

Interface równoległy SCSI

Opracowali :
Jarosław Rybicki
Bartosz Sekuła
Daniel Walczyk
Krzysztof Szuma

- **SCSI** - skrót od **Small Computer Systems Interface** - standard równoległego przesyłu danych między komputerem a jego urządzeniami poprzez tzw. Szynę SCSI. Komputer musi posiadać specjalny kontroler, który kontroluje "ruch" na szynie. SCSI jest to interfejs ogólnego zastosowania, zwykle używany do łączenia dysków, taśm i nośników optycznych z systemami komputerowymi.

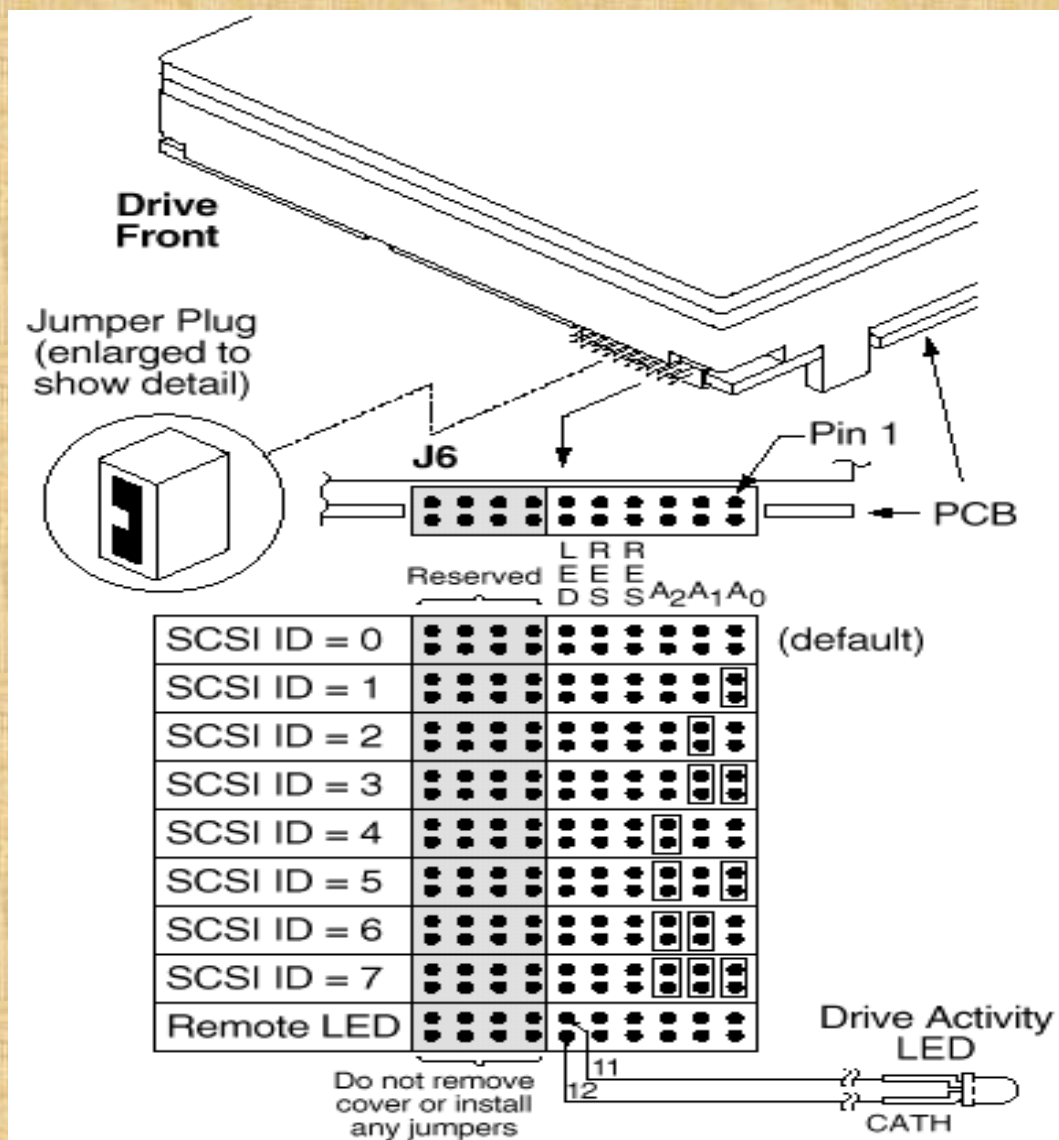
SCSI - ogólne zasady działania

- Jeden kontroler SCSI może obsługiwać wiele urządzeń zarówno wewnętrznych jak zewnętrznych ;
- Każde urządzenie SCSI (włącznie z kontrolerem) otrzymuje własny numer identyfikacyjny **ID** ;
- Protokół wymiany informacji przewiduje kontrolę poprawności transmisji przy wykorzystaniu bitu parzystości ;
- Możliwość wymiany danych pomiędzy urządzeniami, bez angażowania procesora głównego ;

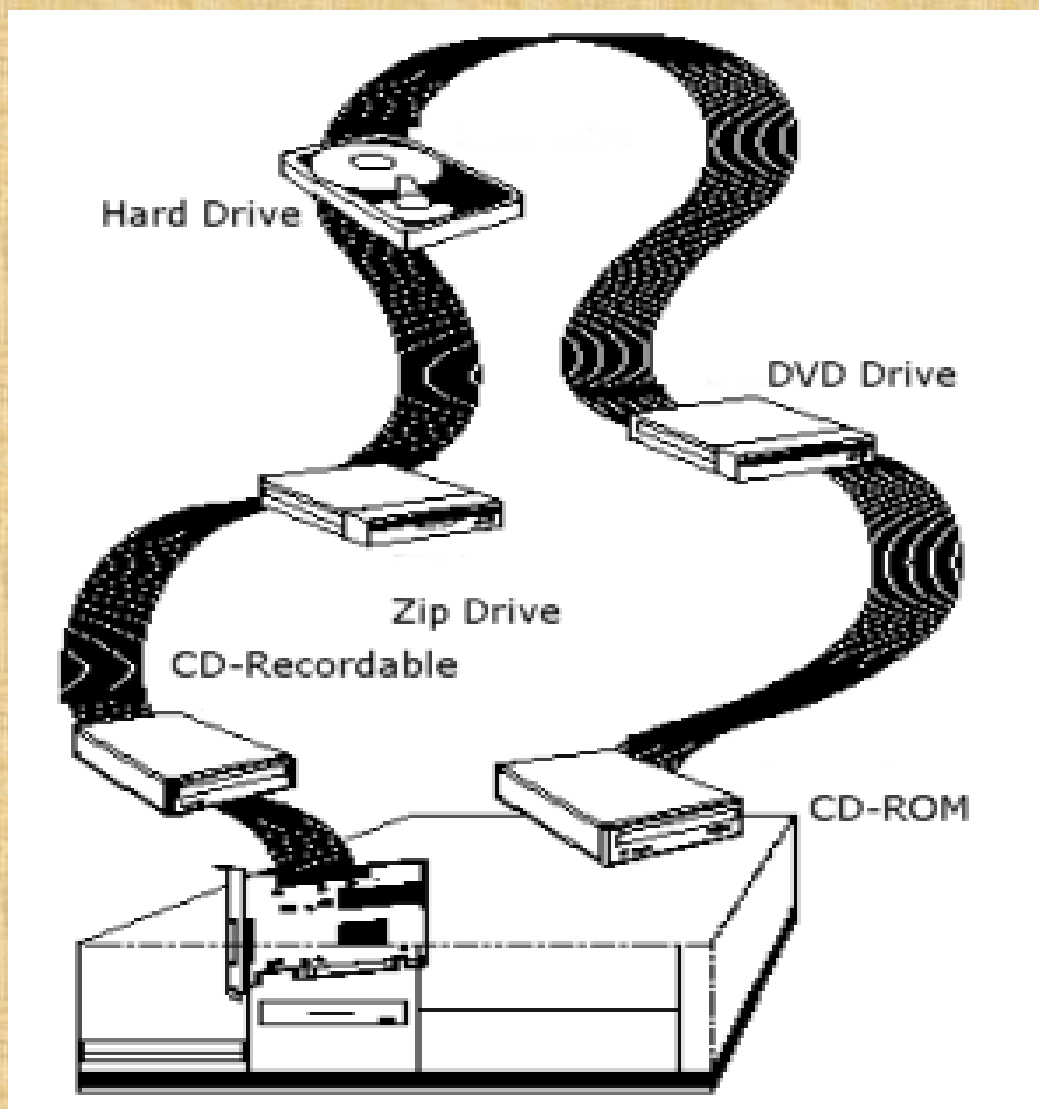
SCSI - ogólne zasady działania

- Podłączanie urządzeń SCSI dokonywane jest w sposób równoległy ;
- Podłączanie urządzeń zewnętrznych dokonywane jest za pomocą zewnętrznych kabli ;
- Ze względu na wygodę instalacji, w wielu urządzeniach SCSI montowany jest terminator ;

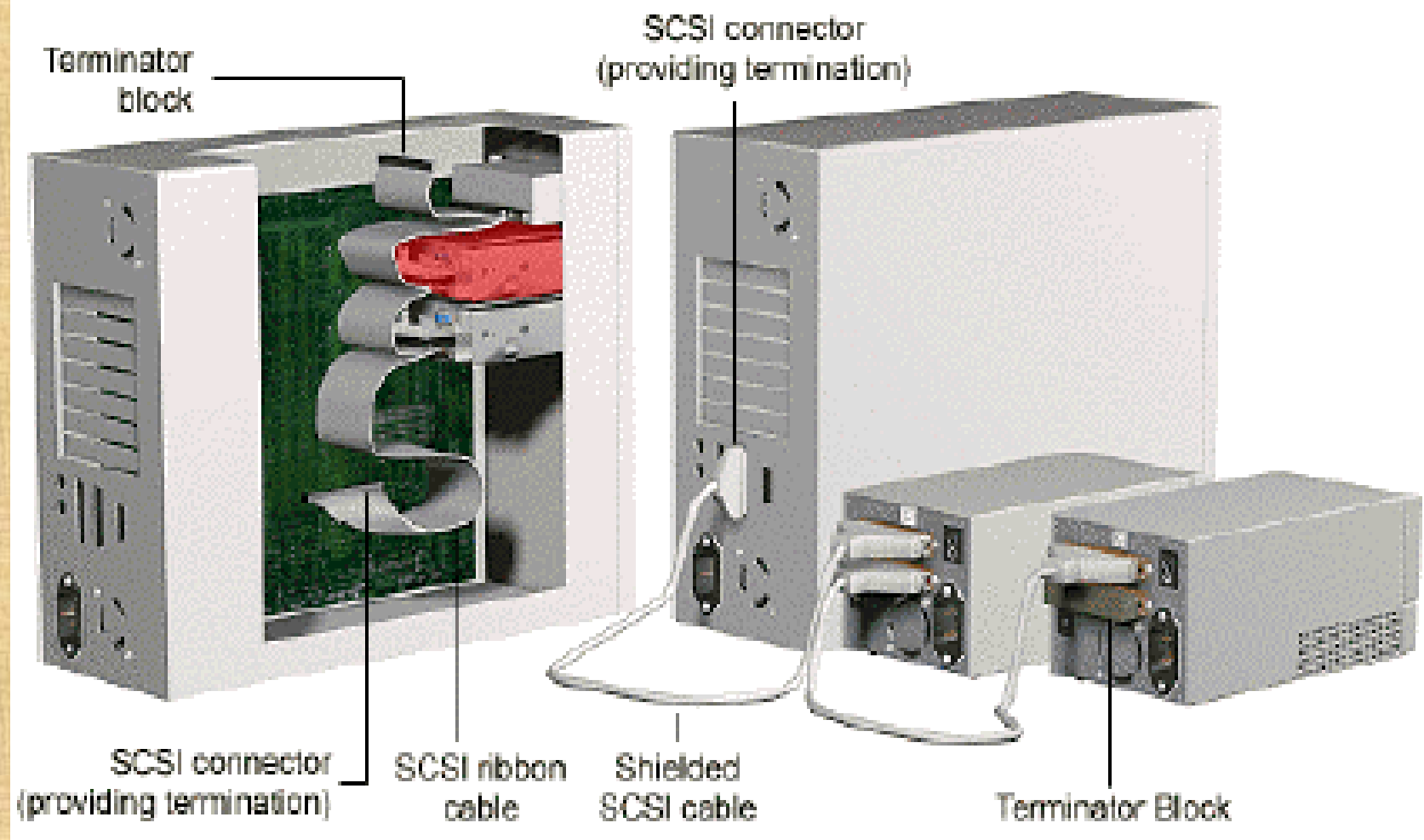
Fragment dokumentacji dysku HDD dotyczący ustawienia numeru ID



Przykład podłączenia urządzeń wewnętrznych SCSI



Przykład podłączenia urządzeń wewnętrznych i zewnętrznych SCSI.



Terminatory SCSI



SCSI - rozwój kolejnych standardów

W miarę rozwoju techniki komputerowej, interfejs SCSI zmieniał swoją postać, otrzymując nowe, coraz lepsze parametry. Każde zmiany uwzględniane były w opisach interfejsu pod kolejnymi oznaczeniami:

- SCSI-1 ;
- SCSI-2;
- FAST SCSI-2 ;
- WIDE SCSI ;
- ULTRA SCSI ;
- ULTRA WIDE SCSI ;
- ULTRA-2 WIDE SCSI ;
- ULTRA 160 SCSI ;
- Wide Ultra-3 (Ultra320/m) SCSI.

SCSI-1

- Maksymalna długość magistrali: 6m;
- Prędkość przesyłu danych:
tryb asynchroniczny 3 Mb/s,
tryb synchroniczny 5 Mb/s;
- Maksymalna ilość obsługiwanych urządzeń: 8 w tym kontroler;
- Szerokość magistrali danych: 8 bitów;
- Wykrywanie błędów bitem parzystości;
- Napięcia w standardzie HVD (5.0V).

SCSI-2

- Maksymalna długość magistrali: 6m;
- Prędkość przesyłu danych:
tryb asynchroniczny 5 Mb/s,
tryb synchroniczny 10 Mb/s;
- Maksymalna ilość obsługiwanych urządzeń: 8 w tym kontroler;
- Szerokość magistrali danych: 8 bitów;
- Wykrywanie błędów bitem parzystości.

Fast SCSI-2

- Maksymalna długość magistrali: 3m;
- Prędkość przesyłu danych:
tryb synchroniczny 10 Mb/s;
- Maksymalna ilość obsługiwanych urządzeń: 8 w tym kontroler;
- Szerokość magistrali danych: 8 bitów;
- Wykrywanie błędów bitem parzystości;
- Najczęściej używane złącze w urządzeniach zewnętrznych.

Fast Wide SCSI-2

- Maksymalna długość magistrali: 3m;
- Prędkość przesyłu danych:
tryb synchroniczny 20 Mb/s;
- Maksymalna ilość obsł. urządzeń: 16 w tym kontroler;
- Szerokość magistrali danych: 16 bitów;
- Wykrywanie błędów bitem parzystości.

Ultra SCSI-3

- Maksymalna długość magistrali: 3m;
- Prędkość przesyłu danych:
tryb synchroniczny 20 Mb/s;
- Maksymalna ilość obsł. urządzeń: 8 w tym kontroler;
- Szerokość magistrali danych: 8 bitów;
- Wykrywanie błędów bitem parzystości.

Ultra-2 SCSI

- Maksymalna długość magistrali: 12m;
- Prędkość przesyłu danych:
tryb synchroniczny 40 Mb/s;
- Maksymalna ilość obsł. urządzeń: 8 w tym kontroler;
- Szerokość magistrali danych: 8 bitów;
- Wykrywanie błędów bitem parzystości;
- Napięcia w standardzie LVD (3.3V).

Wide Ultra-2 SCSI

- Maksymalna długość magistrali: 12m;
- Prędkość przesyłu danych:
tryb synchroniczny 80 Mb/s;
- Maksymalna ilość obsł. urządzeń: 16 w tym kontroler;
- Szerokość magistrali danych: 16 bitów;
- Wykrywanie błędów bitem parzystości.

Ultra-3 (Ultra160/m) SCSI

- Maksymalna długość magistrali: 12m;
- Prędkość przesyłu danych:
tryb synchroniczny 160 Mb/s;
- Maksymalna ilość obsł. urządzeń: 8 w tym kontroler;
- Szerokość magistrali danych: 8 bitów;
- Wykrywanie błędów CRC (cyclical redundancy checking);
- Kompatybilność z wszystkimi wcześniejszymi wersjami.

Wide Ultra-3 (Ultra320/m) SCSI

- Maksymalna długość magistrali: 12m;
- Prędkość przesyłu danych:
tryb synchroniczny 320 Mb/s;
- Maksymalna ilość obsł. urządzeń: 16 w tym kontroler;
- Szerokość magistrali danych: 16 bitów;
- Wykrywanie błędów CRC (cyclical redundancy checking);
- Kompatybilność z wszystkimi wcześniejszymi wersjami.

Podstawowe parametry standardów SCSI

wersja standardu	Szybkość przesyłania danych [MB/s]	Szerokość słowa danych [bit]	maksymalna długość magistrali [m]			Ilość Urządzeń max.
			Single Ended SE	high voltage Differential HVD	low voltage Differential LVD	
SCSI-1	5	8	6	25	-	8
SCSI-2	5	8	6	25	-	8
FAST SCSI-2	10	8	3	25	-	8
ULTRA SCSI	20	8	1,5	25	-	8
WIDE SCSI	20	16	3	25	-	16
ULTRA WIDE SCSI	40	16	1,5	25	-	16
ULTRA-2 WIDE SCSI	80	16	-	-	12	16
ULTRA 160 SCSI	160	16	-	-	12	16

SCSI - typy kontrolerów

Kontroler, ze względu na pełnioną funkcję HOST ADAPTER-a, jest najważniejszym elementem ze wszystkich urządzeń SCSI występujących w systemie komputerowym, wykorzystującym technikę SCSI. W skład kontrolera wchodzi :

- procesor SCSI ;
- tzw. "chipset,, ;
- złącza wewnętrzne i zewnętrzne magistrali SCSI ;
- terminatory oraz inne niezbędne elementy elektroniczne

Ze względu na sposób
podłączenia do komputera rozróżnia się kontrolery:

- ISA 8-bit ;
- ISA 16-bit ;
- EISA 32-bit ;
- VESA local bus 32-bit ;
- PCI 32-bit ;
- Kontrolery zintegrowane z płytą główną.

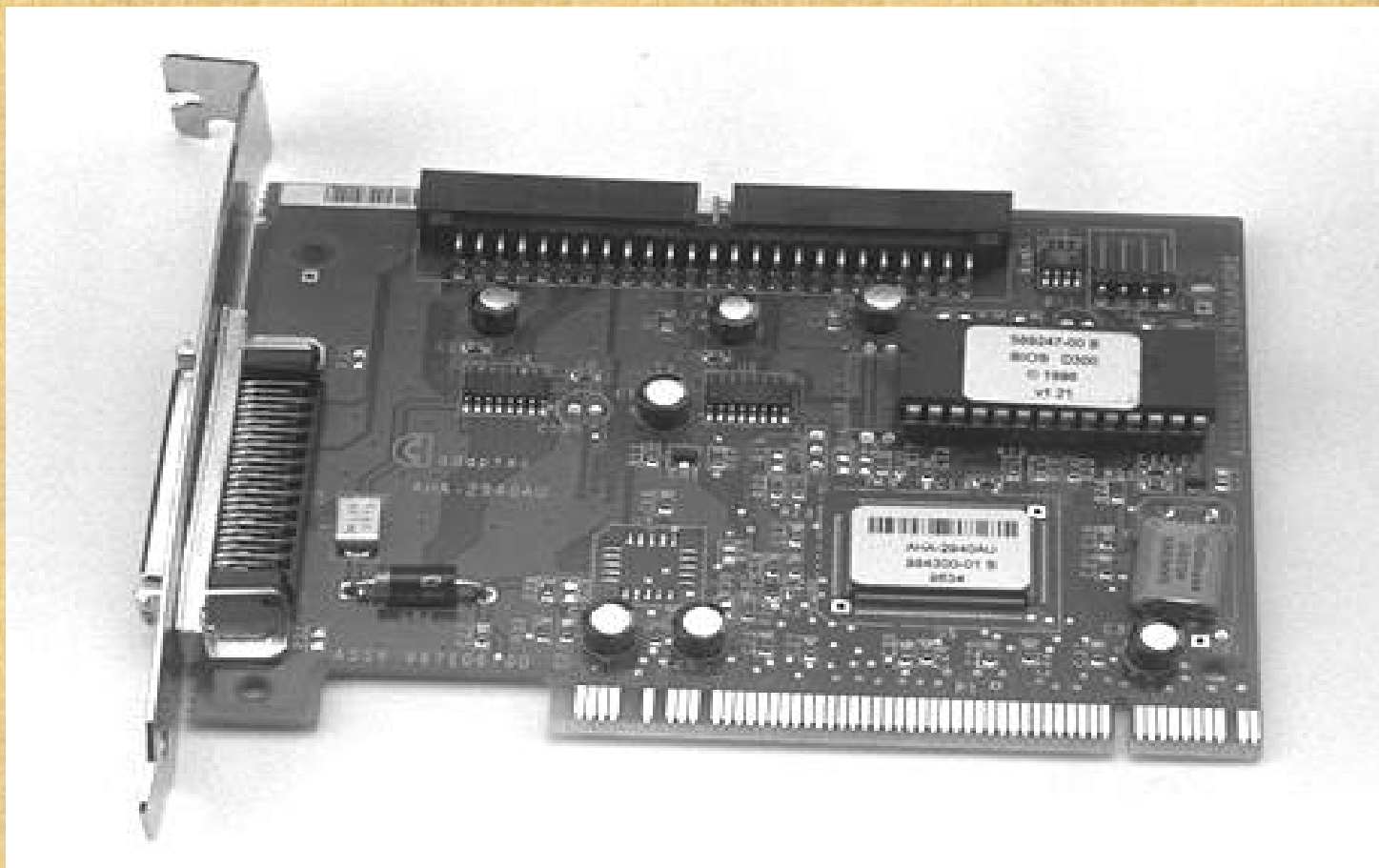
Do komputerów przenośnych typu NOTEBOOK, dostępne są kontrolery SCSI wykonane w postaci karty PCMCIA.

Kontrolery SCSI spotkać można również na specjalizowanych kartach do obróbki VIDEO (np. AV-MASTER, DV-MASTER), oraz na niektórych kartach dźwiękowych.

Istnieją również kontrolery-adaptery umożliwiające podłączenie urządzeń SCSI do portu drukarkowego tzw. PARALLEL to SCSI.

Do zastosowań serwerowych, głównie dla lepszej obsługi dysków HDD opracowane zostały kontrolery wielokanałowe (dwu i cztero) i kontrolery RAID wyposażone w pamięć cache .

***Przykłady wykonania kontrolerów SCSI - kontroler
ADAPTEC 2940 PCI / FAST SCSI 2***



Przykłady wykonania kontrolerów SCSI

- kontroler SCSI do
NOTEBOOKA
PCMCIA Card



- kontroler zewnętrzny
PARALLEL to SCSI



SCSI - typy złącz

Magistrala SCSI występuje tylko w dwóch różnych standardach jeżeli chodzi o ilość linii, 68-stykowy WIDE i 50-stykowy NARROW, natomiast ilość łączy jest dość duża.

Złącza urządzeń wewnętrznych mamy dwa rodzaje :

- w standardzie NARROW (2x25-pin) ;
- w standardzie WIDE tzw. MIKRO DSUB .

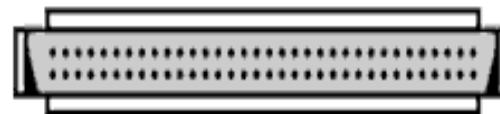
Na kontrolerach i na urządzeniach zewnętrznych SCSI można spotkać kilka typów złączy :

- CENTRONICS (C-50) w standardach SCSI-1 i SCSI-2 ;
- DSUB (DB-25) ;
- MINI DSUB (MINI DB-50) ;
- MINI DSUB (MINI DB-68) ;

Złącza taśm wewnętrznych SCSI

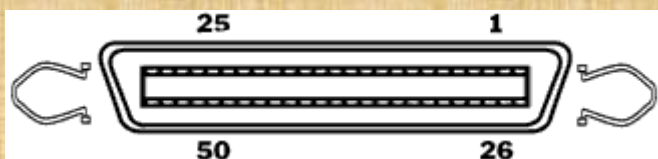


NARROW - 50pin

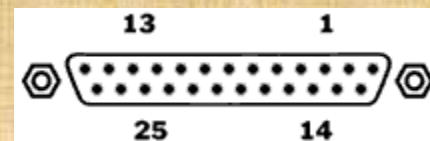


WIDE - 68pin

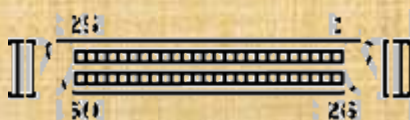
Złącza zewnętrzne SCSI



C-50



DB-25



MINI DB-50



MINI DB-68

SCSI - konieczność wprowadzenia standardu

Komputery osobiste (PC) pojawiły się na początku lat osiemdziesiątych. Do komunikacji procesora z otoczeniem zewnętrznym, w pierwszych konstrukcjach wykorzystano niektóre interfejsy będące kontynuacją standardów istniejących w dużych komputerach, takie jak CENTRONICS (do podłączania drukarek), RS232C (łączy szeregowo) czy interfejs dysków elastycznych FDD. Opracowano również kontrolery służące podłączaniu urządzeń tylko określonego typu np. interfejs dysków twardych HDD (różne standardy : początkowo MFM i RLL, później IDE).

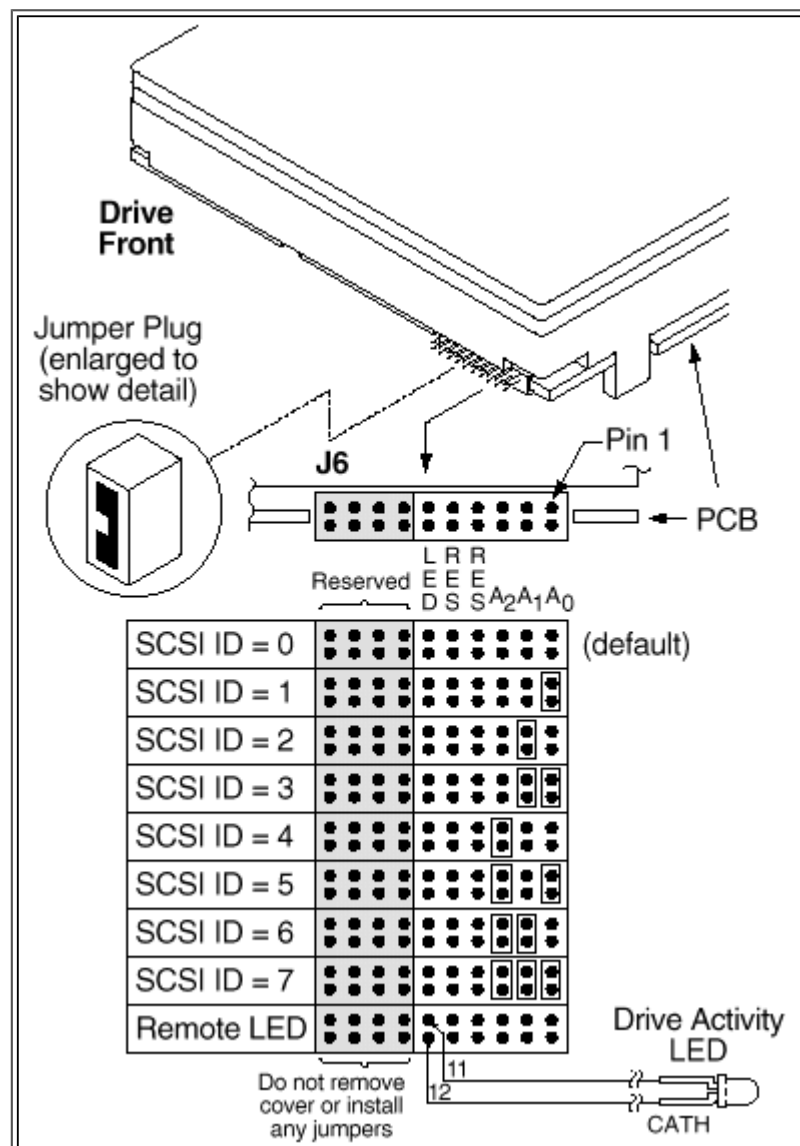
Komputery PC zaczęto stopniowo wykorzystywać w coraz szerszych dziedzinach. Rosła ilość różnych typów urządzeń peryferyjnych i podzespołów komputerowych. Interfejs zewnętrzny RS232C, dość uniwersalny, wystarczający dla wolnych urządzeń takich jak drukarki, plotery, digitizery, czytniki kodów kreskowych i innych podobnych, miał poważne ograniczenia związane z małą szybkością przesyłania danych oraz z obsługą tylko jednego urządzenia przez jedno złącze. Interfejs wewnętrzny CENTRONICS z równoległym sposobem transmisji, choć szybszy od szeregowego RS232C, dedykowany do podłączenia drukarek, był mało uniwersalny.

Nowo powstające urządzenia peryferyjne wykorzystywały wyżej wymienione interfejsy lub gdy te były niewystarczające, produkowane i sprzedawane były w komplecie z własnymi kontrolerami przeznaczonymi tylko dla samych siebie(np. streamery, skanery). Producenci dość szybko zaczęli dążyć do opracowania wygodnego, uniwersalnego i zarazem szybkiego interfejsu, przeznaczonego do zastosowania w komputerach osobistych. Prace amerykańskiego komitetu ANSI ds. standaryzacji oraz firm NCR i Shugart Associates przyniosły rezultat w postaci standardu SCSI (skrót od określenia Small Computer System Interface). Standard ten został oficjalnie zarejestrowany przez komitet ANSI w roku 1986 pod symbolem X3T9.2 . Został uznany przez Międzynarodową Komisję IEC za standard światowy.

W pierwszej postaci standard SCSI przewidywał obsługę dysków twardych i pamięci taśmowych-streamerów nazywany SCSI-1. W miarę rozwoju urządzeń peryferyjnych standard SCSI był rozszerzany.

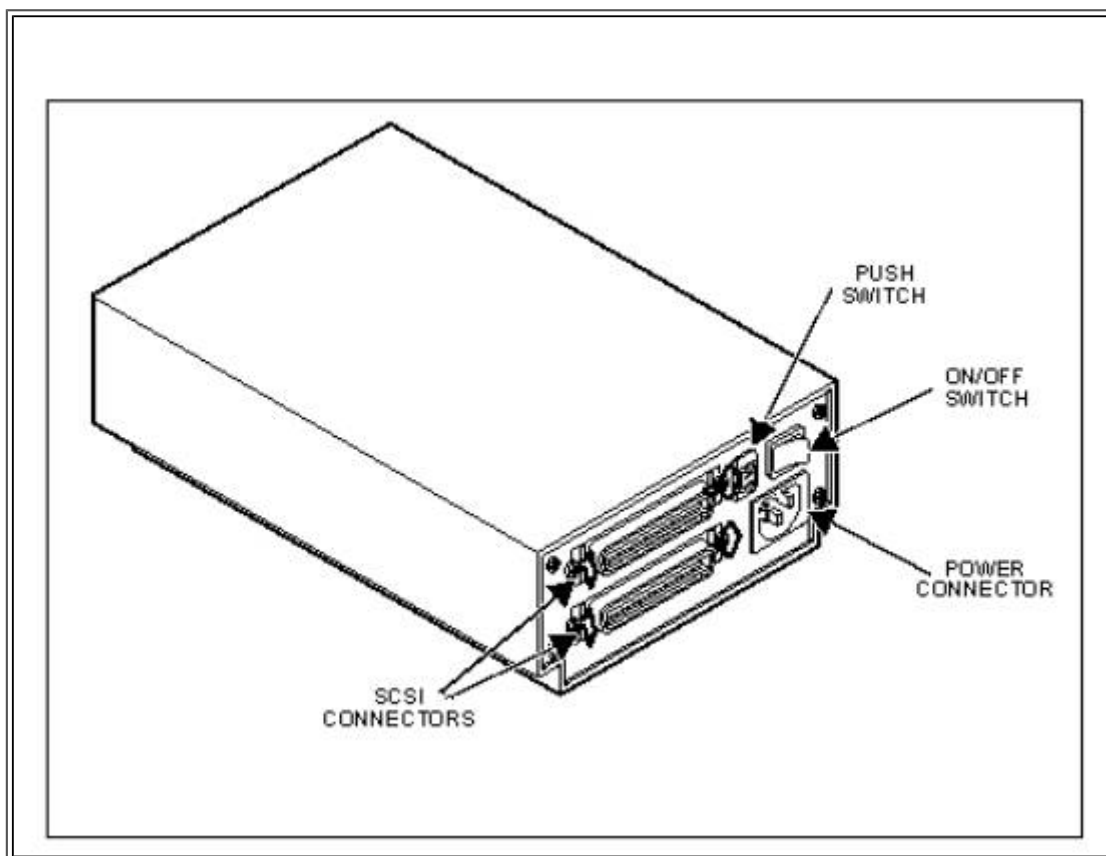
SCSI - ogólne zasady działania

Jeden kontroler SCSI może obsługiwać wiele urządzeń zarówno wewnętrznych jak zewnętrznych. Urządzenia dołączane są równolegle do wspólnej szyny t.zw. SCSI BUS, zawierającej linie danych oraz linie sterujące. Aby kolejne urządzenia można było dołączać wprost do tej samej szyny wprowadzono specjalny system komunikacji oraz protokół wymiany informacji pomiędzy urządzeniami. Każde urządzenie SCSI (włącznie z kontrolerem) otrzymuje własny numer identyfikacyjny **ID**, nadawany przez instalatora na etapie montażu i podłączania. Numer ten ustawia się przy pomocy zworek - w urządzeniach wewnętrznych, a w urządzeniach zewnętrznych na specjalnym przełączniku. Sposób ustawiania powinien być opisany w dokumentacji związanej z danym urządzeniem, dostarczanej przez producenta.



Rysunek 1 Fragment dokumentacji dysku HDD dotyczący ustawienia numeru ID

Ilość dostępnych numerów ID wynika z ilości bitów (zworek) przeznaczonych na tę numerację. Przy wykorzystaniu trzech bitów A₀, A₁ i A₂ można ustawić numer od 0 do 7. Każde urządzenie musi mieć inny numer ID. Numery ID mogą teoretycznie być dowolne, jednak istnieją pewne preferencje przypisywania numerów urządzeniom określonego typu. Dla dysków twardych HDD "zarezerwowano" numery niskie (0, 1), dla napędów CD-ROM, CD-R/W, streamerów - numery (2, 3), dla dysków wymiennych, skanerów - numery (4, 5, 6). Dla kontrolera zarezerwowany jest numer ID=7. Szczególne znaczenie ma numer ID=0, przeznaczony dla urządzenia, z którego ładowany jest system operacyjny (t.zw. boot drive).



Rysunek 2 Obudowa zewnętrzna urządzenia SCSI. Przełącznik PUSH SWITCH służy do ustawiania numeru ID. Kolejne wciskanie przycisku + lub - powoduje odpowiednio zwiększanie lub zmniejszanie numeru ID. W okienku przełącznika ukazuje się cyfra odpowiadająca ustawionemu numerowi.

W systemie komunikacji na szynie SCSI-BUS przewidziano jedno urządzenie nadrzędne tzw. HOST ADAPTER, które inicjuje tryb pracy i zarządza wymianą informacji. Funkcję tą spełnia kontroler SCSI. Podczas startu systemu kontroler sprawdza podłączone urządzenia nadając im numery LUN (Logical Unit Number), odpowiadające zwykle numerom ID, oraz podejmuje określone działania w przypadku wykrycia niektórych urządzeń (np. przy wykryciu dysków HDD "przeładowuje" BIOS kontrolera do systemu). Numery LUN są wykorzystywane w dalszym procesie komunikowania się poszczególnych jednostek pomiędzy sobą.

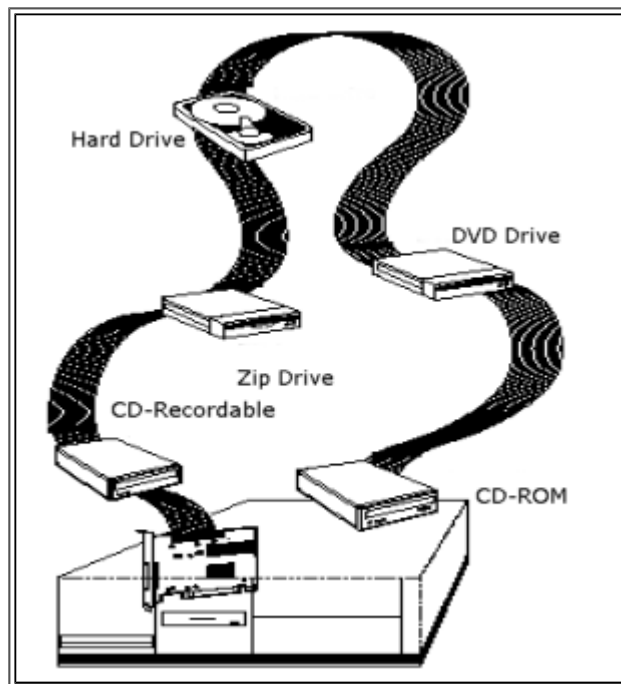
Protokół wymiany informacji przewiduje kontrolę poprawności transmisji przy wykorzystaniu bitu parzystości. Dla każdego bajtu danych urządzenie nadające tworzy bit parzystości.

Bit ten jest porównywany przez urządzenie odbiorcze z bitem obliczonym według takiego samego algorytmu, na podstawie odebranego bajtu. W przypadku niezgodności, zgłaszane jest żądanie powtórzenia transmisji. Transmisja zostaje w miarę potrzeby powtarzana wielokrotnie, aż do osiągnięcia satysfakcjonującej poprawności. Ilość powtórzeń jest oczywiście ograniczona. Przekroczenie określonej ilości jest sygnałem wystąpienia błędu niekorygowalnego, po którym kontroler przerywa pracę, sygnalizując systemowi uszkodzenie sprzętowe. W praktyce zdarza się to bardzo rzadko i zwykle tylko wtedy gdy rzeczywiście wystąpią problemy sprzętowe (uszkodzenie buforów, rozłączenie kabla, zwarcie linii, wadliwa terminacja itp.).

Istotną zaletą systemu komunikacji na szynie SCSI jest możliwość wymiany danych pomiędzy urządzeniami, bez angażowania procesora głównego. Cecha ta pozwala na uzyskanie dużo większej sprawności i szybkości komputera oraz pewnych

mechanizmów, których bez zastosowania interfejsu SCSI nie można byłoby zrealizować (np. macierze dyskowe RAID, mirroring dysków w serwerach, korzystanie z tego samego urządzenia przez dwa komputery jednocześnie).

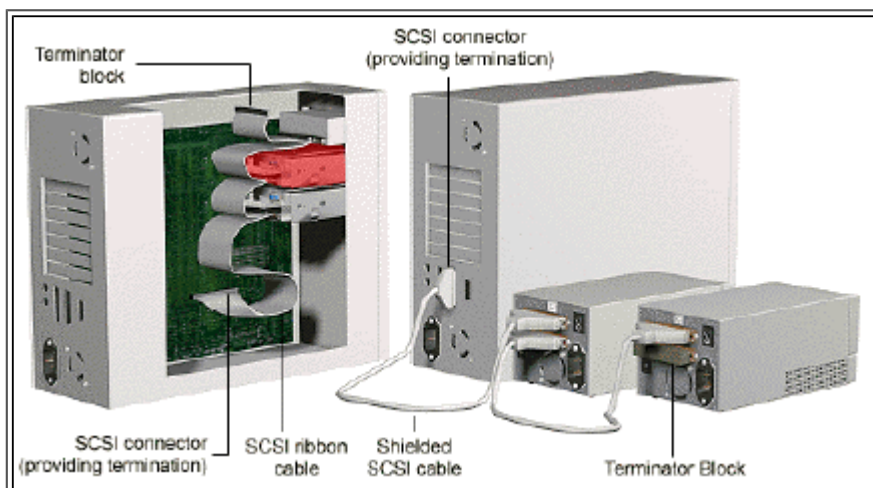
Podłączanie urządzeń SCSI dokonywane jest w sposób równoległy, tak aby do każdego urządzenia były podłączone wszystkie linie szyny do odpowiadających im styków złącza. W urządzeniach wewnętrznych odbywa się to przy pomocy wielozłączowej taśmy SCSI. Ilość złącz na taśmie musi być co najmniej równa ilości urządzeń podłączanych do szyny. Może być też większa. niewykorzystane złącza mogą zostać za ostatnim urządzeniem lub pomiędzy urządzeniami. Należy również pamiętać o złączu dla kontrolera SCSI, który jest jednym z urządzeń.



Rysunek 3 Przykład podłączenia urządzeń wewnętrznych SCSI.

Podłączanie urządzeń zewnętrznych dokonywane jest za pomocą zewnętrznych kabli, w system "łańcucha". Urządzenia zewnętrzne wyposażone są w dwa złącza SCSI. Łańcuch tworzy się łącząc wyjście kontrolera z jednym ze złącz pierwszego urządzenia. Drugie złącze pierwszego urządzenia z jednym ze złącz drugiego urządzenia. Drugie złącze drugiego urządzenia z jednym ze złącz trzeciego urządzenia itd.

Ze względu na to, że oba złącza SCSI w urządzeniu zewnętrznym, są ze sobą galwanicznie połączone, nie ma znaczenia, do którego złącza podłączy się kabel przychodzący od strony kontrolera, a do którego kabel podłączający następne urządzenie. Łańcuch urządzeń zewnętrznych, z punktu widzenia elektrycznego jest porównywalny z równoległą taśmą wewnętrzną.



Rysunek 4 Przykład podłączenia urządzeń wewnętrznych i zewnętrznych SCSI.

Jak już wspomniano urządzenia SCSI podłącza się w sposób równoległy. W miarę podłączania kolejnych urządzeń, tworzona magistrala staje się coraz dłuższa i coraz bardziej obciążona dołączanymi nadajnikami i odbiornikami każdego urządzenia. Ponieważ sygnały na magistrali są sygnałami o dość dużych częstotliwościach, cechują się dużą wrażliwością na zakłócenia falowe zwiększające się wraz z długością i obciążeniem magistrali. Efektem zakłóceń może być zmniejszenie szybkości przesyłu danych (ze względu na częste błędy i konieczność powtórek transmisji). Zbyt duże zakłócenia mogą też całkowicie uniemożliwić poprawną pracę urządzeń.

Z tego powodu jednym z istotnych parametrów technicznych podawanych w opisie standardów SCSI jest dopuszczalna, maksymalna długość magistrali. Dla poprawy jakości magistrali stosuje się odpowiednią konstrukcję kabli oraz system terminacji. W kablach SCSI kładzie się nacisk na ekranowanie, odpowiednie rozmieszczenie sygnałów na taśmach wewnętrznych, przeplot sygnałów aktywnych z sygnałami masy, stosowanie tzw. "skrętki". System terminacji zakłada stosowanie na początku i na końcu magistrali, elementów powodujących tłumienie odbić falowych. Elementy te, zwane terminatorami mogą być zbudowane w oparciu o elementy biernie-rezystory (terminatory pasywne), lub z wykorzystaniem scalonych układów półprzewodnikowych (terminatory aktywne). Ponieważ początkiem magistrali jest zwykle kontroler SCSI, terminator jako jeden z jego elementów jest montowany przez producentów bezpośrednio na kontrolerze. Drugi terminator należy zainstalować na końcu magistrali (za ostatnim urządzeniem). Terminator jest urządzeniem o niewielkich wymiarach, instalowanym w złączu taśmy wewnętrznej lub w złączu ostatniego urządzenia zewnętrznego.



Rysunek 5 Terminatory SCSI.

Ze względu na wygodę instalacji, w wielu urządzeniach SCSI, tak jak w kontrolerach również montowany jest terminator. Jego funkcję można blokować lub odblokowywać ustawieniem odpowiedniej zworki lub przełącznika. Należy wówczas pamiętać, aby funkcja terminacji była odblokowana tylko na urządzeniu podłączonym na końcu magistrali. Jednocześnie funkcję terminacji należy zablokować na pozostałych urządzeniach umieszczonych wewnątrz łańcucha.

SCSI - rozwój kolejnych standardów

W miarę rozwoju techniki komputerowej, interfejs SCSI zmieniał swoją postać, otrzymując nowe, coraz lepsze parametry. Każde zmiany uwzględniane były w opisach interfejsu pod kolejnymi oznaczeniami: SCSI-1, SCSI-2, FAST SCSI-2, WIDE SCSI, ULTRA SCSI, ULTRA WIDE SCSI, ULTRA-2 WIDE SCSI, ULTRA 160 SCSI, ULTRA 320 SCSI, ULTRA 640 SCSI. Kolejne zmiany uwzględniały osiągnięcia konstrukcyjne, dotyczące przede wszystkim szybkości przesyłania danych, maksymalnych długości magistrali, maksymalnej ilości obsługiwanych urządzeń, ilości bitów słowa danych.

SCSI-1

Pierwszy standard zapewniał szybkość przesyłu danych do 5 Mb/s (w trybie synchronicznym), 8-bitowe słowo danych, możliwość obsługi 8 urządzeń (włącznie z kontrolerem, maksymalną długość magistrali do 6 m. Konieczność stosowania dłuższych kabli (głównie w większych komputerach) zmusiła konstruktorów do zastosowania specjalnej techniki przesyłania sygnałów, polegającej na wykorzystaniu dwóch przewodów do przesłania jednego sygnału. Taki sposób transmisji pozwolił na zwiększenie maksymalnej długości magistrali do 25 m. Interfejs wykorzystujący taki sposób przesyłania danych nazwano DIFFERENTIAL. Dla odróżnienia, standardowy sposób wykorzystujący jeden przewód dla jednego sygnału nazwano SE (single ended). W technice differential poziomy "logicznej jedynki" czy "logicznego zera", sygnału jest odzwierciedlany przez różnicę potencjałów pomiędzy obydwojema przewodami przeznaczonymi dla tego sygnału.

W technice single ended poziomy "jedynki" i "zera" są odzwierciedlane przez potencjał przewodu przeznaczonego do przesyłania tego sygnału w odniesieniu do wspólnej masy dla wszystkich sygnałów. Protokoły wymiany informacji pozwalały na dobrą obsługę

dysków HDD i napędów taśmowych. Współpraca z napędami CD-ROM, WORM, JUKEBOX była niemożliwa lub niezadowalająca (urządzenia te powstawały później niż standard SCSI-1).

SCSI-2

Standard, w którym zmieniono protokoły uwzględniając nowe, wyżej wymienione urządzenia.

FAST SCSI-2

Zastosowanie nowych elementów elektronicznych, pozwoliło na zwiększenie częstotliwości sygnałów na magistrali i uzyskanie maksymalnego transferu danych wynoszącego 20Mb/s. Ograniczono przy tym maksymalną długość magistrali do 3 m.

WIDE SCSI

Zwiększono do 16 ilość bitów w słowie danych (słowo danych szerokie - WIDE, w odróżnieniu od słowa 8-mio bitowego wąskiego - NARROW). Podwoiło to szybkość przesyłania danych (do 20 Mb/s), ale zmusiło do zwiększenia ilości przewodów w magistrali. Zastosowano magistralę 68 stykową. Zwiększono do czterech ilość bitów adresujących numer ID urządzenia. Pozwala to na obsługiwanie do 16 urządzeń.

ULTRA SCSI

Zwiększono częstotliwości sygnałów dla uzyskania szybkości do 20Mb/s. Jednocześnie obniżono dopuszczalną długość magistrali do 1,5 m. Magistrala 8-mio bitowa (50 stykowa). Pozwala na obsługiwanie do 8 urządzeń.

ULTRA WIDE SCSI

Identycznie jak ULTRA SCSI ale z magistralą 16-to bitową (68 stykową). Maksymalny transfer danych 40 Mb/s. Pozwala na obsługiwanie do 16 urządzeń.

ULTRA2 WIDE SCSI

Dla zwiększenia szybkości przesyłania danych, a jednocześnie aby nie ograniczać długości magistrali, zastosowano elementy elektroniczne nowej technologii - LVD (Low Voltage Differential). Technika ta jest podobna do starej "differential" (dla odróżnienia nazwanej HVD - High Voltage Differential). Poziomy potencjałów przesyłanych sygnałów w technice LVD są o wiele niższe od poziomów sygnałów w technice HVD. Poza tym interfejs LVD opracowano tak aby nie wykluczać możliwości podłączenia urządzeń SE. Nie ma jednak możliwości pracy w dwóch trybach jednocześnie na jednej taśmie t.zn. LVD-dla urządzeń Ultra2 WIDE i SE-dla urządzeń Ultra WIDE. Podłączenie jakiegokolwiek urządzenia SE, powoduje przełączenie się całej magistrali w tryb SE (pomimo, tego że inne urządzenia są w standardzie LVD). Na urządzeniach LVD nie są montowane terminatory. Jeden wspólny terminator LVD stosuje się na końcu taśmy (jest to taśma o nieco innej konstrukcji niż taśma WIDE, a terminator jest zwykle nierozłącznym jej elementem). Maksymalny transfer danych w standardzie Ultra2 WIDE wynosi 80 Mb/s, a maksymalna długość magistrali wynosi 12 m. Pozostałe parametry identyczne jak w standardzie ULTRA WIDE.

ULTRA160 SCSI

Następca standardu Ultra2 WIDE. Najnowsze technologie pozwoliły na uzyskanie szybkości transferu do 160 Mb/s. Pozostałe parametry analogiczne do Ultra2 WIDE.

ULTRA320 SCSI

Następca standardu 160SCSI z podwojoną prędkością transmisji wynoszącą 320 MB/s.

ULTRA640 SCSI

Znany także jako Fast-320. Ogłoszony jako standard (INICTS 367-2003 lub też SPI-5) na początku 2004 roku. Po raz kolejny została zdublowana prędkość transmisji do 640 MB/s.

Parametry opisywanych standardów zestawiono w poniższej tabeli.

wersja standardu	szybkość przesyłania danych [MB/s]	szerokość słowa danych [bit]	maksymalna długość magistrali			ilość urządzeń max.
			[m]			
			single ended SE	high voltage differential HVD	low voltage differential LVD	
SCSI-1	5	8	6	25	-	8
SCSI-2	5	8	6	25	-	8
FAST SCSI-2	10	8	3	25	-	8
ULTRA SCSI	20	8	1,5	25	-	8
WIDE SCSI	20	16	3	25	-	16
ULTRA WIDE SCSI	40	16	1,5	25	-	16
ULTRA-2 WIDE SCSI	80	16	-	-	12	16
ULTRA 160 SCSI	160	16	-	-	12	16
ULTRA 320 SCSI	320	16	-	-	12	16
ULTRA 640 SCSI	640	16	-	-	12	16

Tabela 1 Podstawowe parametry standardów SCSI.

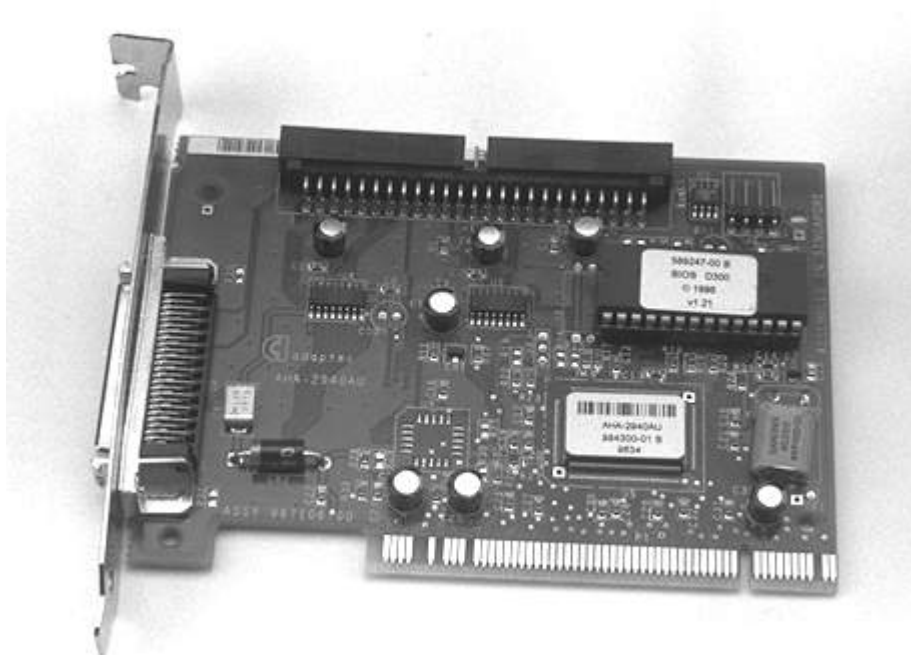
SCSI - typy kontrolerów

Kontroler, ze względu na pełnioną funkcję HOST ADAPTER-a, jest najważniejszym elementem ze wszystkich urządzeń SCSI występujących w systemie komputerowym, wykorzystującym technikę SCSI. W skład kontrolera wchodzi procesor SCSI (odpowiedzialny za zgodność protokołów i sterujący całą magistralą), tzw. "chipset", otoczony współpracującymi z nim układami scalonymi wysokiej skali integracji, złącza wewnętrzne i zewnętrzne magistrali SCSI, terminatory oraz inne niezbędne elementy elektroniczne. W zależności od przeznaczenia, kontrolery są produkowane w wersjach bardziej lub mniej rozbudowanych. Kontrolery uniwersalne, spełniające wymogi standardu, są projektowane w oparciu o elementy wysokiej jakości, posiadają zainstalowany tzw. BIOS czyli pamięć programu wspomagającego pracę kontrolera, zawierającego podstawowe procedury obsługi niektórych urządzeń, możliwość diagnostyki magistrali SCSI i jej bogatą konfigurację. Ze względu na wysoką cenę kontrolerów uniwersalnych z BIOS-em, producenci oferują również wersje uproszczone i tańsze. Bez wbudowanego BIOS-a nie potrafią co prawda wystartować systemu z dysku SCSI, ale po zainstalowaniu sterowników (z dysku IDE), z powodzeniem wykonują swoje zadanie i spełniają wymogi standardu.

Można spotkać kontrolery bardzo zubożone, przeznaczone praktycznie tylko do jednego urządzenia np. skanerów czy napędów ZIP. Sprzedawane w komplecie z urządzeniem, do którego są przeznaczone potrafią mieć tylko jedno złącze magistrali SCSI (tylko wewnętrzne lub tylko zewnętrzne), prościutki chipset procesora SCSI, tanie terminatory pasywne, tanie złącza najniższej jakości.

Tak jak inne karty do komputerów PC, kontrolery SCSI wykorzystywały dostępne w danym czasie sloty rozszerzeń instalowanych na płytach głównych komputera. Ze względu na sposób podłączenia do komputera różniła się kontrolery ISA 8-bit, ISA 16-bit, EISA 32-bit, VESA local bus 32-bit, PCI 32-bit. Istnieją również kontrolery zintegrowane z płytą główną komputera (na tzw. płytach serwerowych). Do komputerów przenośnych typu NOTEBOOK, dostępne są kontrolery SCSI wykonane w postaci karty PCMCIA. Kontrolery SCSI spotkać można również na specjalizowanych kartach do obróbki VIDEO (np. AV-MASTER, DV-MASTER), oraz na niektórych kartach dźwiękowych. Istnieją również

kontrolery-adaptery umożliwiające podłączenie urządzeń SCSI do portu drukarkowego tzw. PARALLEL to SCSI. Są dość wygodne jeżeli chodzi o uniwersalność (można za ich pomocą podłączać urządzenia SCSI do komputerów nie posiadających kontrolera), ale ze względu na ograniczenie szybkości przez port drukarkowy, są wykorzystywane tylko w sytuacjach koniecznych. Adaptery te produkuje się w wersji przenośnej, w postaci zewnętrznego kabla. Można je również spotkać wewnątrz obudowy zewnętrznej tzw. MULTIPORT, umożliwiającej zainstalowanie w środku, urządzenia SCSI lub urządzenia IDE (CD-ROM, CD-R/W, dysk HDD), a na zewnątrz podłączenie do interfejsu SCSI lub portu drukarkowego. Do zastosowań serwerowych, głównie dla lepszej obsługi dysków HDD (szybkość, duża pojemność, systemy zwiększonej niezawodności, możliwość wymiany podczas pracy tzw. HOT SWAP), opracowane zostały kontrolery wielokanałowe (dwu i cztero) i kontrolery RAID wyposażone w pamięć cache. Przeznaczone są one do obsługi macierzy dyskowych.



kontroler ADAPTEC 2940 PCI / FAST SCSI 2



**kontroler SCSI do NOTEBOOKA
PCMCIA Card**



kontroler zewnętrzny PARALLEL to SCSI

Rysunek 6 Przykłady wykonan kontrolerów SCSI.

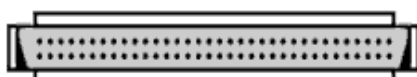
Niektóre, starsze kontrolery, szczególnie w wykonaniu uniwersalnym z BIOS-em, wyposażone w złącze ISA, EISA lub VLB (poza PCI), posiadają zainstalowany interfejs dysków elastycznych FDD. Funkcję obsługi tego interfejsu można zablokować zainstalowanym do tego celu jumperem. Należy pamiętać o tym i przed instalacją zdecydować, do którego interfejsu FDD będą podłączone napędy (na płycie głównej komputera czy na kontrolerze SCSI), po czym funkcję niewykorzystywanego z nich w odpowiedni sposób zablokować. Uniwersalne kontrolery, w miarę powstawania nowych standardów SCSI, są na ogół wyposażone w złącza nowego standardu, bez rezygnacji ze złączy standardów wcześniejszych. Na przykład kontroler Ultra WIDE posiada jedno złącze wewnętrzne WIDE 68-stykowe, oraz jedno wewnętrzne złącze NARROW 50-stykowe. Kontroler Ultra2 WIDE posiada jedno złącze WIDE 68-stykowe dla urządzeń LVD (Ultra2), jedno złącze WIDE 68-stykowe dla urządzeń SE (Ultra), oraz jedno złącze NARROW 50-stykowe. Rozwiązanie takie nie blokuje możliwości podłączenia urządzeń różnych standardów SCSI, i nie wymusza stosowania kilku kontrolerów w komputerze.

SCSI - typy złącz

Pomimo tego, że magistrala SCSI występuje tylko w dwóch różnych standardach jeżeli chodzi o ilość linii, 68-stykowy WIDE i 50-stykowy NARROW, różnorodność spotykanych złączy jest dość duża. Jednolitość zachowano jedynie wśród złączy urządzeń wewnętrznych. W standardzie NARROW, złącze urządzenia wewnętrznego jest dwurzędowe szpilkowe "męskie" (2x25-pin). Kabel wewnętrzny do urządzeń NARROW ma postać taśmy 50-cio żyłowej z zainstalowanymi złączami "żeńskimi" (2x25-pin). Na taśmie NARROW spotyka się od dwóch do ośmiu złączy. W standardzie WIDE, złącze urządzenia wewnętrznego jest złączem 68-stykowym "żeńskim", tzw. MIKRO DSUB. Na taśmie WIDE, są instalowane złącza MIKRO DSUB-68 "męskie" (w ilości od dwóch do szesnastu).



NARROW - 50pin



WIDE - 68pin

Rysunek 7 Złącza taśm wewnętrznych SCSI.

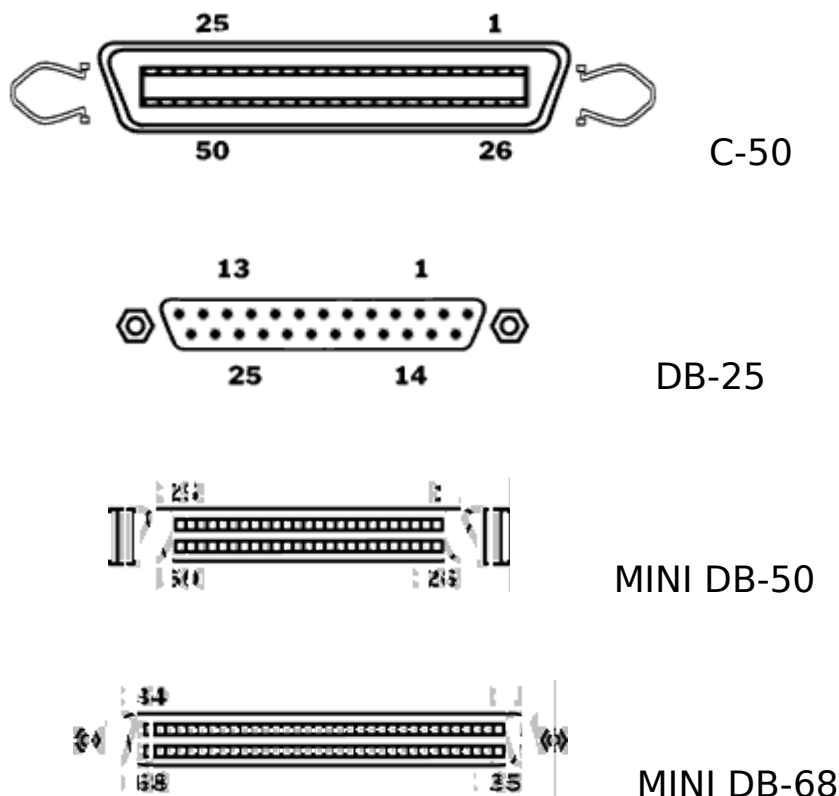
Na kontrolerach i na urządzeniach zewnętrznych SCSI można spotkać kilka typów złączy. Jednym z pierwszych, uznanych za klasyczne złącze zewnętrzne SCSI jest 50-cio stykowe złącze CENTRONICS (C-50), spotykane w standardach SCSI-1 i SCSI-2. Występuje na kontrolerach ISA np. ADAPTEC 1542B, ADAPTEC 1522. Można je spotkać w większości urządzeń zewnętrznych (CD-ROM, CD-R/W, dyski HDD i.t.d.).

W komputerach rodziny MACINTOSH za standard wybrano złącze 25-cio stykowe DSUB (DB-25). Spotykane w starszych modelach komputerów APPLE, na prostszych kontrolerach np. ADAPTEC 1505, TRIPACE 910, oraz w wielu skanerach SCSI. W nowszych standardach FAST SCSI-2 i ULTRA SCSI zaczęto stosować złącza 50-cio stykowe MINI DSUB (MINI DB-50). Spotyka się je praktycznie na wszystkich kontrolerach PCI (ADAPTEC 2940, TEKRAM DC390, INITIO CI-2500). Można je spotkać również w nowszych urządzeniach takich jak napędy MAGNETO OPTYCZNE, CD-R/W, małe skanery do slajdów.

Standard WIDE wymusił stosowanie złączy 68-mio stykowych. Na kontrolerach i urządzeniach zewnętrznych WIDE stosuje się złącza MINI DSUB (MINI DB-68). Są one bardzo podobne do złączy wewnętrznych (w szczególności, urządzenia zewnętrzne można podłączyć taśmą wewnętrzną).

Ogólna zasada stosowania złączy zewnętrznych przyjmuje stosowanie złączy "żeńskich" (gniazd) w urządzeniach i złączy "męskich" (wtyków) na kablach.

Zestawienie złączy zewnętrznych SCSI przedstawiono na poniższym rysunku.



Rysunek 8 Złącza zewnętrzne SCSI.

Serial SCSI

Wyróżnia się trzy wersje Serial SCSI. Są to :

- FC-AL.

- Serial Attached SCSI
- SSA

Wyróżniają się one całkowitą zmianą w stosunku do tradycyjnych, równoległych standardów SCSI. Działają poprzez komunikację szeregową.

SSA

Serial Storage Architecture jest protokołem transmisji szeregowej używanym przy podłączaniu dysków do serwerów. Został wymyślony przez Ian'a Judd'a z firmy IBM w 1990 roku. IBM wyprodukował serię udanych produktów opartych na tym standardzie przed opanowaniem rynku przez łącza światłowodowe.

Wszystkie komponenty w typowym podsystemie SSA są połączone przez kable dwukierunkowe. Dane wysyłane z adaptera mogą być przesyłane różnym kierunkiem w pętli aż do celu. SSA wychwytuje błędy i automatycznie przekonfiguruje system w celu podtrzymywania transmisji.

Umożliwia podłączenie aż 192 dysków twardych w jednym systemie bez konieczności wyłączania systemu.

FC-AL

Fibre Channel - jest to standard magistrali szeregowych definiujący wielowarstwową architekturę służącą przesyłaniu danych przez sieć. Fibre Channel definiuje atrybuty warstwy fizycznej, transportowej a także obsługę protokołów wyższych warstw takich jak TCP/IP, SCSI-3 i innych. Jest stosowany w sieciach SAN.

Historia

Początek opracowania protokołu Fibre Channel datowany jest na 1988 rok. Protokół ten miał być uproszczoną wersją magistrali HIPPI wykorzystywanego do łączenia ze sobą superkomputerów. HIPPI wykorzystywał do podłączenia masywnych 50-parowych przewodów za pomocą ogromnych wtyczek, posiadał także bardzo ograniczoną długość. Fibre Channel stworzono początkowo jako uproszczenie kabli i wtyczek oraz zwiększenie długości przewodów a nie zwiększenia prędkości medium. Dopiero w późniejszym czasie skupiono się nad obsługą protokołu SCSI, dzięki czemu udostępniono o wiele większe przepływności i elastyczność w podłączaniu większej liczby urządzeń. W dalszej kolejności dodano obsługę kolejnych protokołów wyższych warstw, wspomnianego SCSI, ATM oraz TCP/IP. Mimo tego SCSI pozostało głównym protokołem wykorzystywanym w FC.

Opis

Fibre Channel jak wiele innych znanych protokołów jest protokołem warstwowym. Zawiera 5 warstw, nazwanych:

FC0 Warstwa fizyczna zawierająca kable, światłowody, złącza, itp.

FC1 Warstwa łącza danych która implementuje 8b/10b kodowanie i dekodowanie sygnałów.

FC2 Warstwa sieci, zdefiniowana przez standard FC-PH, zawierający rdzeń protokołu FC.

FC3 Warstwa implementująca zewnętrzne funkcje które rozciągają się pomiędzy wieloma portami urządzenia FC.

FC4 Warstwa aplikacji lub enkapsulacji protokołów wyższych warstw, odpowiedzialna jest za przesyłanie danych innych protokołów po protokole FC.

Obecnie produkty Fibre Channel pracują z przepływnościami odpowiednio 1 Gbit/s and 2 Gbit/s. Standardy szybkości 4 Gbit/s i 10 Gbit/s zostały ratyfikowane lecz bardzo niewielu producentów zdecydowało się opracować produkty w oparciu o te standardy. Standard 8 Gbit/s jest obecnie opracowywany. Produkty oparte o standardy 1, 2 and 4 Gbit/s powinny ze sobą współpracować, jakkolwiek standard 10 Gbit/s wymaga całkowitej zmiany.

Standard Serial Attached SCSI (SAS)

SAS jest nową generacją dysków twardych SCSI stworzonych w celu umożliwienia wyższych prędkości transferu danych. Transmisja jest realizowana poprzez komunikację szeregową, a nie jak to było w tradycyjnym SCSI – przez komunikację równoległą.

SAS umożliwia podpięcie 16,256 adresowalnych urządzeń, maksymalny transfer danych wynosi 3Gbit/s. Do roku 2010 szacowany jest wzrost owej prędkości aż do 10 Gbit/s. Złącze SAS jest dużo mniejsze niż złącze tradycyjnego równoległego SCSI.

SAS zapewnia trzy protokoły transferu :

- Serial SCSI Protocol (SSP) – wspomagający dyski SAS
- Serial ATA Tunneling Protocol (STP) – wspomagający dyski SATA
- Serial Management Protocol (SMP) – wspomagający ekspandery SAS.

Serial Attached SCSI jest kolejnym krokiem rozwoju standardu interfejsu. Technologia SAS rozszerza możliwości rozwiązań opartych o SCSI z Ultra320 do następnej generacji serwerów oraz stacji roboczych, zachowując równocześnie kompatybilność z modelami starszej generacji. Fizyczna warstwa interfejsu SAS jest kompatybilna z systemem SATA, użytkownicy będą mogli stosować system SAS zarówno z dyskami twardymi SATA jak i SAS lub z obydwojema jednocześnie. Technologia SAS charakteryzuje się wysoką przepustowością oraz poziomem łączności, zachowując funkcjonalność oraz wysoki poziom niezawodności. Wymagania organizacji w zakresie pamięci masowej ciągle wzrastają, stają się bardziej złożone. Czynniki takie jak konsolidacja centrów danych, bezpieczeństwo, skalowalność oraz możliwość łatwego dostępu stają się kluczowymi cechami charakteryzującymi sprawny i wydajny system. Centra danych w organizacjach muszą funkcjonować on-line i bez przerwy, wykonywać równocześnie polecenia od dużej ilości użytkowników. Serial Attached SCSI sprostą wszystkim wymaganiom stawianym przez współczesne organizacje, zachowując równocześnie wysoki poziom wydajności oraz optymalne możliwości pojemności.