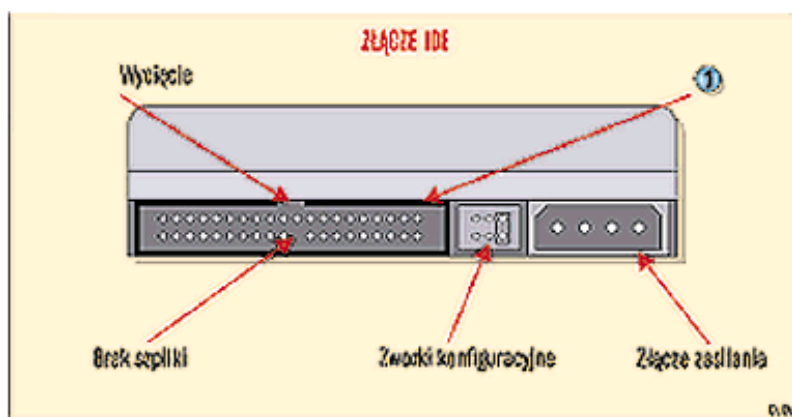


INTERFEJS

Na pierwszy rzut oka wydawać by się mogło, że w konstrukcji PC używane są obecnie dwa typy interfejsów dyskowych: Ultra ATA i SCSI. Ale po przejrzeniu kilku katalogów sprzętowych opinia ulega zmianie, a w gąszczu nazw takich jak EIDE, ATAPI, Fast Wide SCSI i temu podobnych może się poczuć zagubiony nawet całkiem obyty fachowiec. Tyle jest standardów - czy nie ma żadnego standardu?

Spróbuję trochę wyprostować kręte ścieżki w dżungli interfejsów dyskowych. Zaczniemy od początku, a na początku, wbrew temu co mówi Pismo, nie było chaosu. W PC był tylko jeden interfejs dyskowy, stworzony przez Seagate i określany jako ST-506/ST-412, od symboli pierwszych dwóch modeli dysków wyprodukowanych przez tę firmę.

Ze względu na niewygodę w posługiwaniu się tak abstrakcyjnym symbolem, żargonowo określano ten interfejs jako MFM lub RLL, od stosowanych w tych dyskach technik kodowania (nb. technika RLL jest stosowana przez niektórych producentów do dziś). Interfejs ten dawno odszedł do lamusa wraz z dyskami o pojemnościach kilkunastu megabajtów, wymagającymi złożonej logiki zewnętrznego sterownika. Jego los podzielił również ESDI (Enhanced Small Device Interface) - pomimo niewątpliwych zalet okazał się zbyt kosztowny w stosunku do swojego konkurenta znanego jako IDE, który stał się pierwszym prawdziwym standardem



Rys. 1 Złącze IDE

Konstrukcja komputera PC AT stworzyła możliwość zastosowania 16-bitowego interfejsu pomiędzy systemem a dyskiem oraz przeniesienia funkcji sterownika dysku do jego konstrukcji (dyski MFM-RLL były całkowicie „głupie” - całość ich obsługi obciążała wchodzący w skład jednostki centralnej komputera sterownik). Powstał interfejs znany pod nazwami IDE i ATA, który dał początek rodzinie powszechnie stosowanych obecnie interfejsów dyskowych.

Integrated Drive Electronic (IDE) to określenie techniki realizacji nowego interfejsu, w którym całość logiki sterownika dyskowego przeniesiono do konstrukcji dysku, ATA zaś to AT Attachment - relacja nowego interfejsu do konstrukcji AT. Specyfikacja ATA została skodyfikowana przez ANSI jako oficjalny standard, definiując następujący zakres funkcji interfejsu:

- ✓ pojedynczy kanał, dzielony przez dwa dyski, skonfigurowane jako master i slave;
- ✓ komunikacja w trybach PIO 0, 1 i 2;
- ✓ komunikacja przez DMA w trybach 0, 1, 2 dla transmisji pojedynczych słów i w trybie 0 dla transmisji multiword.
- ✓ Standard ATA sprawdził się bardzo dobrze podbijając rynek, ale rosnące wymagania systemów spowodowały jego rozszerzenie do ATA-2, zaakceptowanego również oficjalnie przez ANSI. Nowe funkcje interfejsu ATA-2 to przede wszystkim:
- ✓ szybsze tryby PIO - ATA-2 wspomaga obsługę w trybach PIO 3 i 4;
- ✓ obsługa multiword DMA w trybach 1 i 2;
- ✓ rozkazy transmisji blokowych;

tryb LBA (Logical Block Addressing), umożliwiający, przy odpowiednim wsparciu przez BIOS komputera, przekroczenie systemowych barier pojemności dysku;
rozszerzenie zakresu identyfikacji dysku przez system.

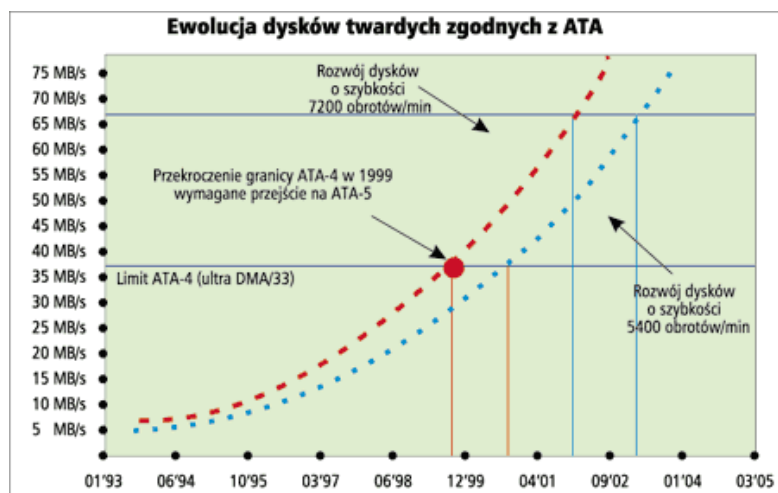
Wprowadzone przez ATA-2 rozszerzenia podniosły sprawność interfejsu, ale w wyniku ciągłego wzrostu mocy PC i wzrostu objętości użytkowanych danych, konieczne stały się kolejne usprawnienia interfejsu tak, by możliwie niewielkim kosztem dało się uzyskać kolejne zwiększenie sprawności. Zanim to jednak nastąpiło, powstało ATA-3, nie wnoszące żadnych nowych trybów transmisji i przyspieszenia obsługi, a jedynie takie, skądinąd bardzo użyteczne zmiany, jak:

- ✓ poprawę pewności transmisji danych po kablu, którego możliwości transmisyjne zostały przy uzyskiwanych szybkościach transmisji wyraźnie przekroczone;
- ✓ wprowadzenie obsługi SMART (Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology) - techniki zapewniającej znaczne zwiększenie poziomu bezpieczeństwa danych dzięki automatycznej diagnostyce dysku.

Następnym znaczącym krokiem w rozwoju interfejsów z rodziny ATA stał się, stosowany obecnie, nieformalny standard Ultra ATA, umożliwiający transmisję danych multiword w trybie 3 DMA, tzw. DMA-33. Oczywiście taki tryb pracy musi być wspierany od strony jednostki centralnej przez BIOS i logikę płyty głównej. Ze strony logiki dysku konieczna jest dodatkowa kontrola poprawności danych i korekcja błędów transmisji z powodu wspomnianego już przekroczenia przepustowości typowego kabla.

Wszystkie interfejsy ATA charakteryzują się pełną kompatybilnością zstępującą, tzn. każda wyższa wersja obsługuje również pełny zestaw funkcji wersji niższej, dzięki czemu możemy np. dołączyć dysk Ultra ATA do systemu przystosowanego do ATA-2, oczywiście tracąc możliwość wykorzystania zwiększających efektywność funkcji wyższego standardu.

Dopłnieniem rodziny interfejsów IDE/ATA jest ATAPI (ATA Packet Interface), protokół komunikacyjny, umożliwiający komunikowanie się przez interfejs ATA z urządzeniami, nie będącymi dyskami stałymi - przede wszystkim z czytnikami CD-ROM. Początkowo protokół ten był obsługiwany przez ładowany do pamięci sterownik, później wbudowany w system operacyjny. Obecnie ATAPI jest wspierany również przez większość implementacji BIOS-u, dzięki czemu możliwe jest np. ładowanie systemu operacyjnego z CD-ROM-u.



Rys. 2 Ewolucja dysków twardych

ATA-1 - (IDE) ATA (AT Attachment) jest formalną nazwą tego co często jest nazywane oficjalną specyfikacją IDE. Ale IDE (Integrated Drive Electronics) aktualnie oznacza końcówkę interfejsu twardego dysku. ATA to jedno złącze na płycie głównej umożliwiające podłączenie maksymalnie dwóch urządzeń master i slave o maksymalnej pojemności 528 MB. Wydajność ATA zależy od trybu transferu danych zwanego PIO (Programed Input/Output). Wszystkie dyski i kontrolery ATA obsługują tryb PIO mode 0 i niektóre obsługują mode 1 i 2. Rodzaj swojego interfejsu można sprawdzić oglądając płytę główną. Płyty z interfejsem ATA mają tylko jedno złącze ATA (nie można podłączyć drugiej taśmy danych oprócz tej do której podpięty jest twardego dysku). Można oczywiście dokupić specjalną kartę ATA-2 mającą dwa kanały ATA i umożliwiającą podłączenie do czterech urządzeń (np. Promise Technology EIDEMax).

ATA-2 (Enhanced IDE/Fast ATA). Na płycie z tym interfejsem znajdują się dwa gniazda szpilkowe (zwykle do jednego z nich jest podpięta taśma łącząca płytę z twardego dyskiem i napędem CD-ROM). Innym sposobem na sprawdzenie interfejsu bez rozkręcania komputera prowadzi poprzez menu konfiguracyjne BIOS-u (zwykle po włączeniu komputera należy wcisnąć klawisz DEL/ ESC lub CTRL+SHIFT+F1). Wybierz opcję HDD Autodetect. Komputer zacznie rozpoznawać dyski znajdujące się w systemie. Jeżeli na ekranie pojawią się cztery pozycje (nawet puste) to mamy już pewność, że kontroler dysków w komputerze to ATA-2 lub wyższy. ATA-2 akceptuje dyski większe niż 528 MB lecz mniejsze niż 8.1 GB. Standard ten umożliwia podłączenie maksymalnie dwóch urządzeń (2 x master, 2 x slave) do dwóch kanałów kontrolera (primary i secondary). Zawsze należy podłączać szybkie dyski jako master do kanału primary, natomiast wolniejsze (napędy CD-ROM, stare twarde dyski PIO-2 lub PIO-3) jako master i slave do kanału secondary kontrolera. Taki sposób podłączenia jest szczególnie ważny w systemach 486 i wczesnych systemach Pentium, gdyż kanał EIDE primary ma bezpośrednie połączenie z magistralą PCI, natomiast kanał secondary jest połączony z dużo wolniejszą magistralą ISA.

ATA-3 (Fast ATA). Ta wersja ATA akceptuje dyski pracujące w trybie PIO-4 (znanym także jako „bezprzerwowym”) zapewniającym transfer danych z prędkością 16,7 MB/s.

ATA-4 (Ultra ATA / Ultra DMA / Ultra DMA-33) Standard podwaja maksymalny transfer trybu PIO-4 do 33 MB/s. Tryb ten zawiera technologię bus mastering używającego kanału DMA w celu zmniejszenia obciążenia procesora.

S.C.S.I. (Small Computer Systems Interface)

Zaawansowany technologicznie typ połączenia komputera z urządzeniami zewnętrznymi takimi jak: streamery, CD-ROM-y, dyski twarde, skanery itp. Standard SCSI umożliwia połączenie w łańcuch do jednego kontrolera 7, a w przypadku wersji rozszerzonej WIDE SCSI nawet do 16 urządzeń (łącznie z kontrolerem). Dla porównania standard EIDE obsługuje tylko 4 urządzenia dzięki czemu SCSI jest szczególnie przydatny w przypadku dysków twardych, gdyż umożliwia jednoczesne połączenie więcej niż 4 takich urządzeń a każdy z nich może mieć pojemność nawet do 50 GB. SCSI oferuje również szybszy transfer danych między urządzeniami, dochodzący do 80 MB/s (EIDE - 66 MB/s).

Standard SCSI jak i wykorzystujące go urządzenia używane są głównie w komputerach Macintosh oraz szybkich serwerach sieciowych i urządzeniach archiwizujących. Rzadziej w domowych pecetach gdyż urządzenia komunikujące się za pomocą tego standardu są zwykle dwukrotnie droższe od takich samych ale wykorzystujących inne standardy jak EIDE czy USB.

Ogólnie SCSI składa się z 4 części: kontrolera SCSI montowanego zazwyczaj jako karta rozszerzająca (ISA lub PCI), lub gotowego elementu wbudowanego bezpośrednio do płyty głównej, kabla połączeniowego SCSI, samego urządzenia (np. dysku twardego) i tzw. terminatorów w postaci zwerek lub dodatkowych złącz, które umieszczone są na dwóch końcach łańcucha połączonych urządzeń SCSI. Dzięki nim kontroler otrzymuje informację gdzie są ostatnie urządzenia łańcucha przez co może sprawnie obsługiwać przepływ danych między poszczególnymi urządzeniami a komputerem.

Standard SCSI od czasu swego powstania uległ kilkakrotnie modyfikacjom przez co możemy mieć doczynienia z kilkoma różnymi wersjami tego samego standardu. Jest to szczególnie kłopotliwe w przypadku dobierania i łączenia ze sobą urządzeń obsługujących różne wersje SCSI. Oto zestawienie najważniejszych standardów SCSI:

SCSI-I - Leciwy standard wraz z ujednoliconym nieco później Common Command Set (CIS) pracuje na bazie ośmiobitowej magistrali danych i oferuje maksymalną prędkość przesyłania danych około 3 MB/s. Opcjonalny jest synchroniczny tryb pracy i 5 MB/s.

SCSI-II - Oferuje jasno zdefiniowany zestaw poleceń i listę parametrów. Dzięki liście urządzeń uniknięto wiele problemów z napędami CD, MO, wymiennymi dyskami, skanerami itp. Magistrala SCSI-II używa 50 żyłowego kabla SCSI-A i zasadniczo nie jest szybsza niż SCSI-I.

Fast-SCSI - Jest przyszłością standardu. Pozwala na transfer danych do 10 MB/s, co osiągnięto m.in. podnosząc częstotliwość taktowania magistrali.

Wide-SCSI - To 16-bitowa wersja Fast SCSI, Maksymalnie 20 MB /s może być przesyłane synchronicznie za pośrednictwem 68-żyłowego kabla SCSI-B. Dzięki temu, że do adaptera Wide-SCSI na ogół można podłączyć zarówno SCSI-A, jak i SCSI-B, kontroler ten może jednocześnie obsługiwać urządzenia SCSI-II, Fast SCSI oraz Wide - SCSI.

Ultra-SCSI - nazywany również Fast-20-SCSI, stosuje większą prędkość taktowania sygnału przesyłanego zwykłym kablem 50-żyłowym i osiąga wydajność 20 MB/s. Dla urządzeń zewnętrznych wymagany jest specjalny kabel połączeniowy. 16-bitowy wariant Ultra-SCSI umożliwia transfer 40 MB/s poprzez kabel SCSI-B nazywany jest Ultra-Wide-SCSI lub Fast-40-SCSI.

Każde z urządzeń SCSI musi mieć przyporządkowany własny adres tzw. ID (od 1 do 15). Dokonuje się tego przełączając odpowiednią zworkę lub pozycję przełącznika (DIP) w urządzeniu SCSI.

Zamieszanie w nazwach

Gdy oficjalnym standardem został interfejs ATA-2, zaczęły pojawiać się „nazwy handlowe” w rodzaju „Fast ATA” czy „Enhanced IDE”. Miały one znaczenie wyłącznie marketingowe, odnosząc się do sprzętu w jakimś stopniu zgodnego z ATA-2, ale dzięki popularności rynkowej firm używających tych określeń zostały potraktowane i masowo rozumiane jako określenia standardów. Zresztą firmy te, ufne w swoją wielkość i popularność, pozwalały sobie na dość daleko posuniętą elastyczność w stosowaniu się do standardów. Lansowany w swoim czasie przez

Quantum interfejs „Fast ATA-2” był całkowicie zgodny z ATA-2, nie wyłączając szybkości - słowo fast miało charakter wyłącznie marketingowy. Z kolei „Fast ATA” Seagate to nieco ograniczone ATA-2 (bez obsługi trybów PIO 4 i multiword DMA 2). Ale największego zamieszania narobiło określenie EIDE (Enhanced IDE), stosowane przez Western Digital. EIDE to oprócz wszystkich funkcji ATA-2 także ATAPI i obsługa dwóch kanałów, tj. czterech urządzeń EIDE. Ta ostatnia funkcja co prawda nie ma żadnego odzwierciedlenia w konstrukcji interfejsu i w całości jest obsługiwana przez BIOS i logikę płyty głównej, tym niemniej została ujęta w specyfikacji EIDE. W ten sposób każda współczesna płyta główna jest zgodna z tą częścią specyfikacji Western Digital, nawet jeśli konstruktor płyty nigdy nie słyszał ani o tej firmie, ani o Enhanced IDE.

Kolejnym źródłem zamieszania stał się, obowiązujący obecnie, standard Ultra ATA. „Ultra DMA-33”, „UDMA” itp. to kolejne marketingowe nazwy, które wprawdzie niekoniecznie odwołują się do standardu, ale dobrze brzmią. Ostatnim marketingowym sloganem jest DMA-66. A jedyną metodą na polapanie się, z jakim dyskiem naprawdę mamy do czynienia, jest odwołanie się do jego specyfikacji technicznej, w której jasno określone są obsługiwane przez jego interfejs tryby PIO i DMA.

Small Computer System Interface (SCSI) to twór bardziej skomplikowany od stosunkowo prostego interfejsu ATA. Podobnie jak ten ostatni, również i urządzenia SCSI mają wbudowane sterowniki, ale podczas gdy ATA jest praktycznie wyłącznie interfejsem pomiędzy dyskiem a jednostką centralną, SCSI stanowi faktyczną szynę systemową, a inteligentne sterowniki urządzeń i bogaty protokół komunikacji sprawiają, że możliwe jest realizowanie przez SCSI wielu funkcji zupełnie niedostępnych dla urządzeń ATA/IDE, jak choćby wymiana danych pomiędzy urządzeniami SCSI bez pośrednictwa jednostki centralnej. W odróżnieniu od ATA, SCSI zostało zaprojektowane od razu z myślą o szerokiej gamie urządzeń, aczkolwiek w początkowej fazie rozwoju również było dość silnie zorientowane na obsługę dysków.

Bałagan nazewnictwa wewnątrz standardu SCSI ma charakter nieco inny niż w przypadku ATA - poszczególne nazwy nie są „hasłami marketingowymi”, lecz raczej opisową charakterystyką poszczególnych wariantów szerokiej rodziny substandardów, np. „Fast Wide SCSI” czy „Ultra SCSI”. Ułatwia to nieco poruszanie się wśród odmian, oczywiście pod warunkiem znajomości ich podstawowych definicji. Na szczęście, mimo nieprecyzyjnego nazewnictwa, poszczególne substandardy są wystarczająco dokładnie zdefiniowane, a ponadto podporządkowane zasadzie kompatybilności zstępującej.

Standard SCSI został zatwierdzony przez ANSI w 1986 roku i bardzo szybko się zestarzał jeśli chodzi o wydajność - szyna 8-bitowej szerokości, taktowana zegarem 5 MHz, mogła stanowić dobry system komunikacji 12 lat temu, ale wymagania systemów komputerowych, nawet tych „small”, wzrastały bardzo szybko. Dlatego już w 1990 roku ANSI zatwierdziło SCSI-2 jako zapis standardu o wariantach dających szeroki zakres możliwości rozwoju.

SCSI w swoich rozlicznych wariantach w stosunkowo niewielkim stopniu znalazł zastosowanie w PC, z dwu głównych przyczyn. Pierwszą z nich była relatywnie wysoka cena urządzeń SCSI i dodatkowy koszt sterownika. Drugą przyczyną ograniczonego stosowania tego interfejsu w komputerach standardu PC był fakt, że zarówno oprogramowanie systemowe (DOS a później Windows), jak i architektura samego komputera nie były przystosowane do wykorzystania możliwości SCSI. Tym niemniej interfejs SCSI bywa stosowany w PC, szczególnie w dwu przypadkach: w maszynach wysokiej klasy, w których koszty nie odgrywają krytycznej roli, natomiast oprogramowanie ma szansę wykorzystania funkcji SCSI, oraz, często w uproszczonej wersji, jako interfejs dla urządzeń takich, jak streamery, skanery, dyski magnetoptyczne i inne urządzenia o dużej objętości danych przesyłanych przez interfejs.

Te najpopularniejsze sterowniki SCSI często mają bardzo ograniczony zakres funkcji - zwykle główne ograniczenie polega na tym, że do interfejsu może być podłączone tylko jedno urządzenie nie zaś, jak wynikałoby ze standardu, aż 7. Sterownik taki, zwykle niewspółmiernie tańszy od „pełnoprawnego”, obsługuje podzbiór funkcji SCSI-2 wystarczający do wypełnienia przewidzianej dla niego roli, ale tak naprawdę jest jedynie interfejsem - nie obsługuje zarządzania szyną SCSI.

EIDE i S.C.S.I. - podobieństwa i różnice

Mimo że SCSI powstało nieco wcześniej od swojego konkurenta, jest do chwili obecnej wykorzystywany w dyskach twardych stosowanych w bardziej zaawansowanych systemach komputerowych. Czynnikiem decydującym o wyborze EIDE jest cena. Dyski wykorzystujące ten interfejs są znacznie tańsze, ale czy gorsze? Należy przyrzeć się bliżej technologii na jakiej bazują obydwa interfejsy.



Rys. 3 Niepożądane efekty pracy dysku

Technologia

Od strony fizycznego zapisu danych na nośniku magnetycznym pomiędzy dyskami SCSI a EIDE nie ma praktycznie żadnej różnicy. Niższa cena dysków EIDE wynika z zastosowanych w nich mechanizmów oferujących nieznacznie mniejsze osiągi przy przesyłaniu danych. Kolejnym, bardzo istotnym czynnikiem kształtującym cenę tych dysków jest masowość ich produkcji. Jedną z podstawowych zasad ekonomii jest to, że przy większej produkcji koszty są niższe. Tak jak EIDE postrzegany jest jako podstawowe rozwiązanie dla biurkowych komputerów PC, tak SCSI uważany jest za standard dla serwerów plików, stacji roboczych i systemów biurkowych klasy wyższej. Historia ewolucji IDE i SCSI pokazuje rosnącą popularność obydwu standardów. W klasie wyższej rosną możliwości SCSI, natomiast na rynku masowym EIDE zastępuje wcześniejsze generacje SCSI o podobnych pojemnościach i wydajnościach.

Dyski coraz szybsze

Wydajność dysku (zarówno SCSI, jak i EIDE) jest określana głównie przez czynniki mające charakter mechaniczny. Są to: czas pozycjonowania mechanizmu głowicy oraz szybkość obrotowa napędu. Pozycjonowanie określa jak szybko głowica odczytująca dane jest w stanie znaleźć się nad właściwą ścieżką, zaś im większa szybkość obrotowa, tym prędzej dany sektor na tejże ścieżce znajdzie się pod głowicą. Niestety, stałe zwiększanie szybkości obrotowej i zmniejszanie czasu pozycjonowania wymaga zastosowania coraz droższych i wytrzymalszych materiałów.

Kiedy S.C.S.I jest wydajniejsze

W systemach komputerowych posiadających jeden dysk twardy, zakup dysku SCSI jest inwestycją nieco chybioną. Podobna sytuacja zachodzi w przypadku starszych systemów operacyjnych (DOS, wczesne wersje Windows), które nie mają wielozadaniowości. Prawdziwy zysk wydajności wynikający z użycia dysków SCSI będzie widoczny w systemach wielozadaniowych zaopatrzonych w wiele nośników pamięci masowej. EIDE to zasadniczo środowisko jednozadaniowe. Nawet przy zastosowaniu zarządzania magistralą (bus mastering) i funkcjach Ultra DMA, system musi poczekać na wykonanie polecenia przez napęd, tak więc przy posiadaniu wielu dysków EIDE podczas komunikacji komputera z jednym z nich inne czekają dopóki zajęty w danej chwili napęd zakończy swoje zadania. SCSI jest interfejsem inteligentnie zarządzającym zasobami.

Główną jego zaletą jest ustawianie zadań dla dysków w kolejkę. Dysk SCSI po otrzymaniu od systemu zadania odłącza się od interfejsu wykonując przydzielone mu zlecenia, a w tym czasie pozostałe dyski mogą komunikować się z systemem. Ponadto kolejkowanie zadań pozwala na optymalny odczyt danych z każdego dysku. Polega to na tym, że zadania dla każdego dysku są ustawiane nie w kolejności ich otrzymania, lecz tak, aby droga głowicy danego dysku odczytująca potrzebne w danym momencie dane była jak najkrótsza, co znacznie skraca czas odczytu i oszczędza mechanikę napędu.

Nie jest to jedyna przewaga SCSI nad EIDE. Interfejs SCSI umożliwia kopiowanie danych z jednego urządzenia SCSI na drugie bez udziału procesora. Interfejs SCSI został zaprojektowany do obsługi urządzeń peryferyjnych w ogóle, a nie tylko i wyłącznie nośników pamięci masowej tak jak to jest w przypadku EIDE. Dlatego też w rozbudowanych systemach komputerowych połączenie za pomocą jednego interfejsu wielu urządzeń np. dysków twardych, skanerów, streamerów potrafi przynieść wymierne korzyści. Wspomniana wyżej np. funkcja SCSI kopiowania (SCSI Copy) z urządzenia na urządzenie pozwala wykorzystywać np. podczas skanowania fotografii (oczywiście skanerem SCSI) moc obliczeniową procesora do innych zadań. Jest to realizowane w znacznym stopniu poprzez jeszcze jedną funkcję SCSI, jaką jest możliwość odłączenia od magistrali aktualnie zajętych urządzeń, a tym samym przyporządkowanie jej wolnym urządzeniom. Należy jednak pamiętać o dość istotnym aspekcie. Użycie tanich kart SCSI powoduje, że dodatkowe rozkazy wchodzące w skład interfejsu SCSI muszą być wykonywane za pośrednictwem procesora i pamięci komputera, co powoduje paradoksalną sytuację - dobrze skonfigurowana magistrala EIDE może być szybsza od analogicznej SCSI. Dlatego też, gdy najistotniejsza jest wydajność systemu, użycie dysków SCSI o dobrych parametrach nie wystarcza. Konieczne jest uwzględnienie i dopasowanie wszystkich składników magistrali SCSI.