

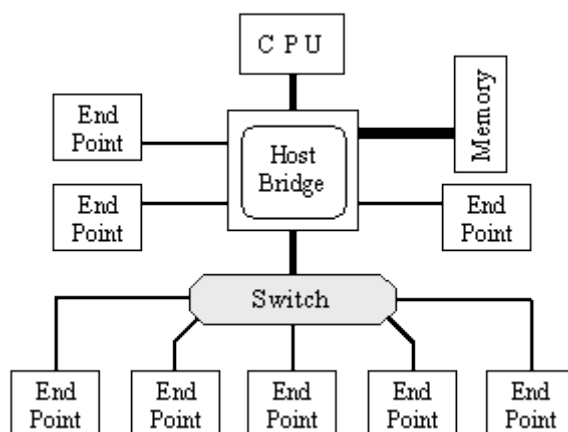
Системни шини – част II

I. Шина PCI експрес

Системна шина PCI експрес (PCI Express, PCI-e) е стандарт, който се поддържа от PCI SIG. Шината е разработена с цел да замени шина PCI, основно поради нейната недостатъчна пропускателна способност и ниска шумоустойчивост. Въпреки, че PCI-e няма много общи архитектурни параметри с PCI, в името ѝ участва съкращението PCI поради чисто маркетингови причини (познато е добре сред потенциалните купувачи на персонални компютри).

За разлика от PCI, шина PCI-e не е от споделен тип. При нея комуникацията между чипсета и периферните устройства е от тип point-to-point. Това означава, че се създава отделен комуникационен канал за всяко периферно устройство. Тъй като няма как да се създадат едновременно множество такива канали, то в даден момент функционира един канал, а каналите се превключват динамично. Комуникацията между устройствата в двата края на канала е синхронна, пълен дуплекс. Последното означава, че докато получава данни, всяко устройство може и да изпраща данни. При PCI-e се използват 8-битови магистрала с цел обмен на данни. Това позволява да се зададе по-голямо разстояние между отделните линии за данни при опроводяване на дънната платка. Така се гарантират по-ниски нива на радио смущения между съседните линии. Това от своя страна позволява тактовия сигнал да е с по-висока честота. По този начин PCI-e гарантира високоскоростен надежден обмен на данни. Ако се налага, може да се обединят няколко 8-битови магистрала и така да се получи 16-, 32- или 64-битова PCI-e шина.

Спецификациите на стандарта PCI-e бяха приети през 2002 г., но едва през 2004 г. започна масовото предлагане на PCI-e устройства. Ключовото предимство на новата шина е нейната point-to-point топология. Тя позволява споделената шина да бъде заменена с специално изградена шина по която се предават данни само за две крайни устройства. Това наподобява комуникацията по частни наети мрежи. За да е възможно това се използва превключвател (switch), който динамично изгражда комуникационни канали между всеки две крайни устройства.



Фиг. 1. Използване на превключвател с цел динамично създаване на комуникационни канали

За разлика от PCI шината, при която всички устройства трябва да се „включват“ или „изключват“ от шината за данни, която е споделена, при използване на превключвател, всяко устройство има равноправен и независим достъп до чипсета (host adapter), посредством собствена шина която се нарича „връзка“ (link). Топологията point-to-point позволява много по-лесно и бързо да се адресира арбитражът на шината. При PCI, където споделения ресурс е шината за данни, се налага използване на група управляващи сигнали чрез които се реализира механизма на арбитраж на шината (заявка за заемане и освобождаване на шината). При PCI-е превключвателят осъществява целия контрол над общия ресурс, който е самия превключвател. Така става възможна една важна функция за всеки високоскоростен обмен, а именно качество на услугата - Quality of Service (QoS). Този механизъм, използван отдавна при компютърните мрежи, се реализира чрез задаване на приоритет на отделни пакети така, че някои крайните устройства (например, предаване на цифрово видео или звук в реално време при услуги за потокова обработка на данни или мрежови игри) да получат по-висок приоритет при сравнение с крайните устройства които не са силно времево зависими. Това гарантира по-високо качество на услугите, тъй като се пропускат по-малко видео кадри или аудио сегменти.

Шина PCI-е е обратно съвместима с шина PCI. Шина PCI-е реализира първите четири слоя от OSI модела, които определят апаратната страна на предаването на сигналите по отделните линии на шината (Physical Layer, Data Link Layer, Transaction Layer, Config Layer). Както вече знаем при шина PCI операционната система използва load-store модел с цел комуникация с PCI контролерите. За да се постигне съвместимост между шините, PCI-е използва същия load-store интерфейс и плоското адресируемо пространство както шина PCI. Следователно драйверите и операционната система получават достъп до крайните устройства по един и същи начин при двете шини. Това налага първите две нива от OSI модела да са еднакви за двете шини. Горните две нива от OSI модела при PCI-е имат за задача да трансформират тези PCI заявки до PCI-е пакети.

Физически слой

Пренасянето на данните на физическо ниво е грижа на физическия слой. С цел намаляване на електромагнитните смущения при PCI-е се използва диференциална усукана двойка (една за предаване и една за приемане) за всеки бит данни. При PCI-е физическият слой се грижи за формиране на пакетите. Те могат да съдържат команди или данни, които подлежат на четене / запис. За надеждното прочитане на съдържанието на всеки пакет е важно да няма дълги последователности от 1 или 0. Това при стандарта PCI-е се гарантира по два начина: 1) Реализира се скремблиране (разбъркване) на байтовете от всеки пакет; 2) Прилага се 8b/10b кодиране с цел балансиране на последователността от 0 и 1.

Кодирането 8b/10b се причислява към групата на кодовете с излишък. Разработено е от фирма IBM и ESCON. Целта е да се балансират напреженията в усуканата двойка проводници при предаване на данни. Данните са балансирани, когато броя на нулите е равен на броя на единиците. Това позволява изравняване на нивата на напрежение по двата проводника на усуканата двойка спрямо нулевия потенциал.

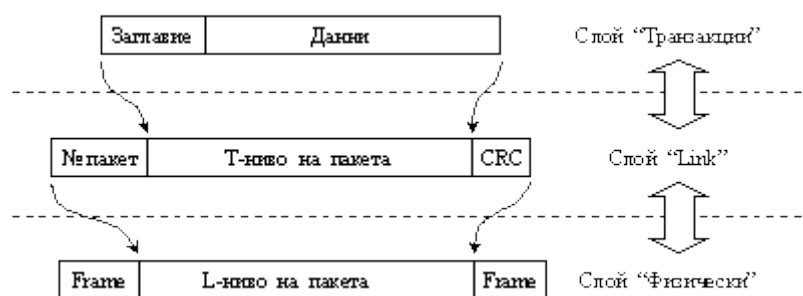
За да се намали нивото на електромагнитни смущения, при шина PCI-е се използва тесен комуникационен канал. За целта всяка връзка (link) се състои от една или повече на брой

магистрала (lanes). Една магистрала позволява двупосочен пълен дуплекс пренос на 8 бита данни. Това означава, че за един такт на шината се предават и приемат 8 бита данни. Всяко крайно устройство има за задача да асемблира и деасемблира пакетите с данни, които се предават / приемат. Това асемблиране и деасемблиране на пакетите, трябва да става достатъчно бързо, така че целия процес да е прозрачен за по-горните нива на OSI модела. Стандартът PCI-е позволява обединяването на няколко магистрала в една връзка. Възможно е да се комбинират 2, 4, 8, 16 или 32 магистрала с цел повишаване на пропускателната способност на шината. Връзка, съставена от една магистрала се обозначава, като x1. Стандартът PCI-е поддържа следните типове връзки: x1, x2, x4, x8, x16 и x32. При връзка PCI-е x1 скоростта на обмен е 2.5 GiB/s.

По време на стартиране на системата, PCI-е контролерите преговарят с превключвателя, за да се разберат за ширината на връзката (брой магистрала) които ще използват. Така всяко PCI-е устройство комуникира по строго определен брой магистрала. Графичните адаптери например използват x16 връзка и затова такава платка, трябва да се постави в съответстващия по брой на магистралите PCI-е слот. Ако слотът има по-малко магистрала, то графичния адаптер ще работи, но не с максималната възможна скорост на обмен. Ако слотът е с по-голям брой магистрала, контролерът отново ще работи като излишните сигнали няма да се използват защото ще бъдат пренебрегнати по време на преговорния процес, между превключвателя и контролера.

Слой Data Link

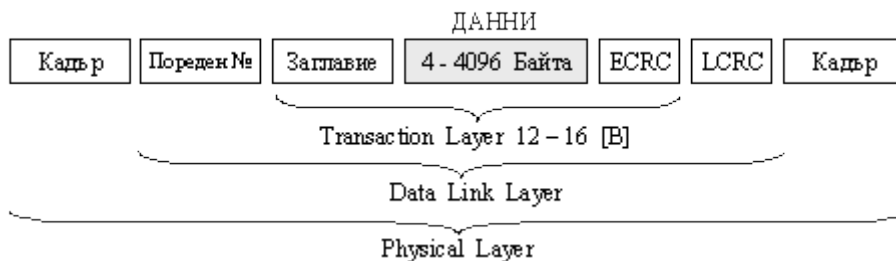
Слой Data Link трябва да гарантира цялостността на данните, които се предават по комуникационните канали. За целта към всеки пакет с данни се назначава номер на пакета, както и контролен Cyclic Redundancy Check (CRC) 32-битов код чрез който се гарантира интегритета на всеки пакет с данни (виж Фиг. 2). Всяка пакетна рамка (frame) съдържа пакети за Link слоя (L-ниво на пакета): № на пакета; пакет за Transaction слоя (T-ниво на пакета) и CRC контролна сума. Пакетите от T-ниво съдържат заглавен блок на пакета и данни.



Фиг. 2. Рамки и пакети

Транзакционен слой

В този слой се формират пакетите с команди или данни при заявки за предаване в слой Data Link. Транзакционният слой се грижи да интегрира във всяка рамка съответния пакет. Всеки пакет се състои от заглавен блок и данни/команди. Заглавният блок съдържа уникален идентификатор на пакета и неговия приоритет. Форматът на пакетите поддържа 32 и 64 битова адресация (виж Фиг. 3).



Фиг. 3. Формат на PCI-e кадър (рамка) и пакет с данни

Поддържат се три нива на приоритет на пакетите:

- No-snoop - пакет с такъв приоритет се предава последен в опашката с пакети.
- Relaxed ordering – пакетите с този приоритет се предават последователно, преди тези с приоритет No-snoop.
- Priority – най-висок приоритет на пакетите.

II. Въпроси и задачи за самостоятелна работа

1. Опишете как шина PCI-e преодолява основните недостатъци на шина PCI?
2. Скоростта на обмен при PCI-e x1 е 2.5 GiB/s? Как се получава тази стойност?
3. Използвайте специализирана литература, за да отговорите на въпроса: Кой е първият чипсет, който позволява създаване на персонални компютри с шина PCI-e?
4. Колко версии на стандарта PCI-e има до момента? Анализирайте съществените разлики между тях.
5. Как се реализира QoS при шина PCI-e?
6. За какво се използва кодиране 8b/10b при шина PCI-e?