данных ответа, получаемого от узла сети.

Выводы и рекомендации

Важной особенностью хранения характеристик узлов сети и полученных из них ответов при реализации предложенной методики, является то, что блоки данных сетевого уровня представляют собой разделяемую память для всей системы управления. Следовательно, эти блоки данных доступны для чтения и записи, как программному обеспечению контроллера, так и программному обеспечению верхнего уровня.

Использование разделяемой памяти позволяет разрабатывать программное обеспечение контроллера для организации сетевого обмена и управления технологическим процессом независимо друг от друга. Вызов функций организации обмена следует осуществить в организационном блоке OB1, который исполняется в главном цикле контроллера, что обеспечивает максимальную скорость сетевого обмена со всеми узлами сети. В этом организационном блоке должны быть реализованы задачи синхронизации передачи пакетов и получения ответа (формирование запроса для текущего устройства, переход в режим отправки запроса или ожидания ответа, распаковка ответа, выбор следующего устройства сети), а также формирование аварийных сообщений при истечении тайм-аута.

Вызов функций и функциональных блоков, предназначенных для управления технологическим процессом, следует осуществлять в обработчике циклического прерывания (например, в организационном блоке OB35). За счет использования разделяемой памяти для хранения характеристик узлов сети и полученных из них ответов коды обоих организационных блоков может обращаться к блокам данных сетевого уровня.

Таким образом, использование разделяемой памяти и независимость работы логических блоков сетевого обмена и управления технологическим процессом значительно упрощает разработку прикладного программного обеспечения контроллера.

Список литературы

1. Андреев В.С., Богомолов А.А., Бухалов Р.С. Интеграция разнородных устройств в АСУ ТП // Автоматизация в промышленности. – 2014. - №1. – С. 18-20.
2. Бергер Г. Автоматизация посредством STEP 7 с использованием STL и SCL и программируемых контроллеров SIMATIC S7-300/400: 3-е изд. – Нюрнберг: Siemens AG Промышленные системы автоматизации, 2010. – 776 с.
3. Хузятов Ш.Ш., Валиев Р.А. Проектирование автоматизированных систем управления на основе методики паттерна. // Научно-технический вестник Поволжья. – 2015. - №2. – С.215-218.
4. Энциклопедия АСУ ТП. Промышленные сети и интерфейсы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://bookasutp.ru/Chapter2_8.aspx (дата обращения 23.04.2015).

5. Butuza, R., Nascu, I.,Giurgioiu, O., Crisan, R. Automation system based on SIMATIC S7 300 PLC, for a hydro power plant. Proceedings of 2014 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics, AQTR 2014, 6857859.
6. Firoozshahi, A. Intelligent and innovative monitoring of LAR GE tank farm based on DCS. Source of the DocumentProceedings of the IASTED International Conference on Automation, Control, and Information Technology – Control, Diagnostics, and Automation, ACIT-CDA, 2010. – P. 203-210.

Рецензенты:

Хайруллин А.Х., д.т.н., профессор, профессор кафедры информационных систем Набережночелнинского института Казанского (Приволжского) федерального университета», г. Набережные Челны;

Дмитриев С.В., д.т.н., профессор, профессор кафедры автоматизации и управления Набережночелнинского института Казанского (Приволжского) федерального университета», г. Набережные Челны.