

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
ОПИСАНИЕ ПРОТОКОЛОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО RS-232 (RS-485), 1-Wire
Список протоколов: Centronix-MD Volume, Centronix-MD Level, MODBUS-RTU
(открытая часть)
Версия 9
Редакция 9.02

Протокол Centronix-MD Volume

Параметры передачи по RS232 и RS485 (заводская установка):

Скорость – 19200 бит/с

Сообщение передается байтами, размер байта – 8 бит

Данные передаются младшим байтом вперед

Четность – нет

Стоп бит – 1

Centronix-MD Volume

Таблица 1. Формат команды мастера

Поле	Размер поля, байт	Значение поля
Префикс	1	0x37
Сетевой адрес	1	0x00 ... 0xFF значение задается при настройке. Адрес 0xFF – является общим для всех устройств.
Код команды	1	См. описание команд
Количество байт в поле <i>Параметры</i>	1	См. описание команд
Параметры	–	См. описание команд
CRC 8 бит	1	Рассчитывается для всех полей команды. Инициализация = 0. Полином: $a^8 + a^5 + a^4 + 1$

Таблица 2. Формат ответа устройства

Поле	Размер поля, байт	Значение поля
Префикс	1	0x39
Сетевой адрес	1	0x00 ... 0xFF значение задается при настройке
Код команды	1	См. описание команд
Количество байт в поле <i>Ответ устройства</i>	1	См. описание команд
Ответ устройства	≥1	См. описание команд
CRC 8 бит	1	Рассчитывается для всех полей команды. Инициализация = 0. Полином: $a^8 + a^5 + a^4 + 1$

Таблица 3. Описание команд

Код команды	Описание команды	Кол-во байт в поле <i>Параметры</i>	Параметры	Кол-во байт в поле <i>Ответ устройства</i>	Ответ устройства
0x0A	Запрос текущих данных однократно	0	–	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{4}$	Статус датчика. Уровень топлива, число (0...4095). Температура (-40...+125). Период сигнала с выхода измерительного генератора (long).
0x0C	Включить/отключить выдачу текущих данных в потоке в текущем сеансе. Выдача текущих данных в потоке прекращается, при получении любой достоверной команды по этому интерфейсу.	1	Интервал выдачи, сек. (0...255). Если интервал равен 0, то поток отключен.	1	0x00
0x47	Установка скорости обмена и четности по RS-232(485)	$\frac{1}{1}$	<u>Скорость:</u> 0 – 300; 1 – 600; 2 – 1200; 3 – 2400; 4 – 4800; 5 – 9600; 6 – 19200; 7 – 38400; 8 – 57600; 9 – 115200. <u>Четность:</u> 0 – No Parity; 1 – Even; 2 – Odd.	1	0x00 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Centronix-MD Volume</div>
0x40	Запрос скорости обмена по RS-232(485)	0	–	$\frac{1}{1}$	<u>Скорость.</u> <u>Четность.</u>
0x14	Запрос текущего значения объема топлива во всех баках	0	–	$\frac{1}{3}$ $\frac{3}{2}$ $\frac{1}{1}$	Количество байт в ответе зависит от количества подключенных датчиков. Ответ представляет собой последовательность данных по каждому баку: <u>Статус датчика;</u> <u>Текущий объем топлива</u> , в 0,1 литра; <u>Максимальный объем топлива</u> , в 0,1 литра; <u>Уровень топлива</u> , число (0...4095); <u>Температура</u> (-40...+125).
0x35	Включение/отключение выдачи текущего значения объема топлива во всех баках в потоке, в текущем сеансе связи. Выдача текущих данных в потоке прекращается, при получении любой достоверной команды по этому интерфейсу.	1	0 – отключить; 1 – включить по RS-232(485); 2 – включить по радиоинтерфейсу; 3 – включить по 1-Wire; 4 – включить по 1-Wire и RS-232(485).	1	0x00

Таблица 3. (продолжение) Описание команд

Код команды	Описание команды	Кол-во байт в поле <i>Параметры</i>	Параметры	Кол-во байт в поле <i>Ответ устройства</i>	Ответ устройства
0x17	Включение/отключение выдачи текущего значения объема топлива во всех баках в потоке, после рестарта. Выдача текущих данных в потоке прекращается, при получении любой достоверной команды по этому интерфейсу.	1	0 – отключить; 1 – включить по RS-232(485); 2 – включить по радиоинтерфейсу; 3 – включить по 1-Wire; 4 – включить по 1-Wire и RS232(485).	1	0x00
0x19	Включение (отключение) опроса дополнительно подключенных датчиков	1	0 – отключить; 1 – включить.	1	0x00

Описание коэффициентов таблицы 4.

Устройство в режиме ИЗМЕРЕНИЕ СУММАРНОГО ОБЪЕМА решает следующие четыре уравнения:

$$y_1 = k_0 x_1^5 + k_1 x_1^4 + k_2 x_1^3 + k_3 x_1^2 + k_4 x_1 + k_5$$

$$y_2 = k_6 x_2^5 + k_7 x_2^4 + k_8 x_2^3 + k_9 x_2^2 + k_{10} x_2 + k_{11}$$

$$y_3 = k_{12} x_3^5 + k_{13} x_3^4 + k_{14} x_3^3 + k_{15} x_3^2 + k_{16} x_3 + k_{17}$$

$$y_4 = k_{18} x_4^5 + k_{19} x_4^4 + k_{20} x_4^3 + k_{21} x_4^2 + k_{22} x_4 + k_{23}$$

где

- Y_1 – объем первого бака в литрах;
- Y_2 – объем второго бака в литрах;
- Y_3 – объем третьего бака в литрах;
- Y_4 – объем четвертого бака в литрах;
- x_1 – уровень топлива в первом баке;
- x_2 – уровень топлива во втором баке;
- x_3 – уровень топлива в третьем баке;
- x_4 – уровень топлива в четвертом баке.

Centronix-MD Volume

Вывод формулы и расчет коэффициентов выполняет программа ”ДУТ Конфигуратор” для персонального компьютера (ПК). Методики расчетов коэффициентов приведены в описании программы ” ДУТ Конфигуратор ” для ПК.

Коэффициент k_{24} – число от 1 до 10, время в секундах – интервал передачи данных в потоке передачи данных.

Коэффициент k_{25} – полный объем первого бака в литрах.

Коэффициент k_{26} – полный объем второго бака в литрах.

Коэффициент k_{27} – полный объем третьего бака в литрах.

Коэффициент k_{28} – полный объем четвертого бака в литрах.

Таблица 9. Коды ошибок

Статус	Частота, Гц	Напряжение, В	Описание
0	–	–	Датчик не подключен
1	–	–	Датчик исправен
2	20	0,1/1	Датчик не откалиброван
3	40	0,2/1,4	Частота генератора равна 0 (замыкание трубок между собой, в том числе водой)
4	50	0,3/1,8	Период сигнала на выходе измерительного генератора превышает максимальное значение на 10%
5	60	0,4/2,2	Период сигнала на выходе измерительного генератора ниже минимального значения на 10%

Примечание: напряжения в Таблице 9 приведены для аналоговых датчиков с выходным диапазоном 0,5...4,5В и 2,5...10В.

Centronix-MD Volume

Обмен по шине 1-Wire

Скорость передачи данных по шине 1-Wire – стандартная (около 15 кбит/с).

В памяти устройства хранится уникальный 64-разрядный идентификационный код (ИК). Данный код может использоваться для адресации или идентификации устройства на шине 1-Wire. Идентификатор состоит из трех частей: 48 бит серийного номера, 8 бит сетевого адреса и 8 бит CRC-кода, вычисленного от первых 56 бит. В таблице 10 приведен перечень стандартных команд.

Таблица 10. Стандартные команды

Команда	Код	Назначение
READ ROM (ЧТЕНИЕ ПЗУ)	0x33	Идентификация
SKIP ROM (ПРОПУСК ПЗУ)	0xCC	Пропуск адресации
MATCH ROM (СОВПАДЕНИЕ ПЗУ)	0x55	Адресация подчиненного устройства

Обмен по шине 1-Wire начинается с инициализации устройства мастером (определение присутствия устройства на шине). Далее следует выбор устройства: команда MATCH ROM с 64 битным идентификационным кодом или команда SKIP ROM. После этого оно работает в протоколе **Centronix-MD Volume**. При этом между запросом мастера и ответом устройства должен быть выдержан временной интервал не менее 200 мкс. Временная диаграмма обмена по шине 1-Wire представлена на рисунке 1.

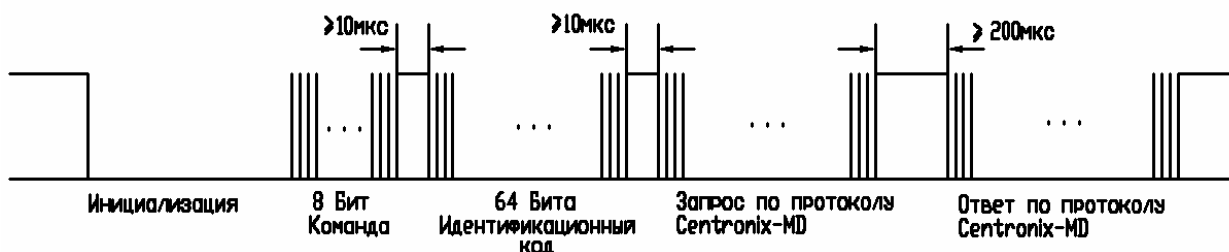


Рис.1. Обмен по шине 1-Wire

Инициализация

Процедура инициализации интерфейса 1-Wire происходит следующим образом. Мастер выдает сигнал «сброс»: переводит шину в низкий уровень на время 480 мкс. После этого устройство через 20 мкс выдает сигнал «присутствие»: переводит шину в низкий уровень на время 150 мкс (рис. 2).

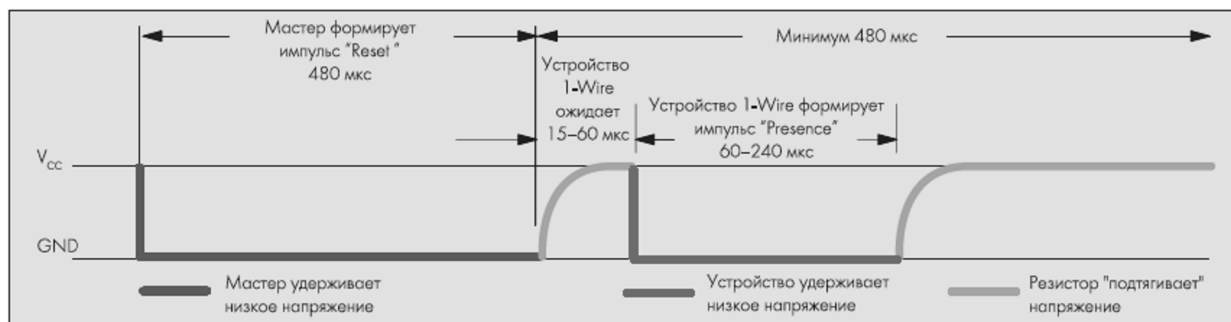


Рис. 2. Последовательность инициализации шины 1-Wire

Centronix-MD Volume

Функции битового уровня

Функции битового уровня реализованы в соответствии с рекомендациями по применению app162 компании Dallas Semiconductors. Все параметры временной диаграммы выдержаны в соответствии с рекомендованными значениями в этом документе. Значения приведены в таблице 11.

Таблица 11. Значения используемых задержек времени

Параметр	Рекомендованная задержка, мкс
A	6
B	64
C	60
D	10
E	9
F	55
G	0
H	480
I	70
J	410

Функции уровня передачи бит реализованы так, как показано на рисунке 3. Функция «Определение присутствия» отправляет сигнал «Сброс» и считывает «Сигнал присутствие». Все функции уровня передачи бит могут адресоваться к нескольким шинам одновременно. Временные диаграммы передачи информационных битов по шине 1-Wire показаны на рисунке 4.

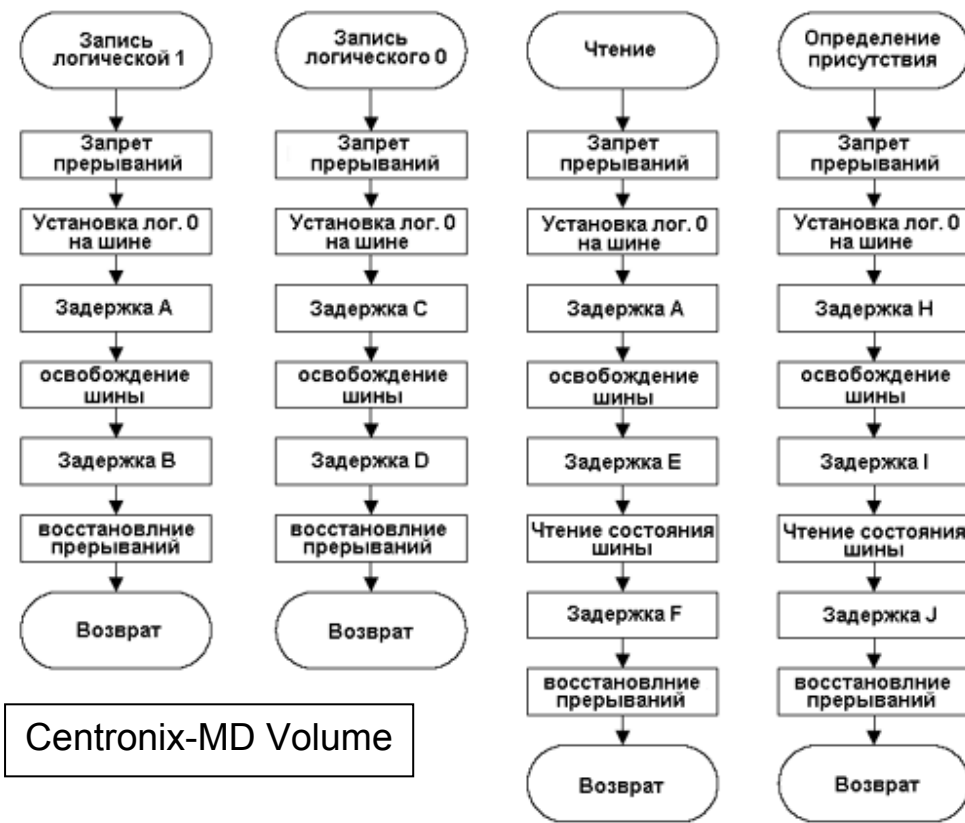


Рис. 3. Функции передачи бит

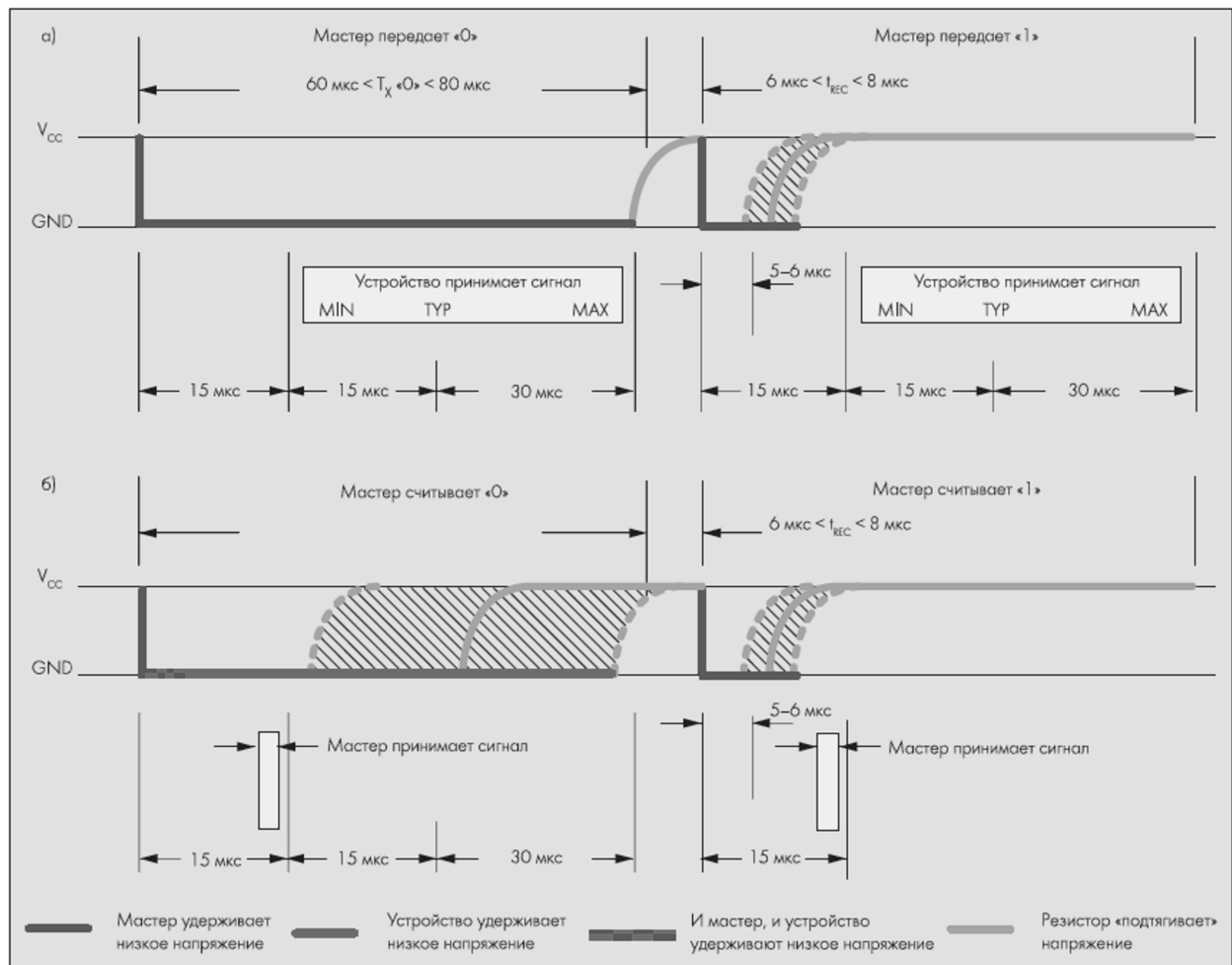


Рис. 4. Передача информационных битов по шине 1-Wire: а – мастер передает сигналы, б – мастер считывает сигналы.

Протокол Centronix-MD Level

Параметры передачи по RS232 и RS485 (заводская установка):

Скорость – 19200 бит/с

Сообщение передается байтами, размер байта – 8 бит

Данные передаются младшим байтом вперед

Четность – нет

Стоп бит – 1

В данном протоколе поддерживается два формата команд: бинарные команды и ASCII.

Centronix-MD Level

Таблица 1.1. Формат команды мастера

Поле	Размер поля, байт	Значение поля
Префикс	1	0x31
Сетевой адрес	1	0x00 ... 0xFF значение задается при настройке. Адрес 0xFF – является общим для всех устройств.
Код команды	1	См. описание команд
Параметры	0 или 1	См. описание команд
CRC 8 бит	1	Рассчитывается для всех полей команды. Инициализация = 0. Полином: $a^8 + a^5 + a^4 + 1$

Таблица 2.1. Формат ответа устройства

Поле	Размер поля, байт	Значение поля
Префикс	1	0x3E
Сетевой адрес	1	0x00 ... 0xFF значение задается при настройке
Код команды	1	См. описание команд
Ответ устройства	от 1 до 5	См. описание команд
CRC 8 бит	1	Рассчитывается для всех полей команды. Инициализация = 0. Полином: $a^8 + a^5 + a^4 + 1$

Для расчета CRC с полиномом $a^8 + a^5 + a^4 + 1$ можно воспользоваться следующим алгоритмом (язык C):

```
unsigned char CRC8(unsigned char data,unsigned char crc)
```

```
{  
    unsigned char i=data^crc;  
    crc=0;  
    if(i&0x01) crc^=0x5E;  
    if(i&0x02) crc^=0xBC;  
    if(i&0x04) crc^=0x61;  
    if(i&0x08) crc^=0xC2;  
    if(i&0x10) crc^=0x9D;  
    if(i&0x20) crc^=0x23;  
    if(i&0x40) crc^=0x46;  
    if(i&0x80) crc^=0x8C;  
    return crc;  
}
```

Centronix-MD Level

Таблица 3.1. Описание команд

Код команды	Описание команды	Кол-во байт в поле <i>Параметры</i>	Параметры	Кол-во байт в поле <i>Ответ устройства</i>	Ответ устройства
0x03	Установить адрес в сети.	1	Сетевой адрес от 0x00 до 0xFF	1	0x00
0x06	Выдать текущие данные однократно.	0	–	$\frac{1}{2}$ $\frac{2}{2}$	<u>Температура</u> от -40 до +125. <u>Уровень</u> или объем топлива, число (0...4095). <u>Частота</u> измерительного генератора.
0x07	Включить периодическую выдачу данных. Действие команды прекращается, после получения любой достоверной команды или сброса процессора (рестарта), при пропадании напряжения питания. После получения ответа на команду, данные выдаются аналогично ответу устройства на команду 0x06. Интервал выдачи задается командой 0x13.	0	–	<u>1</u>	0x00
0x13	Установить интервал периодической выдачи данных. При нулевом значении интервала данные не выдаются.	1	Интервал в секундах (0...255)	1	0x00
0x17	Включить/выключить периодическую выдачу данных после рестарта. После рестарта, данные выдаются аналогично ответу устройства на команду 0x06. Действие команды приостанавливается до рестарта, после получения любой достоверной команды.	1	0 – данные не выдаются; 1 – данные выдаются в бинарном виде; 2 – данные выдаются в символьном виде.	1	0x00

Centronix-MD Volume

Таблица 4.1. Описание команд ASCII

Описание команды	Запрос мастера	Ответ устройства
Выдать данные однократно	DO	F=xxxx t=xx N=xxxx.0 (CR)(LF)
Выдавать данные периодически (период выдачи данных задается в бинарном протоколе). Действие команды прекращается при получении любой достоверной команды, либо после рестарта.	DP	F=xxxx t=xx N=xxxx.0 (CR)(LF) где F – текущее значение частоты t – текущее значение температуры в °C N – текущее значение уровня (или объема) топлива в диапазоне 0000.0 – 0FFF.0 или 0000.0 – 03FF.0 Все значения в шестнадцатеричном виде. <i>Примечание: текущее значение объема топлива передается, при включенных режимах ИЗМЕРЕНИЕ ОБЪЕМА или ИЗМЕРЕНИЕ СУММАРНОГО ОБЪЕМА, после проведения тарирования.</i>

Описание команд в протоколе MODBUS-RTU

Параметры передачи по RS232 и RS485 (заводская установка):

Скорость – 19200 бит/с

Размер байта – 8 бит

Четность – нет

Стоп бит – 1

Чтение данных с датчика осуществляется с помощью функции чтения регистров (см. описание протокола Modbus RTU).

Таблица 1.2. Описание регистров

MODBUS-RTU

Адрес регистра	Значение регистра
0x0000	Старший байт – 0x00 Младший байт – температура от -40 до +125 °С
0x0001	Уровень топлива по шкале от 0 до 1023 или от 0 до 4095 (старший байт, младший байт)
0x0002	Старшее слово текущего объема топлива в десятых долях литра
0x0003	Младшее слово текущего объема топлива в десятых долях литра
0x0004	Старшее слово максимального объема топлива в десятых долях литра
0x0005	Младшее слово максимального объема топлива в десятых долях литра

Пример запроса мастера и ответа датчика представлены в таблицах 2.2 и 3.2.

Таблица 2.2. Запрос мастера

Поле	Размер поля	Значение поля
Сетевой адрес устройства	1	Сетевой адрес, от 0x00 до 0xFF
Код функции	1	0x03
Номер первого регистра	2	0x0000
Число регистров для чтения (N)	2	0x0004
CRC-16	2	16-битная контрольная сумма (старший байт, младший байт)

Таблица 3.2. Ответ устройства

Поле	Размер поля	Значение поля
Сетевой адрес устройства	1	Сетевой адрес, от 0x00 до 0xFF
Код функции	1	0x03
Количество байт данных	1	0x08
Резерв	1	0x00
Температура	1	Температура
Уровень топлива	2	Уровень топлива (старший байт, младший байт)
Объем топлива	4	Объем топлива (старший байт, ... ,младший байт)
CRC-16	2	16-битная контрольная сумма (старший байт, младший байт)