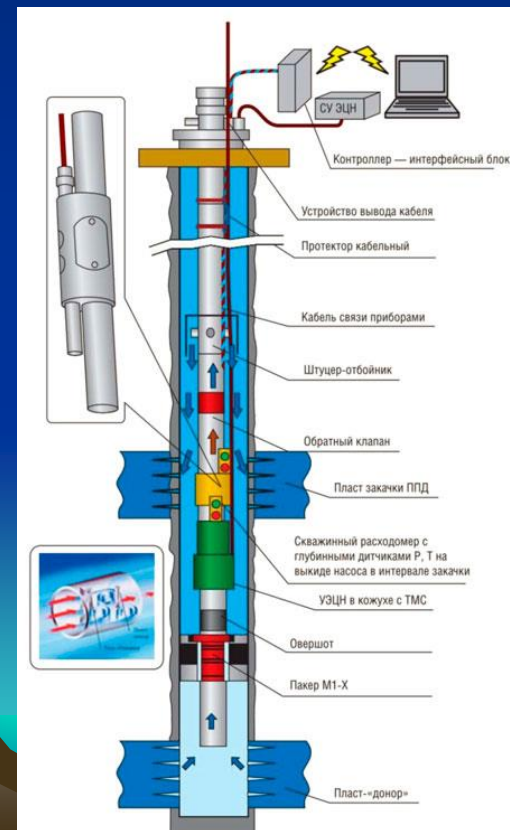


Лекция 8. «ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ»



8.1. Основные сведения о системах телемеханики и способах преобразования информации.

8.2. Интерфейсы передачи данных.



8.1. Основные сведения о системах телемеханики и способах преобразования информации

Телемеханика — область науки и техники, предметом которой является разработка методов и технических средств передачи и приема информации (сигналов) с целью управления и контроля на *расстоянии*.

Специфическими *особенностями* телемеханики являются:

- 1) удаленность объектов контроля и управления;
- 2) необходимость высокой точности передачи измеряемых величин;
- 3) недопустимость большого запаздывания сигналов;
- 4) высокая надежность передачи команд управления;
- 5) высокая степень автоматизации процессов сбора информации.

8.1. Основные сведения о системах телемеханики и способах преобразования информации

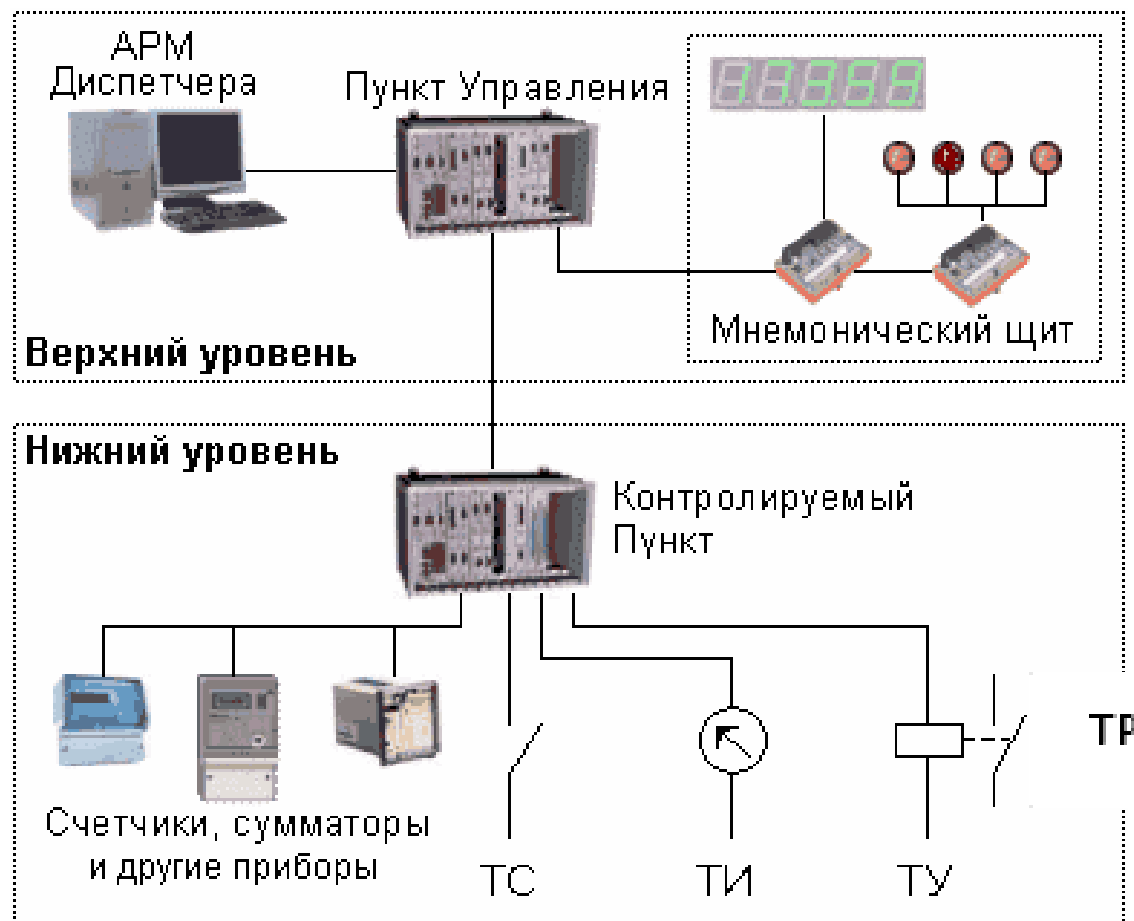


Рис. 8.1. Двухуровневая схема телемеханики:

ТС – телесигнализация; ТИ - телеизмерение; ТУ – телеуправление; ТР - телерегулирование.

8.1. Основные сведения о системах телемеханики и способах преобразования информации

SCADA — Supervisory Control And Data Acquisition — диспетчерское управление и сбор данных

Контроль и управление системой осуществляют с пункта управления (ПУ), где находятся диспетчер, аппаратура телемеханики, ЭВМ, мнемонический щит. Объекты контроля и управления находятся на одном или нескольких контролируемых пунктах (КП).

Базовыми функциями системы телемеханики являются телеуправление (ТУ), телеизмерение (ТИ), телесигнализация (ТС) и телерегулирование (ТР).

8.1. Основные сведения о системах телемеханики и способах преобразования информации

Телеуправление обеспечивает дистанционное управление объектом контроля. ТУ представляет собой воздействие на исполнительные органы контролируемых пунктов, имеющие дискретное состояние, путем подачи также дискретных команд. Команды ТУ обычно двухпозиционные: включить — отключить.

Телесигнализация используется для дистанционного контроля дискретных изменений состояния объекта, например, включен/выключен, открыт/закрыт, норма/авария и т.п. Для получения данных объект оснащают датчиками состояния. В простейшем случае применяют двухпозиционные контактные переключатели, но могут использоваться и многопозиционные переключатели.

Телеизмерение используется для получения количественных значений непрерывных параметров контролируемого процесса, например температуры, давления и т. п. Для измерения на объекте используют преобразователи, которые преобразуют эти параметры в нормированные электрические сигналы. Контроллер КП измеряет значения этих сигналов и по запросам ПУ или периодически передает их на ПУ в цифровом виде.

8.1. Основные сведения о системах телемеханики и способах преобразования информации

Телерегулирование обеспечивает дистанционное задание уровня воздействия на объект управления. Оно представляет собой телеуправление объектами с непрерывным множеством состояний. Для реализации телерегулирования используются функции ТИ—ТУ или ТС—ТУ. Управление начинается с задания оператором величины воздействия, а затем выдачей команды с ЭВМ.

Пункт управления — это место размещения диспетчерского персонала, аппаратуры для приема и обработки информации от контролируемых пунктов. Часто под термином ПУ подразумевают контроллеры, непосредственно выполняющие прием и первичную обработку данных от КП. В задачи ПУ входят:

- 1) прием данных с КП по каналам связи;
- 2) организация опроса КП при подключении нескольких КП на один канал связи;
- 3) передача на КП команд управления;
- 4) передача данных и прием команд ЭВМ;
- 5) переадресация, передача данных на верхний уровень и прием команд с верхнего уровня в многоуровневых системах.

8.1. Основные сведения о системах телемеханики и способах преобразования информации

Контролируемый пункт — это место размещения объектов контроля и управления, а также аппаратура, выполняющая функции контроля и управления, обычно называемая контроллером КП. Часто под термином КП подразумевают один контроллер, установленный на контролируемом объекте.

На крупных объектах (таких как нефтеперекачивающие или компрессорные станции) могут находиться несколько контроллеров КП.

Взаимодействие между ПУ и КП происходит по каналу связи.

Каналом связи называется совокупность технических средств и тракта для передачи сообщений на расстояние независимо от других каналов. Он образуется в линии связи — проводной, радиолинии и др.

Линия связи — это физическая среда или тракт, по которым происходит передача сигналов между КП и ПУ, например проводная или кабельная линия, оптоволокно, выделенный телефонный канал, радиоканал и т. п.

Способ кодирования данных и порядок обмена посылками обычно называют **протоколом обмена**.

8.1. Основные сведения о системах телемеханики и способах преобразования информации

Мнемонический щит представляет собой табло с пассивной схемой контролируемого объекта и активными элементами, отображающими текущее состояние объекта.

Автоматизированное рабочее место (АРМ) — это рабочее место специалиста в какой-либо предметной области, оборудованное компьютером и специальным программным обеспечением, помогающее решать задачи в рамках деятельности этого специалиста (например, АРМ диспетчера, АРМ технолога и т.п.). АРМ может быть оснащено дополнительным нестандартным оборудованием

Для получателя сообщения, как правило, интерес представляет только его новая часть — **информация**, т. е. содержательные сведения (данные), ранее ему неизвестные. Сообщения передаются с помощью сигналов.

Сигналом называется носитель (переносчик) сообщения. Процесс передачи сообщений условно показан в виде схемы, показанной на рис. 8.2.

8.1. Основные сведения о системах телемеханики и способах преобразования информации

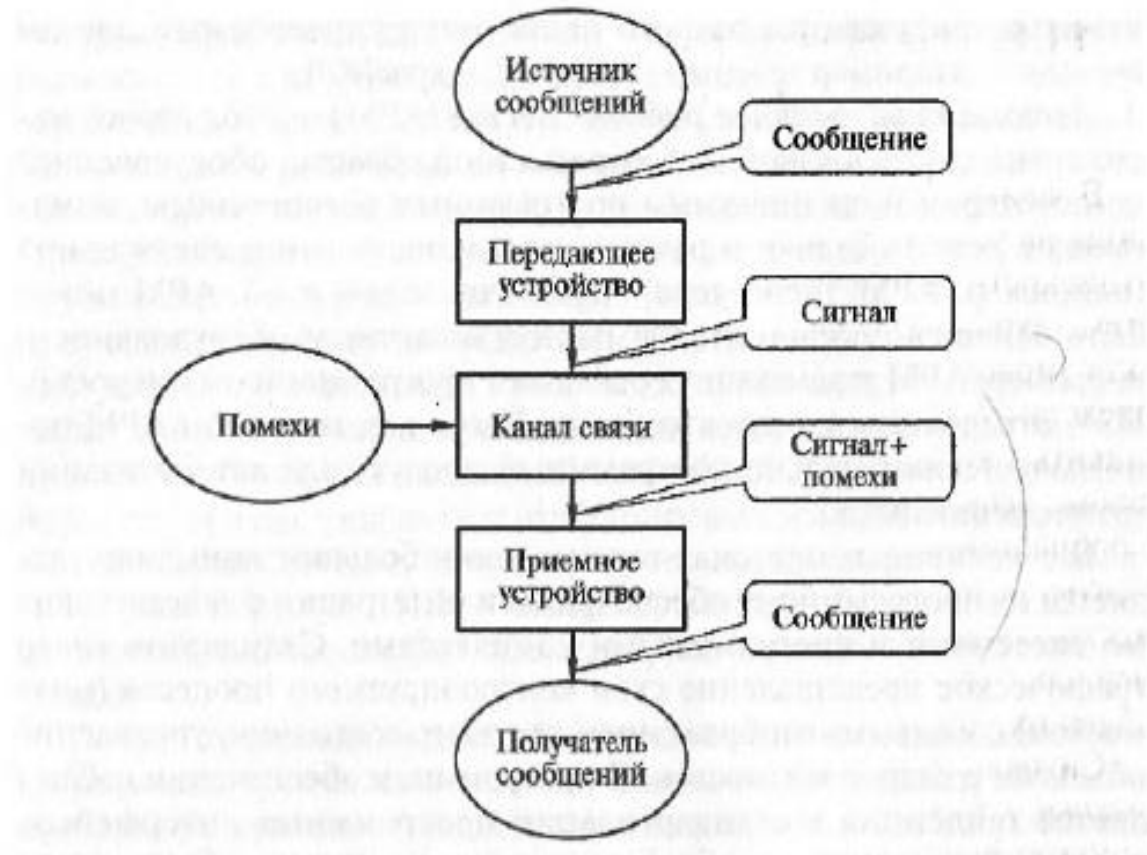


Рис. 8.2. Одноканальная система передачи сообщений в системах телемеханики

8.1. Основные сведения о системах телемеханики и способах преобразования информации

В зависимости от характера изменения во времени сообщения делятся на четыре группы:

- 1) непрерывные;
- 2) дискретные по времени;
- 3) дискретные по множеству;
- 4) дискретные по времени и по множеству.

Процесс наложения сообщения на переносчик информации называется *модуляцией*. Основным смыслом модуляции — передача низкочастотного сообщения высокочастотным сигналом.

параметры сигнала, используемые для передачи, называются *импульсными признаками*.

К ним относятся:

- 1) полярность — этот признак является наиболее помехозащищенным, но позволяет формировать только два различных состояния;
- 2) амплитуда импульса — с помощью этого признака можно сформировать любое число состояний, но амплитуда сигнала наиболее подвержена действию помех; кроме того, если амплитуды соседних сигналов отличаются незначительно, их трудно различать на приемной стороне;
- 3) длительность импульса;
- 4) частота импульсов;
- 5) фаза импульса — с помощью этого признака обычно тоже формируется только два состояния, одному из которых соответствует посылка импульса, синфазного опорному сигналу, а другому сообщению — импульса, находящегося в противофазе с опорным сигналом.

8.1. Основные сведения о системах телемеханики и способах преобразования информации

Кодирование, — это преобразование по определенному правилу дискретного сообщения в дискретный сигнал в виде кодовых комбинаций. Обратный процесс (декодирование) должен однозначно восстановить передаваемое сообщение. Целью кодирования является эффективное использование каналов связи и увеличение достоверности передачи информации.

Код — система условных знаков, символов для передачи, обработки и хранения различной информации.

Конечная последовательность кодовых знаков называется **кодовым словом**. Число различных символов, которые используются в словах кода, называется **основанием** данного кода, а сами символы составляют так называемый **кодовый алфавит**.

Число элементов кода в кодовом слове определяет его длину, или разрядность, **n** .

8.1. Основные сведения о системах телемеханики и способах преобразования информации

0	0000	2	0010	4	0100	6	0110	8	1000
1	0001	3	0011	5	0101	7	0111	9	1001

Двоично-десятичный код позволяет записать каждый разряд десятичного числа в виде четырехразрядного двоичного кода, т. е. в двоичной системе счисления представляется отдельно каждая цифра. Например, число 8 247 запишется в виде 1000 0010 0100 0111 (8->1000, 2->0010, 4->0100, 7->0111).

Коды, позволяющие обнаружить ошибку, называются *обнаруживающими*. Коды, позволяющие обнаружить и исправить ошибки, называются *корректирующими*.

В цифровых устройствах носителем информации является цифровой двоичный код. Этот код состоит из множества двоичных разрядов, каждый из которых принимает только два фиксированных значения — «0» или «1». Двум двоичным цифрам соответствуют два состояния электронной схемы.

Основанием системы служит число два, а коэффициентами могут быть только две цифры — ноль (0) и единица (1), которые называют *битами* (двоичными цифрами).

8.1. Основные сведения о системах телемеханики и способах преобразования информации

В любой системе кодирования должно выполняться неравенство

$$N < S^n,$$

где N — количество кодируемых объектов;

S — основание кода (основание системы счисления);

n — длина кода (количество разрядов в кодовом слове).

Например, для записи числа 14 в двоичной системе счисления необходим четырехразрядный код: $2^4 = 16$, $14 < 16$.

Для хранения и обработки информации в виде текстов, формул и чисел необходимо с помощью бит закодировать около 150 различных символов (заглавные и строчные буквы латинского и русского алфавитов, знаки препинания, математические знаки, десять цифр и т.п.), т.е. $N \sim 150$.

Для этого необходимы 8-разрядные коды ($2^8 = 256$).

Восьмиразрядный код называют **байтом**. Емкость памяти ЭВМ оценивают в килобайтах (кбайт), мегабайтах (Мбайт) и гигабайтах (Гбайт).

8.1. Основные сведения о системах телемеханики и способах преобразования информации

Существует три основные операции между логическими переменными:

- **конъюнкция** (логическое И);
- **дизъюнкция** (логическое ИЛИ);
- **инверсия** (логическое НЕ).

Конъюнкция называется также логическим умножением,

$$F = A \wedge B = A \cdot B = AB. \quad (8.1),$$

дизъюнкция — логическим сложением

$$F = A \vee B = A + B, \quad (8.2),$$

инверсия — отрицанием

$$F = \bar{A} = \neg A, \quad (8.3):$$

где F — логическая (булева) функция;
 A и B — логические переменные.

8.1. Основные сведения о системах телемеханики и способах преобразования информации

Таблицы истинности логических операций

A	B	Отрицание Инверсия (НЕ) $\neg A$	Конъюнкция Логическое умножение (И) $A \wedge B$	Дизъюнкция Логическое сложение (ИЛИ) $A \vee B$	Следование импликация $A \rightarrow B$	Тождество $A \equiv B$
0	0	1	0	0	1	1
0	1	1	0	1	1	0
1	0	0	0	1	0	0
1	1	0	1	1	1	1

8.1. Основные сведения о системах телемеханики и способах преобразования информации

Операции над логическими переменными выполняются по определенным правилам. Прежде всего, необходимо учитывать *принцип двойственности (теорема де Моргана)*, который в общем виде записывается так:

$$\begin{aligned}\overline{A + B + C + \dots} &= \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \dots; \\ \overline{A \cdot B \cdot C \cdot \dots} &= \bar{A} + \bar{B} + \bar{C} + \dots\end{aligned}\quad (8.4)$$

Для реализации трех основных операций алгебры логики в схемах цифровых устройств используются основные *логические элементы*, входные переменные которых часто обозначают через x а выходные — через y :

- 1) элемент И (&)— схема логического умножения, *конъюнктор*;
- 2) элемент ИЛИ (1)— схема логического сложения, *дизъюнктор*;
- 3) элемент НЕ ($\neg$)— схема логического отрицания, *инвертор*.

Этот набор элементов называют *основным базисом* или основной функционально полной системой элементов.

8.1. Основные сведения о системах телемеханики и способах преобразования информации

Информация, поступающая в цифровое устройство, представляет дискретный (т.е. состоящий из нулей и единиц) сигнал (код). На передачу сигнала отводится конечный отрезок времени, называемый тактом работы устройства. Если за один такт в устройство передается один из разрядов двоичного числа, то устройство работает с *последовательным кодом*, если же за один такт передается все двоичное число одновременно, то устройство работает с *параллельным кодом*.

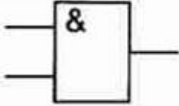
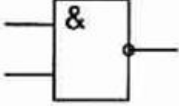
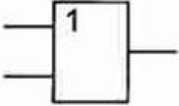
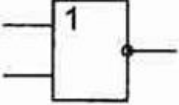
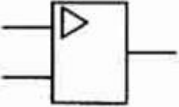
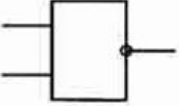
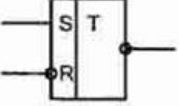
В общем случае на вход цифрового устройства поступает множество двоичных переменных $X(x_1, x_2, \dots, x_n)$, а с выхода снимается множество двоичных переменных $Y(y_1, y_2, \dots, y_n)$. При этом устройство реализует определенную связь (логическую функцию) между входными и выходными переменными.

В зависимости от вида этой связи цифровые устройства делят на:

- комбинационные и
- последовательностные.

В комбинационных устройствах значения Y в течение каждого такта определяются значениями X только в этот же такт. Такие устройства состоят только из логических элементов.

8.1. Основные сведения о системах телемеханики и способах преобразования информации

Название элемента	Символ	Описание функционирования
И	 Логический элемент И	Сигнал на выходе равен логической 1, только если оба входных сигнала равны 1
И-НЕ	 Логический элемент И-НЕ	То же, что элемент И, но выход инверсный (при тех же условиях сигнал на выходе равен 0)
ИЛИ	 Логический элемент ИЛИ	Сигнал на выходе равен логической 1, если хотя бы один из входных сигналов равен 1
ИЛИ-НЕ	 Логический элемент ИЛИ-НЕ	То же, что элемент ИЛИ, но выход инверсный (в тех же условиях сигнал на выходе равен 0)
Буфер	 Буфер / усилитель	Обеспечивает защиту от перегрузок по току и обладает высокой нагрузочной способностью
Инвертор	 Инвертор (логический элемент НЕ)	То же, что буфер, но выход инверсный
Триггер	 RS-триггер	Выходной сигнал может переключаться из 1 в 0 и наоборот по тактированию сигналом синхронизации

8.2. Интерфейсы передачи данных

HART-протокол как способ передачи цифровой информации разработан фирмой Rosemount и занимает промежуточное положение между токовым и чисто цифровым сигналами. Он основан на методе передачи данных с помощью частотной модуляции. На выходной токовый сигнал 4... 20 мА измерительных преобразователей накладываются импульсы переменного тока, причем сигнал с частотой 1 200 Гц соответствует логической единице, а 2 200 Г логическому нулю (рис. 8.3).

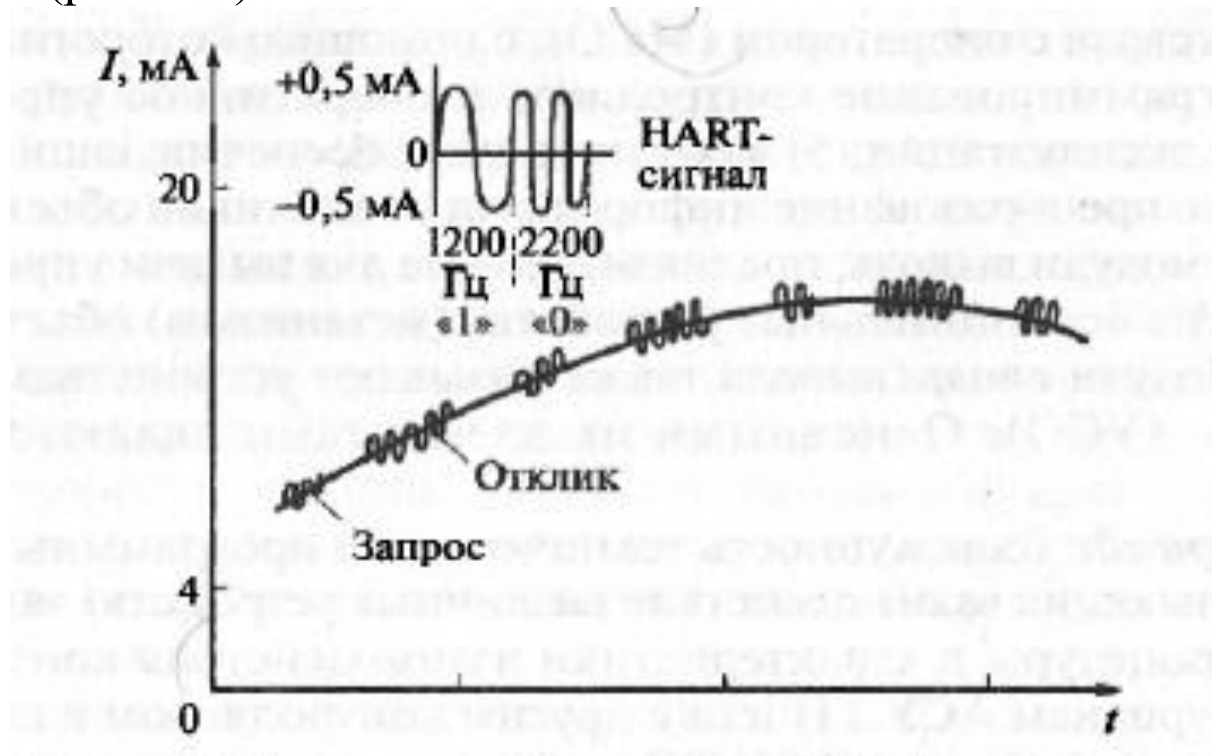


Рис. 8.3. Передача информации по HART – протоколу.

8.2. Интерфейсы передачи данных

Интерфейс RS-232 является наиболее простым среди RS-интерфейсов (RS означает «рекомендуемый стандарт»). Это стандарт последовательной синхронной и асинхронной передачи двоичных данных между терминалом и конечным устройством. В нем источник и приемник сигналов имеют заземленную точку. Информация передается в инверсном коде двухполярными потенциальными сигналами, логической единице соответствует -12 В, а логическому нулю + 12 В.

В отсутствие передачи данных линия находится в состоянии логической единицы (-12 В). Поток данных передается по одному проводу бит за битом, т.е. передающая сторона по очереди выдает в линию 0 и 1, а принимающая отслеживает их и запоминает. Данные передаются пакетами по одному байту (8 бит). Каждый байт обрамляется стартовым и стоповыми битами. Стартовый бит всегда передается уровнем логического нуля, а стоповый — единицей. Может также присутствовать бит паритета. Его состояние определяется настройками: он может дополнять число единичных битов данных до нечетности, четности. Эта передаваемая последовательность называется фреймом. Данные могут передаваться как в одну, так и в другую сторону (дуплексный режим). Скорость передачи данных стандартом не нормируется и может составлять от 110 до 19 200 бит в секунду.

8.2. Интерфейсы передачи данных

Последней модификацией данного стандарта является модификация *E*, принятая в 1991 г. Как стандарт EIA/TIA-232E.

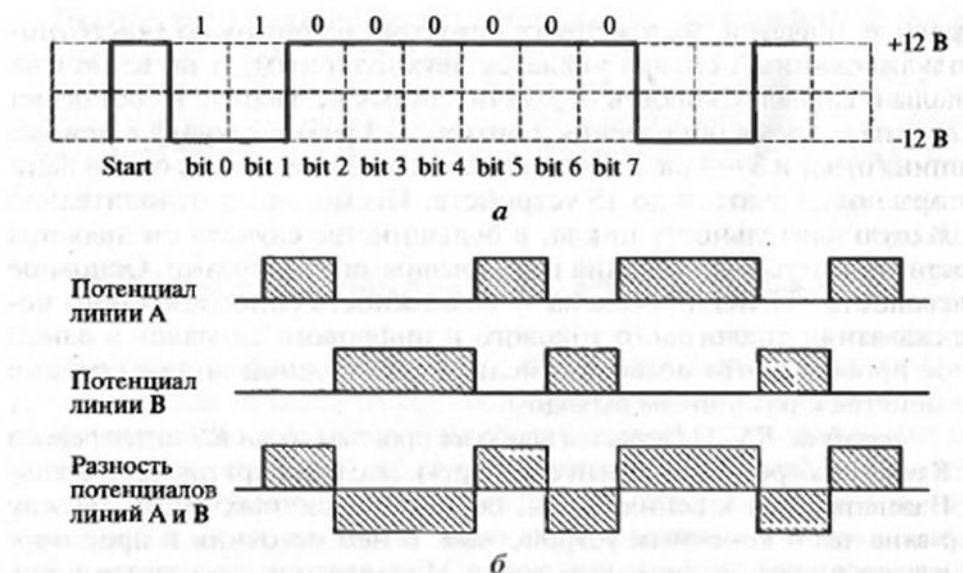


Рис. 12.8. Передача информации по интерфейсам:
a — RS-232; *б* — RS-485

Рис. 8.4. Передача информации по интерфейсам *a*) — RS-232; *б*) — RS-485.

8.2. Интерфейсы передачи данных

Интерфейс RS-485, получивший широкое распространение, обеспечивает передачу информации на расстояние от 120 до 1200 м, при скорости передачи от 100 до 104 бит в секунду (минимальное расстояние соответствует максимальной скорости передачи). В качестве линий связи применяется витая экранированная пара с подключением до 32 устройств со стандартным входным сопротивлением.

Возможно использование оптического кабеля. В основе интерфейса Л5-485 лежит принцип дифференциальной передачи данных (рис. 8.4, б).

Суть его заключается в передаче одного сигнала (импульсы напряжения $\pm 1,5$ В) по двум проводам, причем по одному проводу (условно А) идет оригинальный сигнал, а по другому (условно В) — его инверсная копия.

Спасибо за внимание