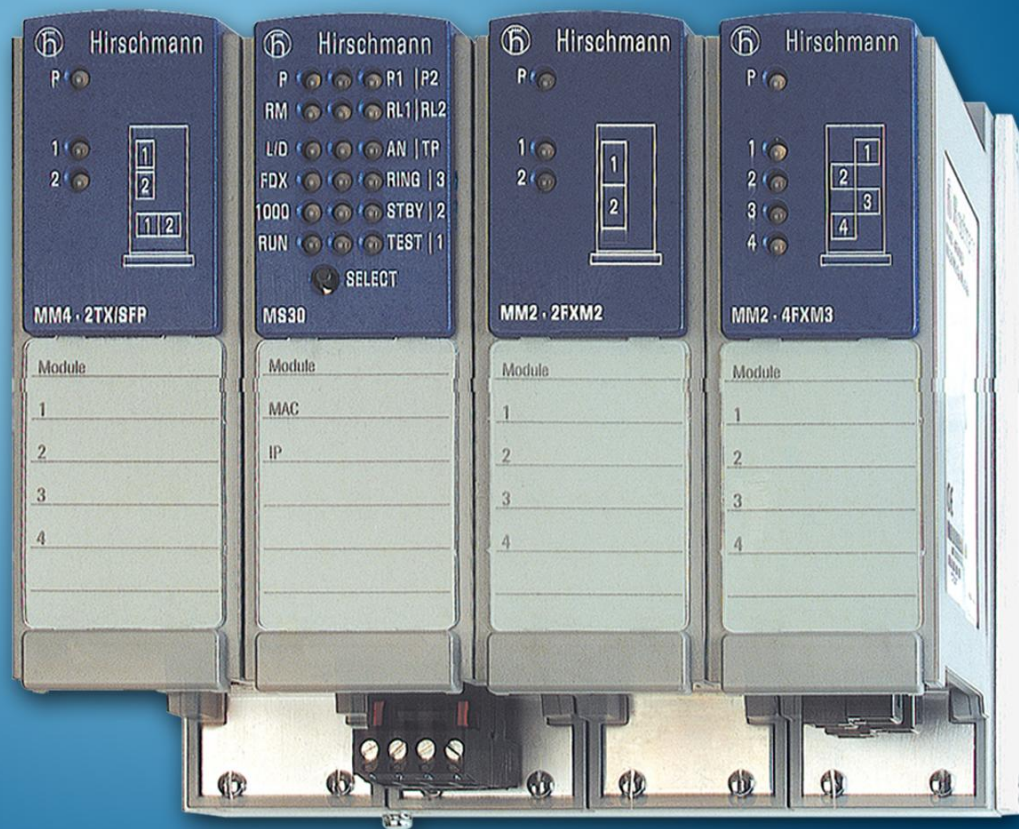
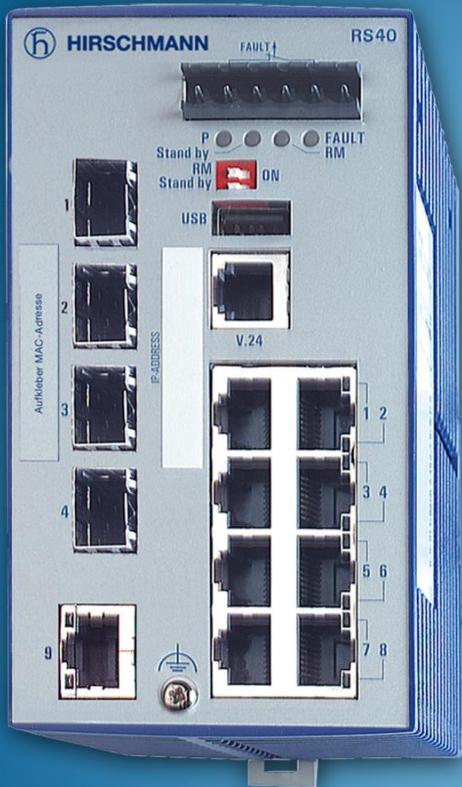


Стандартный промышленный протокол ModBus

Промышленные контроллеры







Hirschmann

P

RM

1

2

1 2

MM4 - 2TX/SFP

Hirschmann

P

RM

L/D

FDX

1000

RUN

P1

P2

RL1

RL2

AN

TP

RING

STBY

TEST

SELECT

MS30

Hirschmann

P

1

2

1

2

MM2 - 2FXM2

Hirschmann

P

1

2

3

4

1

2

3

4

MM2 - 4FXM3

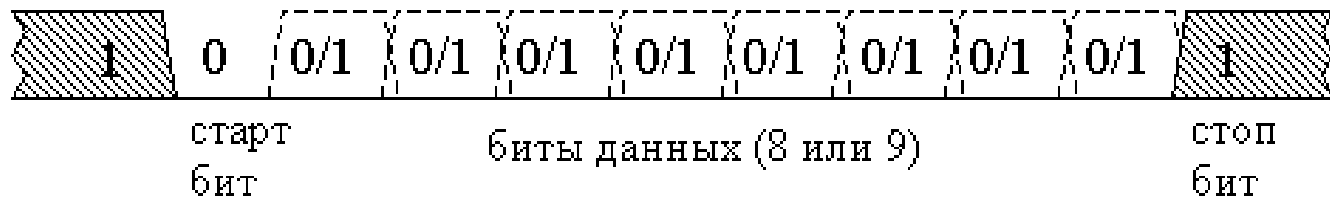
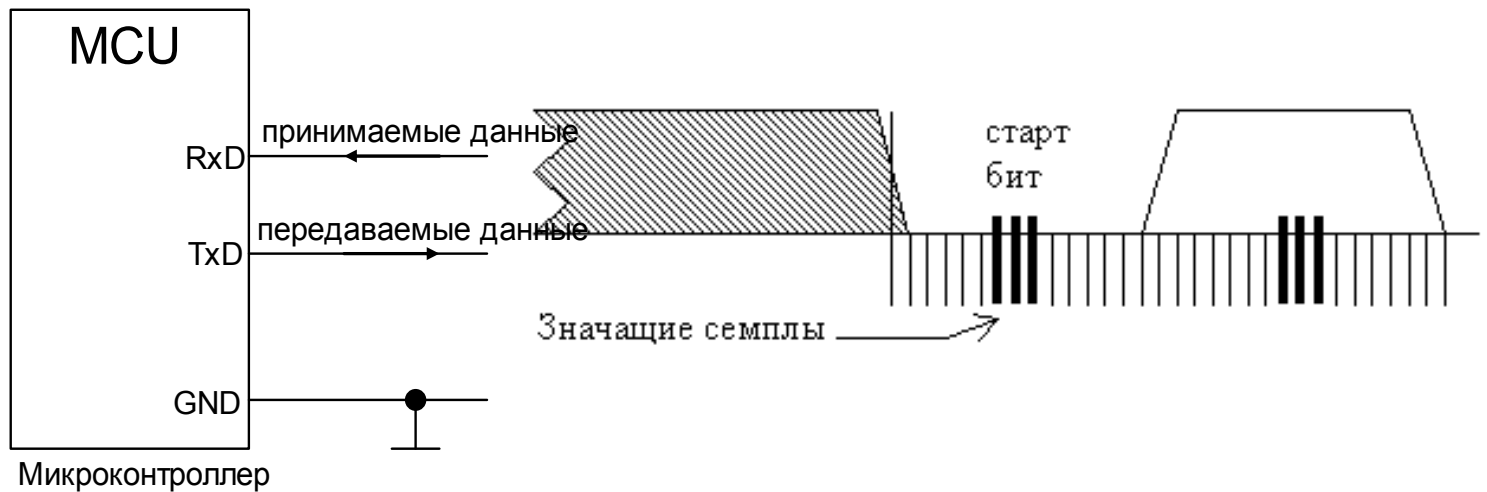
Module
1
2
3
4

Module
MAC
IP

Module
1
2
3
4

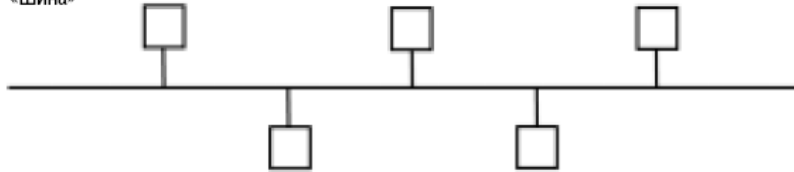
Module
1
2
3
4

Интерфейс RS-232

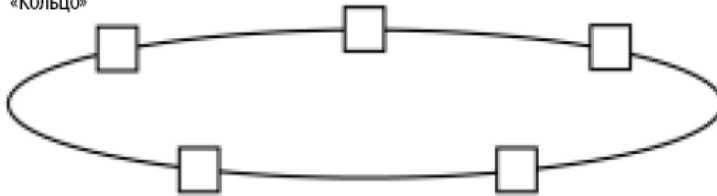


Топологии сетей

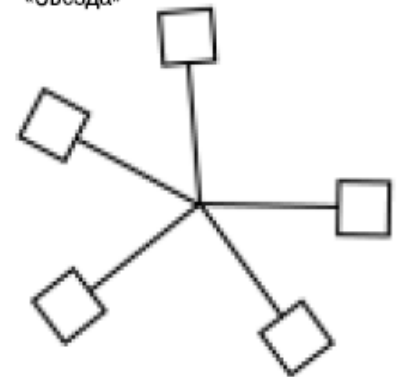
«Шина»



«Кольцо»



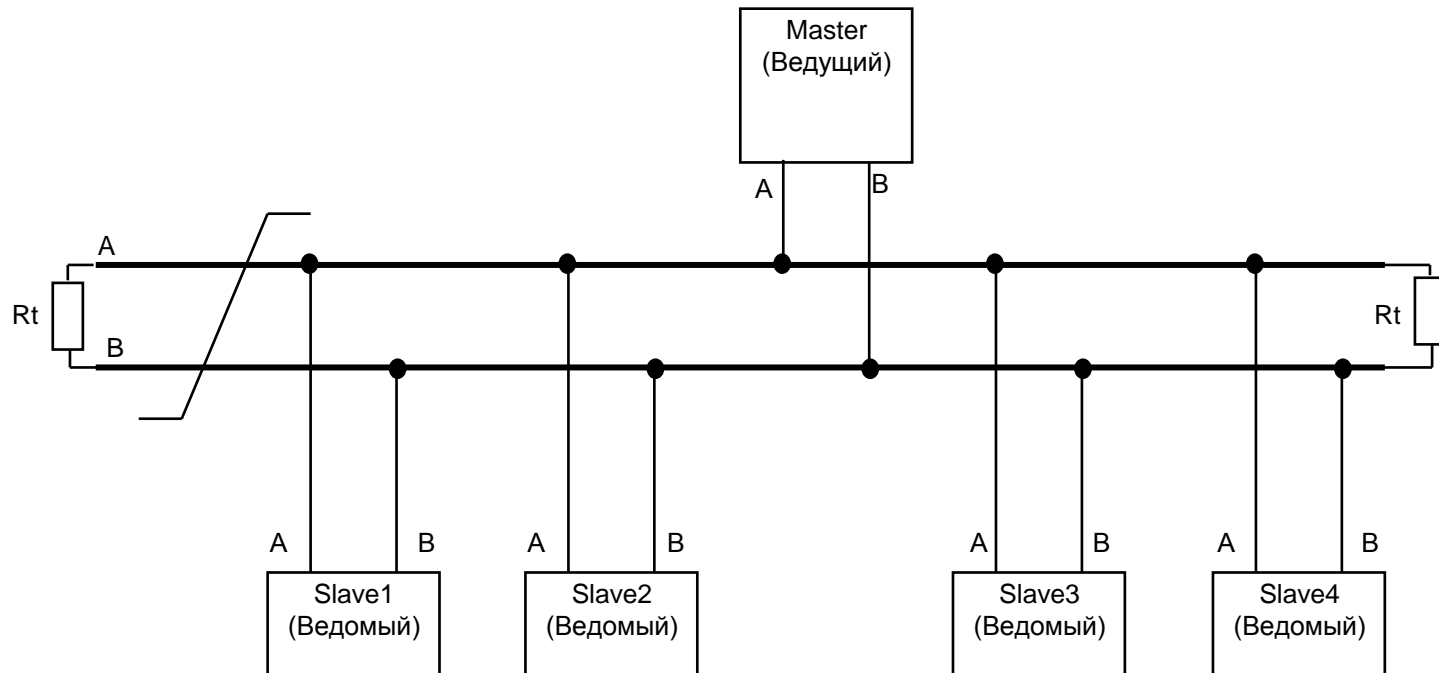
«Звезда»



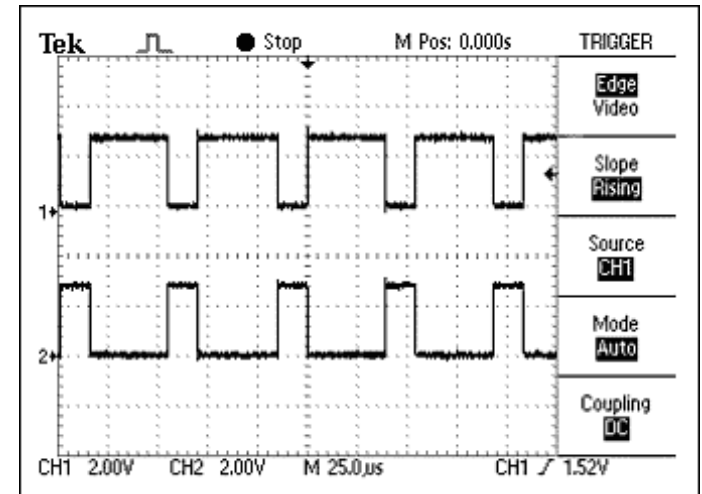
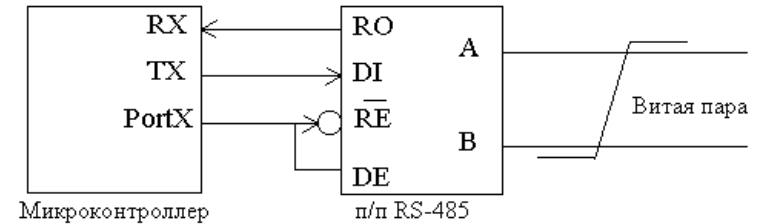
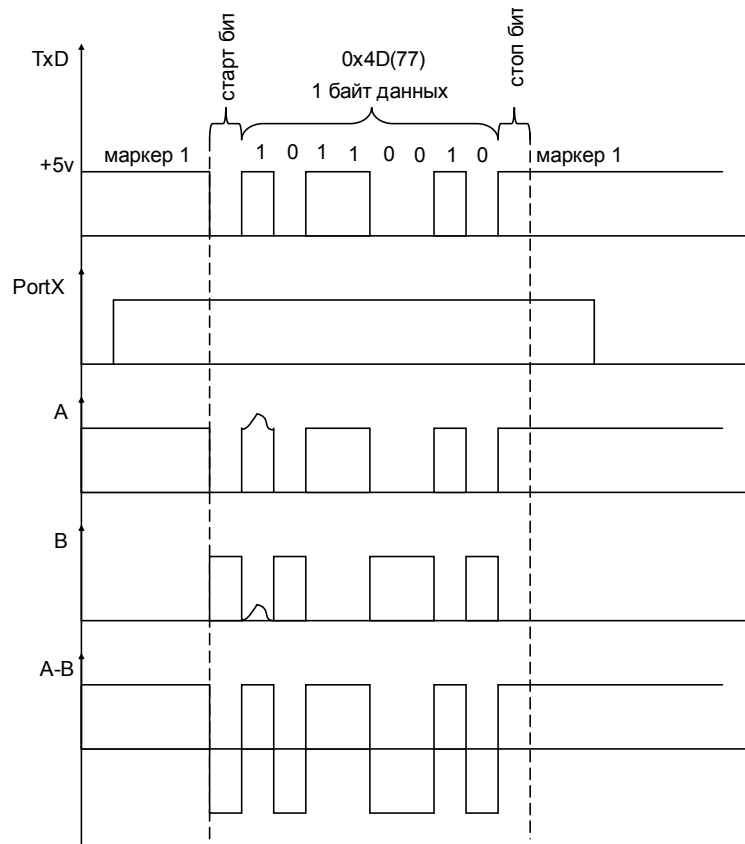
«Точка-точка»



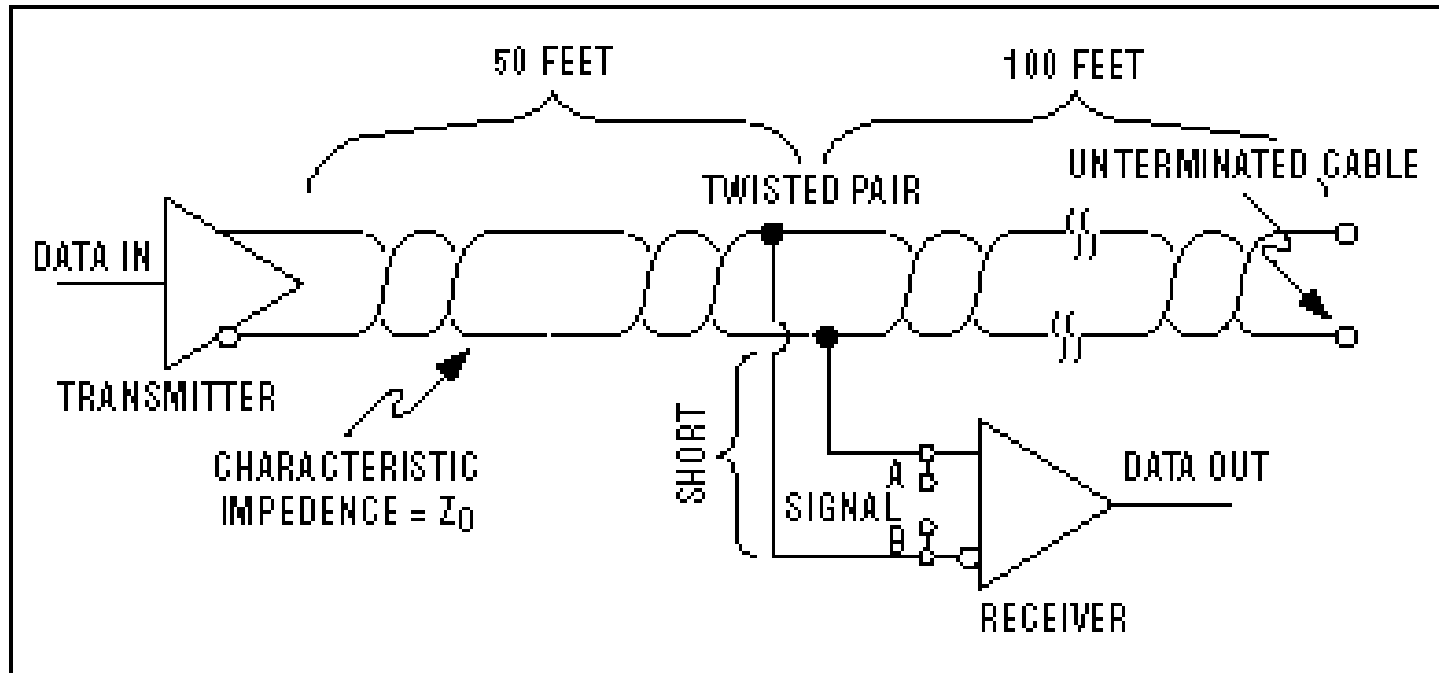
RS-485



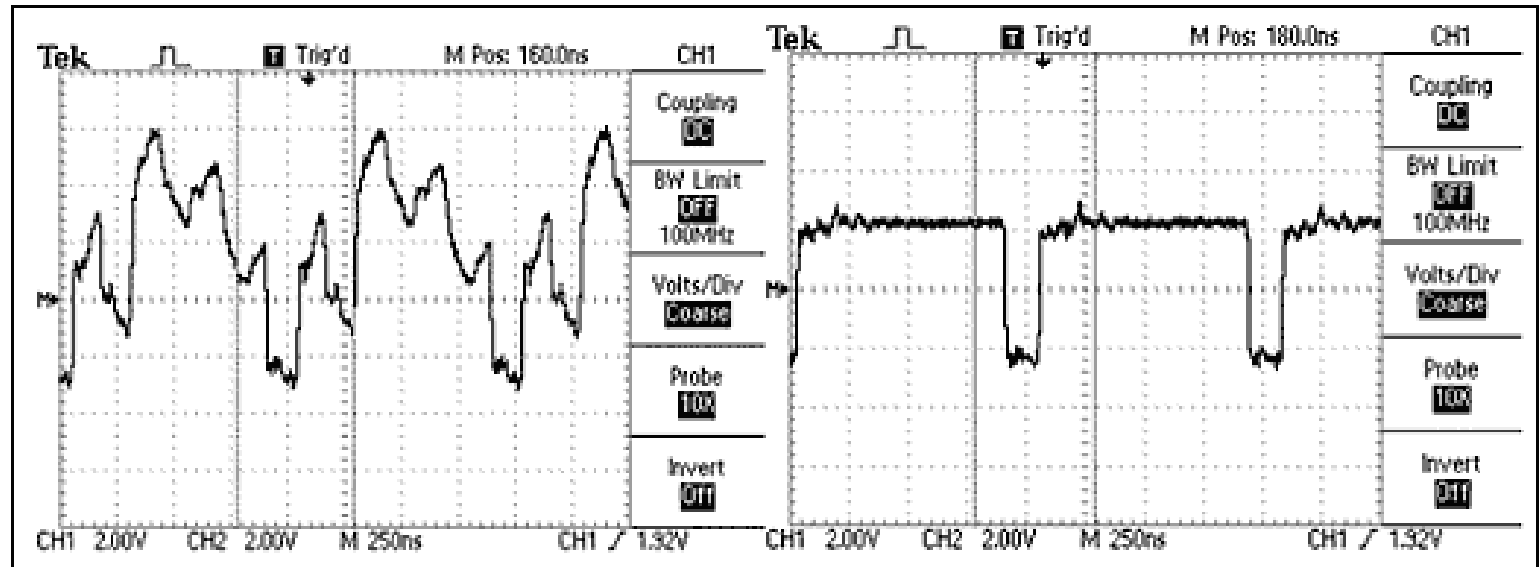
Формат передачи данных



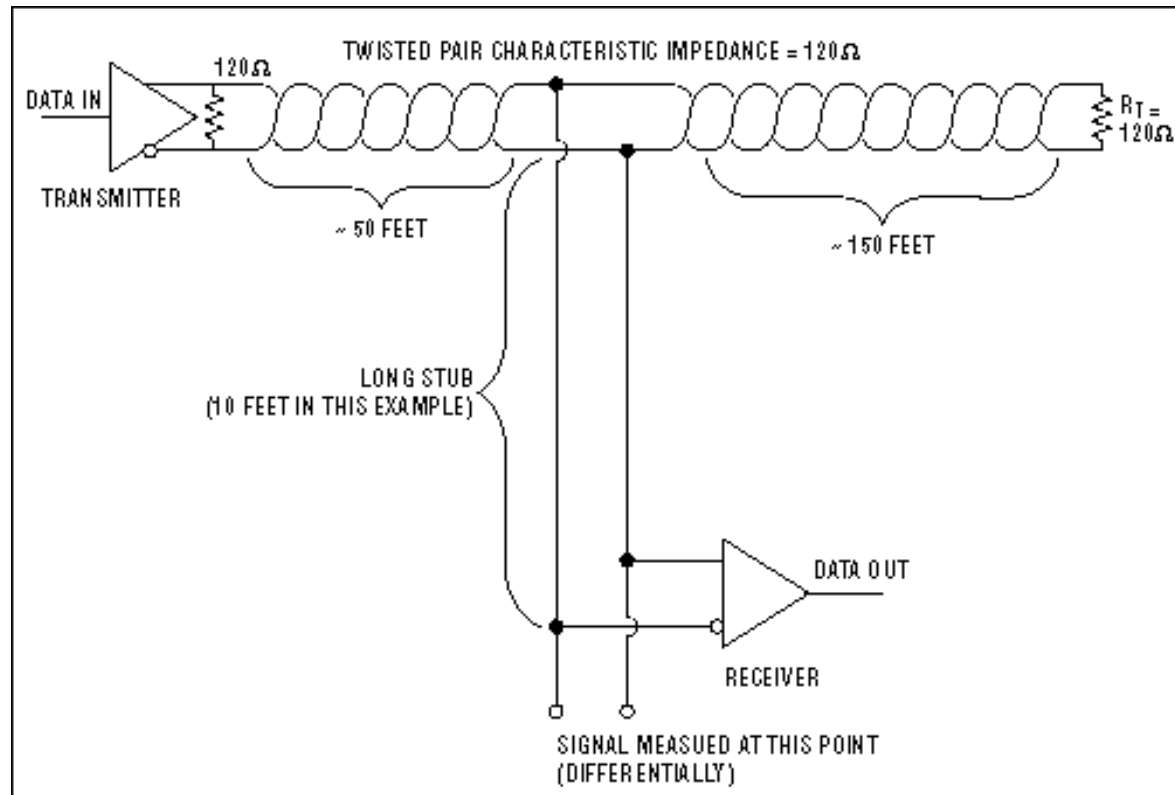
Отсутствие терминального резистора



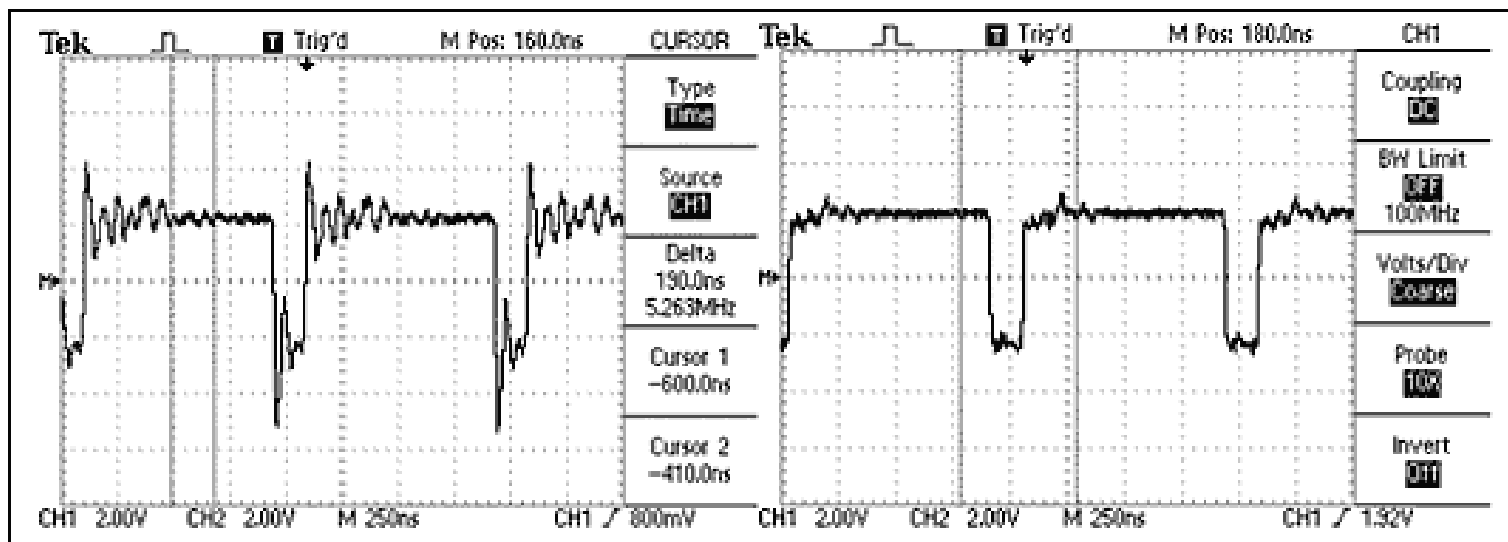
Отсутствие терминального резистора



Длинные ответвители



Длинные ответвители



Основные правила правильной разводки RS-485

- Лучшей средой передачи сигнала является кабель на основе *витой пары*.
- Концы кабеля должны быть заглушены *терминальными резисторами* (обычно 120 Ом).
- Сеть должна быть проложена по топологии *шины, без ответвлений*.
- Устройства следует подключать к кабелю проводами *минимальной длины*.

Преобразователь RS232 - RS-485

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

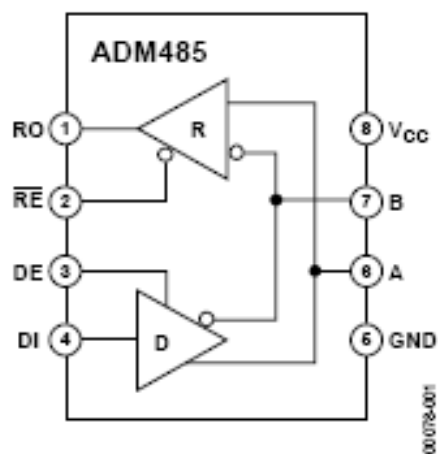
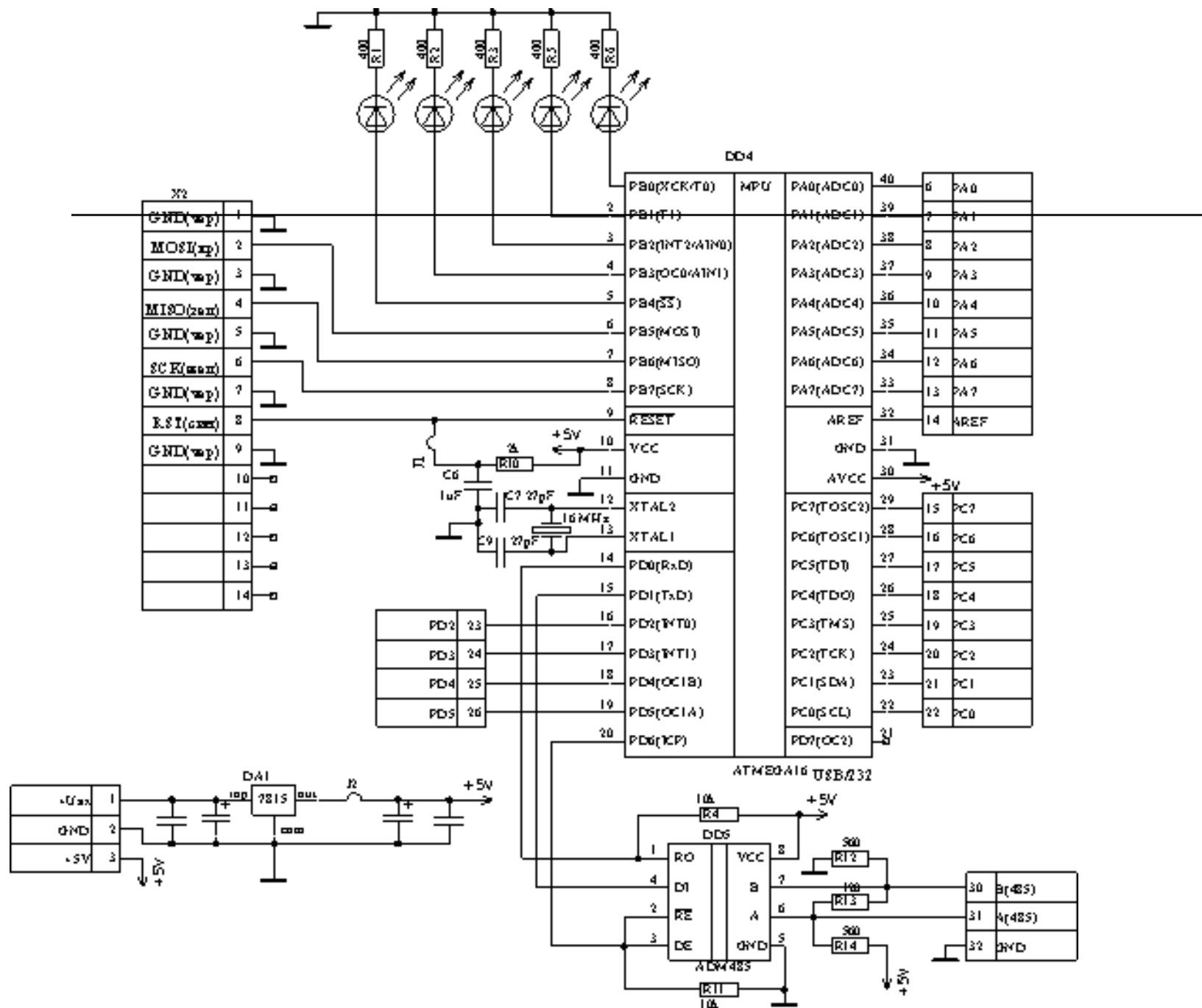
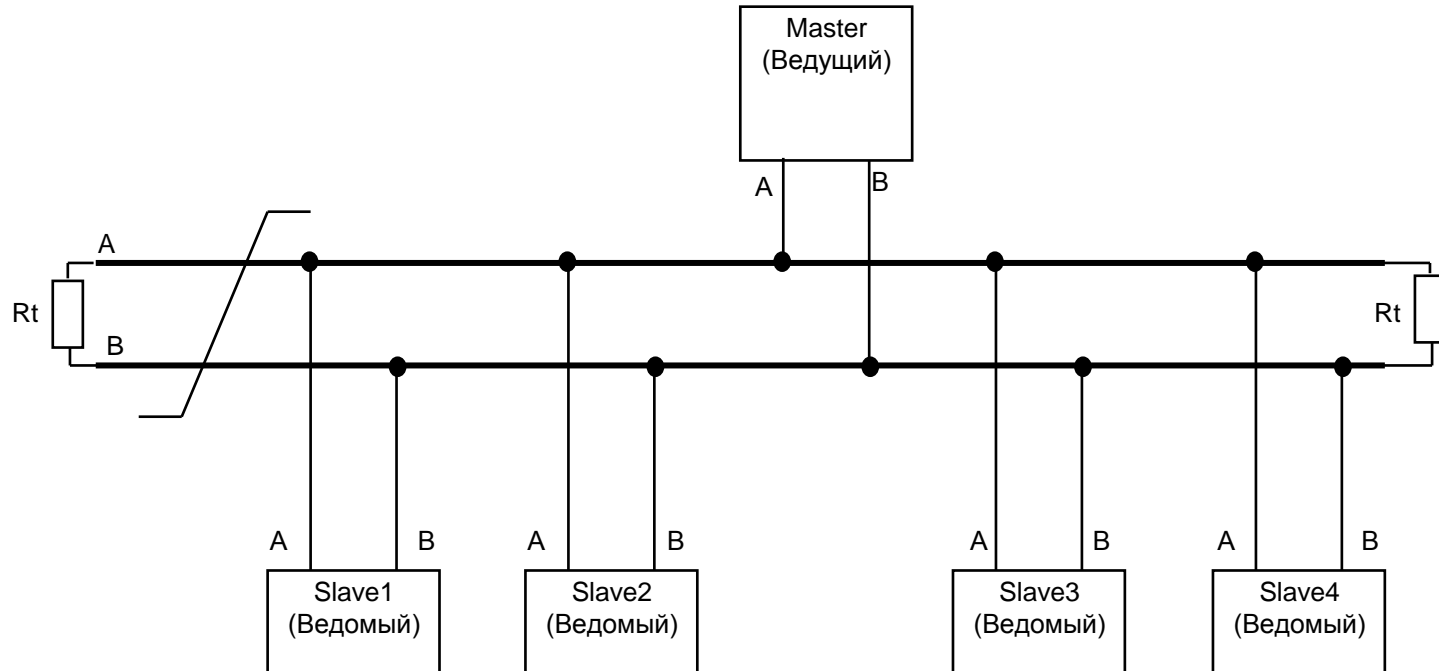


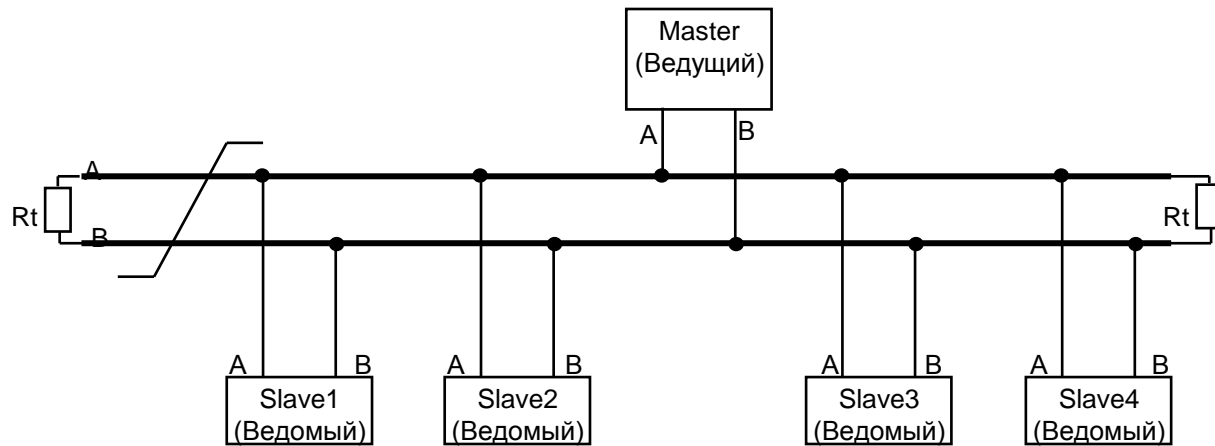
Figure 1.



Протокол ModBus

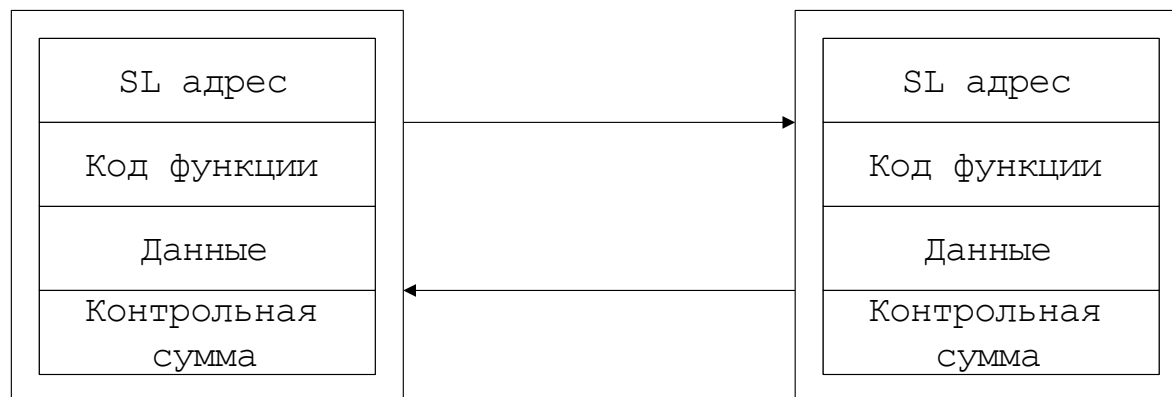


Основные поля данных

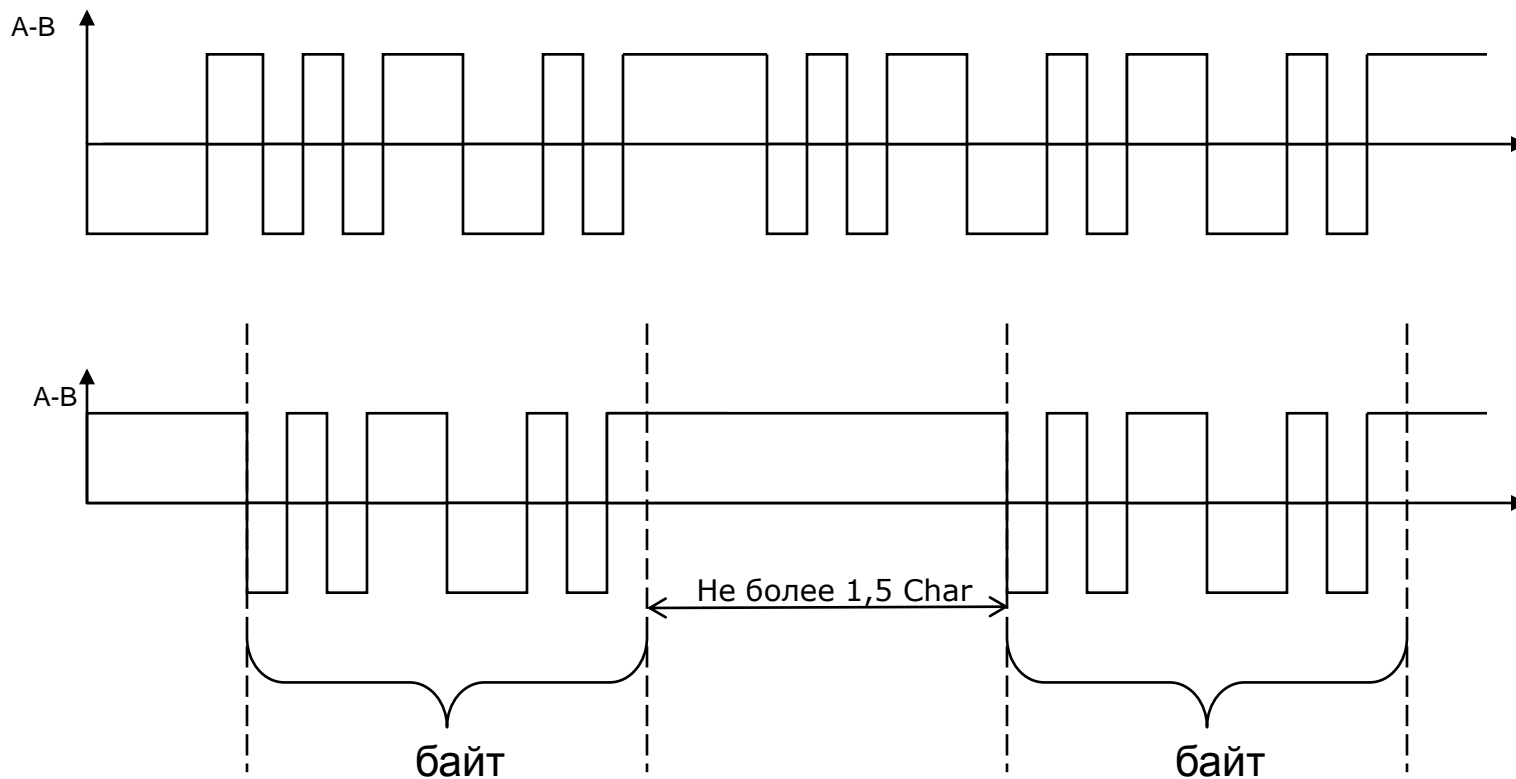


Master

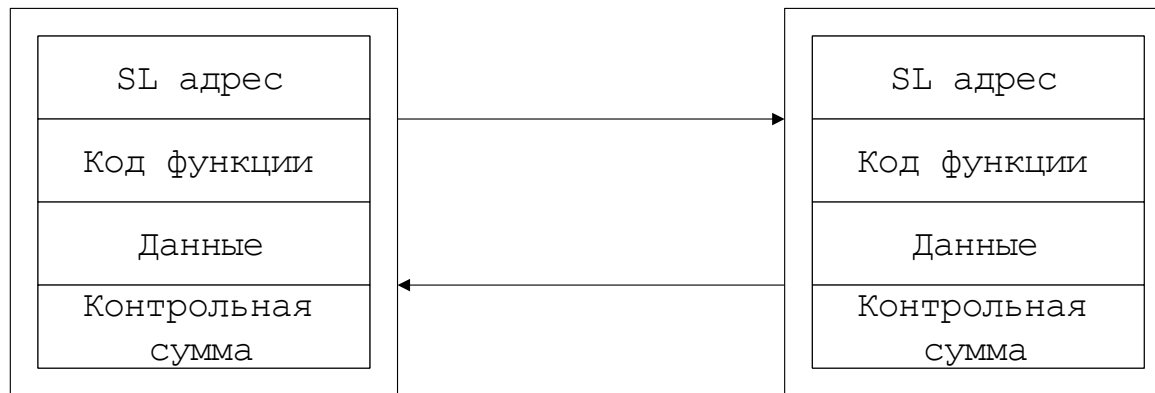
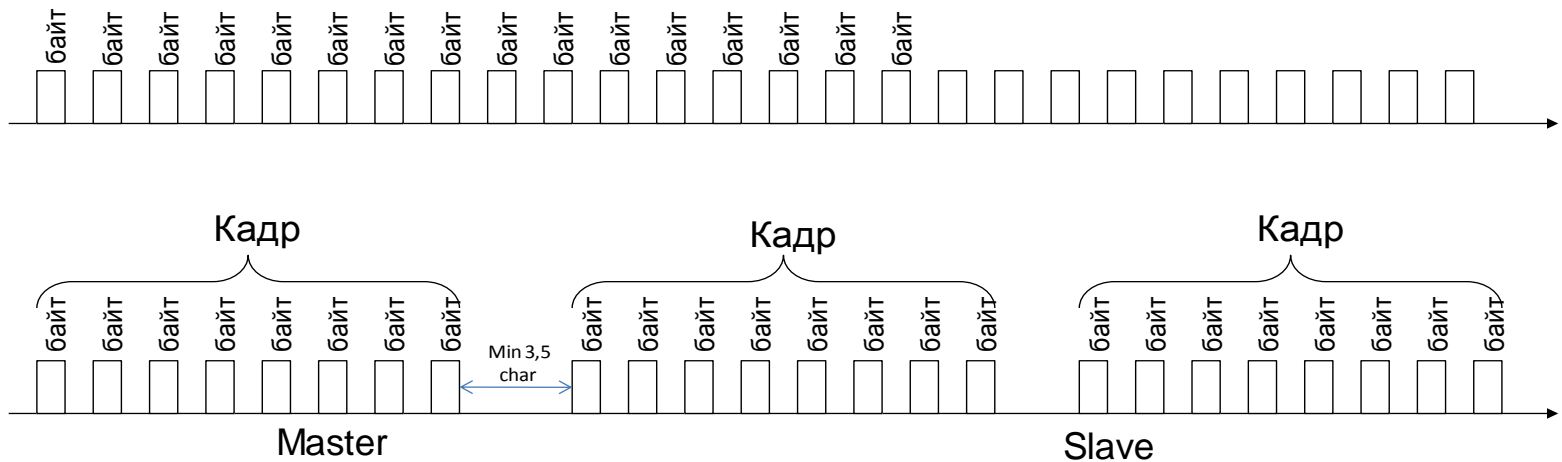
Slave



Кадровая синхронизация



Кадровая синхронизация



Модель данных

Память
микроконтроллера

	Адрес	Содержимое
Температура объекта	0x1F00	H
	0x1F01	L
Состояние устройства	0x1F02	H
	0x1F03	L
Версия программного обеспечения	0x1F04	H
	0x1F05	L
Порог срабатывания min	0x1F06	H
	0x1F07	L
Порог срабатывания max	0x1F08	H
	0x1F09	L

Протокол ModBus

Адрес в протоколе	Данные	Смещение
40001	H	0
	L	
40002	H	1
	L	
40003	H	2
	L	
40004	H	3
	L	
40005	H	4
	L	

Программная модель данных

```
xdata double Pressure      _at_ 0x0000; // 40001 Значение текущего давления (базовый адрес массива параметров)
xdata double Nusr          _at_ 0x0004; // 40003 Параметр демпфирования
xdata double predel_min    _at_ 0x0008; // 40005 Нижний предел диапазона измерений
xdata double predel_max    _at_ 0x000C; // 40007 Верхний предел диапазона измерений
xdata double ust1          _at_ 0x0010; // 40009 Уставка 1
xdata double ust2          _at_ 0x0014; // 40011 Уставка 2
xdata double Temperature   _at_ 0x0018; // 40013 Температура микроконтроллера
xdata double gist          _at_ 0x001C; // 40015 Значение гистерезиса
xdata double Temperature1  _at_ 0x0020; // 40017 Температура тензопреобразователя
xdata double b0            _at_ 0x0024; // 40019 Значение временного дрейфа нуля
xdata double k0            _at_ 0x0028; // 40021 Значение временного дрейфа чувствительности
xdata double iOutFix       _at_ 0x002C; // 40023 Значение выходного тока для режима фиксированного тока
xdata word flag_DAC_correction _at_ 0x004A; // 40038 флаг включения/выключения термокоррекции
xdata word ADC0CONFIG      _at_ 0x004C; // 40039 Байт конфигурации АЦП
xdata word indication      _at_ 0x004E; // 40040 Байт текущего типа индикатора
xdata word modification    _at_ 0x0050; // 40041 Модификация прибора
xdata word Rele            _at_ 0x0052; // 40042 Состояния Реле
xdata word NetAdress       _at_ 0x0054; // 40043 Адрес прибора в сети
xdata word BaudRate        _at_ 0x0056; // 40044 Скорость обмена
xdata word ispoln_sign     _at_ 0x0058; // 40045 Закон регулирования
xdata word Password        _at_ 0x006A; // 40054 Пароль доступа

xdata double a0            _at_ 0x006C; // 40055/40056 Значение Коэффициентов математической модели a0
xdata double a1            _at_ 0x0070; // 40057/40058 Значение Коэффициентов математической модели a1
xdata double a2            _at_ 0x0074; // 40059/40060 Значение Коэффициентов математической модели a2
xdata double a3            _at_ 0x0078; // 40061/40062 Значение Коэффициентов математической модели a3
xdata double a4            _at_ 0x007C; // 40063/40064 Значение Коэффициентов математической модели a4
xdata double a5            _at_ 0x0080; // 40065/40066 Значение Коэффициентов математической модели a5
xdata double a6            _at_ 0x0084; // 40067/40068 Значение Коэффициентов математической модели a6
xdata double a7            _at_ 0x0088; // 40069/40070 Значение Коэффициентов математической модели a7
xdata double a8            _at_ 0x008C; // 40071/40072 Значение Коэффициентов математической модели a8
xdata double a9            _at_ 0x0090; // 40073/40074 Значение Коэффициентов математической модели a9
```

Таблица кодов

Регистр	Параметр	Доступ	Формат
40001/40002	Текущее значение давления	R	float
40003/40004	Параметр демпфирования (от 1 до 50)	R/W	float
40005/40006	Нижний предел диапазона измерения	R/W	float
40007/40008	Верхний предел диапазона измерения	R/W	float
40009/40010	Значение уставки 1 (нормированное, от 0 до 1)	R/W	float
40011/40012	Значение уставки 2 (нормированное, от 0 до 1)	R/W	float
40013/40014	Температура микропроцессора (°C)	R	float
40015/40016	Значение гистерезиса, % (от 0,1% до 10%)	R/W	float
40017/40018	Температура тензопреобразователя (°C)	R	float
40019/40020	Значение временного дрейфа нуля (нормированное, от -0,1 до +0,1)	R/W	float
40021/40022	Значение временного дрейфа чувствительности (нормированное, от 0,9 до 1,1)	R/W	float
40023/40024	Значение выходного тока для режима фиксированного тока (мА)	R/W	float

Окно программы ModBus Poll

The screenshot shows the Modbus Poll software window. The title bar reads "Modbus Poll - [Mbpoll1]". The menu bar includes "File", "Connection", "Setup", "Functions", "Display", "View", "Window", and "Help". The toolbar contains various icons for file operations and a status bar showing "05 06 15 16 22 23 | 101".

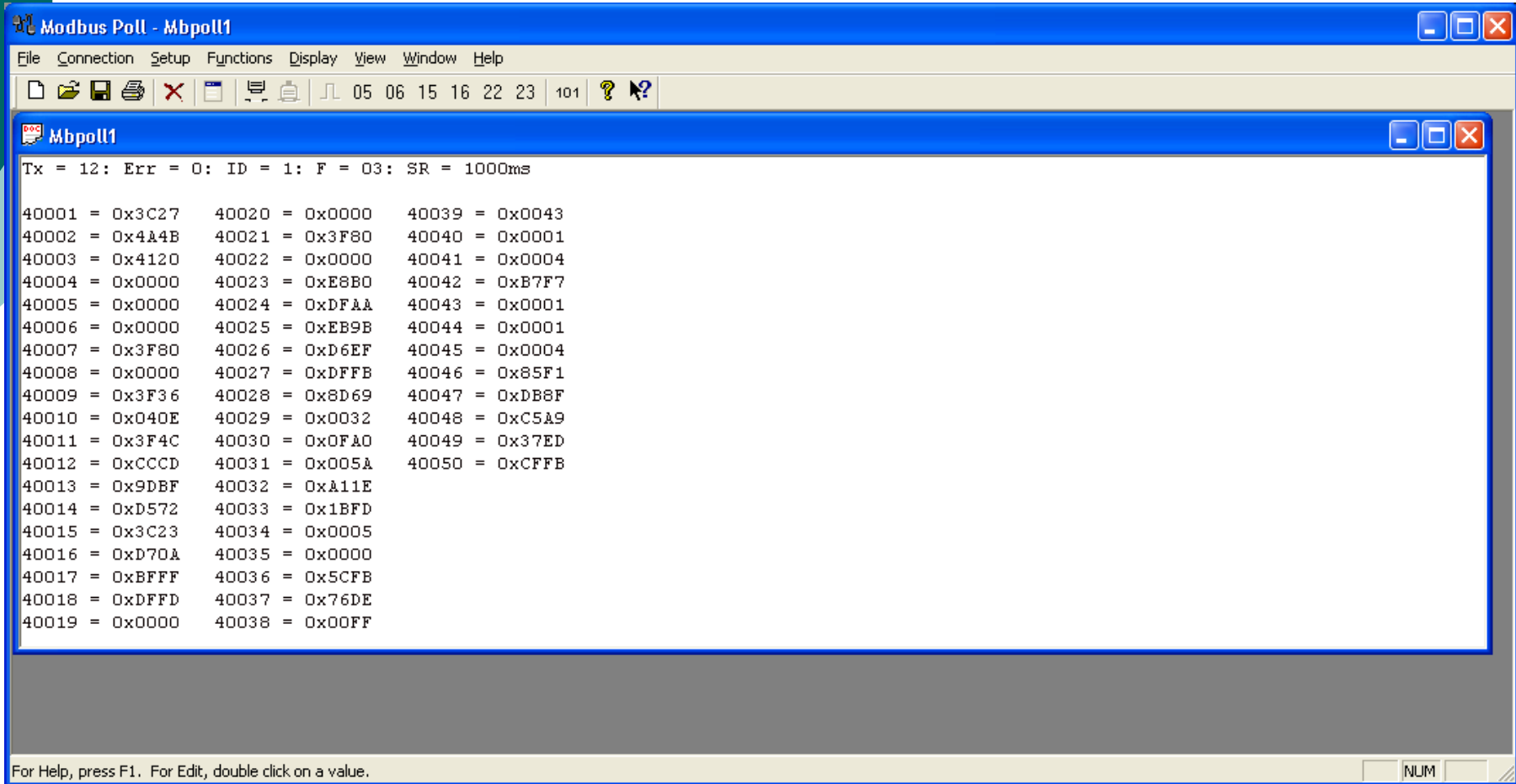
Below the toolbar, the status information is displayed: "Tx = 125: Err = 0: ID = 1: F = 03: SR = 1000ms".

The main area contains a table of data points:

40001 =	0.0000	40022 =		40043 =	0.0000	40064 =	
40002 =		40023 =	0.0000	40044 =		40065 =	0.0000
40003 =	10.0000	40024 =		40045 =	0.0000	40066 =	
40004 =		40025 =	-3.7437914E+026	40046 =		40067 =	0.0000
40005 =	0.0000	40026 =		40047 =	-5.0585314E+015	40068 =	
40006 =		40027 =	-3.6270533E+019	40048 =		40069 =	0.0000
40007 =	1.0000	40028 =		40049 =	0.0000	40070 =	
40008 =		40029 =	0.0000	40050 =		40071 =	0.0000
40009 =	0.2000	40030 =		40051 =	1.6943174E+038	40072 =	
40010 =		40031 =	0.0000	40052 =		40073 =	0.0000
40011 =	0.8000	40032 =		40053 =	5.8308953E+032	40074 =	
40012 =		40033 =	0.0000	40054 =			
40013 =	-0.0000	40034 =		40055 =	0.0000		
40014 =		40035 =	0.0000	40056 =			
40015 =	0.0100	40036 =		40057 =	0.0000		
40016 =		40037 =	1.1256935E+033	40058 =			
40017 =	-1.9970	40038 =		40059 =	0.0000		
40018 =		40039 =	0.0000	40060 =			
40019 =	0.0000	40040 =		40061 =	0.0000		
40020 =		40041 =	0.0000	40062 =			
40021 =	1.0000	40042 =		40063 =	0.0000		

At the bottom of the window, there is a status bar with the text "For Help, press F1. For Edit, double click on a value." and a "NUM" button.

Окно программы ModBus Poll



Коды запроса протокола

Код	Название	Действие
01	READ COIL STATUS	Получение текущего состояния (ON/OFF) группы логических ячеек.
02	READ INPUT STATUS	Получение текущего состояния (ON/OFF) группы дискретных входов.
03	READ HOLDING REGISTERS	Получение текущего значения одного или нескольких регистров хранения.
04	READ INPUT REGISTERS	Получение текущего значения одного или нескольких входных регистров.
05	FORCE SINGLE COIL	Изменение логической ячейки в состояние ON или OFF.
06	FORCE SINGLE REGISTER	Запись нового значения в регистр хранения.
07	READ EXCEPTION STATUS	Получение состояния (ON/OFF) восьми внутренних логических ячеек, чье назначение зависит от типа контроллера. Пользователь может использовать эти ячейки по своему выбору.

Коды запроса протокола

16	FORCE MULTIPLE REGISTERS	Установить новые значения нескольких последовательных регистров.
17	REPORT SLAVE I.D.	Позволяет MS определить тип адресуемого SL и его рабочее состояние.
19	RESET COMMUNICATIONS LINK	Сбрасывает SL в известное состояние после неустранимой ошибки. Сбрасывает счетчик принятых байт.
20-64	Зарезервировано под расширения Modbus	
65-72	Зарезервировано под пользовательские функции.	В дальнейшем не будет использоваться в продуктах Modicon.
73-119	ILLEGAL FUNCTION	
120-127	Зарезервировано	Зарезервировано Modicon для внутреннего использования.
128-255	Зарезервировано	Зарезервировано для исключительных ситуаций.

03-Чтение регистров хранения

Запрос.

Данная функция позволяет получить двоичное содержимое 16-ти разрядных регистров адресуемого SL. Адресация позволяет получить за каждый запрос до 125 регистров. Однако, некоторые устройства имеют ограничение на максимальное количество регистров, получаемых за один запрос. Регистры нумеруются с нуля (40001 = 0, 40002 = 1 и т.д.).

Широковещательный режим не допускается.

Ниже представлен пример запроса на чтение регистров 40001-40003 из SL с адресом 02.

Адрес	Функция	Номер первого регистра		Число регистров для чтения (N)		Контрольная сумма CRC	
		Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт		
0x02	0x03	0x00	0x00	0x00	0x03	0x1C	0x3E

Ответ.

Адресуемый SL посылает в ответе свой адрес, код выполненной функции и информационное поле. Информационное поле содержит 2 байта, описывающих количество возвращаемых байт данных. Длина каждого регистра данных – 2 байта. Первый байт данных в посылке является старшим байтом регистра, второй – младшим.

Ниже представлен пример ответного сообщения на чтение регистров 40001-40003, имеющих содержимое, соответственно, 555, 0, 100, из SL с адресом 02.

Адрес	Функция	Количество байт данных	Старший байт регистра 40001	Младший байт регистра 40001	Старший байт регистра 40002	Младший байт регистра 40002	Старший байт регистра 40003	Младший байт регистра 40003	Конт-рольная сумма	
0x02	0x03	0x06	0x02	0x2B	0x00	0x00	0x00	0x64	0x55	0x1F

06 - Запись одного регистра

Запрос.

Данная функция позволяет модифицировать содержимое одного регистра.

Когда в запросе указан адрес равный 0 (широковещательный запрос), все SL, подключенные к шине, загрузят соответствующий регистр указанным значением.

Ниже приведен пример записи регистра 40002 значением 926 в SL с номером 02.

Адрес	Функция	Старший байт адреса регистра 40002	Младший байт адреса регистра 40002	Старший байт значения 926	Младший байт значения 926	Контрольная сумма	
0x02	0x06	0x00	0x01	0x03	0x9E	0xC1	0xD2

Ответ.

В случае успешного выполнения функции ответное сообщение идентично запросу.

Адрес	Функция	Старший байт адреса регистра 40002	Младший байт адреса регистра 40002	Старший байт значения 926	Младший байт значения 926	Контрольная сумма	
0x02	0x06	0x00	0x01	0x03	0x9E	0xC1	0xD2

Ошибка в запросе

Адрес	Функция	Старший байт адреса регистра 40002	Младший байт адреса регистра 40002	Старший байт значения 926	Младший байт значения 926	Контрольная сумма	
0x02	0x06	0x00	0x5F	0x03	0x9E	0xC7	0xD9

Адрес SL	Функция	Код исключительной ситуации	Контрольная сумма	
0x02	0x86	0x02	0x73	0x15

Коды исключительных ситуаций

Код	Название	Смысл
01	ILLEGAL FUNCTION	Функция в принятом сообщении не поддерживается на данном SL. Если тип запроса – POLL PROGRAM COMPLETE, этот код указывает, что предварительный запрос не был командой программирования.
02	ILLEGAL DATA ADDRESS	Адрес, указанный в поле данных, является недопустимым для данного SL.
03	ILLEGAL DATA VALUE	Значения в поле данных недопустимы для данного SL.
04	FAILURE IN ASSOCIATED DEVICE	SL не может ответить на запрос или произошла авария.
05	ACKNOWLEDGE	SL принял запрос и начал выполнять долговременную операцию программирования. Для определения момента завершения операции используйте запрос типа POLL PROGRAM COMPLETE. Если этот запрос был послан до завершения операции программирования, то SL ответит сообщением REJECTED MESSAGE.
06	BUSY, REJECTED MESSAGE	Сообщение было принято без ошибок, но SL в данный момент выполняет долговременную операцию программирования. Запрос необходимо ретранслировать позднее.
07	NAK-NEGATIVE ACKNOWLEDGMENT	Функция программирования не может быть выполнена. Используйте опрос для получения детальной аппаратно-зависимой информации об ошибке.

07-Чтение статуса устройства

Запрос.

Во многих случаях, для быстрого получения статуса некоторых событий контроллера, желательно иметь в протоколе сообщение, имеющее небольшой размер. Данная функция разработана именно для этой цели.

Адрес	Функция	Контрольная сумма	
0x03	0x07	0xE8	0x17

Ответ.

Нормальный ответ содержит статус восьми ячеек, упакованных в один байт данных.

Адрес	Функция	Данные ячейки	Контрольная сумма	
0x03	0x07	0x44	0x7B	0x4B

16-Запись нескольких значений

Запрос.

Данное сообщение меняет содержимое любого регистра опрашиваемого контроллера. Сообщение позволяет записывать регистры с максимальным логическим адресом до FFFFH. Неиспользуемые старшие биты адреса регистра должны заполняться нулями. Если используется адрес SL равный 0, то содержимое поля данных записывается во все устройства, подключенные к шине (широковещательный режим).

Ниже дан пример записи в SL с номером 02 двух регистров 40001, 40002 значениями 0x00A0, 0x0102.

Адрес	Функция	Старший байт адреса первого регистра	Младший байт адреса первого регистра	Количество регистров		Количество байт в полях данных	Старший байт регистра 40001	Младший байт регистра 40001	Старший байт регистра 40002	Младший байт регистра 40002	Контрольная сумма	
				0x00	0x02						0x45	0x37
0x02	0x10	0x00	0x00	0x00	0x02	0x04	0x00	0x0A	0x01	0x02	0x45	0x37

Ответ.

Нормальное ответное сообщение возвращает адрес SL, функцию, адрес первого регистра и количество записанных регистров.

Адрес	Функция	Старший байт адреса первого регистра	Младший байт адреса первого регистра	Количество регистров		Контрольная сумма	
				0x00	0x02	0x56	0x15
0x02	0x10	0x00	0x00	0x00	0x02	0x56	0x15

17-Чтение информации об адресуемом устройстве

Запрос.

Пример запроса прибору с адресом 01.

Адрес	Функция	Контрольная сумма	
0x01	0x11	0xDE	0x14

Ответ.

Общая форма ответного сообщения приведена ниже.

Адрес	Функция	Число байт в поле данных	Поле данных	Контрольная сумма
-------	---------	--------------------------	-------------	-------------------

Информация в поле данных различна для каждого конкретного прибора и указана в протоколе на прибор.

Алгоритм расчета CRC-16

Пошаговая процедура расчета CRC-16 представлена ниже:

1. Загрузить 16-ти разрядный регистр числом FFFFH.
2. Выполнить операцию XOR над первым байтом данных и старшим байтом регистра.
Поместить результат в регистр.
3. Сдвинуть регистр на один разряд вправо.
4. Если выдвинутый вправо бит единица, выполнить операцию XOR между регистром и полиномом 1010 0000 0000 0001 (A001H).
5. Если выдвинутый бит ноль, вернуться в шаг 3.
6. Повторять шаги 3 и 4 до тех пор, пока не будут выполнены 8 сдвигов регистра.
7. Выполнить операцию XOR над следующим байтом данных и регистром.
8. Повторять шаги 3-7 до тех пор, пока не будут выполнена операция XOR над всеми байтами данных и регистром.
9. Содержимое регистра представляет собой два байта CRC и добавляется к исходному сообщению старшим битом вперед.