

# Dyski twarde

M@rek Pudelko

UTK

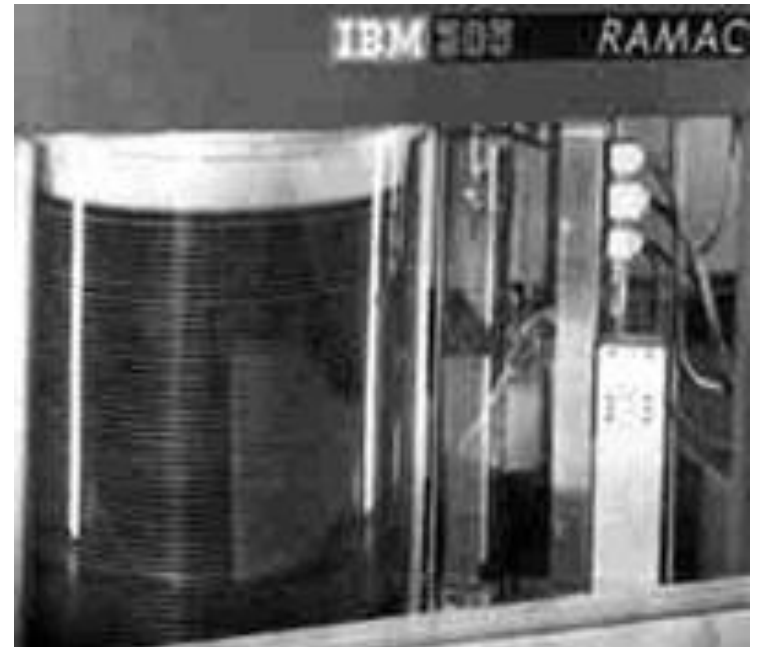
# Dysk twardy

- Pamięć masowa gromadząca dane na talerzach magnetycznych



# Pierwszy w historii twardy dysk pojawił się **13 września 1956r.**

- Był to **RAMAC 350** (*Random Access Method of Accounting and Control*) zaprezentowany przez IBM.
- Mieścił 5 milionów znaków (czyli ok. 5 MB), zapisując je na pięćdziesięciu 24-calowych talerzach.
- Gęstość powierzchniowa zapisu wynosiła 2 kb/cal kwadratowy, a szybkość odczytu: 8800 bajtów na sekundę.



# Parametry twardych dysków

- **pojemność** (kilkadziesiąt GB do kilku TB),
- **liczba głowic odczytu/zapisu** (od kilku do kilkudziesięciu),
- **liczba cylindrów** (kilka tysięcy) - ścieżki o tych samych numerach na powierzchniach roboczych dysków nazywane są cylindrami,
- **średni czas dostępu** (kilka milisekund) (*ang. Average Access Time*)
  - **średni czas poszukiwania** potrzebny do umieszczenia głowicy na wybranym cylindrze (*ang. Average Seek Time*)
  - **Opóźnienie rotacyjne** potrzebne do umieszczenia głowicy nad odpowiednim sektorem (*ang. Rotational Latency*), które przy szybkości dysków równej 7200 obr/min wynosi ok. 4 milisekundy

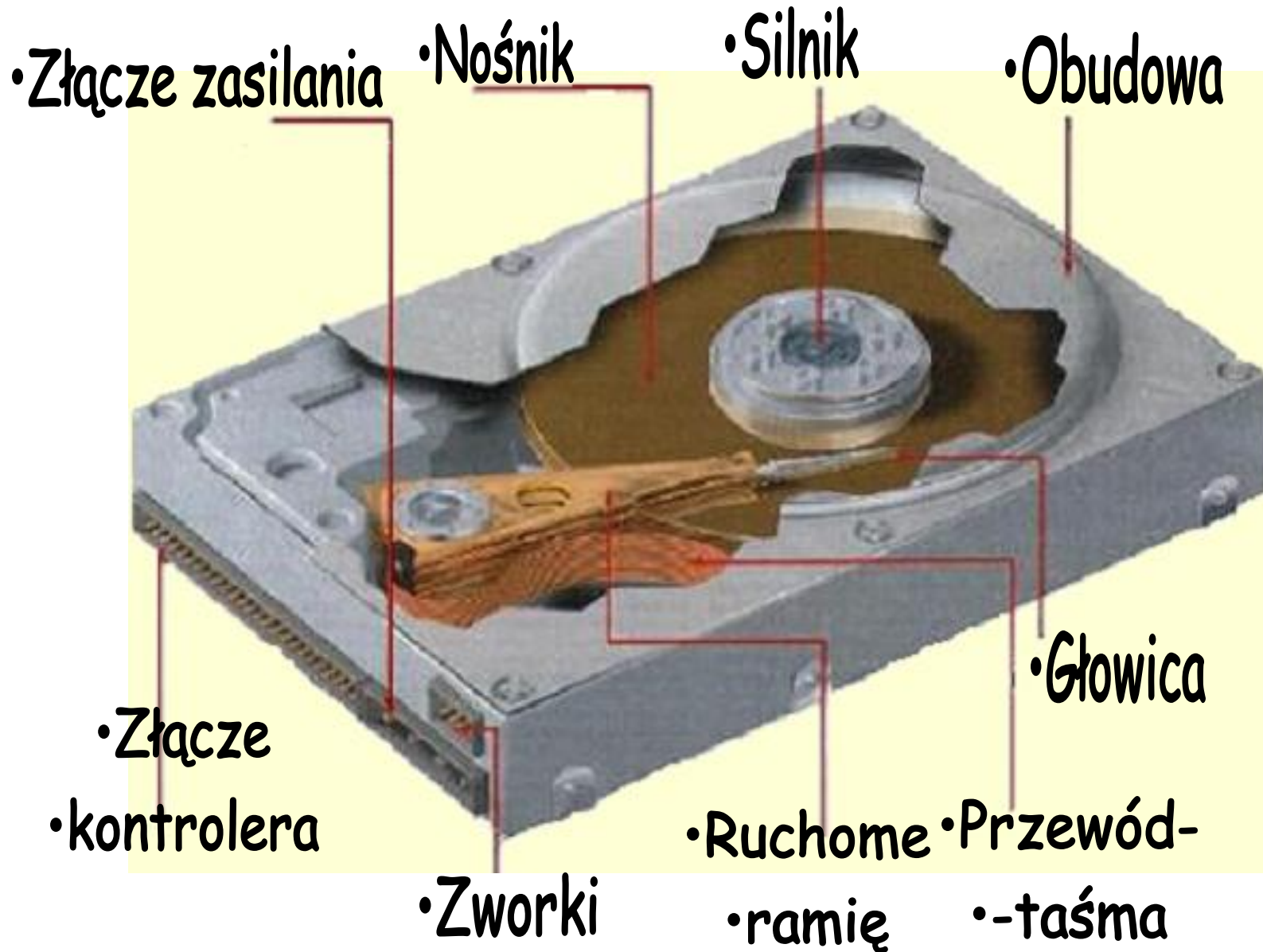
# Parametry twardych dysków

- **prędkość obrotowa dysku** (5400, 7200, 10000 obrotów na minutę),
- **szybkość transmisji danych** (kilka – kilkaset megabajtów/sekundę),
- **wielkość bufora cache** (pamięć buforowa kontrolera dysku: 128 KB – 32 MB),
- **zasilanie** (+12V, +5V),
- **moc pobierana** (od kilku do kilkunastu watów).

# **Najważniejsze parametry dysków, interesujące użytkownika**

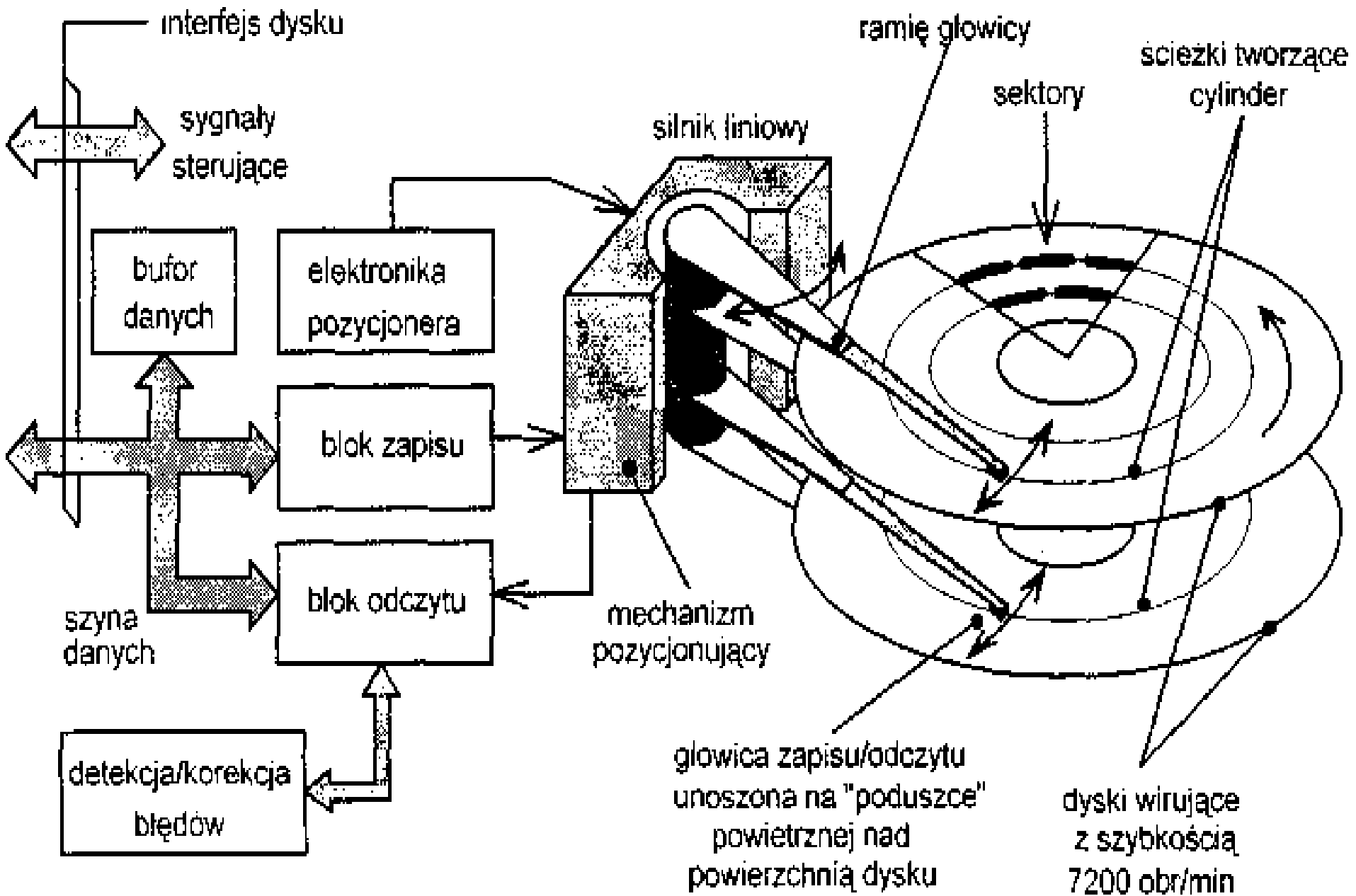
- pojemność dysku,
- szybkość transmisji (tzw. transfer lub przepustowość)
- średni czas dostępu.

# • Budowa dysku twardego





# Zasada działania twardego dysku



*Rys. 9.1 Schemat blokowy dysku twardego*

# Opis pracy

- Każdy dysk pamięci ma dwie głowice (dla jego dolnej i górnej powierzchni)
  - Głowice utrzymywane są na sprężynujących ramionach
  - wszystkie ramiona głowic są ze sobą połączone i poruszają się synchronicznie, napędzane pozycjonerem.
  - W stanie spoczynku głowice znajdują się na ścieżce parkującej dysku.
- Gdy dysk zaczyna wirować, poduszka powietrzna wytworzona przy powierzchni, unosi głowice na wysokość mniejszą niż 1 mikrometr.
- Pozycjoner przemieszcza głowice na wybrany cylinder.
  - Pozycjonery są zbudowane w oparciu o silnik liniowy (elektromagnetyczny)
  - same parkują głowice po wyłączeniu zasilania, gdyż sprężyna automatycznie odciąga je do położenia parkowania.

# Opis pracy

- Pracą mechanizmu sterują układy elektroniki, zawierające:
  - blok zapisu
  - blok odczytu z detekcją i korekcją błędów
  - sterowanie pozycjonera.
- Współczesne dyski mają bufor danych (o pojemności 1 MB - 32 MB)
  - zwany dyskową pamięcią podręczną (Cache), umożliwiający zwiększenie szybkości transmisji.
- Z dysku podczas odczytu wczytuje się do pamięci Cache, interesujące nas w danej chwili sektorów jak i sektory następujące po nich.
  - Jeśli dane te zostaną zażądane nieco później, to nie muszą być odczytywane z dysku, lecz przywołane są z pamięci Cache.

# Formatowanie

- Dysk gotowy jest do pracy dopiero wtedy, gdy zostanie sformatowany przez producenta lub użytkownika.
- Formatowanie polega na podziale dysku na ścieżki i sektory.
- Jest to tzw. formatowanie niskiego poziomu lub formatowanie fizyczne.

# Metody zapisu

- ***Zone Bit Recording*** - ZBR.
- Technika podziału miejsca na dyskach.
- liczba sektorów na ścieżkę nie jest wartością stałą – zależy od położenia ścieżki.
  - Ścieżki zewnętrzne dzielone są na większą liczbę sektorów (np. 300 sektorów)
    - mogą pomieścić większą ilość informacji (są po prostu dłuższe),
  - Ścieżki leżące bliżej środka dysku zawierają mniej sektorów (np. 200).

# Główce zapisu/odczytu

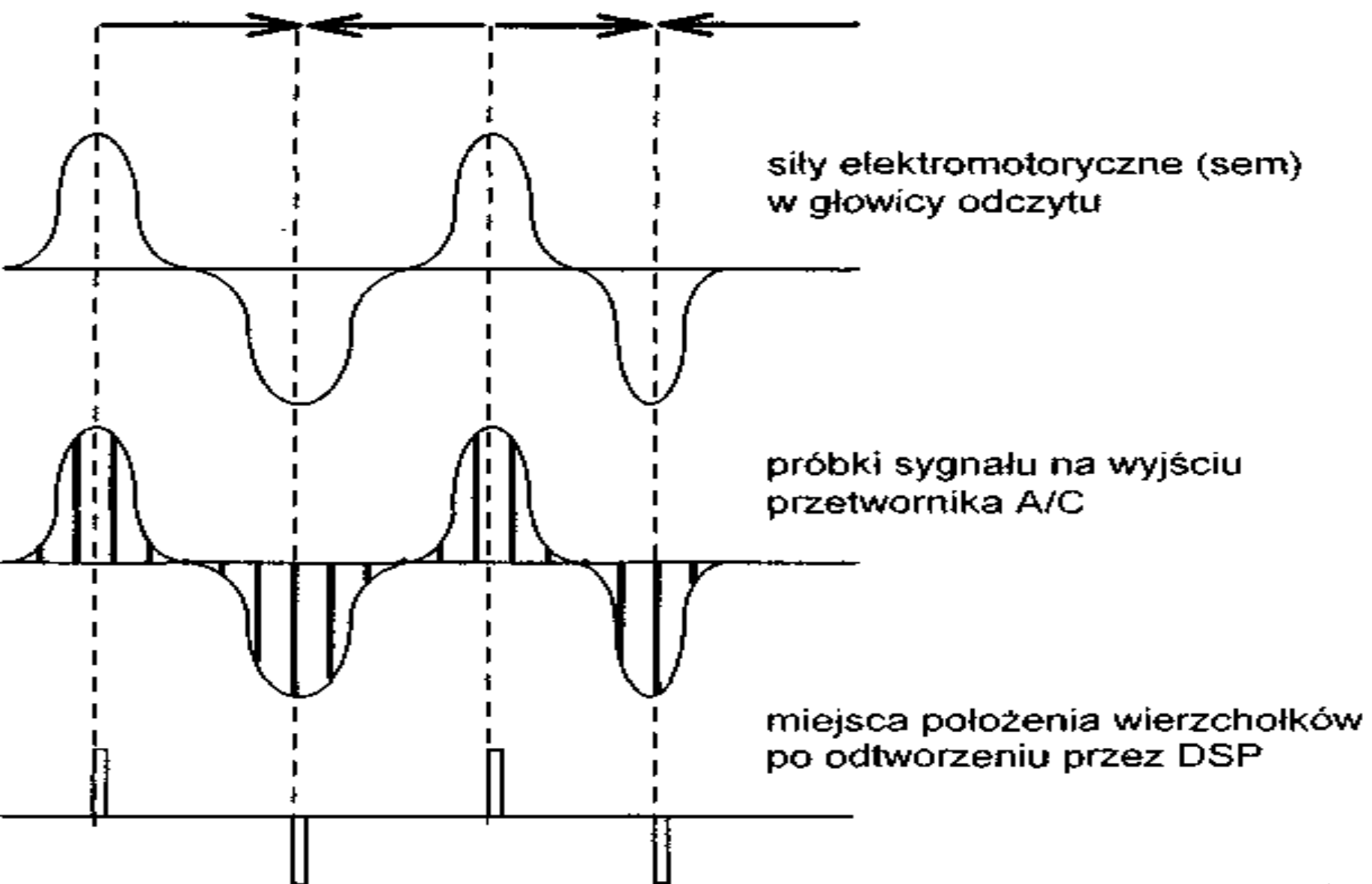
- Zespół głowic zapisu/odczytu, składa się z
  - cienkowarstwowej magnetycznej głowicy zapisu,
    - wyposażonej w miniaturową cewkę o niewielkiej indukcyjności (więc o małej bezwładności)
  - magnetorezystywnej (MR) głowicy odczytu,
    - w której wykorzystywane są zmiany rezystancji specjalnego materiału magnetycznego pod wpływem zmian pola magnetycznego.
    - Głowice MR posiadają zdecydowanie większą czułość od głowic tradycyjnych z cewkami, mogą więc odczytywać słabsze pola magnetyczne (pochodzące od mniejszych, bardziej upakowanych domen).

# Odczyt danych

- Dotychczasowe metody odczytu informacji z dysku polegały na wykrywaniu wierzchołków odczytywanych sił elektromotorycznych (*tzw. Peak Detectiori*).
  - Przy wysokiej gęstości zapisu oraz dużej prędkości obrotowej dysków mogą powstawać zniekształcenia tych wierzchołków
- Metoda odczytu **PRML** pozwala bezbłędnie rozpoznać szczyt sygnału sem mimo występujących zakłóceń.
- Metoda ta wykorzystuje dwa mechanizmy: **Partial Response i Maximum Likelihood**.
  - Technika Partial Response polega na próbkowaniu analogowego sygnału odczytywanego przez głowicę MR za pomocą przetwornika A/C.
  - Na podstawie uzyskanych próbek specjalny układ wyposażony w procesor DSP, korzystając z metody największego prawdopodobieństwa (Maximum Likelihood) określa miejsce położenia wierzchołka sem.
  - Dzięki tej nowej technologii możliwe jest zmniejszenie wymiarów domen magnetycznych a więc wzrost gęstości zapisu



Informacja zapisana na dysku  
namagnesowany nośnik (domeny)



*Rys. 9.2 Metoda odczytu PRML*

# Szybkość transmisji

- **szybkość transmisji** jest funkcją prędkości obrotowej dysków, która 7200 a nawet 10 000 obrotów na minutę.
  - Obliczmy chwilową szybkość transmisji dla hipotetycznego dysku wirującego z szybkością 5400 obr/min. (90 obr/s) i posiadającego 300 sektorów 512 bajtowych na zewnętrznej ścieżce:  $90 \text{ (obrotów/sek)} \times 300 \text{ (sektorów)} \times 512 \text{ (bajtów)} = 13,824 \text{ MB/s}$  (ok. 110 Megabitów/s).
- Dane odczytywane z dysku z tą szybkością, ładowane są do bufora, a następnie przesyłane do pamięci operacyjnej komputera.
  - Przepustowość interfejsu nie może być więc mniejsza, niż szybkość odczytu danych z dysku.

# Ćwiczenie

- Oblicz przepustowość dysku twardego:
  - Prędkość obrotowa – 7200 obr/min
  - Ilość sektorów 500
  - Wielkość sektora 512 Bajtów
- Jaką będzie miał przepustowość?
- Jakie interfejsy będą w stanie to obsłużyć?

# Szybkość transmisji

- Od prędkości obrotowej dysków zależy również opóźnienie (ang. latency) w dostępie do wybranego sektora.
  - Im większa prędkość wirowania dysku tym krótsze opóźnienie rotacyjne.
- Ważnym parametrem jest czas przejścia głowicy ze ścieżki na ścieżkę, zwłaszcza przy transmisji dużych plików.
  - Konstruktorzy dysków nieznacznie opóźnili początki kolejnych ścieżek, tak by po przeczytaniu całej ścieżki głowica *zdążyła* przesunąć się na ścieżkę następną i trafić na jej początek
  - technika ta nosi nazwę **Cylinder Skewing**

# System zarządzania poborem mocy

- System (ang. **Power Management**) wyłącza silnik dysku i zaparkowuje głowicę, po pewnym czasie od momentu ostatniej operacji we/wy wykonanej na dysku.
- Przejście dysku najpierw w stan jałowy (ang. **Idle**), a następnie uśpienia (ang. **Sleep lub Standby**) powoduje znaczące zmniejszenie poboru mocy.
- System **Power Management** powoduje nawet dziesięciokrotnie zmniejszenie poboru mocy przez nie używany dysk.

# S.M.A.R.T.

- **S.M.A.R.T.** (ang. Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology)
- elektronika dysku monitoruje i analizuje oraz raportuje stan urządzenia (np. wysokość lotu głowicy, czas uzyskania nominalnej prędkości obrotowej, itd.).
- Jeśli postępuje degradacja tych wielkości, układy kontroli wysyłają wtedy ostrzeżenie, że dysk może ulec uszkodzeniu.

# Interfejsy dysków

- Obecnie występują trzy typy interfejsów dyskowych:
  - **E-IDE (ATA),**
  - **SCSI**
  - **S-ATA**

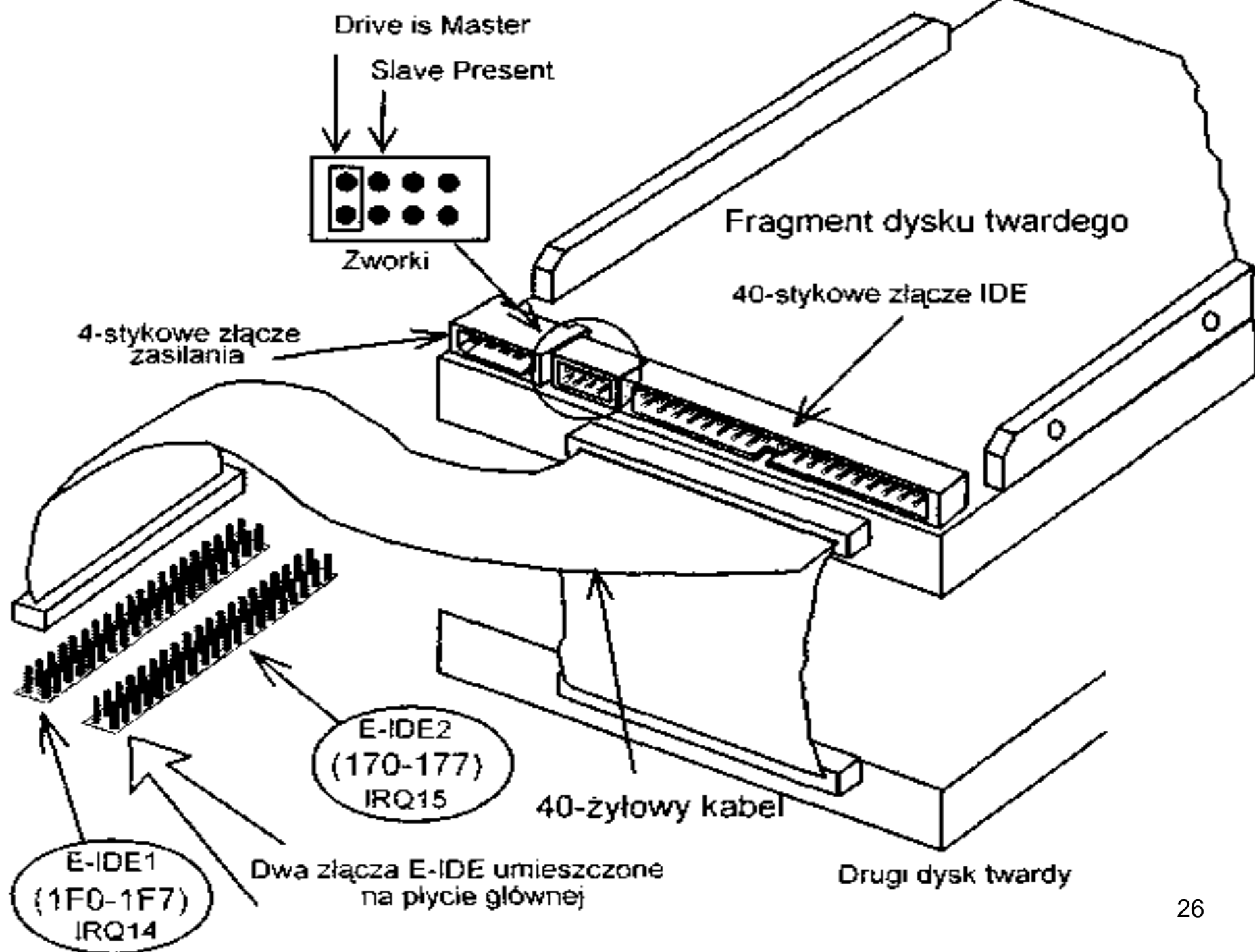
# IDE

- Interfejs IDE wprowadzono w połowie lat osiemdziesiątych, po raz pierwszy w komputerach IBM PC.
  - Standard ten otrzymał również nazwę ATA - *Advanced Technology Attachment*.
- IDE wyposażono w 16-bitową szynę danych, do współpracy z magistralą ISA.
  - Dyski z interfejsem IDE posiadają zintegrowaną z mechanizmem elektronikę: układy zapisu i odczytu danych oraz układy sterowania (stąd nazwa interfejsu IDE - *Integrated Drive Electronics*).

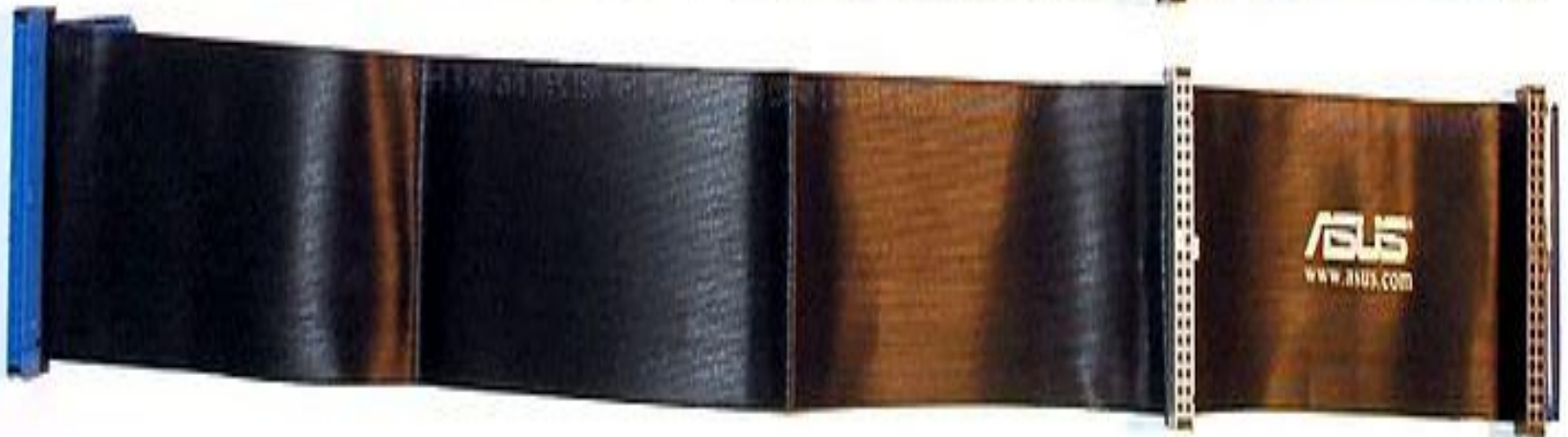


# IDE

- Interfejs IDE/ATA i późniejsze jego odmiany wyposażony jest (od początku swojego istnienia) w 40-stykowe złącze. Ze złącza tego usunięto styk 20 by uchronić dysk przed nieprawidłowym podłączenia kabla. Długość kabla interfejsu nie powinna przekroczyć 18 cali.







# Interfejs IDE

- Ograniczenie pojemności twardego dysku
  - 504 MB. (większych nie obsługiwał BIOS starszych komputerów IBM PC)
- Niska przepustowość magistrali ISA
  - szybkość transmisji danych nie mogła być większa niż 8,33 MB/s
- Interfejs pozwalał dołączyć do systemu dwa dyski twarde.
  - Dwa złącza na taśmie



# Współpraca dysków IDE z pamięcią RAM

- Dyski IDE z RAM współpracują na 2 sposoby:
  - pod nadzorem procesora (tryb **PIO** - *ang. Programmed Input/Output*);
    - sygnały sterujące i adresy, niezbędne do przesłania informacji do/z pamięci operacyjnej generowane są przez procesor
    - W trakcie tej czynności procesor nie może wykonywać żadnych innych operacji. Tryb spowalnia pracę komputera
  - bezpośredni dostęp do pamięci (*ang. Direct Memory Access* - **DMA**)
    - Wymiana informacji pomiędzy pamięcią operacyjną a urządzeniem peryferyjnym zachodzi bez udziału procesora (który w tym czasie może wykonywać inne operacje);

# Tryb DMA

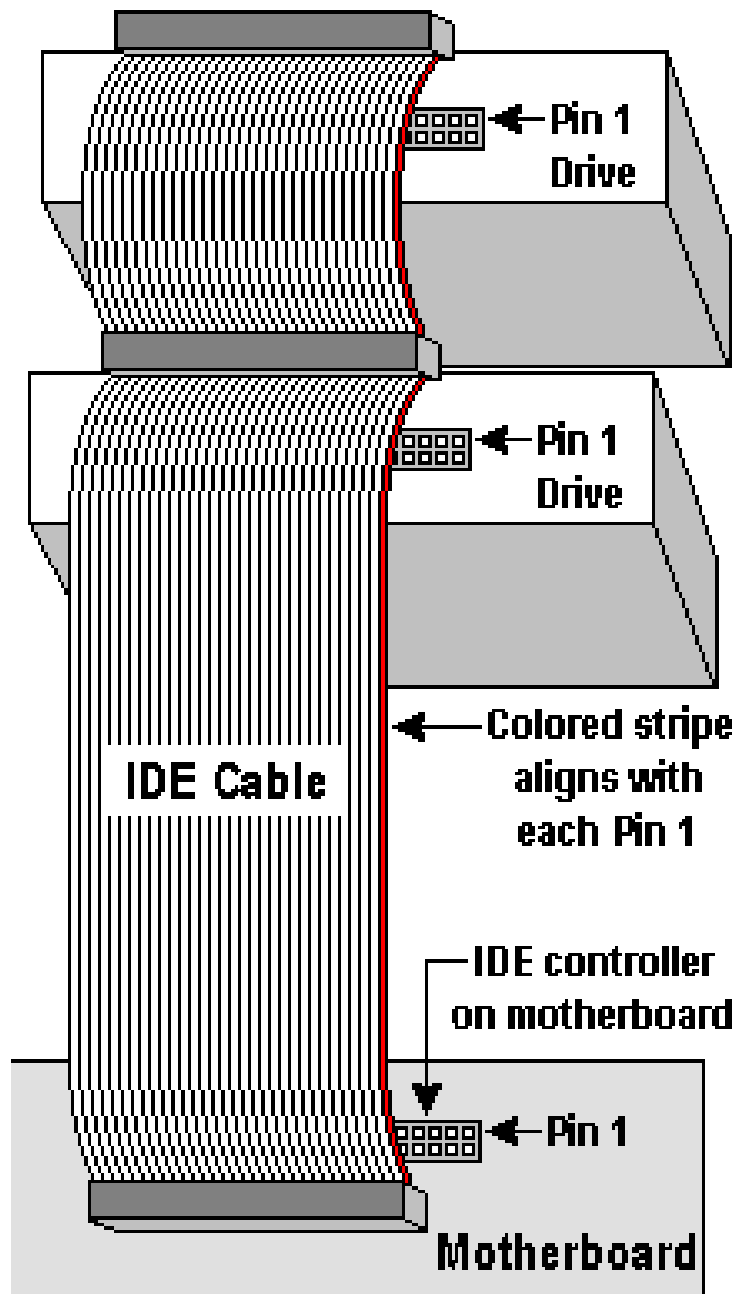
- Sterowanie operacją wejścia/wyjścia realizowane jest przez specjalny układ zwany kontrolerem DMA.
- Protokół PIO
- protokoły DMA
  - jednosłowy bezpośredni dostęp do pamięci - *ang. single word DMA*
  - wielosłowy, szybszy - *ang. multiword DMA*).

Tryby DMA	Tryby PIO	Szybkość transmisji (M B/s)
single word DMA 0		2,1
	<b>PIO 0</b>	3,33
single word DMA 1 multi word DMA 0		4,2
	<b>PIO 1</b>	5,22
single word DMA 2	<b>PIO 2</b>	8,33
	<b>PIO 3</b>	11,11
multi word DMA 1		13,3
multi word DMA 2	<b>PIO 4</b>	16,6
Ultra DMA mode 2		33,3
Ultra DMA mode 4		66,6
Ultra DMA mode 5		100



# IDE

- Płyty główne wyposażane są w dwa złącza (kanały) E-IDE, do których można podłączyć po dwa urządzenia.
- Żeby napędy wzajemnie się nie zakłócały ustawiano je w trybie Master - Slave.
  - **Master** oznaczało, że dany napęd jest nadrzędny,
  - **Slave** informowało, że napęd jest podrzędny,
- Wybór trybu dokonywano odpowiednio podłączając zworki na dysku twardym (DS – Disc Select).
  - Jeśli do taśmy podpinano tylko jeden dysk, był on domyślnie MASTER.
- Później umożliwiono automatyczny przydział priorytetu przez system.
- Wymagało to jednak zaznaczenie opcji CS (Cable Select) za pomocą zworki.
































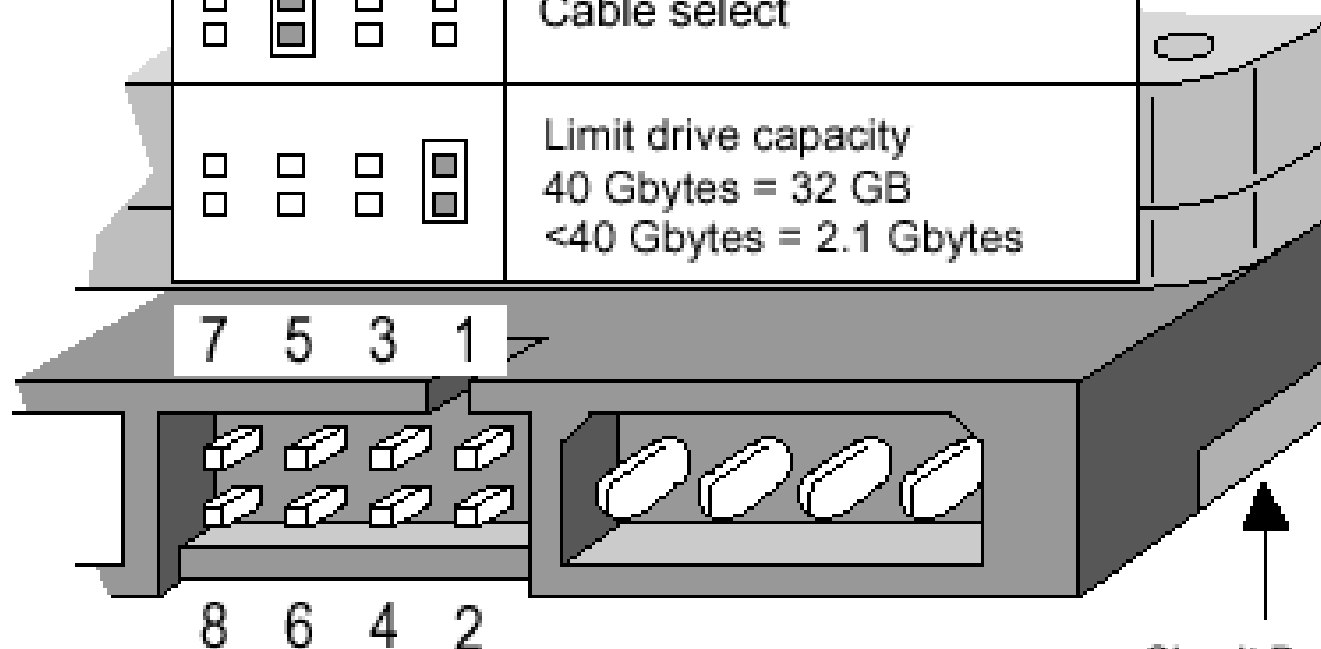
Master

Slave

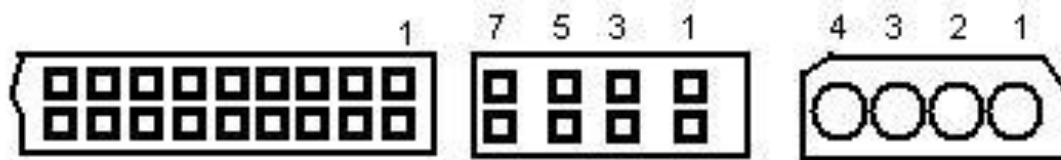
Złącze na płycie głównej

## Options jumper block

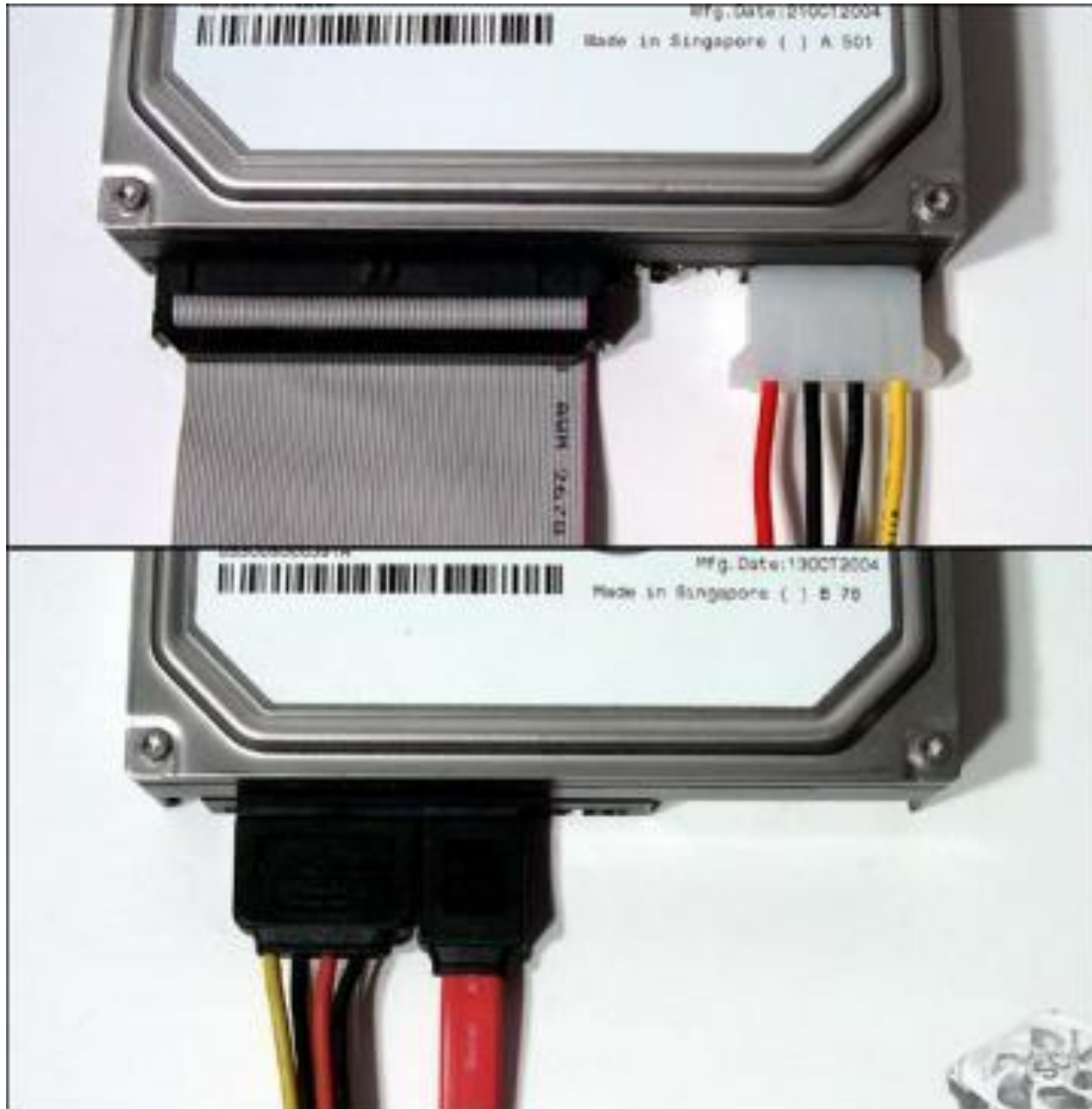
	   	Master or single drive
 	   	Drive is slave
 	   	Master with non ATA-compatible slave
 	   	Cable select
 	   	Limit drive capacity 40 Gbytes = 32 GB <40 Gbytes = 2.1 Gbytes



Circuit Board

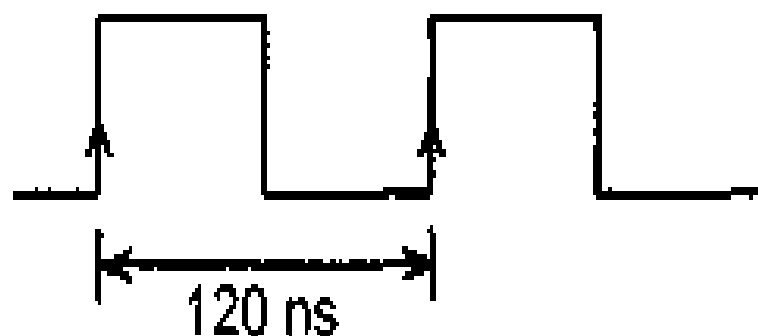


(7-8)	(5-6)	(3-4)	(1-2)	
				Limit capacity to 32 Gbytes
				Master or single drive
				Drive is a slave
				Master with a non -ATA- compatible slave
				Enable cable select



## Standardy ATA-2 i ATA-3

Przesyłanie danych synchronizowane jest narastającym zboczem impulsów Strobe (dane przesyłane są co 120 nanosekund)



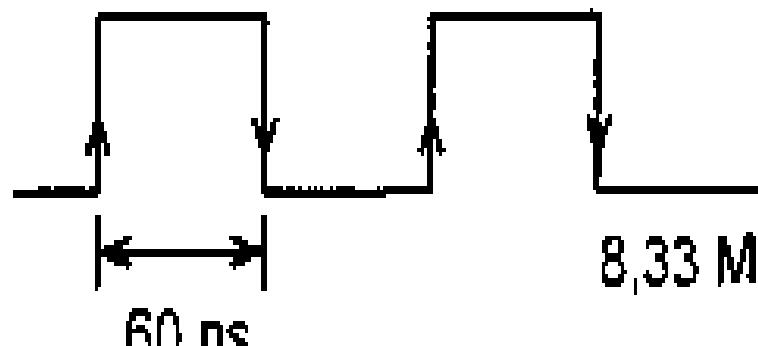
•Protokół multi word DMA i PIO 4

Szybkość transmisji:

$$8,33 \text{ MHz} \times 2 \text{ bajty} = 16,6 \text{ MB/s}$$

## Standard Ultra ATA

Przesyłanie danych synchronizowane jest narastającym i opadającym zboczem impulsów Strobe (dane przesyłane są co 60 nanosekund)

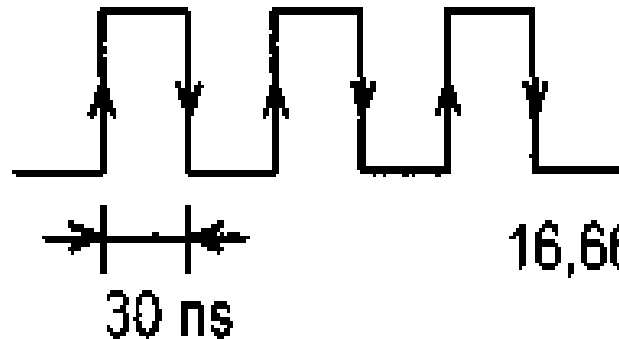


Szybkość transmisji:

$$8,33 \text{ MHz} \times 2 \text{ (zbocza)} \times 2 \text{ bajty} = 33,3 \text{ MB/s}$$

## Standard Ultra ATA/66

Przesyłanie danych synchronizowane jest  
narastającym i opadającym zboczem impulsów  
Strobe (dane przesyłane są co 30 nanosekund)

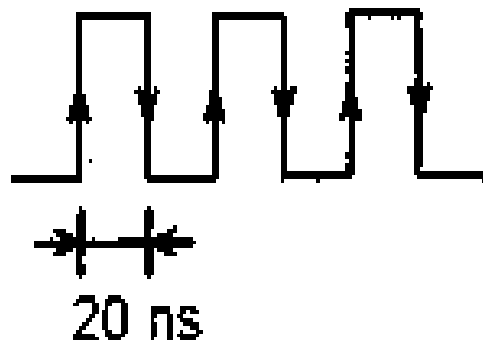


Szybkość transmisji:

$$16,66 \text{ MHz} \times 2 \text{ (zbocza)} \times 2 \text{ bajty} = 66,6 \text{ MB/s}$$

## Standard Ultra ATA/100

Przesyłanie danych synchronizowane jest  
narastającym i opadającym zboczem impulsów  
Strobe (dane przesyłane są co 20 nanosekund)




Szybkość transmisji:

$$25 \text{ MHz} \times 2 \text{ (zbocza)} \times 2 \text{ bajty} = 100 \text{ MB/s}$$

# Ćwiczenie

- Odczytaj parametry twardego dysku z obudowy
- Poszukaj więcej danych na jego temat w Internecie



 **Seagate**

U6 MODEL ST320410A

16383 CYL - 16 HDS - 63 SECT - LBA 39,102,336

20 GB



Model: ST320410A



P/N: 9T7001-037



HDA P/N: 100155902



Configuration Code: U1Y01



Configuration Level: DSMA3



Firmware: 3.34

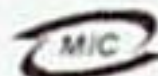
Date Code: 02202 Site Code: WU

Caution: Product warranty is void if sea shield cover, or any seal or label is removed, or if drive experiences shock in excess of 350 Gs.

中国产品

Product of China - 5

檢磁3902A213



E-H011-01-0714 (B)



Pojemność dysku ( <i>ang. Capacity</i> )	120 GB
Maksymalna wewnętrzna szybkość transmisji ( <i>ang. Maximum Internal Transfer Rate</i> )	570 Mbitów/s
Maksymalna zewnętrzna szybkość transmisji ( <i>ang. Maximum External Transfer Rate</i> )	100 MB/s (ATA) 150 MB/s (SATA)
Średnia szybkość transmisji ( <i>ang. Average Sustained Transfer Rate</i> )	27 -44 MB 's
Średni czas dostępu ( <i>ang. Average Seek Time</i> )	9ms
Średnie opóźnienie ( <i>ang. Average Latency</i> )	4,16 ms
Prędkość obrotowa dysku ( <i>ang. Spindle speed</i> )	7200 obr/min
Fizyczna liczba dysków ( <i>ang. Physical Disks</i> )	2
Fizyczna liczba głowic ( <i>ang. Physical Heads</i> )	4
Logiczna liczba cylindrów ( <i>ang. Logical Cylinders</i> )	16383
Logiczna liczba głowic ( <i>ang. Logical Read/Write Heads</i> )	16
Logiczna liczba sektorów ( <i>ang. Logical Number of Sectors</i> )	63
Liczba bajtów w sektorze ( <i>ang. Bytes per Sector</i> )	512
Bufor Cache	2MB

Niektóre prezentowane w tabeli parametry wymagają komentarza:

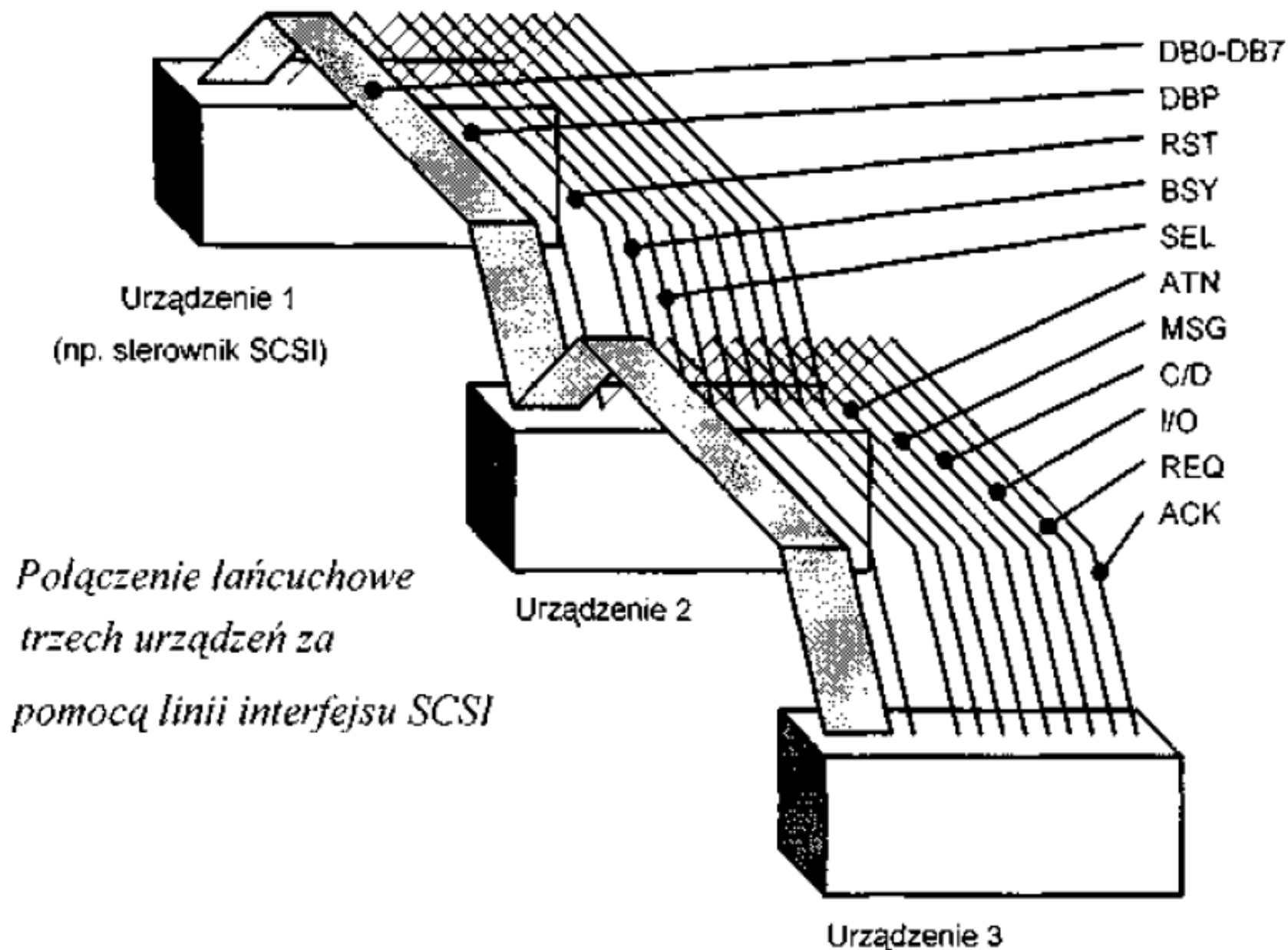
- wewnętrzna szybkość transmisji (to szybkość pomiędzy powierzchnią dysku a głowicą) jest maksymalna dla ścieżek zewnętrznych i wynosi 570 Mbitów/s (ok. 71 MB/s); natomiast dla ścieżek położonych bliżej środka dysku, wewnętrzna szybkość transmisji jest mniejsza,
- zewnętrzna szybkość transmisji - to szybkość przesłania danych pomiędzy kontrolerem dysku a pamięcią operacyjną (wg. standardu ATA 100-100 MB/s).

# SCSI

- SCSI (skrót z ang. Small Computer Systems Interface) – równoległa magistrala danych.
- Zazwyczaj stosowany do podpinania twardych dysków i napędów optycznych. Spotyka się też inne urządzenia – drukarki, skanery, plotery.
- System SCSI do niedawna był powszechnie wykorzystywany głównie w wysokiej klasy serwerach i stacjach roboczych.

# Opis SCSI

- Do magistrali SCSI można podłączyć 7 dodatkowych urządzeń (kontroler jest ósmym).
- Urządzenia łączymy w konfiguracji łańcuchowej (*ang. Daisy Chain*).
- Wszystkie linie interfejsu są wspólne dla wszystkich urządzeń
- Kabel łączy urządzenie pierwsze z drugim, drugie z trzecim, trzecie z czwartym, itd.
- Na końcowym urządzeniu umieszczamy terminator.



# Metoda pracy

- Specyfikacja SCSI umożliwia każdej dołączonej jednostce rozpoczynać transmisję danych.
- W praktyce najczęściej inicjuje to komputer (dokładniej sterownik SCSI), adresatem jest urządzenie zewnętrzne.
- Dostęp jednostek do magistrali rozstrzygany jest na drodze arbitrażu.

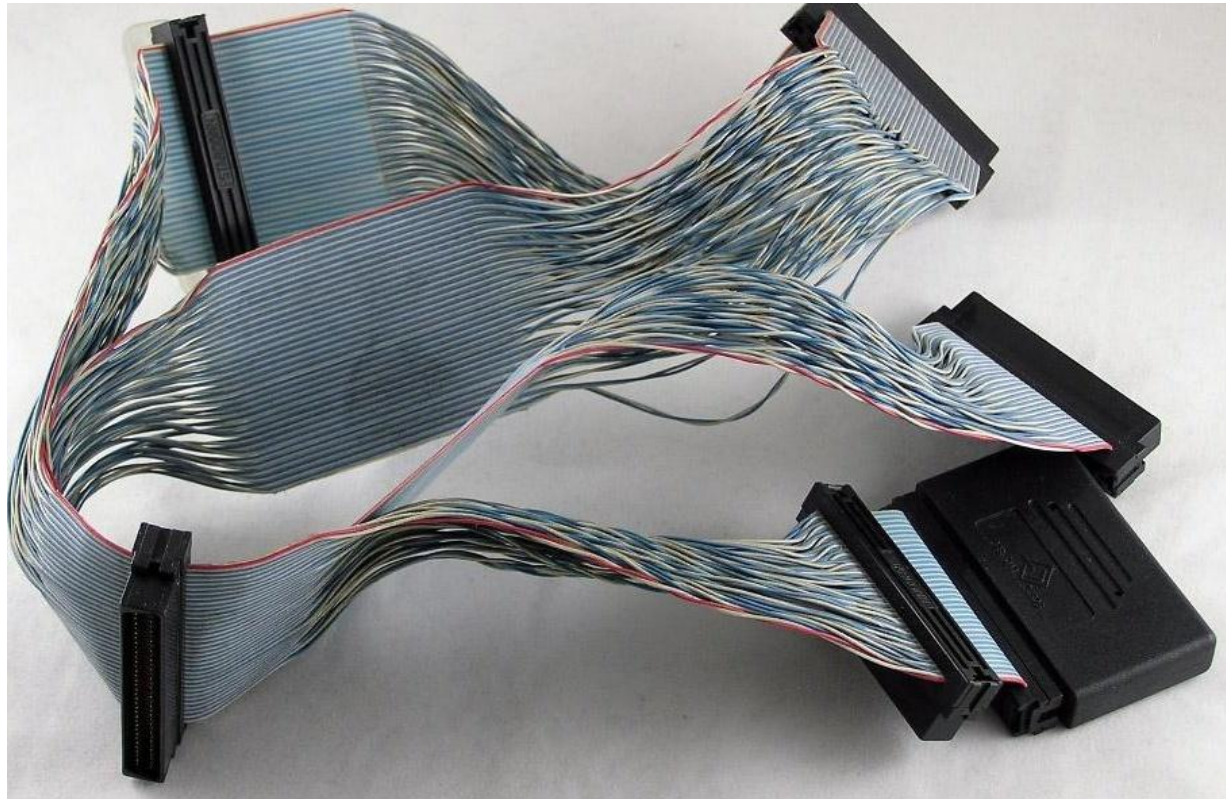
# Praca SCSI

- Praca magistrali SCSI przebiega w kilku podstawowych fazach:
  - Faza spoczynku
  - Faza wyboru
  - Faza transmisji
- Standard SCSI może pracować w dwóch trybach:
  - asynchronicznej transmisji danych
  - synchronicznej transmisji danych



# Kabel SCSI

- Kabel SCSI jest kablem 50-żyłowym.
- Kabel Wide –SCSI ma 68 żył.
- Każdej linii interfejsu odpowiadają dwa przewody:
  - Linia asymetryczna - przewód sygnałowy i przewód masy (maksymalna długość do 6 metrów)
  - Linia symetryczna - para skręconych przewodów (do 25 metrów)



# Terminator SCSI

- Przyczepiany na ostatnim urządzeniu SCSI, w celu tłumienia odbić sygnałów.
- Jego wartość jest równa impedancji falowej linii.



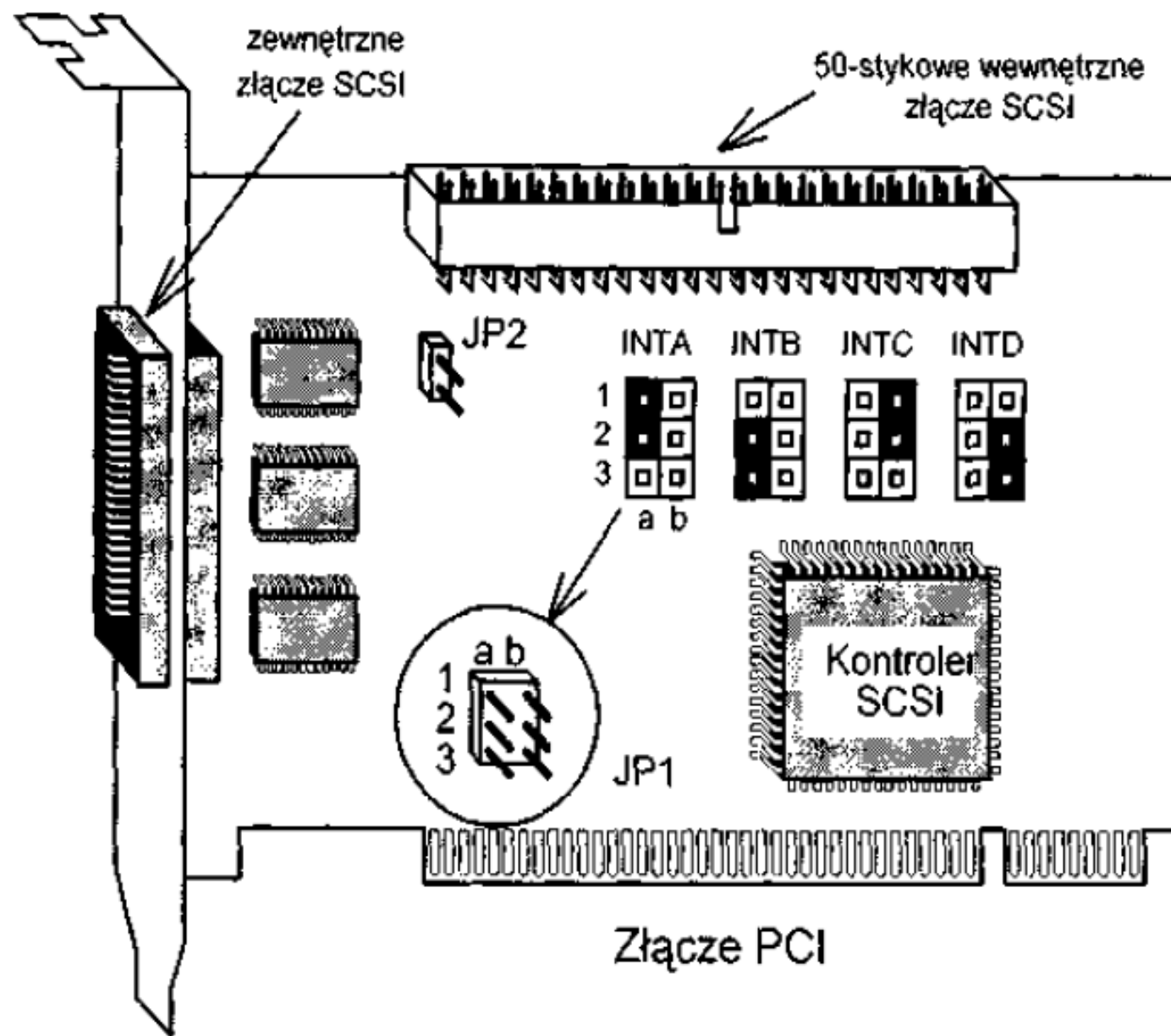
# Kontroler SCSI

- Umożliwia podpinanie urządzeń SCSI.



# Sterownik SCSI

- Dysk twardy łączony jest kablem interfejsu SCSI ze sterownikiem umieszczonym w gnieździe płyty głównej.
- Karty sterowników SCSI posiadają własny BIOS i nie korzystają z procedur obsługi dysku, zawartych w BIOS-ie płyty głównej,
  - Parametry dysków SCSI nie są ograniczane przez BIOS.



*Kontroler SCSI ze złączem PCI, wyposażony w dwa 50-stykowe złącza:  
zewewnętrzne i wewnętrzne*

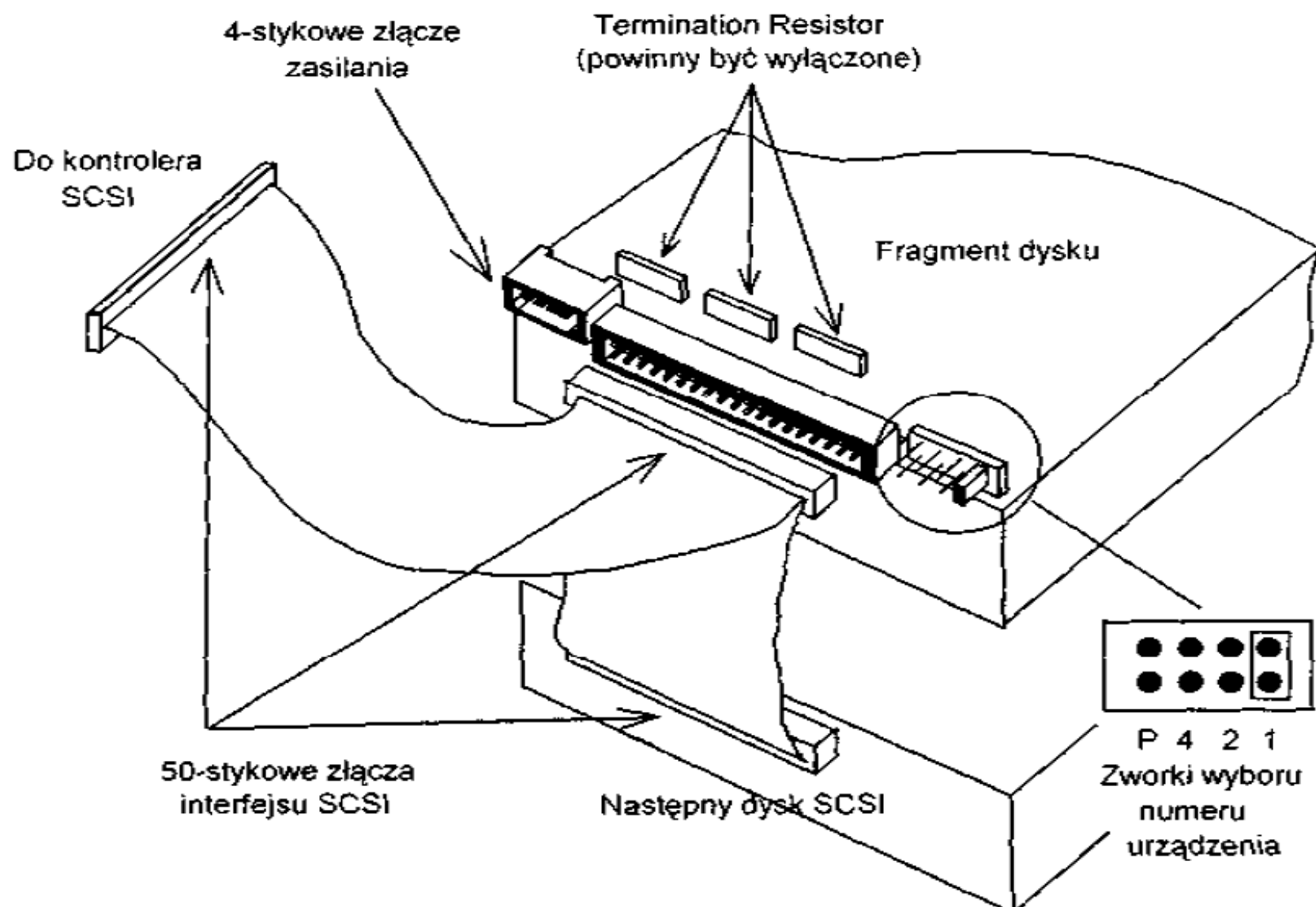
# Praca sterownika SCSI

- Karta posiada dwa 50-stykowe złącza interfejsu SCSI:
  - wewnętrzne - do łączenia z dyskami twardymi wewnątrz komputera
  - zewnętrzne, do podłączenia innych urządzeń (lub dodatkowych dysków twardych).
- Do obu tych złącz można dołączyć w sumie 7 urządzeń.
  - Karta wymaga ustawienia jedynie numeru jednego z czterech przerwań INTA, B, C, D (za pomocą zworek JP1)
  - Karta potrzebuje włączenia rezystorów tłumiących (JP2), gdy tylko do jednego z dwóch 50-stykowych złącz dołączone są urządzenia
  - Gdy oba złącza są w użyciu -rezystory tłumiące należy wyłączyć, gdyż karta sterownika nie jest na końcu "łańcucha".
- Karcie na stałe producent przyporządkował numer ID (nr urządzenia) równy 7.

# Praca z dyskiem SCSI

- Dysk twardy wymaga skonfigurowania
  - Należy ustawić numer twardego dysku (od 0 do 6)
  - Na niektórych dyskach, za pomocą specjalnej zworki należy ustawić kontrolę parzystości lub zrezygnować z niej.
  - Jeśli w komputerze będzie instalowanych więcej niż jeden twardy dysk, tylko na ostatnim włączyć terminatory (na pozostałych je wyłączyć).



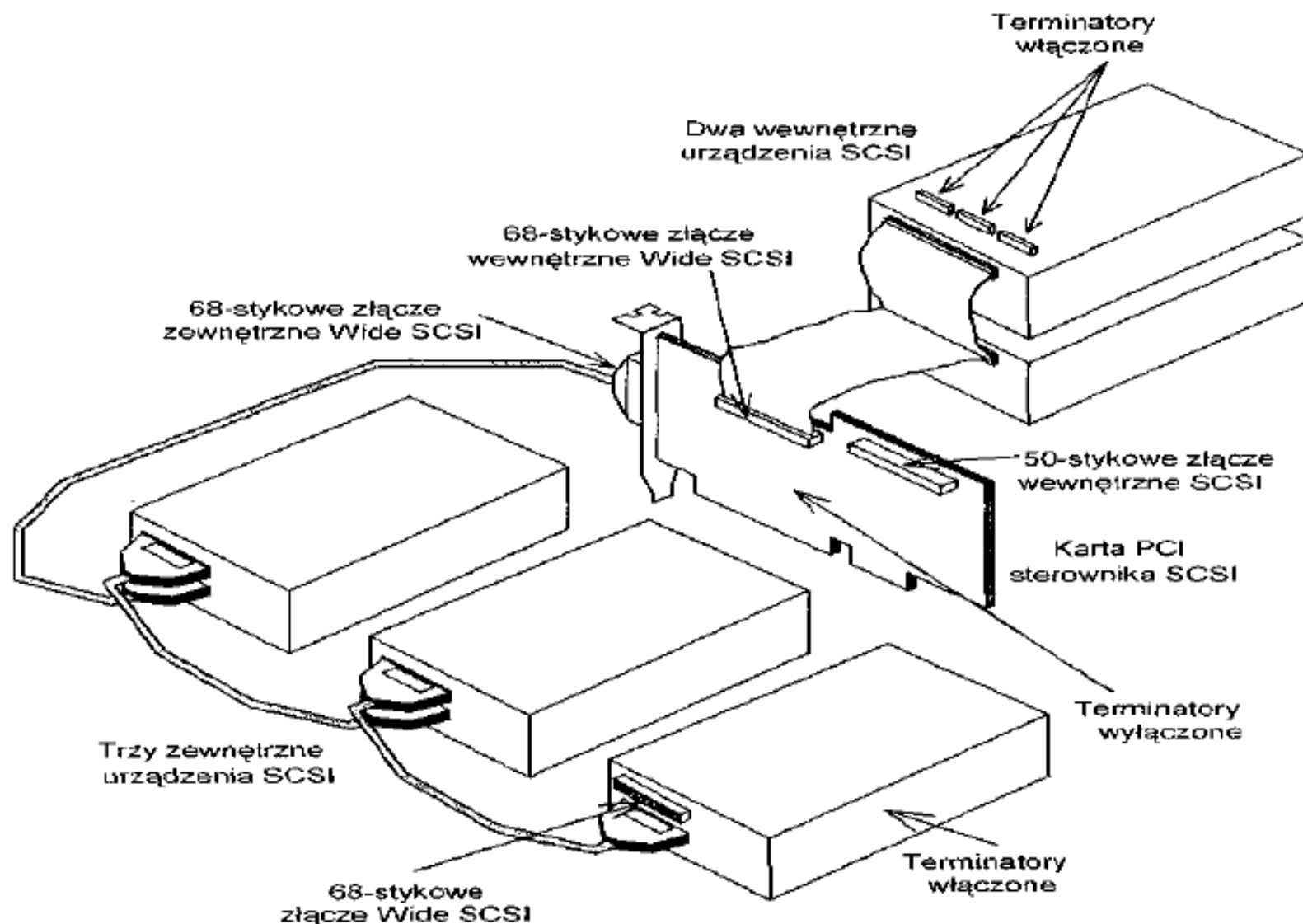


*Fragment dysku twardego SCSI - sposób podłączenia dysków do sterownika*



# Wide-SCSI

- Do zewnętrznego 68-stykowego złącza 16-bitowego można podłączyć 8 zewnętrznych urządzeń Wide-SCSI (nadając im numery 15 - 8).
- Do wewnętrznego 68-stykowego złącza można podłączyć 7 urządzeń nadając im priorytety 6-0.
- Przyjęto następujący porządek priorytetów: 7, 6 - 0, 15 - 8.
  - Sterownik SCSI ma ustawiony priorytet najwyższy - 7.
- Na końcu każdego "łańcucha" urządzeń dołączonych do sterownika muszą być włączone terminatory (zwane również *Resistor Networks*). W przykładzie z rysunku, karta sterownika nie znajduje się na żadnym z końców "łańcucha", więc nie powinna mieć włączonych terminatorów.



**Rys. 9.10** Wykorzystanie współczesnej karty sterownika dysków wyposażonej w 50-stykowe złącze wewnętrzne SCSI i dwa 68-stykowe złącza interfejsu Wide-SCSI

# Podział technologii SCSI

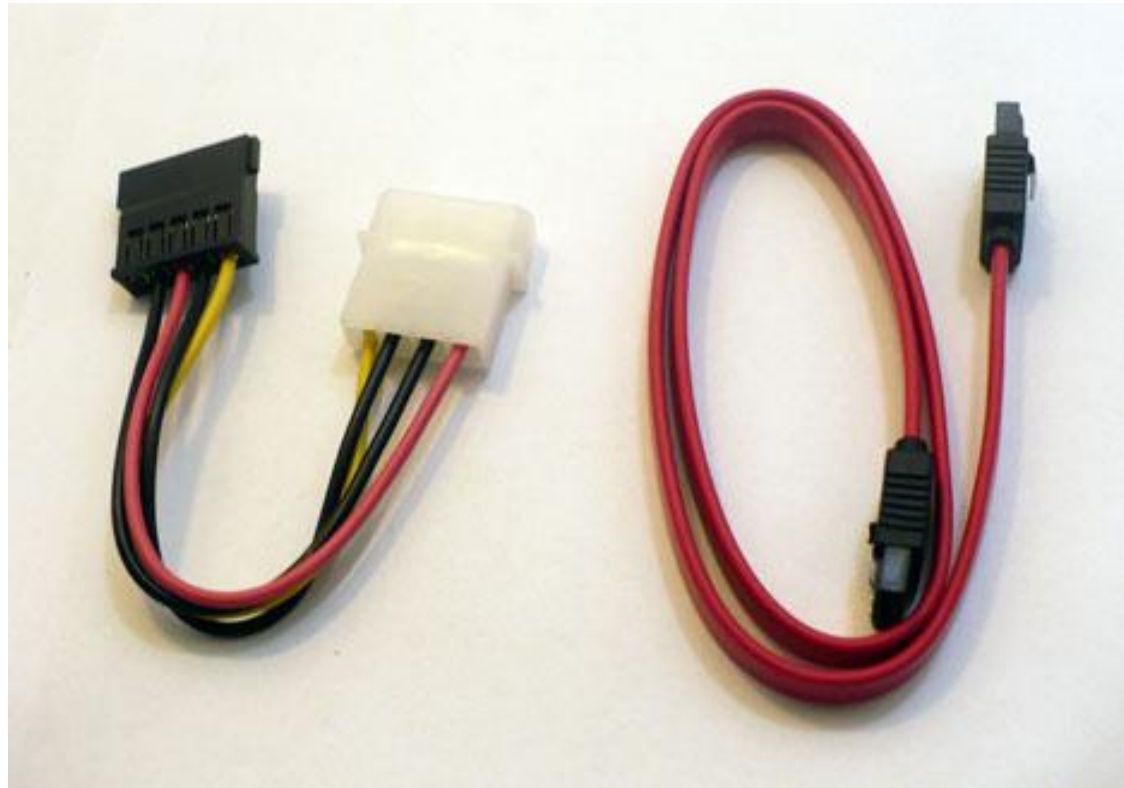
<b>SCSI-1</b>	Pozwalała na transfer z prędkością 5 MB/s na odległość 6 m
<b>SCSI-2</b>	Składa się z dwóch wariantów, zwiększających transfer do 10 lub 20 MB/s (odpowiednio <b>Fast SCSI</b> i <b>Wide SCSI</b> ). Maksymalna odległość to około 3 metry,
<b>SCSI-3</b> (Ultra SCSI)	prędkość transferu 20-40 MB/s, <b>teoretycznie</b> maksymalna odległość zostaje nadal 3 metry
<b>Ultra2 SCSI</b>	wprowadzono technologię <b>Low Voltage Differential</b> , pozwalającą na zwiększenia maksymalnej odległości do ~12 m. Prędkość transferu 40-80 MB/s
<b>Ultra3 SCSI</b> (Ultra160 SCSI)	maksymalny transfer 160 MB/s, dodano funkcje wspomagające wykrywanie i usuwanie przekłamań.
<b>Ultra4 SCSI</b> (Ultra320 SCSI)	maksymalny transfer 320 MB/s
<b>Ultra 640 SCSI</b>	maksymalny transfer 640 MB/s.

# SATA

- Serial ATA (ang. Serial Advanced Technology Attachment, SATA) – szeregową magistrala komputerowa, służąca do komunikacji pomiędzy płytą główną, a pamięciami masowymi, jak dyski twarde, napędy optyczne i taśmowe.
- SATA jest następcą magistrali równoległej ATA.

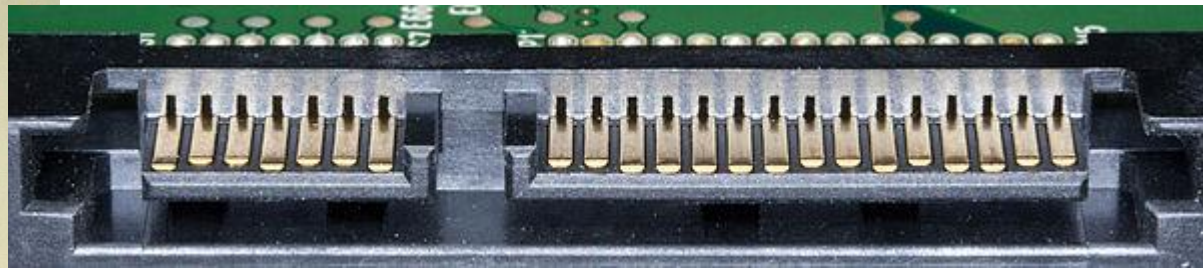
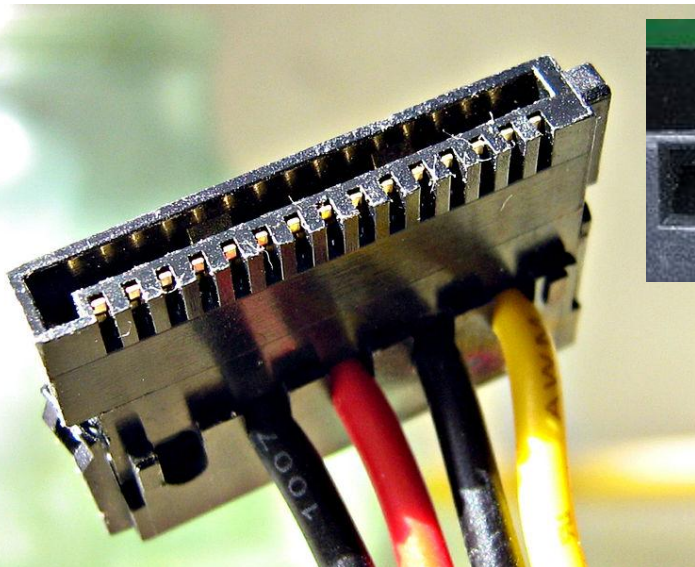
# Kable SATA

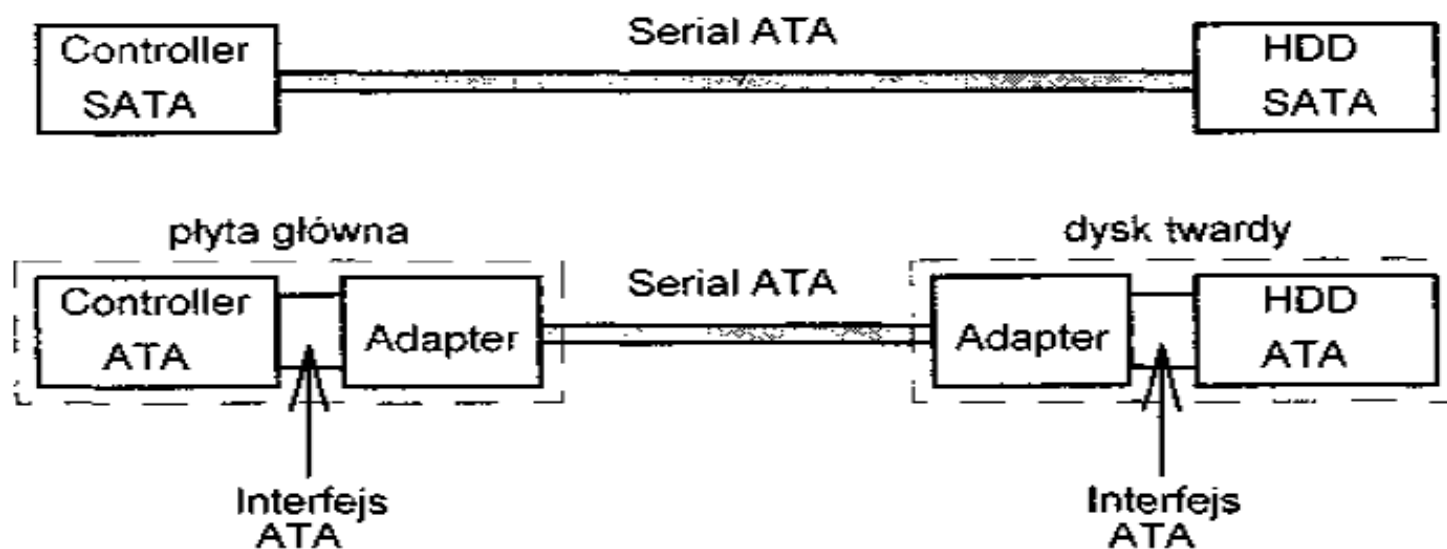
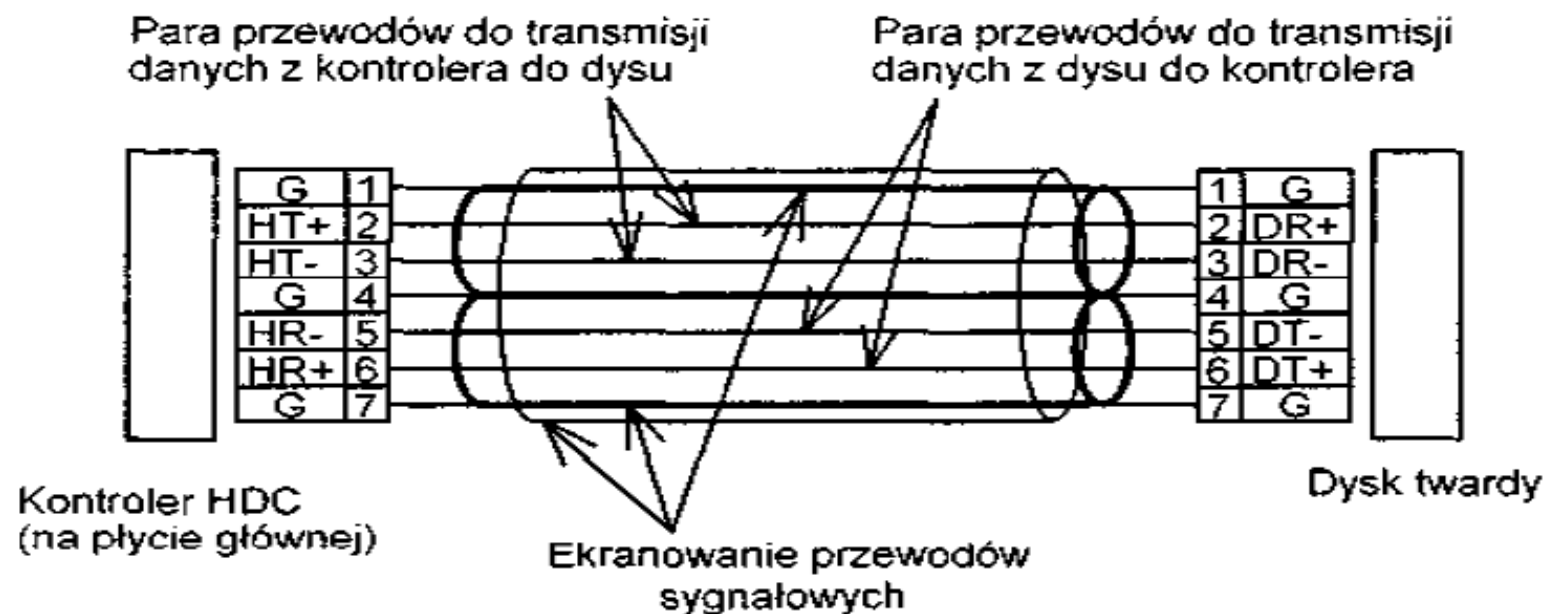
- Kable SATA są węższe i bardziej elastyczne od kabli ATA
  - Ułatwia to układanie oraz poprawia chłodzenie komputera.
- Długość przewodu SATA może dochodzić do 1 metra



# Złącza SATA

- Złącza SATA są zminiaturyzowane, umożliwiając zastosowanie SATA w coraz to mniejszych urządzeniach pamięci masowej, i wymagają małej ilości miejsca na płycie głównej.
- Zespół złącz SATA można stosować jako złącze zintegrowane typu **hot plug** (pozwała na podpięcie urządzenia do włączonego komputera).





# Odmiany SATA

SATA 1	Umożliwia przepustowość 1,5 Gbit/s (ok. 180 MB/s)
SATA 2	oferuje przepustowość 3,0 Gbit/s (ok. 375 MB/s).
SATA 3	udostępnia przepustowość 6,0 Gbit/s (ok. 750 MB/s).
W planach	SATA 3.1 i 3.2





# Problemy twardego dysku

- Za małą pojemność
- Zbyt mała prędkość pracy
- Stary interfejs

# Problemy twardego dysku

- Za małą pojemność
  - Nie ma miejsca na pliki
  - Problemy z plikiem wymiany
  - Duża fragmentacja danych
- Zbyt mała prędkość pracy
  - Rośnie czas zapisu i odczytu plików
- Stary interfejs
  - Brak możliwości współpracy z nowymi płytami głównymi

