

1. Архитектура ПЭВМ и ее подсистемы ввода-вывода. Классификация периферийных устройств.



В составе ПЭВМ (или узла более сложной системы) можно выделить вычислительное ядро и его периферию. Ядро обычно состоит из АЛУ, выполняющего также некоторые из задач управления, и ОЗУ.

Все устройства, не входящие в вычислительное ядро (ядра), относятся к периферийным. Они могут располагаться снаружи / внутри корпуса ЭВМ, а также входить в состав основных микросхем системы.

Основная задача периферийных устройств – поставка данных на обработку, а также вывод их за пределы вычислительного ядра.

ПУ можно также классифицировать по другим признакам, например, по конструктивному исполнению:

- внешние;
- внутренние;
- встроенные.

Общепринятой является классификация по основной функции ПУ. При этом в одном физическом корпусе могут объединяться несколько устройств различного класса (монитор со встроенными колонками и камерой, клавиатурыс IP-телефоном, МФУ с принтером, сканером и факс-аппаратом и т.д.).

2. Определение понятий: шина, системная шина. Иерархия шин.

Шина - совокупность линий, сгруппированных по функциональному назначению.

Виды шин:

- шина данных;
- шина передачи управления;
- шина прерывания;
- шина управления.

С целью снижения стоимости ВМ могут иметь общую шину для памяти и устройств ввода-вывода. Такая шина часто называется системной.

Если к шине подключено большое число устройств, ее пропускная способность падает, поскольку слишком частая передача прав управления шиной от одного устройства к другому приводит к ощутимым задержкам. Поэтой причине во многих ВМ предпочтение отдается использованию нескольких шин, образующих определенную иерархию.

3. Определение понятия: интерфейс. Параметры характеризующие интерфейс

ПУ и системные компоненты ЭВМ соединяются друг с другом посредством средств подключения, организованных по иерархическому принципу.

Средства (аппаратные и программные), используемые для соединения двух компонентов или систем, называются интерфейсом.

Интерфейс ЭВМ (или системы) - это совокупность унифицированных аппаратурных, программных и конструктивных средств, необходимых для реализации алгоритмов взаимодействия функциональных устройств.

Интерфейс в общем случае состоит из магистрали и аппаратурных средств (контроллеров, адаптеров), работающих под управлением некоторых программ.

Система сигнальных линий оптимизирована под определенный вид коммуникаций.

Унификации (стандартизации) в интерфейсах обычно подлежат:

- форматы передаваемой информации;
- команды и состояния интерфейса;
- состав и тип линий связи;
- алгоритмы функционирования;
- передающие и принимающие устройства;
- параметры сигналов и требования к ним;
- конструктивные решения (например, типы разъемов, габаритные размеры печатных плат, конструктивные особенности блоков).

4. Определение понятия: протокол. Режимы интерфейсов.

Протоколы - строго заданная процедура или совокупность правил, определяющая способ выполнения определенного класса функций соответствующими СВТ (средств вычислительной техники).

Практически любой интерфейс содержит больше или меньше элементов протокола, определяемых процедурными и функциональными интерфейсами.

- режим 1 - однонаправленный ввод/вывод с квитированием;

- режим 2 - двунаправленный ввод/вывод с квитированием.

Квитирование, как известно, позволяет вести асинхронный обмен с учетом готовности абонента к передаче, т.е. иметь переменный темп обмена соответственно возможностям внешнего устройства.

Синхронные интерфейсы

Достаточно удобно использовать благодаря дискретным временным интервалам, но здесь все же есть некоторые проблемы. Например, если процессор и память способны закончить передачу за 3.1 цикла, они вынуждены продлить ее до 4 циклов, поскольку неполные циклы запрещены.

Еще хуже то, что если однажды был выбран определенный цикл шины и в соответствии с ним были разработаны память и карты ввода/вывода, то в будущем трудно делать технологические усовершенствования. Если синхронная шина соединяет ряд устройств, один из которых работают быстро, а другие медленно, шина подстраивается под самое медленное устройство, а более быстрые не могут использовать свой полный потенциал.

Асинхронные интерфейсы

Без задающего генератора. Здесь ничего не привязывается к генератору. Когда задающее устройство устанавливает адрес и любой другой требуемый сигнал, он выдает специальный сигнал, который мы будем называть MSYN (Master SYNchronization). Когда подчиненное устройство получает этот сигнал, оно начинает выполнять свою работу настолько быстро, насколько это возможно. Когда работа закончена, устройство выдает сигнал SSYN (Slave SYNchronization).

5. Определение понятий: транзакция, арбитраж. Принцип работы и виды данных понятий.

Операции на шине называют транзакциями. Основные виды транзакций - чтения и записи. Если в обмене участвует устройство ввода/вывода, транзакция ввода/вывода = чтение/запись.

Фазы транзакции: посылка адреса и прием (или посылка) данных.

Два типа устройств:

- Ведущие – инициация обмена и управление им (не обязательно использует данные сам).
- Ведомые – устройства, не обладающие возможностями инициирования транзакции.

К шине может быть подключено несколько ведущих, но активным может быть только один из них: если несколько устройств передают информацию одновременно, их сигналы перекрываются и искажаются. Для предотвращения этого в шине предусматривается процедура допуска к управлению шиной только одного из претендентов (арбитраж). При широкополосной передаче арбитраж не нужен.

Механизмы смены приоритетов:

- статический
- динамический :
- простая циклическая смена приоритетов
- циклическая смена приоритетов с учетом последнего запроса
- смена приоритетов по случайному закону
- схема равных приоритетов
- алгоритм «наиболее давнего» использования (LRU)
- алгоритм очереди
- алгоритм фиксированного кванта времени

Арбитраж запросов может быть:

- централизованный (один арбитраж, может быть частью ЦП. Возможна одна точка отказа)
- параллельный
- последовательный
- децентрализованный (кол-во арбитражей = кол-ву ведущих. Менее чувствителен к отказам. Более сложная логика аппаратной реализации)

6. Определение понятия: интерфейс. Классификация интерфейсов. Характеристики интерфейсов.

Средства (аппаратные и программные), используемые для соединения двух компонентов или систем, называются интерфейсом.

Интерфейс ЭВМ (или системы) — это совокупность унифицированных аппаратных, программных и конструктивных средств, необходимых для реализации алгоритмов взаимодействия функциональных устройств.

По принципу обмена информацией (способу кодирования и передачи данных) интерфейсы делятся:

- параллельные, характеризующиеся разрядностью (количеством бит одного машинного слова, передаваемых в один момент времени);
 - последовательные, характеризующиеся количеством агрегированных каналов передачи данных (количеством бит различных машинных слов, передаваемых одновременно, не обязательно синхронно и с одной скоростью);
- последовательно параллельные.

По направлению передачи:

- однонаправленные (симплексные);
- двунаправленные (дуплексные);
- с возможностью изменения направления передачи (полудуплексные).

По физическому явлению, используемому для кодирования информации:

- электрические (с управлением током или напряжением);
- оптические (оптоволоконные);
- беспроводные (радио).

Пропускная способность канала — наибольшая возможная в данном канале скорость передачи информации называется его пропускной способностью. Пропускная способность канала есть скорость передачи информации при использовании “наилучших” (оптимальных) для данного канала источника, кодера и декодера, поэтому она характеризует только канал.

7. Основные принципы программирования доступа к периферийным устройствам. Особенности адресации.

Разбиение ввода-вывода на несколько уровней, причем нижние – учитывают особенности аппаратуры, верхние - обеспечивают удобный интерфейс для пользователей.

- независимость от устройств;
- обработка ошибок как можно ближе к аппаратуре;
- использование блокирующих (синхронных) и неблокирующих (асинхронных) передач;
- одни устройства являются разделяемыми, а другие - выделенными.

Для решения поставленных проблем целесообразно разделить программное обеспечение ввода-вывода на четыре слоя:

1. Пользовательский слой программного обеспечения.
2. Независимый от устройств слой операционной системы.
3. Драйверы устройств.
4. Обработка прерываний.

Современные интерфейсы программирования устройств включают не только аппаратные, но и программные компоненты, входящие в состав ядра операционной системы. Программисту приходится иметь дело не с регистрами, а с системными объектами, а всю низкоуровневую работу с аппаратными ресурсами выполняет драйвер со стандартным интерфейсом программирования.

8. Методы управления обменом. Регистровая программная модель ПУ

Наиболее простым методом обмена является программно-управляемый доступ (программный доступ), или PIO. Управляет обменом (определяет моменты передачи данных, подает адреса и т.д.) процессор, чаще всего центральный (но может быть и выделенный процессор ввода-вывода). При этом фактически происходит пересылка данных между регистрами процессора и регистрами/памятью ПУ (или контроллера интерфейса).

Преимущество PIO – простота аппаратной реализации ПУ. Требуется обеспечить лишь выставление на шину / чтение с шины содержимого регистров или ячеек памяти по сигналу доступа.

Недостаток PIO – низкое быстродействие и необходимости задействовать процессор, который в общем случае будет простаивать ввиду более высокого быстродействия по сравнению с ПУ.

Метод прямого доступа к памяти (DMA) позволяет выполнять обмен между оперативной памятью системы и ресурсами ПУ асинхронно по отношению к вычислительному процессу. Управление обменом берет на себя контроллер DMA. Последний может быть как общесистемным (как в старой архитектуре), так и входить в состав ПУ. Контроллер DMA требуется запрограммировать на пересылку данных между двумя адресатами, после чего он самостоятельно вырабатывает сигналы передачи данных.

Современные контроллеры интерфейсов снабжены интеллектуальным хост-контроллером – устройством, обеспечивающим более гибкое управление процессом обмена данными. В частности, такой хост-контроллер самостоятельно обрабатывает списки задач, формируемые в памяти системы, не требуя от процессора контроля за состоянием ПУ

Регистровая программная модель ПУ. Устройство представлялось программно доступным (в общем пространстве портов ввода-вывода) набором регистров, среди которых обязательно были три – состояния, управления и данных (т.н. модель CSD). Доступ предполагался методом PIO.

9. Методы управления вводом/выводом. Классификация. Принцип работы.

В ВМ находят применение три способа организации ввода/вывода (В/ВЫВ):

- программно управляемый ввод/вывод;
- ввод/вывод по прерываниям;
- прямой доступ к памяти.

При программно управляемом вводе/выводе (рис. 3) все связанные с этим действия происходят по инициативе центрального процессора и под его полным контролем. ЦП выполняет программу, которая обеспечивает прямое управление процессом ввода/вывода, включая проверку состояния устройства, выдачу команд ввода или вывода. Выдав в МВВ команду, центральный процессор должен ожидать завершения ее выполнения, и, поскольку ЦП работает быстрее, чем МВВ, это приводит к потере времени.

Ввод/вывод по прерываниям во многом совпадает с программно управляемым методом.

Отличие состоит в том, что после выдачи команды ввода/вывода ЦП не должен циклически опрашивать МВВ для выяснения состояния устройства. Вместо этого процессор может продолжать выполнение других команд до тех пор, пока не получит запрос прерывания от МВВ, извещающий о завершении выполнения ранее выданной команды В/ВЫВ. Как и при программно управляемом В/ВЫВ, ЦП отвечает за извлечение данных из памяти (при выводе) и запись данных в память (при вводе).

Повышение как скорости В/ВЫВ, так и эффективности использования ЦП обеспечивает третий способ В/ВЫВ — прямой доступ к памяти (ПДП). В этом режиме основная память и модуль ввода/вывода обмениваются информацией напрямую, минуя процессор.

10. Каналы ввода/вывода. Основные функции.

Для разделения функций управления центральным процессором и периферийными устройствами в состав ЭВМ включаются дополнительные устройства - каналы ввода-вывода (КВВ), задачей которых является обеспечение взаимодействия центрального процессора и ПУ.

Характерная особенность КВВ заключается в том, что канал работает по хранимой в памяти программе, т. е. так же, как процессор. Следовательно, КВВ, по существу, является специализированным процессором ввода-вывода. В результате центральный процессор полностью освобождается от обслуживания операций обмена периферийных устройств с памятью. КВВ взаимодействует с ПУ через стандартные устройства сопряжения - интерфейсы и устройства управления периферийными устройствами - контроллеры. В структуре ЭВМ, показанной на рис. 10.1, используются интерфейсы четырех типов:

- оперативной памяти (через интерфейс осуществляется обмен информацией между ОП, процессором и каналами);
- «процессор—канал», необходимый для обмена управляющими сигналами между ними;
- ввода-вывода (через интерфейс контроллеры ПУ подключаются к каналу);
- устройств (с помощью интерфейса ПУ подключаются к контроллеру).

11. Аппаратные средства поддержки работы периферийных устройств: контроллеры, адаптеры, мосты.

Аппаратное обеспечение включает в себя все физические части компьютера, но не включает информацию (данные), которые он хранит и обрабатывает, и программное обеспечение, которое им управляет.

Контроллер - устройство, которое связывает периферийное оборудование или каналы связи с центральным процессором, освобождая процессор от непосредственного управления периферией.

Адаптер - это устройство, позволяющее соединять различные технические приспособления между собой. Оно используется в случае, если непосредственное соединение устройств между собой не возможно по разным причинам: разница в напряжении, несовместимые разъемы портов и так далее.

Контроллеры и адаптеры представляют собой наборы электронных цепей, которыми снабжаются устройства компьютера с целью совместимости их интерфейсов. Контроллеры, кроме этого, осуществляют непосредственное управление периферийными устройствами по запросам микропроцессора.

Для согласования интерфейсов периферийные устройства подключаются к шине не напрямую, а через свои контроллеры (адаптеры) и порты примерно по такой схеме:

Устройство ↔ Контроллер или адаптер ↔ Порт ↔ Шина

Мост - ретрансляционная система, соединяющая каналы передачи данных. Мост выполняет соединения на канальном уровне модели OSI. Мосты не имеют механизмов управления потоками блоков данных. Различают мосты внутренние и внешние, локальные и удаленные.

12. BIOS. Принцип работы.

BIOS — набор микропрограмм, реализующих низкоуровневые API для работы с аппаратным обеспечением компьютера, а также создающих необходимую программную среду для запуска операционной системы у IBM PC-совместимых компьютеров. BIOS относится к системному программному обеспечению.

Назначение BIOS:

- проверка работоспособности оборудования;
- загрузка операционной системы (ОС);
- предоставление API для работы с оборудованием;
- настройка оборудования.

Начальная загрузка компьютера

После включения процессор читает код BIOS из ПЗУ, записывает его в ОЗУ (оперативную память) и передаёт управление коду BIOS.

Затем код BIOS:

- выполняет тестирование оборудования компьютера
- читает настройки из энергонезависимого ПЗУ;
- применяет настройки;
- ищет и загружает в оперативную память код загрузчика;
- передаёт управление загрузчику.

Таким образом BIOS обеспечивает начальную загрузку.

В дальнейшем загрузчик ищет и загружает в память код операционной системы и передаёт ему управление.

BIOS реализует API для работы с внутренними и внешними устройствами компьютера. Загрузчик и сама ОС используют это API для работы с оборудованием до тех пор, пока не загрузят собственные драйверы.

13. UEFI. Принцип работы. Отличия от BIOS.

UEFI заменяет традиционный BIOS на PC. На существующем PC никак нельзя поменять BIOS на UEFI. Нужно покупать аппаратное обеспечение, поддерживающее UEFI. Большинство версий UEFI поддерживают эмуляцию BIOS, чтобы вы могли установить и работать с устаревшей ОС, ожидающей наличия BIOS вместо UEFI – так что обратная совместимость у них есть.

Новый стандарт обходит ограничения BIOS. Прошивка UEFI может грузиться с дисков объёмом более 2,2 Тб – теоретический предел для них составляет 9,4 зеттабайт. Это примерно в три раза больше всех данных, содержащихся в сегодняшнем Интернете. UEFI поддерживает такие объёмы из-за использования разбивки на разделы GPT вместо MBR. Также у неё стандартизирован процесс загрузки, и она запускает исполняемые программы EFI вместо кода, расположенного в MBR.

UEFI может работать в 32-битном или 64-битном режимах и её адресное пространство больше, чем у BIOS – а значит, быстрее загрузка. Также это значит, что экраны настройки UEFI можно сделать красивее, чем у BIOS, включить туда графику и поддержку мыши. Но это не обязательно. Многие компьютеры по сию пору работают с UEFI с текстовым режимом, которые выглядят и работают так же, как старые экраны BIOS.

В UEFI встроено множество других функций. Она поддерживает безопасный запуск Secure Boot, в котором можно проверить, что загрузку ОС не изменила никакая вредоносная программа. Она может поддерживать работу по сети, что позволяет проводить удалённую настройку и отладку. В случае с традиционным BIOS для настройки компьютера необходимо было сидеть прямо перед ним.

И это не просто замена BIOS. UEFI – это небольшая операционная система, работающая над прошивкой PC, поэтому она способна на гораздо большее, чем BIOS. Её можно хранить в флэш-памяти на материнской плате или загружать с жёсткого диска или с сети.

У разных компьютеров бывает разный интерфейс и свойства UEFI. Всё зависит от производителя компьютера, но основные возможности одинаковы у всех.

14. Шина LPC. Назначение. Характеристики.

LPC – специализированная системная периферийная шина:

- PS/2 — разъем для подключения клавиатуры и мыши;
- VGA – разъем для подключения мониторов по стандарту видеоинтерфейса VGA;
- IDE – параллельный интерфейс подключения накопителей;
- последовательный порт RS-232 — стандарт последовательной асинхронной передачи двоичных данных;
- параллельный порт IEEE 1284;
- контроллер дисководов гибких дисков;
- порт для подключения джойстика.

Была разработана для замены шины ISA, сохранив программную совместимость для системных и периферийных устройств. Шина LPC является:

- синхронной параллельной;
- мультиплексированной, с разрядностью 4 бита;
- частота 33,3 МГц;
- обычно используется для подключения единственного физического устройства – моста Super I/O;
- разъемов и карт расширения не существует;
- мост PCI-LPC обычно входит в состав микросхемы «южного моста».

LPC служит для подключения к контроллеру ввода-вывода более медленных устройств системы (по сравнению с северным мостом). Контроллер Super I/O реализует такие устройства, как контроллер FDD, клавиатурный порт, принтерный интерфейс LPT, com-порты.

15. Шина LPC. Топология, сигналы, интерфейс.

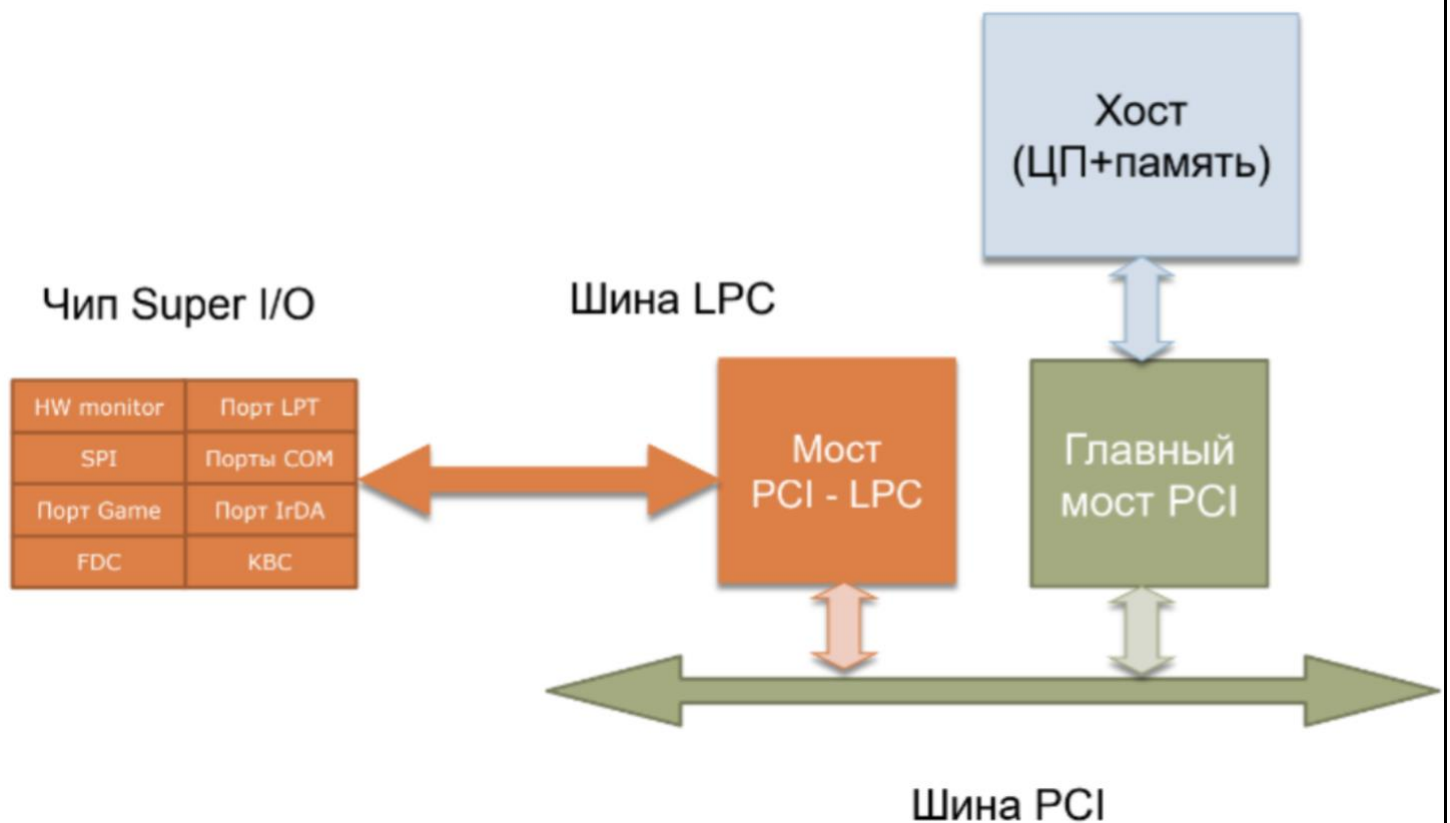
LPC – специализированная системная периферийная шина. Была разработана для замены шины ISA, сохранив программную совместимость для системных и периферийных устройств. Шина LPC является: синхронной параллельной; мультиплексированной, с разрядностью 4 бита; частота 33,3 МГц; обычно используется для подключения единственного физического устройства – моста Super I/O; разъемов и карт расширения не существует; мост PCI-LPC обычно входит в состав микросхемы «южного моста». LPC служит для подключения к контроллеру ввода-вывода более медленных устройств системы (по сравнению с северным мостом). Контроллер Super I/O реализует такие устройства, как контроллер FDD, клавиатурный порт, принтерный интерфейс LPT, com-порты.

Топология – управляемая хостом шина, но чаще используется соединение «точка-точка».

Интерфейс LPC использует ряд сигналов шины PCI, в частности, импульсы синхронизации CLK PCI, то есть LPC синхронизирован с шиной PCI. Однако устройства LPC могут вводить произвольное число тактов ожидания.

Контроллер LPC является мостом PCI и встраивается в контроллер ввода-вывода.

Интерфейс программно прозрачен и не требует каких-либо драйверов. Синхронная, частота синхронизации 33 МГц, уровни напряжения совпадают с PCI 3.3V. По пропускной способности LPC эквивалентен ISA.



16. Понятие северного и южного моста. Принцип работы.

Мост – это чип, который распаян на материнской плате и является частью чипсета. Чипсет материнской платы состоит из двух чипов, которые называют северным и южным мостом. Данные чипы называют мостами потому, что они выполняют связующую функцию между центральным процессором компьютера и остальными комплектующими. «северный» и «южный» эти названия указывают на расположение данных чипов на материнской плате, северный мост находится ближе к верхней, а южный ближе к нижней части платы.

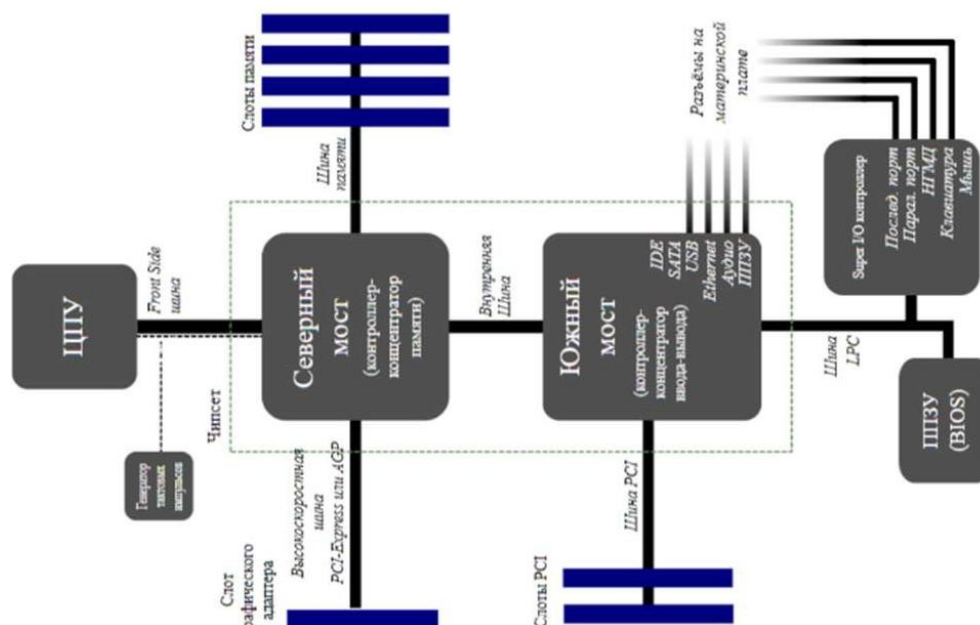
Сейчас два моста больше не используется. Вместо северного и южного мостов используется только южный мост, так как все функции северного моста были интегрированы в процессор.

Северный мост – это чип, который располагается в верхней части материнской платы, сразу под процессором. Так как северный мост подключается напрямую к центральному процессору компьютера. Обычно на северном мосту расположен массивный радиатор или даже радиатор с вентилятором, поскольку данный мост греется значительно сильнее южного.

Северный мост отвечает за связь центрального процессора с графическим адаптером, памятью и южным мостом. Также от северного моста зависят параметры работы системной шины, оперативной памяти и видео адаптера.

Южный мост – это чип в нижней части материнской платы. Обычно на нем расположен более мелкий радиатор, на некоторых материнских платах южный мост вообще не комплектуется радиатором. В современных материнских платах чипсет может состоять только из одного южного моста.

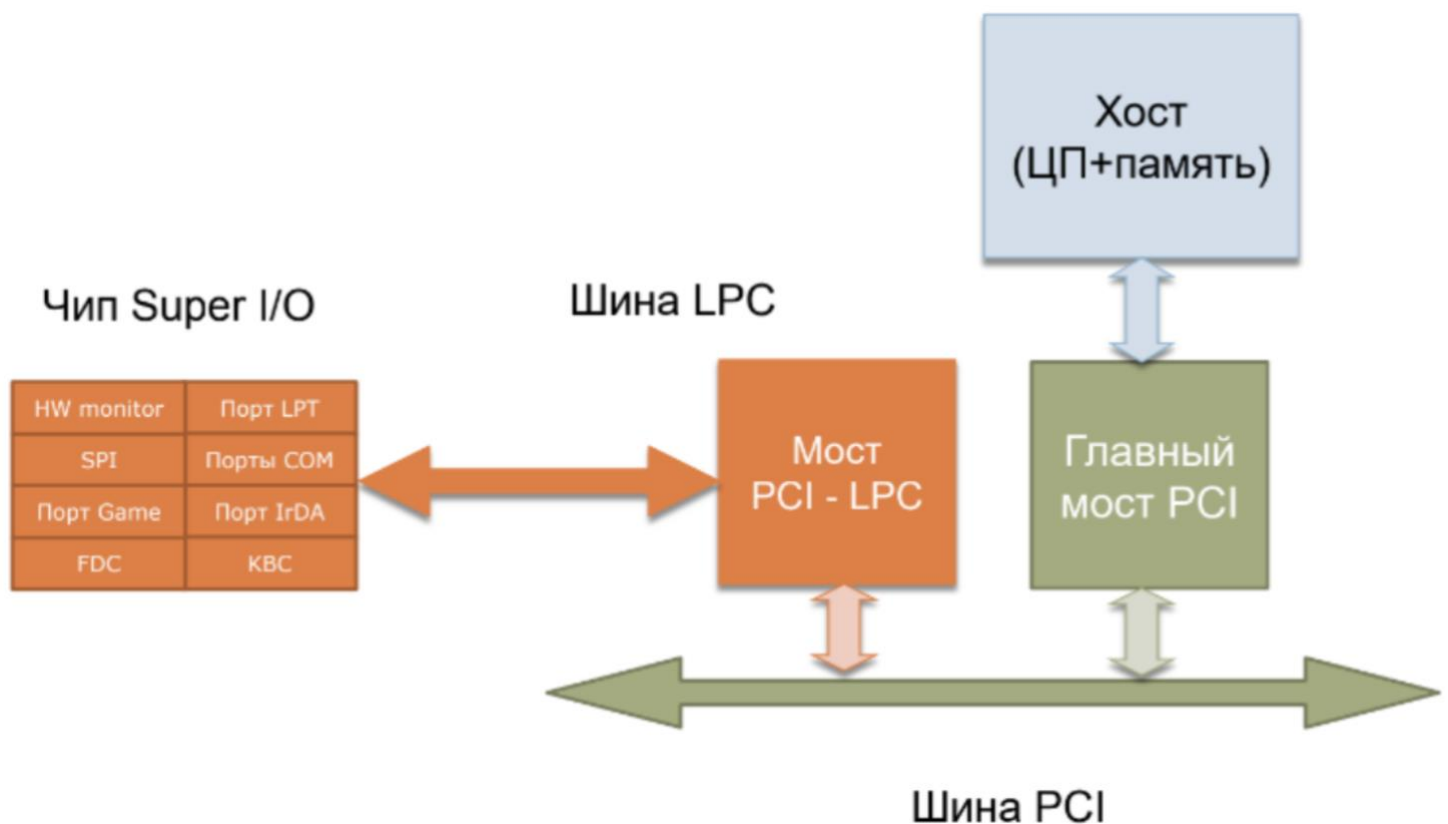
Южный мост отвечает за взаимодействие с внешними устройствами и остальные функции материнской платы. Он включает в себя контроллеры PCI Express, PCI, SATA, PATA, RAID, USB, Ethernet, Firewire и т.д. Также южный мост отвечает за управление питанием, энергонезависимую память BIOS и прерывания. Взаимодействие южного моста с процессором происходит через северный мост.



17. Шина LPC. Чип ввода-вывода Super I/O.

LPC – специализированная системная периферийная шина. Была разработана для замены шины ISA, сохранив программную совместимость для системных и периферийных устройств. Шина LPC является: синхронной параллельной; мультиплексированной, с разрядностью 4 бита; частота 33,3 МГц; обычно используется для подключения единственного физического устройства – моста Super I/O; разъемов и карт расширения не существует; мост PCI-LPC обычно входит в состав микросхемы «южного моста». LPC служит для подключения к контроллеру ввода-вывода более медленных устройств системы (по сравнению с северным мостом). Контроллер Super I/O реализует такие устройства, как контроллер FDD, клавиатурный порт, принтерный интерфейс LPT, com-порты.

Топология – управляемая хостом шина, но чаще используется соединение «точка-точка».



18. Шина PCI. Основные характеристики, архитектура, топология. Арбитр шины.

PCI – базовая системная магистраль (шина) компьютера архитектуры x86, предназначенная для подключения внутренних периферийных устройств и контроллеров внешних интерфейсов. Шина PCI является синхронным параллельным электрическим интерфейсом с общей средой передачи данных (топология «шина»). Состоит из мультиплексированных линий передачи адреса и данных и линий различных управляющих сигналов. Шина PCI разводится внутри микросхем или на печатной плате. Устройства могут быть выполнены в виде микросхем, плат расширения.

Основные характеристики:

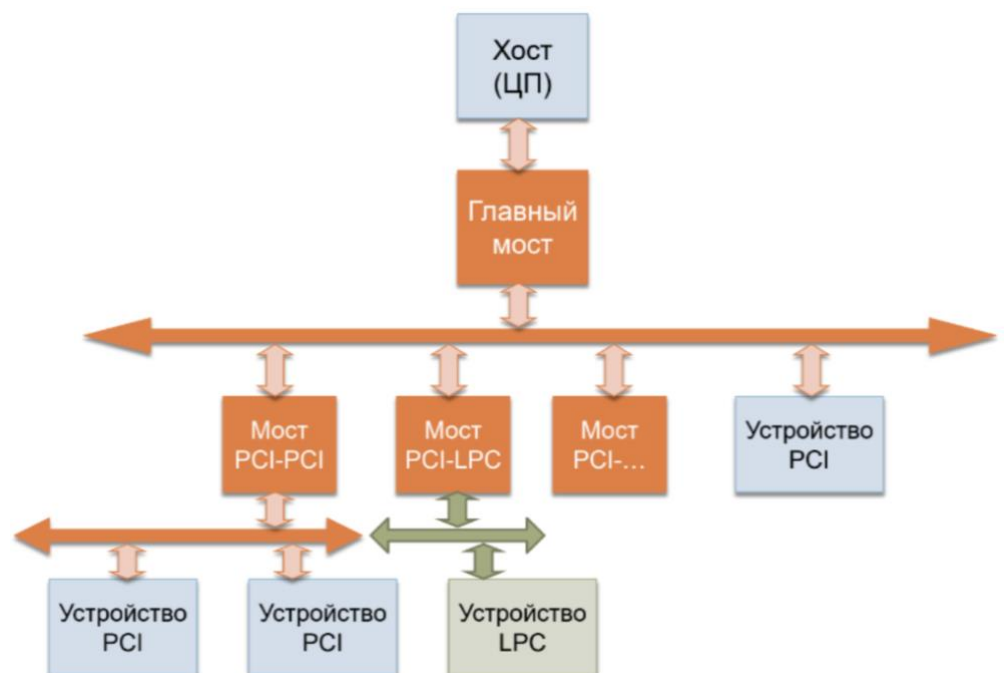
- разрядность (ширина) – 32 или 64 бита;
- тактовая частота – 33.3 или 66.6 МГц;
- адресация – 32 или 64 бита;
- пропускная способность – от 133 до 533 Мб/с;
- количество подключаемых устройств – зависит от реализации, но не более 32 для одного физического сегмента шины.

PCI имеет топологию многоуровневая шина:

- к первичной шине могут подключаться устройства – мосты, управляющие вторичными шинами, и так далее;
- помимо упомянутых мостов PCI-PCI, к шине подключаются мосты для связи с другими шинами, в их задачи входит трансляция транзакций, поступающих по шине PCI, к устройствам, которые подключены к другой шине.

Хост – источник команд и основной потребитель данных; в случае компьютера x86 это – процессор и системная память. Хост подключен через главный мост, который является устройством PCI и действует от имени хоста. Хост занимается также распределением ресурсов и конфигурированием всех устройств PCI.

Мосты играют роль арбитров, обрабатывая запросы от устройств на доступ к шине и отслеживая соблюдение протокола обмена.



19. Шина PCI. Механизмы доступа к устройствам, система адресации, прерывания.

PCI – базовая системная магистраль (шина) компьютера архитектуры x86, предназначенная для подключения внутренних периферийных устройств и контроллеров внешних интерфейсов. Шина PCI является синхронным параллельным электрическим интерфейсом с общей средой передачи данных (топология «шина»). Состоит из мультиплексированных линий передачи адреса и данных и линий различных управляющих сигналов.

Механизмы доступа к устройствам со стороны хоста или других устройств:

1. Обращение к области памяти или портам, выделенным устройству.
2. Обращение к конфигурационным регистрам.
3. Широковещательные сообщения ко всем устройствам шины.
4. Механизм обмена сообщениями.

Для подачи сигналов хосту устройства применяют механизм прерываний: • Маскируемые • Немаскируемые • Системные

Когда устройства сконфигурированы, они адресуются через диапазоны пространства памяти или портов на основе анализа адреса, передаваемого в начале транзакции. В противном случае требуется механизм конфигурационного доступа.

Система адресации включает 32- или 64-битные адреса памяти, зависящие от текущего режима процессора. Физический адрес передается через линии AD[31:2] или AD[63:2], и режим изменения адресов определяется линиями AD[1:0]. Для архитектуры x86 адрес порта - 32 бита, но используются только 16 младших бит. Конфигурационные регистры имеют адресацию в конфигурационном цикле и включают 256 байт для каждого устройства с определенным конфигурационным адресом.

Устройства PCI могут подавать сигнал *прерывания* 4 способами:

- Проводная сигнализация по линиям INTx#;
- Сигнализация по линиям PME#;
- Сигнализация фатальной ошибки SERR#;
- Сигнализация с помощью сообщений.

20. Шина PCI. Формат транзакции PCI.

PCI – базовая системная магистраль (шина) компьютера архитектуры x86, предназначенная для подключения внутренних периферийных устройств и контроллеров внешних интерфейсов. Шина PCI является синхронным параллельным электрическим интерфейсом с общей средой передачи данных (топология «шина»). Состоит из мультиплексированных линий передачи адреса и данных и линий различных управляющих сигналов.

Основные характеристики:

- разрядность (ширина) – 32 или 64 бита;
- тактовая частота – 33.3 или 66.6 МГц;
- адресация – 32 или 64 бита;
- пропускная способность – от 133 до 533 Мб/с
- количество подключаемых устройств – зависит от реализации, но не более 32 для одного физического сегмента шины.

Формат транзакции PCI представляет собой процесс обмена данными между инициатором обмена и целевым устройством через физическую шину. Инициатор обмена - устройство, инициирующее транзакцию и временно управляющее шиной. Целевое устройство - устройство, к которому направлена транзакция.

Основные сигналы и линии шины PCI: FRAME#: Сигнал кадра (транзакции). DEVSEL#: Подтверждение выбора от целевого устройства. IRDY#: Инициатор готов к обмену. TRDY#: Целевое устройство готово к обмену. STOP#: Досрочное прекращение транзакции. REQ#: Запрос на доступ к шине. GNT#: Разрешение на доступ к шине. PAR: Бит четности линий AD и C/BE#. PERR#: Ошибка четности. RST#: Сброс. SERR#: Ошибка.

Фаза адресации: Инициатор обращается к целевому устройству, передавая адрес и команду через шины AD и C/BE#.

Фаза передачи данных: Включает передачу данных между инициатором и целевым устройством. Размер данных определяется маской байтов (C/BE#).

Механизм Bus Mastering: Инициатор, ставший Bus Master, самостоятельно осуществляет доступ к системной памяти, заменяя механизм с выделенным контроллером DMA.

Окончание транзакции:

- Транзакция может завершиться нормально, прекращением (master-abort) или по запросу целевого устройства (STOP#).
- Арбитр может снять разрешение на доступ к шине (GNT#) в случае необходимости.

21. Шина PCI. Контроль достоверности передачи. Электрический интерфейс шины.

PCI-X – шина для подключения рабочих станций и серверов, разработана на основе шины PCI. Шина PCI-X разработана как расширение шины PCI.

Контроль достоверности передачи

Для контроля достоверности передаваемых данных в шине PCI предусмотрен механизм четности. Сигнал PAR - признак нечетного количества единиц на линиях AD [31:0] и C/BE#[3:0]. Сигнал PAR 64 используется для контроля четности линий AD[63:32] и C/BE#[7:4] в случае применения 64-битной шины. Эти сигналы вырабатываются устройством, которое управляет шиной AD. Задержка сигналов PAR и PAR 64 составляет один такт (для того, чтобы устройство успело подсчитать количество пришедших бит).

В случае обнаружения нарушения четности в фазе данных приемник вырабатывает сигнал PERR# и выставляет бит 15 в регистре состояния.

Для фазы адреса проверку четности выполняет целевое устройство, при ошибке вырабатывается другой сигнал - SERR#, выставляется бит 14 в регистре состояния.

Электрический интерфейс:

Напряжение питания и уровни сигналов – 3.3 В, с возможностью работы на 1.5 В при поддержке режима Mode 2. Щелевой разъем имеет ту же конфигурацию, но иное назначение некоторых контактов. В частности, добавлены сигналы ECC.

Режим работы шины определяется мостом по началу сигнала сброса (RST#).

Помимо линии M66EN, проверяется контакт PCIXCAP, по сопротивлению резистора определяется максимальная частота каждого устройства.

Проверив устройства, мост выбирает режим работы шины (частота, режим PCI-X или PCI, контроль достоверности данных) и сообщает его всем устройствам двоичным кодом по линиям PERR#, DEVSEL#, STOP# и TRDY# по спаду сигнала RST#.

22. Шина PCI-X. Электрический и физический интерфейс, отличия от PCI.

PCI-X – шина для подключения рабочих станций и серверов, разработана на основе шины PCI. Шина PCI-X разработана как расширение шины PCI.

Основная цель создания – улучшить ключевые характеристики шины PCI, прежде всего пропускную способность и надежность, за счет усложнения протокола обмена данными и увеличения тактовой частоты. Шина PCI-X применяется только в рабочих станциях и серверах. Совместимость с устройствами PCI – механическая, электрическая, логическая – сохранена в полном объеме, но при наличии устройства PCI вся шина работает в режиме совместимости. На сегодня практически полностью вытеснена шиной PCI Express.

Основные отличия от PCI:

- возможность работы на тактовой частоте шины в 100 и 133 МГц;
- возможно использование различных слотов для разных скоростей обмена данными;
- значительно уменьшено время, выделяемое на операции в PCI-X
- разрядность шин данных/адреса 64 бита;
- понижение напряжения питания и уровней сигналов до 1.5 В;
- максимальная пропускная способность возросла до 1064 МБ/с.
- механизм отдельных транзакций для улучшения производительности при одновременной работе нескольких устройств.

Электрический интерфейс:

Напряжение питания и уровни сигналов – 3.3 В, с возможностью работы на 1.5 В при поддержке режима Mode 2. Щелевой разъем имеет ту же конфигурацию, но иное назначение некоторых контактов. В частности, добавлены сигналы ECC.

Режим работы шины определяется мостом по началу сигнала сброса (RST#).

Помимо линии M66EN, проверяется контакт PCIXCAP, по сопротивлению резистора определяется максимальная частота каждого устройства.

Проверив устройства, мост выбирает режим работы шины (частота, режим PCI-X или PCI, контроль достоверности данных) и сообщает его всем устройствам двоичным кодом по линиям PERR#, DEVSEL#, STOP# и TRDY# по спаду сигнала RST#.

23. Шина PCI-X. Модификация сигналов и протоколов PCI. (пакетные и одиночные транзакции, последовательность, атрибуты, отложенная и расщепленная транзакции, обмен ролями)

PCI-X – шина для подключения рабочих станций и серверов, разработана на основе шины PCI.

Модификация сигналов и протоколов PCI направлена на снижение задержек и устранение накладных расходов. Для определения возможностей карты добавлен новый контакт PCIXCAP – поддержка протокола PCI-X. Назначения остальных сигналов остались без изменений, кроме C/BE# - они не действуют в пакетных транзакциях. Ввели дополнения, позволяющие устройствам «предвидеть» грядущие события и выбирать адекватное поведение. В обычной PCI все транзакции начинаются одинаково (с фазы адреса) как пакетные с заранее неизвестной длиной. При этом реально транзакции ввода/вывода всегда имеют лишь одну фазу данных; длинные пакеты эффективны (и используются) только для обращений к памяти.

В PCI-X транзакции по длине разделены на два типа:

- пакетные — все команды, обращенные к памяти;
- одиночные размером в двойное слово (DWORD) — остальные команды.

Последовательность – одна или несколько логически связанных пакетных транзакций (чтение или запись в память), в рамках которых передается единый блок данных. Сколько байт передается в рамках одной транзакции, не определено, но для последовательности инициатор заявляет суммарный объем в байтах.

Если выполняется транзакция чтения, мост должен принять результаты этой транзакции, чтобы передать их истинному инициатору. Хотя существует различные способы реализации этого общего сценария для различных команд, мост PCI имеет всего два варианта ответа инициатору:

1. Отложить транзакцию, указав условие Retry. Этот вариант, называемый отложенной транзакцией, требует, чтобы инициатор повторил попытку через некоторое время. В это время мост должен обработать заказанную транзакцию на другой стороне интерфейса.

2. Сделать вид, что транзакция успешно завершена. Этот вариант, известный как отправленная запись, возможен только для операций записи в память. Фактическая запись произойдет позже, когда мост получит управление шиной на противоположном интерфейсе.

Если целевое устройство не может начать обработку транзакции, оно не должно откладывать ее с запросом на повторение, а должно выполнять расщепление (Split) – выполнение с обменом ролями.

24. Транзакции PCI-X. Типы, форматы атрибутов.

PCI-X – шина для подключения рабочих станций и серверов, разработана на основе шины PCI.

Если выполняется транзакция чтения, мост должен принять результаты этой транзакции, чтобы передать их истинному инициатору. Хотя существует различные способы реализации этого общего сценария для различных команд, мост PCI имеет всего два варианта ответа инициатору:

1. Отложить транзакцию, указав условие Retry. Этот вариант, называемый отложенной транзакцией, требует, чтобы инициатор повторил попытку через некоторое время. В это время мост должен обработать заказанную транзакцию на другой стороне интерфейса.

2. Сделать вид, что транзакция успешно завершена. Этот вариант, известный как отправленная запись, возможен только для операций записи в память. Фактическая запись произойдет позже, когда мост получит управление шиной на противоположном интерфейсе.

Если целевое устройство не может начать обработку транзакции, оно не должно откладывать ее с запросом на повторение, а должно выполнять расщепление (Split) – выполнение с обменом ролями.

В PCI-X отложенные транзакции заменены расщепленными транзакциями. Целевое устройство может завершить любую транзакцию, кроме транзакций записи в память, немедленно или с использованием протокола расщепленных транзакций. В последнем случае целевое устройство высылает сигнал Split Response, внутренне выполняет команду, а затем инициирует собственную транзакцию (команду Split Completion) для передачи данных или сообщения об окончании инициатору исходной (расщепленной) транзакции.

Транзакция чтения разделяется на две части:

1. Транзакция запроса чтения, содержащая адрес.
2. Транзакция ответа исполнителя, содержащая данные.

Каждая транзакция теперь должна быть помечена (тегирована) соответствующим образом, чтобы центральный процессор и исполнители могли определить, что происходит.

25. Шина PCI-X. Отложенная и расщепленная транзакция, обмен ролями.

PCI-X – шина для подключения рабочих станций и серверов, разработана на основе шины PCI.

Если выполняется транзакция чтения, мост должен принять результаты этой транзакции, чтобы передать их истинному инициатору. Хотя существует различные способы реализации этого общего сценария для различных команд, мост PCI имеет всего два варианта ответа инициатору:

1. Отложить транзакцию, указав условие Retry. Этот вариант, называемый отложенной транзакцией, требует, чтобы инициатор повторил попытку через некоторое время. В это время мост должен обработать заказанную транзакцию на другой стороне интерфейса.

2. Сделать вид, что транзакция успешно завершена. Этот вариант, известный как отправленная запись, возможен только для операций записи в память. Фактическая запись произойдет позже, когда мост получит управление шиной на противоположном интерфейсе.

Если целевое устройство не может начать обработку транзакции, оно не должно откладывать ее с запросом на повторение, а должно выполнять расщепление (Split) – выполнение с обменом ролями.

В PCI-X отложенные транзакции заменены расщепленными транзакциями. Целевое устройство может завершить любую транзакцию, кроме транзакций записи в память, немедленно или с использованием протокола расщепленных транзакций. В последнем случае целевое устройство высылает сигнал Split Response, внутренне выполняет команду, а затем инициирует собственную транзакцию (команду Split Completion) для передачи данных или сообщения об окончании инициатору исходной (расщепленной) транзакции.

Транзакция чтения разделяется на две части:

1. Транзакция запроса чтения, содержащая адрес.
2. Транзакция ответа исполнителя, содержащая данные.

Каждая транзакция теперь должна быть помечена (тегирована) соответствующим образом, чтобы центральный процессор и исполнители могли определить, что происходит.

26. Режимы PCI-X. Механизм обмена сообщениями.

PCI-X – шина для подключения рабочих станций и серверов, разработана на основе шины PCI.

Каждый сегмент PCI-X должен работать в самом прогрессивном режиме, доступном всем его абонентам, включая и главный для этой шины мост. В стандартной шине PCI «прогрессивность» определяется только допустимой тактовой частотой (33 или 66 МГц), и свои способности карта сообщает по контакту B49 (M66EN). В PCI-X появляются новые возможности: поддержка собственно протокола PCI-X и ускоренных передач. Мост, которому подчиняется данная шина, проверяет состояние линий по началу сигнала сброса. В соответствии с увиденными возможностями мост выбирает режим работы шины. Этот режим доводится до всех абонентов с помощью шаблона инициализации — уровней сигналов PERR#, DEVSEL#, STOP# и TRDY# в момент окончания сигнала RST#. Возможные режимы шины:

Режим	Частота, МГц	Контроль
PCI	0-33	PAR
PCI	33-66	PAR
PCI-X M1	50-66	PAR
PCI-X M1	66-100	PAR
PCI-X M1	100-133	PAR
PCI-X M1	100-133	ECC
PCI-X M2	66-100	ECC

DIM - транзакция не по адресу памяти или портов ввода-вывода, а по идентификатору устройства. Поддержка DIM введена в PCI-X 2.0, она необязательна для устройств, только для мостов.

В фазе адреса передается:

- Код сообщения, 8 бит – зависит от класса сообщения.
- CBN:CDN:CFN – ID устройства назначения.
- Класс сообщения – 4 бита.

В фазе атрибутов старший бит AD – признак первой транзакции (начала сообщения). Сообщение – это последовательность, его длина может достигать 4096 байт.

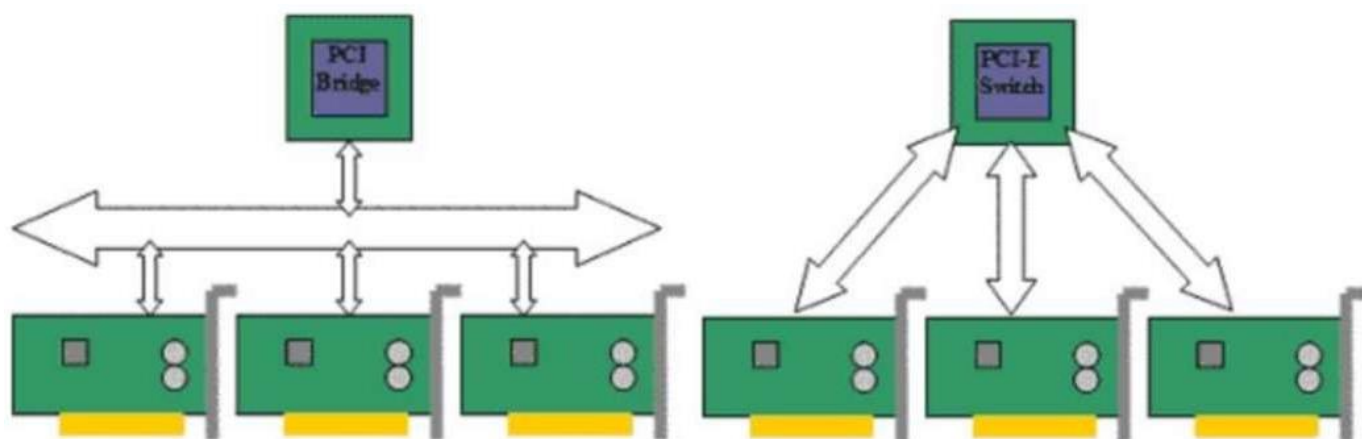
27. Шина PCI-Express. История реализации. Архитектура, топология.

Шина PCI Express - универсальный периферийный интерфейс системного уровня. При разработке PCI Express особое внимание было уделено совместимости с PCI на уровне механизма конфигурирования, программного доступа и поддержки со стороны ОС, и драйверов. При этом требовалось сохранить или уменьшить стоимость реализации при значительном улучшении всех характеристик, прежде всего пропускной способности.

Вместо шинного соединения PCI в PCI Express применена схема объединенных через коммутаторы двухточечных каналов связи между устройствами и портами.

Соединение — это пара встречных симплексных каналов — передающий и принимающий. Каждый канал является низковольтной дифференциальной парой сигналов. Сигналы идут одновременно в противоположных направлениях. Скорость соединения устанавливается в начале работы шины; определены две скорости - 2.5 Гбит/с и 5.0 Гбит/с (Pcie 2.0).

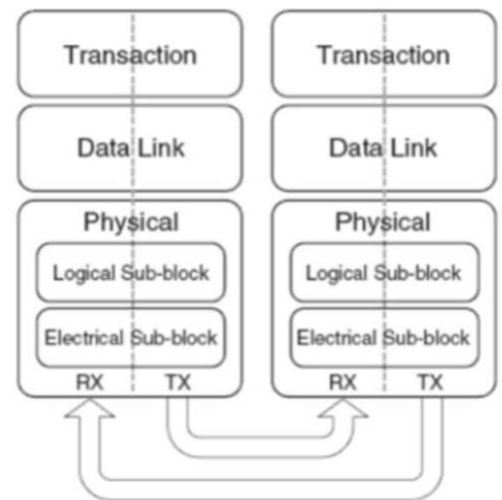
Сравнения топологий PCI и PCI Express:



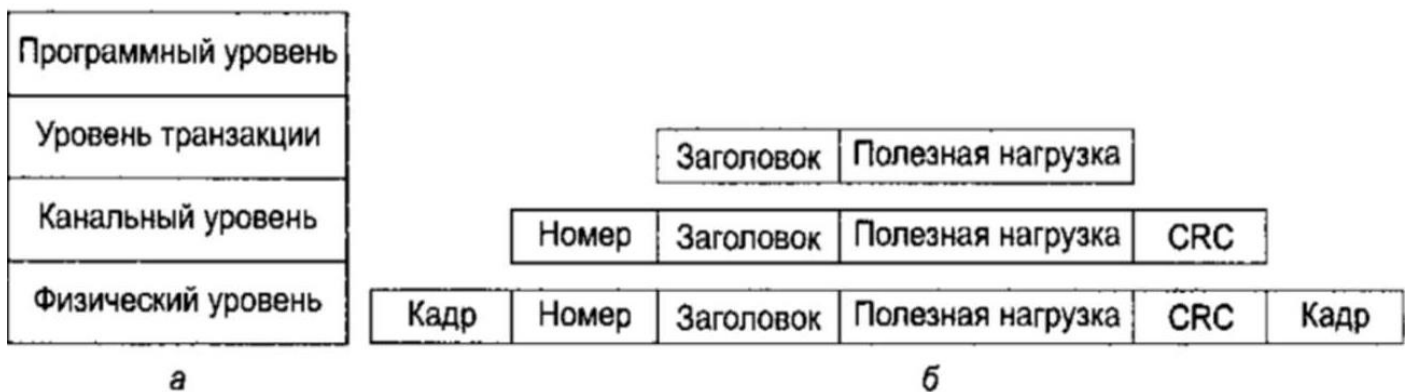
28. Шина PCI-Express. Уровни протокола, форматы пакетов.

Шина *PCI Express* - универсальный периферийный интерфейс системного уровня. При разработке PCI Express особое внимание было уделено совместимости с PCI на уровне механизма конфигурирования, программного доступа и поддержки со стороны ОС, и драйверов. При этом требовалось сохранить или уменьшить стоимость реализации при значительном улучшении всех характеристик, прежде всего пропускной способности.

В отличие от PCI протокол PCI Express условно разделен на уровни, без уточнения способов их реализации. Уровней всего три, на каждом выполняется сборка и разборка пакетов и их обрамление необходимыми заголовками и контрольными суммами. Не все пакеты относятся к уровню транзакций, существуют пакеты только канального уровня, служащие для управления.



Стек протоколов и форматы пакетов:



29. Шина PCI-Express. Пакеты уровня транзакций. Качество обслуживания (QoS) и виртуальные каналы.

Шина PCI Express - универсальный периферийный интерфейс системного уровня. При разработке PCI Express особое внимание было уделено совместимости с PCI на уровне механизма конфигурирования, программного доступа и поддержки со стороны ОС, и драйверов. При этом требовалось сохранить или уменьшить стоимость реализации при значительном улучшении всех характеристик, прежде всего пропускной способности.

Пакеты уровня транзакций

Пакеты шины PCI Express оптимизированы для передачи по высокоскоростным последовательным линиям. Они имеют переменный формат, в том числе длину, чтобы исключить передачу незадействованных полей. Первым передается наиболее значимый байт, обычно старший байт, чтобы приемное устройство могло начать его обработку до прихода остальных байтов. Длина пакета выровнена по границе dword. Код CRC обеспечивает защиту инвариантных областей TLP. Пакеты уровня транзакций несут признак одной из двух фаз транзакции – запрос и выполнение, последняя нужна не для всех типов транзакций. Связь между запросами и выполнениями - по идентификатору транзакции (Transaction ID) из поля заголовка TLP.

Качество обслуживания

В PCI Express имеется поддержка дифференцированных классов по качеству обслуживания (QoS), обеспечивающая следующие возможности:

- выделять ресурсы соединения для потока каждого класса (виртуальные каналы);
- конфигурировать политику по QoS для каждого компонента;
- указывать QoS для каждого пакета;
- создавать изохронные соединения.

Для поддержки QoS применяется маркировка трафика: каждый пакет TLP имеет трехбитное поле метки класса трафика TC. Это позволяет различать передаваемые данные по типам, создавать дифференцированные условия передачи трафика для разных классов. Порядок исполнения транзакций соблюдается в пределах одного класса, но не между разными классами.

Виртуальный канал - физически обособленные наборы буферов и средств маршрутизации пакетов, которые загружаются только обработкой трафика своего виртуального канала.

На основе номеров виртуальных каналов и их приоритетов производится арбитраж при маршрутизации входящих пакетов. Каждый порт, поддерживающий виртуальные каналы, выполняет отображение пакетов определенных классов на соответствующие виртуальные каналы.

30. Шина PCI-Express. Пакеты канального уровня. Оборачивание TLP. Кредиты доверия

Шина PCI Express - универсальный периферийный интерфейс системного уровня. При разработке PCI Express особое внимание было уделено совместимости с PCI на уровне механизма конфигурирования, программного доступа и поддержки со стороны ОС, и драйверов. При этом требовалось сохранить или уменьшить стоимость реализации при значительном улучшении всех характеристик, прежде всего пропускной способности.

Канальный уровень отвечает за обеспечение целостности и достоверности данных, а также управление соединением. На этом уровне пакеты уровня транзакций (TSP Packet) дополняются уникальным номером и контрольной суммой CRC.

Уровень проверяет порядок пакетов и контролирует их содержание, запрашивает пропущенные пакеты, сигнализирует о сбоях соединения, управляет состояниями соединения, служит для подачи сигналов энергопотребления, индикации ошибок и журналирования, обмена информацией управления потоком и т.д.

Специальные пакеты DLP - служебные, данных не содержат, служат для управления соединением. Они не проходят через промежуточные узлы, распространяются только между портами.

Подразделяются на следующие типы:

- Ask - подтверждение прихода TLP с заданным номером;
- Nack - запрос на повтор TLP с заданным номером;
- пакеты управления кредитами и VC;
- пакеты управления PM.

DLP содержит заголовок с типом пакета, информационное поле и 16-битный CRC.

Кредиты доверия

В протоколе PCIe для передачи пакетов по каналу связи используется механизм управления потоками на основе кредитов доверия. Принимающее устройство выдает кредиты доверия на основе объема буферной памяти, имеющейся у принимающего устройства. Передающему устройству запрещено начинать транзакции, для которых может потребоваться больше кредитов доверия, чем их заявило принимающее устройство. Для осуществления транзакции длина полезных данных, указываемая в заголовке запроса передающего устройства, должна точно совпадать с объемом передаваемых полезных данных и быть меньше или равна количеству кредитов доверия, имеющихся у принимающего устройства. Это может неоправданно ограничивать гибкость при передаче данных.

31. Шина PCI-Express. Многоуровневая реализация, коммутаторы, физический интерфейс, кодирование.

Шина PCI Express - универсальный периферийный интерфейс системного уровня. При разработке PCI Express особое внимание было уделено совместимости с PCI на уровне механизма конфигурирования, программного доступа и поддержки со стороны ОС, и драйверов. При этом требовалось сохранить или уменьшить стоимость реализации при значительном улучшении всех характеристик, прежде всего пропускной способности.

Порт — это логическая точка подключения соединения в памяти, которая отвечает за управление линиями, сборку в пакеты исходящих данных и разборку входящих. Портами оснащены RC и коммутаторы. С точки зрения программирования порт представляет собой виртуальный мост PCI-PCI, а его Link – виртуальную подчиненную шину PCI. Все порты делятся на: •корневые (принадлежат RC); •нисходящие; •восходящие (только у коммутаторов).

Коммутатор служит для расширения количества подключаемых устройств, это аналог моста дополнительных шин PCI. Программно коммутатор представляет собой набор мостов PCI-PCI. Один из портов коммутатора ведет к порту RC или другого коммутатора.

Кодирование 8b/10b:

В отличие от шин ISA, EISA и PCI, в технологии PCI Express не предусмотрен тактовый генератор. Устройства вправе начинать передачу в любой момент, как только им будет, что передавать. Такая свобода, с одной стороны, повышает быстродействие, с другой, порождает проблему. Предположим, что 1 кодируется напряжением +3 В, а 0 - напряжением 0 В.

Если первые несколько байтов равны нулю, как получатель узнает о том, что ему передаются данные? Действительно – последовательность нулевых битов трудно отличить от простоя канала. Эта проблема решается при помощи так называемой 8/10-разрядной кодировки. Согласно этой схеме, 1 байт фактических данных кодируется при помощи 10-разрядного символа. Из 1024 возможных 10-разрядных символов выбираются такие, которые за счет достаточного количества фронтов без задающего генератора обеспечивают синхронизацию отправителя и получателя по границам битов. В силу применения 8/10-разрядной кодировки суммарная пропускная способность канала, равная 2,5 Гбайт/с, сужается до фактической пропускной способности 2 Гбайт/с.

Кодирование 8b/10b выполняется по стандарту ANSI X3. 230-1994 (или IEEE 802.3z). Младшие 5 бит отображаются на 6 бит, старшие 3 бита - на 4 бита, передаются младшим битом вперед.

32. Шина PCI-Express. Поле Digest, CRC-контроль.

Шина PCI Express - универсальный периферийный интерфейс системного уровня. При разработке PCI Express особое внимание было уделено совместимости с PCI на уровне механизма конфигурирования, программного доступа и поддержки со стороны ОС, и драйверов. При этом требовалось сохранить или уменьшить стоимость реализации при значительном улучшении всех характеристик, прежде всего пропускной способности.

Digest - 32-битный CRC-код. Длина всего пакета перечисленных полей кратна двойному слову (32 бит). Признак «дайджеста» TD: единичное значение указывает на применение 32-битного CRC-кода в конце пакета, защищающего все поля пакета, не изменяемые в процессе его путешествия через коммутаторы PCI Express.

CRC - Контроль с помощью циклического избыточного кода. Способ контроля целостности данных при их передаче и хранении. При помощи специального алгоритма вычисляется контрольная сумма пакета данных, которая передается вместе с ним. Алгоритм расчета контрольной суммы определяется используемым протоколом передачи данных. Принимающее устройство повторно вычисляет контрольную сумму пакета данных. Несовпадение рассчитанной и принятой контрольной суммы расценивается как ошибка передачи данных, при этом, как правило, принимающее устройство производит запрос повторной передачи ошибочного пакета.

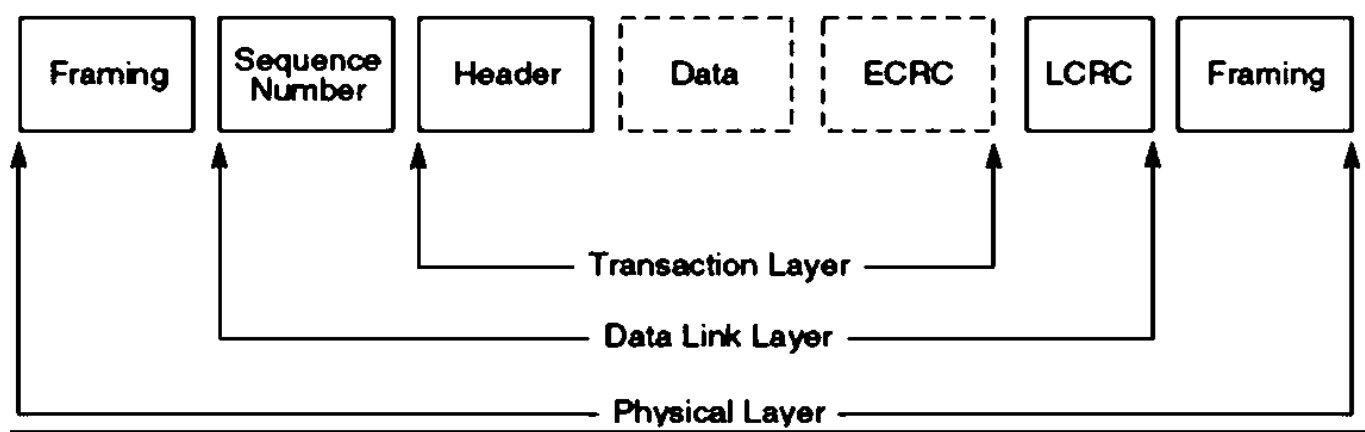
33. Шина PCI-Express. Физический уровень. Кодирование 8b/10b.

Шина PCI Express - универсальный периферийный интерфейс системного уровня. При разработке PCI Express особое внимание было уделено совместимости с PCI на уровне механизма конфигурирования, программного доступа и поддержки со стороны ОС, и драйверов. При этом требовалось сохранить или уменьшить стоимость реализации при значительном улучшении всех характеристик, прежде всего пропускной способности.

Физический уровень делится на два подуровня:

- логический;
- электрический.

На логическом уровне байты полученных данных кодируются по схеме 8b/10b и преобразуются в 10-битные символы. Выполняется также скремблирование (если необходимо), распределение по линиям, кадрирование, обрамление служебными символами. В результате данные принимают следующий вид:



Кодирование 8b/10b:

В отличие от шин ISA, EISA и PCI, в технологии PCI Express не предусмотрен тактовый генератор. Устройства вправе начинать передачу в любой момент, как только им будет, что передавать. Такая свобода, с одной стороны, повышает быстродействие, с другой, порождает проблему. Предположим, что 1 кодируется напряжением +3 В, а 0 - напряжением 0 В.

Если первые несколько байтов равны нулю, как получатель узнает о том, что ему передаются данные? Действительно – последовательность нулевых битов трудно отличить от простого канала. Эта проблема решается при помощи так называемой 8/10-разрядной кодировки. Согласно этой схеме, 1 байт фактических данных кодируется при помощи 10-разрядного символа. Из 1024 возможных 10-разрядных символов выбираются такие, которые за счет достаточного количества фронтов без задающего генератора обеспечивают синхронизацию отправителя и получателя по границам битов. В силу применения 8/10-разрядной кодировки суммарная пропускная способность канала, равная 2,5 Гбайт/с, сужается до фактической пропускной способности 2 Гбайт/с.

Кодирование 8b/10b выполняется по стандарту ANSI X3. 230-1994 (или IEEE 802.3z). Младшие 5 бит отображаются на 6 бит, старшие 3 бита - на 4 бита, передаются младшим битом вперед.

34. Итоги развития периферийной шины от PCI к PCI-Express.

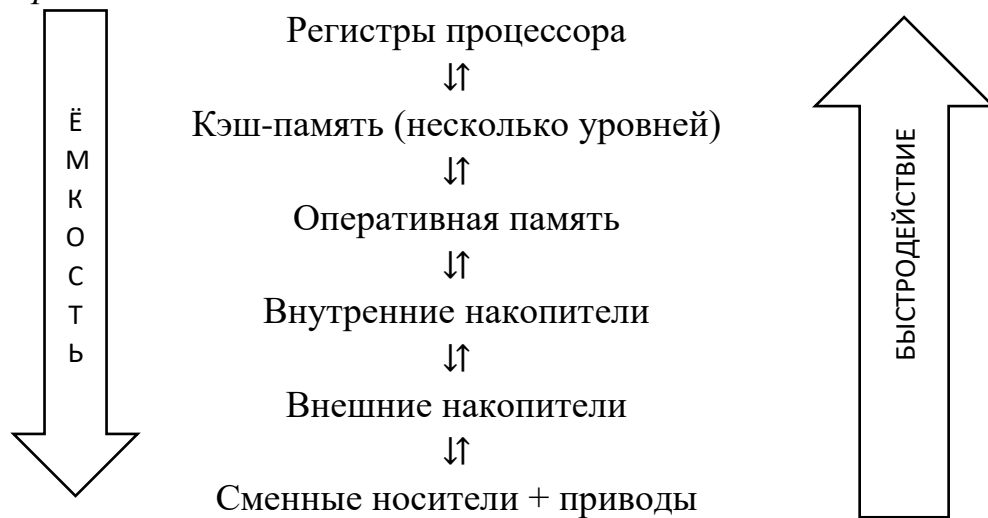
Спецификации PCI

Спецификация PCI	Основные изменения
PCI 1.0	Оригинальная 32/64-разрядная спецификация
PCI 2.0	Определенные соединители и платы расширения
PCI 2.1	Рабочая частота – 66 МГц, порядок групповых операций, изменение времени задержек
PCI 2.2	Управления режимом электропитания, механические изменения
PCI-X 1.0	Рабочая частота - 133 МГц, дополнение к спецификации 2.2
Mini-PCI	Уменьшенный формфактор плат, дополнение к спецификации 2.2
PCI 2.3	Напряжение – 3.3 В предназначена для низкопрофильных плат расширения
PCI-X 2.0	Рабочая частота – 266 или 533 МГц подразделение 64-разрядной шины данных на 32- и 16-разрядные сегменты для использования с различными устройствами, имеющее напряжения 3.3/1.5 В
PCI-Express 1.0	Общее быстродействие – 2.5 Гбайт/с, рабочее напряжение 0.8 В, 250 Мбай/с на каждую пропускную полосу
PCI-Express 2.0	Общее быстродействие – 5 Гбайт/с, рабочее напряжение 0.8 В, 500 Мбай/с на каждую пропускную полосу

Версия PCI Express	Год выхода	Схема кодирования	Скорость передачи	Пропускная способность на x линий			
				x1	x4	x8	x16
PCIe 1.0	2002	8b/10b	2.5 ГТ/с	250 Мб/с	1 Гб/с	2 Гб/с	4 Гб/с
PCIe 2.0	2007	8b/10b	5 ГТ/с	500 Мб/с	2 Гб/с	4 Гб/с	8 Гб/с
PCIe 3.0	2010	128b/130b	8 ГТ/с	984 Мб/с	3.9 Гб/с	7.9 Гб/с	16 Гб/с
PCIe 4.0	2017	128b/130b	16 ГТ/с	1.9 Гб/с	7.9 Гб/с	16 Гб/с	32 Гб/с
PCIe 5.0	2019	128b/130b	32 ГТ/с	3.9 Гб/с	32 Гб/с	32 Гб/с	63 Гб/с

35. Иерархия устройств памяти. Классификация устройств памяти.

Иерархия устройств памяти:



Классификация:

По исполнению:

- внутренние (внутри корпуса системы, без отдельного питания);
- внешние (в отдельном корпусе).

По конструкции:

- со сменными носителями;
- со встроенными движущимися носителями (обычно дисками);
- твердотельные накопители (без движущихся деталей).

По принципу адресации и доступа:

- блочные с произвольным доступом;
- потоковые (практически то же, что и последовательного типа).
- блочные с последовательным доступом (чаще всего ленточные);

По типу использованного физического явления:

- магнитные (магнитная ориентация ячеек);
- оптические (оптические свойства материалов);
- электронные (хранение электронного заряда в ячейках);
- комбинированные (разные принципы для чтения и записи).

Носители информации для ЭВМ:

- Ленточные носители
- Дисковые носители:
 - магнитные
 - оптические
 - магнито-оптические
- Флэш-носители

36. Устройства внешней памяти. Характеристики внешней памяти.

Устройства внешней памяти относятся к периферийной части системы, доступны через контроллеры, подключаются к периферийным шинам.

Предназначены для загрузки данных в оперативную память, которая не может вместить весь требуемый объем целиком.

Единица адресации значительно больше байта. Чаще всего используется понятие «сектора» (по аналогии с сектором диска, поскольку большинство устройств первого поколения имело вращающиеся диски). Типичный объем сектора - 512 байт.

Устройства внешней памяти могут иметь различную конструкцию и варианты исполнения, однако в любом случае они не доступны процессору напрямую, через команды загрузки и сохранения операндов (Load/Store). Системная адресация к ним тоже не применима.

Характеристики внешней памяти:

- Емкость (capacity) - максимальное количество информации, которое может в ней храниться. Измеряется в байтах. Принята десятичная, а не двоичная система обозначений: К, М, Г, Т, Р.
- Скорость доступа (access time) - время от поступления запроса до фактического выполнения операции. Для чтения и записи различаются.
- Время позиционирования (seek time) - для механических устройств - время перемещения считывающего элемента к требуемой ячейке.
- Удельная стоимость хранения данных — это стоимость в расчете на емкость.

С точки зрения производительности память удобно характеризовать двумя параметрами:

- временем ожидания — это время, уходящее на пересылку в память или из памяти одного слова данных.
- пропускной способностью — это количество бит или байт, пересылаемых за одну секунду. Различают:
 - внутреннюю (internal) скорость, ограниченную физическими процессами;
 - внешнюю (external), ограниченную пропускной способностью интерфейса.

37. Классификация устройств хранения данных, физические основы функционирования, основные характеристики.

Классификация:

По исполнению:

- внутренние (внутри корпуса системы, без отдельного питания);
- внешние (в отдельном корпусе).

По конструкции:

- со сменными носителями;
- со встроенными движущимися носителями (обычно дисками);
- твердотельные накопители (без движущихся деталей).

По принципу адресации и доступа:

- блочные с произвольным доступом;
- потоковые (практически то же, что и последовательного типа).
- блочные с последовательным доступом (чаще всего ленточные);

По типу использованного физического явления:

- магнитные (магнитная ориентация ячеек);
- оптические (оптические свойства материалов);
- электронные (хранение электронного заряда в ячейках);
- комбинированные (разные принципы для чтения и записи).

Физические основы функционирования:

В основе работы запоминающего устройства может лежать любой физический эффект, обеспечивающий приведение системы к двум или более устойчивым состояниям. Физические свойства полупроводников, когда прохождение тока через полупроводник или его отсутствие трактуются как наличие логических сигналов 0/1.

Устойчивые состояния, определяемые направлением намагниченности, позволяют использовать для хранения данных разнообразные магнитные материалы:

- наличие или отсутствие заряда в конденсаторе также может быть положено в основу системы хранения.
- отражение или рассеяние света от поверхности CD, DVD или Blu-ray диска также позволяет хранить информацию.
- комбинированный вариант.

Характеристики внешней памяти:

- Емкость (capacity) - максимальное количество информации, которое может в ней храниться. Измеряется в байтах. Принята десятичная, а не двоичная система обозначений: K, M, G, T, P.
- Скорость доступа (access time) - время от поступления запроса до фактического выполнения операции. Для чтения и записи различаются.
- Время позиционирования (seek time) - для механических устройств - время перемещения считывающего элемента к требуемой ячейке.
- Удельная стоимость хранения данных — это стоимость в расчете на емкость.

38. Конструкция и принцип работы жесткого диска. (Принцип магнитной записи (законы), типы магнитной записи, элементы конструкции жесткого диска)

Жесткий диск (HDD, Hard Disk Drive) — это запоминающее устройство, основанное на принципе магнитной записи.

Принцип магнитной записи:

Для хранения данных на жестких дисках использован принцип упорядочивания направления намагничивания частиц ферромагнетиков под действием внешнего магнитного поля.

В качестве среды записи и хранения информации выступают ферромагнетики, отличительной особенностью которых является наличие микроскопических однородно намагниченных объемов вещества, называемых доменами.

Один бит магнитной информации — это один магнитный домен ферромагнитного материала, направление вектора намагниченности в котором может быть изменено внешним полем.

Запись одного бита информации осуществляется путём подачи тока в электрическую катушку записывающей головки. Изменяя направление прохождения тока через элемент, можно получить участки на носителе с магнитными доменами, ориентированными в разных направлениях.

Задача элемента чтения - обнаружить изменения направления намагниченности участков диска.

Законы:

Закон Гаусса - электрический заряд является источником электрической индукции.

Закон индукции Фарадея изменение магнитной индукции порождает вихревое электрическое поле.

Теорема о циркуляции магнитного поля - электрический ток и изменение электрической индукции порождают вихревое магнитное поле.

Типы магнитной записи продольная и перпендикулярная.

Элементы конструкции:

Магнитные пластины (подложка (из алюминия или стекла), несущий слой (сложный ферромагнитный сплав), защитный углеродный слой (от коррозии)); **Шпиндельный двигатель**; **Подвес головок чтения/записи** (головка, ползун содержит два элемента - индуктивный (для записи) и магниторезистивный (для чтения)); **Мотор катушки линейного электропривода**; **Плата электроники** (цифровой сигнальный процессор(обработывающий сигналы чтения/записи), микросхема буферной памяти, микроконтроллер(роль управляющего контроллера, интерфейсного контроллера и контроллера жесткого диска), разъемы (интерфейсный и питания), служебный разъем).

39. Конструкция и принцип работы жесткого диска. (Схема головки чтения-записи, головки GMR, TMR. Плотность записи. Методики повышения плотности записи)

Giant Magnetoresistive - GMR

Рабочий элемент головки чтения/записи представляет собой комбинацию индуктивного элемента записи и магниторезистивного элемента чтения. Катушка индуктивности создает магнитное поле заданной полярности. Магниторезистивный элемент чтения измеряет изменение падения напряжения в полупроводнике, возникающее при прохождении последнего в магнитном поле.

Принцип работы элемента TMR: туннельный ток через изоляционный слой между двумя ферромагнетиками зависит от взаимной ориентации направлений их намагниченности.

Плотность записи:

Плотность - количество элементов разметки или логических бит на единицу длины или площади. Именно этот показатель определяет потенциальную емкость жесткого диска.

Линейная плотность - количество бит на единицу длины дорожки. Считаются не только биты данных, но и служебные биты. Измеряется в BPI (Bits Per Inch - бит на дюйм).

Плотность дорожек - количество концентрических дорожек на единицу радиуса. Измеряется в TPI (Tracks Per Inch - треков на дюйм).

Повышение плотности записи:

Производители винчестеров ищут способы обойти суперпарамагнетический барьер и улучшить стабильность операций позиционирования, чтения записи.

Модернизации подвергаются не только головки чтения/записи, но и магнитные пластины.

Традиционно изменялся тип сенсора чтения: от индуктивного перешли к магниторезистивному, далее к GMR и к TMR.

Методы повышения плотности записи:

1) Метод перпендикулярной записи позволил улучшить все характеристики связки «поверхность-головка», но он себя скоро исчерпает.

2) Метод магнитной записи с подогревом Основан на технологии Thermal Flight Control Встроенный нагреватель. (тепловая магнитная запись, TAR)

3) Создание неоднородной структуры поверхности носителя (Структурированные носители данных), - перспективная технология хранения данных на магнитном носителе, в которой для записи используются массивы одинаковых магнитных ячеек, каждая из которых соответствует одному биту информации. Этим она отличается от представителей современных технологий магнитной записи, где бит информации записывается на нескольких магнитных доменах CAMA, AFT, Patterned Media, Discrete Track Record

41. Принцип работы актуатора. Управление перемещением головок.

Актуатор (привод головок чтения/записи) представляет собой мощный постоянный магнит, в поле которого помещена катушка индуктивности, намотанная на другом плече держателя.

Принцип работы актуатора:

Подача напряжения на катушку вызывает поворот держателя и перемещение рабочего элемента головки относительно радиуса магнитной пластины. Поиск и удержание головки над заданной дорожкой осуществляется по сервометкам - внедренным между секторами ячейкам с сигналом особой формы.

Сигнал сервометок выделяется из общего сигнала чтения, по принципу обратной связи формируется сигнал отклонения актуатора при ослаблении или усилении сигнала сервометок заданной дорожки и соседних дорожек.

Сервометки записываются на заводе в условиях стерильности специальными устройствами - Servowriter. Запись и модификация сервометок в процессе работы винчестера невозможна.

Управление перемещением головок:

При управлении головками используется принцип сервосистемы с закрытым контуром, который позволяет за счет обратной связи поддерживать стабильность положения головок и обеспечивать низкий уровень ошибок.

Процесс позиционирования при чтении и записи состоит из трех основных этапов:

- 1) Перемещение актуатора: разгон, пауза, торможение.
- 2) Нахождение нужной дорожки и переход к слежению; данный этап требует повышенного внимания при операциях записи, так как нахождение неверной дорожки приведет к порче данных.
- 3) Ожидание появления нужного сектора.

42. Кодирование PRML.

Технология PRML (Partial-Response, Maximum-Likelihood – групповым откликом, максимальной достоверностью / частичное определение, максимальное правдоподобие).

Контроллер анализирует поток данных с головки посредством фильтрации, обработки и алгоритма определения (элемент частичного определения), а затем предсказывает последовательность битов, которые этот поток данных наилучшим образом представляет (элемент максимального правдоподобия).

Позволяет повысить плотность расположения зон смены знака на диске в среднем на 40% и на столько же увеличить емкость носителя. Увеличение плотности записи приводит к тому, что пиковые значения напряжения при считывании данных могут накладываться друг на друга.

43. Базовые методы кодирования двоичной информации: FM, MFM, RLL. Проблема синхронизации.

Выделяют три базовые методы кодирования:

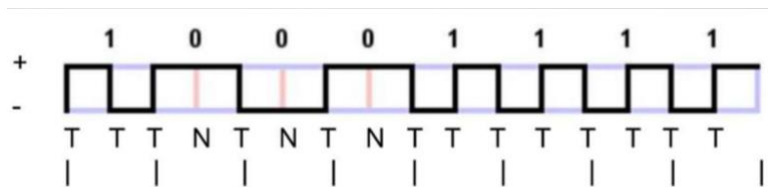
- Частотная модуляция (FM - Frequency Modulation).
- Модифицированная частотная модуляция (MFM – Modified Frequency Modulation).
- Модуляция с ограниченной длиной последовательности (RLL- Run Length Limited), с различными вариантами.

Модуляция FM:

N - отсутствие изменения направления напряженности магнитного поля.

T - присутствие этого изменения.

Между битами магнитное поле обязательно изменяется, иначе будет потеряна синхронизация. Фактически при таком способе кодирования изменяется частота следования перепадов уровня (отсюда и название).

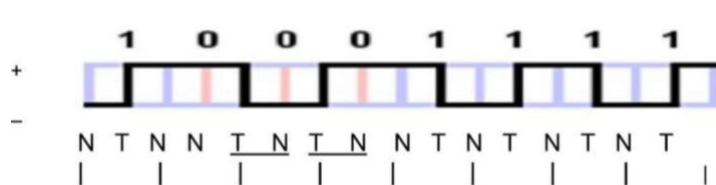


Модуляция MFM:

T - присутствие изменения магнитного поля.

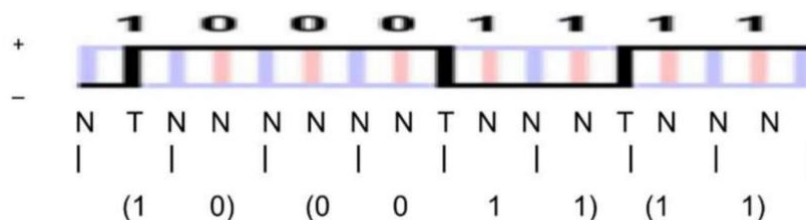
N - отсутствие изменения магнитного поля.

Изменение происходит только в случае, когда несколько 0 идут подряд.



Модуляция RLL:

Метод кодирования с ограничением длины поля записи. Кодировается последовательность нескольких бит, в результате чего создаются определенные последовательности зон смены знака. Алгоритмы RLE обеспечивают такую закодированную последовательность, что длина поля записи (количество бит между переходами от "0" к "1" или от "1" к "0") ограничена определенным диапазоном $[d+1; k+1]$.



Проблема синхронизации:

Важно определить момент смены знака. Два пути решения синхронизации устройств чтения\записи: специальный сигнал синхронизации; объединить синхросигнал с сигналом данных.

44. Классификация и особенности применения жестких дисков.

Основной критерий - область применения:

- Настольные - ПК, рабочие станции
- Мобильные - ноутбуки, Tablet PC
- Для бизнеса - серверы, рабочие станции, сетевые системы хранения
- Потребительские – бытовые рекордеры, плееры, КПК
- Промышленные - встраиваемые системы, авто, космос

Второй критерий - форм-фактор, то есть диаметр пластин: • 3.5 дюйма; • 2.5 дюйма; • 1.8 дюйма; • 1 дюйм.

Третий критерий - тип применяемого интерфейса

• Parallel ATA(PATA) - параллельный интерфейс подключения накопителей к компьютеру

• Serial ATA - последовательный интерфейс обмена данными с накопителями информации. SATA является развитием параллельного интерфейса ATA (IDE), который после появления SATA был переименован в PATA (Parallel ATA).

• eSATA, SCSI- Small Computer System Interface

• SAS - компьютерный интерфейс, разработанный для обмена данными с жесткими дисками и ленточными накопителями

Четвертый критерий - обороты шпинделя.

Сегодня шпиндельные двигатели винчестеров обеспечивают обороты:

- 3600 RPM
- 4200 RPM
- 5400 RPM
- 7200 RPM
- 10000 RPM
- 15000 RPM

Ряд новых моделей способен снижать обороты для экономии энергии, при этом головки обязательно выводятся из рабочей зоны.

45. Ошибки жестких дисков. Дисковые массивы, архитектура, оценка надежности характеристик RAID-массивов.

Ошибки жестких дисков: нарушение сервоазметки, сбои в работе электроники накопителя, поломки считывающих головок, сбой системы позиционирования, превышение лимита критичных S.M.A.R.T. параметров, производственные дефекты магнитного слоя, коррозионные и физические повреждения магнитного слоя в процессе эксплуатации, временные сбои в позиционировании магнитных головок, например из-за вибраций, ошибки позиционирования из-за термического расширения рабочей поверхности из-за нарушений температурного режима эксплуатации накопителя.

Дисковым массивом называют набор жестких дисков, подключенных к одному многопортовому контроллеру. В простейшем случае контроллер интерпретирует их как независимые накопители, которые ОС может использовать для размещения логических разделов. Такой массив называется JBOD.

Все современные дисковые контроллеры серверного назначения поддерживают определенную логику для объединения жестких дисков в один или несколько массивов, каждый из которых представляется ОС единым диском. Это объединение преследует одну из двух целей: Повышение производительности; Повышение отказоустойчивости.

Архитектура RAID:

Технология RAID предполагает создание дисковой подсистемы, надежность и/или быстродействие которой в несколько раз выше, чем у каждого из входящих в ее состав жестких дисков.

Ядром RAID является многопортовый контроллер, который реализует определенную логику распределения данных и их резервных копий/контрольных кодов по подключенным к нему жестким дискам. При этом для системного ПО один массив представляется одним виртуальным диском. Контроллер также может объединить в массивы несколько массивов, создав массив второго порядка.

Контроллер отвечает за распределение данных при записи, сборку их при чтении, контроль за целостностью, восстановление массива при сбое диска/дисков.

Для оперативного и прозрачного восстановления к массиву может быть приписан резервный диск (Spare disk), который заменяет дефектный. Обычно для массива RAID требуются диски идентичной емкости. Для достижения высокой скорости они должны быть одной модели.

Оценка надежности характеристик RAID-массивов:

HDD считаются достаточно надежными устройствами – среднее время до выхода из строя (MTTF) жестких дисков корпоративного уровня составляет порядка 1,6 миллионов часов, а вероятность появления невосстановимой ошибки (UER) благодаря использованию кодов обнаружения ошибок (EDC), кодов коррекции ошибок (ECC) и различных проприетарных технологий поддержания целостности данных на носителе по оценкам производителей - не более чем 10-16.

46. Технология RAID, уровни, отказоустойчивость.

Суть идеи технологии:

дорогостоящие серверные диски большого объема можно заменить набором дешевых и не столь надежных винчестеров настольного класса за счет усложнения логики доступа к ним со стороны контроллера.

Сейчас задача RAID снижения стоимости отошла на второй план. Основной задачей стало обеспечение отказоустойчивости за счет введения избыточности.

Уровни RAID:

В рамках технологии RAID стандартно описано несколько методов организации массивов, получивших название «уровни». Чем выше уровень, тем больше для него требуется аппаратных ресурсов (в том числе самих дисков) и тем лучше его свойства (отказоустойчивость и производительность).

Каждый уровень обладает своими достоинствами и недостатками, ориентируясь на которые, следует выбирать уровень в зависимости от приоритетов выполняющихся на компьютере задач.

Уровни, которые можно считать стандартизованными - RAID 0, RAID 1, RAID 2, RAID 3, RAID 4, RAID 5 и RAID 6. Применяются также различные комбинации RAID-уровней, что позволяет объединить их достоинства. Обычно это комбинация какого-либо отказоустойчивого уровня и нулевого уровня, применяемого для повышения производительности (RAID 1+0, RAID 0+1, RAID 50).

47. Массивы RAID 0, RAID 1, оценка надежности.

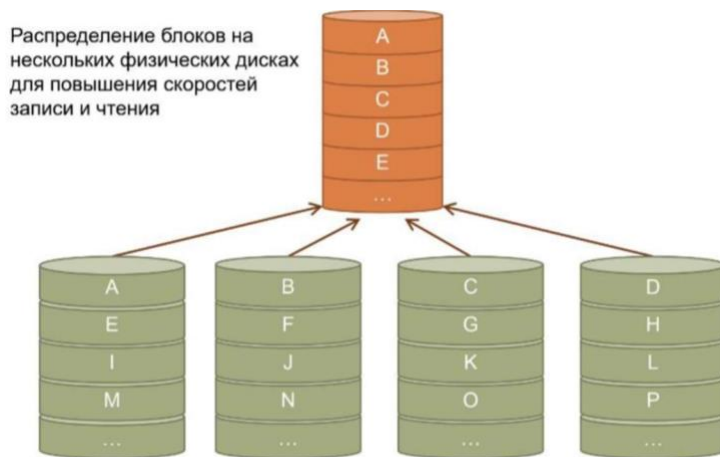
RAID 0 - Плюсы и минусы

+ самый простой и выгодный с точки зрения производительности массив. В нем присутствует распределение, но нет избыточности – емкость массива равна сумме всех дисков.

+ требует минимум аппаратных средств, а благодаря возможности параллельного чтения и записи может давать прирост, равный количеству дисков. Ускорение достигается в равной степени и для случайных, и для последовательных запросов.

- отказоустойчивость не только не повышается, но даже снижается, причем кратно количеству дисков. Для разрушения массива достаточно выхода из строя одного диска.

На массиве RAID 0 обычно хранятся временные файлы (видеомонтаж, обработка изображений, 3D-графика, разного рода кэши, индексы баз данных, журналы работы).



RAID 1 - Плюсы и минусы

+ высокая степень отказоустойчивости при минимальном использовании аппаратных средств.

+ при организации параллельного доступа возможно ускорение всех операций чтения, как у массива RAID 0. Операция чтения по времени выполнения ограничена быстродействием самого медленного диска в массиве.

+ дает наивысшую скорость восстановления массива

- потери дисковой емкости: фактически емкость массива равна емкости одного диска. В чистом виде применяется редко, в основном для задач, где требуется наивысшее сочетание быстродействия и отказоустойчивости (банковские системы).

Оценка надежности: p - вероятность выхода из строя HDD, $q=1-p$ - вероятность работоспособного состояния.

Вероятность разрушения **RAID 0** при $p = 0.03$

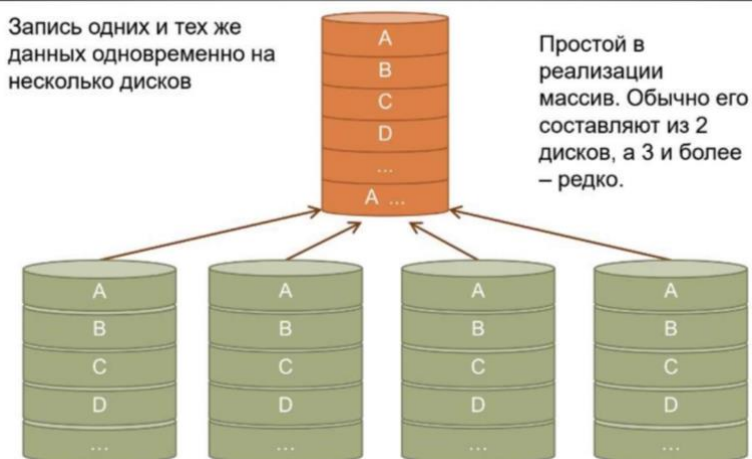
$$q = 1 - p = 0.97 \quad P(A) = 1 - q^2 = 0.0591$$

Вероятность разрушения равняется 5,91%.

Вероятность разрушения **RAID 1** при $p = 0.03$

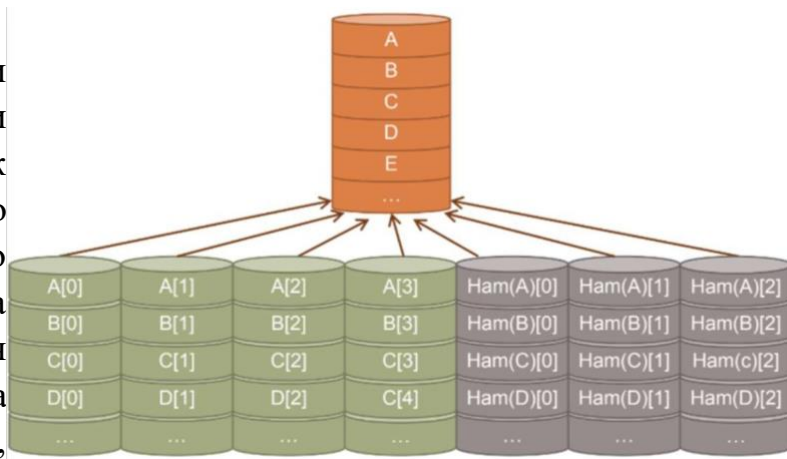
$$P(A) = p^2 = 0.0009$$

Вероятность разрушения равняется 0,09%.



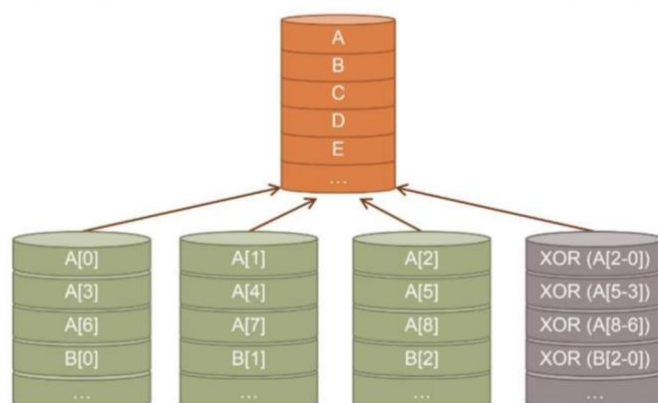
48. Массивы RAID 2, RAID 3, RAID 4. Восстановление одного диска.

RAID 2: В массивах такого типа диски делятся на две группы – для данных и для кодов коррекции ошибок. Поток данных разбивается на слова, что количество бит в слове равно количеству дисков и при записи слова каждый отдельный бит записывается на свой диск. Для каждого слова вычисляется код коррекции ошибок,



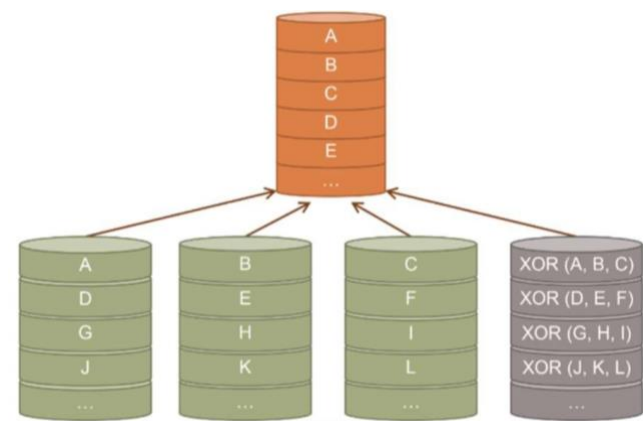
который записывается на выделенные диски для хранения контрольной информации. Их число равно количеству бит в слове контрольной суммы.

RAID 3: Данный массив используется побайтное распределение данных по дискам с дополнительным диском, используемым для хранения байтов четности. Массив защищен от потери только одного диска. Преимущество - умножение скорости чтения на число дисков с данными, поскольку работают они параллельно и одновременно.



Недостаток - невозможность параллельного выполнения нескольких запросов, т.к. для каждого блока данных используются сразу все винчестеры.

RAID 4: данные разбиваются на блоки, а не на байты; для хранения блоков четности используется один и тот же диск. К преимуществам добавляется ускорение доступа при чтении за счет того, что диск четности в этом случае вообще не используется. Потери на избыточность - один диск на массив, прирост скорости чтения равен числу дисков минус один. При записи требуется вычитывать весь страйп и обновлять блок четности. А поскольку все блоки четности находятся на одном диске, этот диск сразу становится узким местом.



Восстановление одного диска (P, Q - диски с контр. суммами)

Если отказал диск P или Q, то восстанавливать данные не нужно; Если отказал один диск данных, то восстанавливать его можно с использованием синдрома P; Если отказал диск данных и диск с P, то восстановить данные можно с помощью синдрома Q решив уравнение; Если изменился один диск данных, то пересчитать синдромы можно имея старое и новое значение диска.

49. Массив RAID 5. Способ восстановления данных. Вероятность выхода из строя RAID 5.

Для каждого страйпа вычисляется блок четности методом побитного XOR и записывается на один из дисков по очереди, что позволяет равномерно нагружать массив и осуществлять конкурентные запросы параллельно.

RAID 5 защищает только от выхода из строя одного диска и способен работать

без него до той поры, пока не будет установлен новый винчестер. Потери на избыточность составляют ровно один диск, но в случае большого количества дисков эти потери незначительны.

+ скорость работы высока, как и у RAID 0 и RAID 1: + представляет компромисс между отказоустойчивостью и избыточностью при возможности достижения высокого быстродействия при наличии эффективного контроллера.

- скорость записи, особенно случайной, может существенно снижаться, т.к. для записи хотя бы одного страйпа приходится прочитать весь страйп и обновить блок четности;

- сложность восстановления массива.

Оценка надежности:

p- вероятность выхода из строя HDD,

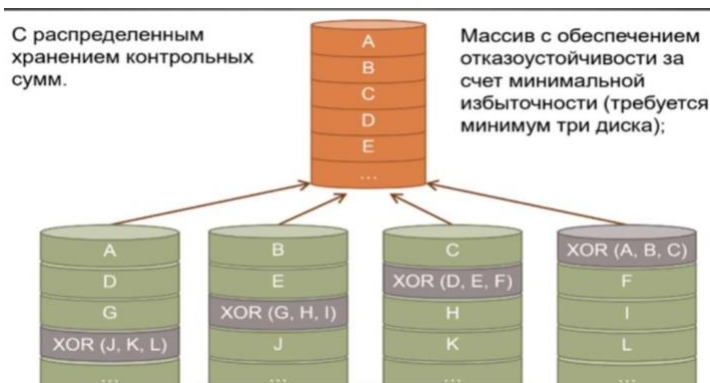
q=1-p - вероятность работоспособного состояния.

Вероятность разрушения **RAID 5** на 3 HDD при $p = 0.03$

$q = 1 - p = 0.97$

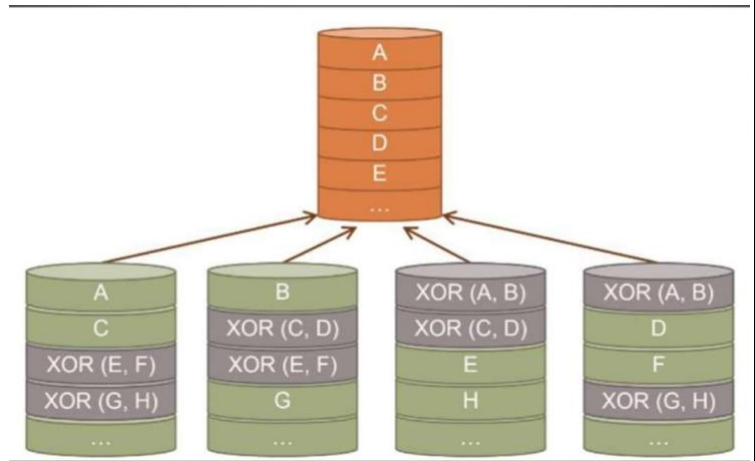
$P(A) = 3p^2q + p^3 = 1 - 0.97^3 - 3 * 0.03 * 0.97^2 = 0.002646$

Вероятность разрушения равняется 0,26%.



50. Массив RAID 6. Способ восстановления данных. Вероятность выхода из строя RAID 6.

Отказоустойчивый массив независимых дисков с двумя независимыми распределенными схемами четности.



Оценка надежности:

p - вероятность выхода из строя HDD,
 $q=1-p$ - вероятность работоспособного состояния.

Вероятность разрушения **RAID 6** на 4 HDD при $p = 0.03$

$N = 4$

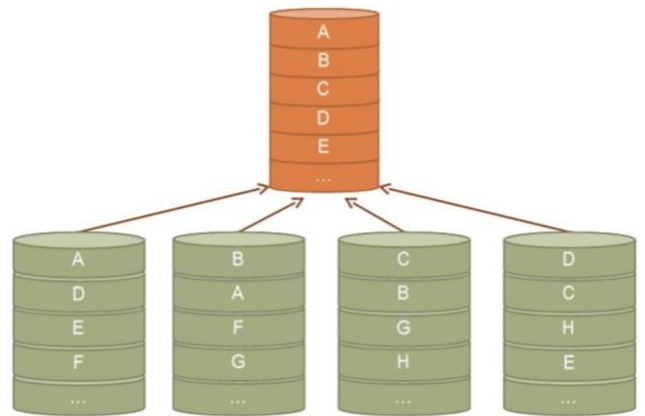
$q = 1 - p = 0.97$

$$P(A) = 1 - q^N - Npq^{N-1} - 0,5N(N-1)p^2q^{N-2} = 1 - 0.97^4 - 4 * 0.03 * 0.97^3 - 6 * 0.03^2 * 0.97^2 = 0.000105$$

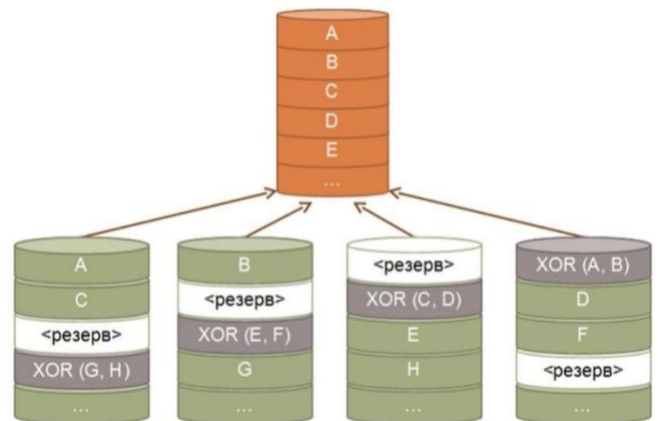
Вероятность разрушения равняется 0,01%.

51. Расширенные уровни RAID: 1E, 5E, 5EE, 6E.

RAID 1E общий принцип - использование распределения данных одновременно с дублированием на тех же дисках. Обычно выполняется дублирование по страйпам, еще лучше - с переменной порядка стрипов, что дает возможность восстановить данные, если выйдут из строя более одного диска, расположенные в массиве не рядом друг с другом. Основное преимущество - возможность реализации на массивах с нечетным количеством дисков, что невозможно для RAID 0. Недостаток - потеря 50% полезной емкости дисков на избыточность.



RAID 5EE использует распределение по дискам резервных зон в том же порядке, что и блоков четности. В итоге нагрузка на диски становится более равномерной, а процесс «компрессии» проходит значительно быстрее (восстановленный блок пропавшего диска записывается вместо предусмотренной в каждом страйпе резервной зоны).



Данный массив обладает большей избыточностью (на один диск), но позволяет обойтись без резервного диска, который обычно простаивает. С другой стороны, при наличии нескольких массивов резервный диск отводится только один, что позволяет сэкономить.

RAID 5E и 6E отличаются тем, что включают в свой состав на один диск больше, чем требуется. При этом на каждом диске создается свободная зона, которая будет использована при выходе из строя одного из дисков (виртуальный spare disc).

В процессе восстановления выполняется «компрессия» массива (с заполнением резервных зон), и на выходе получается обычный RAID 5/6. Чтобы он снова стал 5E/6E, требуется «декомпрессия» с применением нового диска.

52. Гибридные массивы RAID. Оценка надежности RAID 0, RAID 1.

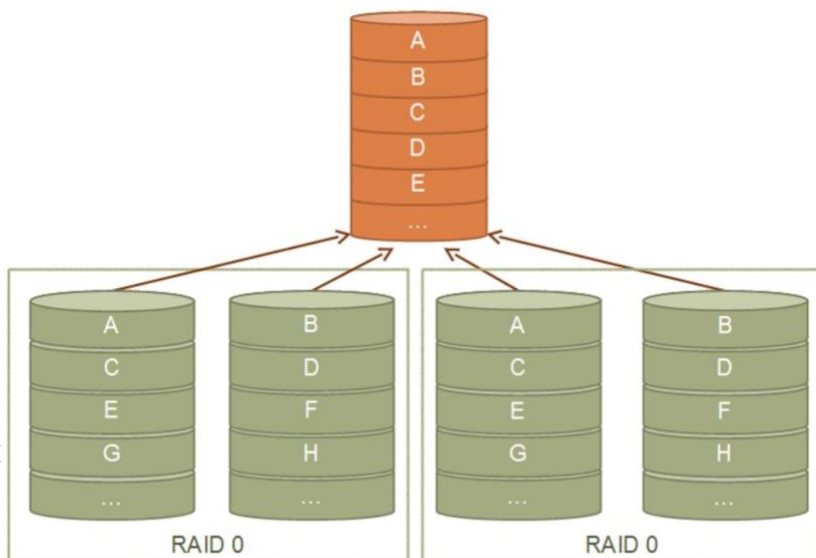
Если в массиве RAID имеется более 3 дисков, то появляется возможность построения гибридного, или многоуровневого массива, в котором сочетаются структуры сразу двух массивов различного типа. Это позволяет получить сумму преимуществ двух типов, но за счет усложнения логики работы и затрат на диски.

Под RAID 10 (RAID 1+0) имеют в виду вариант, когда два или более RAID 1 объединяются в RAID 0. Вариант, когда два RAID 0 объединяются в RAID 1, называется RAID 0+1.

RAID 01 представляет собой две (или более) копии массивов типа RAID 0. За счет этого добавляется возможность отказоустойчивости. Прост в реализации и не требует серьезных аппаратных ресурсов, в том числе для процесса восстановления.

Недостатки

- затраты на избыточность, требуется не менее 4 дисков. При этом по сравнению с RAID 1 обеспечивается всего лишь возрастание скорости записи.
- резкое снижение отказоустойчивости при выходе из строя хотя бы одного диска.



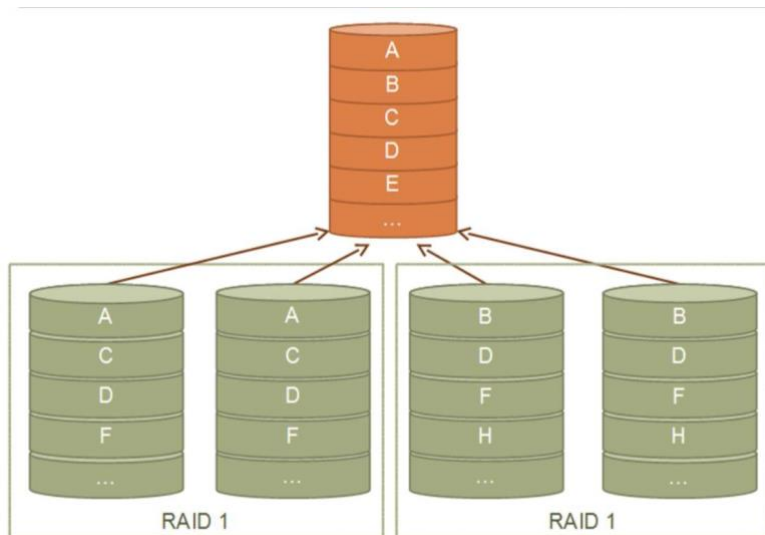
RAID 10 диски всего лишь переставлены, а принцип размещения информации не изменился.

+ выход из строя одного из дисков приводит всего лишь к ослаблению (за счет исчезновения дубликата) одного из массивов RAID 1, в то время как остальные продолжают оставаться устойчивыми к отказам.

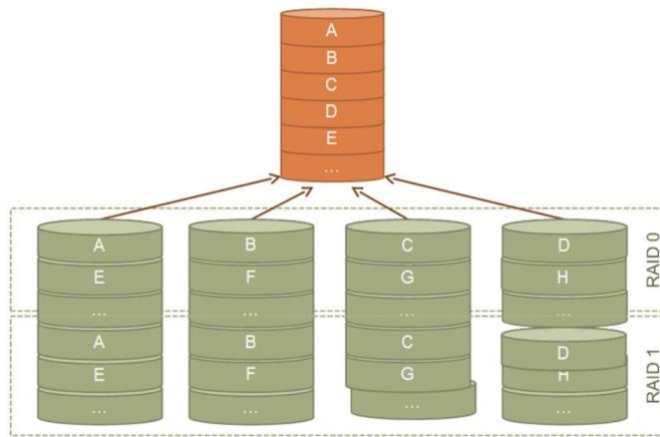
- большие затраты на избыточность.

Поэтому этот вариант используют для массивов, состоящих из большого

количества дисков. Задачи те же, что и для RAID 1 - повышенные требования к отказоустойчивости при необходимости высокого быстродействия.



53. Matrix RAID.



Matrix RAID разработан Intel и реализован во всех настольных чипсетах с южными мостами с суффиксом "R". Суть этого решения - в реализации нескольких сегментов RAID-массива на одном и том же диске. В данном случае мы наблюдаем RAID 0+1 на четырех дисках, но с распределением не по 2, а по 4 диска сразу, что дает в идеальном случае увеличение быстродействия в 2 раза.

Matrix позволяет реализовать несколько вариантов RAID, а не только 0+1. Основное его преимущество - возможность экономии физических дисков (потери дискового пространства все равно остаются). Это актуально прежде всего для настольных систем или серверов высокой плотности.

54. Накопители на твердотельных дисках. Гибридные жесткие диски.

SSD - компьютерное немеханическое ЗУ на основе микросхем памяти. Кроме них, SSD содержит управляющий контроллер, который управляет процессом чтения / записи и структурой размещения данных, для кэш-памяти используется микросхема DDR DRAM.

Различают два вида твердотельных накопителей:

- SSD на основе памяти, подобной оперативной памяти компьютеров;
- SSD на основе флэш-памяти.

SSD используются в: ноутбуках, нетбуках, коммуникаторах и смартфонах.

Гибридный жесткий диск: Такие устройства сочетают в одном устройстве накопитель на жестких HDD и SSD относительно небольшого объема, в качестве кэша.

Используются в переносных устройствах (ноутбуках, сотовых телефонах, планшетах).

Гибридные жесткие диски являются промежуточным решением между SSD и HDD. За счет наличия дополнительной Flash-памяти они способны буферизовать наиболее часто используемые файлы и впоследствии обращаться к ним с гораздо более высокой скоростью. Алгоритм Adaptive Memory, записывающий наиболее часто используемые данные в твердотельный кэш объемом 8 Гбайт. - позволяет заметно ускорить работу операционной системы и часто используемых приложений.

Плюсы и минусы SSD:

- + Высокая скорость чтения и записи (по сравн. С HDD).
- + Относительно низкое энергопотребление.
- + Полное отсутствие шума и вибрации.
- + Менее чувствительны к механическим воздействиям и внешним электромагнитным полям.
- + Более широким диапазоном рабочих температур.
- + Низкое тепловыделение, что способствует улучшению производительности.
- Ограниченное количество циклов перезаписи (10 000 - 100 000).
- Высокая стоимость.
- Проблемы с восстановлением данных после резкого скачка напряжения и др.

55. Накопители на базе флэш-памяти. Различие структуры памяти NOR и NAND.

Flash - "быстрый, мгновенный" при описании своих новых микросхем. Intel представила в 1988 году флэш-память с архитектурой NOR. Годом позже Toshiba разработала архитектуру NAND.

Достоинства:

- энергонезависимость, т.е. способность хранить информацию при выключенном питании (энергия расходуется только в момент записи данных);
- информация может храниться очень длительное время;
- сравнительно небольшие размеры;
- высокая надежность хранения данных, в том числе устойчивость к механическим нагрузкам;
- не содержит движущихся деталей (как в жестких дисках).

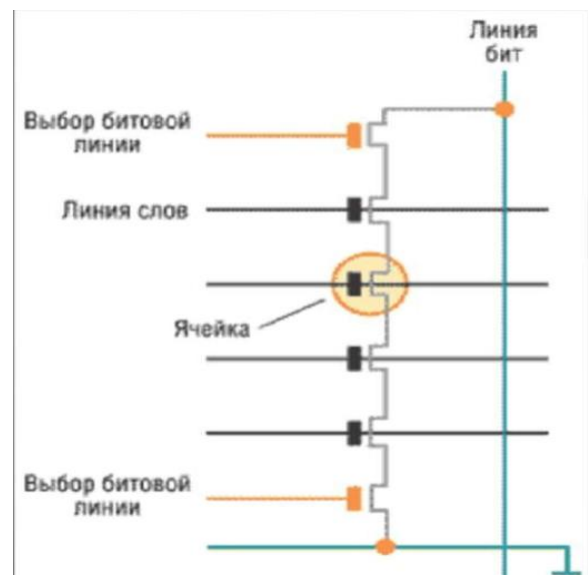
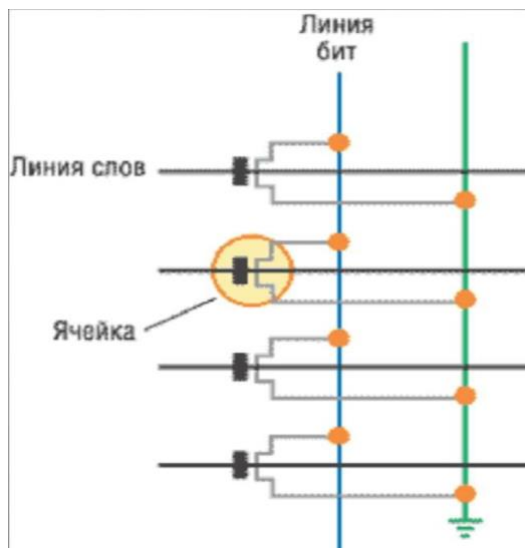
Недостатки:

- невысокая скорость передачи данных;
- незначительный объем;
- ограничение по количеству циклов перезаписи.

Структура *NOR* состоит из параллельно включенных элементарных ячеек хранения информации. Такая организация ячеек обеспечивает произвольный доступ к побайтную данным и запись информации. (рисунки слева)

В основе структуры *NAND* лежит принцип последовательного соединения элементарных ячеек, образующих группы (по 16 ячеек в одной группе), которые объединяются в страницы, а страницы - в блоки. При таком построении массива памяти обращение к отдельным ячейкам невозможно. Программирование выполняется одновременно только в пределах одной страницы, а при стирании обращение происходит к блокам или к группам блоков. (рисунки справа)

Различия находят свое отражение в их характеристиках. При работе с большими массивами данных процессы записи/стирания в памяти NAND выполняются быстрее, чем в памяти NOR. NAND-флэш обеспечивает высокую степень масштабируемости.



56. Накопители на гибком диске. Форматы и стандарты. Плотность записи.

Гибкий диск или дискета – первый сменный носитель на основе магнитного принципа записи и чтения данных. Представляет собой гибкий лавсановый диск малой толщины, покрытый ферромагнитным слоем и упакованный в пластиковый корпус-конверт. Для считывания требуется соответствующий привод - дисковод.

Наличия дисковода к формату дискеты предъявляются строгие требования. Попытки изменить формат увеличения емкости всегда сопровождаются определенными трудностями, связанными с необходимостью замены дисковода. Поэтому развитие флоппи проходило весьма медленно и в итоге ушла с рынка.

Флоппи-дисковод прочно вошел с архитектуру x86 ПК и до сих пор является основным устройством для загрузки ОС.

Форматы дискет

Могут использовать одну или две поверхности дискеты – это зависит от используемого количества головок. Головки могут перемещаться вдоль поверхности дискеты с помощью шагового двигателя. Различают НГМД, у которых шаговые двигатели могут сделать 40 и 80 шагов. Стандартные дискеты могут иметь 40 или 80 дорожек на одной стороне. Для обозначения типа дискеты используются двухбуквенные метки: SS - односторонние; DS - двухсторонние; SD - одинарная плотность; DD - двойная плотность; QD - четверная плотность; HD - высокая плотность, отличался от QD повышенным количеством секторов; ED - сверхвысокая плотность.

Плотность записи:

- продольная:
 - ((SD) - нормальная: 24 TPI (taper per inch - метки на дюйм);
 - (DD) - двойная: 48 TPI;
 - (HD - high density) - учетверенная (Quadro density): 96 TPI;
- поперечная:
 - одинарная (20 дорожек);
 - двойная (40 дорожек);
 - учетверенная (80 дорожек): (QD-9 объемом 720 Кбайт), (QD-15 объемом 1,2 Мбайта (размер сектора в QD-15 равен 1 Кбайт)).

57. Накопители на магнитной ленте. Основные разновидности, характеристики, интерфейсы. Конструкция и принцип действия накопителей на магнитной ленте.

Ленточные накопители являются одними из первых сменных носителей информации для компьютерной техники. Применяется для резервного копирования и архивного хранения больших массивов данных.

Преимущество - огромная емкость, так как лента в носителе хранится в свернутом виде, а значит, реальная площадь носителя очень велика.

Недостаток - устройство не способно адресовать всю поверхность одновременно, для доступа к данным требуется перемотка ленты. Это приводит и к износу и к существенному увеличению времени доступа.

Магнитная лента представляет собой гибкую ленту из того или иного материала, на которую с одной стороны нанесено покрытие из ферромагнетика. Применение вакуумного напыления позволяет надежно фиксировать покрытие, что повышает устойчивость ленты к износу. Запись данных на ленту выполняется в виде дорожек, разделенных зазорами.

Конструктивные особенности:

1. Шпиндель - лента накручена на втулку, для ее обработки требуется закрепить свободный конец на вращающейся втулке устройства.

2. Картридж - пластиковая упаковка с одной втулкой, на которую накручена лента. Вторая втулка находится внутри устройства, привод вращает обе втулки при работе с лентой. Является развитием первого варианта.

3. Кассеты - в одном корпусе две втулки с лентой. Обеспечивает лучшую защиту для ленты при транспортировке. Вращение ленты обеспечивается либо за счет непосредственного вращения втулок, либо за счет другого типа привода.

Основные проблемы:

Механизм протяжки ленты - всех ленточных приводов. Он определяет невозможность быстрого доступа к произвольным файлам, хранящимся на ленте. Разработчики стараются реализовать скоростную перемотку, но при этом повышается риск разрыва ленты из-за перегрузки.

Вторая проблема - поточный способ записи при постоянной скорости движения ленты. Привод должен «потреблять» постоянный поток информации, и если система по какой-то причине не справляется с подачей/приемом данных (на запись или при чтении), механика должна останавливать ленту. Сделать это мгновенно не удастся, и при возобновлении работы ленту приходится откручивать назад. Этот процесс, получивший название «полировка ботинка», существенно изнашивает механизм и ленту. Для борьбы с «полировкой» сегодня применяют упреждающее кэширование и адаптивный механизм выбора скорости движения ленты.

58. Ленточная библиотека. Автозагрузчики.

Ленточная библиотека

Ленточная библиотека - это автоматизированное устройство доступа к большому количеству ленточных картриджей. Оно является полностью автономным, обычно входит в состав иерархической системы хранения данных или сети хранения данных.

В состав библиотеки входят стеллажи с картриджами, помеченными штрих-кодами. Робот выполняет сканирование кодов для поиска требуемого картриджа. Обычно в состав библиотеки входит набор ленточных приводов и один робот.

Задачи - глубокое резервирование и архивное хранение данных.

- + самый дешевый носитель информации
- + надежный носитель долгосрочного хранения информации
- + быстрый последовательный доступ
- + съемный, переносной носитель информации
- + Длительный цикл жизни роботизированных библиотек
- + существенная экономия электричества

Автозагрузчики:

Поскольку ленточный привод - устройство со сменными носителями, для его обслуживания нужен человек. Или устройство, способное выполнять смену картриджей. Такое устройство называется автозагрузчик, оно может входить в комплект с ленточным приводом.

Обычно автозагрузчик представляет собой тот или иной робот, способный по одному перемещать картриджи из слотов в лоток ленточного привода и обратно по сигналам хоста. Разработчики стараются сделать это устройство как можно более компактным и дешевым. Автозагрузчики часто используется в качестве последнего уровня иерархической системы хранения - они обрабатывают редко используемые файлы большого объема.

59. Физическая организация информации на оптическом диске. Модуляция и кодирование данных.

Оптический диск:

Накопитель на оптических дисках являлся основным устройством хранения данных на сменных носителях для настольных ПК и ноутбуков. Начиная с первого массового диска, CD (CD-DA, CD-ROM), наиболее массовыми стали диски диаметром 12 см и толщиной 1.2 мм. Существуют мини-диски диаметром 8 см, но их использование ограничено компактными устройствами.

Оптический диск содержит центральное отверстие (для захвата в приводе) и рабочую поверхность, на которой нанесена непрерывная спиральная дорожка, от центра к краю. Служебные области располагаются в начале и конце дорожки.

Диски, не предназначенные для записи, изготавливаются методом литья, поэтому для модуляции выбран метод физического рельефа.

На дисках для однократной записи литьем выполнены границы дорожек, а данные модулируются за счет изменения прозрачности органического красителя. В перезаписываемых дисках используется метод изменения фазового состояния вещества.

Модуляция и кодирование данных

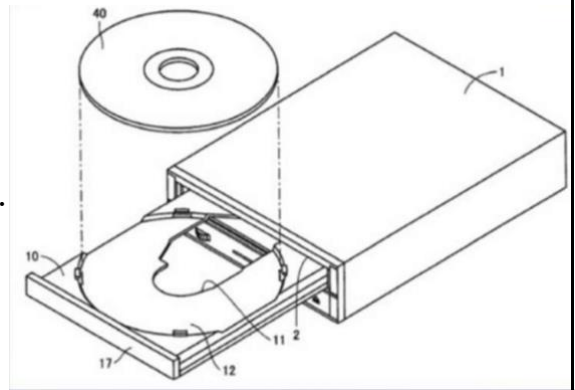
Особенность формирования сигнала на поверхности оптического диска учтена при выборе методики модуляции и кодирования информации. В частности, для нейтрализации возможных дефектов применяется двухуровневая схема избыточности с добавлением контрольных сумм.

Для нейтрализации протяженных дефектов блоки данных перемежаются с большим шагом. Байты данных преобразуются в 14-битные символы, в которых группы единиц разделены некоторым количеством нулей. При этом единица соответствует потере сигнала, нули - отражению сигнала. Символы данных организуются в каналные кадры (CD) или секторы (DVD, BD).

60. Конструкция и принцип действия оптического привода (накопителя). Методы фокусировки.

Конструкция:

Верхняя крышка П-образного профиля выполненная из стали. Нижняя крышка, служащая радиатором для микросхем. Лицевая панель, съёмная. Выдвижной лоток с углублением для укладки диска. Крышка лотка.



Принцип действия и основные элементы всех оптических приводов одинаковы, вне зависимости от функционала или поколения. Различия в механике, отвечающей за подачу и крепление диска и в конструкции оптической головки. Диск может подаваться одним из следующих способов:

- Лоток
- Кассета
- Ролики
- Непосредственная установка на шпиндель
- Установка на выдвижную платформу

Массовые оптические диски не имеют картриджей и устанавливаются в привод непосредственно. Привод может быть оснащен системой смены дисков той или иной конструкции, но в ПК, ноутбуках и серверах такие устройства не встречаются.

Методы фокусировки

Для обеспечения надежного считывания оптических свойств поверхности пятно лазерного луча должно очень точно позиционироваться на дорожке по двум осям -

вертикальной и поперечной (третья ось обеспечивается вращением диска).

Оптическая головка должна обеспечивать выполнение двух операций:

- 1) Фокусировки луча на поверхности.
- 2) Позиционирования луча на дорожке.

Для операций применяются различные свойства лазерного излучения. Причем наилучшим считается метод, требующий меньших затрат на оптические элементы.

Фокусировка лазера требуется ввиду того, что форма диска не является идеально гладкой, кроме того, его крепление к шпинделю невозможно осуществить с высокой точностью. Следовательно, диск испытывает постоянное биение в вертикальной плоскости.

61. CD. Особенности, структура данных, форматы. Файловые системы. Интерфейс ATAPI.

Компакт-диск (CD):

Разработан для задач хранения и распространения аудио в цифровом виде. Возможность копирования и записи не предусматривалась. Позже был приспособлен для хранения данных, реализована возможность записи. Диск CD считывается и записывается лазером инфракрасного диапазона. Глубина питов подобрана таким образом, чтобы обеспечить возможность реализации любого из методов автофокусировки и треккинга. Толщина прозрачного слоя составляет практически всю толщину диска, что обеспечивает защиту даже от глубоких царапин.

Структура данных на CD

На CD данные хранятся в виде выборок цифрового стереозвука 16 бит, полученные с частотой 44.1 кГц. Хранение данных общего назначения выполняется в том же формате, только вместо выборок используются слова (16 бит word) данных.

Форматы CD

- Красная книга - CD-DA, аудиодиск, который хранит цифровой звук в формате 44 КГц/16 бит.
- Желтая книга - CD-ROM, диск с данными общего вида.
- Зеленая книга - CD-I предназначен для бытовой электроники.
- Оранжевая книга - записываемые (CD-R) и перезаписываемые (CD-RW) диски.
- Белая книга - VideoCD, предназначенный для хранения видео MPEG + аудио

Файловые системы:

Основной файловой системой для CD-ROM является:

- Диск представлен в виде тома.
- Загрузочный сектор может не создаваться; в нем указан адрес загрузочного каталога
- Дополнительно имеется таблица путей ко всем каталогам.

ATAPI - расширение интерфейса ATA, фактически это метод передачи команд SCSI по интерфейсу ATA. Реализуется посредством команд чтения/записи пакетов данных, сформированных в соответствии с форматом SCSI.

ATAPI - расширение универсальное, но в основном используется для оптических накопителей.

62. DVD. Особенности технологии в сравнении с CD.

Двухслойные диски DVD. Формат DVD. Формат сектора DVD. Файловая система UDF.

Формат DVD был создан на базе двух конкурирующих разработок - SD и MMCD. Он отличается алгоритмом преобразования и требует ввода на границе следующих подряд 14-разрядных кодов не трех, а только двух дополнительных битов, обеспечивающих условие ограничения размеров пита в диапазоне от 3 до 11 бит. Из каждого байта получаем не $14 + 3 = 17$, а $14 + 2 = 16$ кодовых битов. Изменение метода модуляции только одно из множества форматных изменений, позволяющих в целом увеличить объем сохраняемых данных. Собственно переход к EFM+ добавляет еще 6% к объему диска.

Особенности технологии DVD в сравнении с CD

- Длина волны лазера уменьшена
- Толщина субстрата уменьшена вдвое
- Ширина дорожек уменьшена
- Применены иные способы кодирования, обеспечения защиты от ошибок.

Емкость одного слоя DVD составляет 4.7 Гб:

- Длительность воспроизведения - 133 минуты (2 ч. 13 м.)
- Видеопоток 3.5 Мбит/с

Все различие между 4.7 Гб DVD и CD заключается в плотности записи.

Формат сектора DVD

Физическая структура DVD-диска общая для всех типов информации, хранимой на нем. Данные о типе и содержании мультимедиа-контента хранятся в файловой системе и внутренней структуре файлов, а не на физическом уровне. Единица хранения данных - сектор с 2048 байт полезной нагрузки.

Каждый сектор состоит из: Идентификатор ID, ECC-коды для ID, Служебные коды, 2048 байт данных, EDC-коды для данных.

Файловая система UDF

Файловая система UDF была разработана в качестве замены ISO 9660.

Несмотря на то, что она предназначалась прежде всего для перезаписываемых дисков данная ФС является универсальной, подходящей для любых сменных носителей и обладающей поддержкой множества функций, присущих другим ФС:

- разделы объемом до 8 Тб, 64-битный размер файла;
- длинные и Unicode-имена файлов;
- именованные потоки;
- символические ссылки;
- управление дефектами
- хранение специфической для ОС файловой информации;
- оптимизации для не записываемых, однократно записываемых,

перезаписываемых носителей и накопителей с функцией записи.

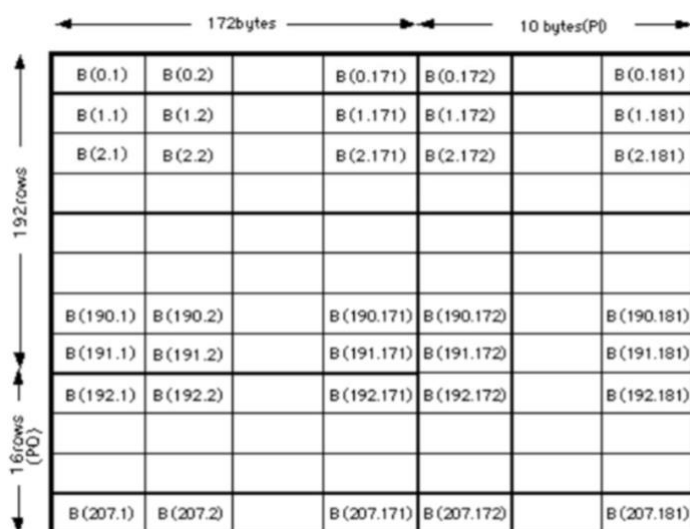
63. DVD. Избыточное кодирование. ECC блок. Блок Recording Frame.

Избыточное кодирование

Возникновение повторяющихся последовательностей бит мешает системе слежения за дорожкой. Их нужно исключить путем перемешивания - кремблирования. Байты данных скремблируются по одному из 16 шаблонов, которые циклически повторяются; в качестве начального значения цикла берутся старшие 4 бита первого байта ID, тем самым шаблон повторяется через $16 \times 16 = 256$ секторов. Добавляются коды Рида-Соломона. В итоге получается блок из $182 \times 193 = 35$ Кб, или 32 Гб данных + блок ЕСС. Данные РО перемежаются с PI и байтами данных. Один канальный кадр состоит из 13 строк по 182 байта, всего получается 16 кадров.

ЕСС блок

16 последовательно расположенный Scrambled Frames образуют ECC блок, который можно представить в виде матрицы 192 строки по 172 байта в каждой.



Блок *Recording Frame*

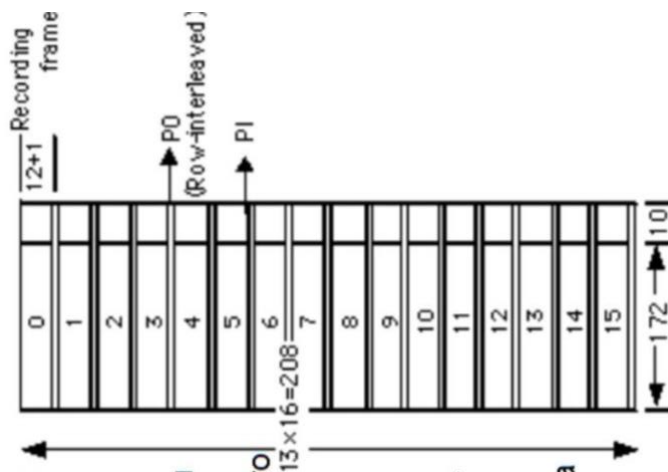
Формируется путем чередования строк матрицы:

строки, содержащие данные (первые 192 строки), чередуются со строками, содержащими корректирующий код (последние 16 строк) таким образом, что после 12 строк данных следует строка корректирующего кода. Таким образом 37856 байт ECC

блока преобразуются в 16 блоков Recording Frame по 2366 байт каждый. Блок Recording Frame

собой матрицу 13 строк
каждой.

представляет
по 182 байта в



64. Формат Blu-ray Disc. Особенности технологии BD.

Оптическая головка (PUH). Проблемы тонкого слоя.

Формат Blu-ray Disc

Новое поколение оптических дисков получило свое название от типа лазера, примененного для чтения/записи. Полупроводниковый лазер InGaN имеет длину волны около 400 нм, что приходится на сине-фиолетовую часть видимого спектра. Параллельно создавались два вида накопителей - DVD Blue для потребительской электроники и UDO для систем резервного копирования и архивирования. Впоследствии DVR был переименован в Blu-ray Disc.

Особенности технологии BD

Применение лазера с длиной волны 405 нм - логичный шаг в сторону повышения плотности, поскольку минимально достижимый размер пятна лазера прямо пропорционален длине волны излучения. При этом 400 нм является теоретически достижимым пределом, так как при дальнейшем уменьшении длины волны проявляются квантовые артефакты потери прозрачности некоторых оптических сред, в том числе поликарбоната, из которого изготавливают оптические диски.

Оптическая головка (PUH)

Приводы BD должны иметь возможность работать не только с дисками BD, но и с DVD и CD, для которых требуются иные параметры оптики. Создание универсальной головки (PUH), снабженной трехдиапазонным лазером и фокусирующей линзой с коррекцией числовой апертуры было основной целью разработчиков, и они ее достигли. Однако техническая сложность такого узла не позволяет использовать его в устройствах начального уровня, например, читающих BD-приводах. Для них используются вдвоенные головки с двумя фокусирующими линзами (фактически объединение BD- и CD/DVD-головок в одном корпусе).

Проблемы тонкого слоя

Толщина прозрачного слоя над несущим слоем была одним из ключевых преимуществ CD. У BD толщина слоя более чем в 10 раз меньше, что порождает проблемы:

- даже небольшие царапины могут повредить несущий слой;
- пятно лазера на поверхности (даже несмотря на большую NA) соизмеримо с пятном на несущем слое, а значит, влияние пыли и дефектов на качество сигнала ощутимо;
- головка при большой NA располагается на расстоянии менее 0.1 мм от поверхности, а значит, может ее задевать при вращении диска.

Кодирование информации

Технология BD вводит новый метод модуляции - 1.7 PP с минимальной длиной пита в 2T. Данный метод кодировки предусматривает: • преобразование байтов в символы 14 бит по методу RLL 1.7, • код NRZI (смена полярности при каждой смене значения бита), • исключение повторяющихся последовательностей минимальной длины (0101010...).

65. Принцип действия магнитно-оптического накопителя. Основные разновидности магнитно-оптических дисков.

- В основе МО лежит несколько физических явлений, связывающих воедино оптическое и магнитное взаимодействия. В устройствах используется и лазерная, и электромагнитная головки, но по разные стороны носителя и для разных целей.
- В процессе записи локальные участки носителя нагреваются лазером высокой мощности до 200-300 °С, когда они становятся восприимчивыми воздействию внешнего магнитного поля. Это поле воздействует с обратной стороны носителя, головка имеет вид управляемого постоянного магнита.
- В процессе чтения дорожки облучаются лазером низкой мощности, прошедшим через поляризатор. Согласно явлению Керра намагниченные участки поверхности способны поворачиваться плоскость поляризации луча в ту или иную сторону. Факт поворота фиксируется фотоприёмником, расположенным на оптической головке.

Лазерный диск - первый коммерческий оптический носитель данных, предназначавшийся, прежде всего, для домашнего просмотра кинофильмов... Технологии, отработанные в этом формате, затем были использованы в CD и DVD.

Компакт-диск - оптический носитель информации в виде пластикового диска с отверстием в центре, процесс записи и считывания информации которого осуществляется при помощи лазера. Дальнейшим развитием компакт-дисков стали DVD.

66. Накопители на голографических дисках. Принцип действия голографического накопителя

Запись и чтение в голографических приводах осуществляются параллельно то есть одновременно записывается или считывается сразу весь массив битов, называемый страницей)

Достоинства голографической памяти:

- высокая плотность записи и большая скорость чтения;
- параллельная запись информации (не по одному биту, а целыми страницами);
- высокая точность воспроизведения страницы;
- низкий уровень шума при восстановлении данных;
- неразрушающее чтение;
- длительный срок хранения данных - 30-50 и более лет;
- конкурентоспособность с другими оптическими технологиями.

Безопасность данных:

При голографическом «чтении» невозможно получить прямой доступ к носителю, данные находятся в толще носителя, что уже намного затрудняет несанкционированный доступ.

Каждый голографический накопитель снабжен особой микросхемой, в которую занесена информация о размещении данных на диске.

Нанесение особых меток, считывание и распознавание которых необходимо. Они расположены глубже, с определенными координатами. Чтобы преодолеть данный тип защиты, требуется лазер с иной длиной волны.

В диапазоне от 403 до 407 нм варьирует длина волны используемого для записи в голографических приводах лазера.

В качестве еще одного метода защиты может служить привязка диска к микропрограмме.

Преимущества перед Blu ray:

- большой объем: 1,6 Тб против 50 Гб;
- большая скорость записи/считывания информации: 120 МБ/сек против 26 МБ/сек;
- длительный срок службы (до 50 лет).

Трудности в создании, пути их решения:

Главной проблемой, с которой сталкивались разработчики систем - необходимость размещения двух оптических систем по разные стороны от носителя информации. Но инженерам удалось обе системы расположить с одной стороны от голографического носителя и вторичный сигнал направить к приемнику благодаря наличию отражающего слоя на обратной стороне самого носителя информации.

Половина пространства в голографических носителях недоступна для записи данных, так как она используется программным обеспечением для коррекции ошибок. Однако новая технология компании Sony позволила уменьшить количество ошибок до коррекции. Теперь этот показатель не превышает 10%.

67. Интерфейс АТА. Архитектура, конфигурация. Протоколы обмена. Электрический интерфейс. Протокол взаимодействия хоста и устройства.

ATA(Advanced Technology Attachment) также называемый IDE(Integrated Drive Attachment) - стандарт на интерфейс между компьютером (контроллером) и накопителем на жестких магнитных дисках (дисководом, HDD), включая:

- физический уровень (разъёмы, кабели);
- электрические и логические характеристики сигналов;
- регистры устройства;
- команды и протоколы.

По сути АТА с электрической точки зрения представляет собой упрощенный вариант шины ISA. ISA (Industry Standard Architecture, ISA bus): первоначально представлял собой АТ -совместимый дисковый контроллер, встроенный в дисковод и подсоединённый упрощённой 16-битной шиной ISA (АТ bus).

Сохранены следующие механизмы и сигналы ISA:

- 16-битная шина данных;
- шина адреса для адресации регистров (урезана до 3 бит);
- аппаратный сброс, готовность, разрядность обмена;
- сигнал прерывания;
- сигналы чтения/записи портов;
- сигналы DMA.
-

Электрический интерфейс:

Сигналы интерфейса АТА имеют уровни TTL (высокий уровень - от 2.4 до 5.5 В, низкий - от -0.5 до 0.8 В).

Стандартный двухрядный штырьковый разъем для настольных винчестеров имеет 40 контактов, плоский шлейф состоит из 40 проводников.

Режимы обмена данными:

Существует два базовых режима: программный доступ(PIO) и прямой доступ к памяти(DMA).

Режим PIO характеризуется передачей или приемом данных через порты ввода -вывода с использованием команд REP OUTS и REP INS.

Протокол 1 и 2: PIO

Протокол PIO заключается следующих основных положениях (при работе без прерываний):

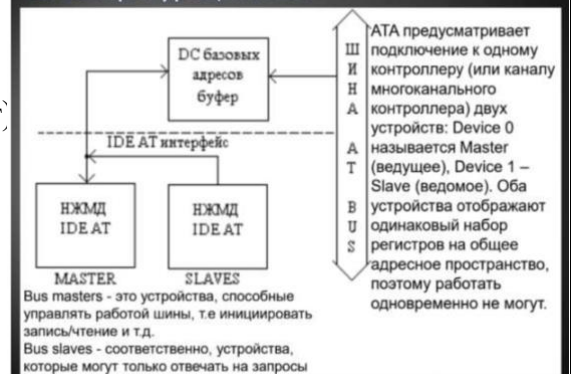
- | | |
|--|--|
| (1) Дождаться готовности устройства | (5) Записать в регистр команды код операции. |
| (2) Записать в DEV номер устройства на канале. | (6) Читать регистр статуса пока устройство не установит BSY=0. |
| (3) Дождаться BSY=0, DRDY=1 | (7) Дождаться готовности обмена данными |
| (4) Записать в регистры остальные параметры. | (8) Принять данные. |

Протокол 1: PIO In; Протокол 2: PIO Out; Протокол 3: DMA

Протокол DMA (Direct Memory Access) заключается в следующих основных положениях:

- | | |
|--|---|
| (1) Дождаться обнуления бита BSY. | (5) Инициализировать канал DMA |
| (2) Записать в регистр DH адрес головки и номер устройства | (6) Записать код команды в регистр CR. |
| (3) Дождаться обнуления бита DRQ. | (7) Дождаться прерывания от устройства. |
| (4) Заполнить остальные регистры нужными значениями. | (8) Сбросить канал DMA. |
| | (9) Прочитать регистр SR, чтобы проверить ошибку и снять сигнал прерывания. |

1. Конфигурация АТА



68. Интерфейс АТА. Версии интерфейса.

АТА также называемый IDE - стандарт на интерфейс между компьютером (контроллером) и накопителем на жестких магнитных дисках (дисководом, HDD), включая:

- физический уровень (разъемы, кабели);
- электрические и логические характеристики сигналов;
- регистры устройства;
- команды и протоколы.

По сути АТА с электрической точки зрения представляет собой упрощенный вариант шины ISA. ISA первоначально представлял собой АТ-совместимый дисковый контроллер, встроенный в дисковод и подсоединенный упрощенной 16-битной шиной ISA .

Появился в 1990 году в результате переноса стандартного контроллера жесткого диска в архитектуру IBM PC AT на плату самого жесткого диска (такая архитектура получила название IDE).

Назначение интерфейса АТА - обмен данными с вынесенным на внешнее устройство контроллером: передача и прием данных, подача команд, отслеживание ошибок, доступ к управляющим и статусным регистрам.

АТА-1. 16-битный параллельный интерфейс с 40-контактными интерфейсными разъемами и поддержкой 2 винчестеров. Скорость обмена данными не превышала 8 Мб/с.

АТА-2. Скорость обмена – 16,6 Мб/с. Поддержка до 4 устройств (2 канала по 2 устройства). IDE накопители свыше 504 Мб, поддержка периферийных устройств (кроме жестких дисков).

АТА3. Поддержка технологии S.M.A.R.T. (SelfMonitoring , Analysis and Reporting Technolog), APM (Advanced Power Management): винчестер имеет

встроенные средства управления энергопотреблением, что позволяет сделать систему более экономичной и, в некоторых случаях, повысить надежность винта;

АТА\АТАPI4. Режимы UltraDMA (0, 1 и 2), Защита передаваемых данных кодами CRC. Пакетный протокол АТАPI. Скорость обмена-33,3Мб/с.

АТА/АТАPI-5. 66,7 Мб/с.Удаление устаревших команд и битов. Новые режимы защиты и управления. Ultra DMA 3 и 4. Новый 80-ти контактный кабель.

АТА/АТАPI-6. 100 Мб/с, UltraDMA 5, AAM (Automatic Acoustic Management) управление уровнем шума. A/V Streaming Command Set поддержка аудиовидеопотоков. Расширенные журналы SMART. Удаление адресации CHS.

АТА/АТАPI-7. 133 Мб/с. UltraDMA

69. Интерфейс ATAPI. Дополнительные функции ATA: SMART, Security, HPA, NV Cache.

ATAPI – расширение интерфейса ATA, фактически это метод передачи команд SCSI по интерфейсу ATA. Реализуется посредством команд чтения/записи пакетов данных, сформированных в соответствии с форматом SCSI. **ATAPI** – расширение универсальное, но в основном используется для оптических накопителей.

SMART – система мониторинга состояния винчестера. Специальные алгоритмы отслеживают состояние различных подсистем жесткого диска и предлагают прогноз его работоспособности. Цель SMART – заблаговременно предупредить пользователя о возможном выходе из строя. SMART выполняет самотестирование, отслеживает определенные события (ошибки секторов и интерфейса, переименование секторов, сбой запуска двигателя и т.д.), подсчитывает параметры работы (скорость запуска двигателя, температура и т.д.). Результаты работы SMART представлены в виде значений атрибутов – критичных для надежности параметров. С помощью значений в регистре FR можно вызвать ту или иную команду SMART (прочитать значения, пороги, журналы, обновить значения, вкл/выкл. режимы автообновления, самотестирования, поддержку SMART).

SECURITY - режим блокировки с помощью пароля. Доступны следующие функции: **Set Password** – сохранение пароля (до 32 символов) и установка режима секретности. Предусмотрены два пароля – User и Master, и два режима – High и Maximum. **Disable Password** – снятие блокировки (отмена защиты). **Unlock** – передача пароля на проверку, разблокировка. **Erase Unit** – стереть всю информацию, аналогично форматированию.

Host Protected Area – специальная зона в конце диска, не доступная обычными операциями чтения. ПО может устанавливать максимальное количество доступных секторов, которое сохраняется между перезагрузками. Если установить доступное количество секторов менее существующих, то часть диска будет недоступна, сформируется защищенная зона – HPA. В HPA можно сохранять различную информацию, напр., образ системного диска, дампы памяти, копию BIOS и т.п. Чтобы прочитать HPA, требуется установить изначальное число секторов на диске той же командой.

NV CACHE - Специально для поддержки гибридных винчестеров в архитектурную модель ATA были добавлены команды управления энергонезависимым кэшем. Гибридный диск представляет собой классический винчестер с дополнительным буфером flash-памяти.

70. Интерфейс Serial ATA. Основное назначение, совместимость с ATA/SCSI, различия.

Интерфейс SATA (Serial ATA) - последовательный интерфейс обмена данными с накопителями информации. SATA является развитием параллельного интерфейса ATA.

Версии:

2001г. – SATA I;
2004г. – SATA II;
2008г. – SATA III.

Основное назначение: подключение жестких дисков, дисководов на оптических дисках, магнитных лентах.

Появился на невозможности увеличении пропускной способности параллельной шины:

- повышение скорости передачи
- удешевление и улучшение кабелей и коннекторов
- обеспечение выделенного интерфейса для каждого устройства
- создание более компактных устройств
- упрощение процессов конфигурирования
- переход от ОШ к подключению «точка-точка».

SATA vs ATA

SATA сохраняет:

- регистровую модель ATA.
- передачу в режимах PIO, DMA.
- систему команд ATA версии 5.

Новое:

- ввод нового режима FPDMA.
- поддержка более эффективных команд.

Serial ATA – это последовательный вариант реализации транспортного уровня интерфейса ATA. Разделение интерфейса ATA на уровни произошло начиная с версии ATA/ATAPI-7.

Интерфейс стал более быстродействующим за счет последовательного перемещения данных по более тонкому и гибкому кабелю.

Сохранена полная *совместимость с ATA* на уровне архитектуры, регистровой модели и протоколов. Иной способ обмена данными и содержимым регистров.

71. Уровневая модель SATA. Эмуляция Parallel ATA. Методы кодирования. Теневые регистры. Дополнительные регистры Serial ATA.



Эмуляция Parallel ATA:

Контроллер Serial ATA полностью эмулирует работу стандартного контроллера ATA и стандартного PCI для обеспечения совместимости с ПО.

Контроллер содержит «теневые» регистры, по назначению совпадающие с регистрами контроллера жесткого диска. Возможен также режим Legacy, когда каждое устройство становится либо Master, либо Slave, и подключается либо к первому, либо ко второму каналу. В таком случае контроллер обязан поддерживать два набора теневых регистров и отслеживать, к какому из устройств выполняется обращение.

Методы кодирования: NRZ(mark) and NRZI(mark)

Теневые регистры:

Регистры, расположенные в устройствах SATA, имеют свои так называемые теневые образы в хост-контроллере:

- программное взаимодействие (чтение и запись) осуществляется с теневыми регистрами;
- связь теневых регистров с регистрами устройств обеспечивается кадрами, передаваемыми по последовательному интерфейсу SATA.

Каждое устройство, подключенное к адаптеру SATA, представляется тремя блоками регистров: управляющих, командных и SCR.

Дополнительные регистры:

Помимо двух блоков регистров ATA, интерфейс SATA предусматривает наличие еще трех регистров для каждого из поддерживаемых устройств. Регистры находятся в перемещаемом пространстве портов или памяти (при отображении на память).

SStatus: Состояние устройства, Выбранная скорость передачи, Состояние физического канала

SError - наличие ошибки: CRC, 8b/10b, протокола, исправленной ошибки данных и т.п.

SControl – те же поля, что и у SStatus, только для управления состоянием и скоростью соединения.

72. Интерфейс SATA. Умножитель портов. Селектор порта. Функция Staggered Spin-up, режим First Party DMA, технология изменения очередности команд, кэширование данных. Перспективы интерфейса SATA. Интерфейс eSATA.

Интерфейс SATA (Serial ATA) - последовательный интерфейс обмена данными с накопителями информации. SATA является развитием параллельного интерфейса ATA.

Умножитель портов:

В SATA-II вводится абстрактное понятие концентратора — средства подключения к хосту множества устройств SATA.

Концентратор может являться просто мостом, RAID- контроллером, коммутатором или мультиплексором портов.

Хост-контроллер, подключенный к шине PCI или интегрированный в чипсет системной платы, также является концентратором (мостом между PCI и SATA).

Селектор порта:

Для обеспечения избыточности подключения можно использовать селектор — устройство, позволяющее подключать несколько портов к одному устройству. Селектор выбирает в качестве активного один порт — тот, который подал сигнал COMRESET.

Staggered Spin-up:

Винчестер, поддерживающий staggered spin-up, не должен запускать двигатель до тех пор, пока порт, к которому он подключен, не перейдет в состояние active.

Следовательно, контроллер может проверить состояние и количество устройств, но запускать их двигатели с выдерживанием необходимой паузы.

First Party DMA - устройство указывает положение буфера данных в оперативной памяти.

Технология изменения очередности команд:

Используется технология NCQ (Native Command Queuing):

- 5 раз повернуть головку диска (без NCQ)
- Если выстроить в ряд 15423 по местоположению, то можно прочитать за один оборот диска (с NCQ)

NCQ позволяет повысить производительность диска и уменьшить его физический износ.

Перспективы интерфейса SATA:

• External Sata (eSATA, xSATA) — подключение дисков вне корпуса компьютера. Переход на кабели до 2 метров. SATA предлагает более производительную альтернативу таким внешним интерфейсам, как USB и FireWire.

• xSATA — расширенная версия .xSATA позволяет использовать кабель длиной до 8 метров вместо двух. Технология уже интегрируется в современные материнские платы для настольных систем.

73. Интерфейс SCSI. Логическая организация. Сигналы, протокол, фазы, адресация шины. Особенности применения. Различия между SCSI и ATA.

Small Computer System Interface - специализированная внешняя параллельная шина, предназначенная для обмена данными по внешним каналам как между компьютерами, так и между компьютером и устройствами ввода/вывода и обработки данных.

Шина SCSI учитывает специфику устройств различного класса:

- хранения данных,
- управления носителями данных,
- графического ввода (сканеры),
- вывода на твердый носитель (принтеры),
- коммуникации (модемы).

Она позволяет использовать различные физические интерфейсы для передачи данных. *Стандарты:*

Различие по нескольким параметрам:

- по методу передачи (типу сигнала): S/E, Differential;
- по уровню напряжения: Differential HVD, LVD;
- по разрядности шины (типу разъема): Narrow, Wide;
- по тактовой частоте (быстродействию): Slow, Fast, Ultra, Ultra2;
- по длине кабеля (до 12 м);
- по кол-ву подключаемых устройств.

Стандарт SCSI-1. Стандарт SCSI-2. Стандарт SCSI-3 5 МГц 10 МГц 20 , 40, 80 МГц Ultra-640 -160 МГц

2. Различия между SCSI и ATA		. Различия между SCSI и ATA	
ATA	SCSI	ATA	SCSI
настольных ПК и ноутбуках, сейчас – и в бытовой электронике	, в том числе в серверах и суперкомпьютерах	Программирование интерфейса стандартизовано, он поддерживается BIOS, имеет фиксированные порты ввода-вывода	Хост-контроллер имеет собственный BIOS, эмулирующий работу с винчестерами через прерывания (Int13h и т.п.)
только жесткие диски	Поддерживаются на всех уровнях устройства нескольких типов, в том числе процессоры и графические устройства	Программный интерфейс предполагает адресацию фиксированных регистров или обмен DMA, специальных фаз передачи команд/данных/сигналов не предусмотрено	Требуются специализированные драйверы, имеется несколько программных интерфейсов работы со SCSI (например, ASPI)
Управление интерфейсом выполняется только хостом	Шина активно использует арбитраж, управление могут брать на себя различные устройства, поддерживаются отложенные	Управление интерфейсом ограничено: только два состояния – занят или нет, сигнал сброса, режимы чтения/записи	По шине передаются данные, сообщения, сигналы, команды
		Контроль достоверности – только для данных (Ultra DMA)	Контроль достоверности – только для данных (Ultra DMA)

Фазы шины:

- Bus Free: низкий уровень BSY# и SEL#, шина свободна;
- Arbitration: борьба за доступ к шине.
- Selection/Reselection: выбор устройств для обмена данными.
- Message: фаза сообщений используется для управления шиной.
- Command: фаза передачи команды.
- Status: фаза состояния, завершающая выполнение команд

74. Интерфейс SCSI. Архитектурная модель. Типы протоколов и интерфейсов. Подключение жестких дисков. Разновидности электрических интерфейсов. Схема подключения ПУ. Терминаторы шины.

Small Computer System Interface - специализированная внешняя параллельная шина, предназначенная для обмена данными по внешним каналам как между компьютерами, так и между компьютером и устройствами ввода/вывода и обработки данных.

Типы протоколов и интерфейсов:

- SIP – стандартный протокол транспортного уровня (сообщения, сигналы, статус и т.п.)
- SPI – параллельный электрический интерфейс, реализующий протокол SIP
- FCP – последовательный протокол обмена по оптоволоконному интерфейсу.
- FC-PH – оптоволоконный интерфейс.
- SBP – протокол последовательного интерфейса.
- 1394 – последовательный интерфейс FireWire/IEEE1394
- SSP – протокол последовательной памяти.
- GPP – обобщенный пакетный протокол.
- Реализуется любым физическим интерфейсом (напр., беспроводным).



Подключение жестких дисков

Наиболее распространенный вариант подключения жестких дисков – SPC+SBC+SIP+SPI-4. Это параллельный интерфейс с шириной шины 16 бит, набор команд – базовый плюс подмножество команд для блочных устройств. Последние жесткие диски с поддержкой SCSI используют протокол SPI-4.

На замену параллельному интерфейсу SPI был создан интерфейс SAS (Serial Attached SCSI), который заимствует физический/электрический уровень у интерфейса SATA и является полностью с ним совместимым

Ввиду возможности подключения к SCSI большого количества устройств и весьма серьезной максимальной длины кабеля требуется принимать меры для:

- терминирования концов линий,
- для быстрого возврата состояния линий к пассивному высокому уровню.

Для этих целей используются терминаторы шины – нагрузочные резисторы, которые должны быть установлены на последних устройствах (или разъемах) с обоих концов кабеля. При отсутствии терминаторов как минимум возникают отражения сигнала от концов линий, которые дают сильные помехи и препятствуют работе шины.

75. Интерфейс SCSI. Асинхронная передача данных. Фаза синхронной передачи (запись, чтение). Последовательность фаз при обмене данными. Режимы/варианты SCSI для HDD.

Small Computer System Interface - специализированная внешняя параллельная шина, предназначенная для обмена данными по внешним каналам как между компьютерами, так и между компьютером и устройствами ввода/вывода и обработки данных.

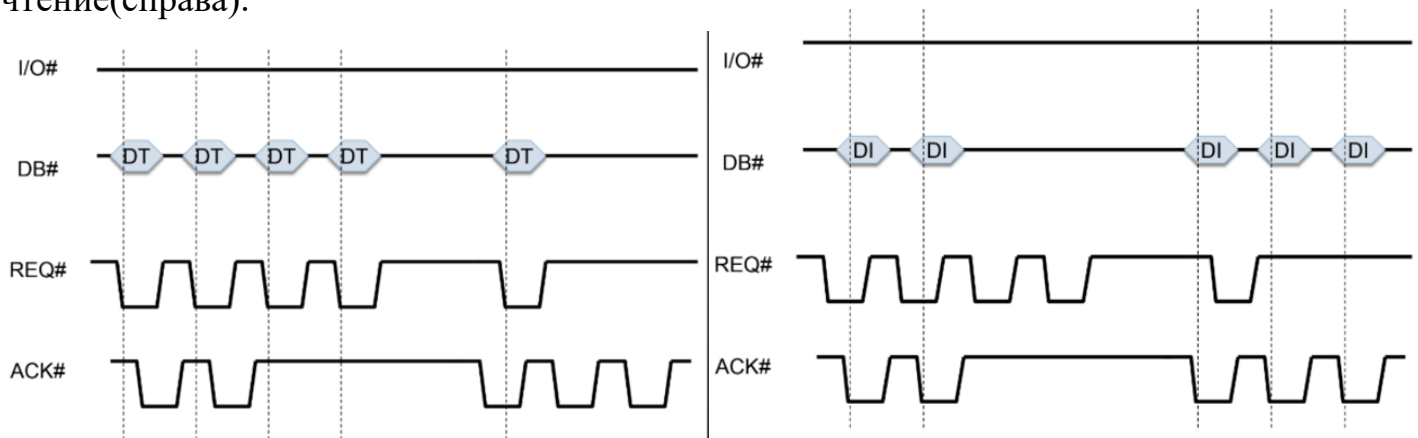
Асинхронная передача данных

Является обязательной для всех устройств SCSI и всех фаз передачи информации. ЦУ управляет направлением передачи информации с помощью сигнала I/O:

I/O = «0» – передача Initiator => Target,

I/O = «1» – передача Initiator <= Target.

Передача каждого байта сопровождается взаимосвязанной парой сигналов REQ/ACK. Initiator фиксирует принимаемые данные по отрицательному перепаду сигнала REQ, Target считает принимаемые данные действительными по отрицательному перепаду сигнала ACK. Фаза синхронной передачи запись(слева) и чтение(справа).



Последовательность фаз при обмене данными:



76. Хост-адаптер SCSI. Интерфейсы ASPI, SPTI, iSCSI. Арбитраж шины. Команды SCSI.

Интерфейс SCSI никак не документирует архитектуру или интерфейс программирования хост-адаптера. Однако ряд производителей позаботились о создании универсального интерфейса, работающего «верхним слоем» над различными типами драйверов и устройств SCSI. Задача таких интерфейсов – предоставить единую схему обмена данными и подачи команд устройствам, подключенным к SCSI.

Чаще всего используется один из двух интерфейсов, аналогичных по функциональности:

- ASPI – разработан Adaptec для контроллеров жестких дисков, обычно используется и для работы с оптическими накопителями, сканерами, стримерами и т.д.
- SPTI – разработан Microsoft в качестве альтернативы ASPI, используется как расширение DeviceIoControl в WinAPI.

iSCSI — протокол, который базируется на TCP/IP и разработан для установления взаимодействия и управления системами хранения данных, серверами и клиентами.

Арбитраж:

- Адаптер → проверка статуса шины. Если шина свободна, то ПК передает по информационным линиям свой идентификационный код.
- Приоритет получает устройство с наибольшим идентификатором.
- инициатор выбирает целевое устройство посредством активизации одной из линий.
- Выбранное устройство берет на себя контроль над обменом данными до его завершения. Для начала оно запрашивает у инициатора, какую команду следует выполнить

Все команды SCSI делятся на четыре категории: N (non-data), W (запись данных от инициатора целевым устройством), R (чтение данных) и V (двусторонний обмен данными). Всего существует порядка 60 различных команд SCSI, из которых наиболее часто используются:

- Test unit ready — проверка готовности устройства, в том числе наличия диска в дисковом де.
- Inquiry — запрос основных характеристик устройства.
- Send diagnostic — указание устройству провести самодиагностику и вернуть результат.
- Request sense — возвращает код ошибки предыдущей команды.
- Read capacity — возвращает ёмкость устройства.
- Format Unit
- Read — чтение.
- Write — запись.
- Write and verify — запись и проверка.
- Mode select — установка параметров устройства.

77. Интерфейс SAS, концепция и архитектура, совместимость с ATA/SCSI. Варианты последовательных протоколов. Набор стандартов SAS. Перспективы развития.

Интерфейс Serial Attached SCSI строился по той же концепции и на базе тех же аппаратных решений, что и SATA, и у них очень много общего.

В частности, была обеспечена полная совместимость контроллеров SAS с устройствами SATA за счет унификации электрического и физического интерфейсов включения канального и транспортного слоев SATA в состав архитектуры SAS. Основная цель такого решения – достижение максимальной гибкости при формировании массива дисков.

Интерфейс SAS входит в общую архитектурную модель SCSI, предлагая иную среду передачи данных – последовательный интерфейс SSP.

- SSP – протокол последовательной памяти, реализуемый через архитектуру SSA (Serial Storage Architecture).

В то же время SAS имеет собственную архитектурную модель, в которой протокол SSP является частью общей схемы и может быть заменен другими протоколами транспортного уровня.

SAS обеспечивает более сложную схему управления, обмена командами и данными, подключения и обслуживания, нежели SATA. Фактически это интерфейс нового поколения, использующий общие принципы SCSI.

Предусмотрен один физический интерфейс, но три различных протокола транспортного уровня:

- Serial SCSI Protocol (SSP), для серверных жестких дисков и других устройств хранения данных.
- Serial ATA Tunneling Protocol (STP), для жестких дисков SATA.
- Serial Management Protocol (SMP), для задач оптимизации и управления массивами жестких дисков.

Поддержка SATA позволяет использовать один и тот же конструктив и набор компонентов для создания как экономичных, так и скоростных дисковых подсистем. Использование SMP позволяет управлять экспандерами.

Протокол SAS содержит четыре традиционных уровня:

- физический (phy layer),
- коммуникационный (link layer),
- уровень портов (port layer)
- транспортный уровень (transport layer).

78. Физический интерфейс SAS: уровни портов, физический и электрический, связь уровней.

Уровни приложений, включающие драйверы и собственно приложения, создают специфические задания для транспортного уровня, который, в свою очередь, инкапсулирует команды, данные, статусы, SAS-фреймы и перепоручает их передачу уровню портов. Разумеется, транспортный уровень также отвечает за прием SAS-фреймов и с уровня портов, дизассемблирование принятых фреймов и передачу контента уровню приложений.

Уровень портов SAS отвечает за:

- обмен пакетами данных с коммуникационным уровнем в порядке установления соединений;
- а также за выбор физического уровня, с помощью которого будет осуществляться передача пакетов одновременно на несколько устройств.

Под физическим уровнем SAS подразумевается соответствующее аппаратное окружение - трансиверы и модули кодирования, которые подключаются к физическому интерфейсу SAS и отправляют сигналы по проводным цепям. Уровень Physical Layer описывает механические и электрические характеристики кабелей и разъемов, соединяющих устройства (жесткие диски) с экспандерами и хост-адаптерами.

Второй порт при подключении жесткого диска при помощи кабеля не задействуется, однако при подключении встык через панель оснастки второй порт позволяет удвоить пропускную способность интерфейса.

Разъем питания может быть стандартным (SATA) либо специальным (SAS), с передачей сигнала активности диска по одному из резервных контактов.

Для того, чтобы обеспечить увеличение пропускной способности путем удвоения (учетверения и т.д.) количества физических каналов, были введены дополнительные уровни.

В терминах SAS:

- Phy – аппаратный блок обработки данных, имеющий уникальный адрес SAS и поддерживающий работу канального уровня.
- Физические Phy соединены кабельным интерфейсом, аналогичным SATA .
- Логические Phy, входящие в состав физических Phy, могут поддерживать один из трех протоколов – SSP, STP или SMP.
- Порт SAS может соответствовать одному Phy, либо объединять несколько.
- Если у нескольких Phy один адрес SAS, то они не могут разделяться на несколько портов.

79. Канальный уровень SAS, способы маршрутизации. Архитектура экспандера.

На канальном уровне обеспечивается идентификация устройства, т.е. определение типа устройства (конечное, экспандер) и адреса порта, производится согласование скоростей путем добавления в передаваемый поток специальных заполнителей, не несущих информативности.

Канальный уровень так же обеспечивает управление соединением.

Экспандер не только физически коммутирует устройства, но и занимается маршрутизацией пакетов между Phy, подключенными к различным его портам.

Устройства могут обменяться данными через порты экспандера, минуя хост-адаптер.

Маршрутизация может выполняться одним из трех способов:

- Прямая – по SAS-адресу Phy.
- Табличная – по таблице соответствия SAS-адресов физическим Phy.
- Субтрактивная – для каналов восходящих (к хост-адаптеру или экспандеру).

Экспандер может содержать встроенное SAS-устройство, доступное для управления.

80. Транспорты уровень SAS. Формат кадров, порядок обмена.

Описывается формат кадра, порядок обмена ими. Формат кадра позаимствован у протокола FC-AL.

Всего предусмотрено

5 видов кадров:

- Command
- Data
- XFER_READY
- Response
- Task

Byte	Field(s)		
0	Frame Type		
1 to 3	Hashed Destination SAS address		
4	Reserved		
5 to 7	Hashed Source SAS address		
8 to 9	Reserved		
10	Reserved	Retransmit	Rsvd
11	Reserved	Number of Fill Bytes	
12 to 15	Reserved		
16 to 17	Tag		
18 to 19	Target Port Transfer Tag		
20 to 23	Data Offset		
24 to m	Information Unit		
m to (n-3)	Fill bytes, if needed		
(n-3) to n	CRC		

81. Интерфейс FC-AL.

Интерфейс FC-AL представляет собой физическую среду передачи данных с топологией «кольцо», поверх которой работает SCSI. Отказ от коммутаторов позволяет существенно сократить стоимость без ущерба функциональности.

FC-AL представляет собой устаревший сетевой интерфейс, описанный 5-уровневой моделью. На нижнем уровне (FC-0) описан интерфейс типа «кольцо с применением либо оптоволоконных, либо электрический кабель. При этом физически могут присутствовать и концентраторы. Уровень FC-4 может занимать в том числе и SCSI.

FC-AL обеспечивает пропускную способность до 4 Гбит/с. Но главное преимущество – длина кабеля, которая для оптоволоконна может достигать 10 км.

FC-AL поддерживает до 126 самоконфигурирующихся устройств с возможностью "горячего" подсоединения без перезагрузки.

FC-AL - это спецификация оптоволоконных каналов связи с медным проводом. Такая конструкция имеет также повышенную помехоустойчивость, предоставляя некоторую

избыточность доступа к каждому устройству. FC-AL самоконфигурируется и допускает оперативное включение. Большинство хостов поддерживает FC-AL в режиме включения host-to-host. FC-AL может работать с коаксиальным кабелем длиной более 30m и с

оптоволоконным до 10km.

Порты FC могут быть соединены в конфигурации:

- "точка-точка",
- "кольцо",
- посредством коммутатора

82. Звук, оцифровка. АЦП, технология преобразования с импульсно-кодовой модуляцией, ЦАП, сглаживание.

Звук представляет собой колебания физической среды частотой приблизительно 20 - 44000 Гц. Все современные системы обработки звука основаны на:

- преобразовании этих колебаний в электрический сигнал;
- последующей его (аналоговой или цифровой) обработки;
- вывода вновь в виде колебаний физической среды.

Путем *прямой оцифровки аналогового сигнала*, представляющего собой электрическую копию звукового давления, осуществляется запись произвольного звука.

Первые звуковые устройства были реализованы в виде карт расширения для стандартной периферийной шины, в то время – шины ISA. Они обрабатывали два типа данных – оцифрованный звук в линейном формате (PCM) и музыкально-нотные данные (MIDI). Обмен осуществлялся через порты ввода/вывода и каналы DMA.

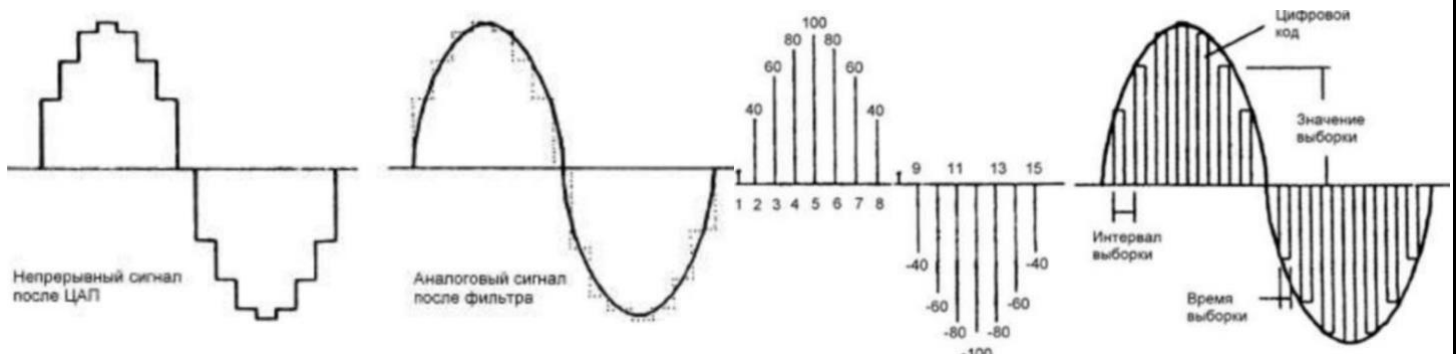
АЦП: Запись произвольного звука осуществляется путем прямой оцифровки аналогового сигнала, представляющего собой электрическую копию звукового давления.

Частота оцифровки называется частотой выборки сигнала и по известной теореме Котельникова-Найквиста должна быть не ниже удвоенного значения максимальной частоты преобразуемого сигнала.

Преобразование аналогового сигнала в цифровую форму выполняет аналого-цифровой преобразователь (АЦП), служащий для дискретизации сигнала по времени и квантования по уровню. Обычно в АЦП применяется технология преобразования с импульсно-кодовой модуляцией. Временные промежутки между моментами преобразования сигнала называют интервалами выборки; эта величина обратно пропорциональна частоте выборки. Амплитуда аналогового сигнала при каждом преобразовании делится по уровню и кодируется в соответствующий параллельный цифровой код. Время преобразования аналогового сигнала в цифровой код именуется временем выборки.

Разрешающая способность – наименьшее значение аналогового сигнала, которое приводит к изменению цифрового кода.

ЦАП: Обратное преобразование звука в аналоговый сигнал осуществляется цифро-аналоговым преобразователем.



83. Основные методы синтеза звука. (Цифровой FM-синтез звука, WT-синтез, WF-синтез).

Наиболее часто применяют *цифровой FM-синтез* звука: основан на генерации огибающей, управляющей амплитудой отдельных VCO-генераторов. В цифровом FM-синтезе каждый из таких генераторов называется оператором.

В операторе выявляются два базовых элемента:

- фазовый модулятор - задает частоту (высоту) звука;
- генератор огибающей – задает амплитуду (громкость) звука.

В большинстве случаев для синтеза одного инструмента достаточно двух операторов:

- оператора несущей (основной тон);
- оператора модулирующей частоты (обертон).

Табличный синтез (WT). Используют специальные алгоритмы, позволяющие по одному лишь характерному тону музыкального инструмента воспроизвести все остальные тона (фактически восстановить его полное звучание). Выборки сигналов (таблицы) сохраняются в ROM или программно загружаются в RAM звуковой карты, после чего специализированный WT-процессор выполняет операции над выборками сигнала, изменяя их амплитуду и частоту. Многие карты поддерживают как FM так и WT-синтез.

WF-метод генерации звучания основан на преобразовании звуков в сложные математические формулы и дальнейшем применении этих формул для управления мощным процессором с целью воспроизведения звука.

От WF-синтеза ожидают еще лучшей (относительно FM и WT) реальности звучания музыкальных инструментов при ограниченных объемах звуковых файлов.

84. Методы сжатия звука. Форматы звуковых файлов, параметры. Кодеки и их интерфейсы. Мультикодековая конфигурация.

Для сокращения потока данных используются иные методы кодирования аналогового сигнала:

- μ -кодирование, основанное на известных характеристиках аналогового сигнала; при μ -кодировании аналоговый сигнал преобразуется в цифровой код, определяемый логарифмом величины сигнала. Недостаток метода - необходимость иметь априорную информацию о характеристиках исходного сигнала.

Методы преобразования, не требующие априорной информации об исходном сигнале.

- При дифференциальной импульсно-кодовой модуляции сохраняется только разность между текущим и предшествующим уровнями сигнала.

- Наибольшее распространение получила адаптивная импульсно-кодовая модуляция используется 8 или 4-разрядное кодирование для разности сигналов, обеспечивает сжатие данных до 4:1.

Форматы звуковых файлов

WAVE (.wav) – наиболее широко распространенный звуковой формат, но не обеспечивает достаточно хорошего сжатия.

MPEG-3 (.mp3) – используется для оцифровки музыкальных записей. При кодировании применяется психоакустическая компрессия, при которой из мелодии удаляются звуки, плохо воспринимаемые человеческим ухом.

RealAudio (.ra, .ram) – формат, разработанный для воспроизведения звука в Интернет в реальном времени. Получающееся качество в лучшем случае соответствует посредственной аудиокассете.

MIDI (.mid) – цифровой интерфейс музыкальных инструментов. Интерфейс MIDI представляет собой протокол передачи музыкальных нот и мелодий. Т.е. в файле хранятся описания высоты и длительности звучания музыкальных инструментов. MIDI – файлы занимают меньший объем, чем эквивалентные файлы оцифрованного звука.

Кодеки:

Для сжатия используются стандарты MP2 и MP3; применяется психоакустическая компрессия, при которой удаляются звуки, не воспринимаемые человеческим ухом; сжимает в несколько десятков раз при довольно высоком качестве.

MP3 - сокращение от MPEG Layer3. Данная схема является наиболее сложной схемой семейства MPEG Layer 1/2/3. Она требует наибольших затрат машинного времени для кодирования по сравнению с двумя другими и обеспечивает более высокое качество кодирования. Используется главным образом для передачи аудио в реальном времени по сетевым каналам и для кодирования CD Audio. Формат хранения (расширение) - ".mpa", ".mp3".

RealAudio – метод, разработанный фирмой RealNetworks, сжимает в несколько десятков раз, но с невысоким качеством; используется в Интернете для проигрывания звуковых файлов в реальном времени. Формат хранения (расширение) - ".ra", ".rm".

85. Звуковая карта, типовая схема, параметры.

Первые устройства – карты расширения для шины ISA. Они обрабатывали форматы PCM и MIDI. Обмен осуществлялся через порты ввода/вывода и каналы DMA. При переходе к шине PCI, DMA-контроллер эмулировался. Далее звуковые карты перешли к шине PCI-Express, преимуществ это не дало.

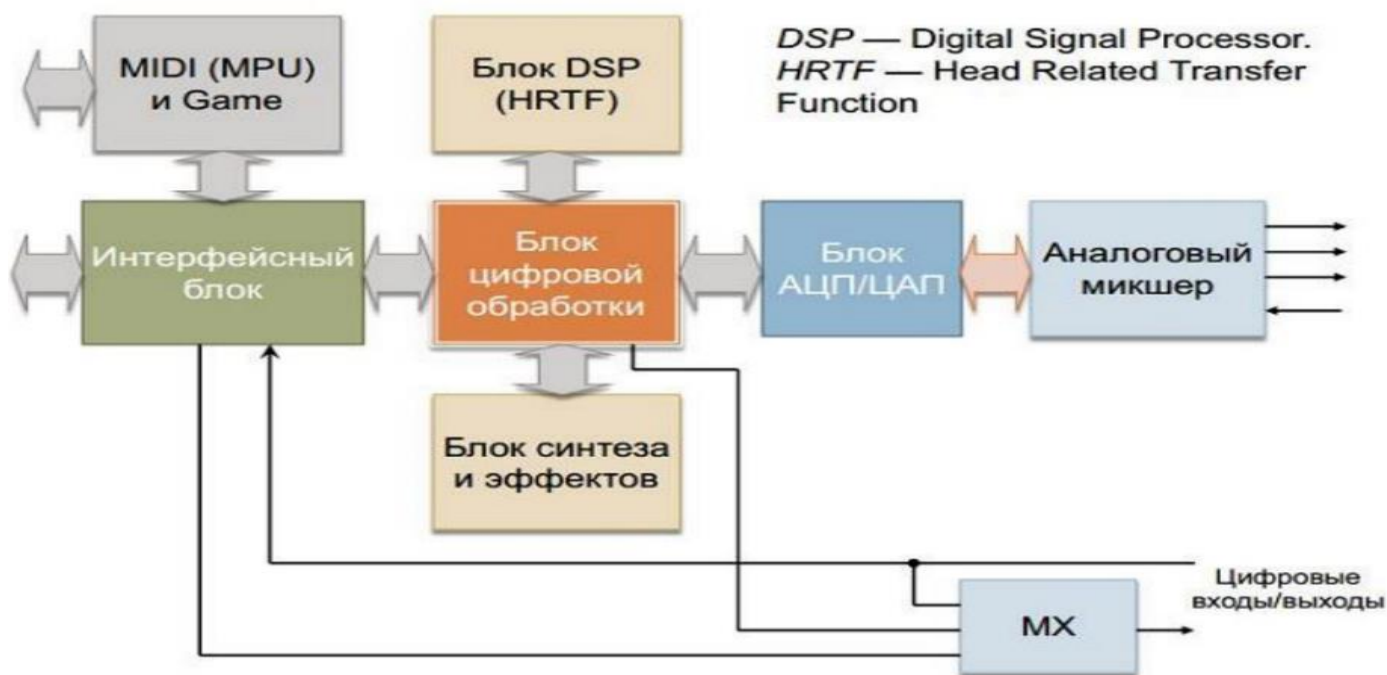
Классификация:

- чисто звуковые, содержащие только тракт цифровой записи/воспроизведения. Эти платы позволяют только записывать или воспроизводить непрерывный звуковой поток, наподобие магнитофона.

- чисто музыкальные, содержащие только музыкальный синтезатор. Такие платы ориентированы прежде всего на генерацию относительно коротких музыкальных звуков по командам от центрального процессора;

- комбинированные, или звуко-музыкальные, с объединенным на одной плате цифровым трактом и музыкальным синтезатором;. По степени использования аналоговой обработки цифровой технологией фирма Intel различает три градации звуковых карт:

- Аналоговые;
- Digital Ready;
- Digital only.

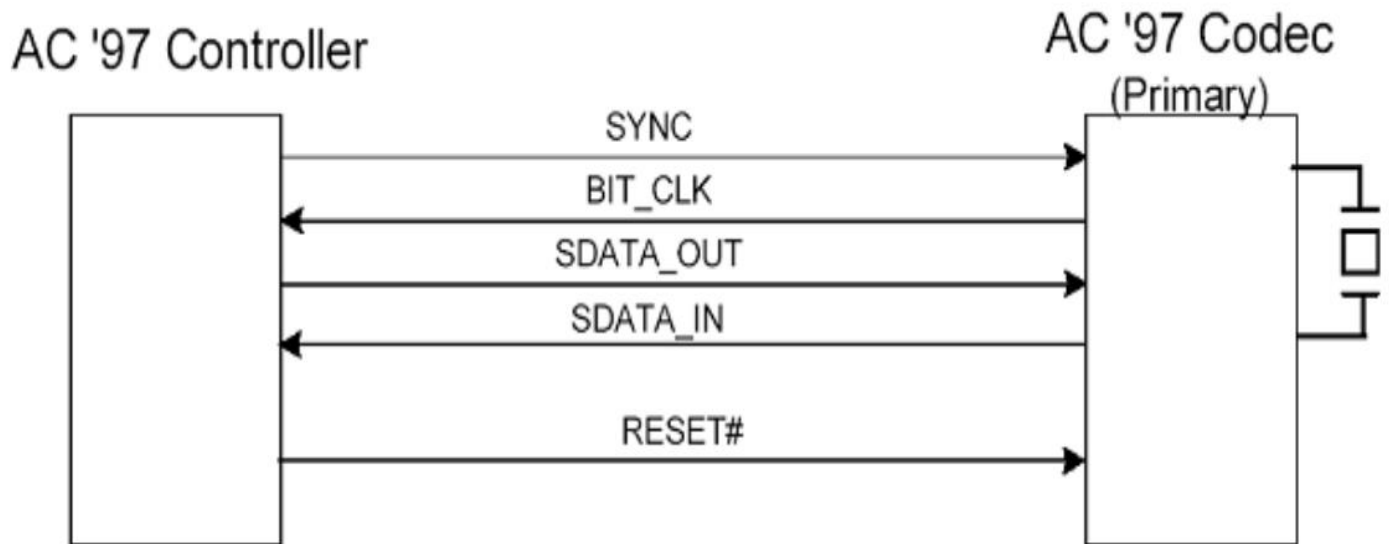


Параметры.

1. Разрядность (8 или 16 бит)
2. Максимальная частота дискретизации (8-25 кГц)
3. Количество каналов (моно, стерео)
4. Параметры синтезатора (FM – бедное звучание, WT – живое звучание)
5. Расширяемость (возможность подключать доп устройства)
6. Совместимость

86. Аудиокодек АС'97. Структура, протокол, сигналы.

Архитектура АС'97 разработана Intel в конце 90-х годов для стандартизации архитектуры подсистемы ввода-вывода аудио в рамках архитектуры x86. Архитектура АС'97 определяет параметры и протокол взаимодействия двух компонентов ПК – контроллера АС'97 и кодека АС'97. При этом кодек может обрабатывать только аудиоданные, модемные данные и оба типа данных. Разделение кодека и контроллера было необходимо для конструктивного отделения аналоговой части от цифровой.



Сигналы:

Reset# - сброс кодека, программный или аппаратный

Sync – отмечает нулевой слот кадра высоким уровнем на протяжении 16 бит

BIT_CLK – границы битов: начало бита – положительный перепад, готовность бита – отрицательный перепад.

SDATA_OUT – исходящий поток данных к кодекам

SDATA_IN – входящий поток данных от кодека

87. Аудиокодек HDA. Структура, протокол, сигналы, отличия от AC'97, особенности применения.

Архитектура HD Audio была разработана Intel в 2004. Ее задача – сменить морально устаревшую и не имеющую перспективы роста архитектуру AC'97. HD Audio не имеет совместимости с AC'97 ни на одном из уровней.

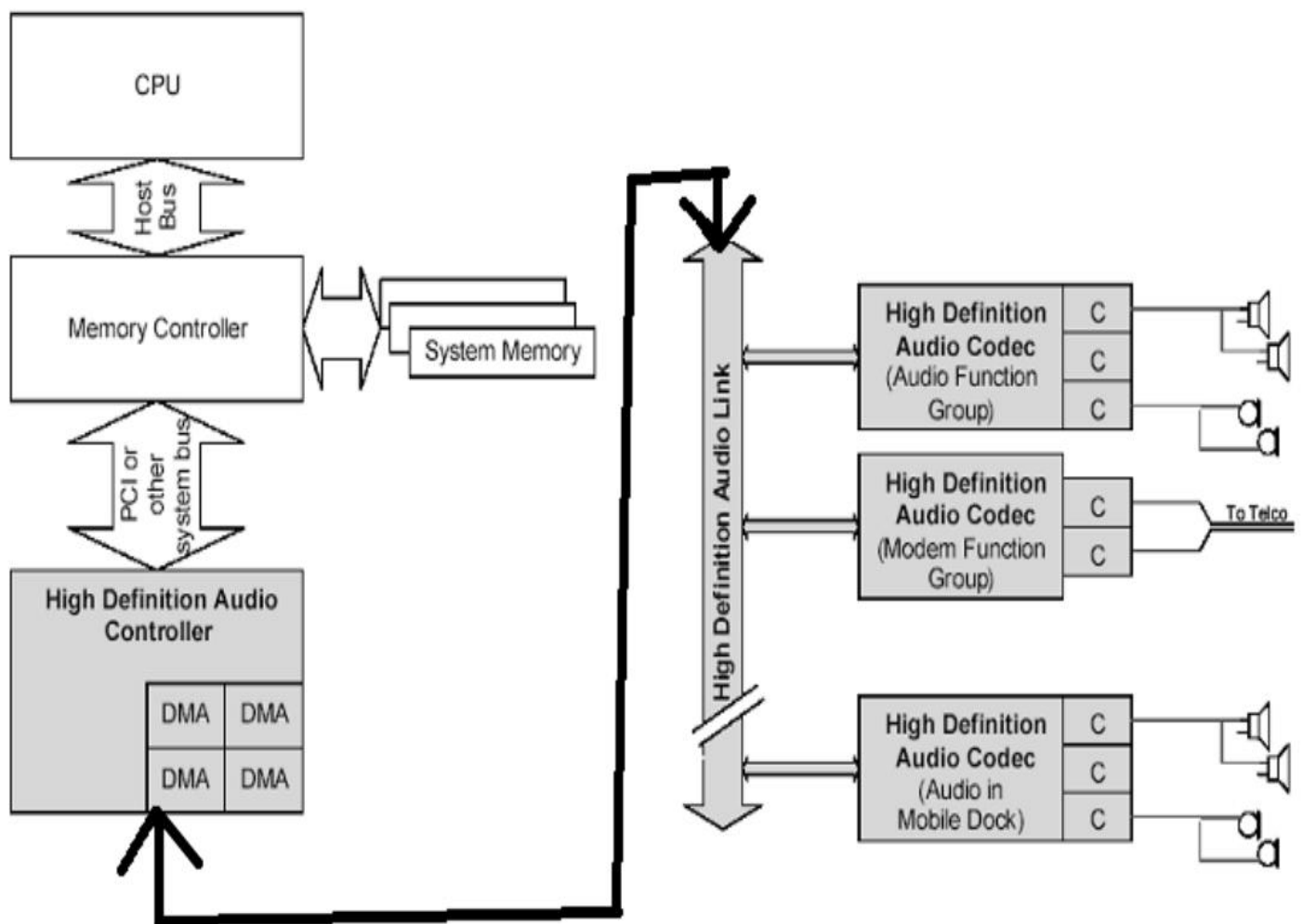
Помимо описания способа подключения и управления кодеками, HD Audio формулирует полный интерфейс программирования звуковой подсистемы (API), а также протоколы обмена нескольких уровней.

Главное отличие от AC'97 состоит в большей гибкости, управляемости, расширяемости архитектуры, введении понятий потоков, каналов, прерываний, сообщений, команд и т.д.

Ввиду формализации полной программно-аппаратной архитектуры для корректной поддержки HD Audio не требуются специфические драйверы для конкретного чипсета.

В отличие от AC'97, в HD Audio данные обрабатываются с помощью контроллеров DMA, реализованных в составе хост-контроллера. Каждый из потоков, входных или выходных, обрабатывается с помощью назначенного контроллера DMA.

Канал HDA Link состоит из *пяти сигналов* – RST#, SYNC, BCLK, SDO и SDI. Тактированием всех сигналов занимается контроллер. Частота BCLK составляет 24 МГц, частота SYNC – 48 кГц.



88. Интерфейсы подключения звуковых устройств вывода: аналоговый, цифровой S/PDIF, MIDI.

1. Через встроенный громкоговоритель (PC Speaker):

- используя в стандартном режиме подключенный к нему канал 2 системного таймера, который может генерировать прямоугольные колебания различной частоты. Таким образом можно получать простые тональные звуки заданной частоты и длительности, однако управление громкостью и тембром звука в этом способе невозможно.

2. Через простой ЦАП:

- подключаемый к параллельному порту. На восьми выходных линиях данных (D0..D7) параллельного порта собирается взвешивающий сумматор - схема, суммирующая логические уровни 0/1 с весами 1, 2, 4, ..., 128, что дает для каждой из комбинаций восьми цифровых сигналов

3. Через специальную звуковую карту:

- используя ЦАП, который есть почти на всех картах.
- используя синтезатор, который тоже есть почти на всех картах. Большинство карт оснащено простейшими 2- или 4- операторными FM-синтезаторами; почти на всех современных картах установлены также WT-синтезаторы.

4. При помощи внешнего синтезатора, управляемого от компьютера:

- используя MIDI-порт, который имеется практически на всех звуковых картах;
- используя стандартный последовательный порт, если в BIOS Setup есть возможность переключить его в режим MIDI-совместимости;
- используя специальные карты-адаптеры - например, Roland MPU-401.

89. Конструкция и принцип действия графической карты.

Графическая подсистема изначально входила в архитектуру ПК в виде отдельной платы расширения. Впоследствии графическую подсистему удалось интегрировать в состав микросхем системной логики. Встроенная графическая карта обычно подключается к контроллеру памяти по внутреннему интерфейсу, но может быть реализована та или иная шина «на кристалле».

Сегодня различают три независимых компонента графического процессора:

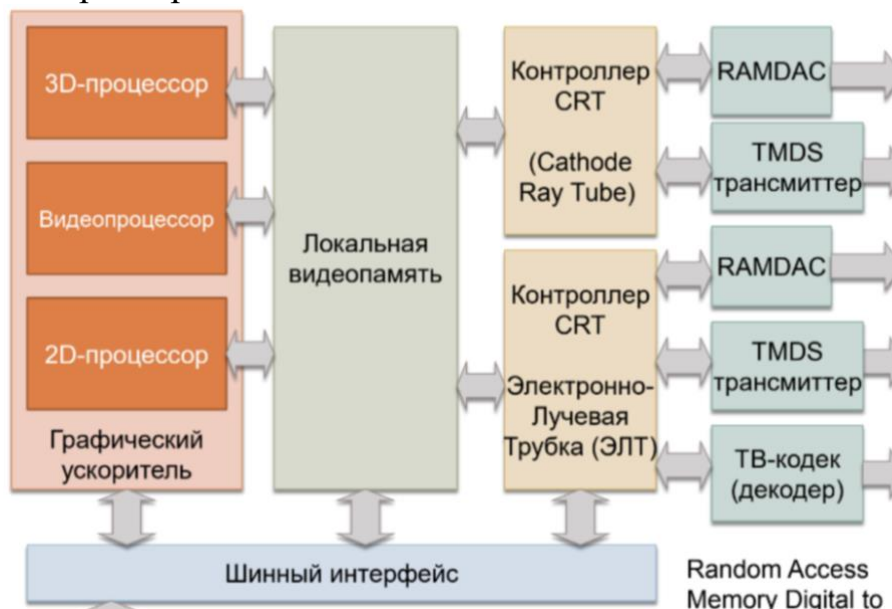
- 3D-процессор – наиболее сложная часть видеокарты, отвечает за 3D-рендеринг изображений.
- 2D-процессор – наиболее простая и практически не развивающаяся часть, постепенно ее функции берет на себя 3D-процессор.
- Видеопроцессор – обработка видеоданных различного формата, формирование оверлея.

Видеопамять выполняет роль кадрового буфера, в котором хранится изображение, генерируемое и постоянно изменяемое графическим процессором и выводимое на экран монитора (или нескольких мониторов). В видеопамяти хранятся также промежуточные невидимые на экране элементы изображения и другие данные.

Видеопамять бывает нескольких типов, различающихся по скорости доступа и рабочей частоте. Современные видеокарты комплектуются памятью типа DDR, GDDR2, GDDR3, GDDR4 и GDDR5. Помимо видеопамяти, современные графические процессоры обычно используют в своей работе часть общей системной памяти компьютера, прямой доступ к которой организуется драйвером видеоадаптера через шину AGP или PCIe.

В его функции входит обработка команд от хоста и формирование буфера кадра в растровом формате в видеопамяти, дает команды RAMDAC на формирование сигналов развертки для монитора и осуществляет обработку запросов центрального процессора. Кроме этого, обычно присутствуют:

- контроллер внешней шины данных (например, PCI или AGP);
- контроллер внутренней шины данных;
- контроллер видеопамяти.



90. Создание графического объекта. Этапы рендеринга. Шейдеры.

1. Моделирование — создание трехмерной математической модели сцены и объектов в ней. Выполняет CPU.
2. Рендеринг (визуализация) — построение проекции в соответствии с выбранной физической моделью. Выполняет GPU.
3. Вывод полученного изображения на устройство вывода – дисплей или принтер.

Рендеринг состоит в преобразовании 3D объекта в 2D кадр, при этом часть информации теряется, прежде всего, о глубине объекта. Чтобы сделать объект реалистичным, объекты проходят несколько стадий обработки. Самые важные стадии это:

- создание формы (shape);
- обтягивание текстурами;
- освещение;
- создание перспективы;
- глубины резкости (depth of field);
- сглаживания (anti-aliasing).

Этапы рендеринга:

Для того чтобы составить достоверную картинку с кривыми линиями как в окружающем мире, приходится компоновать форму из множества мелких формочек (полигонов). Вместе они будут образовывать структуру, называемую каркасом.

Создание поверхностного каркаса:

- Цвет: какого поверхность цвета? Однородно ли она окрашена?
- Текстура: ровная ли поверхность, есть вмятины, бугры, рихтовка?
- Отражающая способность: отражает ли свет? Четкость отражения ?

Придание "реальности" объекту состоит в подборе комбинации этих трех составляющих в различных частях изображения. Освещение играет ключевую роль в двух эффектах, придающих ощущение веса и цельности объектам:

- затенения (shading) - изменение интенсивности освещения объекта от одной его стороны к другой;
- тени (shadow).

Если все объекты на экране будут сходиться в одну точку, то это и будет называться перспективой. По мере удаления объекта от наблюдателя будет потеря резкости. *Типы шейдеров:*

- Вершинный шейдер оперирует расположением узлов пространственной сетки, которая формирует каркас 3D-модели. Точка в 3D-графике задается набором из 4-х значений (x,y,z,w). Компонент w является масштабом. Путем программирования вершинных шейдеров можно изменять расположение объекта в пространстве и рассчитывать эффекты его освещения.

- Пиксельные шейдеры позволяют изменить текстуру виртуальной кожи объекта, придавая ей соответствующую фактуру и цвет.

- Геометрические шейдеры активируются при быстром приближении объекта к зрителю. добавляя изображению необходимые подробности для реализма.

91. Интегрированные графические устройства. Встроенная графика. Графическое ядро, встроенное в процессор.

Основной вычислительный элемент графического процессора – потоковый процессор (SP). Количество SP на кристалле графического процессора может составлять сотни и тысячи. Используется для аппаратного ускорения GUI. Основные функции:

- прорисовка примитивов – линий, кривых, полигонов;
- растеризация – вывод шрифтов, заливка, растяжение/сжатие, масштабирование;
- поддержка окон и спрайтов;
- поддержка курсора мыши.
- преобразование цветового пространства;
- коррекция гаммы, цветности, резкости и прочее;
- компенсация движения;
- масштабирование;
- специфические функции для декодирования сжатого видео.

Встроенный графический процессор (IGP) - встроенный в материнскую плату компьютера и в CPU.

Встроенная видеокарта является частью чипсета располагается внутри микросхемы его "северного моста". Существуют 3 основных вида:

- с разделяемой памятью. В качестве видеопамятииспользуют ОЗУ. Преимущества данного решения — низкая цена и малое энергопотребление.

Недостатки — невысокая производительность в 3D-графике и отрицательное влияние на пропускную способность памяти.

- дискретная графика. На системной плате или на отдельном модуле распаяны видеочип и один или несколько модулей видеопамяти.

Обеспечивает наивысшую производительность в 3D-графике.

Недостатки: более высокая цена и большее энергопотребление.

- гибридная дискретная графика – комбинация вышеназванных способов, ставшая возможной с появлением шины PCIe.

92. Шина AGP. Топология. Протокол, сигналы и линии AGP.

AGP (ускоренный порт для графической карты) – это специализированный интерфейс для подключения видеокарты. Идея, лежащая в основе AGP, заключается в том, чтобы предоставить графической карте с 2D/3D-ускорителем высокоскоростной доступ к системной памяти по выделенному каналу.

Шина AGP: 32-битная параллельная синхронная шина частота 66 МГц, рассчитанная на топологию «точка-точка». Интерфейс AGP предполагает наличие в системе только одного порта AGP. Для рабочих станций возможна реализация нескольких портов AGP. Шина AGP по своим электрическим характеристикам допускает подключение только одного устройства AGP, реализуя топологию «точка-точка». Дополнительные устройства можно подключать посредством специальных мостов, которые устанавливаются на системной плате при необходимости.

Шина AGP в каждый момент времени может находиться в одном из 4 состояний:

- IDLE – покой.
- DATA – передача данных конвейеризированных транзакций.
- AGP – постановка в очередь команды AGP.
- PCI – выполнение транзакции в режиме PCI.

Устройство AGP полностью поддерживает протокол PCI, имеет соответствующие линии и сигналы, может выступать в качестве как инициатора, так и целевого устройства. Для транзакций, инициированных AGP-портом, предусмотрено расширение протокола PCI – режим Fast Write, который предусматривает выполнение операции записи с тактированием на повышенной частоте.

Собственные транзакции AGP имеют иной протокол и предусматривают конвейерную обработку запросов на чтение.

Состояние AGP – это постановка в очередь запроса на обмен данными. Транзакцию AGP может инициировать только AGP-устройство для выполнения доступа к системной памяти. Работа с другими устройствами PCI опциональна и не рекомендуется.

Транзакция DATA выполняется учетверенными словами, ее длина явно указывается и не должна превышать 64 байта. Тактирование – от источника, на повышенной частоте относительно общего CLK. Сигналы IRDY/TRDY используются для введения холостых тактов. Существуют два метода подачи команд:

- подача адреса и команды по общей шине AD с помощью сигнала PIPE#.
- подача адреса и команды по внеполосной 8-битной шине SBA.

Топология:



93. Конвейерные транзакции AGP, два метода подачи запроса. Графическая апертура.

Устройство AGP полностью поддерживает протокол PCI, имеет соответствующие линии и сигналы, может выступать в качестве как инициатора, так и целевого устройства. Собственные транзакции AGP имеют иной протокол и предусматривают конвейерную обработку запросов на чтение .

Метод 1:

Сигнал PIPE# используется для обозначения фазы постановки запроса в очередь. Код команды подается по линиям C/BE#, адрес – по линиям AD [31:3]. По линиям AD[2:0] подается длина транзакции (+ 1), измеренная в qword.

Команды:

- 0000: Read
- 0001: High-Priority Read (упразднено в AGP 3.0)
- 0100: Write
- 0101: HP Write
- 1000: Long Read, длину транзакции нужно умножить на 4 (упразднено в AGP 3.0)
- 1001: HP Long Read (упразднено в AGP 3.0)
- 1101: Dual Address Cycle
- 1010: Flush

Запросы AGP, метод 2

Шина SBA[7:0] в состоянии покоя передает все единицы (команда NOP)

При подаче запроса по шине SBA могут передаваться одна из 4 типов посылок:

- Посылка типа 1:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Младшие биты адреса: A[14:3]												длина		

- Посылка типа 2:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1	0	Код команды		X	Средние биты адреса: A[23:15]										

- Посылка типа 3:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1	1	0	X	Старшие биты адреса: A[31:24]											

- Посылка типа 4:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1	1	1	0	Старшие биты 64-битного адреса: A[43:32]											

Графическая апертура

Графическая карта требует высокоскоростного доступа к системной памяти, но ядро системы зачастую не может предоставить устройствам непрерывный блок памяти большой длины из-за сильной фрагментации. В качестве решения был предложен механизм ремаппинга памяти, выделенной графической карте.

Графической карте выделяется непрерывный блок адресов памяти, который называется AGP-апертурой. Блок делится на страницы. Каждая страница отображается на непрерывный блок физической памяти с помощью таблицы GART. С помощью таблицы происходит подмена адресов во время обращения.

94. Классификация и принцип действия дисплеев на основе ЭЛТ-трубки. Явление фотоэффекта. Устройство дисплея (векторный, запоминающий, растровый). Генератор векторов. Генератор символов. Цветоделительные маски ЭЛТ.

Исторически первым, но ныне не используемым на практике типом дисплея был монитор на основе ЭЛТ. Принцип работы:

1. Испускаемый пушками пучок электронов модулируется по интенсивности, фокусируется, разгоняется и направляется с помощью отклоняющей системы в заданную точку поверхности стеклянной колбы.
2. Внутренняя поверхность колбы покрыта люминофором – материалом, способным излучать свет при попадании электронов.
3. Для предотвращения засветки соседних пикселей предусмотрена маска– лист прочного материала с отверстиями, соответствующими конкретным субпикселям.
4. Луч электронов пробегает горизонтальную строку и по сигналу горизонтальной развертки возвращается назад, но на строку ниже. По сигналу вертикальной развертки луч возвращается в верхний левый угол.

Работа фоточувствительных поверхностей основывается на использовании внешнего и внутреннего фотоэффекта.

- При внешнем фотоэффекте освобожденные электроны покидают облученное вещество, вылетая в пространство, – фотоэлектронная эмиссия;
- При внутреннем – остаются внутри твердого тела, изменяя его проводимость, – фотопроводимость.

Векторный дисплей включает команды вывода точек, отрезков, символов. Луч вычерчивает линии на люминофорном покрытии ЭЛТ. Изображение нужно обновлять – регенерация. Запоминающий ЭЛТ позволил отказаться от буфера и регенерации. Изображение запоминается путем его однократной записи на запоминающую сетку с люминофором медленно движущимся электронным лучом

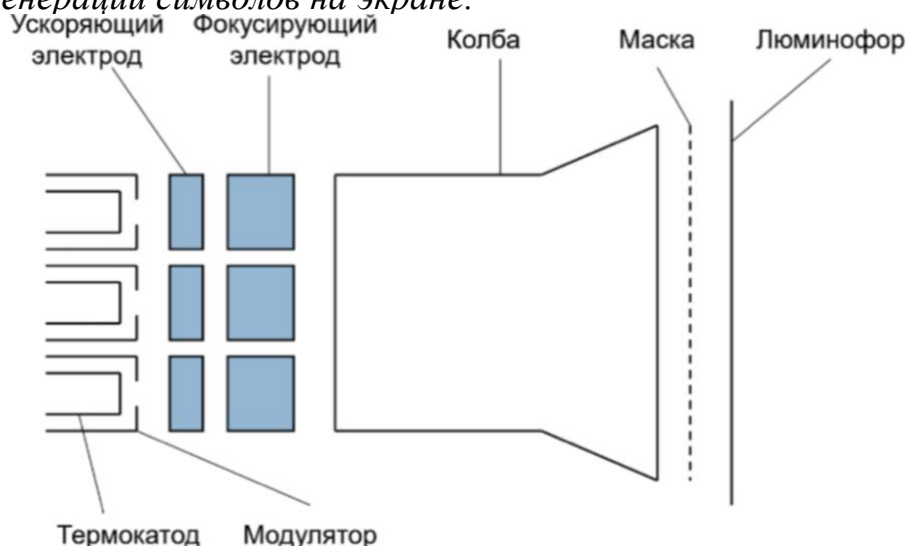
В растровых дисплеях примитивы хранятся в памяти для регенерации в виде совокупности образующих их точек, называемых пикселями. Значения пикселей хранятся в битовой карте, которая и является в данном случае дисплейной программой.

Существуют четыре способа генерации символов на экране:

- метод маски;
- метод Лиссажу;
- штриховой метод;
- метод точечной матрицы.

Цветоделительные маски:

- теневая
- щелевая
- апертурная



95. Жидкокристаллические дисплеи. Принцип действия (анизотропность кристаллов, поляризация и фотопроводимость).

Электронно-лучевые трубки обладали целым рядом недостатков, среди которых:

- Большие габариты, особенно в глубину;
- Сферическая поверхность экрана;
- Круглый (по сечению колбы) экран;

На конец 90-х единственной альтернативной технологий, пригодной для отображения цветного изображения небольшого формата, была технология ЖК.

Все параметры ЖК за годы развития были улучшены, зачастую – на порядок, однако все недостатки так и не были устранены.

Принцип работы ЖК основан не на излучении, а на фильтрации света. Этим и обусловлены все недостатки данной технологии.

В мониторах на основе ЖК используется особое вещество, которое обладает кристаллической структурой, но при этом при комнатной температуре сохраняет жидкое состояние. Жидкое состояние необходимо для подвижности кристаллов. Под действием напряжения кристаллы меняют свою конфигурацию, сдвигаясь относительно друг друга. При этом меняется направления преобразования света – мы получаем управляемый светофильтр.

Анизотропность - такое распределение всех или некоторых физических свойств в твердом теле, когда эти свойства различны по различным направлениям в теле. Свойства одинаковы по параллельным направлениям, но неодинаковы по непараллельным направлениям. В противоположность анизотропным, изотропные тела имеют одинаковые свойства во всех направлениях.

Поляризация света – это свойство света, которое характеризуется пространственно-временной упорядоченностью ориентации электрического вектора E .

Оптически активное вещество – это вещество, которое при прохождении через него поляризованного света поворачивает плоскость поляризации этого света.

96. Виды кристаллов. Формируемая геометрия. Технологии Twisted Nematics, In-Plane Switching, Vertical Domain Alignment. Конструкция ЖК-панели.

Виды кристаллов:

- смектические: продольные оси кристаллов расположены параллельно друг другу, многослойная структура;
- нематические: продольные оси параллельны, но кристаллы смещены друг относительно друга;
- холестерические винтовая структура при переходе от слоя к слою.

Формируемая геометрия:

- Планарная – кристаллы параллельны друг другу и плоскости подложек.
- Нормальная – кристаллы перпендикулярны подложкам.
- Твистированная – векторы подложек ортогональны, кристаллы послойно поворачиваются от одной подложки к другой.

TN: Базовая, самая дешевая и проработанная технология, пригодная для дисплеев широкого спектра устройств – от MP3-плееров до торговых стендов. Самая простая, а потому имеющая худшие характеристики и наиболее выраженные недостатки.

Принцип действия базируется на использовании следующих свойств нематических кристаллов:

- выстраиваться вдоль одной оси, заданной механически
- сохранять взаимную ориентацию и стремиться к ее восстановлению после снятия воздействия;
- выстраиваться вдоль линий напряженности электромагнитного поля
- пропускать только плоскополяризованный свет и поворачивать плоскость поляризации в соответствии со своей формой
- эластичность и не подверженность износу при деформациях.

IPS: Используется планарная геометрия, а электроды нанесены на одну подложку – нижнюю. Все кристаллы выровнены вдоль одной оси, параллельной плоскости подложки. Подача напряжения вызывает поворот срединных слоев кристаллов, что приводит к смещению плоскости поляризации света и пропусканию его через верхний поляризатор. Панель типа IPS обеспечивает как максимальные углы обзора, так и отсутствие искажений цвета;

VDA: Используется гомеотропная геометрия – кристаллы выстроены по оси, перпендикулярной плоскости подложек, из-за чего при отсутствии напряжения кристаллы свет не пропускают. Используется отрицательная диэлектрическая анизотропия. Подача напряжения вызывает изменение оси ориентации доменов в ту или иную сторону, в результате чего свет проходит через верхний поляризатор.

ЖК: Жидкие кристаллы используются в многослойной плоской панели, которая составляет основу жидкокристаллических дисплеев.

Роль жидких кристаллов – управляемый затвор, позволяющий варьировать степень пропускания света от источника освещения (лампы), а в итоге – яркость субпикселей экрана.

97. Технология OLED.

Технология OLED (Organic Light-emitting Displays) пришла на смену ЖК.

Многослойная структура OLED состоит из:

- металлического катода, выделяющего электроны;
- промежуточных органических светоизлучающих слоев;
- анода, в качестве которого выступает прозрачный слой специального вещества – индий-тин-оксида, нанесенного прямо на стекло или прозрачный органический слой.

Катод – магниево-серебряный или литий-алюминиевый сплав, обладающий отражающими способностями.

- В активно-матричных OLED катодные проводники соединены с проводниками и транзисторами, отпечатанными на LTPS-панели тем же методом, что и при производстве ЖК.
- В пассивно-матричных OLED разводка выполнена классическим способом, управление происходит подачей шаблона на строки и сканированием столбца. Скорость обновления кадра – 60 FPS.

Плюсы OLED проистекают из базового свойства этой технологии – обеспечивать излучение света, а не модуляцию излучения подсветки.

Отсюда:

- не нужны лампы – матрица получается тоньше;
- энергопотребление уменьшается;
- улучшается цветопередача;
- улучшаются углы обзора;
- нет механики – уменьшается время отклика;
- подложку можно сделать прозрачной (прозрачные OLED) или соединить два экрана вместе (двухсторонние OLED);
- подложку можно сделать гибкой.

Минус OLED только один – срок службы полимерных ячеек недолог, обычно не превышает 15-20 тыс. часов.

98. Интерфейсы подключения мониторов: классификация, разновидности, характеристики.

Самым распространенным интерфейсом для подключения мониторов к ПК является аналоговый интерфейс, получивший название VGA (Video Graphics Array). Видеокарта с аналоговым интерфейсом была разработана IBM для компьютеров PS/2 еще в 1987 году.

Аналоговый интерфейс не был вытеснен цифровым по той причине, что потребовалось обеспечить простую возможность наращивания количества отображаемых оттенков цветов с сохранением совместимости снизу вверх. Впоследствии была добавлена возможность двунаправленной связи между монитором и графической картой.

Самыми распространенными интерфейсами для подключения являются:

- Способ 1: аналоговый интерфейс (D-SUB) (второе название - VGA);
- Способ 2: цифровой интерфейс (DVI - Digital Video Interface).

VGA (Video Graphics Array).

Самым распространенным интерфейсом для подключения мониторов к ПК является аналоговый интерфейс, получивший название VGA. Аналоговый интерфейс пришел на смену цифровому по той причине, что потребовалось обеспечить простую возможность наращивания количества отображаемых оттенков цветов с сохранением совместимости снизу вверх.

Всего 15 контактов. Три контакта используются для передачи аналогового сигнала трех цветовых составляющих. Еще три контакта служат в качестве обратных проводов, они заземлены и выполняют роль экрана, гасящего наводки и отражения. Два контакта задействованы под синхроимпульсы строчной и кадровой разверток

DVI (Digital Visual Interface)

Для обеспечения работы мониторов с цифровым управлением были разработаны несколько альтернативных цифровых интерфейсов подключения. Из всех стандартов распространение получил только DVI. Он позволяет передавать цифровой сигнал по одному или двум 3-разрядным каналам, а также аналоговый сигнал VGA, сигналы DDC и питание.

С 2008 г. через DVI с определенными ограничениями и оговорками стало возможно передавать звук. Интерфейс DVI выпускается в двух вариантах: DVI-I и DVI-D. Первый вариант допускает передачу, кроме цифрового, сигнала VGA, но одновременная передача аналогового и цифрового сигнала невозможна.

Существуют варианты интерфейса и разъема: одноканальный и двухканальный, только цифровой DVI-D, совмещенный аналоговый и цифровой DVI-I.

Интерфейс *HDMI* был создан для подключения мультимедиа-аппаратуры (проигрывателей, приставок) и ПК к широкоэкранным телевизорам и панелям.

99. Проекционные устройства. Мультимедийный интерфейс (HDMI). Перспективный интерфейс DisplayPort.

Проекционные устройства:

Существует два типа устройств, использующих принцип проецирования изображения:

- мультимедийные проекторы типа Front Projection;
- широкоэкранные телевизоры типа Rear Projection.

В них используются одни и те же технологии, но по-разному формируется изображение. Проекторы отличаются типом устройства, формирующего первичное изображение, которое впоследствии с помощью лампы и оптической системы выводится в объектив.

Существуют четыре базовые технологии:

- CRT – электронно-лучевая трубка;
- LCD – просветная ЖК-матрица
- LCOS – зеркальная матрица на основе ЖК-технологии.
- DLP – матрица управляемых микрозеркал

Лучшей считается технология DLP.

HDMI и DisplayPort:

Интерфейс HDMI был создан для подключения мультимедиа-аппаратуры (проигрывателей, приставок) и ПК к широкоэкранным телевизорам и панелям. С его помощью передают видео- и звуковые сигналы в цифровом виде. Помимо видеоданных, передается также аудио в «плоском» или сжатом виде.

DisplayPort — стандарт сигнального интерфейса для цифровых дисплеев.

Технология, реализованная в DisplayPort, позволяет передавать одновременно как графические, так и аудио сигналы. Основное отличие от HDMI — более широкий канал для передачи данных (10,8 Гбит/с вместо 10,2 Гбит/с).

Основные отличительные особенности DisplayPort: открытый и расширяемый стандарт; поддержка форматов RGB и YCbCr; передача полного сигнала (2560x2048) на 3 метра, а 1080p - на 15 метров; большая пропускная способность по сравнению с Dual-Link DVI и HDMI;

100. Классификация устройств печати.

Устройства печати (принтеры) предназначены для вывода компьютерной информации на твердые носители (обычно – бумагу), пригодные для человеческого и/или машинного восприятия.

Классификация:

1. Матричные: ударный тип, посимвольная печать, символьная и растровая информация.
2. Струйные: пигмент (чернила), построчная печать, растровая информация.
3. Лазерные: фотоэлектронная печать, постраничная, растровая или (при наличии растеризатора) векторная информация.
4. Светодиодные (LED): по конструкции и принципу действия схожи с лазерными.
5. Термические принтеры: обычно являются частью факс-аппаратов или устройств печати бланков, чеков и т.п.
6. Термосублимационная и сублимационная печать применяются в области полиграфии. Существуют настольные модели для фотопечати, но они имеют высокую стоимость и малый размер отпечатка.

По типу формирования изображения:

1. Посимвольные.
2. Построчные.
3. Постраничные

По физико-химическому принципу:

1. Ударного типа.
2. Использует фотоэлектронную адгезию.
3. Химический.
4. Термический

101. Языки описания PostScript, PCL, GDI. Интерфейсы подключения.

Использование языков описания страниц позволяет разгрузить интерфейс и процессор хоста, переложив задачу растеризации на принтер.

PostScript, PCL, GDI - это языки, на которых описывается содержимое страницы – специфические языки программирования для управления принтером или другим устройством для создания изображений. Разница только в наборе команд, которые в эти языки входят.

PostScript:

Создан основателями Adobe для лазерных принтеров, разработанных Apple, для описания векторной и растровой графики в стиле объектно-ориентированных языков программирования.

Поддерживаются:

- графические примитивы,
- масштабируемые шрифты,
- кривые Безье и другие элементы для поддержки векторной графики.

Язык PCL:

Разработан HP. Этот язык более объектно-ориентированный, имеет широкие средства управления шрифтами и объектами, близок к API программирования интерфейса Windows (GUI).

Поток данных языка PCL содержит 4 типа команд управления принтером:

- Управляющие коды. Стандартные коды ASCII, которые представляют собой функцию (например, возврат каретки (CR)), а не символы.
- Команды PCL.
- Команды HP-GL. Служат для печати векторной графики составного документа.
- Команды PJI (язык выполнения печати). Позволяют принтеру — «общаться» с компьютером по двунаправленной линии для обмена информацией о состоянии, процессе печати и других параметрах.

Подключение принтеров: Centronics ограничен, из-за низкого быстродействия и отсутствия гибкости. SCSI – для высокоскоростных принтеров (не актуален). USB. Ethernet, Wi-fi. Карты памяти и др.

102. Устройства печати: описание цвета и цветовые модели. Взаимодействие чернил с бумагой.

Устройства печати предназначены для вывода компьютерной информации на твердые носители, пригодные для человеческого и/или машинного восприятия.

Описание цвета и цветовые модели:

Способы задания цвета:

- колориметрический - описать цвет как точку в некоторой системе координат (цветовом пространстве);
- системой спецификаций - каждой точке дать определенный цвет.

Цветовые модели:

Интуитивные модели:

Пространство HSL: Hue(тон), Saturation (Насыщенность), Lightness (Яркость)

Аддитивные модели:

1.

Цветовое пространство RGB

2. *Субтрактивные модели CMYK: Cyan (Голубой), Magenta (Пурпурный), Yellow (Желтый).*

Еще один класс цветовых моделей - это *модели перцепционные*, то есть как бы имитирующие восприятие цвета - пространство XYZ. Длины волн, соответствующие пикам на кривой, не совпадают с длинами волн основных цветов RGB. Таких чистых цветов попросту не существует в природе, поэтому кривые (и соответствующие им величины) и имеют условные названия X, Y, Z. Однако именно эти условные величины позволяют полностью описать все воспринимаемые человеком цвета спектра.

Взаимодействие чернил с бумагой:

Краска на бумаге сама не способна испускать свет. Каждый красящий пигмент поглощает световой поток лишь некоторой части спектра и отражает некоторую часть попавшего на него света.

Водорастворимые используют обычно для цветных красителей, так как они дают широкий цветовой охват. При падении на бумагу чернильный раствор впитывается в волокна, окрашивая их. Таким образом, вся поверхность рисунка закрашивается практически непрерывным слоем.

Сольвентные чернила применяются в широкоформатной и интерьерной печати. Характеризуются очень высокой стойкостью к воздействию воды и атмосферных осадков. Характеризуются вязкостью, зернистостью и используемой фракцией сольвента.

Пигментные чернила - используются для получения изображений высокого качества, в интерьерной и в фото печати.

103. Конструкция и принцип действия строчного и матричного принтера.

Матричные (игольчатые):

Самая старая, простая, надежная и предельно дешевая технология печати. Относится к печати ударного типа, когда отпечаток получается благодаря прижиму к бумаге носителя с красящим веществом. Печатающая головка представляет собой набор управляемых игло- ков, кото- рые расположены вертикально (9 игл) или в два ряда со смещением (24 иглы). Бумага перемещается поступательно в одном направлении, головка – в перпендикулярном. Печать происходит посимвольно. Перемещением игл управляют пьезоэлементы. Существуют символьные и строчные матричные принтеры.

Строчный:

У строчного принтера головка отсутствует, но имеется печатающая планка, которая по всей длине снабжена иглками. Таким образом, при печати изображения матрица, соответствующая строке, полностью переносится на бумагу. Так как головка принтера не должна двигаться слева направо или справа налево, а строка печатается целиком за один раз, то это конечно же дает существенное преимущество в скорости печати. Скорость печати достигает 1500 строк в минуту (примерно 20 страниц формата А4 в минуту).

Основными недостатками матричных принтеров являются:

1. высокий уровень шума
2. низкая скорость и качество печати в графическом режиме ограниченные возможности цветной печати.

104. Конструкция и принцип действия струйного принтера.

Печать производится с помощью капель красителя (на основе различных пигментов и растворителей), которые поступают за счет капиллярного эффекта.

Два базовых принципа дозированного выбрасывания капель:

- Пьезоэлектрический.
- Термоструйный (метод газовых пузырьков).

Краска в струйных принтерах наносится непосредственно на бумагу каплями краски через очень малые отверстия называемые дюзами.

В основе пьезоэлектрической технологии лежит способность пьезоэлемента деформироваться под воздействием электрического поля. В каждое сопло печатающей головки встроена плоская мембрана, изготовленная из пьезокристалла. Под воздействием электрического импульса мембрана деформируется, а создаваемое при этом давление выбрасывает из сопла микроскопическую каплю чернил.

Термический способ:

В основе метода газовых пузырьков лежит быстрое нагревание небольшого объема чернил до температуры кипения. Скорость нагрева столь велика, что она подобна взрывному процессу. Образующийся при этом пар выбрасывает из сопла микроскопическую каплю чернил. Для реализации этого метода в каждое сопло встраивается микроскопический нагревательный элемент. После остывания неиспользованные чернила возвращаются в сопла.

Минус технологии: в быстром износе головки из-за высоких температур, а также в инерционности процесса нагрева и охлаждения. Термоструйные головки обычно интегрированы с резервуаром чернил и заменяются вместе.

105. Конструкция и принцип действия лазерного принтера.

В основе лазерной и светодиодной печати лежит принцип электрографии:

- Источник освещает заряженную поверхность фоточувствительного вала.
- На освещенных местах поверхности меняется заряд и к ним притягивается тонер.
- С поверхности фотовала тонер переносится электростатическими силами на бумагу.
- Здесь перенесенный тонер закрепляется под действием высокой температуры и давления.

В основе печати лазерного принтера лежит эффект адгезии микрочастиц тонера вследствие статического электричества. Фотобарабан покрыт полимерным фоточувствительным материалом (обычно на основе селена), который под воздействием лазера способен терять или приобретать заряд.

Этапы лазерной печати:

1. Барабан заряжается с помощью валика.
2. Луч лазера построчно наносит монохромный рисунок, снимая заряд с барабана (процесс может протекать наоборот).
3. Ролик наносит заряженный тонер, который прикрепляется в местах, где лазер не снял заряд (или наоборот).
4. Бумага заряжается, чтобы притягивать тонер (не обязательно).
5. Барабан делает оттиск на бумаге.
6. Валики снимают заряд, нагревают бумагу и фиксируют тонер.
7. Барабан разряжается специальной лампой, излишки тонера удаляются (обычно пластиковым ножом).

106. Конструкция и принцип действия светодиодного принтера.

В основе лазерной и светодиодной печати лежит принцип электрографии:

- Источник освещает заряженную поверхность фоточувствительного вала.
- На освещенных местах поверхности меняется заряд и к ним притягивается тонер.
- С поверхности фотовала тонер переносится электростатическими силами на бумагу.
- Здесь перенесенный тонер закрепляется под действием высокой температуры и давления.

Преимущества светодиодного принтера: в меньшей сложности: отсутствует лазер, отклоняющая система, зеркала и призмы. Такой принтер дешевле в производстве и обслуживании, зачастую обеспечивает более высокую точность и однородность изображения.

Недостатки светодиодного принтера: в физическом ограничении горизонтального разрешения числом светодиодов в линейке.

107. Конструкция и принцип действия сублимационного принтера.

Принтеры, использующие термосублимационный метод печати, обычно применяются в полиграфии, но существуют и сравнительно доступные модели для цифровой фотопечати. Сублимационный принтер использует эффект испарения твердого красителя (сублимацию) для нанесения на бумагу цветowych пятен. Для полноцветной печати используется несколько проходов.

Классический *сублимационный* принтер использует красящую ленту с несколькими цветовыми сегментами. Испарение красителя обеспечивается при помощи печатающей головки с нагревательными элементами. *Преимущества:*

Сублимационной печати заключается в хорошей передаче полутонов за счет возможности варьировать интенсивность впитывания паров красителя и более долговечной отпечатке.

Недостатки:

Более сложная конструкция устройства и повышенный расход материалов при печати. Кроме того, поверхность бумаги после печати требуется покрывать защитным слоем, что повышает стоимость отпечатка.

108. Конструкция и принцип действия 3D-принтера.

3D-принтер - периферийное устройство, использующее метод послойного создания физического объекта по цифровой 3D-модели. В зарубежной литературе данный тип устройств также именуют фабберами, а процесс трехмерной печати — быстрым прототипированием.

Технологии и принцип действия:

- Лазерная;
- Струйная.
- Лазерная стереолитография — ультрафиолетовый лазер постепенно, пиксель за пикселем, засвечивает жидкий фотополимер, либо фотополимер засвечивается ультрафиолетовой лампой через фотошаблон, меняющийся с новым слоем. При этом жидкий полимер затвердевает и превращается в достаточно прочный пластик.
- Лазерное сплавление — при этом лазер сплавляет порошок из металла или пластика, слой за слоем, в контурбудущей детали.
- Ламинирование — деталь создается из большого количества слоев рабочего материала, которые постепенно накладываются друг на друга и склеиваются, при этом лазер вырезает в каждом контуре сечения будущей детали.

Основные части конструкции 3d-принтера:

- открытый или закрытый корпус (камера сборки);
- рама — объединяет все детали и механизмы оборудования;
- шаговый, линейный двигатели — приводят в движение механизм, отвечают за скорость и точность печатного процесса;
- рабочая платформа— поверхность, на которой формируются трехмерные детали;
- печатающая головка (экструдер) — система захвата отмеряет нужное количество материала, подает его через разогретое сопло, полужидкий пластик выдавливается в виде нитей;
- фиксаторы — датчики для определения координат печати, ограничения подвижных элементов (обеспечивают работу в пределах рабочей платформы, следят за аккуратностью печати).

109. Классификация сканеров. Интерфейсы подключения сканеров.

Программные интерфейсы подключения сканеров: TWAIN, WIA, ISIS, SANE.

Сканеры используют оптический принцип – преобразование световой энергии в электрические сигналы.

Классификация:

По конструктивному исполнению: • планшетные; • роликовые; • ручные; • барабанные; • проекционные (планетарные).

По типу рабочего элемента (светочувствительного датчика): • CCD - (ПЗС-матрица в камерах и планшетных сканерах); • CMOS (КМОП), CIS-матрица в планшетных сканерах, APS; • PMT - фотоэлектронный умножитель (в барабанных сканерах).

По типу оригинала: • сканеры для прозрачных оригиналов (фотопленки, слайдов); • сканеры для документов, фотокамеры; • комбинированные или универсальные сканеры.

Типичные интерфейсы подключения:

1. Centronics (IEEE 1284) SCSI; 2. USB; 3. FireWire (IEEE 1394)

Специализированные интерфейсы обычно не используются

Программные интерфейсы подключения:

TWAIN. Цель интерфейса – единый способ доступа к устройствам-источникам графических данных. Интерфейс предоставляет несколько слоев которые имеют стандартный интерфейс и позволяют ПО получить управление устройством сканирования независимо от особенностей его реализации.

WIA Разработан как аналог TWAIN, но в рамках модели COM и с учетом особенностей модели драйверов Windows. Имеет свою многоуровневую модель, опирается на драйверы и промежуточные уровни доступа к устройствам. Имеет совместимость (эмуляцию) с TWAIN. Архитектура WIA включает как API, так и интерфейс драйверов устройств.

SANE. Интерфейс прикладного программирования(API), который предоставляет стандартизированный доступ к устройствам сканирования растровых изображений. Является общественным достоянием и открыт для всеобщего обсуждения и разработки.

110. Сканер на основе CCD

Сканеры используют оптический принцип – преобразование световой энергии в электрические сигналы. Как правило, сканеры считывают данные оригинала поэлементно (обычно – построчно) и используют искусственное освещение.

CCD – ПЗС-матрица (приборы с зарядовой связью) в камерах и планшетных сканерах;

Принцип работы CCD-сканера:

ПЗС-сенсор сканера состоит из линейки датчиков ПЗС. ПЗС – это набор фоточувствительных МОП-конденсаторов (Металл-Окись-Полупроводник), способных накапливать заряд в зависимости от освещенности.

Обработка данных ПЗС происходит методом последовательного сдвига зарядов между соседними ячейками и считывания их из сдвигового регистра на выходе.

Достоинства ПЗС – большая эффективная площадь.

Недостатки ПЗС – средняя чувствительность и способность накапливать шум.

Сканер с датчиком ПЗС содержит сложную систему зеркал и линз, которая подсвечивается лампой:

- флуоресцентной (старая конструкция);
- с холодным катодом (CCRT);
- ксеноновой лампой (Xenon);
- светодиодной лампой.

111. Сканеры на основе CIS

Сканеры используют оптический принцип – преобразование световой энергии в электрические сигналы. Как правило, сканеры считывают данные оригинала поэлементно (обычно – построчно) и используют искусственное освещение.

Принцип работы CIS-сканера:

Применение контактных датчиков позволило убрать большую часть элементов – оптическую систему, лампу подсветки, матрицу ПЗС. Контактные датчики – полноразмерные фотодиоды или фототранзисторы, выполненные по технологии CMOS (МОП – Металл-Окись-Полупроводник). Фокусирующие линзы и светодиоды подсветки расположены непосредственно рядом с фотодатчиками.

Светочувствительные матрицы, выполненные по этой технологии, воспринимают отраженный оригиналом свет непосредственно через стекло сканера без использования систем фокусировки. Применение технологии позволило уменьшить размеры и вес планшетных сканеров более чем в два раза.

112. Сканер на основе РМТ

Сканеры используют оптический принцип – преобразование световой энергии в электрические сигналы. Как правило, сканеры считывают данные оригинала поэлементно (обычно – построчно) и используют искусственное освещение.

РМТ - фотоэлектронный умножитель в барабанных сканерах.

Барабанный сканер обеспечивают самое высокое разрешение, самую лучшую цветопередачу, самый большой динамический диапазон. Построены на специальном ламповом регистраторе света – фотоэлектронном умножителе (РМТ). В качестве подсветки используется лазер или светодиод. Сканирует поэлементно, оригиналы – любого типа и размера. Оригинал может монтироваться на барабан с помощью специальной жидкости, которая нейтрализует эффект воздушных пузырей между стеклом и оригиналом. Барабанные сканеры применяются только для профессиональной обработки ценных объектов.

Устройство РМТ:

В цветном барабанном сканере применяется три ФЭУ, по одному на каждый цвет. Принцип работы основан на вторичной электронной эмиссии, вызываемой падающим на катод ФЭУ светом. Измерение полученного на аноде ФЭУ напряжения позволяет преобразовать цвет в цифровые данные.

Элемент РМТ – это электронная вакуумная лампа, способная усиливать зарегистрированный фотонный импульс. По чувствительности и отсутствию шумов РМТ на порядок или два превосходит ПЗС.

113. Устройство спутникового координатного ввода (GPS)

Спутниковая радионавигационная система или, как она еще называется, глобальная система определения местоположения GPS (Global Position System) обеспечивает высокоточное определение координат и скорости объектов в любой точке земной поверхности, в любое время суток, в любую погоду, а также точное определение времени.

В приемнике измеряется время распространения сигнала от ИСЗ (Искусственный Спутник Земли) и вычисляется дальность “спутник-приемник”. Нужно знать три координаты (плоские координаты X , Y и высоту H), поэтому приемник измеряет расстояния до трех различных ИСЗ. При таком методе радионавигации (он называется беззапросным) необходимо наличия синхронизации временных шкал спутника и приемника.

Современные GPS-приемники имеют от 5 до 12 каналов т.е. могут одновременно принимать сигналы от такого количества ИСЗ. (избыточность для повышения точности)

В состав системы входят:

1. Созвездие ИСЗ (космический сегмент). Состоит из 26 спутников (21 основной и 5 запасных), которые обращаются на 6 орбитах. Сигналы модулируются псевдослучайными цифровыми последовательностями. (фазовая модуляция), для различия сигнала.

2. Сеть наземных станций слежения и управления (сегмент управления). Содержит главную станцию управления, пять станций слежения, сеть государственных и частных станций слежения за ИСЗ.

3. Собственно GPS-приемники (аппаратура потребителей). После захвата сигнала спутника аппаратура приемника переводится в режим слежения, т.е. поддерживается синхронизм между принимаемым и опорным сигналами.

114. Конструкция и принцип действия клавиатуры.

Различные клавишные механизмы.

Интерфейсы подключения клавиатуры.

Клавиатура – клавишное устройство управления персональным компьютером. Служит для ввода алфавитно-цифровых (знаковых) данных, а также команд управления.

Конструкции:

Пленочные клавиатуры - при нажатии на клавишу происходит изменение сопротивления расположенного между контактами клавиши слоя, который из изолятора превращается в проводник.

Коммутационная панель - отличается от пленочной клавиатуры конструкцией слоя электрической разводки кнопок, которая выполняется на печатной плате.

Принцип действия: Схема содержит набор клавиш, генератор тактовых сигналов G, счетчик СТ, дешифратор с выходами с открытым коллектором DC, шифратор CD, регистр кода нажатой клавиши RG, постоянное запоминающее устройство ROM, схема фиксации нажатия клавиши (схема ИЛИ и И). В современных клавиатурах для управления работой клавиатуры используют контроллеры. Это позволяет упростить аппаратуру, увеличить ее возможности, повысить надежность.

Схема работает следующим образом:

1. Импульсы от генератора поступают на счетчик. Сигналы с выходов счетчика поступают на входы X запоминающего устройства и дешифратора.
2. Выходы дешифратора образуют вертикальные ряды шин, которые поочередно находятся в активном состоянии. В случае, если какая-либо клавиша нажата, то сигнал с вертикальной шины поступает на соответствующий вход шифратора.
3. Шифратор преобразует код на выходе шифратора в позиционный код, который поступает на входы Y адреса запоминающего устройства.
4. По синхросигналу из ROM по сформированному адресу XY считывается код нажатой клавиши и помещается в регистр.
5. Для исключения влияниядребезга контактов выдача кода символа из регистра задерживается на время завершения переходного процесса.

Клавишные механизмы: Мембранные, гибкие, механические, полумеханические.

Подключение: Для подключения клавиатуры предназначен последовательный синхронный двунаправленный интерфейс, состоящий из двух обязательных сигналов KB-Data и KB-Clock. Обе линии на системной плате подтягиваются резисторами к шине +5 В. Интерфейс подключения:

- AT (5 pin)
- PS/2
- USB
- Беспроводные

115. Конструкция и принцип действия манипулятора типа “мышь”. Классификация. Интерфейсы подключения координатных устройств.

Мышь является устройством, предназначенным для ввода координат и подачи команд. Это устройство управления манипуляторного типа. Перемещение мыши по плоской поверхности синхронизировано с перемещением графического объекта (указателя мыши) на экране монитора.

Принцип действия: В отличие от рассмотренной ранее клавиатуры, мышь не является стандартным органом управления, и персональный компьютер не имеет для нее выделенного порта. В связи с этим в первый момент после включения компьютера мышь не работает. Она нуждается в поддержке специальной системной программы – драйвера мыши. Драйвер мыши предназначен для интерпретации сигналов, поступающих через порт. Компьютером управляют перемещение мыши по плоскости и кратковременными нажатиями правой и левой кнопок. (Эти нажатия называются щелчками.) В отличие от клавиатуры мышь не может напрямую использоваться для ввода знаковой информации - ее принцип управления является событийным. Перемещения мыши и щелчки ее кнопок являются событиями с точки зрения ее программы-драйвера.

Классификация:

По способу подключения к ПК (интерфейсы подключения):

- подключаемые к COM-порту (Serial Mouse — последовательные мыши)
- подключаемые к PS/2 (PS/2-мыши)
- подключаемые к порту USB
- беспроводные

По принципу действия:

- Оптико-механическая мышь
- Оптическая мышь (перемещение регистрируется оптическим датчиком). Способ регистрации перемещения заключается в том, что оптическая мышь посылает луч на специальный коврик и обрабатывает отражённый.\

116. Устройства ввода координат (графический планшет, перо, игровые устройства).

Графический планшет — это перьевое устройство, предназначенное для ввода информации в компьютер для последующей работы. Говоря другими словами, графический планшет — это электронный лист бумаги и ручка, с помощью которых можно выполнять различные манипуляции с информацией в различных программах.

Стилус - это многофункциональное электронное перо для управления и навигации.

Цифровая ручка – это устройство ввода информации, фиксирующее рукописные символы и рисунки пользователя и оцифровывающее их.

Цифровые ручки, как правило, обладают большей функциональностью, нежели стилусы. В отличие от них, устройства снабжены внутренней электроникой и обладают такими функциями, как сенсорная чувствительность, функциональные кнопки, встроенная память, Bluetooth, и электронный ластик, возможность использования вместо мыши или в качестве указки.

Джойстик — незаменимое устройство ввода в области компьютерных игр. Создавался джойстик для использования на специальных военных тренажерах и имитировал устройство управления какой-либо военной техникой. Цифровые джойстики, как правило, применяются в игровых приставках и в игровых компьютерах.

Для ПК в качестве устройства ввода (управления) в основном применяются аналоговые джойстики, но также существуют цифровые. Аналоговый джойстик имеет существенное преимущество перед цифровым. Аналоговые джойстики регистрируют минимальные движения ручки управления, что обеспечивает более точное управление.

117. Интерфейс Centronics. Характеристики, принцип действия, сигналы, протокол. Особенности применения.

Интерфейс Centronics – это стандартный интерфейс ввода/вывода, разработанный для подключения принтеров и других устройств.

Характеристики интерфейса:

- параллельный (8 бит);
- симплексный;
- топология «точка-точка»;
- с побайтной передачей данных со скоростью до 150 КБ/сек;
- логика TTL, предназначенный для подсоединения механических печатающих устройств.

Протокол:

Традиционный (стандартный) порт SPP является однонаправленным портом, на базе которого программно реализуется протокол обмена Centronics. Предусматривает передачу 8 бит от компьютера к принтеру с полностью программным управлением – записью данных в выходной регистр и стробированием. Возможна выдача прерывания по сигналу подтверждения от принтера, выдаваемого для каждого байта.

Сигналы:

Data0-Data7 – информационные линии, Strobe# - стробирование (наличие валидных данных Data0-7), AutoLF# - сигнал авто-перевода строки, SelectIn# - сигнал использования интерфейса Centronics, Init# - инициализация (сброс принтера в режим параметров умолчания, возврат к началу строки), Ack# - подтверждение от принтера - принят байт (запрос на прием следующего), Busy – занято, PE (Paper End) – нет бумаги, Select – принтер включен, Error# – ошибка принтера, SlctIn# – выбор принтера (низким уровнем). При высоком уровне принтер не воспринимает остальные сигналы интерфейса, GND – общий провод интерфейса.

Особенности применения:

Благодаря параллельности интерфейс применялся для высокоскоростных периферийных устройств (принтеры, сканеры). Топология: точка-точка. Используется логика TTL, нет гальванической развязки.

118. Стандарт IEEE 1284-1994. Физический и электрический интерфейс. Требования к передатчикам и приемникам.

Определяет несколько новых режимов работы порта LPT, в том числе двунаправленные и аппаратно управляемые.

Физический и электрический интерфейсы:

IEEE 1284 определяет два уровня интерфейсной совместимости: Первый уровень (Level I) определен для устройств, не претендующих на высокоскоростные режимы обмена, но использующих возможности смены направления передачи данных. Второй уровень (Level II) определен для устройств, работающих в расширенных режимах, с высокими скоростями и длинными кабелями.

Требования к передатчикам:

- уровни сигналов без нагрузки не должны выходить за пределы 0,5...+5,5 В;
- уровни сигналов при токе нагрузки 14 мА должны быть не ниже +2,4 В для высокого уровня и не выше +0,4 В для низкого уровня на постоянном токе;
- выходной импеданс, измеренный на разъеме, должен составлять 50(±)5 Ом. Для обеспечения заданного импеданса в некоторых случаях используют последовательные резисторы в выходных цепях передатчика. Скорость нарастания (спада) импульса должна находиться в пределах 0,05-0,4 В/нс.

Требования к приёмникам:

- допустимые пиковые значения сигналов -2,0...+7,0 В (выдерживаемые без разрушений и ошибок в работе);
- пороги срабатывания должны быть не выше 2,0 В для высокого уровня и не ниже 0,8 В для низкого;
- приемник должен иметь гистерезис в пределах 0,2-1,2 В
- входной ток микросхемы (втекающий и вытекающий) не должен превышать 20 мкА, входные линии соединяются с шиной питания +5 В резистором 1,2 кОм;
- входная емкость не должна превышать 50 пФ.

119. Режимы SPP, полубайтного ввода, двунаправленного байтного ввода, EPP, ECP. Согласование режимов.

SPP - стандартный порт SPP является однонаправленным портом. Предусматривает передачу 8 бит от компьютера к принтеру с полностью программным управлением – записью данных в выходной регистр и стробированием. Возможна выдача прерывания по сигналу подтверждения от принтера, выдаваемого для каждого байта. Используется протокол Centronics.

Режимы:

Полубайтный режим ввода: Полубайтный режим предназначен для двунаправленного обмена и может работать на всех стандартных портах. Порты имеют 5 линий ввода состояния, используя которые ПУ может посылать в хост байт тетрадами (nibble — полубайт, 4 бита) за два приема.

Двунаправленный байтный режим: Порт может переключаться в режим приема, а не передачи, и линии Data используются устройством для передачи данных. Также используется квитирование передачи, и кроме того, сигнал Strobe используется как запрос на следующий байт. Формирование всех выходных сигналов выполняется программно.

Режим EPP: Предназначен для повышения производительности обмена по параллельному порту. Использует аппаратное управление сигналами. Имеются сигналы выбора направления передачи (Strobe), стробирования для передачи данных и адресов, квитирования от устройства (Busy), прерывания от устройства.

Режим ECP: режим двунаправленного обмена данными с возможностью аппаратного сжатия данных по методу RLE (Run Length Encoding) и использования FIFO-буферов и DMA. Управляющие сигналы интерфейса генерируются аппаратно. В обоих направлениях обеспечивает два типа циклов: Циклы записи и чтения данных, Командные циклы записи и чтения.

Согласование режимов:

Последовательность согласования: 1. Хост выводит байт расширяемости на линии данных. 2. Хост устанавливает сигналы начала последовательности согласования. 3. ПУ устанавливает определённые сигналы. Устройство, «не понимающее» стандарта 1284, ответа не даст, и дальнейшие шаги не выполняются. 4. Хост устанавливает сигналы для записи байта расширяемости в ПУ. 5. ПУ отвечает, если ПУ имеет обратный канал передачи данных. 6. ПУ устанавливает сигнал, указывающий на завершение последовательности согласования, после чего контроллер задает требуемый режим работы.

120. Интерфейс RS-232-C. Протокол, формат асинхронной передачи, физический интерфейс, разъемы. Программная модель, порт COM.

RS-232 - является дуплексным интерфейсом с последовательной передачей данных в асинхронном и синхронном режимах со скоростью до 115 Кбит/сек и топологией "точка-точка". Использовался для подключения различного типа манипуляторов, для связи двух компьютеров, подключения принтеров и плоттеров, а также электронных ключей, предназначенных для защиты от нелегального использования программного обеспечения.

Тип протокола (асинхронный, синхронный) определяется по принципу синхронизации байта (символа) и блока.

Асинхронный протокол: • асинхронная передача байт (символов); • синхронный бит в байте.

Синхронный протокол: • синхронная передача байт; • асинхронный – блоков.

Асинхронные протоколы представляют собой наиболее старый способ связи типа «точка-точка». Эти протоколы оперируют не с блоками, а с отдельными символами, которые представлены байтами и старт-стопными битами. Такой режим работы называют асинхронным или старт-стопным.



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).

Порт COM – точка подключения к компьютеру коммуникационного устройства (модема) или периферийного устройства. Реализуется порт COM посредством приемопередатчиков UART с регистрами, отображенными на пространство портов в-в, и интерфейса RS-232с, усеченного до одного асинхронного варианта.

COM-порт широко применялся для подключения различных периферийных и коммуникационных устройств, связи с различным технологическим оборудованием, объектами управления и наблюдения, программаторами, внутрисхемными эмуляторами и прочими устройствами, используя протокол RS-232C: манипуляторов; внешних модемов; двух компьютеров; электронных ключей.

121. Интерфейс USB. Архитектура, топология, характеристики. Уровни протокола, форматы пакетов, режимы обмена.

USB - универсальная последовательная шина. Основные особенности:

- централизованное управление со стороны хост-контроллера;
- обнаружение, инициализация, подключение/отключение устройств;
- «горячее» подключение/отключение;
- надежный обмен данными;
- приоритетный трафик;
- питание и управление энергопотреблением.

Логическая топология USB – звезда. Физическая топология – многоуровневая звезда с хост-контроллером в центре.

Пропускная способность:

- Low Speed (LS) – 1.5 Мбит/с
- Full Speed (FS) – 12 Мбит/с
- High Speed (HS, начиная с 2.0) – 480 Мбит/с
- Super Speed (SS, начиная с 3.0) – 5 Гбит/с

Уровень протокола: Обмен данных происходит пакетами, которые образуют транзакции. Транзакция обычно состоит из трех пакетов: маркерного, данных, квитирования. Формат пакетов:

Пакета любого типа состоит из следующих полей:

- Sync – 8 бит синхронизации (или 32 в режиме HS)
- PID – 4-битный тип пакета
- Check – инверсный PID, для контроля
- EOP – 2 бита, конец пакета.

Пакет – маркер содержит также: Addr - адрес (лог. номер) устройства (7 бит), EndP - номер EP (4 бита), CRC (5 бит).

Режимы обмена:

- Управляющие послышки - для конфигурирования и управления устройствами. Гарантированная доставка.
- Передачи массивов данных - без обязательств по задержке и скорости. Занимают всю полосу пропускания, если свободна. Приоритет низкий, могут приостанавливаться. Доставка гарантированная.
- Прерывания - короткие, спонтанные, должны обслуживаться быстро.
- Изохронные передачи - непрерывные в реальном времени, занимают согласованную часть полосы пропускания.

122. Физический интерфейс USB, кабели и разъемы. Хаб USB.

Интерфейс USB является асинхронным, передача данных ведется по одной паре линий (D+ и D-).

Вторая пара (GND и Vbus) предназначена для питания (+5В, до 500 мА).

Разъемы имеют один из двух типов:

«А» - порт подключения устройства или хаба к нисходящему порту

«В» - порту подключения кабеля к устройству или восходящему порту

Mini-A, Mini-B – уменьшенные варианты разъемов

Mini-AB – гнездо порта USB OTG, допускает подключение и как хоста, и как устройства

Хаб является частью хоста, отдельным внешним устройствам либо частью внешнего устройства.

В рамках шины USB концентратор(хаб) выполняет функции:

- физическое подключение устройств к хосту;
- трансляция трафика от хоста к устройству и наоборот;
- объединение сегмента шины, в том числе работающих на разных скоростях;
- отслеживание состояния устройств, сообщение хосту о их подключении/отключении;
- контроль за работой устройств, изоляция неисправных;
- питание устройств, их приостановка и возобновление работы.

123. Интерфейс USB. Контрольная сумма CRC. Алгоритм вычисления CRC. Перспективы развития. (Интерфейс USB OTG. Беспроводной интерфейс Wireless USB)

Протокол USB использует циклический избыточный код)для защиты полей пакета. CRC-контроль является более мощным методом обнаружения ошибок и используется для обнаружения ошибок на уровне блоков данных. Он основан на делении и умножении многочленов.

Образующий полином есть двоичное представление одного из простых множителей, на которые раскладывается число $x^n - 1$, где x^n обозначает единицу в n -м разряде, n равно числу разрядов кодовой группы. Так, если $n = 10$ и $x = 2$, то $x^n - 1 = 1023 = 11 \cdot 93$, следовательно $P(x) = 11$ или в двоичном коде 1011.

Алгоритм вычисления CRC

- Выбрать полином $P(x)$, в результате автоматически становится известной его степень N .
- К исходной двоичной последовательности S добавить N нулевых битов. Это добавление делается для гарантированной обработки всех битов исходной последовательности.
- Выполнить деление двоичной последовательности S на полином $P(x)$ по правилам CRC-арифметики. Запомнить остаток, который и будет являться CRC.
- Сформировать окончательное сообщение, которое будет состоять из двух частей: собственно сообщения и добавленного в его конец значения CRC.

Перспективы развития USB

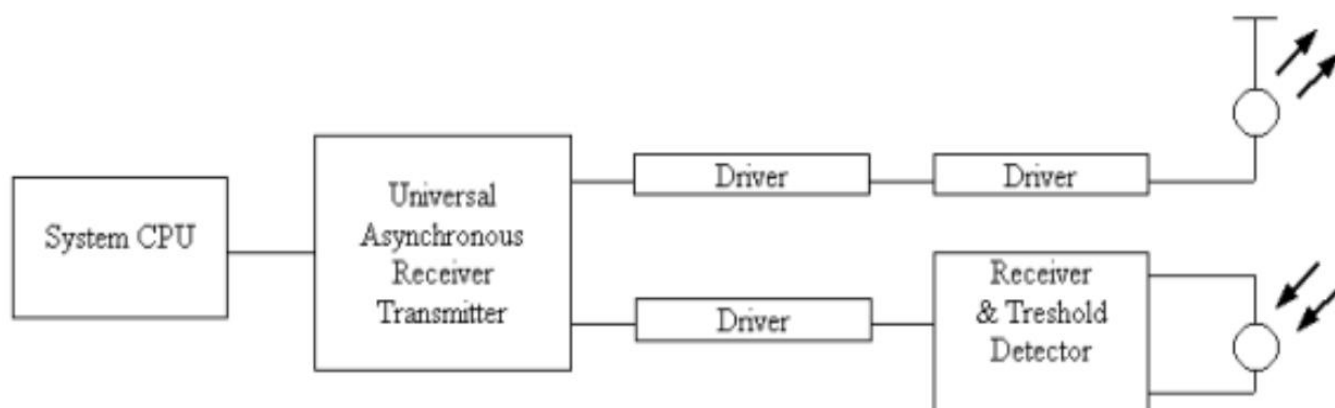
В настоящее время интерфейс развивается в трех направлениях.

- Wireless USB - то есть способность передавать USB-протокол через беспроводное подключение.
- Развитие скорости проводного подключения путем внедрения Hi-Speed USB.
- USB называется On-The-Go. Принцип в том, чтобы два периферийных устройства, связывались посредством USB без участия компьютера. Помимо интеллектуальности самих устройств, On-The-Go включает и требования по низкому энергопотреблению.

124. Интерфейс IrDA. Архитектура, принцип действия, характеристики. Протоколы обмена.

При передаче данных протокол IrDA обеспечивает пропускную способность от 4 до 16 Мбит/сек. Более высокая скорость достигается с помощью протокола Very Fast Infrared (VFIR). Используется источник света (850–900 nm с 880 nm пиком) и фотодатчик, последовательный порт.

Архитектура порта IrDA



Сам порт IrDA основан на архитектуре коммуникационного COM-порта ПК, который использует универсальный асинхронный приемо-передатчик UART

Подключение «точка – точка». Взаимодействие устройств происходит на небольшом расстоянии и при условии "прямой видимости". В домашнем компьютере на большинстве материнских плат имеется разъем для подключения ИК-порта

IrDA SIR (Serial InfraRed) — для скоростей 2,4-115,2 Кбит/с используется стандартный асинхронный режим передачи (как в COM-портах): старт-бит (нулевой), 8 бит данных и стоп-бит (единичный).

ASK IR — для скоростей 9,6-57,6 Кбит/с также используется асинхронный режим, но кодирование иное: нулевой бит кодируется посылкой импульсов, единичный — отсутствием импульсов.

IrDA HDLC — для скоростей 0,576 и 1,152 Мбит/с используется синхронный режим передачи и кодирование. Формат кадра соответствует протоколу HDLC, начало и конец кадра отмечаются флагами 01111110, внутри кадра эта битовая последовательность исключается путем вставки битов (bit stuffing).

IrDA FIR (IrDA4PPM) — для скорости 4 Мбит/с также применяется синхронный режим, но кодирование несколько сложнее. Здесь каждая пара смежных битов кодируется позиционно-импульсным кодом:

00 —> 1000, 01 —> 0100, 10 —> 0010, 11 —> 0001

125.Интерфейс IEEE 1394. Архитектура, топология, характеристики. Уровни протокола, форматы пакета, режимы обмена. Протокол самоконфигурирования. Программные интерфейсы.

Архитектура IEEE 1394 позволяет организовывать сети, состоящие из одной или нескольких (до 1023) шин. К шинам IEEE 1394 подключаются физические устройства, которые должны иметь по крайней мере один порт. Физическое устройство может иметь сложную внутреннюю структуру.

Физическая топология – звезда, цепочка, дерево с ограничениями по длине 4,5 м, количеству сегментов 16 и количеству устройств 63. Логическая топология – шина.

Уровни протоколов:

- уровень РНУ отвечает за подключение к шине, конфигурирование при инициализации, арбитраж, кодирование/декодирование сигналов состояния и потоков данных, трансляцию трафика между доступными портами, питание
- уровень LINK выполняет формирование пакетов, проверяет форматы и контрольные суммы, выполняет адресацию по адресу узла или номеру изохронного канала
- уровень транзакций отвечает за доступ к регистрам и памяти других узлов сети со стороны ПО и драйверов, организует исправление ошибок (повторы).
- отдельный уровень управления шиной реализуется через доступ ко всем трем уровням.

Формат пакета:

- 64-битный адрес назначения, включающий номер шины (10 бит), номер узла (6 бит), адрес в пространстве узла (48 бит)
- номер источника (16 бит)
- тэг транзакции, код повтора, тип пакета
- длина блока данных в байтах
- код CRC для заголовка
- блок данных
- код CRC для блока данных (32 бита)

Режимы передачи:

- синхронные
- асинхронные
- изохронные

Протокол самоконфигурирования:

Конфигурация шины происходит при добавлении/удалении узла, обнаружении зависания или по программному запросу.

- сброс шины
- идентификация дерева (построение логической топологии, каждый порт получает свой статус родительский или дочерний)
- самоидентификация (каждый узел по запросу корня присваивает себе номер)

Программный интерфейс описывается стандартом OHCI 1394.

126. Интерфейс IEEE 1394. Синхронная передача. Асинхронные транзакции (субакции). Пакеты. Изохронные передачи. Арбитраж.

Синхронная передача: Отправитель просит предоставить синхронный канал. Идентификатор синхронного канала передается вместе с данными пакета. Получатель проверяет идентификатор канала и принимает только те данные, которые имеют определенный идентификатор. 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.

Асинхронная транзакция: Предусматривают три типа операций:

- чтение – данные передаются от ответчика к запросчику
- запись – данные передаются от запросчика к ответчику
- блокированные операции (чтение-модификация-запись), не позволяющие вклиниваться другим узлам в процессе выполнения

Асинхронная транзакция состоит из двух субакций (шагов исполнения) – запроса и ответа, между которыми могут возникать другие транзакции.

Субакция состоит в общем случае из:

- арбитража (по тому или иному механизму)
- префикса начала данных
- пакета данных
- префикса окончания данных
- зазора (gap) – интервала простоя шины
- префикса данных квитанции
- пакета квитанции
- префикса окончания данных

Пакет данных асинхронной транзакции включает:

- 64-битный адрес назначения
- номер источника (16 бит)
- тэг транзакции, код повтора, тип пакета
- длина блока данных в байтах
- код CRC для заголовка
- блок данных
- код CRC для блока данных (32 бита)

Изохронные транзакции выполняются в специальном периоде цикла шины, имеют приоритет перед асинхронными передачами. Пакеты идут широковещательно, вместо адреса и других атрибутов заголовка имеется только номер канала. Распределением изохронных каналов занимается диспетчер изохронных ресурсов, роль которого берет на себя один из узлов в процессе конфигурации шины. Стандарт 1394 предусматривает два режима сигнализации – DS и 8b10b (бета-режим); Интерфейс DS представляет собой две дифференциальные сигнальные пары (А и В), соединенные в кабеле перекрестно, и пару проводов питания.

Разъёмы 6 пиновый и 4 пиновый. Протоколы обмена: асинхронный изохронный синхронный

127. Интерфейс Thunderbolt. Архитектура, топология, характеристики. Физический интерфейс. Перспективы развития.

Интерфейс Thunderbolt разработан компаниями Intel и Apple для передачи данных, видео и питания через один универсальный порт. Вот основные аспекты этого интерфейса:

Архитектура:

Поддержка протоколов: Thunderbolt объединяет интерфейсы DisplayPort и PCI Express в одном кабеле, что позволяет передавать данные и видео высокого разрешения через один порт.

Концепция daisy chaining: Thunderbolt поддерживает топологию "daisy chaining", позволяя подключать несколько устройств к одному порту с помощью специальных кабелей.

Топология:

Daisy chaining: Возможность подключать несколько устройств к одному порту с помощью специальных кабелей.

Point-to-point соединения: Помимо daisy chaining, Thunderbolt поддерживает точечное соединение, позволяя прямое подключение устройства к компьютеру.

Характеристики:

Высокая скорость передачи данных: Интерфейс Thunderbolt обычно поддерживает очень высокие скорости передачи данных. Например, Thunderbolt 3 может достигать скорости до 40 Гбит/с.

Поддержка видео высокого разрешения: Thunderbolt позволяет передавать видео с разрешением до 4K и выше через один кабель.

Подача питания: Некоторые версии Thunderbolt также поддерживают передачу энергии, что позволяет заряжать устройства через тот же кабель, используемый для передачи данных.

Физический интерфейс:

Разъемы: Обычно интерфейс Thunderbolt использует USB Type-C разъемы, что обеспечивает универсальность и совместимость с другими устройствами.

Кабели: Для соединения устройств используются специальные кабели, совмещающие интерфейсы DisplayPort и PCI Express.

Перспективы развития:

Thunderbolt продолжает развиваться, причем новые версии увеличивают скорость передачи данных, расширяют функциональность и улучшают совместимость с другими стандартами. Скорее всего, в будущем мы увидим дальнейший рост скоростей передачи данных и улучшение возможностей подключения и передачи энергии.

128. Интерфейс Bluetooth. Архитектура, принцип действия, характеристики. Стек протоколов. Перспективы развития.

Семейство стандартов IEEE 802.15 образует беспроводную сеть WPAN (Wireless Personal Area Network), которая обеспечивает беспроводную связь между различного типа устройствами на небольших расстояниях.

Стандарт Bluetooth IEEE 802.15.1.

Система Bluetooth позволяет объединять в одну беспроводную пикосеть (piconet) от двух до восьми различных электронных устройств, таких как, например, сотовый телефон, беспроводная гарнитура, ноутбук, цифровой фотоаппарат, принтер, клавиатура и др., но общее количество объединяемых устройств (как результат объединения пикосетей) может достигать 71. (точка – много точек)

Принцип действия основан на использовании радиоволн. Радиосвязь Bluetooth осуществляется в ISM-диапазоне (Industry, Science and Medicine). В Bluetooth применяется метод расширения спектра со скачкообразной перестройкой частоты (Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS). Метод FHSS прост в реализации, обеспечивает устойчивость к широкополосным помехам, а оборудование недорогое.

Скорость каждого голосового канала – 64 Кбит/с в каждом направлении, асинхронного в асимметричном режиме – до 723,2 Кбит/с в прямом и 57,6 кбит/с в обратном направлениях или до 433,9 Кбит/с в каждом направлении в симметричном режиме.

При работе устройств Bluetooth используются специфические протоколы для Bluetooth и общие, которые используются в различных телекоммуникационных системах. Все они образуют стек протоколов Bluetooth.

Все эти протоколы можно разделить на 4 слоя:

1. Корневые протоколы.
2. Протокол замены кабеля
3. Протокол управления телефонией
4. Заимствованные протоколы

129. Беспроводной интерфейс Wi-Fi. Архитектура, принцип действия, характеристики. стек протоколов. Перспективы развития.

Стандарт IEEE 802.11. Технология Wi-Fi – беспроводной аналог стандарта Ethernet, на основе которого сегодня построена большая часть офисных компьютерных сетей.

802.11 a,n – частота вещания 5 ГГц, 802.11 b,g,n – 2,4 ГГц.

Обычно точка доступа состоит из приёмника, передатчика, интерфейса для подключения к проводной сети и программного обеспечения для обработки данных. После подключения вокруг точки доступа образуется территория радиусом 50-100 метров (её называют хот-спотом или зоной Wi-Fi), на которой можно пользоваться беспроводной сетью.

Для функционирования беспроводной сети используются радиоволны, как и для работы сотовых телефонов, телевизоров и радиоприемников. Обмен информацией по беспроводной сети во многом похож на переговоры с использованием радиосвязи. При этом происходит следующее.

- Адаптер беспроводной связи компьютера превращает данные в радиосигнал и передает их в эфир с применением антенны.
- Беспроводной маршрутизатор принимает и декодирует этот сигнал. Информация с маршрутизатора направляется по кабелю проводной сети.

Радиус действия 50-100 метров. Скорость передачи данных (теоретическая): a,b,g – 54 Мбит/с, n – 600 Мбит/с.

Стек протоколов стандарта IEEE 802.11 соответствует общей структуре стандартов комитета 802, то есть состоит из физического уровня и канального уровня с подуровнями управления доступом к среде MAC (Media Access Control) и логической передачи данных LLC (Logical Link Control). Как и у всех технологий семейства 802, технология 802.11 определяется двумя нижними уровнями, то есть физическим уровнем и уровнем MAC, а уровень LLC выполняет свои стандартные общие для всех технологий LAN функции.

WiMAX – очень перспективное направление в развитии беспроводных технологий IEEE 802.16. Характеристики технологии WiMAX во многом превосходят стандарт IEEE 802.11 в особенности в области вещания.