

ИНТЕРФЕЙСЫ

6. Разные интерфейсы датчикового уровня

Очень неполный перечень стандартов и источников

MIL STD 1553B – Хвощ С.Т., Дорошенко В.В., Горовой В.В. Организация последовательных мультиплексных каналов... - Л.: Машиностроение, 1989.

MicroLAN, 1-wire – Компоненты и технологии 2001, № 3, с. 116.

SSI – Электронные компоненты 2004, № 8, с. 52.

Современные технологии автоматизации 2004, № 1, с. 48 –

ASi – Современные технологии автоматизации 2002, № 4, с. 6, 18, 30.

ГОСТ Р 52070—2003

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ИНТЕРФЕЙС МАГИСТРАЛЬНЫЙ
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ
СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ**

Общие требования

Издание официальное

MIL STD 1553B - структура

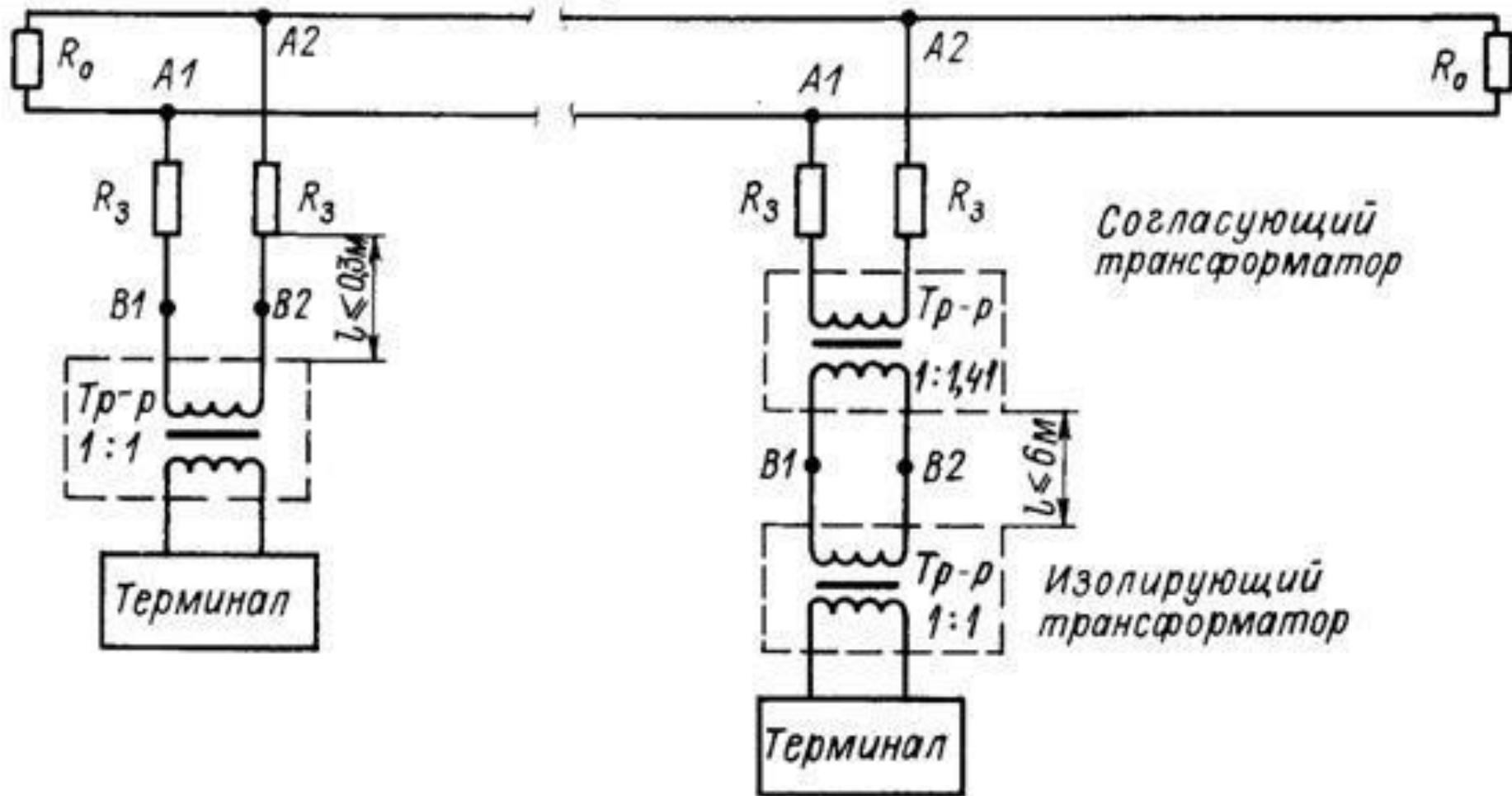


Рис. 2.3. Сопряжение терминалов с передающей средой МК

Данные

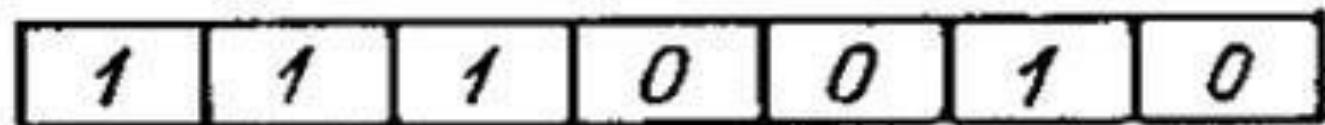


Рис. 2.4. Кодирование информации бифазным двухуровневым кодом avdey.org

MIL STD 1553B – форматы слов

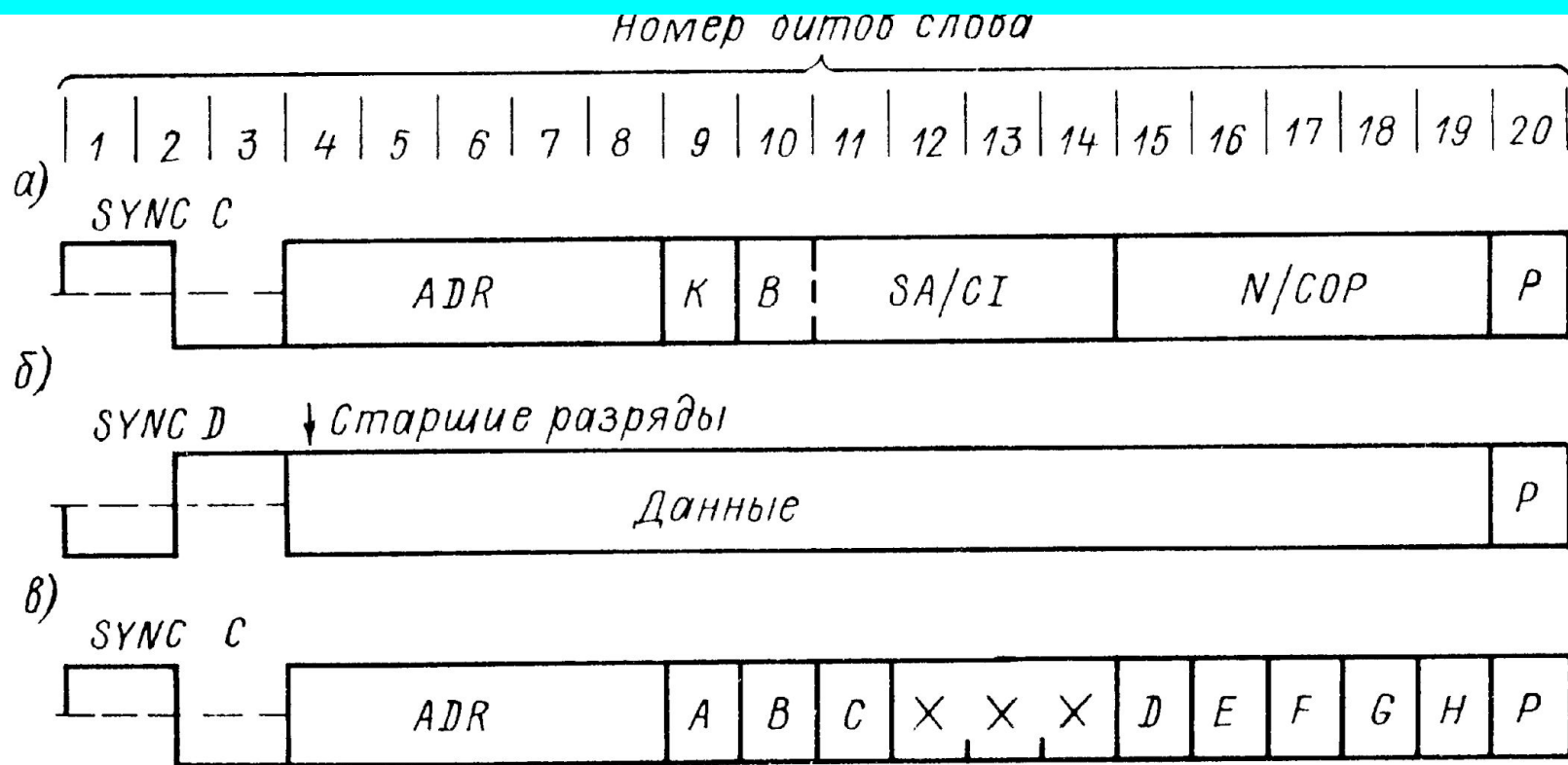


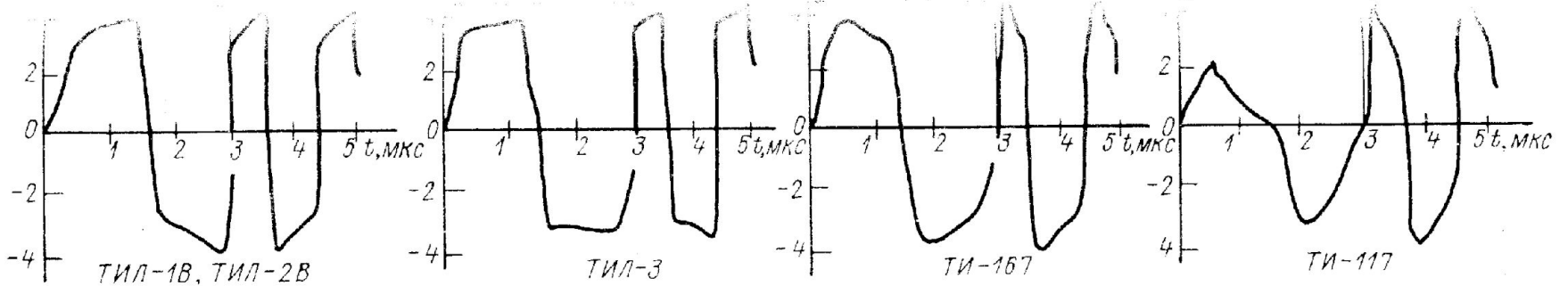
Рис. 2.12. Форматы слов МК по MIL-STD-1553B: а — командное слово (КС); б — информационное слово (D); в — ответное слово (ОС)

Использование аппаратного бита (B) при разработке систем необязательно; X — резервные разряды ОС

MIL STD 1553B – расшифровка обозначений

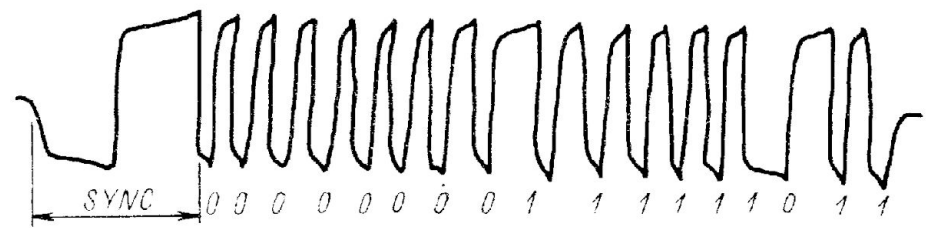
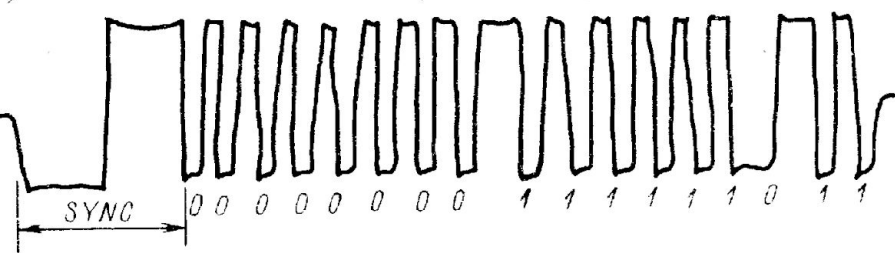
- ADR* — адрес ОУ в канале кодируется от 00000 до 11110, что соответствует 1—31;
- K* — признак прием/передача («1» — ОУ должно передавать данные, «0» — принимать);
- SA/CI* — поле подадреса или режима управления;
- N/COP* — поле числа слов или кода команды;
- A* — признак ошибки в сообщении (1);
- B* — аппаратный бит;
- C* — запрос на обслуживание (1);
- D* — признак принятия команды группового режима (1);
- E* — признак занятости подсистемы (1);
- F* — флаг неисправности подсистемы (1);
- G* — признак принятия управления каналом (1);
- H* — флаг неисправности терминала (1);
- P* — разряд контроля четности (дополнение числа единиц в слове до нечетного);
- XXX* — резервные разряды.

MIL STD 1553B – реальные формы сигналов



Выход передатчика (A1 и A2)

Вход приемника (B1 и B2)

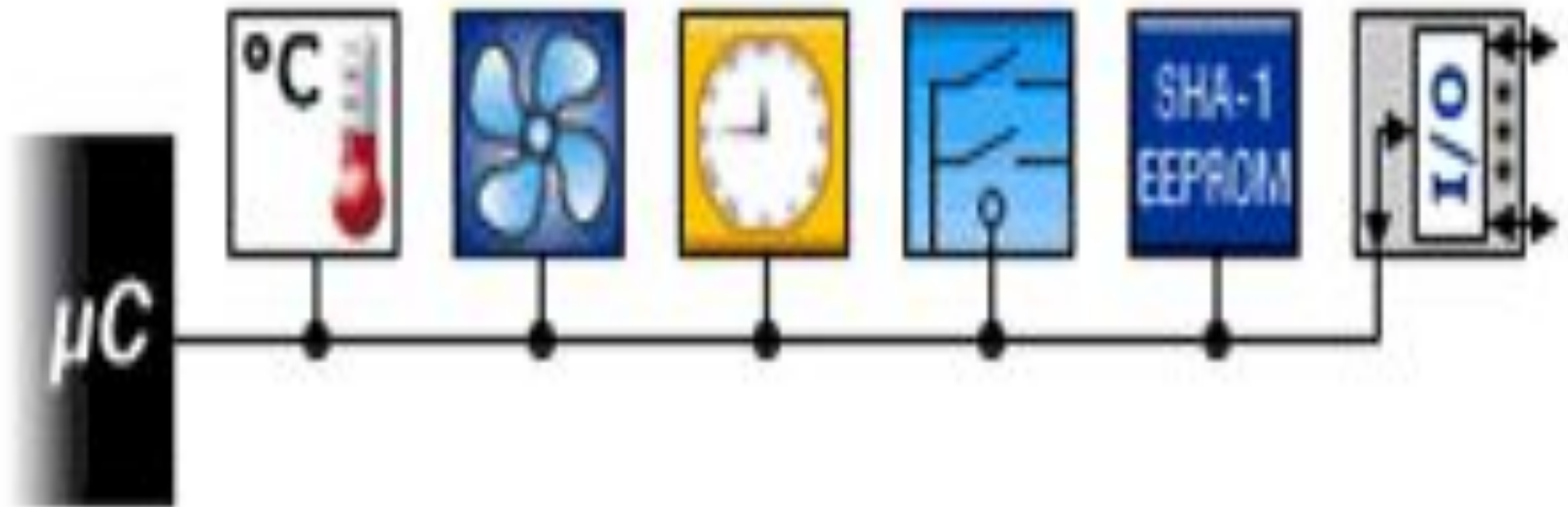


MicroLAN – общие сведения

MicroLAN представляет собой информационную сеть, использующую для осуществления цифровой связи одну *линию данных* и один *возвратный* (или *земляной*) провод. Таким образом, для реализации среды обмена этой сети могут быть использованы, как доступные кабели содержащие неэкранированную витую пару той или иной категории, так и обычный телефонный провод. Подобные кабели при их прокладке не требуют, как правило, наличия какого либо специального оборудования. Ограничение максимальной длины однопроводной линии, реализуемое без специальных дополнительных вспомогательных устройств (повторителей), регламентировано на уровне 300м.

**Стандартная скорость работы сети – 16,3 килобит в секунду.
Передача – асинхронная, полудуплексная.**

Фирмой Dallas Semiconductor свободно распространяется специализированный программный пакет разработчика iButton TMEX SDK, являющийся универсальным средством для профессиональных программистов



MicroLAN – уровни сигналов

При реализации однопроводного интерфейса используются стандартные КМОП/ТТЛ логические уровни сигналов. Питание большинства компонентов сети MicroLAN может осуществляться от внешнего источника с рабочим напряжением в диапазоне от 2,8В до 6,0В. Альтернативой применению внешнего питания служит, так называемый, механизм "паразитного питания", действие которого заключается в использовании каждым из ведомых компонентов однопроводной линии электрической энергии сигналов обмена данными, аккумулируемой специальной, встроенной в прибор емкостью. Кроме того, отдельные компоненты сетей могут использовать режим импульсного питания, когда энергия к приемнику поступает непосредственно по линии связи, при этом обмен на шине принудительно прекращается.

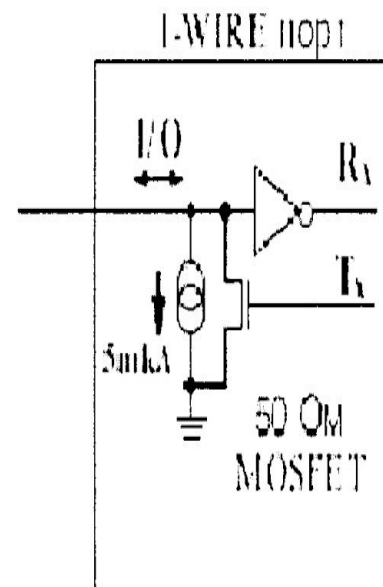


Схема подключения ведущего МК к ведомым

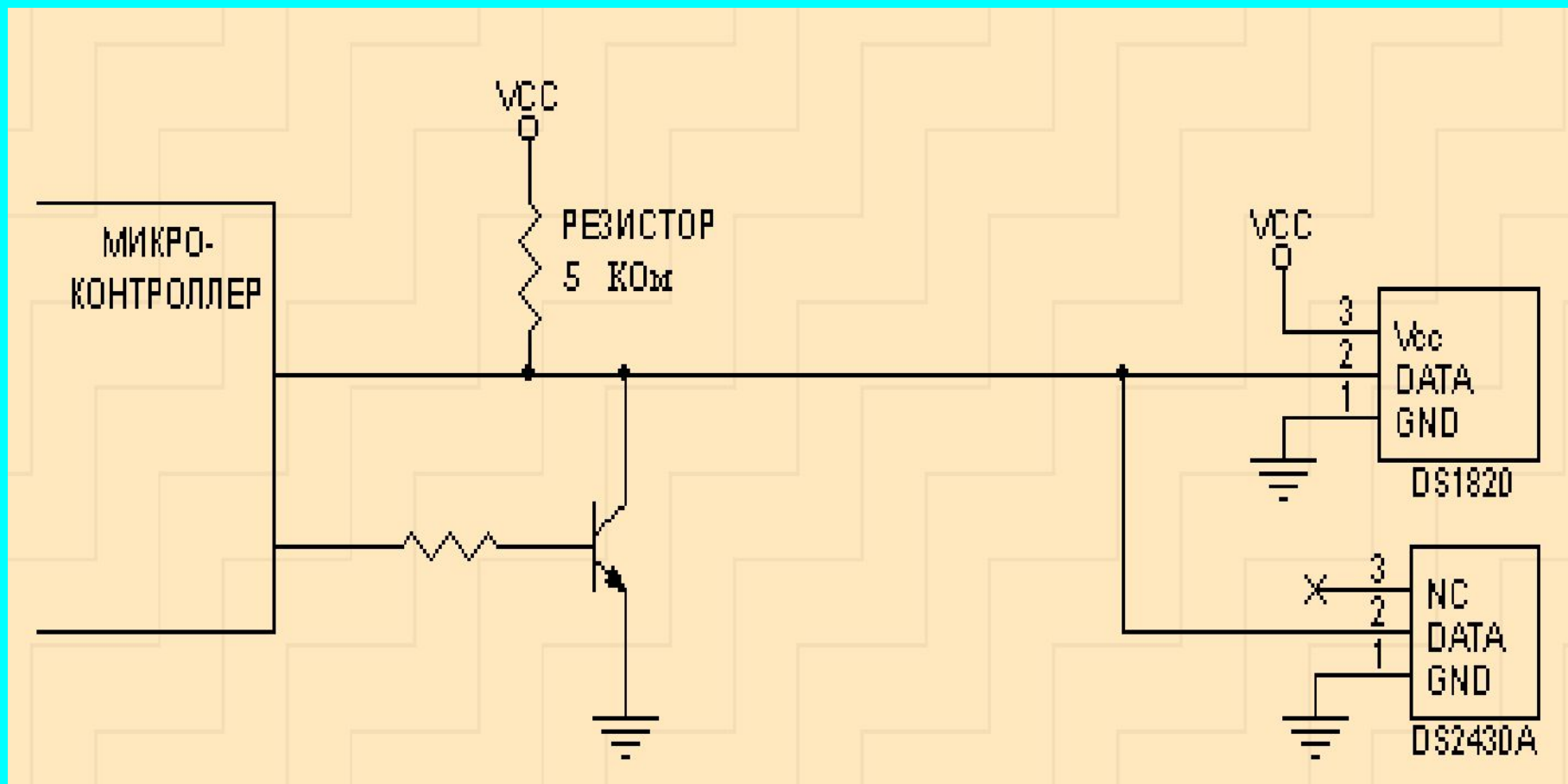


Рис. 1. Временная диаграмма записи логической единицы

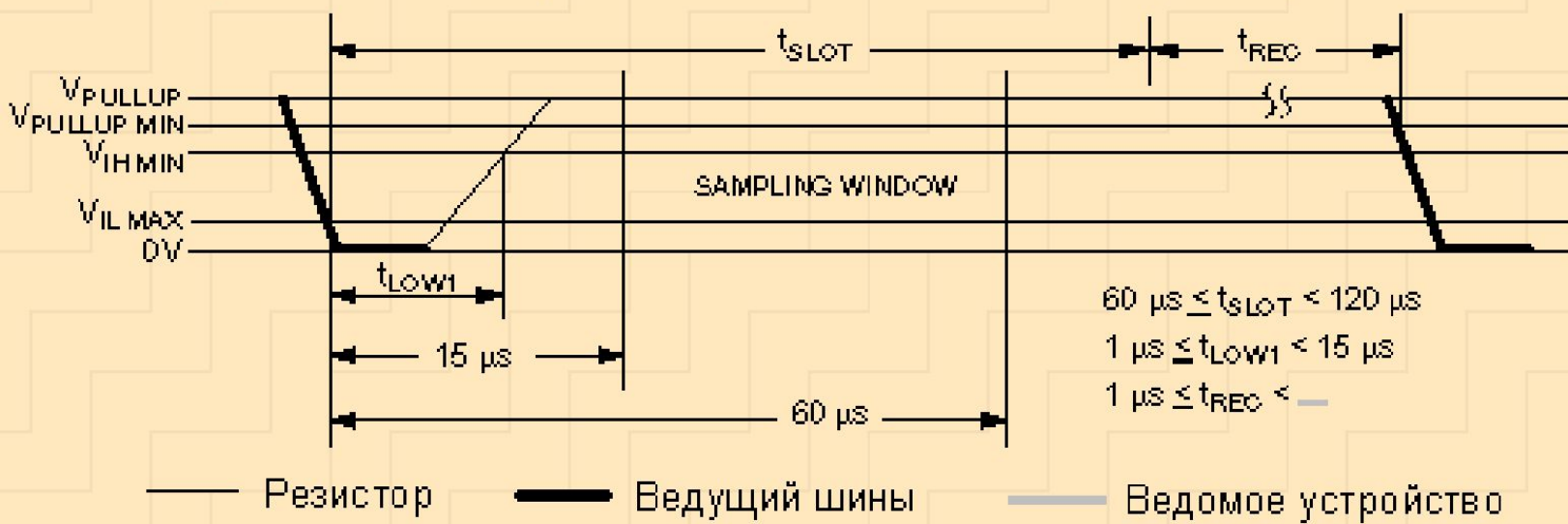
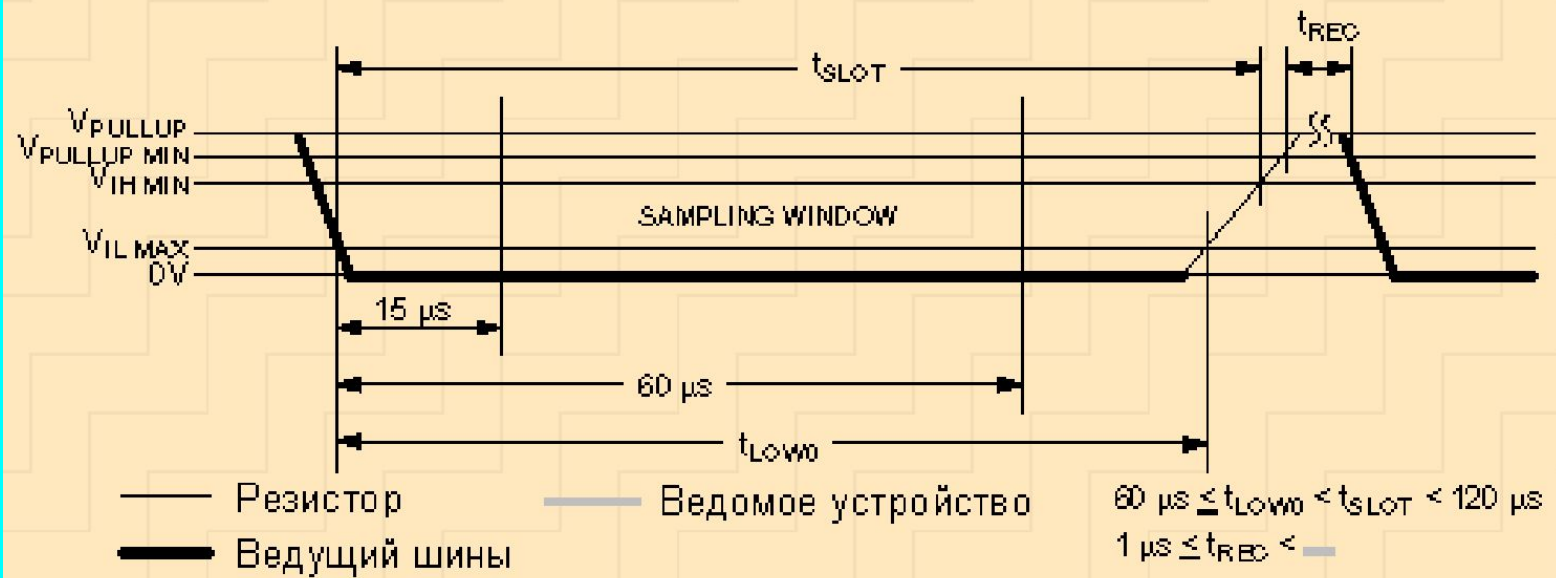


Рис. 2. Временная диаграмма записи логического нуля



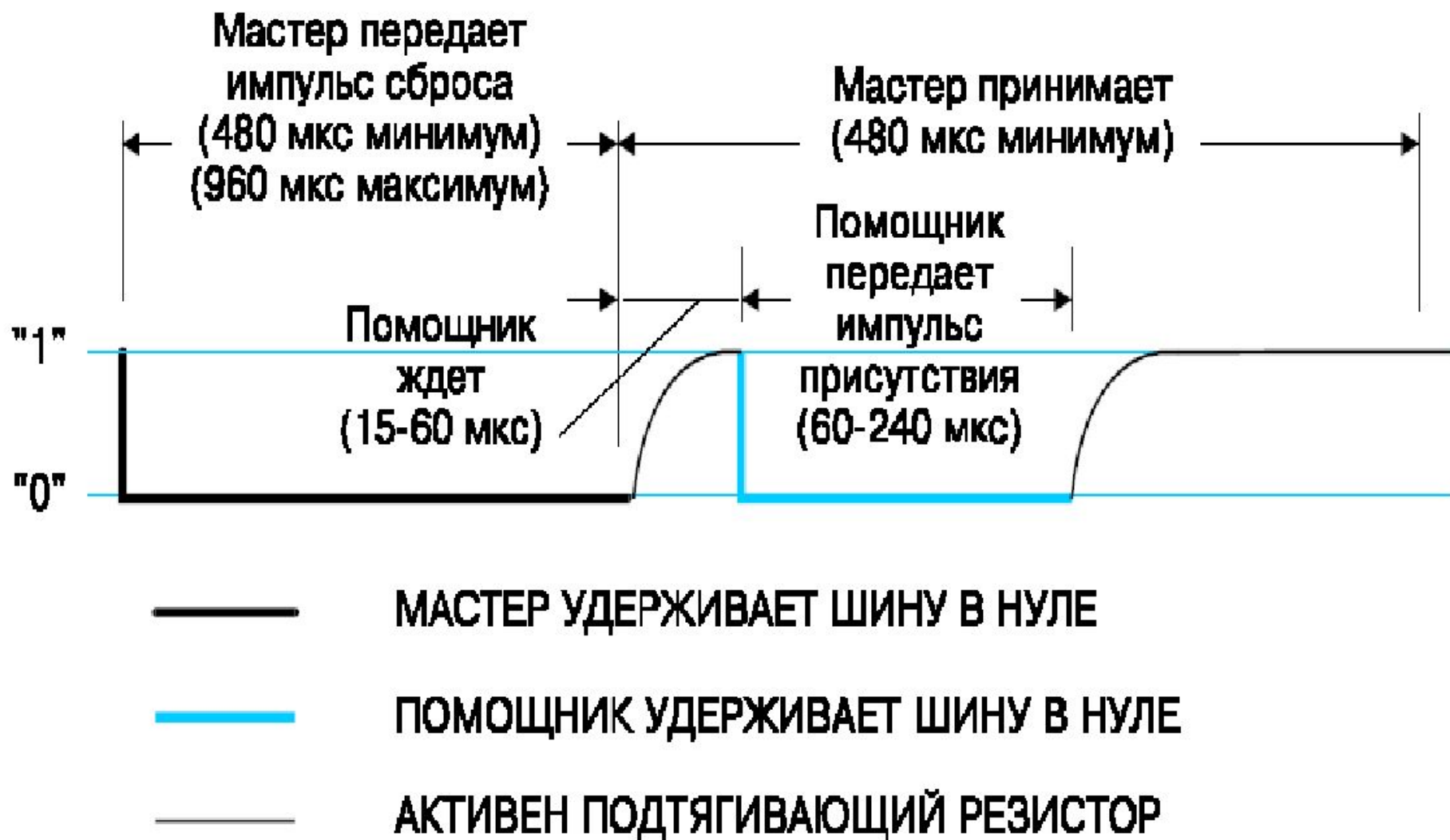


Рис. 2.2. Инициализирующая последовательность в однопроводной шине.

DS1820 – Запись и чтение бита

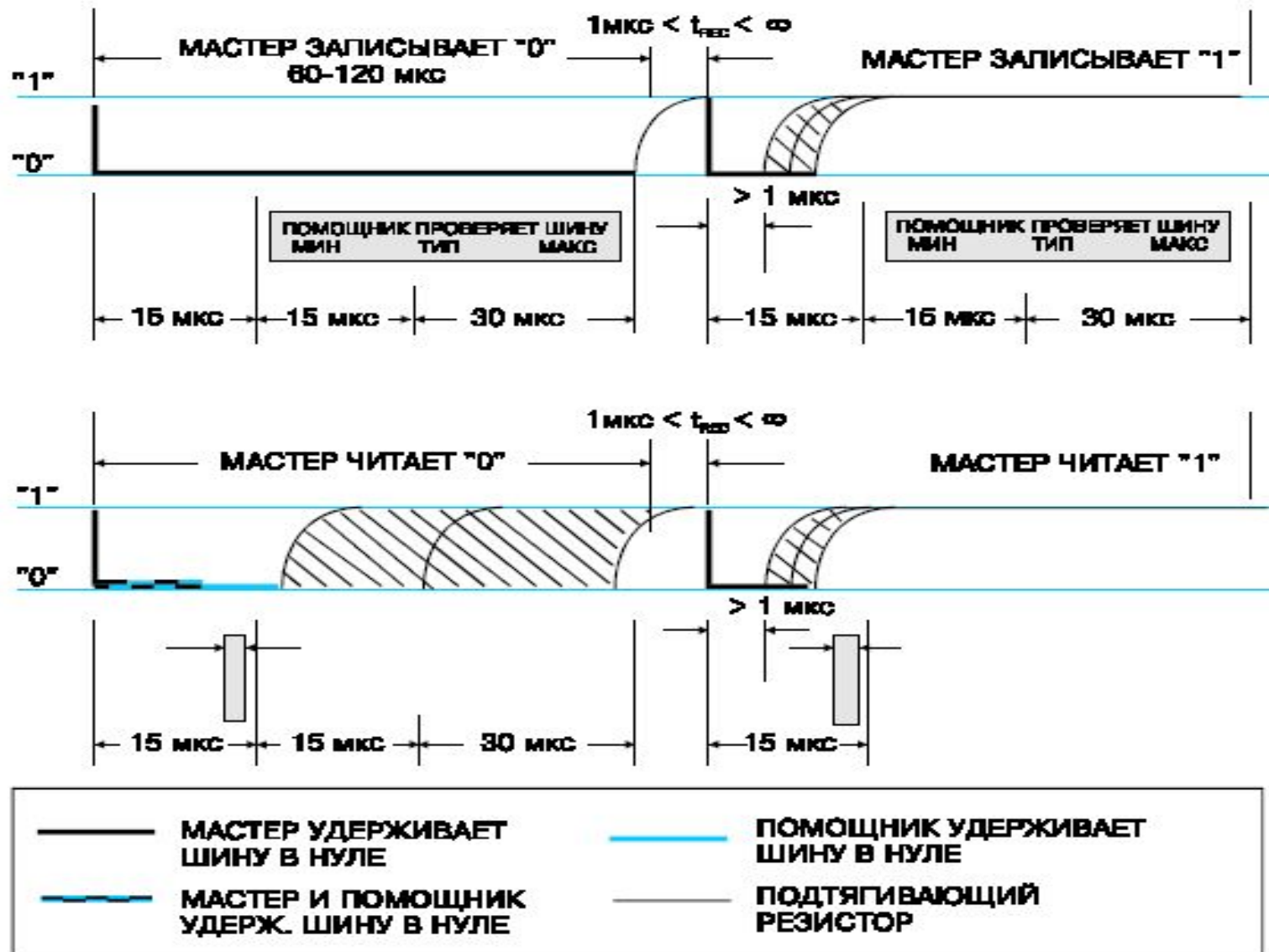


Рис. 2.3. Временные слоты чтения/записи.

Таблица. Сети с последовательным интерфейсом

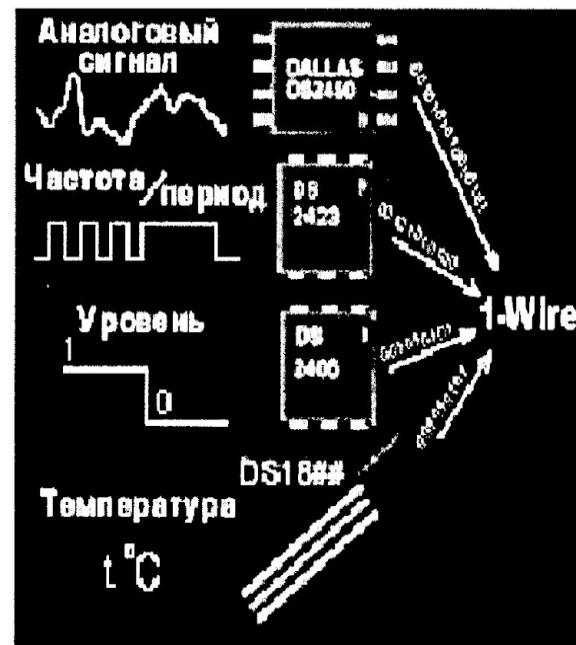
Тип шины	USB	I ² C	FireWire	CAN	MicroLAN
Максимальная длина кабеля, м	3	8	72 (по 4,5 м)	40	300
Максимальное число подключаемых устройств	16	14	63	127	2 ³¹
Питание от сети	-	+	+	-	+
Число проводов в шине	4	4	6+экран	2	2
Наличие встроенного контроллера	-	+	-	-	+
Наличие функционально законченных приборов	-	-		-	+

MicroLAN – термометры

Устройства имеют встроенный преобразователь температуры, который принимает данные по цифровой линии значения температуры и не нуждается в дополнительных преобразованиях. Кроме того, эти устройства имеют специальный встроенный аппаратно-программный механизм калибровки, позволяющий значительно снизить погрешность выполняемых ими измерений. Скоро на рынке должна появиться новая менее прецизионная, но и в тоже время более дешевая версия такого термометра под обозначением DS1822. Следом за этим прибором кампания Dallas Semiconductor планирует пополнить ряд своих температурных преобразователей с 1-Wire интерфейсом, новыми двух выводными приборами работающими на линии исключительно за счет энергии "паразитного питания" - DS18S20-PAR, DS18B20-PAR, DS1822-PAR.

MicroLAN – АЦП и счётчик

Совершенно новые перспективы применению однопроводных сетей сулит появление двух новых приборов: четырехканального АЦП типа DS2450 и двухканального счетчика совмещенного с буферной памятью типа DS2423. Первое из этих устройств по существу разрешает проблему обслуживания источников аналоговой информации, к которым относится большинство выпускаемых в настоящее время датчиков различных физических величин (давление, вес, напряжение, влажность, ток, освещенность, та же температура, но в диапазонах, недоступных для регистрации посредством использования цифровых термометров, и т.д.). Второй прибор может с успехом обслуживать многие виды применяемых в технике импульсных датчиков (различные оптические счетчики, сенсоры количества оборотов, выходной сигнал с расходомеров-вертушек, емкостные датчики влажности, включенные в задающие цепи управляемых генераторов импульсов, счетчики уровня радиации, интегрирующие преобразователи напряжения в частоту и т.д.).



MicroLAN – линии

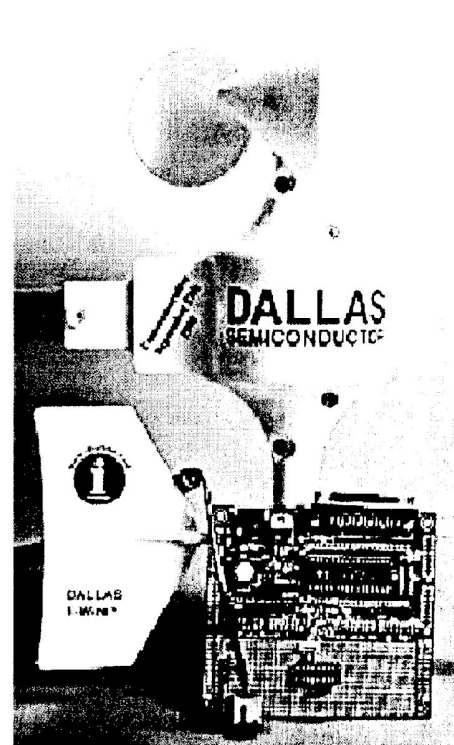
Классификация линии	Длина линии	Количество ведомых устройств	Тип используемого кабеля	Топология	Выходной каскад мастера линии
Короткие линии	До 30 м	До 50 шт.	4-хпроводный телефонный	Свободная	Пассивная подтяжка (резистор)
Средние линии	До 100 м	До 200 шт.	Витая пара 5 категории	Общая шина	Активная подтяжка (DS2480, DS2490 или специальное схемное решение)
Длинные линии	До 300 м	До 300 шт.	IEEE1394 (Firewire)	Общая шина с единым стволом	Активная подтяжка с учетом тока в линии

MicroLAN – метеостанция



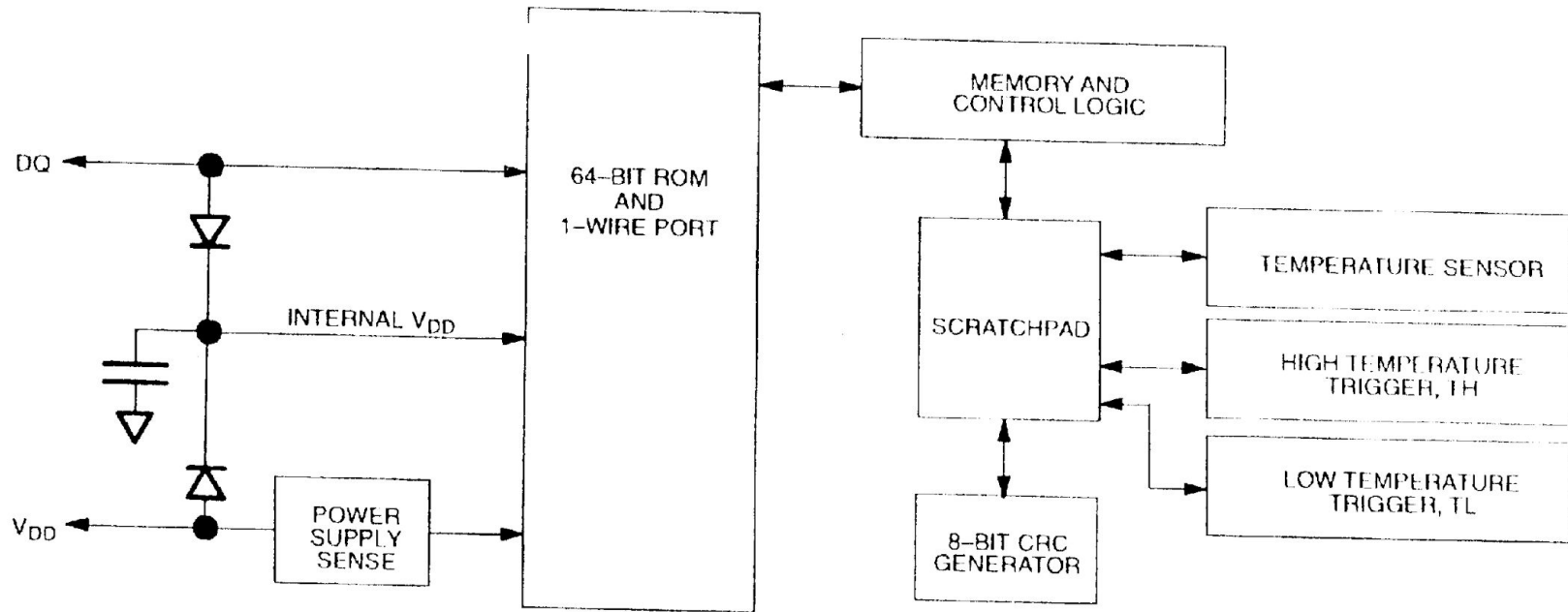
Другим интересным примером, наглядно демонстрирующим на практике возможности технологии однопроводной шины, является проект построения полностью автоматических

метеорологических станций (1-Wire Weather Station), который реализуется фирмой Point Six совместно с Dallas Semiconductor и Texas Weather Instruments. Вначале было разработано несколько подобных систем, построенных на базе ведущего персонального компьютера с адаптером DS9097U, который является сердцем комплекса, трех термометров DS1820 для контроля температуры и влажности воздуха, DS2423 для определения скорости ветра и 16-ти электронных меток DS2401 определяющих его направление. Все эти первые метеосистемы были установлены и успешно испытаны в процессе длительной эксплуатации в штате Техас. Причем отдельные из них комплектовались дополнительными приборами MicroLAN, которые обеспечивали контроль сигналов от датчиков: барометрического давления, разрядов молнии, количества осадков на поверхности, влажности почвы и т.д. Данные со всех сенсоров, регистрируемые каждой из подобных систем, поступают в персональный компьютер и через Интернет транслируются в режиме реального времени на центральный операторский пульт, где происходит изучение и архивация информации о погоде региона, получаемая благодаря анализу информации от нескольких территориально рассредоточенных станций. В настоящее время проект успешно завершен и Texas Weather Instruments удачно торгует готовыми полностью автоматическими метеостанциями не требующими обслуживания человеком. Причем успех подобных устройств настолько велик по всему миру, что фирма Dallas Semiconductor начала производство специализированного набора микросхем WS-1, который включает комплект однопроводных компонентов, минимально необходимый для построения подобной станции.



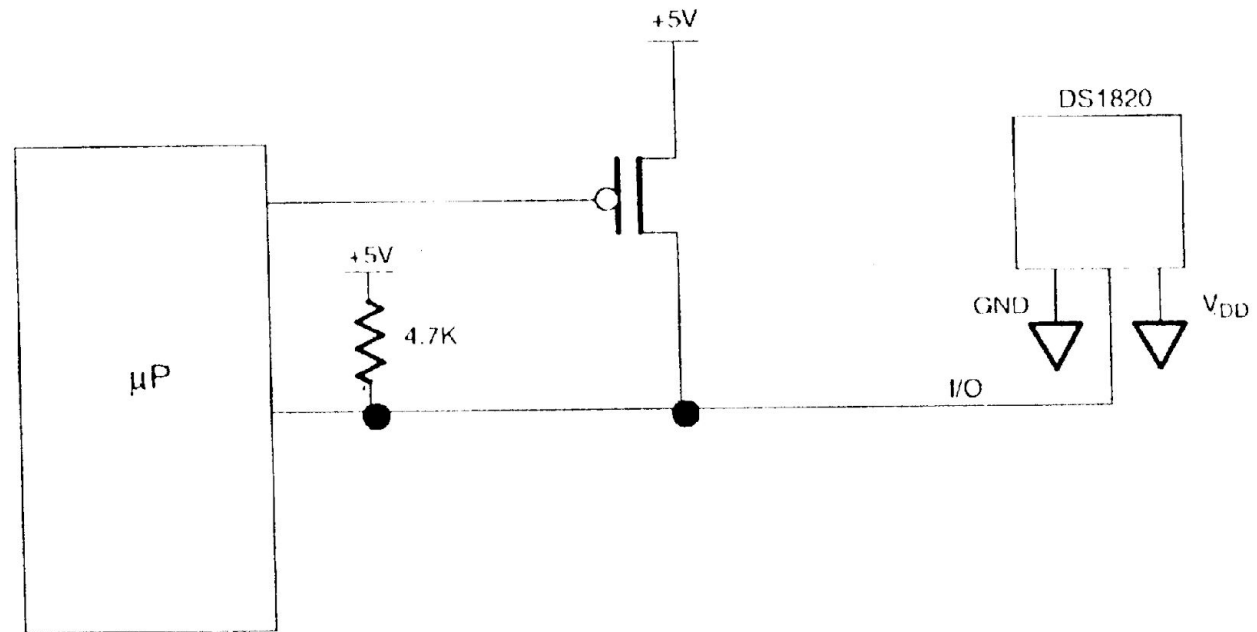
DS1820 – структура

DS1820 BLOCK DIAGRAM Figure 1

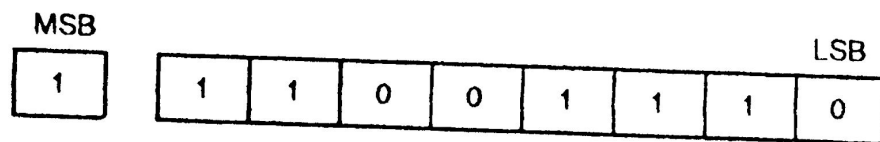


DS1820 – “сильная подтяжка” (strong pull-up)

STRONG PULL-UP FOR SUPPLYING DS1820 DURING TEMPERATURE CONVERSION Figure 2



Note that temperature is represented in the DS1820 in terms of a $1/2^\circ\text{C}$ LSB, yielding the following 9-bit format:



= -25°C

The most significant (sign) bit is duplicated into all of the bits in the upper MSB of the two-byte temperature register in memory. This “sign-extension” yields the 16-bit temperature readings as shown in Table 1.

Higher resolutions may be obtained by the following procedure. First, read the temperature, and truncate the 0.5°C bit (the LSB) from the read value. This value is TEMP_READ. The value left in the counter may then be read. This value is the count remaining (COUNT_REMAIN) after the gate period has ceased. The last value needed is the number of counts per degree C (COUNT_PER_C) at that temperature. The actual temperature may then be calculated by the user using the following:

$$\text{TEMPERATURE} = \text{TEMP_READ} - 0.25 + \frac{(\text{COUNT_PER_C} - \text{COUNT_REMAIN})}{\text{COUNT_PER_C}}$$

DS1820 – формат данных и интерполяция

DS1820 – формат адреса



Рис. 2.6. Содержание 8-байтного ПЗУ. (СЗР - старший значащий разряд; МЗР - младший значащий разряд).

Команда Чтение ПЗУ

Команда предназначена для идентификации прибора на шине или обнаружения на шине нескольких приборов, работающих одновременно. После передачи этой команды ведущий шины выполняет 64 цикла чтения данных. Каждый активный прибор на линии передает содержимое своей области ПЗУ, начиная с младшего бита. Первым передается идентификатор группового кода, затем следует серийный номер и в конце передается байт контрольной суммы. Если прочитанное значение контрольной суммы равно ее значению, вычисленному на основании полученных данных, то можно заключить, что содержимое области ПЗУ прочитано правильно и что на шине в данный момент активно только одно устройство. Если значения контрольной суммы не совпадают, то предпринимаются повторные попытки чтения ПЗУ. При повторном несовпадении контрольных сумм можно сделать вывод либо о плохом состоянии электрического контакта на шине (при неповторяющихся от раза к разу результатах чтения), либо о том, что на шине одновременно активны несколько устройств (при повторяющихся результатах чтения, но неверной контрольной сумме). В таком случае должна использоваться команда **Поиск ПЗУ**, предназначенная для определения серийных номеров всех активных приборов на шине.

Команда Поиск ПЗУ

Даже если ведущий шины не знает серийных номеров приборов, подключенных к сети MicroLAN, существует способ адресации только одного устройства. Это может быть выполнено с помощью команды **Поиск ПЗУ**. После приема этой команды, в течение следующих двух циклов обмена на шине, все приборы передают сначала прямое, а затем инверсное значение первого бита содержимого ПЗУ. Если содержимое этого бита у всех приборов равно 0, то в результате будет передана последовательность 01, если содержимое бита у всех приборов равно 1, то будет передана последовательность 10, если же в содержимом бита встречаются и 0 и 1. то будет передано значение 00, что означает наличие конфликта на шине. Затем ведущий шины передает значение 0 или 1, чтобы оставить участвующими в процессе поиска только те приборы, которые имеют соответствующее значение текущего бита серийного номера. Все остальные приборы на шине будут переведены в состояние покоя, в котором они будут находиться до передачи по шине следующего **Импульса сброса**. Оставшиеся активными приборы передадут во время следующих двух циклов обмена на шине прямое и инверсное значение следующего бита серийного номера. Таким образом, за 64 цикла чтения/записи ведущий шины сможет определить серийный номер одного из приборов на шине и одновременно адресовать только его, отключив все остальные приборы. Так как для определения одного бита серийного номера требуются два цикла чтения и один цикл записи бита, то

Устройства отправляют первый бит своего уникального номера.

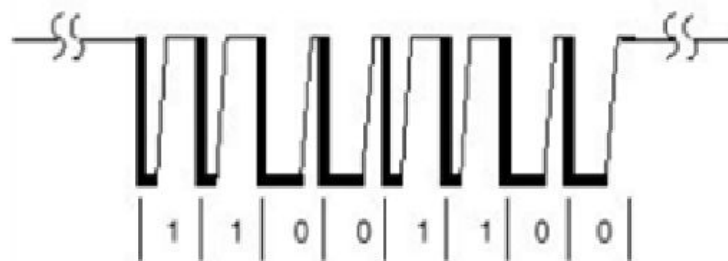
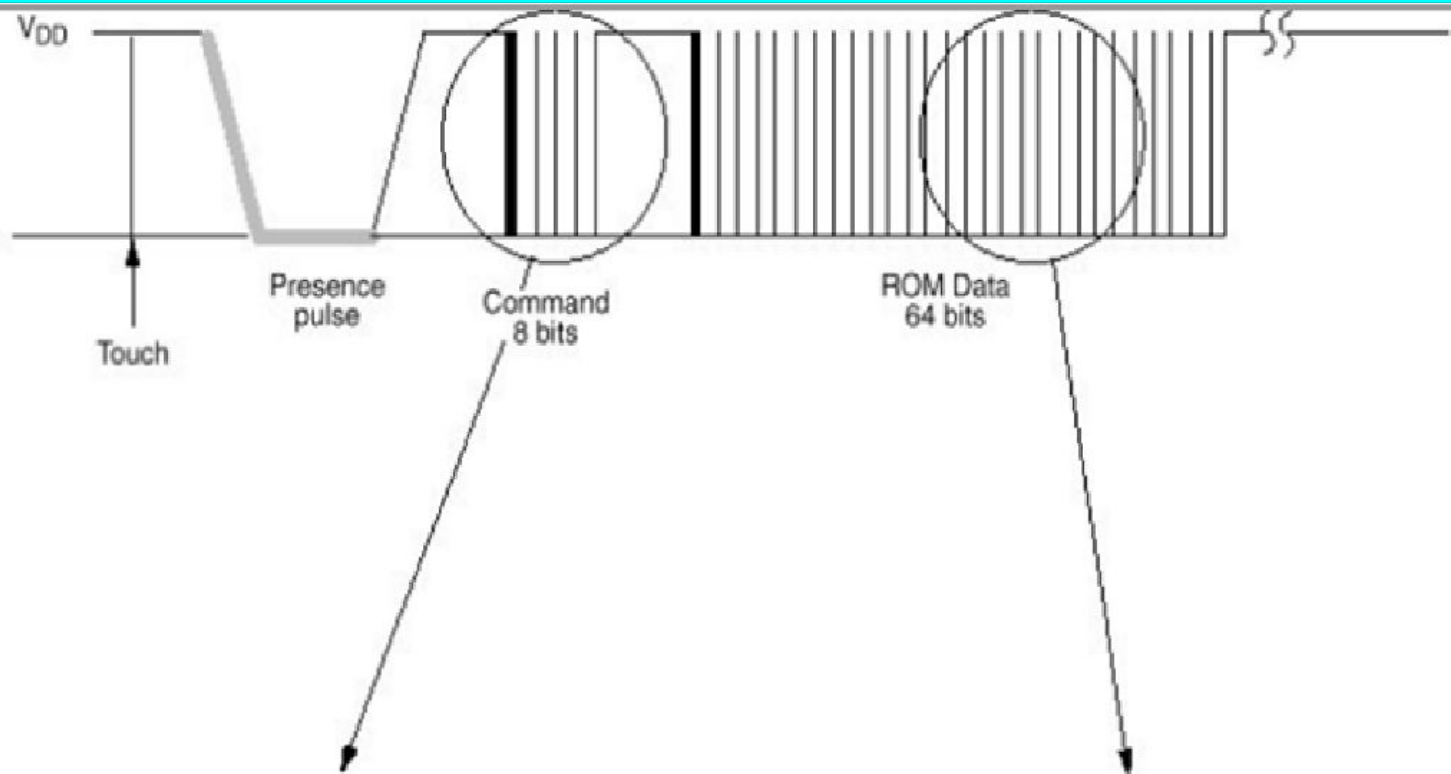
Если несколько устройств передают свой бит одновременно – результирующий бит на линии получится, как результат операции логического И (AND), следующий бит, который отправляют устройства – это дополнение первого бита (если первый бит был 1, то будет 0 и наоборот – если был 0 – теперь будет 1)

На основании этих двух битов – ведущее устройство может сделать вывод о первом бите устройств на линии:

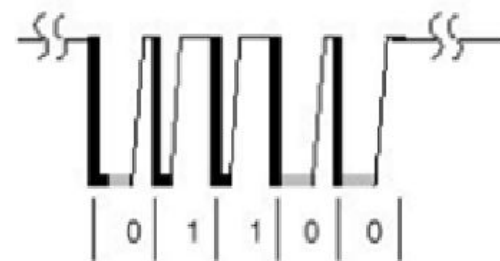
. Далее, МК отправляет бит назад. И теперь продолжают работу только те ведомые устройства у которых этот бит установлен. Если же устройство такого бита не имеет – оно должно перейти в режим ожидания до следующего сигнала RESET.

Данная «двубитная передача» повторяется для всех следующих 63 бит ROM.

Т.о. все устройства на линии, кроме одного перейдут в состояние ожидания, а код ROM этого единственного устройства будет известен



Timing defined by host



Initiation of time slot (High — Low) defined by host, remaining timing determined by jButton and resistor.

DS1820 – процедура работы

Работа с микросхемой DS18S20 начинается с передачи мастером шины *импульса сброса* 480...960 мкс. Через 15...60 мкс микросхема отвечает *импульсом присутствия* 60...240 мкс.

Мастер шины передаёт одну из “команд ПЗУ”:

Read ROM [33h], Match ROM [55h], Skip ROM [CCh], Search ROM [F0h], Alarm Search [ECh].

Мастер шины передаёт одну из “команд памяти”:

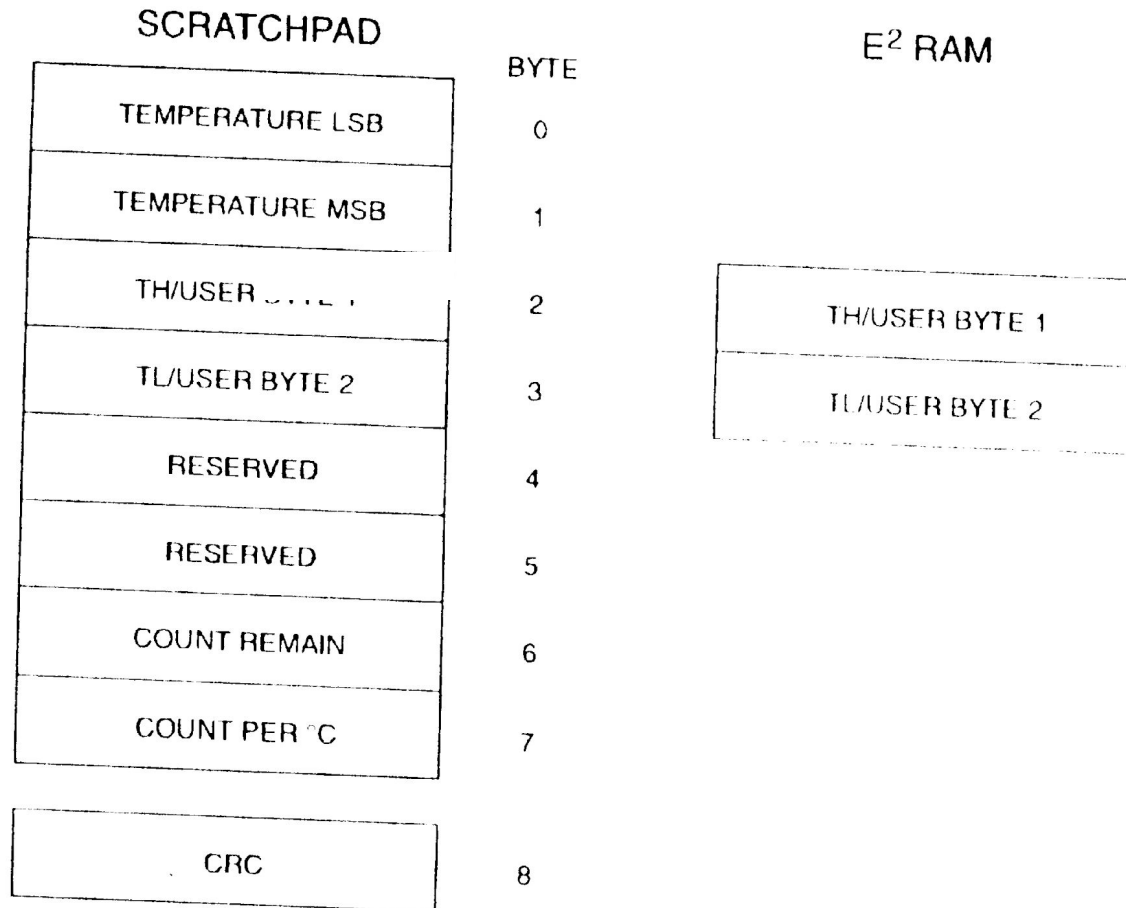
Write Scratchpad [4Eh], Read Scratchpad [8Eh], Copy Scratchpad [48h], Recall E2 [B8h], Convert T [44h], Read Power Supply [B4h].

После некоторых команд записываются или читаются байты данных или биты (например, бит готовности при измерении температуры).

Процедура заканчивается импульсами сброса и присутствия.

DS1820 – карта памяти

DS1820 MEMORY MAP Figure 8



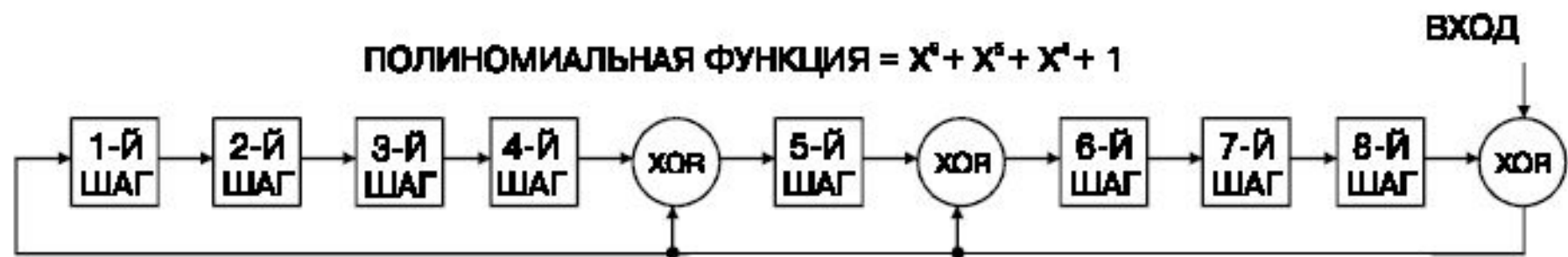
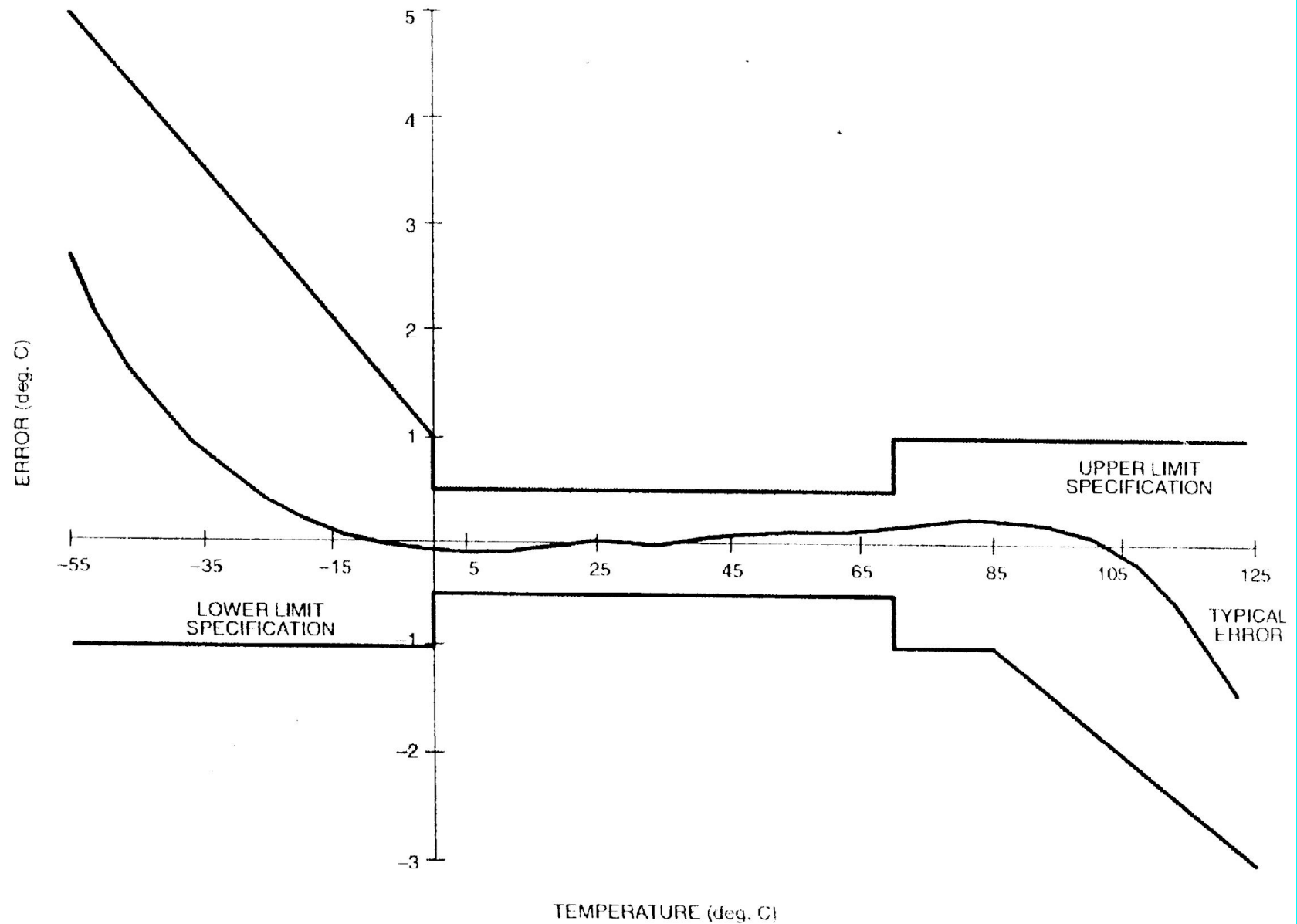


Рис. 2.7. Аппаратная реализация 8-битового алгоритма проверки истинности данных циклическим избыточным кодом, соответствующая полиномиальной функции $X^8 + X^5 + X^4 + 1$.

DS1820 – погрешность



MicroLAN – адаптеры

Некоторые виды адаптеров, которые позволяют наделить любой персональный компьютер PC возможностью обслуживать в качестве мастера сеть MicroLAN, выпускаются самой фирмой Dallas Semiconductor. К ним относятся адаптеры для параллельного порта типа DS1410E или для последовательных COM портов типа DS9097E и DS9097U. Эти приборы имеют различные функциональные возможности и конструктивные особенности, что обеспечивает разработчику максимальную свободу выбора при конструировании. А наличие у пользователя небольших навыков в создании электронной аппаратуры, позволяет легко произвести самостоятельную сборку схемы простейшего адаптера сети MicroLAN для компьютера из небольшого числа доступных электронных компонентов.

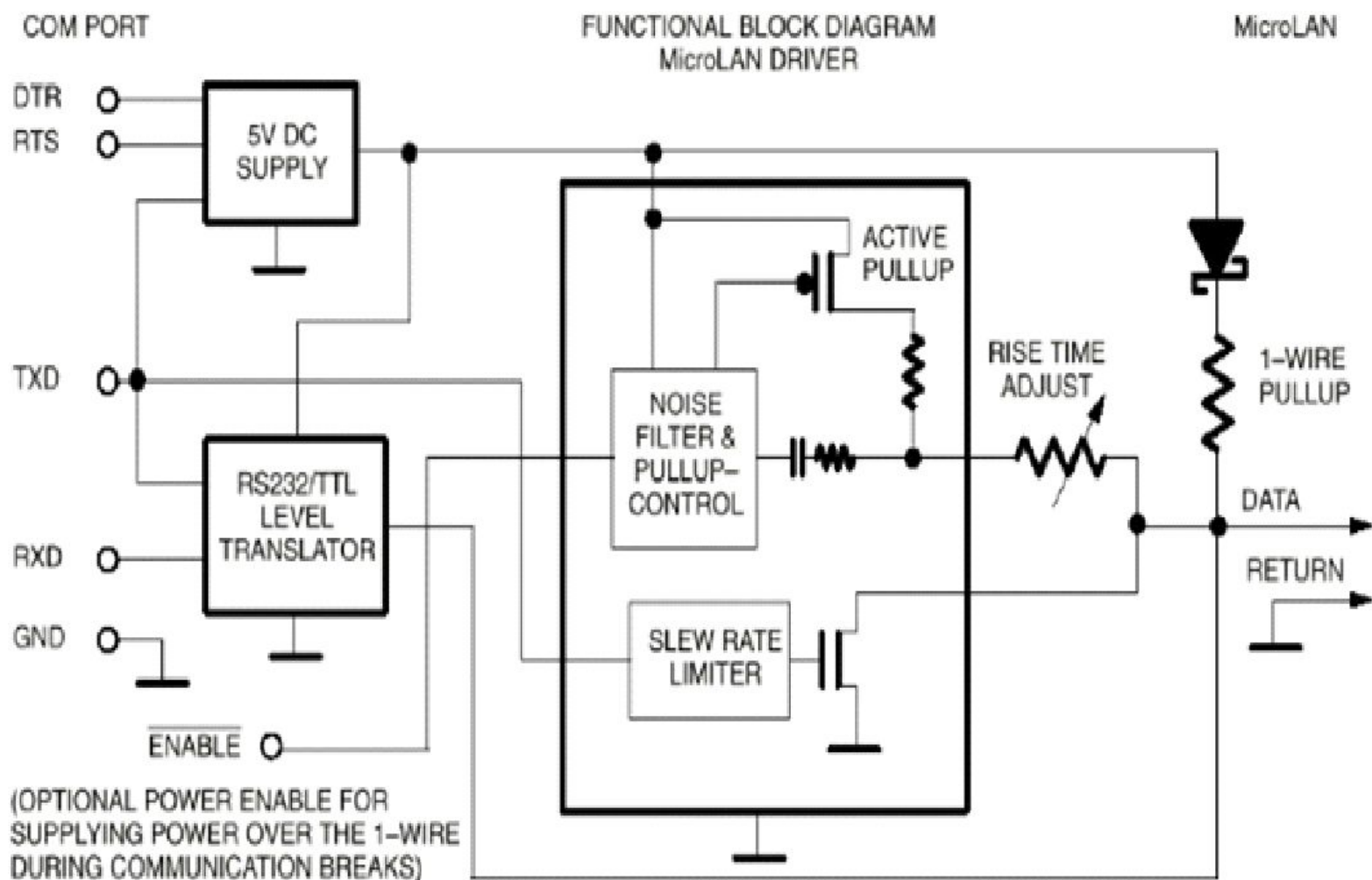
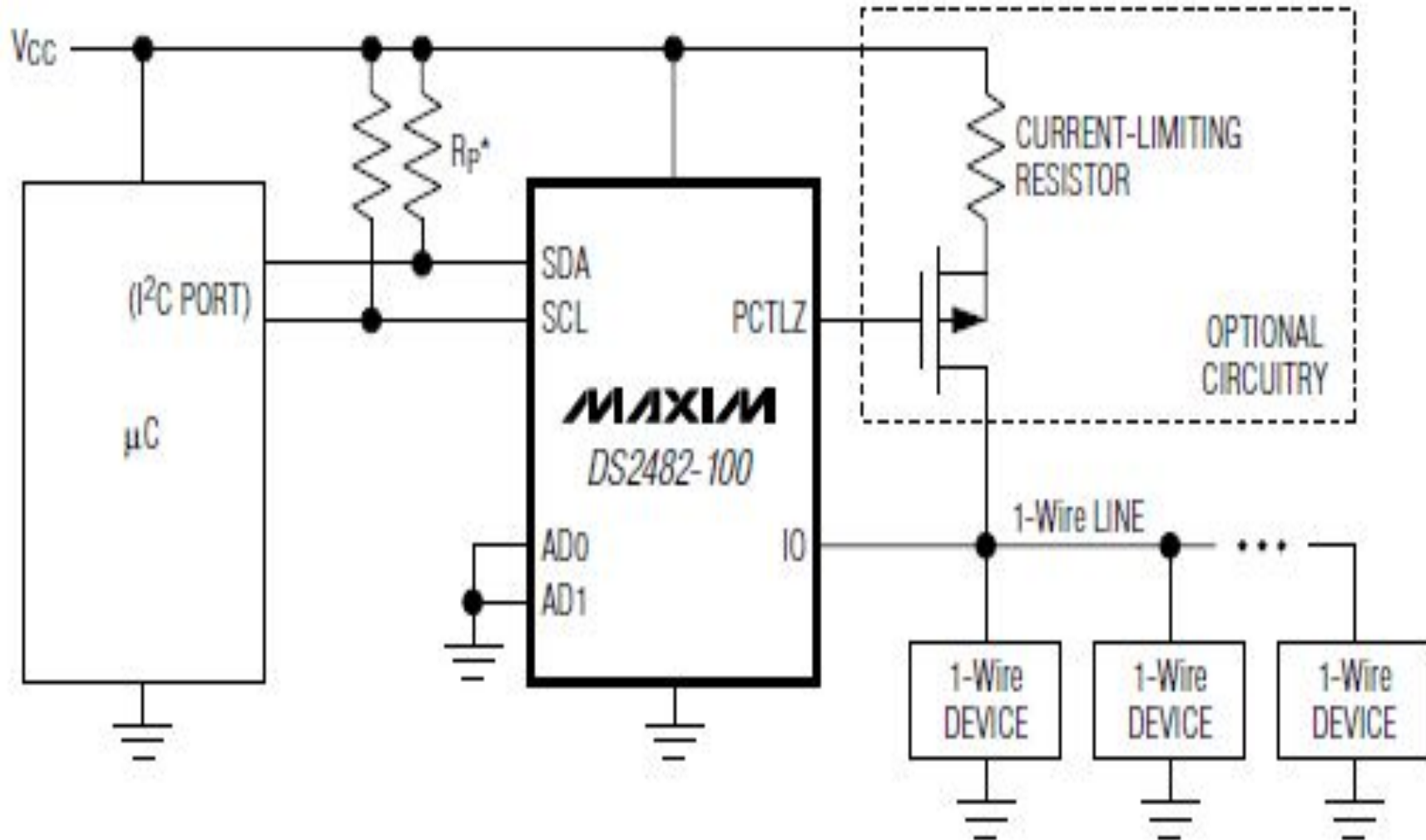
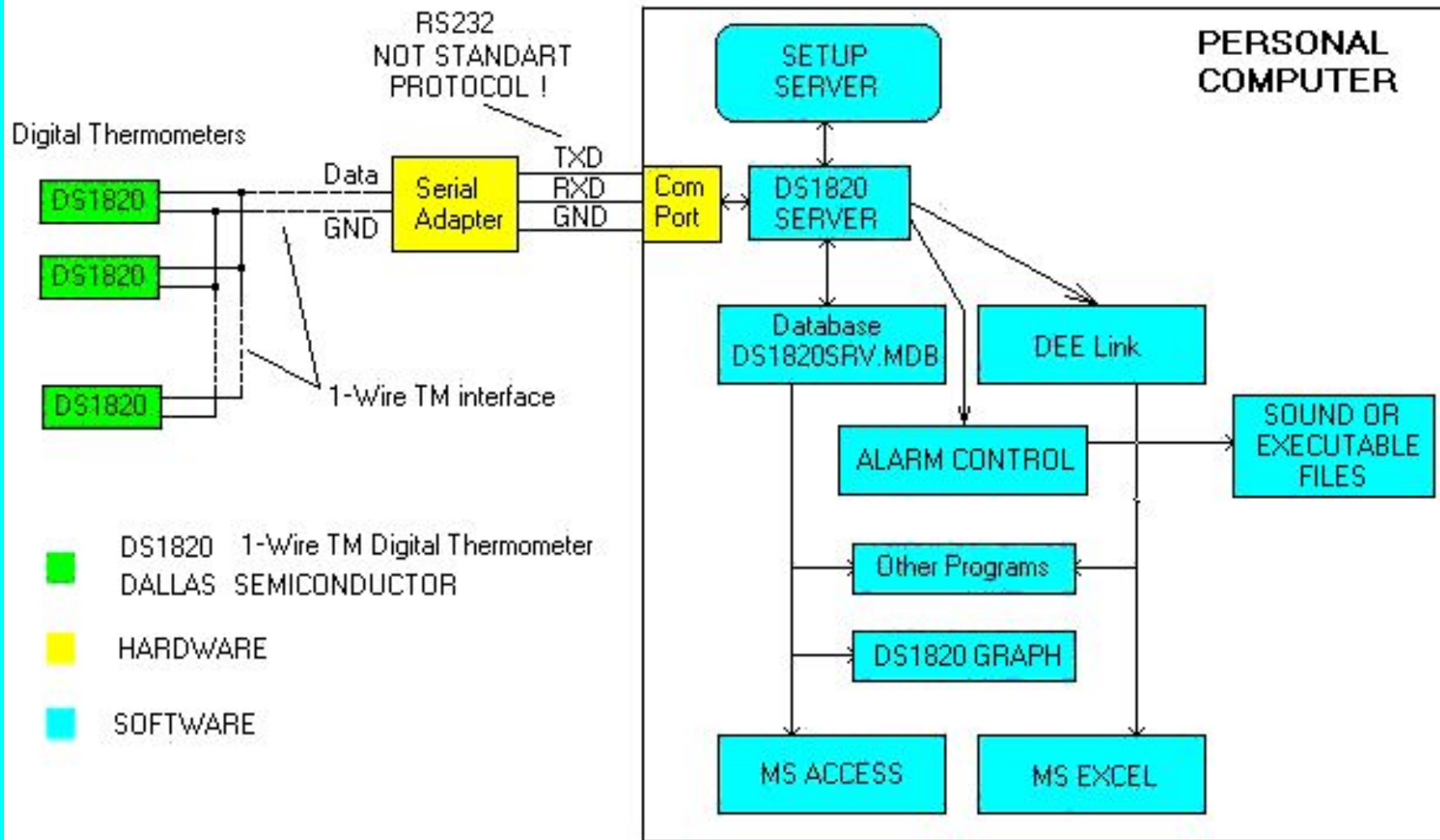


Рис. 23. Структурная схема адаптера последовательного порта.

DS 2482-100





```

unsigned char ReadByte(void) // Приём байта
{ unsigned char   R_Byte,R_Byte_tmp;
  char NumBite;
  NumBite=0;
  R_Byte=0;

  while (NumBite<8) //
  {
    DG=0;           // • Начало тайм-слота.
    TMP_1=TMP_1;TMP_1=TMP_1; // --- 1 - 15 мкс.
    DG=1;           // • Освобождение линии.
    Delay(1);       // • Ожидание установки бита. 15 - 60 мкс.
    R_Byte_tmp=0x01 & DG; // • Считывание бита
    R_Byte+=(R_Byte_tmp<<NumBite); // • Сохранение бита в нужной позиции
    Delay(40);
    NumBite++;
  }
  return R_Byte;
}

```

```

void SendByte(char D_Byte) // Отправка байта
{
    int i, Tmp_Bit;
    i=8;
    Tmp_Bit=D_Byte & 0x01;

    while (i--)
    //for (i=0;i<8;i++)
    {
        DG=0; // • Начало тайм-слота.
        TMP_1=TMP_1;TMP_1=TMP_1; // --- 1 - 15 мкс.
        DG=Tmp_Bit; // • Установка бита на линию
        Delay(60); // --- 60 - 120 мкс.
        DG=1; // • Конец тайм-слота.
        TMP_1=TMP_1;TMP_1=TMP_1; // --- не менее 1 мкс.

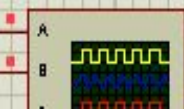
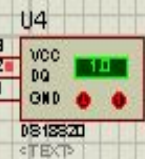
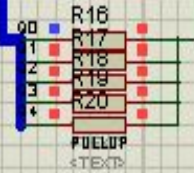
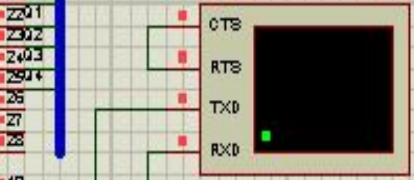
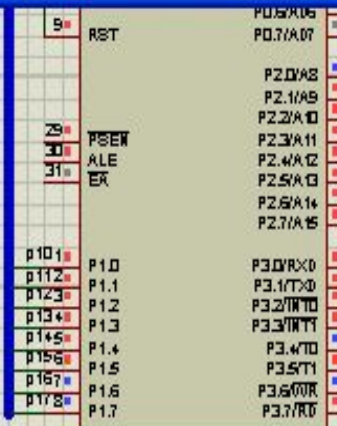
        D_Byte=D_Byte>>1;
        Tmp_Bit=D_Byte & 0x01;
    }
}

```

Virtual Terminal

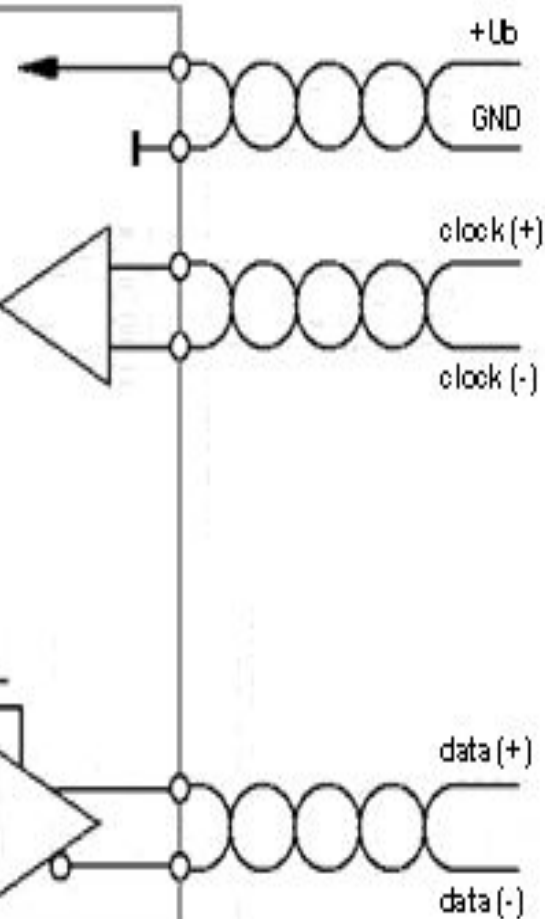
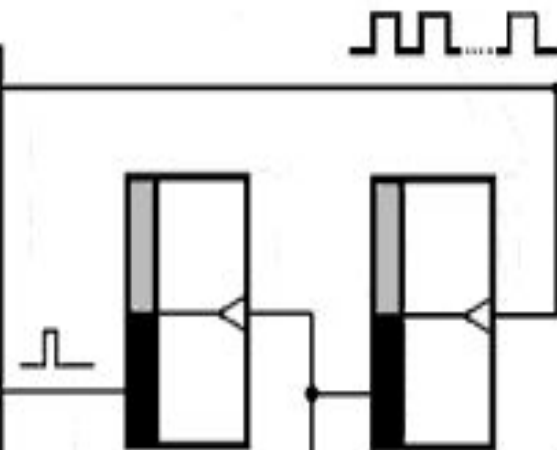
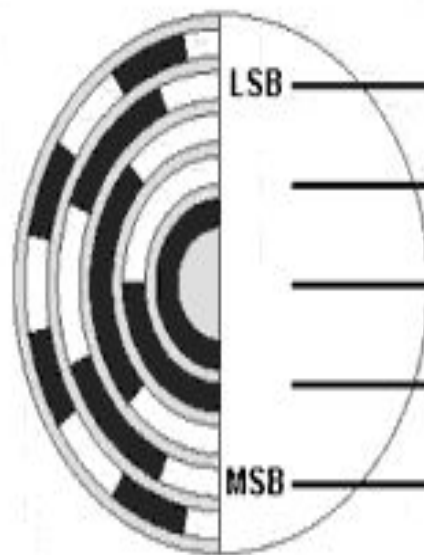
```

170 0 255 255 255 12 16 224
Data [2]:
255 255 255 255 255 255 255 255
Data [0]:
2 0 255 255 255 16 16 81
Data [1]:
254 255 255 255 255 14 16 127
Data [2]:
255 255 255 255 255 255 255 255
Data [0]:
2 0 255 255 255 16 16 81
Data [1]:
254 255 255 255 255 14 16 127
Data [2]:
255 255 255 255 255 255 255 255
Data [0]:
2 0 255 255 255 16 16 81
    
```



Последовательный синхронный интерфейс

Кодовый диск со считывающей системой



SSI – структура

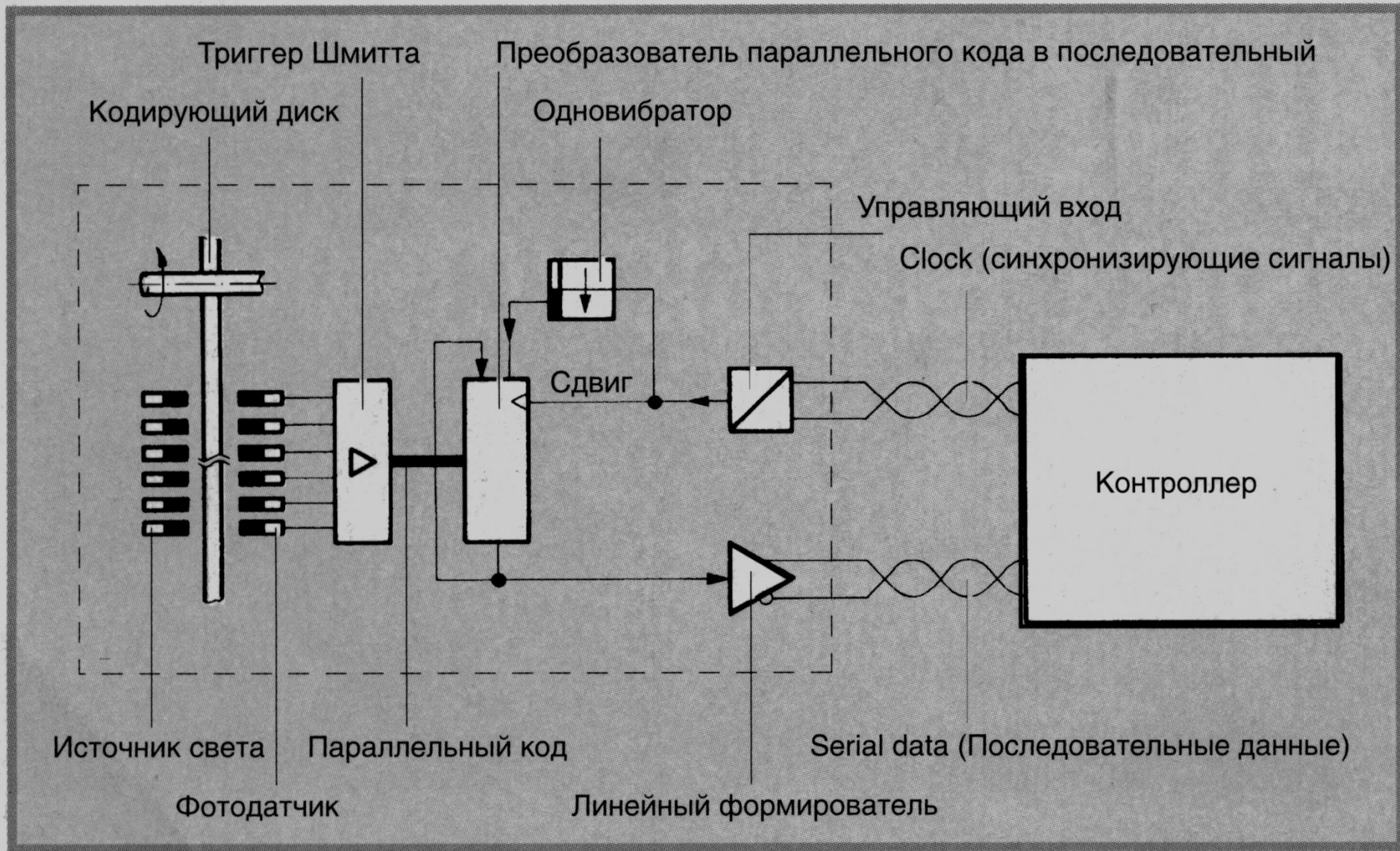
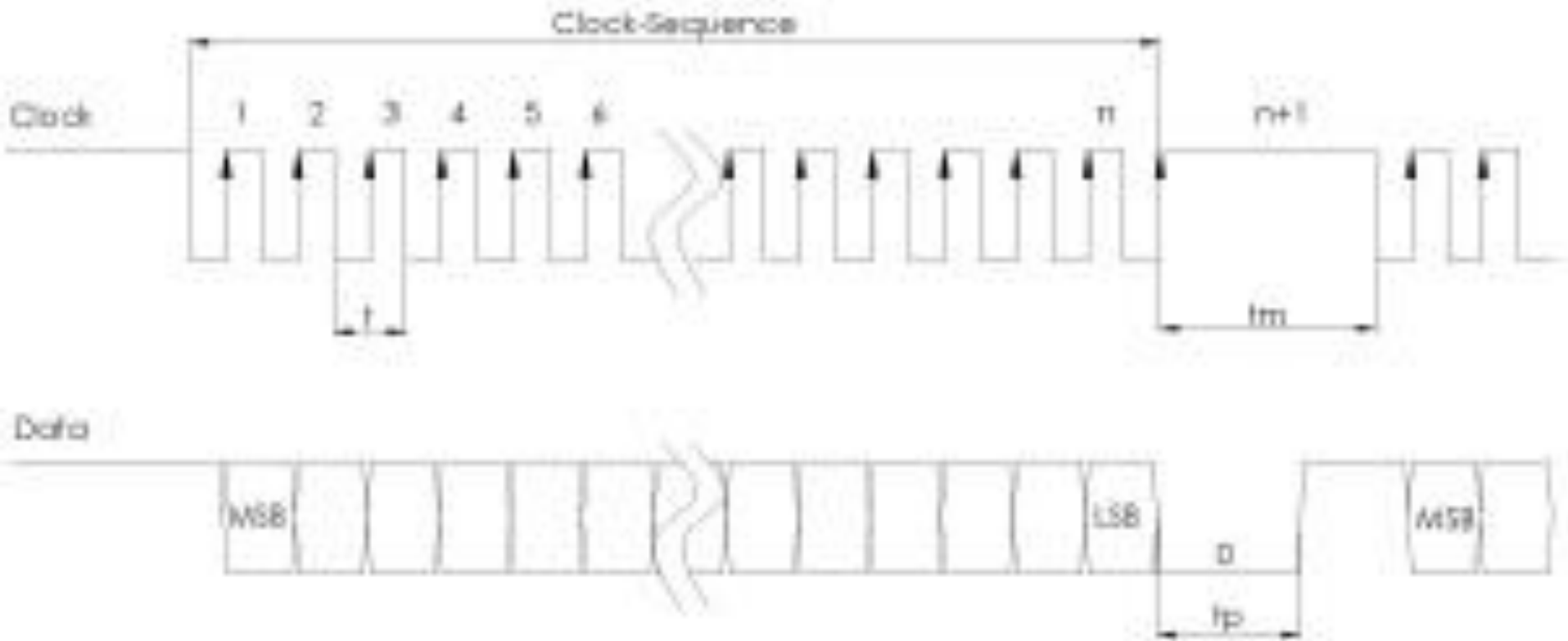
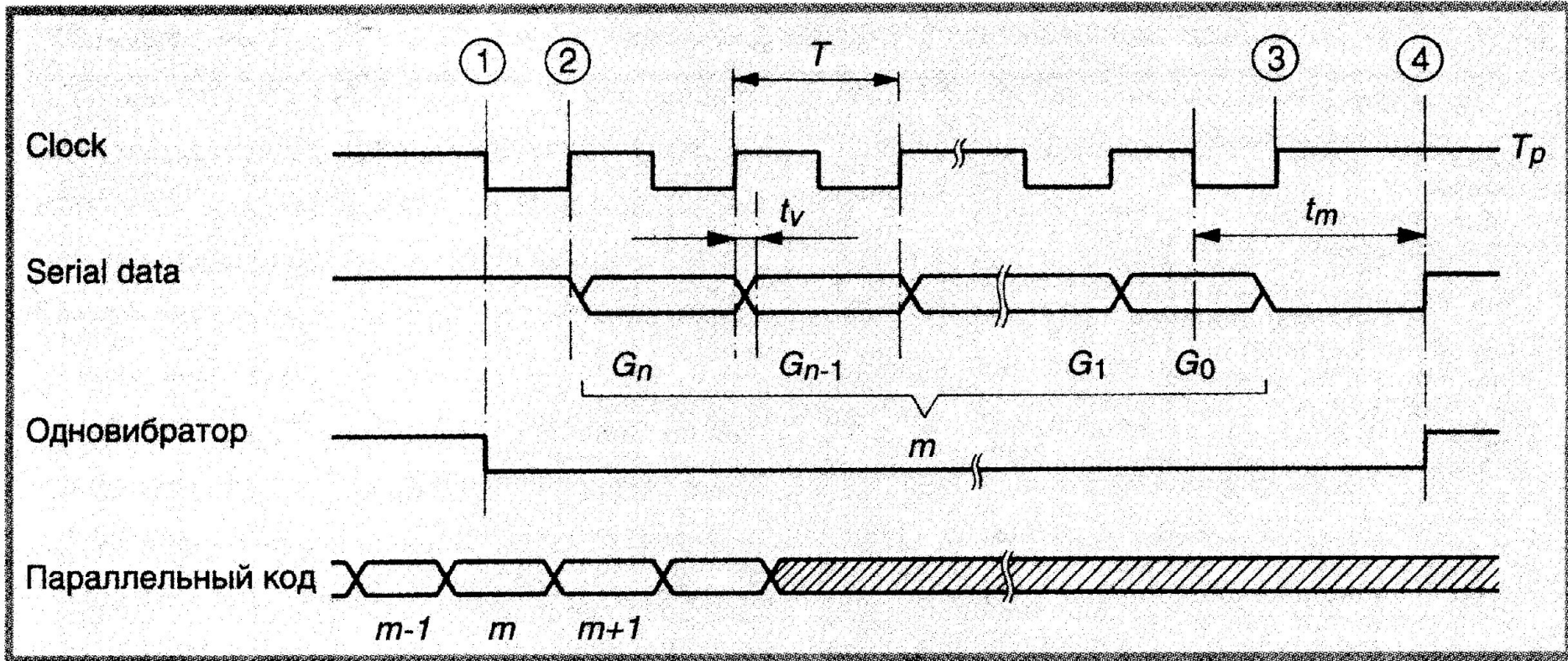


Рис. 1. Функциональная схема абсолютного датчика углового положения с интерфейсом SSI

Принцип SSI передачи



SSI – временная диаграмма



Условные обозначения:

m — зафиксированный параллельный код;

t_v — время задержки;

G_n — старший значащий разряд кода Грея;

G_0 — младший значащий разряд кода Грея;

T — период синхросигналов;

t_m — время восстановления одновибратора (20 ± 10 мкс);

T_p — пауза между последовательностями импульсов.

Рис. 2. Временная диаграмма передачи данных

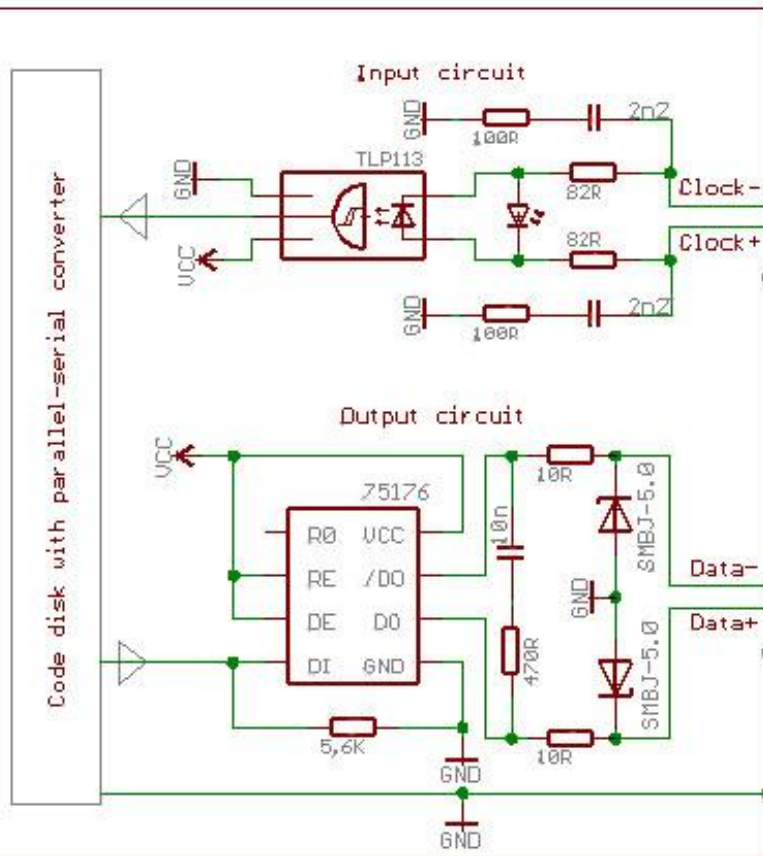
Таблица 2. Максимальная скорость передачи данных в зависимости от длины кабеля

Длина кабеля, м	Максимальная скорость двоичной передачи, кГц (кбод)
Менее 50	400
Менее 100	300
Менее 200	200
Менее 400	100

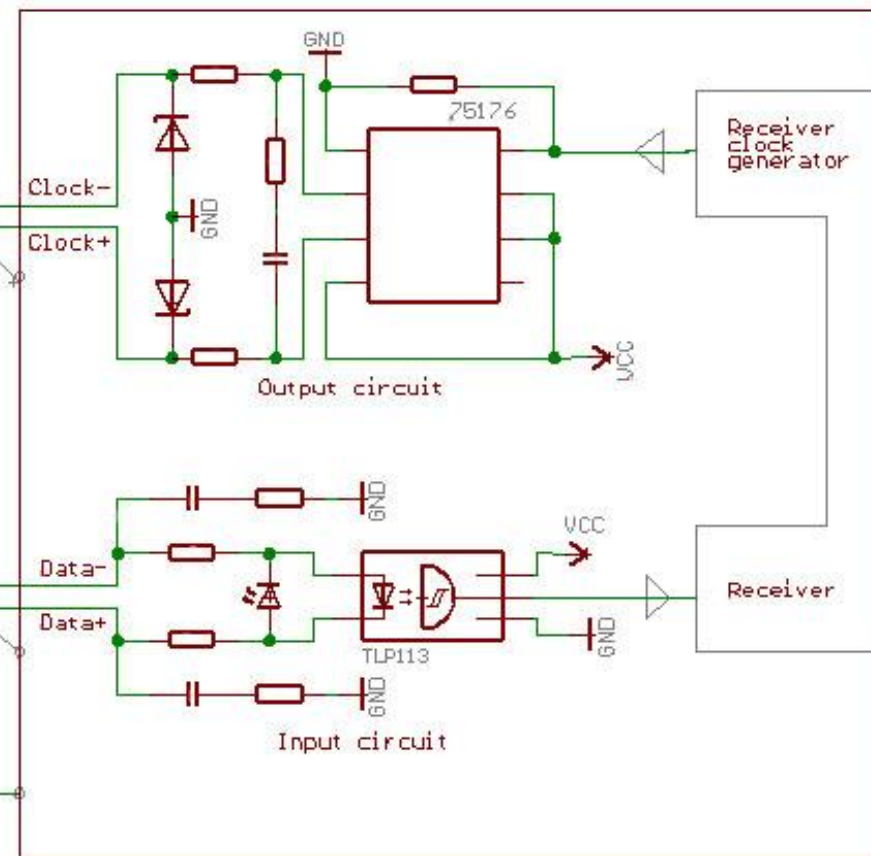
Для организации передачи данных от датчика посредством интерфейса SSI необходим кабель с шестью проводниками: для передачи данных требуется только одна витая пара проводников с сечением не менее $0,22 \text{ мм}^2$; одна витая пара необходима для передачи синхронизирующих импульсов; для обеспечения датчика электропитанием нужны ещё два провода. Формирователь синхронизирующих импульсов, соответствующий требованиям стандарта RS-422/485 (MAX491, SP90, LTC490), допускает скорость передачи данных до 10 Мбит/с. Этой скорости вполне достаточно для большинства применений. Симметричная передача обеспечивает высокую помехоустойчи-

SSI – скорость передачи и кабель

SSI Rotary Encoder



Controller / SPS



Recommended Encoder-SPS connection

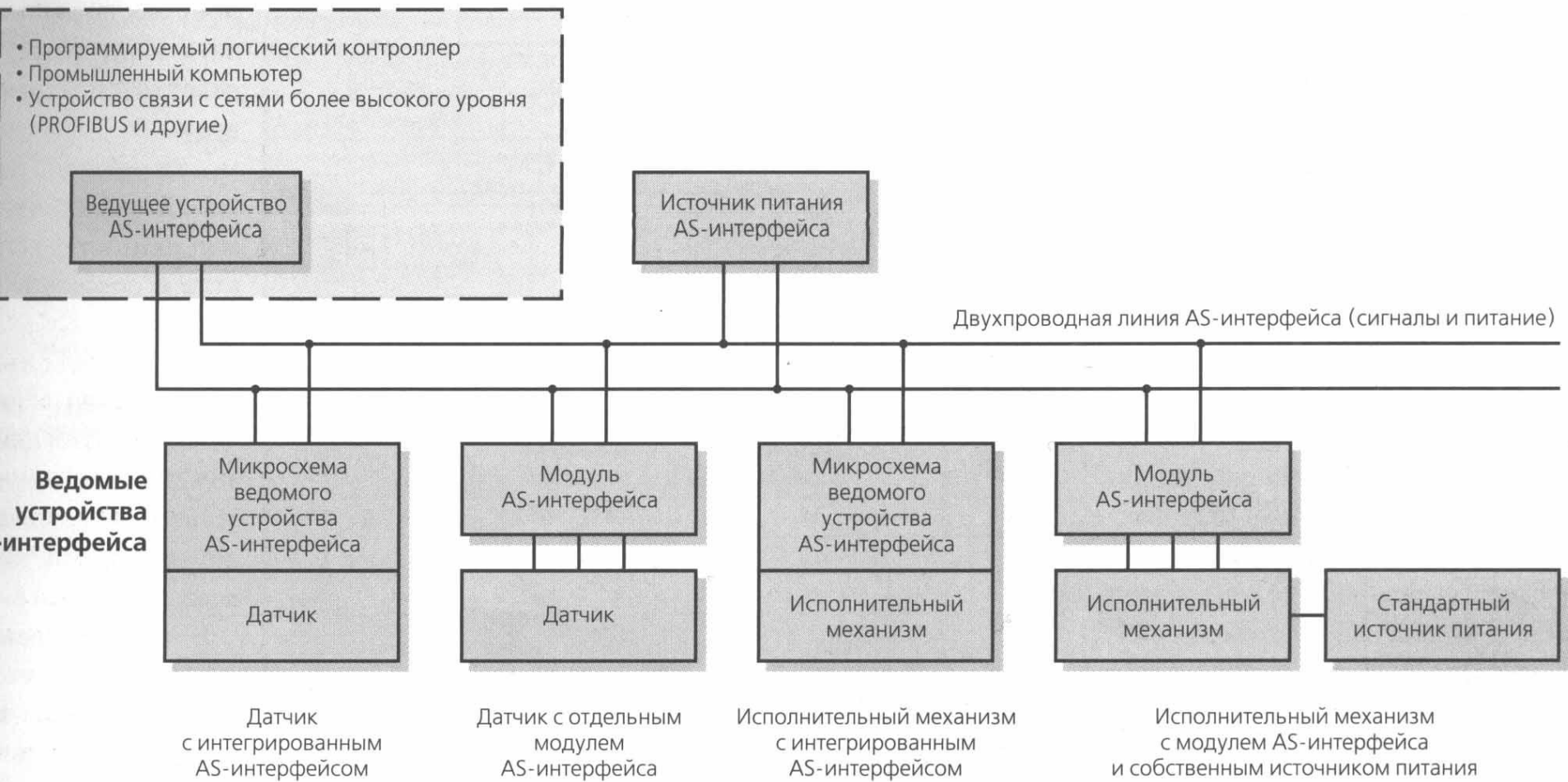
AS-Interface (англ. *Actuator Sensor Interface*) (читается как Ази) — интерфейс датчиков и исполнительных устройств.

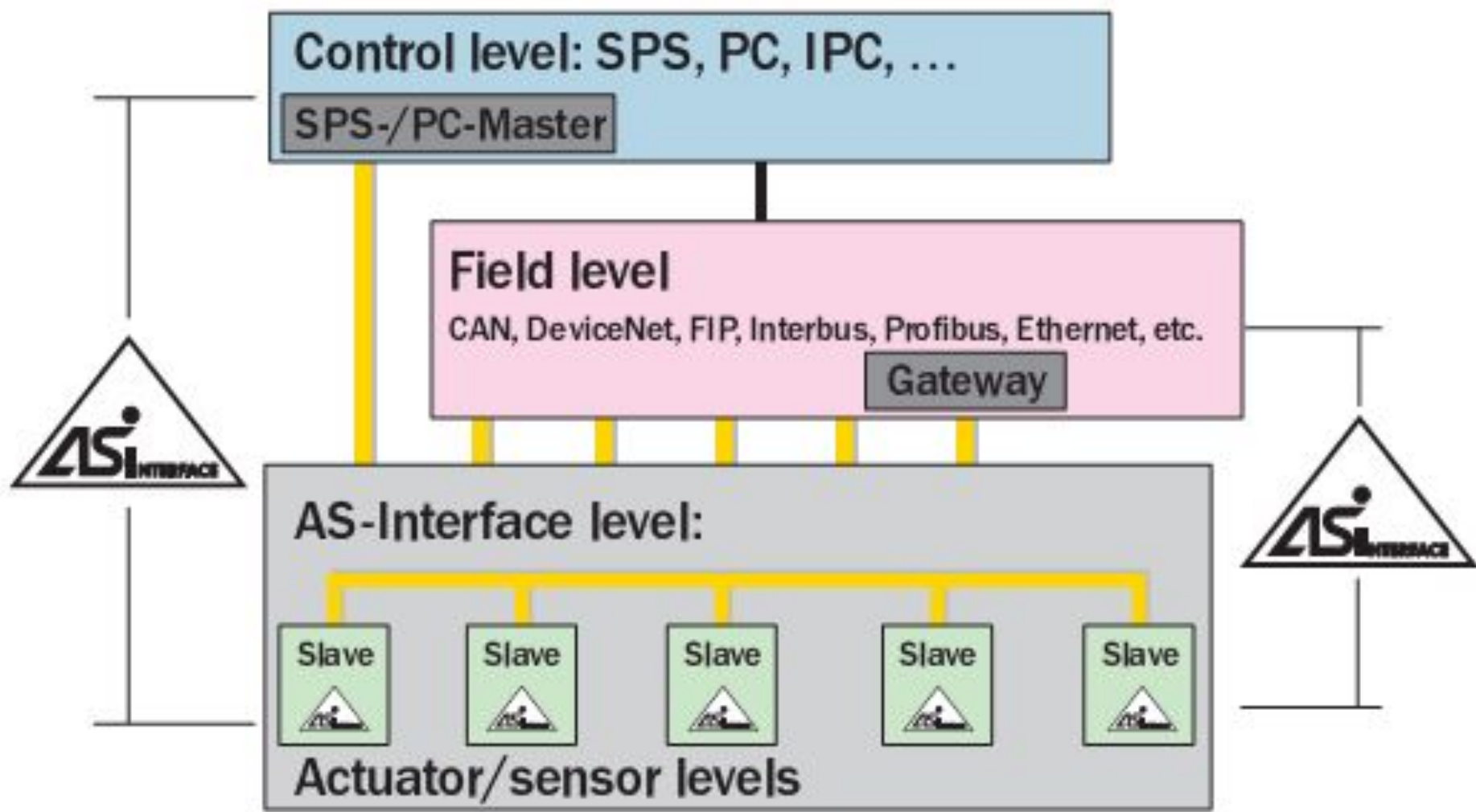
Промышленная сеть

Существует профиль протокола для систем повышенной безопасности ASi-Safe. Устройства повышенной безопасности подключаются по тому же кабелю и поддерживают уровень безопасности вплоть до SIL (Safety Integrity Level) 3 согласно IEC 61508 и вплоть до Safety Category 4 согласно EN 954-1.

Технические характеристики AS-i	
Размер сети	31 или 62 сетевых узла на сегмент (248 бит данных ввода/вывода)
Скорость передачи данных	167 кбит/с
Протяженность линий связи	до 100 м без повторителей; до 300 м с повторителями.
Организация обмена	Master/Slave
Топология сети	линейная, Дерево, Звезда, смешанная
Среда передачи	неэкранированный двухпроводный кабель для передачи данных и электропитания периферии
Особенности	оптимизация под передачу дискретных сигналов; возможность передачи значений аналоговых сигналов; автоматическая адресация в сети; значительная экономия затрат на кабельную проводку; быстрое подключение и настройка; согласование линии не требуется; низкая чувствительность к э/м помехам;

ASi





There are four different master calls:

- **Data call:**

Cyclical call for reading and writing the inputs/outputs. This is the most important and most frequently used AS-Interface call.

- **Parameter call:**

Acyclic call for parameterizing, usually with intelligent sensors. This makes it possible to control specific functions in a slave remotely.

- **Address call:**

Sets a slave with the address 0 to a new value.

- **Command call:**

There are various command calls, which are carried out in configuration mode. For example, read I/O configuration, read ID code and read status.

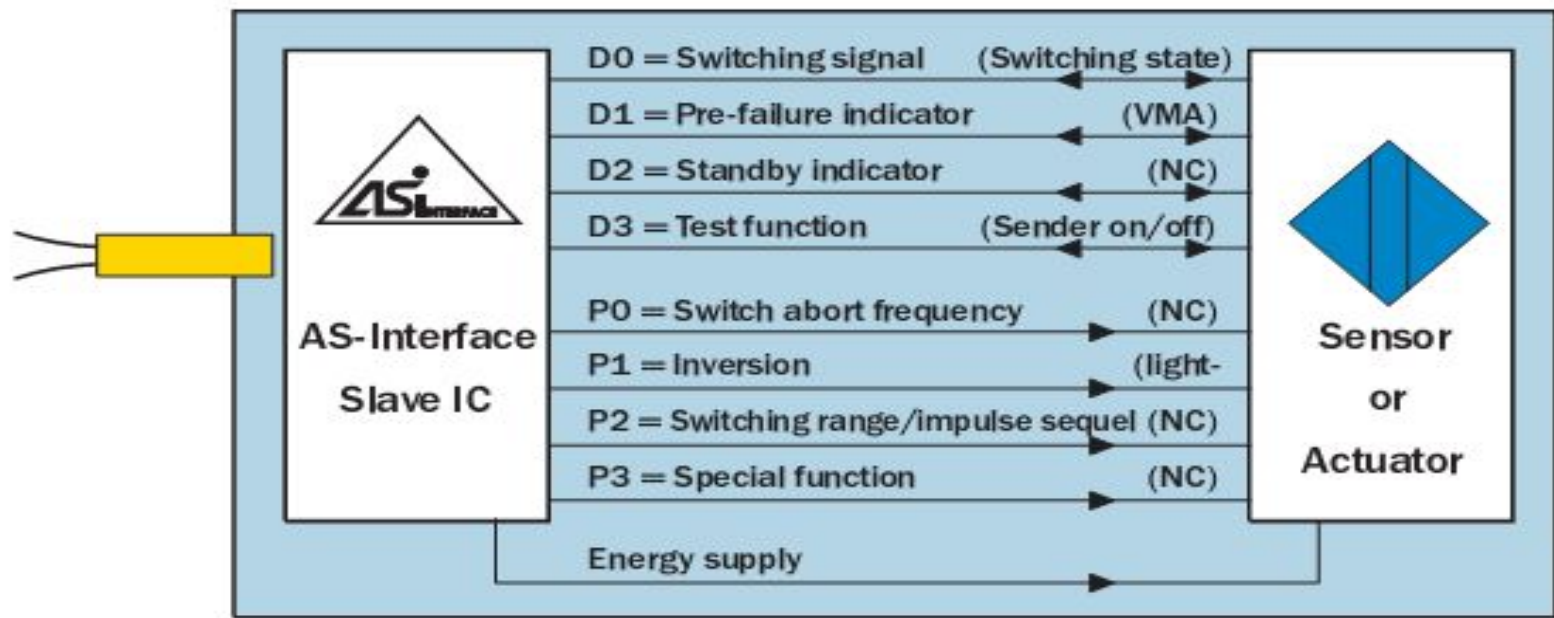


ST: Start bit

SB: Control bit

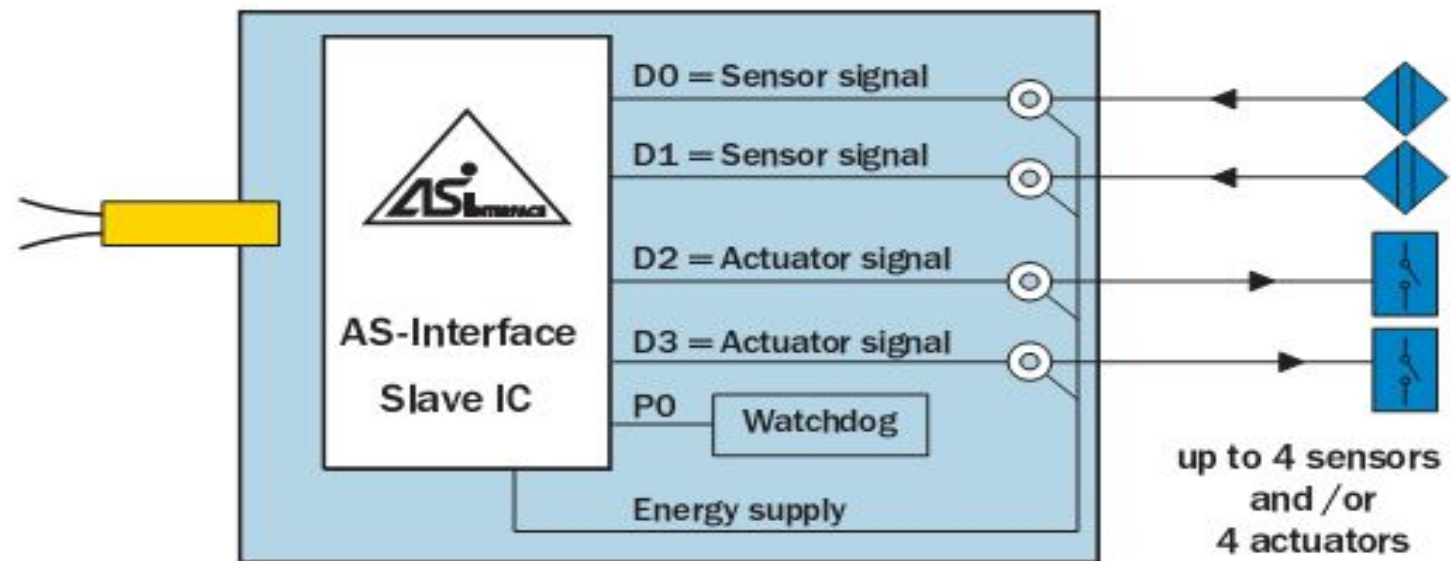
PB: Parity bit

EB: End bit



D0 - D3: Data bits

P0 - P3: Parameter bits



D0 - D3: Data bits

P0: Parameter bits

Topology	Tree structure, line, star, ring
Medium	Unshielded two-wire cable (2 x 1.5 mm ²)
Signals	Data and energy via the same line, max. 8 A possible
Cable length	100 m extension via repeater possible
Number of slaves per cable	31 (according to specification 2.0)
Use data per slave	4 bits data (cyclic), 4 bits parameter (acyclic) > 4 bits with data log (multiplex)
Number of binary I/Os (cyclic)	124 I/O (conventional) (according to specification 2.0) 124 I + 124 O (bi-directional) (according to specification 2.0)
Analog value processing	for example, 31 x 4 channels possible via slave profile S 7.1 or S 7.2
Cycle time	Max. 5 ms (according to specification 2.0)
Access procedure	Cyclic polling, single-master system
Addressing	Fixed, unique address in slave Addressing via master or addressing device
Protection against errors	Identification and repeating of faulty telegrams

в 1986 году членами Комитета по Стандартам Микрокомпьютеров (Microcomputer Standards Committee) принято решение объединить существовавшие в то время различные варианты последовательной шины (Serial Bus)

в 1992 году разработкой интерфейса занялась Apple
в 1995 году принят стандарт IEEE 1394 Кабель представляет собой 2 витые пары — А и В, распаянные как А к В, а на другой стороне кабеля как В к А. Также возможен необязательный проводник питания.

Устройство может иметь до 4 портов (разъёмов). В одной топологии может быть до 64 устройств. Максимальная длина пути в топологии — 16. Топология древовидная, замкнутые петли не допускаются.

При присоединении и отсоединении устройства происходит сброс шины, после которого устройства самостоятельно выбирают из себя главное, пытаясь взвалить это «главенство» на соседа. После определения главного устройства возможна раздача номеров устройствам. После раздачи номеров возможно исполнение обращений к устройствам.