

# 1 Dodatek C: peryferia i urządzenia wspomagające

Zamieściłem tu informacje o bardziej technicznym charakterze dotyczące kart graficznych, monitorów, pamięci, magistrali, sprzęgów, drukarek.

## 1.1 Karty graficzne

Monochromatyczne monitory współpracują z kilkoma kartami graficznymi.

**MDA** - jest to karta tekstowa, a więc na ekranie pokazuje znaki przechowywane w pamięci ROM. Matryca znaków składa się najczęściej z  $8 \times 8$  pikseli. Karty MDA spotykane są głównie w prymitywnych terminalach tekstowych, w komputerach osobistych już się ich nie spotyka.

Wszystkie pozostałe karty oferują nie tylko tryb tekstowy ale i możliwości graficzne.

**Hercules** (HGC, Hercules Graphics Card, od nazwy firmy), chociaż nigdy nie uznana przez firmę IBM jako standard to *de facto* dla kart monochromatycznych nim była, gdyż przez wiele lat była to najbardziej popularna karta w klonach komputerów IBM PC. Została wprowadzona jako reakcja na prymitywny tryb graficzny firmy IBM. Pozwala na niezłą rozdzielczość  $720 \times 350$  punktów, w trybie tekstowym oferuje 25 wierszy po 80 znaków. Obecnie coraz rzadziej spotykana.

**CGA** (Color Graphics Card), to starsza karta graficzna, popularna dzięki wprowadzeniu jej przez IBM jako standardu graficznego w starych IBM-PC. Ma niewielką rozdzielczość  $320 \times 200$  punktów (dla 4 kolorów) lub wyższą  $640 \times 200$  punktów (tylko dwa kolory).

**EGA** (Extended Graphics Card), jest to wprowadzony przez IBM standard graficzny dający 16 kolorów z palety 64 przy rozdzielczości  $640 \times 350$  punktów. Karty EGA dysponują również trybem tekstowym MDA i wymagają przynajmniej 64KB pamięci obrazu.

**PGA** (Professional Graphics Card), o parametrach nieco lepszych niż EGA, była kolejną kartą graficzną lansowaną przez IBM (nie przyjęła się).

**VGA** (Video Graphics Card) - najbardziej rozpowszechniony standard graficzny, dający przyzwoitą rozdzielczość  $640 \times 480$  punktów. Ulepszone wersje VGA oferują lepsze zdolności rozdzielcze  $800 \times 600$  (zwane czasem SuperVGA), najlepsze SuperVGA (oznaczone przez IBM symbolem 8514) nawet  $1024 \times 768$  punkty. Niestety, VGA przy większych zdolnościach rozdzielczych nie jest dobrze określonym standardem i nie zawsze programy korzystające z takiej grafiki potrafią współpracować z daną kartą. Dla niektórych popularnych programów producenci kart graficznych SuperVGA dołączają własne sterowniki. Ponieważ dotyczy to również środowiska graficznego Windows można w ten sposób uzyskać wiele programów wykorzystujących ekran lepiej niż standardowe VGA. Wymagany jest jednak dobry i duży monitor - litery na zwykłych monitorach 11-calowych są bardzo małe i często niewyraźne.

Standardowe VGA daje na ekranie jednocześnie 256 kolorów z palety 16.7 milionów. Podwyższone zdolności rozdzielcze często zmniejszają liczbę dostępnych kolorów, chociaż karty SuperVGA z 1 MB pamięci pozwalają na uzyskanie 256 kolorów nawet przy rozdzielczości  $1024 \times 768$  pikseli.

**Mono VGA** staje się najbardziej rozpowszechnioną kartą monochromatyczną. Karty monoVGA są stosunkowo tanie i z pewnością warto je polecić zamiast kart typu Herkules, z którymi nie wszystkie programy chcą obecnie współpracować.

**8514** jest to karta SuperVGA  $1024 \times 768$  w wersji IBM. Dla oszczędności pamięci stosuje się w niej technikę „przeplatania” (interlacing), czyli tworzenia na przemian połowy obrazu z linii parzystych a połowy z nieparzystych. Karta 8514A jest „nieprzeplatana” (non-interlaced) wersją karty 8514.

Wiele zastosowań komputerów wymaga obecnie bardzo szybkiej grafiki wysokiej jakości. Pojawia się coraz więcej kart graficznych i monitorów wykraczających poza możliwości SuperVGA. Należą do nich:

**XGA** (Extended Graphics Adapter) to IBMowska karta dla komputerów serii PS/2 (tylko dla nich, gdyż wymaga magistrali Micro Channel). Może działać w trybie VGA, zawiera specjalizowany do celów graficznych procesor RISC - pozwala to na bardzo szybkie rysowanie obrazu, nie trzeba żadnych sterowników do współpracy ze standardowymi programami. Karta XGA oferuje rozdzielczość  $1024 \times 768$  przy 256 kolorach, ma też tryb standardowego VGA,  $640 \times 480$ , przy zwiększonej do 65536 liczbie kolorów.

**FGA** (Future Graphics Adapter) oferuje rozdzielczość  $1280 \times 1024$ , 16 lub 256 kolorów, pamięć video 2 MB RAM wystarcza zarówno dla grafiki wektorowej AutoCADa, jak i grafiki rastrowej. Szybkość operacji ekranowych jest przy tym kilka do kilkudziesięciu razy większa, niż w standardowych kartach VGA (szybkość karty zależy od koprocatora graficznego).

**TIGA** (Texas Instruments Graphics Architecture) wykonuje szesnastokrotnie szybciej operacje graficzne niż VGA, z którą jest zgodna. Można też zainstalować koprocessor graficzny przyspieszający tworzenie obrazu 600 razy i zwiększający rozdzielczość do 1280×1024 pikseli przy 256 kolorach.

**Hercules** produkuje również karty *Hercules Chrome* w standardzie TIGA pozwalające na uzyskanie 16.7 mln. barw z rozdzielczością 1152×864 punktów. Ceny takich kart wynoszą kilka tysięcy \$. Spotyka się też rozdzielczości 1280×1024 punkty przy tej samej liczbie barw, np. takie karty robi się na transputerach T800.

**CEG-DSP-DAC** (Continous Edge Graphics Digital Signal Processor Digital Analog Converter), to inteligentna technika rozszerzająca możliwości zwykłych kart VGA do fotorealizmu w 792096 kolorach! Wyrównuje też kanciastość obrazu. Wystarczy wymienić obwód DAC na karcie graficznej na niedrogi obwód scalony CEG (zwany też „Edsun”, od amerykańskiego laboratorium, które go wymyśliło). Technika ta nie rozpowszechnia się jednak tak szybko jak na to zasługuje.

Pamięć obrazu jest czasami duża (w kartach VGA do 1 MB), co przyspiesza tworzenie obrazu. Niektóre karty mają wiele trybów graficznych, np. VGA zwykle automatycznie przestawia się na tryb EGA lub CGA jeśli program przesyła sygnały w tych standardach. Karty różnią się też liczbą kolorów, które mogą jednocześnie pokazać na ekranie, są karty 8-bitowe (8 bitów na jeden pixel na ekranie) lub 16-bitowe (zależy od tego liczba odcieni i kolorów).

Tryb graficzny i tekstowy różni się od siebie a niektóre programy (na szczęście coraz rzadziej spotykane) nie potrafią przestawić we właściwy sposób karty graficznej z jednego trybu w drugi. Dotyczy to zwłaszcza kart typu Herkules. Jeśli komputer się zablokuje, a na ekranie jest kasza lub ciemność to zwykle oznacza problemy z trybem graficznym. Jeśli karta nie potrafi sama emulować innego trybu graficznego niż jej właściwy emulacji można czasem dokonać przy pomocy programu, np. emulatory standardu CGA na kartach typu Herkules (*color.com* i inne) są dość popularne.

Wykorzystanie pamięci kart graficznych nie zawsze jest optymalne. Dla przechowania obrazu o rozdzielczości 800×600 punktów przy 256 kolorach potrzebujemy 470 KB pamięci RAM a karty graficzne oferują 1 MB lub więcej. Nowa architektura pamięci graficznej, znana pod nazwą Unified System Display Architecture, nawiązuje do starego rozwiązania zastosowanego w MacIntoshach, w którym nie ma odrębnej pamięci wideo. Pamięć nie wykorzystana przez grafikę dostępna jest dla systemu.

## 1.2 Monitory

Do kart monochromatycznych MDA i Herkules stosuje się monitory typu **TTL**. Monitory typu TTL (Transistor to Transistor Logic) przyjmują sygnały cyfrowe. W telewizorach stosuje się sygnał analogowy (analog, lub composite monitors), niosący oprócz informacji o jasności również informacje o barwie i nasyceniu. W monitorach monochromatycznych informacje te przedstawiane są jako odcienie szarości. Monitory analogowe spotyka się raczej rzadko w sprzęcie komputerowym. Można je przyłączyć do kart typu CGA.

Do kart kolorowych najlepsze są monitory **RGB** (Red, Green, Blue), z rozdzielonymi sygnałami koloru. Można je włączać do wyjścia TTL, niektóre monitory mają też wejście analogowe, które nie daje tak dobrej jakości obrazu jak otrzymywana dzięki sygnałom z wejścia TTL. Dobre monitory do SuperVGA kosztują dość drogo a specjalne monitory przystosowane do bardzo wysokiej rozdzielczości o większych ekranach kosztują tysiące dolarów.

**Multisync** to typ monitorów, mogących dopasowywać się automatycznie do różnych kart, zmieniając częstości wyświetlania obrazów. Częstość pionowa oznacza liczbę obrazów na sekundę, a pozioma liczbę wyświetlanych linii na sekundę. Im większe są te częstości tym bardziej stabilny jest obraz i wyraźniej widoczne są małe literki na ekranie. Najnowszym standardem dopasowania się monitora do karty graficznej jest DDC Plug and Play.

Kilka najważniejszych parametrów monitorów to:

**Pozioma częstotliwość odchylenia:** jest to liczba linii kreślonych przez strumień elektronów w ciągu sekundy, leży zwykle pomiędzy 15-64KHz, czyli kilkadziesiąt tysięcy linii na sekundę. Liczba ta zależna jest od liczby obrazów w ciągu sekundy i rozdzielczości obrazu. Jeśli mamy 70 obrazów na sekundę i 480 linii to częstość wynosić będzie około  $70 \times 480 = 33600$  Hz, tj. około 35 KHz, po doliczeniu kilku procent na krawędzie ekranu.

**Przeplot** (interlacing) oznacza, że pozornie wyświetla się dwa razy więcej obrazów pomimo niskiej poziomej częstości odchylenia, np. przy rozdzielczości 800×600 punktów używa się częstości rzędu 30 KHz, wystarczającej do wyświetlenia zaledwie 30 obrazów w ciągu sekundy, ale wyświetlając na zmianę linie parzyste i nieparzyste osiąga się 60 obrazów.

**Wielkość plamki** (dot pitch lub stripe pitch) to odległość pomiędzy dwoma różnymi plamkami tego samego koloru. Im mniejsza wielkość plamki tym wyraźniejszy obraz. Dobre monitory mają plamki wielkości 0.26-0.28 mm a najlepsze rzędu 0.25. Wysokiej jakości ekrany LCD dysponują plamką o rozmiarach 0.20 mm.

**Mody graficzne:** od CGA do 8514, określają rozdzielczość i liczbę kolorów. Nowsze monitory mają przełącznik pozwalający na szybka zmianę barwy, w zależności od oświetlenia zewnętrznego. Dla zwykłej żarówki odpowiednia jest temperatura kolorów (liczona dla koloru białego) 6500° Kelwina a dla oświetlenia fluorescencyjnego 9300° Kelwina (barwa ekranu bardziej zbliżona do światła neonówki).

**Typ:** TTL, EGA-kolor, VGA-mono, VGA-kolor, Multisync.

Akronim A/G pojawiający się w parametrach dobrych monitorów pochodzi od Anti-Glare, czyli niebłyszczący. Niektóre firmy mają własne nazwy na technologię redukującą błyszczenie ekranu, np. firma NEC nazywa ją OptiClear a inne firmy określają jako **silica**. Starszą technologią wprowadzoną w tym samym celu jest **etching**, czyli wytrawianie powierzchni; powoduje to zmniejszenie błyszczenia ekranu ale pogarsza ostrość obrazu. Akronim A/R oznacza technologię zapobiegającą powstawaniu refleksów zewnętrznego światła, czyli Anti-Reflection. Antystatyczna powłoka na ekranie oznaczana jest akronimem A/S (Anti-Static). Niektóre monitory mają możliwość demagnetyzacji (degaussing) maski kineskopu, co zapobiega drobnym zniekształceniom. Na monitorach często obserwować można drobne, falujące prążki interferencyjne Moire'a. Tylko nieliczne monitory posiadają układy zapobiegające efektom tego typu.

Opracowana w Szwecji norma MPR II określa dopuszczalny poziom promieniowania elektromagnetycznego oraz pola elektrostatycznego i magnetycznego dla różnych częstotliwości. Jeszcze ostrzejsze wymogi bezpieczeństwa stawia inny szwedzki standard, TCO-92. Systemy regulacji monitorów pracują zgodnie ze standardem ISO 9421, określającym takie parametry jak dopuszczalna niestabilność obrazu czy poziom migotania. Normalizacji doznał również system zarządzania poborem mocy przez monitor. VESA DPMS (VESA Display Power Management System) zakłada, że monitor, do którego nie dociera przez ustaloną liczbę minut żadna zmiana sygnału powinien się sam wyłączyć redukując pobieraną moc do 1.5 Wata. Inny m standardem regulującym poziom mocy przez monitor jest EPA (Energy Star).

Kineskopy wysokiej jakości mają wyrafinowane ekrany, a szczególnie maskownice nałożone na luminofor. Standardowa maskownica typu **shadow** ma niewielkie otworki i na skutek przegrzewania się ulega drobnym odkształceniom (zjawisko to nazywa się fachowo **doming**) prowadzącym do zniekształceń obrazu. Maskownica aperturowa składa się z cienkich, pionowych pasków i jest bardziej odporna na zniekształcenia. Bardzo dobre maskownice wykonuje się z materiału o nazwie **invar**. Niektóre monitory mają wyrafinowane układy cyfrowe do usuwania takich i wielu innych zniekształceń. Kalibracja kolorów możliwa jest z grubsza przez regulację ich „temperatury”, techniki RGB cutoff i RGB gain, ale dla przeciętnego użytkownika są to sprawy zbyt techniczne by się nimi zajmować. Bardzo dobre kineskopy, zwane pod firmową nazwą Trinitron, produkuje Sony.

Technologia budowy dobrych ekranów LCD, zwłaszcza ekranów kolorowych o dużej zdolności rozdzielczej, jest bardzo złożona. Korzysta ona z aktywnych ekranów TTF, czyli cienkich, przezroczystych warstw tranzystorów (Thin Transistor Films). Każdy punkt na ekranie sterowany jest osobnym tranzystorem, dla kolorowych ekranów potrzebne są 3 tranzystory na jeden piksel, dla bezpieczeństwa (tranzystory mogą się popsuć) są one dublowane. Ostatnio stosowana technologia „supertwisted thin film transistors” wymaga stosowania kilku tranzystorów nadrukowanych na zewnętrznej płycie wyświetlacza dla sterowania jednym pikselem. Ekran określane jako „aktywne TTF” dają doskonały obraz wysokiej jakości i o żywych barwach dzięki zastosowaniu wysyłających własne światło elementów półprzewodnikowych dla każdego piksela ekranu. Osiągane zdolności rozdzielcze w masowo produkowanych ekranach to 800×600 pikseli a w rzadziej spotykanych i wyższe, nawet 1280 na 1024 piksele. Rozmiar plamki jest przy tym znacznie mniejszy niż w tradycyjnych kineskopach (lepsza ostrość obrazu), ekrany LCD nie nagrzewają się (nie ma deformacji obrazu), są lżejsze, płaskie, pobierają mniej energii. Jedyną wadą takich ekranów jest bardzo wysoka cena. Ekran wykonane w technologii pasywnej matrycy (nie wysyłają same światła) są znacznie tańsze ale miały do niedawna problemy z szybkością odświeżania ekranu (efekt „smużenia”). Problemy te były bardzo wyraźne w starszych typach ekranów LCD ale technologia „Dual Scan” (DSCS; spotyka się również określenie DSTN) polegająca na jednoczesnym odświeżaniu obrazu na dwóch połowach ekranu, daje znacznie lepsze wyniki. Obraz oglądany na wprost ekranu jest prawie równie dobry jak na ekranach TTF, ale oglądany pod kątem ma wyraźnie mniejszy kontrast. Lepszą a przy tym dość tanią technologią jest „aktywne adresowanie” (wynalazek firmy Motif Inc.) pozwalające na wyświetlanie filmów wideo na ekranach LCD bez zauważalnych zniekształceń. Bez wątpienia technologia ta ma wielką przyszłość.

### **1.3    Pamięć**

W komputerach osobistych spotyka się pamięci ROM typowo 16-64 KB ale są i pamięci rzędu 300-1000 KB, zawierające cały system operacyjny i oprogramowanie użytkowe. Typowe wielkości pamięci RAM to 256KB, 512KB i 640 KB w IBM-PC XT, w komputerach klasy AT jest zwykle 1 MB, a w PC-386 i PC-486 kilka megabajtów. Na płycie głównej w komputerach opartych na procesorze i486 zmieścić można do 32 MB a na płytach z Pentium 128 MB. Podobne wielkości pamięci stosuje się w komputerach osobistych innego typu (Amiga, Macintosh). W stacjach roboczych pamięci standardowe zaczynają się od 8 lub 16 MB a nierzadko sięgają kilkuset MB. W dużych komputerach centralnych i superkomputerach spotyka się pamięci rzędu gigabajtów.

W starszych komputerach stosowano kości pamięci DRAM o pojemności 64 Kbitów (8 KB), dość często spotyka się jeszcze komputery z kośćmi pamięci 256 Kbitów (32 KB) ale w nowszych konstrukcjach standardem są kości 1 Mb (128 KB), ustępujące kościom

4 Mbity (0.5 MB). Od 1993 roku produkowane są również kości 16 Mbitów (2 MB). W opracowaniu są kości o jeszcze większych pojemnościach.

## **1.4 Dyskietki**

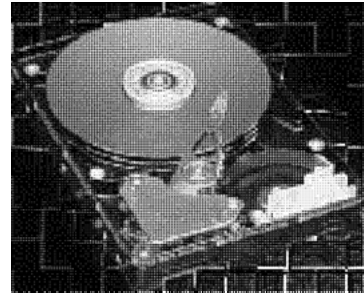
Organizacja zapisu na dyskietkach wygląda następująco. Głowica odczytująca/zapisująca stojąca nieruchomo nad powierzchnią dyskietki wirującej z prędkością około 300 obrotów na minutę czyta dane z okręgu, który nazywa się ścieżką. Na dyskietkach DD ścieżki numerowane są od zewnątrz od 0 do 39 i zapisywane z gęstością 48 tpi, czyli ścieżek na cal. W kopercie dyskietek 5.25" znajdują się 2 otwory. Mały, okrągły otwór odsłania miejsce przeznaczone na zapis skorowidza, a większy otwór owalny miejsce zapisu i odczytu danych. Każda ścieżka podzielona jest na mniejsze odcinki, czyli sektory, pomiędzy którymi umieszczone są znaczniki formatowania. Na dyskietkach DD mamy np. 9 sektorów, w których zapisać można po 512 bajtów. Daje to w sumie 4.5 KB danych w jednej ścieżce, co przy 40 ścieżkach z każdej strony dyskietki daje pojemność 360 KB.

Dyskietki HD 5.25" mają pojemność 1.2 MB, przy gęstości zapisu 135 tpi. Dyskietki DD dają się formatować jako 1.2 MB w napędach przystosowanych do dyskietek HD, należy się jednak liczyć z możliwością pojawienia się błędów przy czytaniu i zapisie.

Pojemność Format 5.25"	Stron (głowic)	Ścieżek	Sektorów na ścieżkę	Bajtów na sektor	Wersja DOSu
160 KB	1	40	8	512	1.0
180 KB	1	40	9	512	2.0
320 KB	2	40	8	512	1,1
360 KB	2	40	9	512	2.0
1.2 MB	2	80	15	512	3.0
Format 3.5"					
720 KB	2	80	9	512	3,2
1.44 MB	2	80	18	512	3,3

## 1.5 Dyski twarde.

Dyski stałe wymagają również formatowania, chociaż mniej doświadczony użytkownik komputera powinien się raczej tego wystrzeżać. Zanim dysk stały da się użyć wymaga on „formatowania głębokiego”, nazywanego też inicjalizacją lub preformatowaniem dysku, przygotowujące powierzchnię magnetyczną do użytku, zaznaczając na dysku fizyczne sektory i zaznaczające błędne obszary, które mogą spowodować utratę danych.



Do głębokiego formatowania (prowadzącego do całkowitej utraty wszystkich danych zapisanych na dysku) służą specjalne programy narzędziowe. Na szczęście większość producentów dostarcza obecnie dyski wstępnie przygotowane i pozostaje tylko formatowanie logiczne, które wykonać można przy pomocy zwykłych programów formatujących, dostępnych w każdym systemie operacyjnym. Formatowanie logiczne prowadzi do podziału całej powierzchni dysku na obszary logiczne, zwane **partycjami dysku**, które system operacyjny uznaje za niezależne.

### Struktura dysku

Jak działa dysk stały? Wiruje z prędkością 3600 lub więcej obrotów na minutę (60 obrotów na sekundę), prawie w próżni, ale gazu (resztek powietrza) wystarcza na tyle, by poduszka powietrzna unosiła nieco głowicę magnetyczną służącą do odczytu i zapisu. Na powierzchni dysku znajduje się trochę smaru by jej nie uszkodzić przy opadnięciu głowic po wyłączeniu zasilania. Głowic jest zwykle 4 do 8 (spotyka się też 12 i więcej). Para głowic przypada na jedną płytkę magnetyczną, a płytek takich może być w jednej obudowie kilka. Okręgi na powierzchniach magnetycznych tworzą ścieżki (tracks). Wszystkie ścieżki znajdujące się pod sobą na płytkach magnetycznych, czyli powierzchnia magnetyczna znajdująca się na pionowym przekroju całego dysku, tworzy „cylinder”. Dawniej pojemność dużych dysków przeznaczonych dla komputerów centralnych często podawano w cylindrach. Na formatowanie zużywa się około 20% czynnej powierzchni magnetycznej, a więc 1/5 pojemności dysku. Średnice dysków stałych są takie same jak dyskietek, czyli 5.25”, 3.5” do 2”, ostatnio do komputerów przenośnych pojawiają się dyski jeszcze mniejsze.

Programy narzędziowe robią kopie najważniejszych informacji określających strukturę dysku (por. rozdział omawiający oprogramowanie narzędziowe w drugiej części książki) pozwalając na odtworzenie struktury dysku po jego uszkodzeniu. Chociaż różne systemy operacyjne i różne sterowniki dysków organizują dane na dysku w specyficzny sposób organizacja ta ma pewne cechy wspólne. Przede wszystkim należy rozróżnić **fizyczną**



strukturę dysku od jego organizacji **logicznej**. Użytkownika rzadko interesuje, jak naprawdę zbudowany jest dysk lub jakie operacje wykonuje fizyczny mechanizm dysku; bardziej interesującym jest jak wygląda organizacja dysku od strony logicznej, czyli jak oprogramowanie systemowe i aplikacyjne może korzystać z pamięci dyskowej.

Podobnie jak na dyskietkach dane zapisuje się w sektorach o wielkości od 0.5 do 2 KB. Sektory leżące na jednym okręgu płyty dysku tworzą ścieżkę. Liczba ścieżek na cal jest rzędu 1000, co oznacza szerokość pojedynczej ścieżki rzędu 0.025 mm! Mechanizm ustawiający głowicę musi więc być niezwykle precyzyjny. Liczba logicznych sektorów przypadających na jedną ścieżkę jest stała - upraszcza to współpracę systemu operacyjnego z sterownikiem dysku. Liczba fizycznych sektorów jest jednak różna: ścieżki bliższe środka dysku są znacznie krótsze niż te z zewnątrz. Sterowniki przypisują te nadmiarowe ścieżki sektorów zewnętrznych sektorom wewnętrznym. System operacyjny odwołuje się do danych podając numer strony dysku (głowicy), numer ścieżki i numer sektora na ścieżce - sterownik przelicza otrzymane dane logiczne i odszukuje właściwe miejsce na dysku gdzie zapisane są fizycznie dane. Najmniejszą jednostką danych, które system operacyjny może zapisać lub odczytać z dysku nazywa się **klasterem**. Klaster składać się może z 1, 2, 4 lub rzadko większej liczby sektorów. Oznacza to, że nawet jeśli w pliku znajduje się tylko kilka bajtów to i tak zajmie on cały klaster. Duża liczba krótkich plików zajmuje znacznie więcej miejsca niż jeden plik dłuższy.

Sektory ułożone są kolejno za sobą na ścieżce. Sterownik dysku nie zawsze zdąży przesłać do pamięci odczytane dane z sektora. By dać mu trochę czasu wymyślono prosty sposób: dane zapisywane są co drugi lub trzeci sektor, dzięki czemu czas potrzebny na obrócenie się dysku tak, by głowica znalazła się nad kolejnym sektorem do odczytania, zużywany jest na przesłanie danych. Nazywa się to **przeplotem**. Wolne komputery, np. IBM PC-XT, mają współczynniki przeplotu 5:1, a więc potrzeba 5 obrotów dysku by odczytać dane z całej ścieżki. Szybsze dyski i sterowniki mają współczynnik przeplotu 1:1, osiągalny już w szybszych komputerach PC-AT.

Ponieważ wartość przeplotu wpływa bardzo mocno na szybkość przesyłania danych z dysku należy ten parametr optymalnie dobrać. Zmiana przeplotu wymaga fizycznego sformatowania dysku. Na szczęście jest kilka programów (Calibrate z pakietu Norton Utilities, SpeedStor, Disk Manager czy SpinRite), które potrafią dokonać takiego formatowania bez utraty danych. Niektóre komputery mają również programy do fizycznego formatowania w pamięci stałej, dostępne przez wywołanie programu konfiguracyjnego w czasie startu komputera (setupu). Na szczęście tego typu operacje wykonuje się coraz rzadziej gdyż wszystkie nowsze konstrukcje napędów dyskowych działają z optymalną szybkością.

Jeden z sektorów identyfikuje dysk określając parametry odczytywane przy starcie komputera - jest to sektor inicjujący (boot sector). Inne sektory zawierają tabelę partycji dysku (czyli opis sposobu podziału dysku fizycznego na logiczne). Elementem struktury

dysku są też tablice rozmieszczenia plików, określające klaster dysku przyporządkowane danemu plikowi.

## **1.6 Macierze dyskowe**

**Macierze dyskowe**, znane pod akronimem **RAID** (Redundant Array of Independent Discs, czyli „nadmiarowa grupa niezależnych dysków”), składają się z kilku sprzężonych ze sobą dysków w jednej obudowie. Informacja jest na nich zapisywana w sposób rozproszony, z pewną nadmiarowością. Określa się sześć poziomów techniki RAID oferujących różne zalety i wady.

**RAID 0** polega na zapisie fragmentów danych na kilku niezależnych fizycznych dyskach. Dane rozdziela się na bloki zapisywane na kolejnych dyskach (tworzy to coś w rodzaju „paska” danych na dyskach, stąd określenie tej techniki w języku angielskim „data striping”). Jeśli macierz dyskowa zawiera 5 dysków to jednocześnie zapisuje się lub odczytuje 5 bloków. Przyspiesza to kilkukrotnie operacje dyskowe - szybkość zależna jest od synchronizacji wysyłania lub napływania bloków danych do pamięci RAM - nie gwarantuje jednak bezpieczeństwa.

**RAID 1** oznacza pełną nadmiarowość, czyli technikę dysków lustrzanych (w języku angielskim określaną jako „mirroring”). Jest to kosztowny sposób zabezpieczenia danych, gdyż zamiast jednego potrzebujemy dwa dyski. Szybkość operacji dyskowych nie ulega przy tym zmianie. Wariantem tych dwóch metod jest zastosowanie lustrzanych kopii do macierzy dyskowej RAID 0. Jest to rozwiązanie szybkie i bezpieczne, oznaczane czasem skrótem RAID10 lub nazywane „striped mirroring”, ale drogie.

**RAID 2** to rzadko obecnie stosowana technika dzielenia danych na poziomie bitów i zapamiętywania ich przy zastosowaniu samokorygującej się metody kodowania Hamminga.

**RAID 3** zapewnia, przy niższej cenie, porównywalne bezpieczeństwo przechowywania danych do lustrzanego dysku. Oprócz danych zapisanych w sposób rozproszony, jak w RAID 0, zapisuje się dodatkowo bity parzystości na wszystkich dyskach, wchodzących w skład danej macierzy. Jeśli mamy na przykład 10 dysków to zapisujemy 9 bloków danych po N bitów w każdym a dla każdego z tych N bitów sprawdzamy, czy wśród 9 bitów, po jednym z każdego bloku, liczba bitów =1 jest parzysta czy nie. Jeśli jest parzysta to na ostatnim, dziesiątym dysku, zapiszemy zero, jeśli jest nieparzysta zapiszemy jeden. W ten sposób mamy tylko jeden nadmiarowy dysk z bitami parzystości. Wystarczy to do odtworzenia danych w przypadku uszkodzenia jednego z dysków - w tym celu musimy sprawdzić, czy parzystość danych zebranych z pozostałych ośmiu nieuszkodzonych

dysków zgadza się z informacją zapisaną na dysku parzystości. Jeśli się zgadza to brakującym bitem jest 0, jeśli nie to jest nim 1.

**RAID 4** jest nieco ulepszoną wersją poziomu 3, umożliwiającą jednoczesne odczytywanie danych z kilku niezależnych plików i nadaje się szczególnie do systemów informujących. Nie można w nim jednocześnie dokonywać zapisu ze względu na konieczność aktualizacji dysku parzystości.

**RAID 5** oznacza podzielenie danych parzystości na każdy z dysków należących do macierzy dyskowej. W tym ujęciu nie ma oddzielnego dysku parzystości. Jeśli mamy 10 dysków zapisuje się na każdym z nich blok o wielkości około 1/10 zapisywanych danych i dodaje po jednym bicie parzystości na każde 10 zapisywanych. Na dysku pierwszym zapisujemy pierwszy bit parzystości i pozostałe 9 bitów bez zmian, na drugim bit pierwszy, bit parzystości i 8 bitów bez zmian, aż do dziesiątego dysku, na którym zapisujemy pierwszych 9 bitów ostatniego bloku i bit parzystości. Określa się to jako technikę podziału danych i bitów parzystości (striping parity).

Niektórzy producenci macierzy dyskowych oferują możliwość wymiany dysków „na gorąco”, tj. w czasie pracy pozostałych. Najbardziej wyrafinowane macierze mają wbudowany dysk zapasowy, który sam uaktywnia się po awarii zastępując dysk zepsuty. Proponuje się również jeszcze dalej idące standardy dotyczące bezpieczeństwa, takie jak RAID 6 i 7, pozwalające na odzyskanie danych nawet w przypadku awarii dwóch dysków. Uniknięcie utraty danych w wyniku pożaru lub jakiegoś wybuchu możliwe jest dzięki zastosowaniu lustrzanych dysków stojącym w niezależnych budynkach, połączonych kablem światłowodowym. Najnowsze standardy interfejsów optycznych pozwalają na długości połączeń do 10 kilometrów.

## **1.7 Dyski optyczne i magnetoptyczne**

### **1.7.1 CD-ROM**

Najbardziej popularne są napędy i dyskietki CD-ROM. Od płyt kompaktowych, czyli CD-Audio, różnią się jedynie formatem zapisu danych. Dźwięk jest jedną z form danych nie wymagających idealnego odtwarzania, stąd systemy korekcji błędów dla dźwięku nie muszą być tak doskonałe jak dla programów czy tekstów. Zmiana jednego bitu może wpłynąć katastrofalnie na działanie programu ale nie będzie zauważona przy odtwarzaniu płyty kompaktowej czy oglądaniu cyfrowego wideo.

W odróżnieniu od dysków magnetycznych, na których dane zapisywane są w postaci koncentrycznych ścieżek a dysk wiruje zawsze ze stałą prędkością kątową (CAV, Constant Angular Velocity). Na płytach kompaktowych jak i na CD-ROMach jest tylko

jedna, spiralna ścieżka o długości około 5 kilometrów. Dysk obraca się ze zmienną prędkością w zależności od położenia głowicy: szybciej bliżej środka i wolniej bliżej krawędzi. Dzięki temu dane czytane są ze stałą prędkością liniową (CLV, Constant Linear Velocity). Z technicznego punktu widzenia pozwala to na większe upakowanie danych na powierzchni dysku ale zwalnia do nich dostęp, gdyż prędkość obrotową trzeba dostosować do położenia głowicy a hamowanie lub rozpędzanie dysku musi trwać. O ile więc dyski optyczne mogą się zbliżyć do dysków magnetycznych szybkością przesyłania danych to ich czas dostępu będzie znacznie dłuższy. Czasy dostępu wahają się od 0.2 sekundy (czyli 200 milisekund) do prawie sekundy, a więc dla dysków magnetycznych są przynajmniej 20 razy krótsze.

Standard MPC (Multimedia PC) wymaga szybkości przesyłania danych przynajmniej 150 KB/s i czasu dostępu do danych poniżej 1 sekundy. Standard napędów o podwójnej prędkości (MPC Level 2) oznacza przynajmniej 300 KB/s i czas dostępu nie gorszy niż 300 milisekund. Napędy o poczwórnej prędkości mają 600 KB/s ale czasy dostępu niewiele lepsze, rzędu 200 ms. Pojawiają się też napędy o prędkości poszóstnej, czyli 900 KB/s.

Napędy CD-ROM przyłącza się najczęściej do łącz sterowników SCSI. Niektóre napędy sprzedawane są z kartami takich sterowników dla komputerów IBM-PC. Komputery Macintosh jak też i większość stacji roboczych wyposażone są w odpowiednie złącza. Sterownik SCSI pozwala obsłużyć do ośmiu urządzeń jednocześnie. Przyłączane kolejno jeden za drugim tworzą łańcuch urządzeń SCSI a ostatnie z nich kończy łańcuch zaślepką włożoną w gniazdo SCSI („terminuje” łańcuch). Spotyka się również napędy CD-ROMów współpracujące ze standardowymi sterownikami IDE w komputerach osobistych. Nie różnią się one szybkością od urządzeń SCSI. Napędy zewnętrzne są droższe, posiadają własny zasilacz i obudowę, ale można je bez kłopotów przyłączać do złącza Centronics różnych komputerów lub do łącz PCMCIA. Przepustowość złącza Centronics uniemożliwia jednak osiągnięcie podwójnej prędkości przesyłania danych.

Napędy CD-ROM umożliwiają wkładanie dysków przez proste nakładanie na tackę, tak jak to robi CD-Audio, jak i przez mniej wygodne wkładanie ich w specjalny pojemnik. Sprzedawane są również autozmiennicze do dysków, mieszczące od 4 do ponad 100 dysków, jak szafa grająca (stąd nazywa się je po angielsku „jukeboxes”, czyli szafy grające).

Instalacja napędu CD-ROM w komputerze typu IBM-PC wymaga zainstalowania sterownika zawartego w oprogramowaniu Microsoft Extensions. Program ten nazywa się MSCDEX.EXE. Po zainstalowaniu dysk CD-ROM będzie traktowany tak samo, jak pozostałe dyski twarde i dyskietki.

### **1.7.2 Dyski magnetoptyczne**

Dyski magnetoptyczne używają mieszanej magneto-optycznej technologii zapisu danych. Zaletą tych dysków jest pełna normalizacja formatów zapisu danych na wszystkich platformach sprzętowych (dzięki temu różne urządzenia MO powinny bez kłopotów czytać dyskietki zapisane na innych urządzeniach). Dyskietki MO mają rozmiar 3.5 cala i są około dwukrotnie grubsze od zwykłych dyskietek o tych rozmiarach. Ich odporność na szkodliwe pola elektryczne i magnetyczne jest znacznie większa niż dysków magnetycznych. Napędy są też odporne na silne wstrząsy i przeciążenia. Można na nich zmazywać i powtórnie zapisywać dane dowolnie wiele razy. Po włożeniu do napędu dyskietka potrzebuje około 5 sekund by rozpędzić się do około 3600 obrotów na minutę.

W roku 1992 dyski magnetoptyczne pojawiły się na szerszą skalę, pojawiły się również pierwsze modele, które szybkością działania nie ustępują typowym dyskom magnetycznym, np. 3.5 calowy dysk o pojemności 128 MB firmy Ricoh, przyłączany przez sterownik SCSI (jest to najczęściej spotykany sposób przyłączania dysków MO), ma czas dostępu 45 ms i szybkość przesyłania danych do 4 MB/sek. Typowe szybkości przesyłania danych wynoszą około 2MB/sek. Pojemność dyskietek MO zwiększono z 128 do 230 MB, są również dyskietki 5.25 cala o pojemnościach 650 MB-1.3 GB. Macierze dysków MO o wielokanałowej i wielogłowicowej architekturze pozwalają na szybkości transmisji rzędu 8 MB/sek zwiększając jednocześnie bezpieczeństwo zapisu przechowywanych danych.

Najszybsze obecnie dyski magnetoptyczne nie ustępują stałym dyskom magnetycznym. Dysk PMO-650 (firmy Pinnacle Micro) o pojemności 650 MB, w praktycznych testach, polegających na kopiowaniu wielu plików wraz z podkartotekami z bardzo szybkiego dysku stałego na dyski magnetoptyczne lub duże dyski magnetyczne prawie we wszystkich przypadkach PMO-650 potrzebował wyraźnie krótszego czasu od innych dysków. Zapowiadane są dyski jeszcze szybsze - może to oznaczać koniec technologii dysków magnetycznych w komputerach domowych i osobistych. Będzie to zależec od cen, gdyż największą wadą dysków MO jest w dalszym ciągu wysoka cena napędów.

Nowy format cyfrowych wideodysków, SD-ROM, pozwala na osiągnięcie pojemności 5.2 GB wykorzystując do tego celu obie strony dysku. SD oznacza Super Density, czyli supergęstość zapisu. Rynek cyfrowych wideodysków jest bardzo konkurencyjny i trudno obecnie powiedzieć, który z formatów ostatecznie stanie się standardem. Sony i Philips proponują standard MMCD o pojemności 3.7 GB lub 7.4 GB (zapis dwuwarstwowy). Toshiba zaproponowała jeszcze większe pojemności 18 GB zapewniając możliwość nagrania nawet 9 godzin wideo dobrej jakości. Gęstości zapisu danych na zwykłych dyskach magnetycznych rosną jednak bardzo szybko i mogą się one stać konkurencyjne dla zapisu magnetoptycznego. Pomiędzy 1990 i 1996 rokiem gęstość zapisu danych wzrosła dziesięciokrotnie a do roku 2000 wzrost ma być podobny i powinien osiągnąć

około 10 Gbitów na cal kwadratowy. Dziewięć dużych firm - w tym Sony, Philips, Times Warner - zawarło porozumienie dotyczące nowego formatu dysków DVD (Digital Video Disk, cyfrowe dyski wideo). Urządzenia DVD będą odczytywać standardowe dyski CD-ROM oferując jednocześnie pojemności 4.7 GB, szybkości transmisji danych do 5 MB/sek, cyfrową kompresję obrazu MPEG-2. Dzięki kompresji na jednej płycie DVD zmieści się około 130 minut cyfrowego wideo.

### **1.7.3 Taśmy**

Wielkie przewijaki taśm 9-ciościeżkowych o gęstościach 800, 1600 lub 6250 bitów na cal, spotyka się jeszcze w dużych ośrodkach komputerowych. Pojemność takich taśm wynosiła zaledwie kilkadziesiąt MB.

Kasety taśmowe są bardzo pojemne, służą głównie do robienia kopii dysku (zrzutu), lub przechowywania wielkich zbiorów do których nie zaglądamy zbyt często. W stacjach roboczych taśmy 150 MB są dość rozpowszechnione, niestety brak jest standardów w tej dziedzinie, brak jest nawet dominujących rozwiązań, chociaż stosunkowo często używa się trzech formatów: kaset taśm Exabyte, QIC oraz DAT. Szersza taśma znajdująca się w kasetach QIC-Wide (produkuje je firma Sony) pozwala na większą pojemność. Wiele firm specjalizujących się w produkcji napędów taśmowych podpisało w 1995 roku umowę o wprowadzeniu nowego formatu o nazwie Travan. Kasety Travan mieścić będą prawie dwukrotnie dłuższe taśmy i po raz pierwszy jest szansa na powstanie powszechnie akceptowanego standardu. Bez kompresji będą one mogły zapisać od 400 MB - 1600 MB danych.

Streamery najczęściej korzystają z algorytmów kompresji przed fizycznym zapisywaniem danych na taśmę: dla szybkich procesorów pozwala to nie tylko na zapis większej ilości danych ale oszczędza również czas. Kompresja powoduje, że na taśmę zapisywanych około dwa razy mniej danych i czas zaoszczędzony na stosunkowo wolnym zapisie lub odczycie jest znacznie dłuższy od czasu straconego na dokonanie kompresji lub dekompresji danych. Typowe pojemności kaset na początku lat 90-tych wynosiły 120 i 250 MB, w połowie lat 90-tych wzrosły do 500 MB - 8 GB (taśmy DAT z kompresją). Pod koniec 1995 roku Tandberg wprowadził napęd taśmowy o pojemności 13 GB bez kompresji i szybkości transmisji danych pomiędzy 22-180 MB/minutę. Napęd ten przeznaczony jest do automatycznej archiwizacji danych na dużych serwerach plików, zrzucając zawartość dysków np. o ustalonej godzinie w nocy lub w czasie weekendu.

Streamery o największych pojemnościach korzystają z kaset DAT. Niewiele grubsze od zwykłych kasety magnetofonowych kasety DAT (Digital Audio Tape), stosowane w nagraniach cyfrowych dźwięku, mieszczą 1-2 GB bez kompresji danych lub ponad dwukrotnie więcej z kompresją danych przy archiwizacji. Oprogramowanie *FileSafe* firmy Mountain umożliwi w pełni automatyczną archiwizację danych na połączonych

kaskadowo cyfrowych streamerach - dzięki temu można uzyskać archiwa o wielkości 8 GB bez żadnej kompresji. Pomimo tak wielkiej pojemności odszukanie danych zabiera średnio zaledwie 30 sekund a szybkość archiwizacji przekracza 10 MB na minutę.

Oprogramowanie *FileSafe* firmy Mountain umożliwia w pełni automatyczną archiwizację danych na połączonych kaskadowo cyfrowych streamerach - dzięki temu można uzyskać archiwa o wielkości 8 GB bez żadnej kompresji.

Konfiguracja streamera podłączonego do sieci lokalnej lub stacji roboczej przez złącze SCSI może być bardzo uciążliwym zajęciem. Szybkie streamery wymagają montowania kart rozszerzeń i konfiguracji parametrów transmisji przy pomocy mikroprzełączników (jumperów). Można je też przyłączać do złącz SCSI a w najbliższej przyszłości należy się spodziewać komunikacji w oparciu o bezprzewodowe interfejsy na podczerwieni. Streamery zewnętrzne łączone przez port równoległy są wolniejsze ale nie ma z nimi żadnych kłopotów w czasie konfiguracji. Urządzenia wewnętrzne są zwykle tańsze, gdyż nie potrzebują obudowy i korzystają z zasilacza komputera. Zwiększenie szybkości i bezpieczeństwa danych zapisanych na taśmie umożliwia system analogiczny do macierzy dyskowych RAID, zwany RAIT (Redundant Array of Inexpensive Tapes, czyli nadmiarowa macierz niedrogich taśm).

## **1.8 Sterowniki, sprzęgi i magistrale**

Wymiana danych pomiędzy mikroprocesorem a urządzeniami zewnętrznymi, takimi jak dyski, angażuje trzy elementy systemu komputerowego: magistralę (szynę), którą dane są przesyłane, sprzęg (interfejs), który określa sposób komunikacji urządzenia zewnętrznego z tą magistralą i sterownik kontrolujący działanie urządzenia. Sterowniki i niektóre sprzęgi są ze sobą blisko związane i często nawet w literaturze fachowej te dwa pojęcia nie są precyzyjnie rozgraniczane.

### **1.8.1 Magistrale (szyny)**

Współczesne komputery osobiste wysokiej klasy potrafią przesyłać ponad 100 MB danych w ciągu sekundy pomiędzy mikroprocesorem a pamięcią RAM lub kartą graficzną przez 32 lub 64-bitowe szyny danych. Tworzenie obrazu dla karty SVGA działającej z rozdzielczością 1280 na 1024 punkty 70 razy w ciągu sekundy dla 24-bitowego koloru wymaga przesłania  $1280 \cdot 1024 \cdot 70 \cdot 3 = 263$  MB danych na sekundę. Opracowany na początku lat 80-tych standard komunikacji procesora z układami zewnętrznymi, takimi jak karty graficzne czy dyski, opierał się na 16-bitowej magistrali **ISA** (Industry Standard Architecture, czyli Standardowej Architekturze Przemysłu) pracującej przy stosunkowo niskich częstościach 8 MHz, niezależnych od częstości pracy

mikroprocesora. Ta niezależność pozwoliła na większą standaryzację kart rozszerzeń. W niektórych komputerach częstość pracy magistrali zwiększono nawet do 16 MHz. Teoretycznie przy częstości 8 MHz można by więc przesłać 16 MB/sekundę, ale w praktyce z powodu innych ograniczeń konstrukcyjnych magistralą ISA przesłać można nie więcej niż 5 megabajtów danych na sekundę, a więc znacznie mniej niż przetworzyć może procesor lub przyjąć karta graficzna. Magistrala ISA stała się „wąskim gardłem” procesu tworzenia obrazu a nawet przesyłania danych z szybkich dysków.

Sytuacja ta spowodowała już w połowie lat 80-tych opracowanie nowych standardów magistrali. Pierwszym takim standardem była wprowadzona przez IBM i chroniona licznymi patentami magistrala **MCA** (**MicroChannel Architecture**). Jest to 32-bitowa magistrala z bardziej optymalnym protokołem transmisji danych, kilkukrotnie szybsza od ISA (20-59 MB/sekundę). Technicznie MCA to bardzo zaawansowana konstrukcja, pozwalająca między innymi na automatyczną konfigurację kart współpracujących z tą szyną (plug-and-play). Magistrala ta jest używana w niektórych komputerach osobistych i stacjach roboczych firmy IBM.

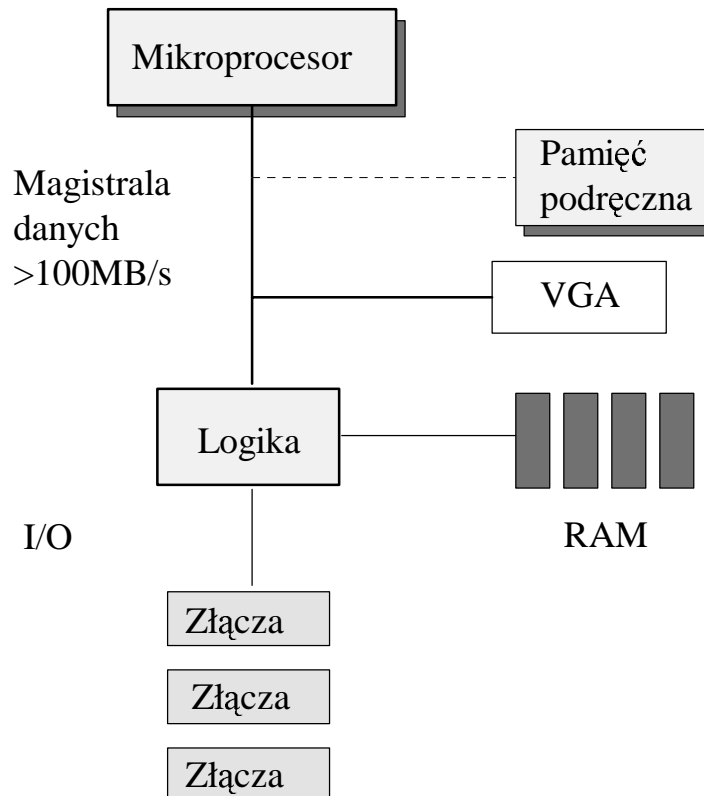
Odpowiedzią grupy producentów komputerów na patenty IBM było opracowanie alternatywnej magistrali **EISA**, czyli rozszerzonego standardu (**Extended Industry Standard**) ISA o szybkościach zbliżonych do MCA. Zaletą szyny EISA jest możliwość dołączania do niej kart ISA. Rozwiązania te nie są one jednak pozbawione wad i nie przyjęły się zbyt szeroko. Pierwszą z wad jest wysoka cena komputerów wyposażonych w takie rozszerzone magistrale - pracują one zwykle jak serwery sieciowe. Drugą jest konieczność konfiguracji wymagająca dość dużej wiedzy technicznej, którą rzadko dysponują sprzedawcy komputerów. Trudno przewidzieć, jak dalej rozwinie się rynek komputerów z magistralą EISA, gdyż zapowiadane są nowe jej wersje, fast EISA i EISA EMB, o zwiększonej szybkości i wygodzie obsługi.

Tradycyjne rozwiązania dla komputerów osobistych podsumowane są w tabelce poniżej.

Magistrale	AT czyli ISA	MCA	EISA
Rok wprowadzenia	1983	1987	1988
Szyna danych (bity)	16	32	32
Szyna adresów (bity)	24	32	32
Częstość zegara (MHz)	8	10	8
Przyjmuje karty	8 & 16	16 & 32	8, 16 & 32
DMA Transfer, MB/sekundę	1.2 - 1.6	3.0 - 5.0	5.3 - 33
DMA czas cyklu, $\mu$ sek	1.25-1.67	0.4 - 0.6	0.12-1.0



Na początku lat 90-tych pojawiło się kilka niestandardowych rozwiązań konstrukcyjnych o nazwie „**local bus**”, czyli magistrala lokalna, oferujących znacznie większe szybkości. Konstruktorzy dodali po prostu całkowicie nową magistralę do obsługi karty graficznej i dysków, pozostawiając magistralę ISA do obsługi wolniejszych urządzeń. Rozwiązania typu „wewnętrznej magistrali lokalnej”, stosowane przez wiele firm, polegają na bezpośrednim podłączeniu sterownika VGA do procesora, omijając układy wejścia/wyjścia sterujące magistralą ISA. Umieszczenie układów VGA na płycie głównej obniża koszty całego komputera i pozwala korzystać z pełnej mocy procesora przy tworzeniu obrazu graficznego. Niestety, uzależnia to użytkownika od konkretnego układu VGA blokując możliwości rozbudowy komputera.



*Magistrala wewnętrzna. W komputerach z magistralą VESA zamiast VGA przyłączona jest karta VGA-Bus.*

Nieco bardziej uniwersalnym rozwiązaniem jest **VL-Bus**, zwany również **VESA-Bus** (**V**ideo **E**lectronic **S**tandard **A**ssociation to nazwa organizacji, która opracowała ten standard na początku 1992 roku) lub **VLB**. Polega ono na dołączeniu bezpośrednio do magistrali danych mikroprocesora elektroniki obsługującej złącze w którym można umieścić sterowniki VGA i innych urządzeń (dysk, karta sieciowa). Jest to bardzo tanie rozwiązanie, które rozpowszechniło się szybko w 1993 roku w komputerach osobistych. Jego wadą było początkowo związanie z konkretnym procesorem (i486) oraz możliwości konfliktów różnych urządzeń w przypadku przeciążenia magistrali. Wersja 2.0 usunęła te ograniczenia i magistrala VL-Bus ma obecnie szansę na utrzymanie się przez dłuższy okres czasu na rynku komputerów osobistych. Oferowane przez nią przepustowości danych zależą od częstości zegara i osiągają do 132 MB/sekundę. Nie jest to zapewne kres możliwości tego standardu.

Najbardziej obiecującym rozwiązaniem, który ma szansę na stanie się standardem, jest magistrala **PCI** (**P**eripheral **C**omponent **I**nterconnect). Jest on popierany zarówno przez Intela, IBM jak i czołowych producentów komputerów osobistych. Magistrala ta opracowana została z myślą o 32 i 64-bitowych mikroprocesorach i może współpracować z wieloma ich typami umożliwiając przyłączenie do 10 urządzeń zewnętrznych. PCI konfiguruje się automatycznie (na płycie nie ma przełączników wymagających uciążliwego dla użytkowników ustawienia i konfiguracji odpowiednich przerwań). Wyprowadzenia zewnętrzne wszystkich nowych typów magistral są 32-bitowe. Już przy częstości 33 MHz możliwa jest przepustowość 132 MB/sekundę. Szyna PCI, oprócz układów kontrolujących i współpracujących ze standardową szyną ISA (lub szyną EISA) zawiera również pamięć podręczną (pamięć cache poziomu drugiego) pozwalającą na buforowanie pracy mikroprocesora. Dzięki temu procesor odizolowany jest od bezpośredniego wpływu urządzeń zewnętrznych co zmniejsza szansę zaburzenia jego pracy i pozwala na opóźniony zapis wysyłanych przez niego danych. Karty przyłączone do szyny PCI mogą współpracować niezależnie od procesora, możliwa jest więc bezpośrednia transmisja danych z dysku do karty graficznej. Udoskonalono również obsługę przerwań, dzięki czemu możliwa stała się automatyczna konfiguracja (plug and play) dołączanych do szyny PCI urządzeń.

W 1993 roku lokalne magistrale dla grafiki zaczęły wypierać prawie całkowicie inne rozwiązania. Wbrew pozorom nie zwiększają one tak bardzo szybkości działania grafiki w okienkowych systemach operacyjnych lub w zastosowaniach multimedialnych. Nie są do tego jeszcze przystosowane karty graficzne a sama grafika na komputerach osobistych nie jest głównym czynnikiem wpływającym na szybkość ich działania. Wpływ magistrali lokalnych na szybkość działania systemu komputerowego daje się zauważyć przede wszystkim przy korzystaniu z dysku wyposażonego w sterownik z pamięcią podręczną (cache). Konieczne jest ustalenie się jakiegoś standardu, by po krótkim czasie nie okazało się, że nowe karty graficzne lub inne urządzenia zewnętrzne współpracują tylko z komputerami wyposażonymi w wybrane lokalne magistrale. Za VL-Bus przemawia niska cena, za PCI możliwości przyłączania większej liczby kart, współpraca z magistralą

EISA, użycie dodatkowej pamięci podręcznej i poparcie wielu producentów, w tym oprócz Intela również Apple. Komputery oparte na mikroprocesorach rodziny PowerPC produkowane przez IBM i Apple wykorzystują magistralę PCI. Po raz pierwszy jest więc szansa na zgodność kart rozszerzeń komputerów IBM-PC i komputerów Macintosh.

Intel zamierza wprowadzić system obsługi urządzeń peryferyjnych, zwany jak Native Signal Processing (NSP), czyli system przetwarzania sygnałów, oparty na standardzie PCI. Do magistrali PCI dołączone będą bezpośrednio obwody scalone syntezy i analizy dźwięku, komunikacji, karty graficzne i karty wideo oraz magistrale IDE. Zaproponowano nowy standard sprzęgu o nazwie CardBus, pozwalający na dołączenie urządzeń peryferyjnych do magistrali PCI. Wielkie szybkości przesyłania danych będą z pewnością konieczne do cyfrowych urządzeń wideo.

### **1.8.2 Sterowniki i sprzęgi**

**Sterowniki** decydują o sposobie zapisu informacji na dysku, mogą bardzo przyspieszyć i zagęścić zapis informacji na nim. Jeśli zależy nam na bardzo szybkim dostępie do danych na dysku warto poświęcić trochę uwagi sterownikom. W komputerach wyposażonych w magistralę ISA (AT-bus) dużą popularność zdobył powstały w 1988 roku **sterownik IDE** (skrót od *Integrated Drive Electronics*, napęd ze zintegrowaną elektroniką, czasami zamiast *Integrated* pisze się *Imbedded*, czyli wbudowaną). Chociaż dyski te przyłączone są do kart sterowników cała „inteligentna” elektronika jest w zasadzie wbudowana w obudowę napędu dyskowego. Niektóre płyty główne pozwalają już na bezpośrednie podłączenie dysków IDE do gniazda na płycie, a więc wyposażone są w **sprzęg typu IDE**. Taki sposób ma jednak swoje wady - nie wszystkie dyski IDE chcą ze sobą współpracować, najlepiej więc mieć dwa dyski tego samego producenta. Sterowniki IDE używają systemu kodowania danych RLL zapisując w jednej ścieżce 26 lub więcej sektorów. Ponieważ niektóre systemy operacyjne, takie jak MS-DOS, nie chcą takich informacji przyjąć do wiadomości sterowniki IDE podają systemowi operacyjnemu parametry dysku odbiegające mocno od prawdziwych parametrów fizycznych.

Sprzęg IDE oparty jest na standardzie przemysłowym opracowanym w czasach komputerów PC-AT, znanym jako ATA (AT Attachment, czyli dołączenie do komputera AT). Początkowo sprzęg IDE nie pozwalał na dołączenie dysków o pojemności większej niż 528 MB. Nie był on też zbyt wygodny w obsłudze, wymagając od użytkownika wpisywania takich danych jak liczba głowic, cylindrów i sektorów na ścieżce. Zwykle użytkownik nie kłopotuje się takimi danymi gdyż producenci komputerów sami je wpisują ale w przypadku awarii ich znajomość jest konieczna. Szybkość przesyłania danych nie przekraczała 5 MB/sekundę a długość kabli nie mogła przekraczać 45 centymetrów. Rozszerzony standard tego sprzęgu, Enhanced IDE (EIDE), nie jest do końca poprawnie zdefiniowany i wielu producentów stosuje tę nazwę na oznaczenie sprzęgów IDE, które zawierają jakieś dodatkowe cechy. Najczęściej EIDE pozwala na

obsługę dysków do 8 GB kontrolując do czterech urządzeń, i to nie tylko typowych dysków lecz i CD-ROMów, napędów taśmowych i innych urządzeń (np. multimedialnych). Szybkość oferowana przez te sterowniki dochodziła w połowie lat 90-tych do 13 MB/sek. Sterowniki Enhanced IDE stały się też bardziej inteligentne i same potrafią ustalić odpowiednie parametry dysków. Powstaje jednolita specyfikacja dla tego sprzęgu i sterowników jest więc szansa na ich przetrwanie.

Najbardziej rozpowszechnionym (od 1984 roku) standardem zapisu i wymiany informacji dla dużych dysków jest **SCSI** (Small Computer System Interface). Sterowniki dysków pracujące w oparciu o ten standard nazywa się **sterownikami SCSI**. Jest to również nazwa sprzęgu, obsługującego komunikację sterownika z urządzeniami do niego przyłączonymi. Do upowszechnienia urządzeń SCSI (nazwę tą najczęściej wymawia się „skazi”) przyczyniła się firma Apple Computers stosując je w serii komputerów Macintosh, znalazły też zastosowanie w stacjach roboczych. Standard SCSI rozszerzono o możliwość sterowania innymi urządzeniami oprócz dysków magnetycznych, takich jak skanery, CD-ROMy, a nawet drukarki. Do jednego sterownika SCSI podłączyć można aż siedem urządzeń. Sterowniki te pracują odmiennie od innych, ich instalacja nie wymaga ustawienia typu dysku a za ich pomocą można podłączyć duży dysk nawet do komputera IBM PC-XT. Korzystanie z więcej niż jednego urządzenia SCSI wymaga stosowania sterownika programowego (instalacji w pamięci odpowiedniego programu rezydentnego). Szybkość sterowników **Fast SCSI-2** dochodzi do 20 MB/sekundę. Sterowniki SCSI montowane są w standardowych magistralach IDE, pojawiły się również sterowniki dla magistrali PCI. Wysoka cena i kłopoty ze zgodnością niektórych urządzeń to dwie wady sterowników SCSI.

Opracowano już standard SCSI-3, ale nie wiadomo, czy będzie on miał szansę na rozpowszechnienie ze względu na konkurujące z nim rozwiązania. Dwukrotne zwiększenie szybkości oferować ma standard Ultra SCSI (określany również jako Fast-20). Pierwsze urządzenia tego typu powinny pojawić się w 1996 roku. W opracowaniu są też całkiem nowe standardy, np. Fibre Channel, oferujące szybkości do 100 MB/s przy maksymalnych długościach światłowodów łączących urządzenia peryferyjne rzędu 10 kilometrów! Przy takich odległościach będą to urządzenia naprawdę bardzo peryferyjne. Są to na razie jedynie standardy sprzęgów a nie sterowników, gdyż tak duże szybkości osiągnąć można jedynie zbierając dane z macierzy dyskowej, w której każdy z dysków korzysta z typowego sprzęgu SCSI.

Gwałtowny rozwój urządzeń przenośnych, przede wszystkim multimedialnych notebooków, spowodował zapotrzebowanie na zwiększenie szybkości przesyłania danych z urządzeń zewnętrznych do komputerów. Karty PCMCIA, nazywane także PC Card, oraz sprzęgi, umożliwiające podłączanie tych kart, powinny w 1996 roku ustąpić standardowi CardBus, współpracującemu bezpośrednio z szyną PCI. Opracowany przez Texas Instruments sterownik PCI CardBus pozwala między innymi na bezpośrednią transmisję sygnałów wideo oraz bezpośredni dostęp do pamięci komputera. Producenci

urządzeń CardBus liczą na rozpowszechnienie się systemów wideokonferencyjnych i multimedialnych.

Inne znane standardy kodowania danych na dyskach (tak samo nazywa się typy sterowników dysków pracujących w oparciu o te standardy) to MFM (Modified Frequency Modulation, zmodyfikowana modulacja częstości), umożliwiający korekcje błędów w zapisie każdego bitu ale stosunkowo wolny i rzadko już stosowany; RLL (Run-Length Limited) w różnych wersjach, bardziej skomplikowany ale umożliwiający gęstszy zapis danych (o 50%-100% w stosunku do MFM) i ESDI (Enhanced Small Disk Interface, rozszerzony sprzęg małych dysków). Wszystkie te sterowniki spotyka się w wersjach 8, 16 i 32 bitowych (te ostatnie dla szyn MCA i EISA w komputerach typu IBM PC).

Niektóre sterowniki zawierają bardzo dużo (kilka a nawet kilkanaście MB) pamięci notatnikowej (cache), pozwalające na znaczne skrócenie średniego czasu dostępu do danych (wartości poniżej 1 ms nie należą do rzadkości) oraz zwiększenie prędkości przesyłu do kilku MB/sek. Przy ocenie takich sterowników należy być ostrożnym, gdyż użycie dużych pamięci notatnikowych przez sterowniki pozwala na oszukanie programów testujących podobnie jak użycie programów tworzących z pamięci RAM bufor pamięci dyskowej. Pokazywane szybkości transferu danych rzędu kilkunastu megabajtów odnoszą się do szybkości RAM komputera a nie jego dysku. W realnych zastosowaniach, przy czytaniu lub zapisie dużych ilości danych na dysku szybkość jego działania będzie znacznie niższa.

Sterownik	Szybkość Mb/sek	Szybkość MB/sek
ST506 / ST412 (MFM lub RLL) 8-bitowe (XT); 16-bitowe (ISA-AT); 32-bitowe (MCA)	5	0.6250
RLL (Run Length Limited) 8-bitowe (XT); 16-bitowe (ISA-AT); 32-bitowe (MCA)	7,5	0.9375
IDE (Integrated Drive Electronics)	7,5	0.9375
ESDI (Enhanced Small Disk Interface)	10	1.25
SCSI (Small Computer System Interface)	32	4
SCSI-2 (Small Computer System Interface 2)	80-320	10-40

## **1.9 Drukowanie**

### **1.9.1 Rozdzielczości i szybkość druku**

Typowe zdolności rozdzielcze przy druku graficznym to 300 na 300 lub 360 na 360 punktów na cal (dpi). Standardowe wbudowane pamięci zaczynają się od 16 KB dochodząc do 256 KB. Wiele drukarek może pracować emulując 24-igłowe drukarki mozaikowe, takie jak IBM X24E lub Epson LQ-850. Nie warto natomiast emulować drukarek 8-igłowych o niższej rozdzielczości, co umożliwiają niektóre modele drukarek strumieniowych, gdyż nie daje to zadowalającej jakości druku. Szybkość drukarek podawana przez producentów może być myląca: dla przykładu, osiągnięta przez drukarkę Canon BJ-300 szybkość 300 znaków na sekundę lub zmierzonych w teście 353 stron na godzinę w trybie pisania na brudno wydaje się świadczyć o jej zdecydowanej przewadze nad drukarką HP DJ500, drukującą w tym trybie tylko 240 znaków na sekundę lub zmierzonych zaledwie 150 stronach w ciągu godziny. Posługując się edytorem drukującym w trybie graficznym lub drukując grafikę albo dane graficzno-tekstowe np. z arkusza kalkulacyjnego może się jednak okazać coś dokładnie przeciwnego: w czasie godzinowego testu Canon wydrukował 49 stron grafiki a DJ 500 aż 84 strony.

Coraz więcej drukarek laserowych pozwala na poprawienie jakości druku w porównaniu ze standardową rozdzielczością 300 punktów na cal. Osiąga się to przez zmienną wielkość kropek (Hewlett-Packard) lub wygładzanie nierówności na ostro zakrzywionych brzegach (Epson, Hewlett-Packard). Popularną techniką takiego wygładzania liter jest **RET** (Resolution Enhancement Technology), chociaż jakość drukowanej grafiki może się pogorszyć. Sprzedawane są programy oraz karty zwiększające standardową zdolność rozdzielczą 300 dpi dobrych drukarek laserowych do 800 a nawet 1200 dpi. Nowym standardem, po wprowadzeniu przez Hewletta-Packarda przy końcu 1992 roku drukarki **HP IV**, staje się **600 dpi**. Drukarki o takiej podwyższonej rozdzielczości (inne spotykane rozdzielczości to 800×400 lub 300×1200) produkuje między innymi Compaq (szybkość 15-20 stron/minutę), IBM (a raczej jego filia Lexmark), Kyocera i Okidata. Chociaż przy wydruku normalnego tekstu różnica nie jest zbyt widoczna to widać ją wyraźnie przy drukowaniu grafiki. Oprócz lepszych mechanizmów tworzenia obrazu drukarki o podwyższonej zdolności rozdzielczej używają również tonera, zawierającego o połowę mniejsze cząsteczki niż w tonerach standardowych. .

### **1.9.2 Druk barwny**

Drukowanie w kolorze wymaga mieszania barw podstawowych. Obraz na kartce papieru odbija padające na niego światło, istotne są więc własności absorbcyjne barwników, a nie tylko wysyłanie światła, jak to mam miejsce w monitorach. Do tworzenia kolorowych obrazów najlepsza okazała się kombinacja cyjanu (kolor

niebiesko-zielony), magenty (purpurowy) i żółci, czyli **CMY** (Cyan, Magenta, Yellow), przy czym najpierw nakłada się kolor najjaśniejszy (żółty) a na końcu najciemniejszy (cyjan). By poprawić kontrast obrazu dodatkowo nakłada się kolor czarny (black), stąd drukarki używają czterokolorowych taśm lub tuszów barwiących **CMYK**.

Najtańsze dobre kolorowe drukarki to drukarki strumieniowe. Wśród nich przodują bardzo dobre i tanie drukarki Hewletta-Packarda. Droższe modele drukarek atramentowych oferują bardzo wielkie możliwości, np. korzystanie z obu standardowych języków programowania drukarek laserowych: z Postscriptu 2 jak i własnego języka Hewletta-Packarda, PCL 5. Jakość druku przy użyciu specjalnego papieru o wysokim połysku nie zostawia wiele do życzenia. Takie drukarki mogą mieć również wbudowaną emulację języka ploterów HP, umożliwiając drukowanie kolorów zgodnie ze standardem Pantone w formacie A3 a nawet w formacie A0, drukują też w kolorze na foliach. Chociaż producenci się tym nie chwalą dobrze jest wiedzieć, że wymagane są specjalne folie, znacznie droższe od zwykłych folii przeznaczonych do rzutników pisma a nawet od folii przeznaczonych do kserografów i drukarek laserowych. .

### *~* **Jak one to robią?**

Głowica drukarek zawiera elementy termiczne, podgrzewające tusz w dyszach - wystarczy na to milionowa część sekundy. Po podgrzaniu tusz rozpręża się i jest wyrzucany cienkimi strumieniami na papier. Stosuje się również elementy piezoelektryczne (jest to technologia nowsza), które odkształcają się pod wpływem przyłożonego napięcia wyrzucając kropelki tuszu. Ma to zwiększyć żywotność głowicy drukującej do 100 mln znaków i obniżyć koszty druku przez mniejsze straty atramentu, jednocześnie kilkukrotnie zwiększając szybkość. Zużycie energii głowic piezoelektrycznych jest niższe od termicznych, nadają się więc bardziej do drukarek zasilanych bateryjnie. Wadą może okazać się trudny do wytłumienia wysoki pisk głowicy, uciążliwy dla wrażliwych na wysokie dźwięki osób.

W druku barwnym stosuje się czasami nieco inną technologię: malutkie kropelki atramentu wyrzucane są w sposób ciągły (około miliona kropelek o średnicy 15 mikrometrów) przez trzy lub cztery grupy dysz (każda o innym kolorze podstawowym, czwartą jest kolor czarny), tworząc mgiełkę, która kierowana jest w odpowiednie miejsce na papier przez pole elektryczne. Ponieważ zabarwienie papieru wymaga wielu takich mikrokropelek taka technika umożliwia doskonałe mieszanie kolorów. Większość modeli drukarek strumieniowych posługuje się tuszem płynnym, wysychającym stosunkowo powoli. Takie podejście wyprzedzić może pojawiająca się technologia korzystająca z tuszu w postaci stałej, zmieniającej się w parę w wyniku podgrzania i natychmiast zastygającego po zetknięciu z papierem. Dzięki temu drukować można na papierze dowolnej jakości a nawet na zwykłych foliach.

Większość firm produkujących drukarki strumieniowe umieszcza tusz w pojemniku, w którym znajduje się głowica wraz z dyszami (najczęściej 48 lub 64 dysz). Nie jest to rozwiązanie tanie - zamiast wymieniać tusz wyrzuca się całą głowicę. Pomimo zaleceń producentów tych głowic, by je natychmiast po wykorzystaniu wyrzucić, można je powtórnie napełnić za 1/3 ceny nowych głowic. Nowszym rozwiązaniem, zwłaszcza przy użyciu głowic piezoelektrycznych, jest oddzielenie tuszu i głowicy.

Zabrudzenia głowicy przez zasychający tusz przedmuchiwane są automatycznie; w przypadku pogorszenia jakości druku można takie czyszczenie uruchomić odpowiednim przyciskiem.

Do druku barwnego stosuje się również drukarki termiczne i drukarki laserowe. Głowica termiczna ma wbudowane elementy grzejne (około 11 na jednym milimetrze, dając rozdzielczość 300 punktów na cal) i podgrzewa czterokolorową taśmę, na której znajduje się tusz w postaci podobnej do wosku. Tusz topi się i przykleja do papieru. Technologia ta określana jest jako „termiczny transfer wosków” (thermal wax transfer). Do wydruków na takich drukarkach zalecany jest specjalny papier, chociaż niezły obraz otrzymać można również na papierze kserograficznym.

W drukarkach dających obrazy fotorealistyczne stosowana jest najczęściej technologia sublimacji barwników (dye sublimation). Kolorowe tusze wykonane są z materiałów, które nie topią się, lecz sublimują, czyli przechodzą od razu w fazę gazową a po oziębieniu na papierze w fazę stałą. Ponieważ barwnik w postaci obłoczka gazu nie zostawia wyraźnej plamki na wydruku i miesza się lepiej z sąsiednimi plamkami obraz nie ma struktury rastrowej. Technologia sublimacyjna daje bardzo dobre efekty kolorystyczne pozwalając uzyskać 16.8 mln. kolorów i wrażenie kolorowych zdjęć. Jej wadą jest konieczność stosowania specjalnie wygładzonego papieru, sprawiającego w dotyku wrażenie plastiku. Można również stosować specjalne folie dla uzyskania barwnych przezroczycy, a nawet przenosić obrazy ze specjalnej folii na szkło, drewno czy tkaniny. Koszt wydruku jest jednak wysoki a czas potrzebny na wydruk pojedynczej strony jest dla drukarek sublimacyjnych rzędu 10 minut.