

RS-232.

Рекомендованный стандарт
для последовательной
передачи данных между
терминалом и конечным
оборудованием.

СЕТИ СВЯЗИ

Сеть связи – это совокупность узлов связи, оконечных пунктов и линий (каналов) связи.

Основная функция сети:

доставка сообщений в соответствии с заданным адресом при обеспечении необходимых качественных показателей по

- скорости передачи;
- времени доставки;
- верности;
- надежности;
- стоимости.

Сети бывают:

- *первичные;*
- *вторичные.*

СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Сеть передачи данных – это совокупность узлов и каналов электросвязи, специально созданная для организации передачи данных между источником и получателем данных. Такая сеть называется специализированной.

Оконечное оборудование передачи данных, которое устанавливается в абонентском пункте, состоит из оконечного оборудования данных (ООД) и аппаратуры окончания канала данных (АКД).

Оконечное оборудование передачи данных часто называют терминалом. Доступ ООД к службе ПД может осуществляться по арендованному каналу или физической линии (прямой доступ) либо через промежуточную коммутируемую сеть (сеть доступа), в которой организуется постоянное или коммутируемое соединение.

Аппаратура окончания канала данных (АКД) – это аппаратно-программные средства, которые входят в состав сети ПД или дополняют неспециализированную сеть электросвязи и обеспечивают согласование сигналов ООД с характеристиками каналов используемой сети.

СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Сети передачи данных делятся на:

- *специализированные;*
- *неспециализированные.*

В качестве специализированных сетей ПД могут использоваться сети:

- с коммутацией пакетов по протоколу X.25;
- с коммутацией пакетов по протоколу IP;
- с ретрансляцией кадров Frame Relay;
- сети с использованием технологии АТМ (асинхронный режим переноса).

К неспециализированным сетям ПД общего пользования относятся сети:

- телефонная сеть общего пользования;
- цифровая сеть с интеграцией служб ЦСИС (ISDN).

КЛАССИФИКАЦИЯ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Критерии для классификации сетей ПД:

- тип абонентов (корпоративные сети и сети общего пользования);
- скорость передачи;
- размер сети;
- способ коммутации;
- структура сети (иерархическая и неиерархическая);
- технология передачи;
- масштаб.

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕДАЧИ

Существует два основных типа технологий передачи в сетях ПД:

- вещание (передача от одного ко многим);
- точка – точка.

Сети типа "вещание" имеют один канал передачи, который используют все пользователи сети. Такие сети могут иметь *режим широкого вещания*, когда пакет адресуется всем машинам сети, и *режим группового вещания*, когда пакет должны получить машины, принадлежащие определенной группе.

Сети типа вещание, как правило, используются на географически небольших территориях.

Сети "точка – точка" соединяют пару машин индивидуальным каналом. На пути от источника до адресата пакет проходит через несколько промежуточных машин, поэтому в такой сети необходимо осуществлять *маршрутизацию*.

По такому принципу строятся крупные сети, охватывающие большие регионы.

МАСШТАБ СЕТИ

По размеру сети ПД можно классифицировать на две группы:

- локальные сети (ЛВС, LAN);
- региональные и глобальные сети (WAN).

Локальная сеть охватывает комнату, здание или комплекс зданий, скорость передачи от 10 Мбит/с до нескольких Гигабит/с, технология передачи - вещание, физическая среда передачи - витая пара, коаксиальный кабель или оптоволоконный кабель.

Топологии ЛВС:

- *шина* (все машины подключены к одному общему кабелю);
- *звезда* (имеется специальное центральное устройство – хаб, от которого идут лучи к каждой машине);
- *кольцо* (информация передается между станциями по кольцу с переприемом в каждой машине).

Региональные сети располагаются на территории города или области, глобальные – на территории государства или группы государств, технология передачи - точка – точка. Могут использоваться топологии типа звезда, кольцо, древовидная сеть, полносвязная сеть, нерегулярная.

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ (ВОС, OSI)

Открытая система - система, которая может взаимодействовать с любой другой, удовлетворяющей требованиям открытой системы.

Эталонная модель ВОС (OSI) сводит передачу информации в сети к 7 подзадачам, каждая из которых соответствует своему определенному уровню в модели.

- ПРИКЛАДНОЙ
- ПРЕДСТАВЛЕНИЯ
- СЕАНСОВЫЙ
- ТРАНСПОРТНЫЙ
- СЕТЕВОЙ
- КАНАЛЬНЫЙ
- ФИЗИЧЕСКИЙ

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ (ВОС, OSI)

Три нижних уровня модели (*физический – канальный - сетевой*) ориентированы на передачу информации и связаны с технической реализацией сети и используемым коммутационным оборудованием.

Верхние уровни (*сеансовый – представления - прикладной*) ориентированы на приложения и занимаются обработкой информации.

Транспортный уровень занимает промежуточное положение. Он как бы скрывает детали функционирования нижних уровней от верхних. Это позволяет разрабатывать приложения, не зависящие от средств транспортировки сообщений.

Проходящие через уровни данные имеют определенный формат, содержащий как правило заголовок и информационную часть.

ПРОТОКОЛЫ И ИНТЕРФЕЙСЫ

Протокол – это документ, определяющий процедуры и правила взаимодействия одноименных уровней.

Стек протоколов - это иерархически организованная совокупность протоколов в некоторой системе.

Интерфейс - это совокупность правил взаимодействия протоколов соседних уровней в одной системе и устройств на границе уровней.

Архитектура сети – это набор уровней и протоколов.

Сервис - набор услуг, которые нижележащий уровень предоставляет вышележащему.

Существует два основных типа сервиса:

- Сервис с установлением соединения предполагает, что перед обменом данными отправитель и получатель устанавливают соединение и выбирают протокол, который будут использовать.
- Сервис без предварительного установления соединения (датаграммный) предполагает, что отправитель просто передает сообщение, которое с большой вероятностью будет принято, но часто без всяких гарантий.

УРОВНИ МОДЕЛИ OSI

Прикладной уровень взаимодействует с прикладными программами пользователя и предоставляет им доступ в сеть.

На прикладном уровне:

- находятся сетевые приложения;
- выполняется синхронизация приложений на разных системах;
- происходит управление целостностью информации;
- определяется наличие ресурсов.

Единица данных, которой оперирует прикладной уровень, называется *сообщением*.

Представительный уровень выполняет ряд функций:

- преобразование данных между устройствами с различными форматами данных;
- шифрование и дешифрование данных;
- гарантирует, что информация, передаваемая прикладным уровнем одной системы, будет понятна прикладному уровню другой системы.

УРОВНИ МОДЕЛИ OSI

Сеансовый уровень выполняет следующие функции:

- управляет диалогом между устройствами;
- определяет, какая из сторон является активной в данный момент;
- предоставляет средства синхронизации.

Средства синхронизации позволяют организовывать контрольные точки в длинных передачах, чтобы в случае отказа можно было вернуться к последней контрольной точке, не начиная всю передачу данных сначала.

Транспортный уровень предназначен для:

- оптимизации передачи данных от отправителя получателю;
- обеспечения транспортировки блока данных, полученного от вышестоящего уровня, через конкретную сеть связи *с тем качеством обслуживания*, которое запросил сеансовый уровень;
- обнаружения и исправления ошибок передачи (предварительное установление соединения, вычисление контрольных сумм, циклическая нумерация пакетов, установление тайм-аутов доставки и т.д.)

Ошибка передачи - искажение, потеря и дублирование пакетов.

УРОВНИ МОДЕЛИ OSI

Сетевой уровень выполняет следующие задачи:

- отвечает за маршрут соединения;
- позволяет работать в произвольных сетевых топологиях;
- выполняет маршрутизацию сообщений.

Канальный уровень (или уровень звена данных):

- обеспечивает надежную передачу данных через физический канал;
- защищает от ошибок;
- управляет потоком данных;
- обеспечивает правильность передачи каждого кадра путем добавления к кадру его контрольной суммы.

Канальный уровень оперирует блоками данных, которые называются *кадрами* (frame). Кадры бывают информационные и служебные.

Физический уровень:

- определяет механические, электрические, функциональные и процедурные параметры;
- описывает процесс прохождения сигналов через среду передачи между сетевыми устройствами;
- решает вопросы: сколько контактов в сетевом разъеме, какие сигналы нужны для кодировки "1" и "0", чему равна скорость модуляции и др.

КАНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ В ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЯХ

В локальных сетях используется разделяемая среда, поэтому протокол канального уровня для локальных сетей имеет подуровень доступа к разделяемой среде. Канальный уровень LAN обеспечивает доставку кадра между любыми двумя узлами этой сети. Для доступа к среде в локальных сетях используются два метода:

- метод случайного доступа;
- метод маркерного доступа.

Метод случайного доступа основан на том, что любая станция сети пытается получить доступ к каналу передачи в необходимый для нее момент времени. Если канал занят, станция будет повторять попытки до его освобождения. Примером реализации является технология Ethernet.

Метод маркерного доступа применяется, например, в сетях Token Ring. Сеть имеет кольцевую топологию. Если канал свободен, по кольцу циркулирует служебный пакет, который называется маркер. Если станция готова начать передачу, она ожидает получения маркера.

Примерами протоколов канального уровня для локальных сетей являются Token Ring, Ethernet, Fast Ethernet, FDDI и др.

КАНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ В ГЛОБАЛЬНЫХ СЕТЯХ

В глобальных сетях канальный уровень обеспечивает обмен кадрами между двумя соседними машинами, соединенными линией связи. Этот участок называют *звеном данных*.

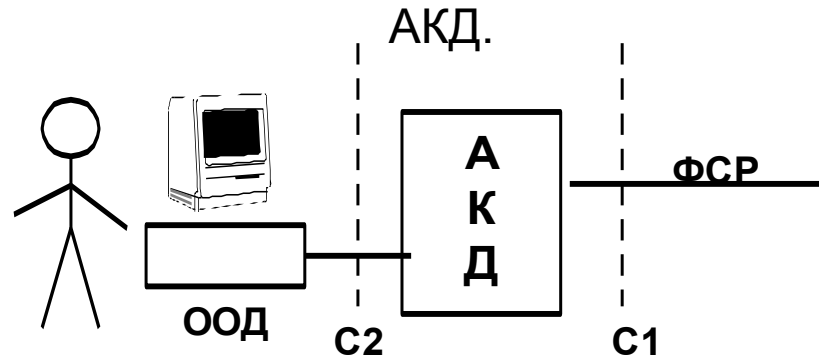
Протоколы не используют подуровень доступа к среде, но содержат процедуру управления потоком кадров. Из-за относительно высокой вероятности ошибок в битах в глобальных сетях используются методы передачи с предварительным установлением логического соединения, циклической нумерацией кадров и повторной передачей кадров при их искажении или потере.

К таким протоколам типа "точка —точка" относятся PPP, SLIP, LAP-B, LAP-D.

ФИЗИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ

Физический уровень связан с характеристиками имеющейся среды передачи и ориентирован на формирование сигналов, оптимальных для передачи по используемой линии.

Структура абонентского пункта (терминала), который включает ООД и



ФСР – физическая среда распространения (среда передачи);

ООД - оконечное оборудование данных;

АКД - аппаратура окончания канала данных.

В этом случае имеются два физических стыка или два интерфейса физического уровня: стык между ООД и АКД – С2 и стык между АКД и средой передачи – С1.

ФИЗИЧЕСКОЕ СТЫКИ С2 и С1

С2 обеспечивает взаимодействие между ООД и аппаратурой передачи, имеет небольшую протяженность и является многопроводным, то есть содержит несколько функциональных цепей. *Функциональные цепи* содержат цепи передачи, управления и синхронизации.

С1 выполняет согласование параметров сигналов с характеристиками имеющейся линии связи с целью передачи данных на большие расстояния. *Проводность* стыка С1 определяется средой передачи – двухпроводная или четырехпроводная.

СТЫК С2

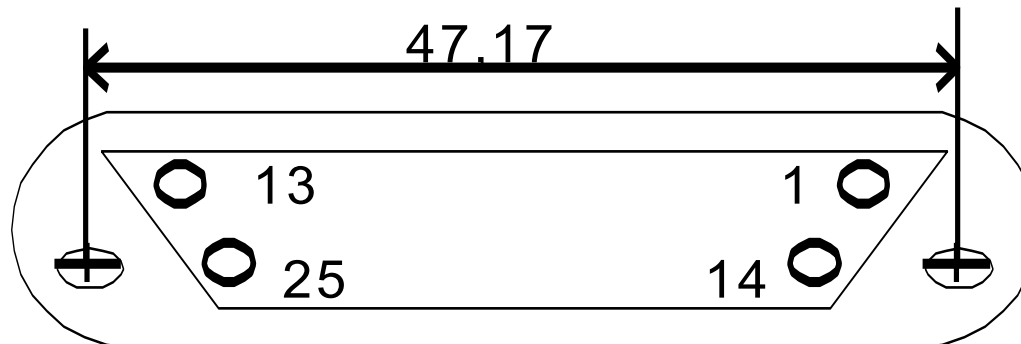
Для механического соединения ООД с АКД используется 25-ти контактный разъем, соответствующий международному стандарту ISO 2110, американский аналог этого стандарта называется RS-232с. Разъем предназначен для работы по аналоговой линии:

- допустимая скорость передачи до 128 Кбит/с;
- длина интерфейсного кабеля составляет максимум 15 м.

RS-232с использует несимметричные цепи. Электрические характеристики несимметричных цепей стыка отвечают рекомендации ITU-T V.28:

"0" – передается напряжением +3 В - +12 В

"1" – передается напряжением -3 В - -12 В



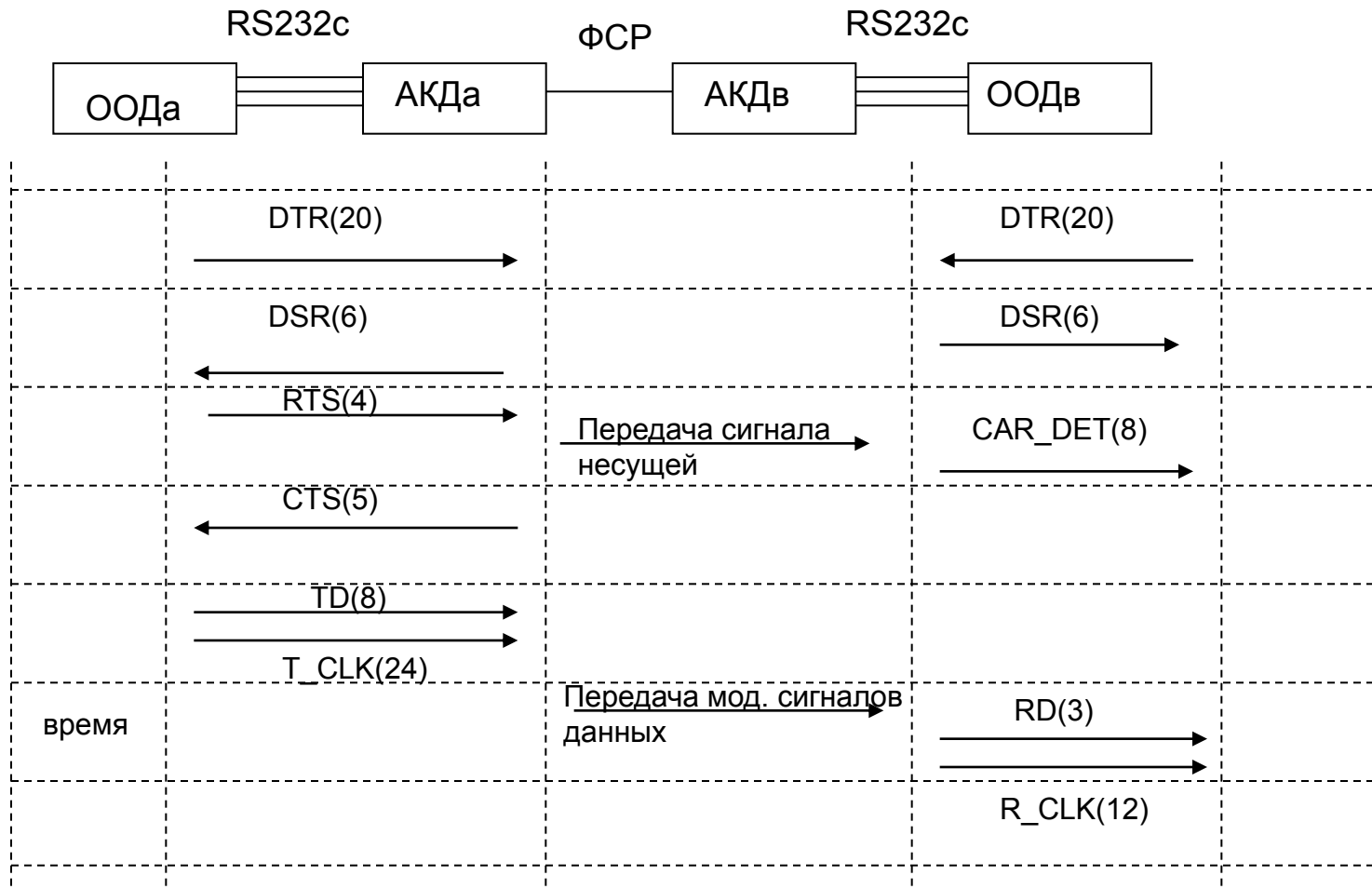
СТЫК С2

Цепи обмена ООД-АКД соответствуют функциональному интерфейсу, описанному в рекомендации ITU-T V.24. Основные сигналы интерфейса RS-232с перечислены в таблице ниже:

№ цепи по V.24	№ контакта разъема	Функции цепей
101	1	Защитное заземление (корпус)
102	7	Сигнальное заземление SG
103	2	Передача данных TD
104	3	Прием данных RD
105	4	Запрос на передачу RTS
106	5	Готовность к передаче CTS (clear to send)
107	6	Готовность АКД DSR (data set ready)
108.2	20	Готовность ООД DTR (data terminal ready)
109	8	Обнаружение несущей CAR_DET
113	24	Синхронизация элементов передаваемого сигнала T_CLK (синхронизация от ООД)
114	15	Синхронизация элементов передаваемого сигнала T_CLK (синхронизация от АКД)
115	17	Синхронизация элементов принимаемого сигнала R_CLC

СТЫК С2

Временная диаграмма обмена сигналами через интерфейс RS-232c при передаче данных между двумя терминалами.



СТЫК С2 (Временная диаграмма)

Временная диаграмма отражает случай передачи данных от ООДА к ООДВ.

Для подключения АКД к линии связи устройства ООД и АКД обмениваются сигналами DTR и DSR.

DTR - команда подключения АКД к линии в ждущем режиме;

DSR - ответ о готовности АКД.

Передача сигнала RTS (цепь 105) устанавливает АКД в режим передачи данных. Интервал времени между моментом выдачи ООДА сигнала запроса на передачу RTS и моментом приема из АКДА сигнала готовности к передаче CTS (цепь 106) отражает задержку времени на вхождение в режим синхронизации АКДА и АКДВ. На приемной стороне в ООДВ передается сигнал CAR_DET (цепь 109). Сигнал T_CLK, поступающий по цепи 113 от ООД, обеспечивает синхронизацию передаваемого сигнала. Этот сигнал передается с момента включения питания. Прием данных синхронизируется сигналом R_CLK по цепи 115. По окончании передачи ООДА снимает сигнал RTS (цепь 105 переводится в состояние "выключено"), в ответ АКДА отключает сигнал CTS.

ИНТЕРФЕЙСЫ ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ

На сетях ПД используются следующие интерфейсы физического уровня:

RS-530 используется в высокоскоростных сетях ПД:

- допустимая скорость передачи до 2 Мбит/с;
- разъем DB-37;
- симметричная схема цепей стыка "0" - +0,3 В и "1" - -0,3 В.

V.35 разработан для систем цифровой передачи:

- скорость передачи 64 Кбит/с по каналу с полосой 60-108 КГц (сейчас достигает 2 Мбит/с);
- используется разъем M-34.

X.21 используется в высокоскоростных цифровых сетях:

- допустимая скорость передачи до 2 Мбит/с;
- разъем DB-15;
- электрические характеристики соответствуют рекомендациям V.11/X.27.

G.703 описывает характеристики интерфейса для сигналов со скоростями 64Кбит/с (максимум 155 Мбит/с), используется в высокоскоростных глобальных транспортных сетях, которые связывают между собой локальные сети ПД.

СТЫК С1

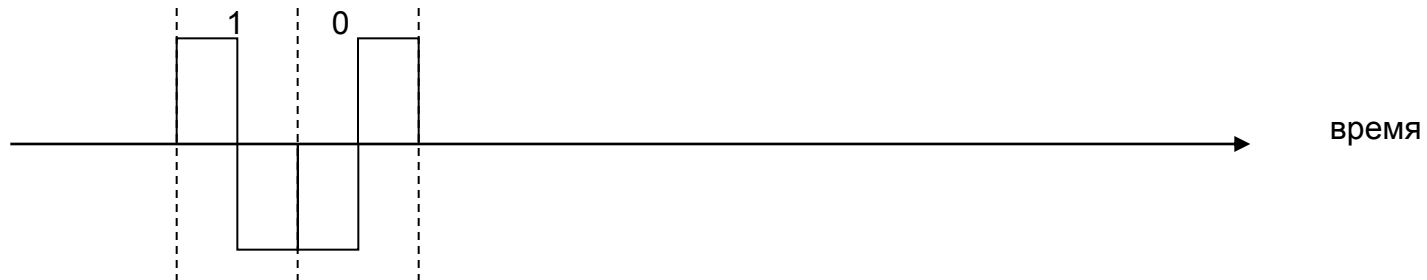
На стыке АКД – физическая линия рекомендуется использование следующих сигналов:

1. При скорости передачи $V \leq 10 \text{ Кбит/с}$ рекомендуется использование кода NRZ (без возврата к нулю).

Двоичные последовательности передаются в форме последовательностей двуполярных или однополярных импульсов. Например, "0" - $-U$, "1" - $+U$.

Используется для передачи на коротких линиях. Достоинством является простота формирования.

2. При скорости передачи $V \leq 100 \text{ Кбит/с}$ рекомендуется использование биимпульсного кода (манчестерский код). В этом случае сигнал состоит из двуполярных импульсов на каждом интервале t_0 .

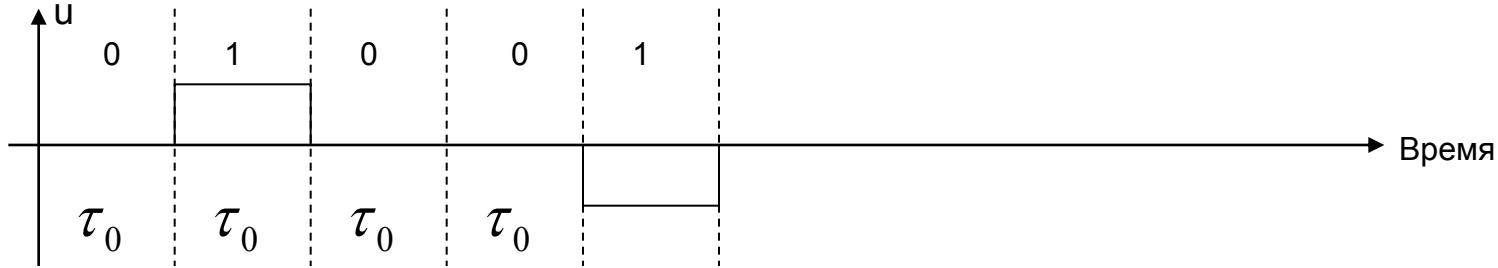


Спектр сигнала по сравнению с NRZ стал шире, т.к. длительность импульсов уменьшилась в два раза. Код широко используется в локальных сетях.

СТЫК С1

3. При скорости передачи $V \leq 1 \text{ Мбит/с}$ рекомендуется использование квазитроичного (биполярный, АМІ) кода (код с чередованием полярности).

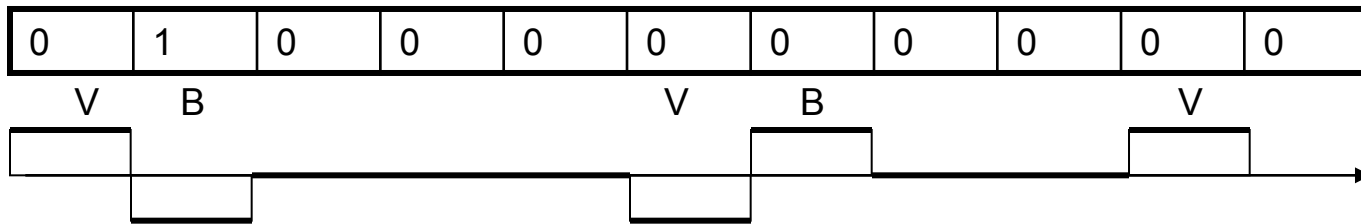
Символу "0" соответствует нулевое значение сигнала, а символу "1" – попеременно значения $-U$ и $+U$.



Код позволяет полностью устранить постоянную составляющую за счет изменения полярности следующих друг за другом единиц и, поэтому подходит для передачи данных по длинным физическим линиям. Максимум спектральной плотности сигнала располагается около частоты Найквиста.

СТЫК С1

Для гарантированного восстановления тактовой частоты в приемнике используется код высокой плотности КВП-3 (HDB-3). Символу "0" соответствует сигнал с нулевым значением до тех пор, пока число идущих подряд нулей не превышает 3. Следующие подряд четыре нуля заменяются комбинацией вида: 000V или B00V. Выбор замещающей комбинации производится так, чтобы число импульсов B между соседними V было нечетным.



Скремблирование (перемешивание): перед линейным кодированием передаваемая двоичная последовательность складывается по модулю 2 со скремблером – двоичной последовательностью выбранной структуры, например 1010101010....

На приеме после выделения тактовых импульсов происходит обратная операция - дескремблирование, то есть восстановление первоначальной двоичной последовательности.

МОДЕМЫ

Модем – это устройство, которое преобразовывает последовательность двоичных данных в один или несколько сигналов, а осуществляет обратное преобразование.

Модем осуществляет модуляцию несущего колебания $f(t) = A \cos(\omega_0 t + \varphi)$ передаваемым первичным сигналом данных. Несущий сигнал можно модулировать по амплитуде A , частоте ω или фазе φ или изменять несколько параметров одновременно.

Скорость передачи информации определяется числом двоичных символов, передаваемых за секунду. Если на единичном интервале кодируется n бит, то скорость передачи информации $V = nB$ бит/с, а число возможных состояний несущего сигнала (число линейных сигналов) равно 2^n .

ВИДЫ МОДУЛЯЦИИ

АМ

В течение каждого единичного интервала t_0 на выходе модема формируется один из двух сигналов:

"1" $\rightarrow A(\cos \omega_0 t + \varphi)$ "0" \rightarrow пассивная пауза

ЧМ

В течение каждого единичного интервала t_0 на выходе модема формируется один из двух сигналов:

"1" $\rightarrow A(\cos \omega_1 t + \varphi)$ "0" $\rightarrow A(\cos \omega_2 t + \varphi)$

$$\omega_1 = \omega_0 - \Delta F$$

$$\omega_2 = \omega_0 + \Delta F$$

ОФМ

Информация передается за счет сдвига фазы передаваемого сигнала.

Например, при передаче "1" изменения фазы не происходит, при передаче "0" фаза сигнала изменяется на 180° по отношению к предыдущему сигналу.

МНОГОПОЗИЦИОННЫЕ ВИДЫ МОДУЛЯЦИИ

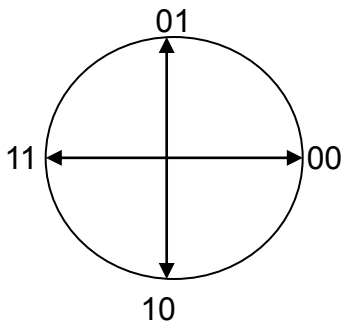
ДОФМ

Двойная относительная фазовая модуляция. При использовании ДОФМ каждые два передаваемых двоичных символа (дибит) кодируются одним линейным сигналом. Например,

Дибит	Фаза
00	0
01	90
10	270
11	180

Каждый сигнал изображается в виде вектора, исходящего из центра диаграммы и имеющего определенную амплитуду и фазу, или просто в виде точки, являющейся окончанием вектора.

Такая диаграмма сигналов выбирается из соображений минимизации ошибки. Диаграмма сигналов на фазовой плоскости имеет вид

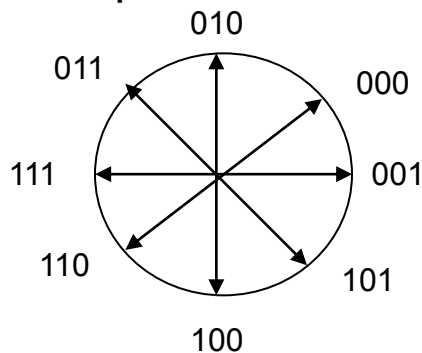


МНОГОПОЗИЦИОННЫЕ ВИДЫ МОДУЛЯЦИИ

ТОФМ

Тройная относительная фазовая модуляция. Каждые три двоичных символа кодируются одним линейным сигналом, используется 8 сигналов с различными фазами. Фазовый сдвиг между соседними сигналами составляет минимум 45°. Эта величина является минимально допустимой с точки зрения обеспечения помехоустойчивого приема.

Диаграмма сигналов на фазовой плоскости имеет вид



МНОГОПОЗИЦИОННЫЕ ВИДЫ МОДУЛЯЦИИ

КАМ

Квадратурная амплитудная модуляция представляет собой амплитудно-фазовую модуляцию. Обеспечивает кодирование 4 двоичных символов одним линейным сигналом. Используются 8 значений фаз и 4 значения амплитуды. Кодирование производится в соответствии с двумя таблицами. Обозначим кодируемый квадбит $a_1 a_2 a_3 a_4$.

Двоичные символы			Изменени е фазы
a_2	a_3	a_4	
0	0	0	0
0	0	1	45
0	1	0	90
0	1	1	135
1	0	0	180
1	0	1	225
1	1	0	270
1	1	1	315

Абсолютная фаза	a_1	Относител ная амплитуда
0, 90, 180, 270	0	3
	1	5
45, 135, 225, 315	0	$\sqrt{2}$
	1	$3\sqrt{2}$

КЛАССИФИКАЦИЯ МОДЕМОВ

- по типу используемой линии:
 - коммутируемые;
 - выделенные;
- по методу синхронизации данных:
 - синхронные;
 - асинхронные;
- по режиму работы:
 - полудуплексные;
 - дуплексные;
 - симплексные;
- по виду модуляции:
 - АМ;
 - ЧМ;
 - ФМ;
 - комбинированные;
- по скорости передачи;
- по конструктивному исполнению:
 - внешние;
 - внутренние;
 - встроенные.

РЕЖИМЫ РАБОТЫ МОДЕМА

При организации передачи данных возможна работа в одном из трех режимов:

- Симплекс (передача в одном направлении). Одна сторона всегда передает данные, другая только принимает. Этот режим обычно используется для систем сбора данных;
- Полудуплекс (поочередная передача в двух направлениях);
- Дуплекс (одновременная двухсторонняя передача).

АБОНЕНТСКАЯ ЛИНИЯ ISDN (ЦСИС, ЦСИО)

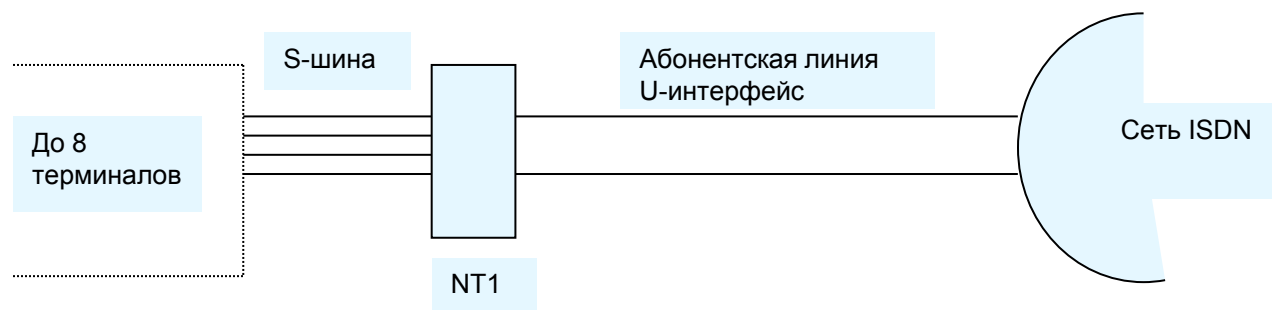
Цель ISDN: предоставление пользователям быстрого и надежного доступа к ресурсам глобальных сетей передачи данных с одновременным поддержанием высококачественной телефонной связи.

Основным компонентом линии ISDN является В-канал с пропускной способностью 64 Кбит/с. По каналу можно передавать данные или оцифрованные аудио- или видео сообщения. В качестве канала служебной информации при установлении соединения и разъединении используется D-канал. Его пропускная способность обычно составляет 16 Кбит/с.

В ISDN предусмотрены два стандартных интерфейса доступа:

- базовый доступ (БД, BRI) представляет собой логическое объединение двух В-каналов и одного D-канала (2В+D);
- первичный доступ (ПД, PRI) представляет собой доведенный до абонента цифровой поток (30В+D), причем канал D имеет пропускную способность 64 Кбит/с.

СТРУКТУРА БАЗОВОГО ДОСТУПА



NT1 – сетевое окончание типа 1.

U-интерфейс - точка подключения линии к сетевому окончанию.

Сетевое окончание NT соединяет абонентскую линию с аппаратурой пользователя (ООД, ТфА и пр.) через 4-проводную S-шину.

Передача данных по S-шине осуществляется со скоростью 192 Кбит/с (2B=128 Кбит/с, D=16 Кбит/с, остальные биты используются для целей синхронизации, активации S-интерфейса и т.д.) кодом AMI.

Скорость передачи в абонентской линии составляет 160 Кбит/с. Для линейного кодирования в интерфейсе U наиболее часто используются коды 2B1Q и 4B3T. Код 4B3T представляет каждые 4 передаваемых двоичных символа тремя элементами трехуровневого сигнала (0, +1, -1). Обеспечивает передачу сигнала BRI со скоростью 120 Кбод.

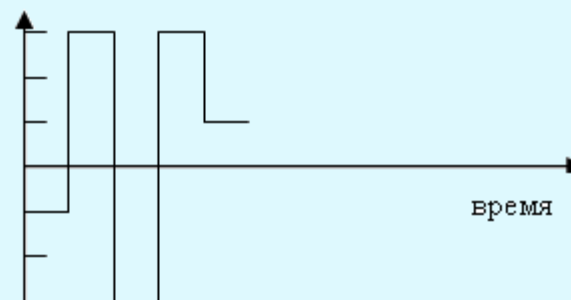
СТРУКТУРА БАЗОВОГО ДОСТУПА

Код 2B1Q выполняет 4-уровневое кодирование сигнала (-3, -1, +1, +3), в результате чего сигнал BRI (160 Кбит/с) передается со скоростью модуляции 80 Кбод, что значительно уменьшает необходимую полосу передачи.

Положительная полярность линейного сигнала означает, что первый бит равен 1, а отрицательная – что он равен 0. Второй бит 1 указывает на низкий уровень напряжения, 0 – высокий уровень напряжения сигнала.

Дибит		Линейный сигнал
Знак	Амплитуда	
0	0	-3 (-2,5 В)
0	1	-1 (-0,833 В)
1	0	+3 (+2,5 В)
1	1	+1 (+0,833 В)

01 10 00 10 11.....



ТЕХНОЛОГИЯ xDSL

Цифровая абонентская линия DSL позволяет использовать существующие абонентские линии и получать пропускную способность до 8 Мбит/с, предлагается для доступа в Интернет.

HDSL – высокоскоростная цифровая абонентская линия, скорость передачи до 2 Мбит/с, дуплексный режим.

ADSL – асимметричная цифровая абонентская линия, при длине линии до 3,5 км скорость передачи из сети абоненту составляет до 8 Мбит/с, а в обратную сторону до 640 Кбит/с.

Основные способы модуляции:

- амплитудно-фазовая модуляция без высокочастотной несущей CAP (несущая подавляется до передачи и восстанавливается на стороне получателя);
- дискретный мультитон DMT. В соответствии с принципами дискретного мультитона входящие данные разделяются на множество подканалов, которые организуются в полосе частот до 1 МГц. В каждом подканале используется КАМ с кратностью 4, 12. Кратность модуляции зависит от соотношения сигнал/шум в данном подканале.

КАНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

Канальный уровень может создаваться для трех типов сервиса:

- сервис без уведомления и без соединения;
- сервис с уведомлением и без соединения;
- сервис с уведомлением и с соединением.

Сервис без уведомления и без соединения используется в сетях, где физический уровень обеспечивает очень высокую надежность при передаче (локальные сети), также при передаче данных в реальном времени, там где лучше потерять часть данных, чем увеличить задержку в их доставке (передача речи). При таком классе сервиса кадр, искаженный из-за помех на физическом уровне, будет стерт, и канальный уровень не будет его восстанавливать.

Сервис с уведомлением и без соединения предполагает, что получение каждого посланного кадра должно быть подтверждено. Если подтверждение не пришло в течение определенного времени, кадр будет передан снова.

КАНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

Сервис с уведомлением и с соединением предполагает, что для передачи кадров между двумя машинами устанавливается канальное соединение. Каждый передаваемый кадр нумеруется, и канальный уровень гарантирует, что он будет обязательно получен, выдан получателю только один раз. Счетчики числа кадров отслеживают, какие кадры были приняты, а какие нет. Между отправителем и получателем устанавливается обратная связь.

Обратная связь используется для передачи кадров уведомлений (подтверждения). Передача каждого кадра должна быть подтверждена, и время ожидания подтверждения ограничивается. Когда передается очередной информационный кадр, одновременно устанавливается таймер на определенное время. Этого времени должно хватить, чтобы получатель получил кадр, а отправитель получил подтверждение. Если по истечении времени, установленного на таймере, подтверждение не будет получено, кадр считается утерянным и будет повторен. После передачи кадров на последнем этапе соединение разрывается, то есть все зарезервированные для этого соединения ресурсы освобождаются.

РАЗБИЕНИЕ ПОТОКА БИТ НА КАДРЫ

Существуют три основных способа обозначения границ кадра:

- *вставка специальных стартовых и конечных символов.* Используется в байт-ориентированных процедурах управления каналом. Обычно используют последовательность DLE STX (Data Link Escape Start Text) – для обозначения начала кадра, и DLE ETX (Data Link Escape End Text) – для обозначения конца кадра. Этот способ жестко связывает размер кадра с размером байта и кодировкой в коде ASCII. Почти не применяется.
- *специальная кодировка бит на физическом уровне.* Например, при биимпульсном кодировании "1" кодируется, как переход высокое напряжение -- низкое напряжение, а "0" как низкое напряжение -- высокое напряжение. Сочетания низкое-низкое и высокое-высокое не используют для передачи данных, но используют для обозначения границ кадра. Применяется в стандартах для локальных сетей.
- *использование специального флага.* Каждый кадр начинается и заканчивается специальным байтом вида 01111110 . Этот прием позволяет использовать любое число бит на символ и любую кодировку. Однако, флаговая последовательность может встретиться внутри кадра. Для предотвращения этого используется процедура бит-стаффинга.

ПРОЦЕДУРА LAPB

Процедура LAPB – это сбалансированная процедура доступа к каналу передачи данных, которая используется на канальном уровне в глобальных сетях стандарта X.25.

LAPB является версией процедуры HDLC (High Level Data Link Control) – процедура управления звеном данных высокого уровня. LAPB поддерживает сервис с установлением соединения и уведомлением. Структура кадра LAPB имеет следующий вид:

Флаг	Поле адреса	Поле управления	Поле данных	Проверочное поле	Флаг
------	-------------	-----------------	-------------	------------------	------

Промежутки времени между кадрами заполняются флагами:
011111100111111001111110....или 0111111011111101111110....

Разработчики и редакции стандарта RS-232

Обозначение стандарта:

RS-232(Recommended Standard 232).*Рекомендованный стандарт 232.*

Название:

Interface Between Data Terminal Equipment and Data Circuit-Terminating Equipment Employing Serial Binary Data Interchange.

Интерфейс между терминалом данных и передающим оборудованием линии связи, применяющий последовательный обмен двоичными данными.

Разработчики:

Electronics Industries Association (EIA). до 1997 года. *Ассоциация промышленной электроники.*

Electronics Industries Alliance (EIA).. после 1997 года. *Альянс отраслей промышленной электроники.*

Telecommunications Industry Association (TIA). совместно EIA с 1988 года. *Ассоциация телекоммуникационной промышленности.*

Выпуски стандарта:

RS-232A (Recommended Standard 232 Edition: A) год выпуска 1962.

RS-232B (Recommended Standard 232 Edition: B) год выпуска .

RS-232C (Recommended Standard 232 Edition: C) год выпуска 1969.

EIA 232-D (RS-232D - не официально) год выпуска 1986.

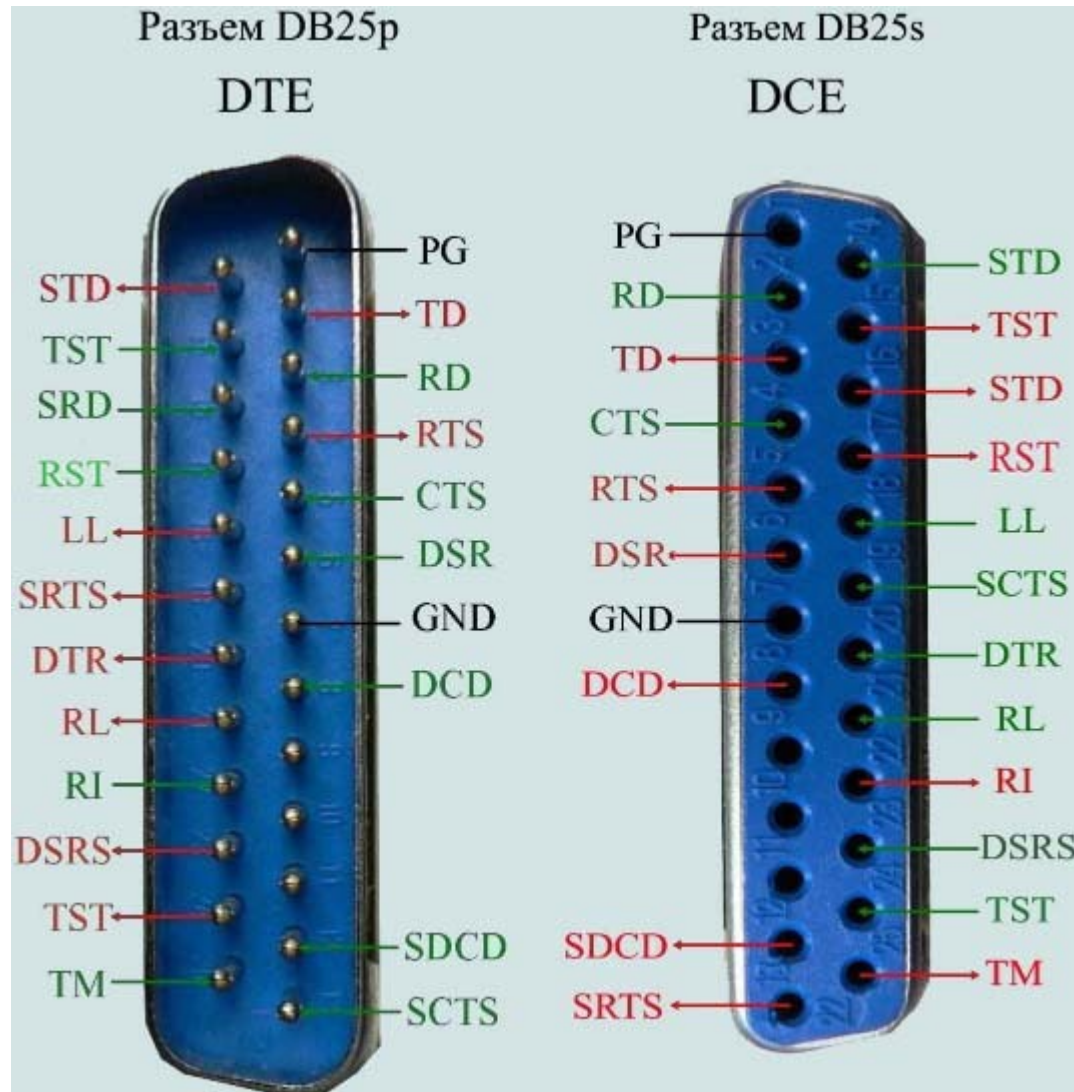
TIA/EIA 232-E (RS-232E - не официально) год выпуска 1991.

TIA/EIA 232-F (RS-232F - не официально) год выпуска 1997.

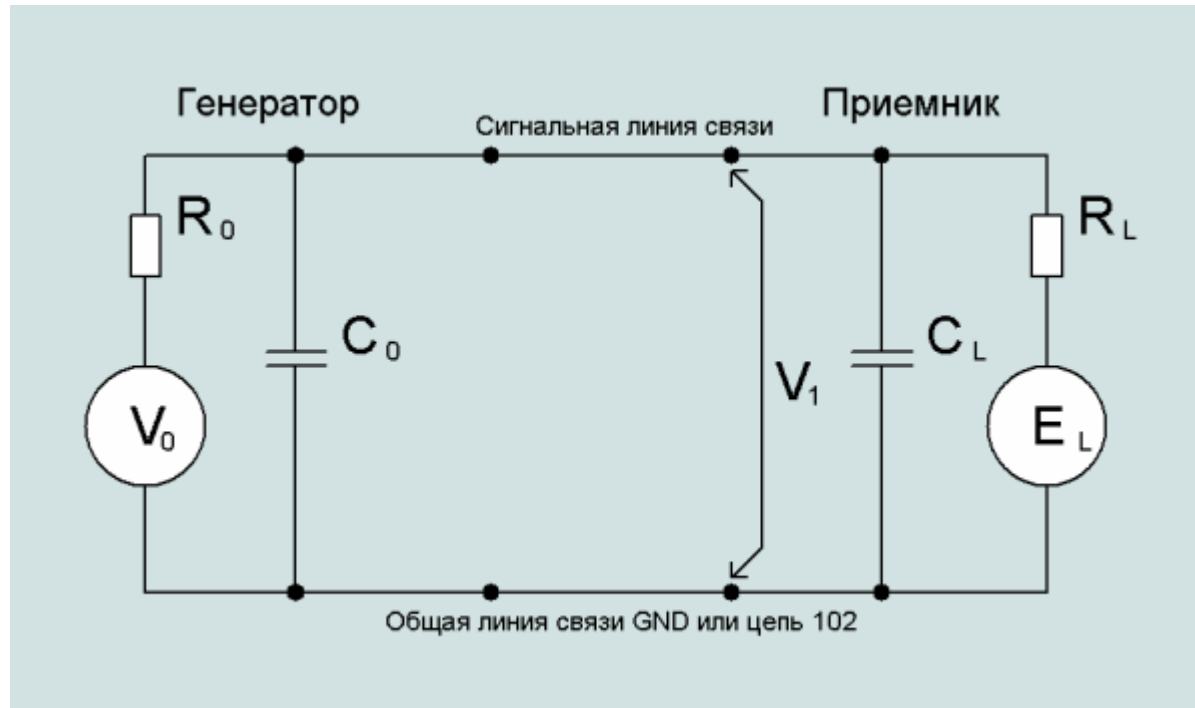
Международные и национальные стандарты, основанные на RS-232

- **ITU-T v.24** (2000г. действующий)
Издатель: TELECOMMUNICATION STANDARDIZATION SECTOR OF ITU
Название: LIST OF DEFINITIONS FOR INTERCHANGE CIRCUITS BETWEEN DATA TERMINAL EQUIPMENT (DTE) AND DATA CIRCUIT-TERMINATING EQUIPMENT (DCE)
Старые редакции:
ITU-T v.24 (1996г. не действующий)
ITU-T v.24 (1993г. не действующий)
CCIT v.24 (1988г. не действующий)
- **ITU-T v.28** (1993г. действующий)
Издатель: TELECOMMUNICATION STANDARDIZATION SECTOR OF ITU
Название: ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR UNBALANCED DOUBLE-CURRENT INTERCHANGE CIRCUITS.
Старые редакции:
CCIT v.28 (1988г. не действующий)
- **ГОСТ 23675-79** (1979г.)
Издатель: СССР. Государственный комитет по стандартам.
Название: Цепи стыка С2 системы передачи данных.
- **ГОСТ 18145-81** (1981г.)
Издатель: СССР. Государственный комитет по стандартам.
Название: Цепи на стыке С2 аппаратуры передачи данных с оконечным оборудованием при последовательном вводе-выводе данных.
- **ГОСТ Р 50668-94** (1994г.)
Издатель: НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РФ
Название: Цепи стыка С2 системы передачи данных.

Разъем для интерфейса стандарта RS-232



Эквивалентная электрическая схема RS-232C



- V_0 - напряжение генератора при разомкнутой схеме
- R_0 - общее сопротивление генератора
- C_0 - общая ёмкость генератора
- V_1 - напряжение между сигнальной линией и общим проводом в месте стыка.
- C_L - общая ёмкость приёмника
- R_L - общее сопротивление приёмника
- E_L - ЭДС приёмника при разомкнутой схеме

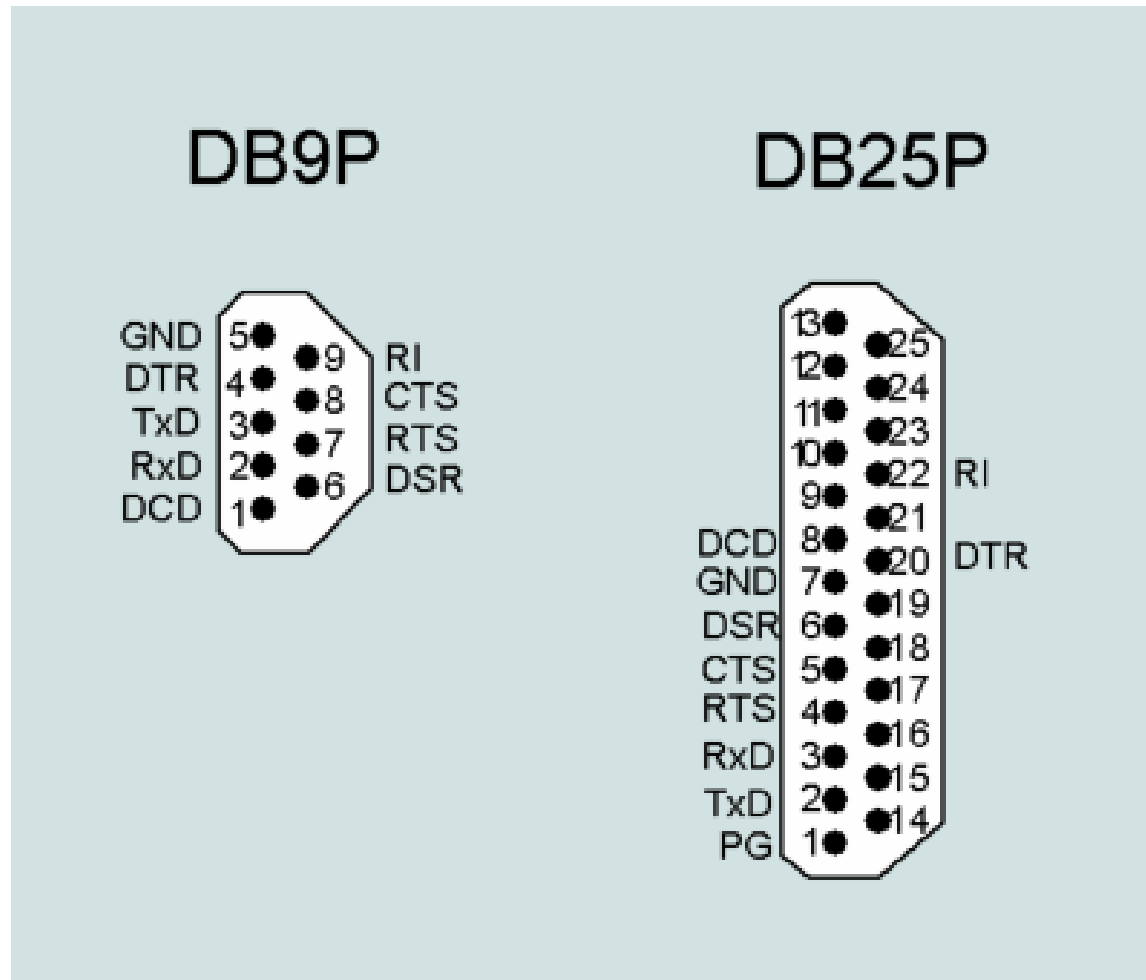
Основные свойства COM портов персонального компьютера

- **Полнодуплексный обмен данными**
- **Набор сервисных сигналов**
- **Программная независимость**
- **Асинхронная передача данных по каналу связи**

Технические характеристики COM портов

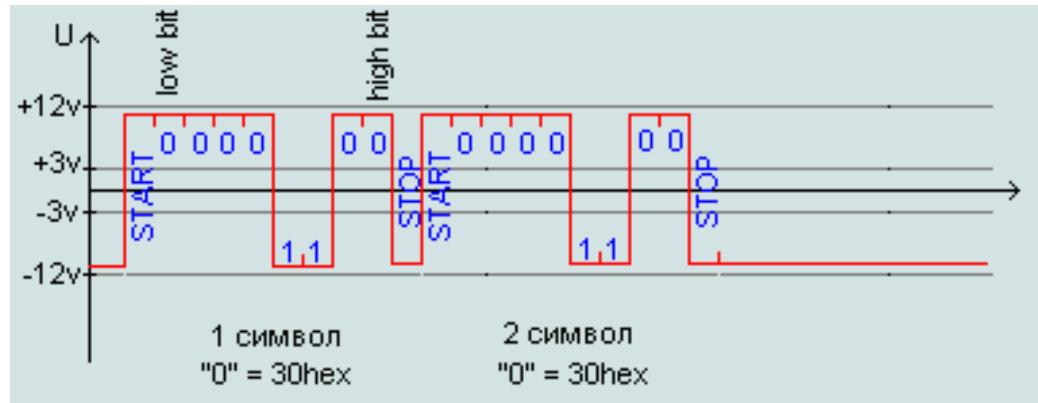
- Тип разъема: DE9p(DB9P) или DB25P male (папа), ответная часть DE9s(DB9s) или DB25s femini (мама)
- Аппаратная реализация: микросхемы UART intel8250/16450/16550
- Уровень сигнала для TxD, RxD: 1 = -3...-12 в; 0=+3...+12 в (сигналы инвертированы)
- Уровень сигналов RTS, DTR, CTS, DSR, DCD, RI: 1 (True)=+3...+12в ; 0 (False)= -3...-12в
- Зона нечувствительности: -3...+3 в
- Количество портов IBM XT: четыре COM1, COM2, COM3, COM4
- Адреса в пространстве ввода/вывода: COM1=3F8h, COM2=2F8h, COM3=3E8h, COM4=2E8h
- Аппаратные прерывания: COM1,COM3= IRQ4(IQ11) COM2,COM4= IRQ3(IQ10)
- Функции BIOS: 14h (инициализация, запись, чтение, опрос состояния, настройка)
- Скорость бит/сек: 110, 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600, 115200
- Количество бит данных в переданном символе: 4,5,6,7,8
- Длина стопового бита: 1, 1.5, 2
- Режимы контрольного бита(Parity): N(None), E(Even), M(Mark), O(Odd), S(Space)
- Режимы синхронизации обмена (Handshaking): 0-None, 1-XOnXoff, 2-RTS, 3-RTSXOnXoff
- Канал передачи данных (инверсный) : TxD (3)-GND(5)
- Канал приёма данных (инверсный): RxD(2)-GND(5)
- Выходные сервисные сигналы: RTS(7)-GND(5); DTR(6)-GND(5)
- Входные сервисные сигналы: CTS(8)-GND(5); DSR(6)-GND(5); DCD(1)-GND(5); RI(9)-GND(5)
- Расстояния связи: стандартное - 25ft(7.62м), максимальное (определено многими факторами)

Назначение сигналов COM порта по стандарту RS-232C

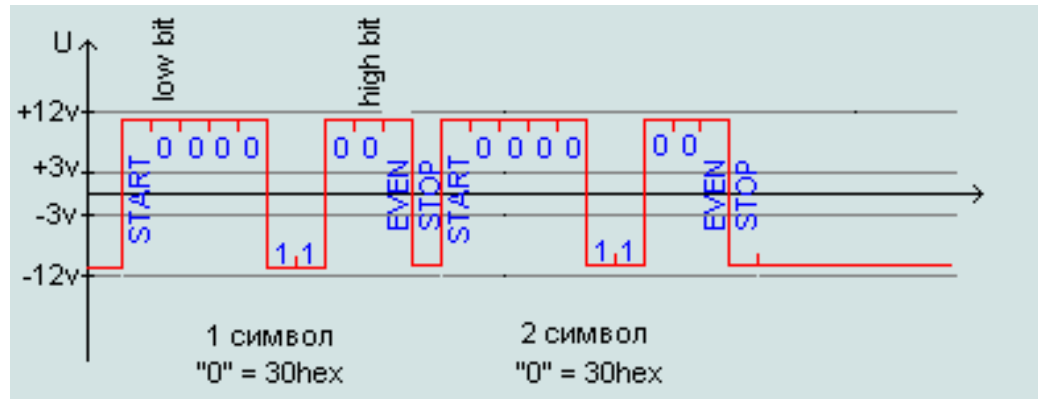


Передача данных

- передача символов "0"
"0" без паритета, с
одним стоповым битом

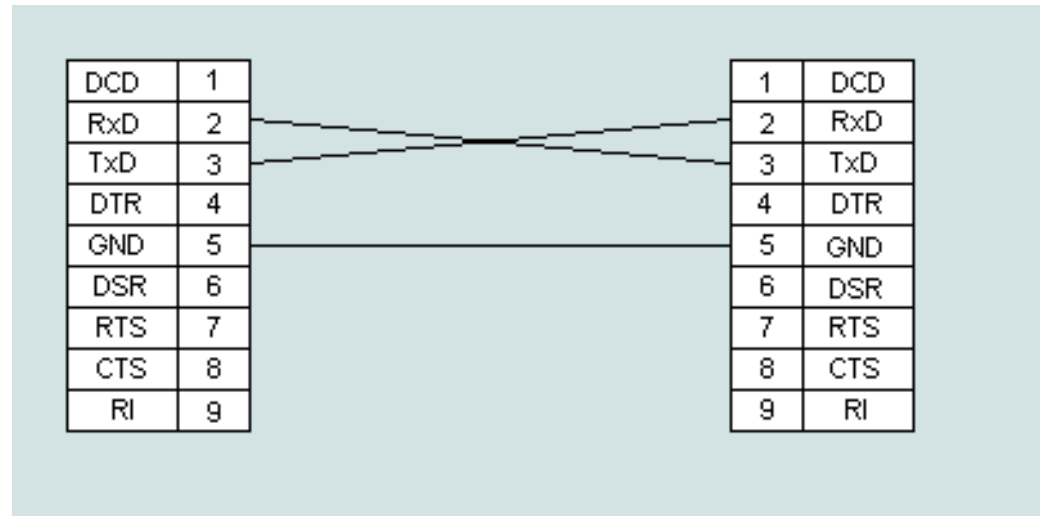


- передача символов "0"
"0" с проверкой на
четность (EVEN), с
одним стоповым битом

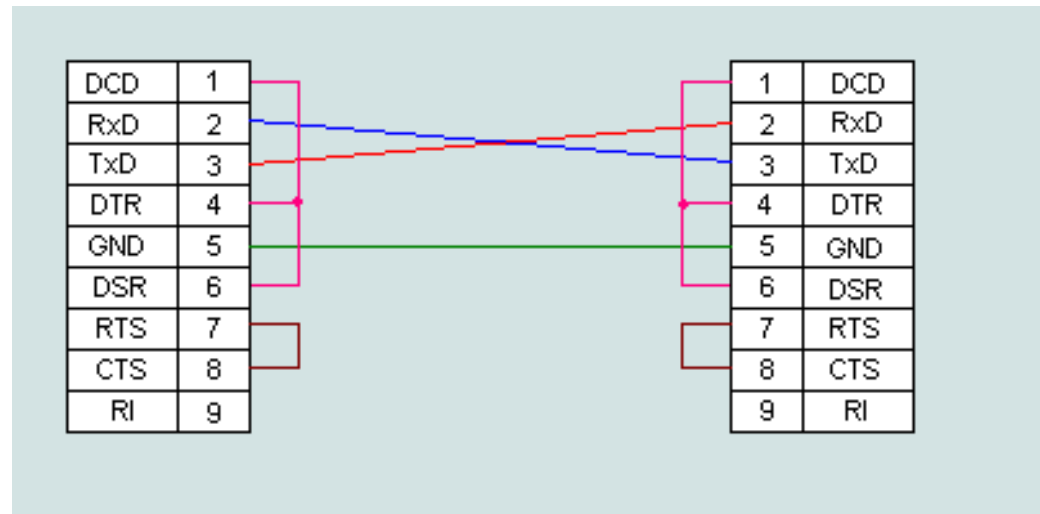


Соединительные кабели

- Нуль-модемный кабель для Handshaking = 0 (None)

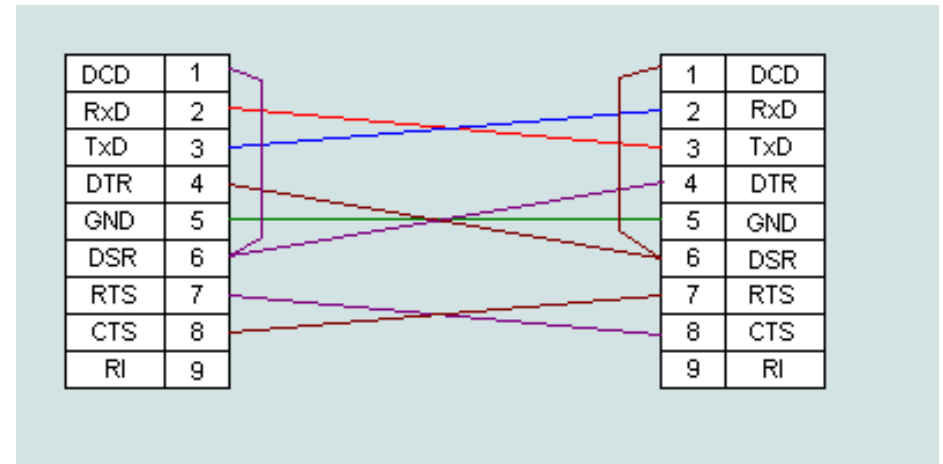


- Нуль-модемный кабель для любых режимов Handshaking



Соединительные кабели

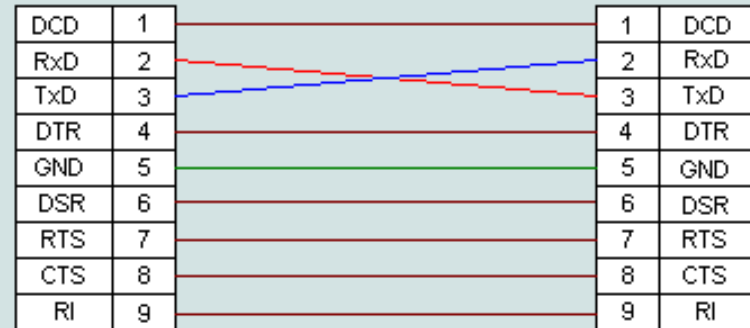
- Нуль-модемный кабель для аппаратного режима синхронизации Handshaking=2



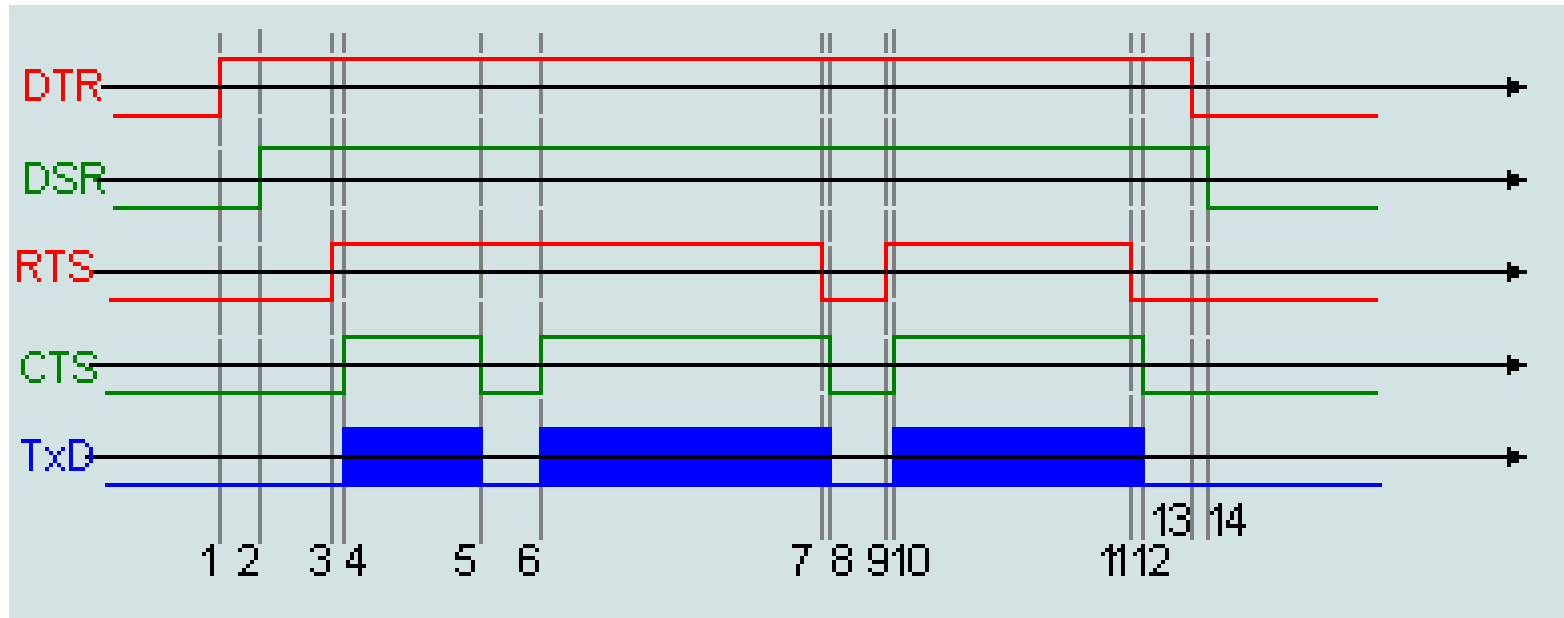
- Типичный модемный кабель



Или

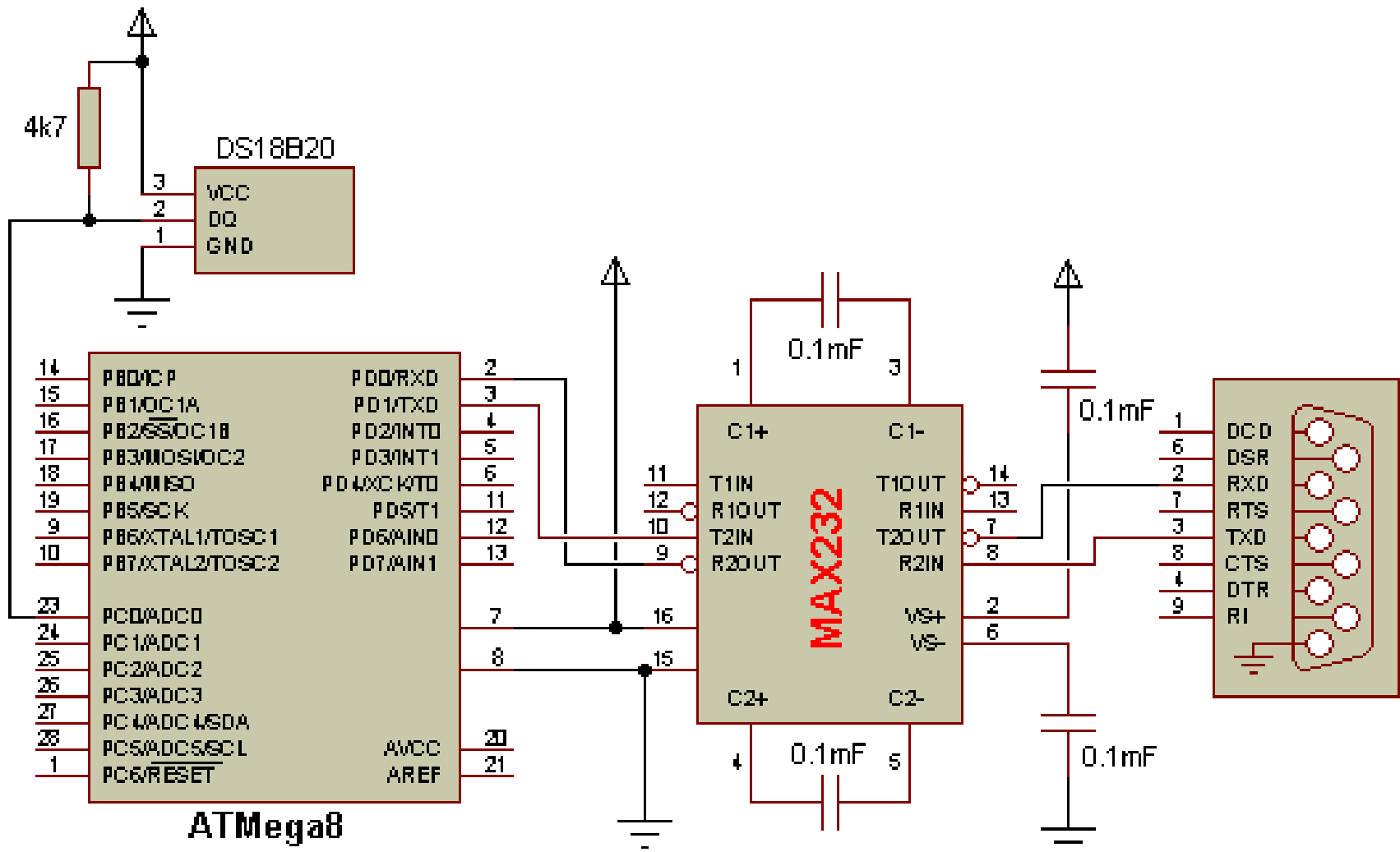


Организация обмена при аппаратной синхронизации



- DTR - (Data Terminal Ready) Готовность терминала данных
- DSR - (Data Set Ready) Установка данных готова.
- RTS - (Request To Send) Запрос на передачу
- CTS - (Clear To Send) Очищен для передачи.
- TxD - (Transmitted Data) Передача данных.

Пример соединения микроконтроллера с ПК по RS-232



RS-485 - стандарт передачи данных по последовательному симметричному каналу.

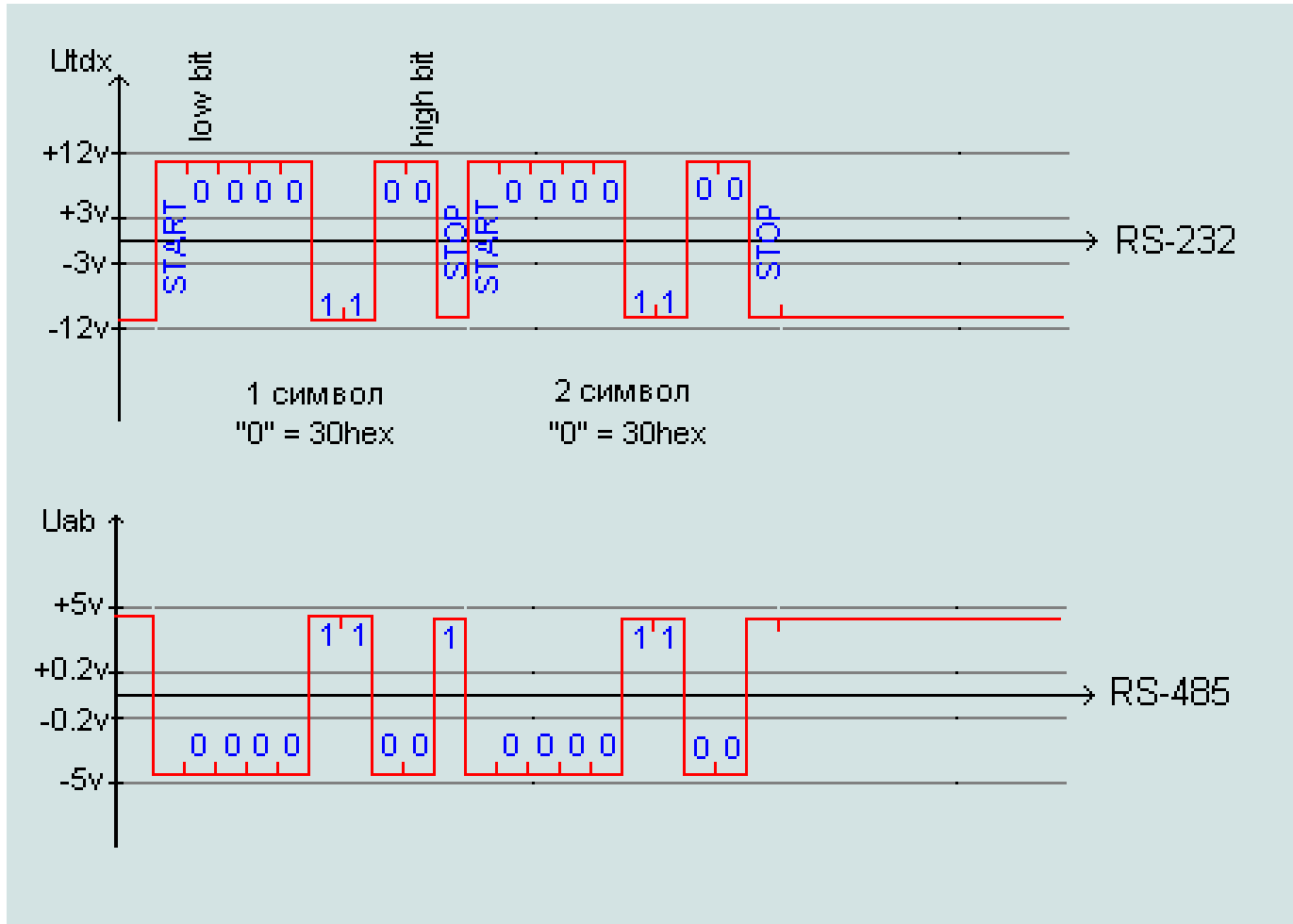
Свойства стандарта RS-485

- **Двунаправленная полудуплексная передача данных.**
- **Симметричный канал связи.**
- **Дифференциальный (балансный способ передачи данных).**
- **Многоточечность.**
- **Низкоимпедансный выход передатчика.**
- **Зона нечувствительности.**

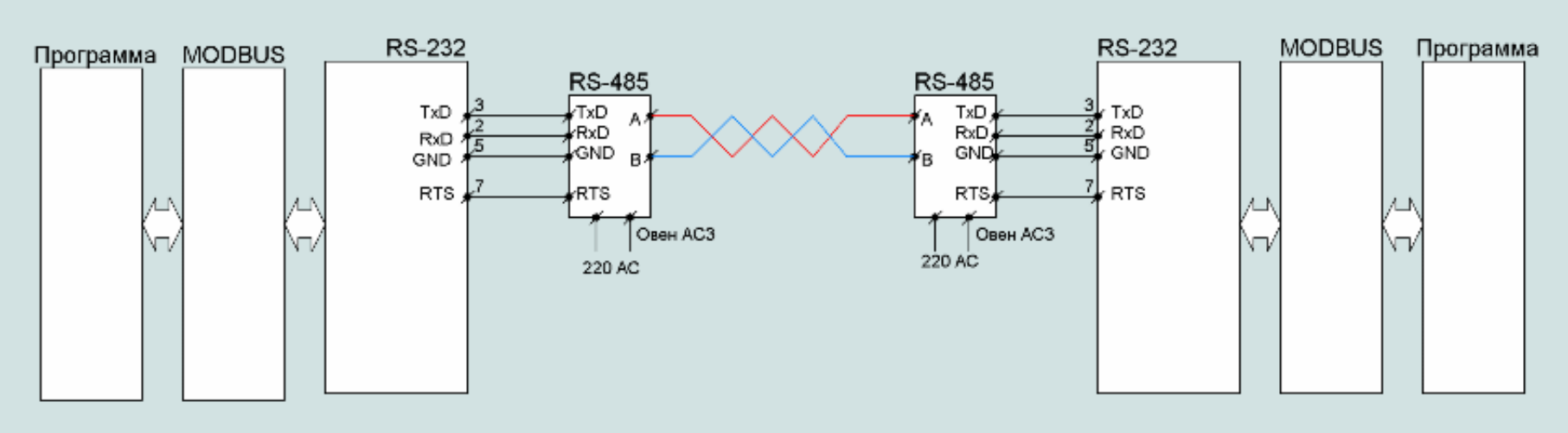
Технические характеристики RS-485

- Допустимое число приёмопередатчиков (драйверов) 32
- Максимальная длина линии связи 1200 м (4000ft)
- Максимальная скорость передачи 10 Мбит/с
- Минимальный выходной сигнал драйвера $\pm 1,5$ В
- Максимальный выходной сигнал драйвера ± 5 В
- Максимальный ток короткого замыкания драйвера 250 мА
- Выходное сопротивление драйвера 54 Ом
- Входное сопротивление драйвера 12 кОм
- Допустимое суммарное входное сопротивление 375 Ом
- Диапазон нечувствительности к сигналу ± 200 мВ
- Уровень логической единицы (U_{ab}) $> +200$ мВ
- Уровень логического нуля (U_{ab}) < -200 мВ

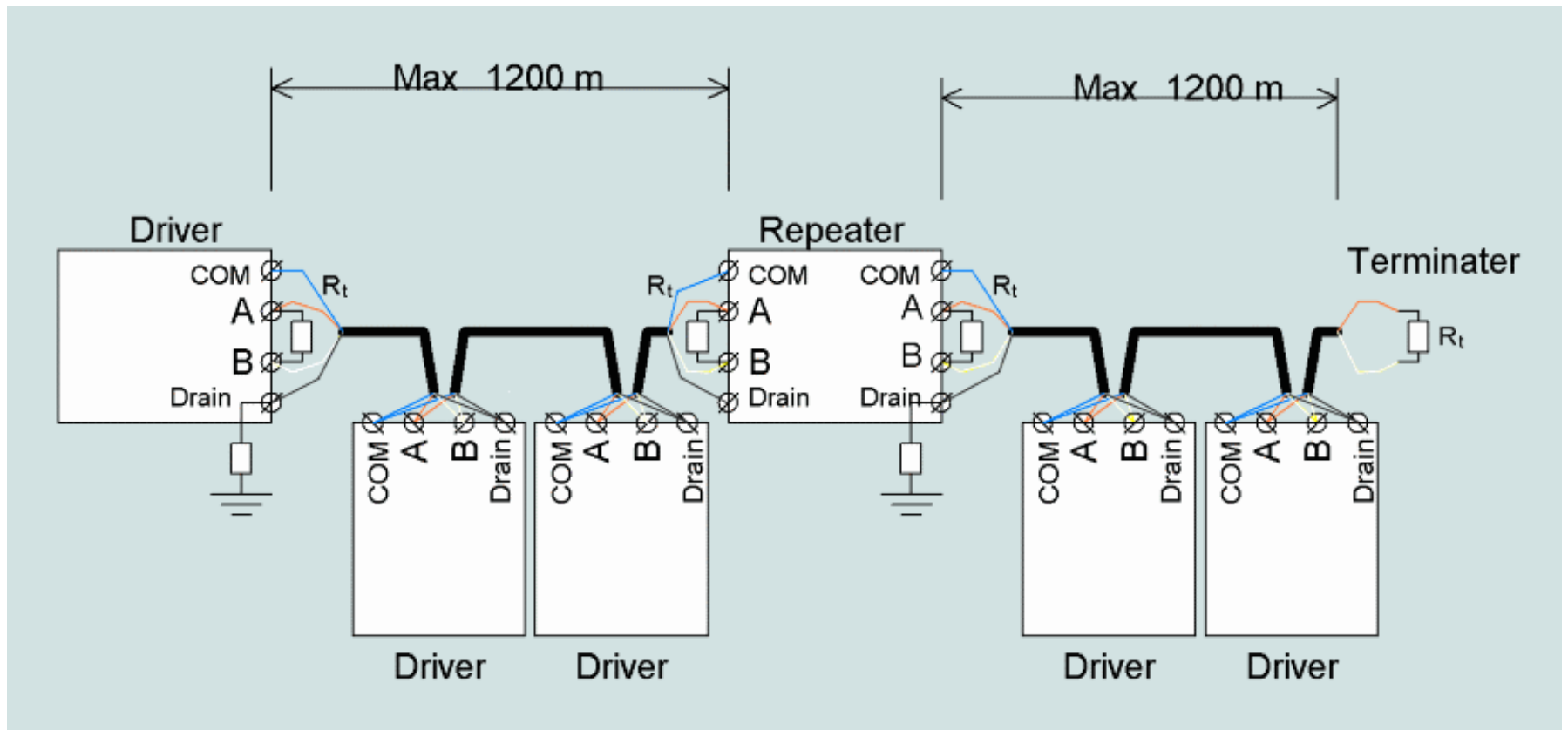
Форма сигналов RS-232 и RS-485 при передаче двух символов "0" и "0"



Обмен данными по стандарту RS-485



Топология сети RS-485



- **Достоинства стандарта RS-485:**
- Хорошая помехоустойчивость.
- Большая дальность связи.
- Однополярное питание +5 В.
- Простая реализация драйверов.
- Возможность широковещательной передачи.
- Многоточечность соединения.

- **Недостатки RS485**
- Большое потребление энергии.
- Отсутствие сервисных сигналов.
- Возможность возникновения коллизий.