

Modbus и DNP3:

Сравнение эффективности передачи информации

David Bevin, Control Microsystems, September 2009

Введение

Цель этого документа – сравнение эффективности двух протоколов передачи данных (SCADA protocols): Modbus и DNP3. Сравнение эффективности протоколов Modbus и DNP3 мы будем с применением гипотетических устройств сбора и передачи информации. Мы подсчитаем число байт необходимых для того, чтобы один коммуникационный канал доставил информацию по указанному числу точек контроля.

Мы не будем учитывать наличие специфических команд отдельных производителей средств, которые могут быть использованы для сбора архивной информации более эффективным способом. Это позволит сделать результаты сравнения равноценными для разных производителей и разных устройств.

В этом документе будет показано, что используя DNP3 можно:

- Значительно уменьшить требования к пропускной способности коммуникационных каналов.
- Получить возможность добавить большее число устройств в систему (масштабируемость системы).
- Добавить новые функции устройств, как например, отметки времени (time stamping).

Устройство

Гипотетическое устройство имеет 32 дискретных входа и 16 аналоговых входов.

Требования

Требования пользователя к системе сбора данных:

1. Ведущее устройство должен хранить архив дискретных сигналов и изменений аналоговых сигналов с меткой времени точностью до ближайших 10 секунд.
2. Сообщения об изменении дискретных сигналов должны поступать пользователю в течение одной минуты после возникновения.
3. Сообщения об изменении аналоговых сигналов должны поступать пользователю в течении 10 минут после возникновения.

Предположения

Для нашего примера, предположим, что:

1. Изменения дискретных сигналов происходят в среднем 128 раз в час.
2. Изменения дискретных сигналов происходят в среднем 80 раз в час. Изменением мы будем считать достижение значения уставки (set-point) или значительное изменение сигнала (например, 5% от шкалы).
3. Нет потери коммуникационных пакетов (то есть, связь отличная).

Modbus – метод 1

Система изначально использует 32 регистра (status registers) для 32 дискретных входов, и 16 регистров (input registers) для 16 аналоговых входов.

Чтобы выполнить требование 1, интервал опроса должен быть 10 секунд. Требования 2 и 3 также соблюдены, так как интервал опроса 10 секунд.

Status Registers

32 регистров будут переданы с использованием Функционального кода (команды) 2 Modbus. Запрос (Request) - 8 байт, Ответ (Response) - 9 байт
Всего 17 байт каждые 10 секунд.

Input Registers

16 регистров будут переданы с использованием Функционального кода 4 Modbus. Запрос (Request) - 8 байт, Response - 37 байт
Всего 45 байт каждые 10 секунд.

Суммарный объем передаваемых данных

Сумма регистров (status registers и input registers) дает 62 байт каждые 10 секунд. В течение суток это составит:

62 байт за опрос x 6 опросов в минуту x 60 минут x 24 часа = **535.680 байт**
Следовательно, 535.680 байт данных необходимо передать по каналу связи, чтобы удовлетворить всем требованиям пользователя.

Modbus – метод 2

Система передачи модифицирована при помощи упаковки 32 дискретных входа в 2 регистра (input registers) по 16 бит, адрес которых следует сразу за адресами аналоговых входов. Всего получается 18 input registers.

Чтобы выполнить требование 1, интервал опроса должен быть 10 секунд. Требования 2 и 3 также соблюдены, так как интервал опроса 10 секунд.

Input Registers

18 регистров будут переданы с использованием Функционального кода 4 Modbus.

Запрос (Request) - 8 байт, Ответ (Response) - 41 байт

Всего 49 байт каждые 10 секунд.

Суммарный объем передаваемых данных

Расчетное число байт данных за сутки:

49 байт за опрос x 6 опросов каждую минуту x 60 минут x 24 часа = 423.360 байт

Следовательно, 423,360 байт данных необходимо передать по каналу связи, чтобы удовлетворить всем требованиям пользователя.

DNP3

В устройстве есть 32 дискретных входных точки (digital input points) и 16 аналоговых входных точки (analog input points). Аналоговые точки хранятся в формате «16-bit integers». Дискретные входы будут передаваться как упакованные точки “packed” points (то есть без флагов) в статических объектах.

Протокол DNP3 поддерживает применение метки времени для событий (timestamps for events). Следовательно, требование 1 будет выполнено (с превышением).

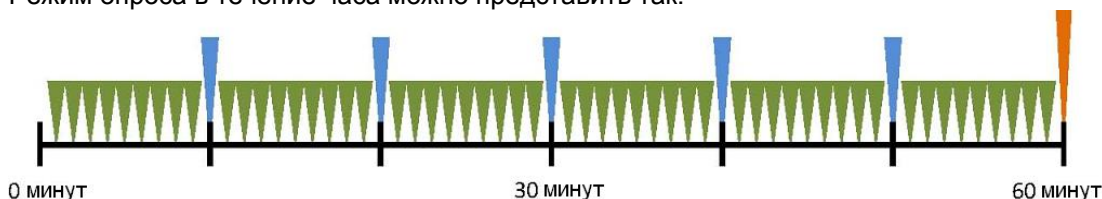
Все 32 событий с дискретными входами (digital input point events) должны быть настроены на передачу по «Class 1». Чтобы соответствовать требованию 2, интервал опроса параметров Class 1 должен быть равен 1 минуте.

Все 16 событий с аналоговыми входами (analog input point events) должны быть настроены на обработку и передачу по «Class 2». Чтобы соответствовать требованию 3, интервал опроса параметров Class 2 должен быть равен 10 минутам.

Чтобы поддерживать целостность сохраняемых данных (Integrity of data), каждый час будет посылаться «Integrity poll».

Режим опроса (Polling Regime)

Режим опроса в течение часа можно представить так:



Опросы для событий Class 1 представлены короткими (зелеными) стрелками. Они происходят каждую минуту.

Комбинированные опросы событий Class 1 и Class 2 представлены (голубыми) стрелками среднего размера. Они происходят каждые 10 минут.

Опрос «Integrity poll» представлен большой оранжевой стрелкой, и он происходит раз в час.

Опрос целостности данных - Integrity poll

Допустим, что опрос «Integrity poll» содержит только статические данные (то есть, нет событий ожидающих опроса).

Integrity poll - 27 байт, Response - 73 байт

Всего 100 байт за один Integrity poll.

Расчетное число байт требуемое для Integrity poll на один канал за сутки:

100 байт за опрос x 24 часа = 2400 байт

Аналоговые события - Analog Events

Допустим, что 16 аналоговых событий будем передавать в каждом из 5 комбинированных опросах событий Class 1 и Class 2.

Всего 80 аналоговых событий за час, что соответствует предположению 2.

Допустим, что устройство формирует аналоговые события в формате 16-ти битовых объектов с меткой времени (Group 32 Variation 4).

Class 1 & 2 Опрос: (Poll) - 21 байт, Ответ (Response) - 220 байт, Подтверждение (Confirm) - 15 байт.

Расчетное число байт требуемое на один канал за сутки дает:

256 байт за опрос x 5 опросов каждый час x 24 часа = 30.720 байт

Дискретные события - Digital Events

Допустим, что 32 дискретных события будут посланы в 4-х опросах событий Class 1, что дает 128 дискретных событий каждый час, что соответствует предположению 1.

Допустим, что устройство формирует дискретные события в виде объектов с относительной меткой времени (Group 2 Variation 3).

Class 1: Poll - 18 байт, Response - 214 байт, Confirm - 15 байт или 247 байт за опрос.

Расчетное число байт требуемое на один канал за сутки дает:

247 байт за опрос x 4 опроса каждый час x 24 часа = 23.712 байт

Пустой опрос - Empty (No Events) Poll

Из-за того что все дискретные события были посланы (возвращены) в 4-х опросах, будет 50 опросов событий Class 1 в час, которые не содержат событий.

Class 1: Poll - 18 байт, Response - 17 байт

Расчетное число байт требуемое на один канал за сутки дает:

35 байт за опрос x 50 опросов каждый час x 24 часа = 42.000 байт

Суммарный объем передаваемых данных

Чтобы вычислить суммарный объем передаваемых данных по каналу за сутки, нам необходимо сложить данные по опросам: Integrity polls, опросу аналоговых событий, опросу дискретных событий и пустым опросам.

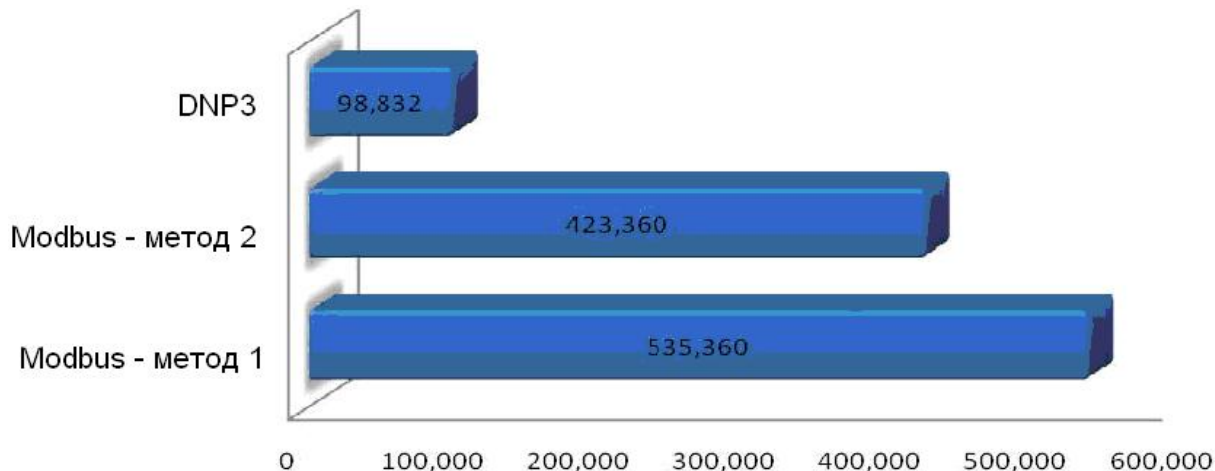
Расчетное число байт на один канал за сутки дает:

2400 байт (Integrity polls) + 30,720 байт (Analog event polls) + 23,712 байт (Digital event polls) + 42,000 байт (Empty event Class 1 polls) = **98.832 байт**

Следовательно, 98.832 байт данных необходимо передать по каналу связи, чтобы удовлетворить всем требованиям пользователя.

Заключение

На графике показано число байт данных на канал связи в сутки, которые используются при трех методах передачи описанных ранее.



В этом примере DNP3 использует 23% пропускной способности наиболее эффективного

режима опроса по протоколу Modbus.

Нужно отметить, что если число аналоговых и дискретных событий будет меньше указанных значений, тогда и число байт передаваемых DNP3 будет меньше. В то время как, число байт передаваемых по Modbus останется прежним.

В реальных системах, это значительное сокращение занимаемой пропускной способности коммуникационного канала позволяет использовать большее число устройств в сети без изменения инфраструктуры сети. Это позволяет, также иметь резерв пропускной способности для производства удаленного обслуживания устройств (например, для перенастройки или обновления фирменного программного обеспечения).

Протокол DNP3 предлагает много функций, не существующих в протоколе Modbus, включая метку времени событий на удаленном устройстве. Эти события, содержащие данные и метку времени, записываются в устройстве даже если канал связи неисправен. События могут быть переданы и собраны позднее, чтобы восполнить потерю данных.

Об авторе.

David Bevin имеет 10 –ти летний опыт работы в SCADA – индустрии. Он участвовал в разработке драйверов для различных протоколов: Modbus, DNP3 и IEC60870. David Bevin ведущий инженер фирмы Control Microsystems и был разработчиком платформы ClearSCADA и контроллеров SCADAPack.