Интерфейс RS-232c. Интерфейс FireWire. Интерфейс USB. Интерфейс SATA.

IEEE 1394 (Firewire)

**IEEE 1394** или **Firewire** - это последовательная высокоскоростная шина, предназначенная для обмена цифровой информацией между компьютером и другими электронными устройствами. Благодаря невысокой цене и большой скорости передачи данных эта шина становится новым стандартом шины ввода-вывода для персонального компьютера. Ее изменяемая архитектура и одноранговая топология делают Fireware идеальным вариантом для подключения жестких дисков и устройств обработки аудио- и видеоинформации. Эта шина также идеально подходит для работы мультимедийных приложений в реальном времени. В этом материале приведены некоторые общие сведения о стандарте IEEE 1394.

Зачем нужен новый интерфейс

Прежде всего, посмотрите на заднюю стенку своего компьютера. Там можно найти множество всяких разъемов: последовательный порт для модема, принтерный порт для принтера, разъемы для клавиатуры, мыши и монитора, SCSI-интерфейс, предназначенный для подключения внешних носителей информации и сканеров, разъемы для подключения аудио и MIDI устройств, а также для устройств захвата и работы с видеоизображениями. Это изобилие сбивает с толка пользователей и создает беспорядок из соединительных кабелей. Причем, нередко производители ноутбуков используют и другие типы коннекторов.

Новый интерфейс призван избавить пользователей от этой мешанины и к тому же имеет полностью цифровой интерфейс. Таким образом, данные с компакт-дисков и цифровых магнитофонов смогут передаваться без искажений, потому что в настоящее время эти данные сначала конвертируются в аналоговый сигнал, а затем обратно оцифровываются устройством-получателем сигнала. Кабельное телевидение, радиовещание и видео CD передают данные также в цифровом формате.

Цифровые устройства генерируют большие объемы данных, необходимые для передачи качественной мультимедиа-информации. Например:

**Высококачественное видео**  
*Цифровые данные = (30 frames / second) (640 x 480 pels) (24-bit color / pel) = 221 Mbps*

**Видео среднего качества**  
*Цифровые данные = (15 frames / second) (320 x 240 pels) (16-bit color / pel) = 18 Mbps*

**Высококачественное аудио**  
*Цифровые данные = (44,100 audio samples / sec) (16-bit audio samples) (2 audio channels for stereo) = 1.4 Mbps*

**Аудио среднего качества**  
*Цифровые данные = (11,050 audio samples / sec) (8-bit audio samples) (1 audio channel for monaural) = 0.1 Mbps*

*Обозначение Mbps - мегабит в секунду.*

Для решения всех этих проблем и высокоскоростной передачи данных была разработана шина IEEE 1394 (Firewire).

IEEE 1394 - высокоскоростная последовательная шина

Стандарт поддерживает пропускную способность шины на уровнях 100, 200 и 400 Мбит/с. В зависимости от возможностей подключенных устройств одна пара устройств может обмениваться сигналами на скорости 100 Мбит/с, в то время как другая на той же шине - на скорости 400 Мбит/с. В начале следующего года будут реализованы две новые скорости - 800 и 1600 Мбит/с, которые в настоящее время предлагаются как расширение стандарта. Такие высокие показатели пропускной способности последовательной шины практически исключают необходимость использования параллельных шин, основной задачей которых станет передача потоков данных, например несжатых видеосигналов, внутри компьютера.

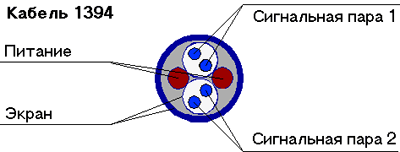
Таким образом, Firewire удовлетворяет всем вышеперечисленным требованиям, включая:

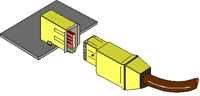
1. Цифровой интерфейс - позволяет передавать данные между цифровыми устройствами без потерь информации
2. Небольшой размер - тонкий кабель заменяет груду громоздких проводов
3. Простота в использовании - отсутствие терминаторов, идентификаторов устройств или предварительной установки
4. Горячее подключение - возможность переконфигурировать шину без выключения компьютера
5. Небольшая стоимость для конечных пользователей
6. Различная скорость передачи данных - 100, 200 и 400 Мбит/с
7. Гибкая топология - равноправие устройств, допускающее различные конфигурации
8. Высокая скорость - возможность обработки мультимедиа-сигнала в реальном времени
9. Открытая архитектура - отсутствие необходимости использования специального программного обеспечения

Благодаря этому шина IEEE 1394 может использоваться с:

1. Компьютерами
2. Аудио и видео мультимедийными устройствами
3. Принтерами и сканерами
4. Жесткими дисками, массивами RAID
5. Цифровыми видеокамерами и видеомагнитофонами

Простейшая система для видеоконференций, построенная на шине IEEE 1394, использующая два 15 fps аудио/видео канала загрузит всего третью часть 100Mbps интерфейса 1394. Но, в принципе, для этой задачи возможно и использование 400Mbps интерфейса.

 Шесть контактов FireWire подсоединены к двум проводам, идущим к источнику питания, и двум витым парам сигнальных проводов. Каждая витая пара и весь кабель в целом экранированы. Провода питания рассчитаны на ток до 1,5 А при напряжении от 8 до 40 В, поддерживают работу всей шины, даже когда некоторые устройства выключены. Они также делают ненужными кабели питания во многих устройствах. Не так давно инженеры Sony разработали еще более тонкий четырехпроводный кабель, в котором отсутствуют провода питания. (Они намерены добавить свою разработку к стандарту.) Этот так называемый AV-разъем будет связывать небольшие устройства, как "листья" с "ветками" 1394.

Гнездо разъема имеет небольшие размеры. Ширина его составляет 1/10 ширины гнезда разъема SCSI, у него всего шесть контактов (у SCSI - 25 или 50 разъемов).   


К тому же кабель 1394 тонкий - приблизительно в три раза тоньше, чем кабель SCSI. Секрет тут прост - ведь это последовательная шина. Все данные посылаются последовательно, а не параллельно по разным проводам, как это делает шина SCSI.

Топология

Стандарт 1394 определяет общую структуру шины, а также протокол передачи данных и разделения носителя. Древообразная структура шины всегда имеет "корневое" устройство, от которого происходит ветвление к логическим "узлам", находящимся в других физических устройствах.

Корневое устройство отвечает за определен-ные функции управле-ния. Так, если это ПК, он может содержать мост между шинами 1394 и PCI и выпол-нять некоторые дополнительные функ-ции по управлению шиной. Корневое устр-ойство определяется во время инициализации и, будучи однажды выбранным, остается таковым на все время подключения к шине.

Сеть 1394 может включать до 63 узлов, каждый из которых имеет свой 6-разрядный физический идентификационный номер. Несколько сетей могут быть соединены между собой мостами. Максимальное количество соединенных шин в системе - 1023. При этом каждая шина идентифицируется отдельным 10-разрядным номером. Таким образом, 16-разрядный адрес позволяет иметь до 64449 узлов в системе. Поскольку разрядность адресов устройств 64 бита, а 16 из них используются для спецификации узлов и сетей, остается 48 бит для адресного пространства, максимальный размер которого 256 Терабайт (256х10244 байт) для каждого узла.

Конструкция шины удивительно проста. Устройства могут подключаться к любому доступному порту (на каждом устройстве обычно 1 - 3 порта). Шина допускает "горячее" подключение - соединение или разъединение при включенном питании. Нет также необходимости в каких-либо адресных переключателях, поскольку отсутствуют электронные адреса. Каждый раз, когда узел добавляется или изымается из сети, топология шины автоматически переконфигурируется в соответствии с шинным протоколом.

Однако есть несколько ограничений. Между любыми двумя узлами может существовать не больше 16 сетевых сегментов, а в результате соединения устройств не должны образовываться петли. К тому же для поддержки качества сигналов длина стандартного кабеля, соединяющего два узла, не должна превышать 4,5 м.

Протокол

Интерфейс позволяет осуществлять два типа передачи данных: синхронный и асинхронный. При асинхронном методе получатель подтверждает получение данных, а синхронная передача гарантирует доставку данных в необходимом объеме, что особенно важно для мультимедийных приложений.

Протокол IEEE 1394 реализует три нижних уровня эталонной модели Международной организации по стандартизации OSI: физический, канальный и сетевой. Кроме того, существует "менеджер шины", которому доступны все три уровня. На физическом уровне обеспечивается электрическое и механическое соединение с коннектором, на других уровнях - соединение с прикладной программой.

На физическом уровне осуществляется передача и получение данных, выполняются арбитражные функции - для того чтобы все устройства, подключенные к шине Firewire, имели равные права доступа.

На канальном уровне обеспечивается надежная передача данных через физический канал, осуществляется обслуживание двух типов доставки пакетов - синхронного и асинхронного.

На сетевом уровне поддерживается асинхронный протокол записи, чтения и блокировки команд, обеспечивая передачу данных от отправителя к получателю и чтение полученных данных. Блокировка объединяет функции команд записи/чтения и производит маршрутизацию данных между отправителем и получателем в обоих направлениях.

"Менеджер шины" обеспечивает общее управление ее конфигурацией, выполняя следующие действия: оптимизацию арбитражной синхронизации, управление потреблением электрической энергии устройствами, подключенными к шине, назначение ведущего устройства в цикле, присвоение идентификатора синхронного канала и уведомление об ошибках.

Чтобы передать данные, устройство сначала запрашивает контроль над физическим уровнем. При асинхронной передаче в пакете, кроме данных, содержатся адреса отправителя и получателя. Если получатель принимает пакет, то подтверждение возвращается отправителю. Для улучшения производительности отправитель может осуществлять до 64 транзакций, не дожидаясь обработки. Если возвращено отрицательное подтверждение, то происходит повторная передача пакета.

В случае синхронной передачи отправитель просит предоставить синхронный канал, имеющий полосу частот, соответствующую его потребностям. Идентификатор синхронного канала передается вместе с данными пакета. Получатель проверяет идентификатор канала и принимает только те данные, которые имеют определенный идентификатор. Количество каналов и полоса частот для каждого зависят от приложения пользователя. Может быть организовано до 64 синхронных каналов.

Шина конфигурируется таким образом, чтобы передача кадра начиналась во время интервала синхронизации. В начале кадра располагается индикатор начала и далее последовательно во времени следуют синхронные каналы 1, 2… На рисунке изображен кадр с двумя синхронными каналами и одним асинхронным

Оставшееся время в кадре используется для асинхронной передачи. В случае установления для каждого синхронного канала окна в кадре шина гарантирует необходимую для передачи полосу частот и успешную доставку данных.

### Интерфейс USB

Интерфейс USB представляет собой внутренний последовательный интерфейс, использование которого позволяет через один контроллер подключить к системному интерфейсу большое количество ПУ.

Первые разработки данного интерфейса появились в 1996г. в виде версии 1.0. USB 1.0 обеспечивает обмен информации с низкой ( 1,5 мбит/с) или полной (12мб/c) скоростью.

В 2000г. появилась версия USB 2.0, полностью совместимая с USB 1.0, которая может вести обмен со скоростью до 480 мбит/c.

Физическая часть USB представлена в виде четырех линий – два экранированных cигнальных провода, провод для подачи питания 5В и провод «земля».

Информация по cигнальным проводам может передаваться дифференциальными или линейными сигналами.

Все процедуры взаимодействия с ПУ выполняются под управлением хост-компьютера (контроллера USB).

В интерфейсе USB различаются два вида компонент – «хаб» и «функция».  
В упрощенном понимании хаб - это мультиплексор, а функция – это источник или потребитель информации. «Функцию» можно рассматривать как ПУ, обеспечивающее ввод или вывод информации. Функция и хаб могут быть выполнены в единой конструкции.

Компоненты в USB организованы по топологии звезды, как это показано на ниже приведенном рисунке (Рис. 1.2‑19). Длина линий связи не должна превышать 5 метров, общее количество функций не должно быть больше 127, а максимальное удаление функции до хост-компьютера не должно превышать 25м.

Хост компьютер

Хаб

Хаб

Функция

Функция

Функция

Хаб

Функция

Функция

Функция

Хаб

Функция

Функция

Функция

Функция

Функция

Рис. 1.2‑19

Хаб имеет один восходящий и несколько нисходящих портов ввода-вывода. С помощью восходящего порта хаб подключается к хабу верхнего уровня. К нисходящим портам могут подключаться функции и один или несколько нисходящих хабов.

Хаб выполняет следующие функции:

* обеспечивает физическое подключение устройств;
* обеспечивает подачу питания на нисходящие порты, ограничивая потребляемый ими ток;
* уведомляет хост-компьютер о смене состояния подключенных к нему устройств;
* запрещает передачу информации от устройства, оказавшегося в неисправном состоянии;
* обеспечивает эффективное использования пропускной способности сегментов шины с различными предельными скоростями передачи информации.

Каждое устройство в USB логически представляется в виде набора независимых конечных точек с которыми хост-компьютер может обмениваться информацией. При подключении устройства осуществляется его автоматическое конфигурирование, в результате которого устройству приписывается уникальный номер, с помощью которого хост-компьютер в дальнейшем будет обращаться к нему. Обращение к каждой конечной точке выполняется с помощью номера этой точки. Конечная точка описывается следующими параметрами:

* требуемая частота доступа к шине;
* допустимое время ожидания обслуживания;
* требуемая полоса пропускания канала;
* процедура обработки обнаруженных ошибок;
* тип передачи;
* направление передачи.

Количество точек в устройстве может быть различным при обязательном присутствии точки с номером 0. Эта точка используется при конфигурировании устройства, для общего управления устройством и опросе состояния устройства. Максимальное количество конечных точек – пятнадцать для ввода и пятнадцать для вывода информации.

При конфигурировании для каждой точки создается канал, который характеризуется параметрами соответствующей конечной точки.

На ниже приведенном рисунке ()дается пример подключения объектов в USB.

Хост контролер USB 2.0

мышка

наушники

Видео

камера

принтер

Хаб 2.0

динамик

Хаб 1.1

сканер

клавиатура

микрофон

телефон

Рис. 1.2‑20

В одной структуре USB могут использоваться компоненты разных версий, что отражено на приведенной схеме. Однако в этом случае необходимо следить за тем, чтобы для каждого хаба нижестоящий хаб не должен быть более ранней версии.

*Протокол обмена*

Основной единицей обмена информацией является пакет, который включает следующие компоненты (Рис. 1.2‑21):

* поле синхронизации (ПС) – здесь записывается специальная последовательность битов, которая используется для настройки средств синхронизации считываемой в пакете информации;
* поле данных (ПД) – содержит данные обмена;
* поле контроля или байты циклического контроля (БЦК) сдержит специально формируемые байты, используемые для обнаружения и исправления некоторых одиночный и двойных битовых видов ошибок.

**П С**

**ПД**

**БЦК**

Рис. 1.2‑21

Взаимодействие с устройствами реализуется за счет выполнения транзакций. Транзакция представляет собой два или три пакета. На приведенном рисунке ( Рис. 1.2‑22a)) изображена транзакция для операции ввода (in). Приведенная транзакция включает следующие пакеты:

* ПМ – пакет маркер, определяющий номер адресуемого устройства и конечной точки, направление передачи, тип передачи;
* ПД – пакет данных, включающий информацию, передаваемую устройством;
* ПК – пакет квитирования, несущий сведения, как дошла информация до получателя.

При данной транзакции хост, передав ПМ, ждет от устройства пакет данных. Устройство, передав пакет данных, ждет от хоста пакет квитирования.

ПМ

Хост

ждет ПД

ПД

ПК

Уст

ждет ПД

Т р а н з а к ц и я

а)

in

ПМ

Уст.

ждет ПД

ПД

ПК

Хост

ждет ПK

Т р а н з а к ц и я

b)

outn

Рис. 1.2‑22

На Рис. 1.2‑22 b) изображена транзакция для операции вывода (out). При данной транзакции устройство, получив от хост пакет маркер, ждет от него пакет данных. Хост, передав пакет данных, ждет от устройства пакет квитирования.

Хост-компьютер осуществляет обмен с устройствами в соответствии с распределением ресурса пропускной способности, циклически формируя кадры (frames), в которые укладывает все запланированные транзакции (Рис. 1.2‑23). Каждый кадр начинается с маркера начала кадра (EOF).

FRAME (i-1-ый)

FRAME (i-1-ый)

FRAME (i-1-ый)

EOF

P1, P2 …..,Hm

EOF

P1, P2 …..,Hm

EOF

P1, P2 …..,Hm

Рис. 1.2‑23

Внутри кадра между отдельными транзакциями оставляются промежутки, что позволяет включать в уже сформированный и передаваемый кадр транзакции с нетерпящими отлагательства передачами.

*Типы передач данных*

В интерфейсе USB используются следующие типы передачи данных.

Передачи типа *управления*. Посылки этого типа используются при конфигурировании и для управления работой ПУ. Они используются для обмена с нулевыми точками устройств. Это короткие посылки с гарантированной доставкой.

Передачи типа *прерывания*. Это короткие посылки с ограниченным временем ожидания. Их доставка гарантирована. Посылки этого типа используются при передаче скен кода с клавиатуры, координат мышки и т.п.

Передача *массивом*. Здесь используются пакеты большой длины, нет особых требований по ожиданию передачи. Доставка гарантируется. Как правило, такие передачи выполняются в фоновом режиме.

*Изохромные* передачи. Эта передача характеризуется большим объемом, ограниченным временем ожидания и без гарантии доставки. Примером такой передачи является передача в реальном масштабе времени теле и аудио информации.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ИНТЕРФЕЙС SERIAL ATA

Параллельный интерфейс ATA исчерпал свои ресурсы пропускной способности, достигшей 133 Мбайт/с в режиме UltraDMA Mode 5. Для дальнейшего повышения пропускной способности интерфейса (но, естественно, не самих устройств хранения,

которые имеют гораздо меньшие внутренние скорости обмена с носителем) было принято

решение о переходе на последовательный интерфейс. Цель перехода — улучшение и

удешевление кабелей и коннекторов, улучшение условий охлаждения устройств внутри

системного блока (избавление от широкого шлейфа), обеспечение возможности

разработки компактных устройств, облегчение конфигурирования устройств

пользователем, расширение диапазона адресация блоков (объем накопителя в

параллельном АТА ограничен 137 Гбайтами).

Интерфейс Serial ATA является радиальным (хост-центрическим), в нем

определяется только взаимодействие хоста с каждым из подключенных устройств.

Взаимодействие между ведущим и ведомым устройствами, свойственное традиционному

интерфейсу ATA, исключается. Программно хост видит множество устройств, подклю-

ченных к контроллеру, как набор каналов ATA, у каждого из которых имеется

единственное ведущее устройство. Имеется возможность эмуляции пар устройств

(ведущее — ведомое) на одном канале, если такая необходимость возникнет. Про-

граммное взаимодействие с устройствами Serial ATA практически совпадает с прежним,

набор команд соответствует ATA/ATAPI-5. В то же время аппаратная реализация хост-

адаптера Serial ATA существенно отличается от традиционного интерфейса ATA. В

параллельном интерфейсе ATA хост-адаптер был простым средством, обеспечивающим

программное обращение к регистрам, расположенным в самих подключенных

устройствах. В Serial ATA хост-адаптер имеет блоки так называемых «теневых»

регистров (Shadow Registers), совпадающих по назначению с обычными регистрами

устройств ATA. Каждому подключенному устройству соответствует свой набор

регистров. Обращения к этим теневым регистрам вызывают процессы взаимодействия

хост-адаптера с подключенными устройствами и исполнение команд.

В стандарте рассматривается многоуровневая модель взаимодействия хоста и

устройства, где прикладным уровнем является обмен командами, информацией о

состоянии и хранимыми данными. На физическом уровне для передачи информации

между контроллером и устройством используются две пары проводов. Данные

передаются кадрами, транспортный уровень формирует и проверяет корректность

информационных структур кадров (Frame Information Structure, FIS). Для облегчения

высокоскоростной передачи на канальном уровне данные кодируются по схеме 8В/10В (8

бит данных кодируются 10-битным символом) и скремблируются, после чего по

физической линии передаются по простейшему методу NRZ (уровень сигнала

соответствует передаваемому биту). Между канальным и прикладным уровнем имеется

транспортный уровень, отвечающий за доставку кадров. На каждом уровне имеются свои

средства контроля достоверности и целостности.

В первом поколении Serial ATA данные по кабелю передаются со скоростью 1500

Мбит/с, что с учетом кодирования 8В/10В обеспечивает скорость 150 Мбайт/с (без учета

накладных расходов протоколов верхних уровней). В дальнейшем планируется повышать

скорость передачи, и в интерфейсе заложена возможность согласования скоростей обмена

по каждому каналу в соответствии с возможностями хоста и устройства, а также

качеством связи. Хост-адаптер имеет средства управления соединениями, программно эти

средства доступны через специальные регистры Serial ATA.

В стандарте предусматривается управление энергорежимом интерфейсов. Каждый

интерфейс кроме активного состояния может находиться в состояниях PARTIAL и

SLUMBER с пониженным энергопотреблением, для выхода из которых требуется

заметное время (10 мс). Команды, требующие передачи данных, могут исполняться в

различных режимах обмена. Обращение в режиме РIO и традиционный способ обмена по

DMA (legacy DMA) выполняется аналогично параллельному интерфейсу ATA. Однако

внутренний протокол обмена между хост-адаптером и устройствами позволяет передавать

между ними разноплановую информацию.

Последовательный интерфейс ATA, как и параллельный АТА, предназначен для

подключений устройств внутри компьютера. Длина кабелей не превышает 1 м, при этом

все соединения радиальные, каждое устройство подключается к хост-адаптеру своим

кабелем. В стандарте предусмотрена возможность «горячей» замены. Стандарт

определяет новый однорядный двухсегментный разъем с механическими ключами,

препятствующими ошибочному подключению. Сигнальный сегмент имеет 7 контактов

(S1-S7), питающий — 15 (Р1-Р15); все контакты расположены в один ряд с шагом 1,27 мм.

Назначение контактов приведено в табл. 1 (справочно). Малые размеры разъема (полная

длина — около 36 мм) и малое количество цепей облегчают компоновку системных плат и

карт расширения. Питающий сегмент может отсутствовать (устройство может получать

питание и от обычного 4-контактного разъема ATA). Вид разъемов приведен на рис. 1.

Для обеспечения «горячего» подключения контакты разъемов имеют разную длину, в

первую очередь соединяются контакты «земли», затем контакты предзаряда

конденсаторов в цепях питания (для уменьшения броска потребляемого тока), после чего

соединяются основные питающие контакты и сигнальные цепи.

Таблица 1. Разъем Serial ATA

Контакт Цепь Назначение

S1 GND Экран

S2 А+ Дифференциальная пара

S3 А- Дифференциальная пара

S4 GND Экран

S5 В- Дифференциальная пара

S6 В+ Дифференциальная пара

S7 GND Экран

Р1 V33 Питание 3,3 В

Р2 V33 Питание 3,3 В

РЗ V33 Питание 3,3 В, предзаряд

Р4 GND Общий

Р5 GND Общий

Р6 GND Общий

Р7 V5 Питание 5 В, предзаряд

Р8 V5 Питание 5 В

Р9 V5 Питание 5 В

Р10 GND Общий

Р11 Резерв

Р12 GND Общий

Р13 V12 Питание 12В, предзаряд

Р14 V12 Питание 12 В

Р15 V12 Питание 12В



Рис. 1. Разъемы Serial ATA: a — полный разъем на устройстве, б — сигнальный сегмент

кабельного разъема, в — питающий сегмент кабельного разъема, г — сигнальный сегмент

разъема хост-адаптера, д — разъем хоста для непосредственного подключения

устройства.

Каждое устройство, подключенное к адаптеру Serial ATA, представляется тремя блоками регистров, два из которых соответствуют традиционным регистрам ATA и

называются «теневыми», третий блок — новый. Привязка адресов блоков к адресному

пространству хоста стандартом не регламентируется; для PCI-контроллера блоки

задаются регистрами конфигурационного пространства и «теневые» регистры могут

располагаться по стандартным адресам ATA с целью совместимости. Разрядность

некоторых регистров увеличена до 16.

Новый блок регистров SCR (Serial ATA Status and Control registers) состоит из 16

смежных 32-разрядных регистров SCR0-SCR15, из которых пока определены лишь 3(остальные зарезервированы).

Сейчас уже ведутся работы над новой спецификацией Serial ATA II с большей

пропускной способностью и специальными средствами для поддержки сетевых устройств

хранения.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ: RS-232C

Последовательный интерфейс для передачи данных использует одну сигнальную

линию, по которой информационные биты передаются друг за другом последовательно. В

ряде последовательных интерфейсов применяется гальваническая развязка внешних

сигналов от схемной земли устройства, что позволяет соединять устройства,

находящиеся под разными потенциалами.

Последовательная передача данных может осуществляться в асинхронном или

синхронном режимах. При асинхронной передаче каждому байту предшествует старт-

бит, сигнализирующий приемнику о начале посылки, за которым следуют биты данных

и, возможно, бит паритета (четности). Завершает посылку стоп-бит, гарантирующий

паузу между посылками (рис. 1). Старт-бит следующего байта посылается в любой

момент после стоп-бита, то есть между передачами возможны паузы произвольной

длительности. Старт-бит, имеющий всегда строго определенное значение (логический 0),

обеспечивает простой механизм синхронизации приемника по сигналу от передатчика.

Подразумевается, что приемник и передатчик работают на одной скорости обмена.

Внутренний генератор синхронизации приемника использует счетчик-делитель опорной

частоты, обнуляемый в момент приема начала старт-бита. Этот счетчик генерирует

внутренние стробы, по которым приемник фиксирует последующие принимаемые биты.

В идеале стробы располагаются в середине битовых интервалов, что позволяет

принимать данные и при незначительном рассогласовании скоростей приемника и

передатчика. Очевидно, что при передаче 8 бит данных, одного контрольного и одного

стоп-бита предельно допустимое рассогласование скоростей, при котором данные будут

распознаны верно, не может превышать 5%. С учетом фазовых искажений и дискретности

работы внутреннего счетчика синхронизации реально допустимо меньшее отклонение

частот. Чем меньше коэффициент деления опорной частоты внутреннего генератора (чем

выше частота передачи), тем больше погрешность привязки стробов к середине битового

интервала, и требования к согласованности частот становятся более строгими. Чем выше

частота передачи, тем больше влияние искажений фронтов на фазу принимаемого

сигнала. Взаимодействие этих факторов приводит к повышению требований к

согласованности частот приемника и передатчика с ростом частоты обмена.



Рис.1. Формат асинхронной передачи

Формат асинхронной посылки позволяет выявлять возможные ошибки передачи :

- если принят перепад, сигнализирующий о начале посылки, а по стробу старт-бита

зафиксирован уровень логической единицы, старт-бит считается ложным и приемник

снова переходит в состояние ожидания. Об этой ошибке приемник может и не

сообщать.

- если во время, отведенное под стоп-бит, обнаружен уровень логического нуля,

фиксируется ошибка стоп-бита.

- если применяется контроль четности, то после посылки бит данных передается

контрольный бит. Этот бит дополняет количество единичных бит данных до четного

или нечетного в зависимости от принятого соглашения. Прием байта с неверным

значением контрольного бита приводит к фиксации ошибки.

Контроль формата позволяет обнаруживать обрыв линии: при этом принимается

логический нуль, который сначала трактуется как старт-бит, и нулевые биты данных,

потом срабатывает контроль стоп-бита.

Для асинхронного режима принят ряд стандартных скоростей обмена: 50, 75, 110,

150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 и 115200 бит/с. Количество бит

данных может составлять 5, 6, 7 или 8 (5- и 6-битные форматы распространены

незначительно). Количество стоп-бит может быть 1, 1,5 или 2 ("полтора бита" означает

только длительность стопового интервала).

Синхронный режим передачи предполагает постоянную активность канала связи.

Посылка начинается с синхробайта, за которым сразу же следует поток информационных

бит. Если у передатчика нет данных для передачи, он заполняет паузу непрерывной

посылкой байтов синхронизации. Очевидно, что при передаче больших массивов данных

накладные расходы на синхронизацию в данном режиме будут ниже, чем в асинхронном.

Однако в синхронном режиме необходима внешняя синхронизация приемника с

передатчиком, поскольку даже малое отклонение частот приведет к искажению

принимаемых данных. Внешняя синхронизация возможна либо с помощью отдельной

линии для передачи сигнала синхронизации, либо с использованием

самосинхронизирующего кодирования данных, при котором на стороне приемника из

принятого сигнала могут быть выделены импульсы синхронизации.

На физическом уровне последовательный интерфейс имеет различные реализации,

различающиеся способом передачи электрических сигналов. В большинстве стандартов

сигнал представляется потенциалом. Существуют последовательные интерфейсы, где

информативен ток, протекающий по общей цепи передатчик-приемник - "токовая петля".

Для связи на короткие расстояния приняты стандарты беспроводной инфракрасной связи.

Наибольшее распространение в PC получил простейший последовательный интерфейс -

стандарт RS-232C, реализуемый СОМ -портами. В промышленной автоматике широко

применяется RS-485.

Интерфейс RS-232C предназначен для подключения аппаратуры, передающей или

принимающей данные от оконечного оборудования данных (ООД, DTE - Data Terminal

Equipment), к оконечной аппаратуре каналов данных (АКД, DCE - Data

CommunicationEquipment). В роли АПД может выступать компьютер, принтер, плоттер и

другое периферийное оборудование. В роли АКД обычно выступает модем. Конечной

целью подключения является соединение двух устройств АПД. Полная схема соединения

приведена на рис. 2. Интерфейс позволяет исключить канал удаленной связи вместе с

парой устройств АПД, соединив устройства непосредственно с помощью нуль-модемного

кабеля (рис. 3).

Стандарт описывает управляющие сигналы интерфейса, пересылку данных,

электрический интерфейс и типы разъемов. В стандарте предусмотрены асинхронный и

синхронный режимы обмена, но СОМ -порты поддерживают только асинхронный режим..



Рис. 2. Полная схема соединения по RS-232C



Рис. 3. Соединение по RS-232C нуль-модемным кабелем

Стандарт RS-232C использует несимметричные передатчики и приемники - сигнал

передается относительно общего провода - схемной земли. Интерфейс НЕ

ОБЕСПЕЧИВАЕТ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ РАЗВЯЗКИ устройств. Логической единице

соответствует напряжение на входе приемника в диапазоне -12...-3 В. Логическому

нулю соответствует диапазон +3...+12В. Диапазон -3...+3В - зона нечувствительности,

обусловливающая гистерезис приемника: состояние линии будет считаться измененным

только после пересечения порога (рис. 4). Уровни сигналов на выходах передатчиков

должны быть в диапазонах -12...-5 В и +5...+12 В для представления единицы и нуля

соответственно.



Рис. 4. Прием сигналов RS-232C

Стандарт RS-232C регламентирует типы применяемых разъемов. На аппаратуре

АПД (в том числе на СОМ -портах) принято устанавливать вилки (male) DB-25P или

более компактный вариант - DB-9P. Девятиштырьковые разъемы не имеют контактов для

дополнительных сигналов, необходимых для синхронного режима (в большинстве 25-

штырьковых разъемов эти контакты не используются). На аппаратуре АКД (модемах)

устанавливают розетки (female) DB-25S или DB-9S.

Если аппаратура АПД соединяется без модемов, то разъемы устройств (вилки)

соединяются между собой нуль-модемным кабелем, имеющим на обоих концах розетки,

контакты которых соединяются перекрестно.