

Architektura komputerów

Wykład 5 Pamięć

Wojciech Kordecki

Collegium Witelona
Wydział Nauk Technicznych i Ekonomicznych
Zakład Informatyki

Semestr letni 2023/24



DRAM – budowa

Pamięć dynamiczna, DRAM (ang. Dynamic Random Access Memory) – pamięć półprzewodnikowa RAM, która przechowuje każdy bit danych w oddzielnym kondensatorze wewnątrz układu scalonego.

Wymaga okresowego odświeżania zawartości (ze względu na rozładowywanie się kondensatorów). Jednocześnie pojedyncza komórka pamięci dynamicznej składa się z mniejszej liczby elementów niż analogiczna komórka pamięci statycznej.

Zalety:

- większe upakowanie elementów w układach scalonych,
- tańsze układy pamięci,
- większa pojemność pamięci.

Odświeżanie musi następować w regularnych odstępach czasu i polega na ponownym zapisie odczytanej wartości w tych samych komórkach pamięci.



Zastosowania

Pamięć operacyjna w urządzeniach, z wyjątkiem

- układów wymagających niezbyt dużych ilości pamięci,
- układów wymagających dużej szybkości.



Pamięć RAM typu SDR SDRAM – 256MB



Tablice pamięci

Pamięci dynamiczne są łączone są w dwuwymiarowe tablice adresowane numerem wiersza i kolumny.

Jedna tablica (jeden płat) – jeden bit.

Przesyła się adres komórki w dwóch częściach zwanych wierszem i kolumną. W każdym cyklu odczytu i zapisu przesyła się adres wiersza, następnie adres kolumny.



SRAM

Static Random Access Memory – statyczna pamięć o dostępie swobodnym, jest to typ pamięci półprzewodnikowej stosowanej w komputerach. SRAM zwykle służy jako pamięć buforująca między pamięcią operacyjną i procesorem.

Pamięć SRAM przechowuje dane tak długo, jak długo włączone jest zasilanie, podczas gdy pamięć typu DRAM wymaga okresowego odświeżania.

Pamięci SRAM wykorzystuje się głównie w szybkich pamięciach podręcznych cache, ponieważ pamięci cache nie wymagają dużych pojemności.



DRAM i SRAM

Porównanie:

- gęstość danych w SRAM jest 4 razy mniejsza niż w DRAM,
- prędkość dostępu jest około 7 razy szybsza od DRAM – 1 cykl SRAM wynosi około 10 ns, cykl DRAM około 70 ns.

Szybkość dostępu dotyczy dostępu swobodnego, kolejne odczytywane dane są umieszczone pod różnymi adresami. W przypadku odczytu danych z sąsiednich komórek adresowych szybkość pamięci SRAM i DRAM jest podobna.



Rodzaje pamięci DRAM (nowsze)

- FPM – Fast Page Mode DRAM
- EDO – Extended Data Out DRAM
- SDRAM – Synchronous DRAM
 - SDR SDRAM – Single Data Rate Synchronous DRAM
 - DDR SDRAM – Dual Data Rate Synchronous DRAM
 - DDR2 SDRAM – Dual Data Rate Synchronous DRAM v. 2
 - DDR3 SDRAM – Dual Data Rate Synchronous DRAM v. 3
 - DDR4 SDRAM – Dual Data Rate Synchronous DRAM v. 4
 - DDR5 SDRAM – Dual Data Rate Synchronous DRAM v. 5
- RAMBUS (RDRAM)



FPM DRAM (Fast Page Mode DRAM)

W pamięciach FPM wprowadzono możliwość odczytu i zapisu komórek z tego samego wiersza co poprzednio odczytywana/zapisywana podając jedynie adres kolumny bez podawania adresu wiersza. Skraca to czas kolejnych odczytów/zapisów pamięci z komórek położonych w tym samym wierszu.



EDO i BEDO DRAM

Moduły EDO umożliwiały ukończenia operacji odczytu w jednym cyklu zegara.

W innym wypadku sekwencyjny odczyt pamięci z jednej strony (jeśli była już wybrana) zabierał dwa a nie trzy cykle zegarowe.

Pamięć EDO pozwoliła także na podniesienie wydajności komputerów nie wyposażonych w pamięć podręczną drugiego poziomu, oraz obniżenie kosztów całego systemu.

BEDO (Bursf EDO) – kombinacja dwóch idei: wydłużenie czasu obecności danych na końcówka (EDO) i strumieniowania (Pipelining).

Niewielki koszt, duże efekty, ale układy nie doczekały się szerokiej akceptacji, bo nie były zaimplementowane w sterownikach Intelu 430VX i 430TX, dominujących na rynku.



Pamięć SDRAM

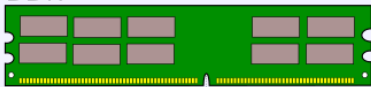
SDRAM (ang. Synchronous Dynamic Random Access Memory) – pamięć DRAM pracująca synchronicznie z magistralą systemową.

- SDR (Single Data Rate)
 - SDR SDRAM (przepustowość od 533 MB/s do 1066 MB/s)
- DDR (Double Data Rate) – 1997
 - DDR SDRAM (przepustowość od 1600 MB/s do 3200 MB/s) – 2000
 - DDR2 SDRAM (przepustowość od 3200 MB/s do 6400 MB/s) – 2003
 - DDR3 SDRAM (przepustowość od 6400 MB/s do 19200 MB/s) – 2007
 - DDR4 SDRAM (przepustowość od 12800 MB/s do 25600 MB/s) – styczeń 2013
 - DDR5 SDRAM (przepustowość do 51 GB/s)

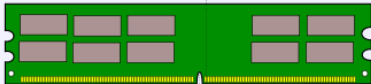


DDR dla komputerów stacjonarnych i mobilnych

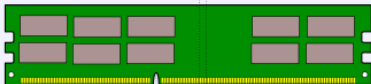
DDR



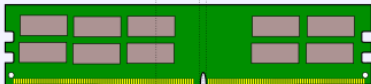
DDR 2



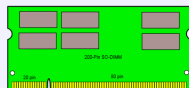
DDR 3



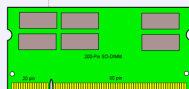
DDR 4



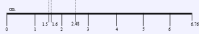
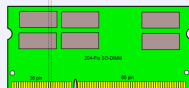
SO-DIMM DDR



SO-DIMM DDR 2



SO-DIMM DDR 3

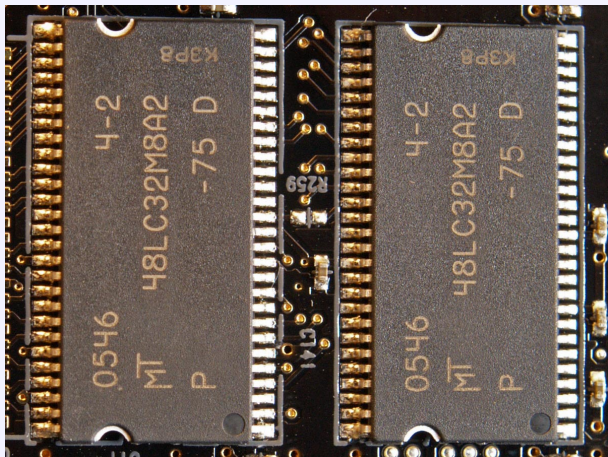


This dimensions are for reference to give a general idea.
This is not an exact technical diagram. Standards may vary between manufacturers.



Kości pamięci SDRAM

Dwie 32 MB kości pamięci SDRAM 48LC32M8A2, Micron Technology 133 MHz/7.5 ns na karcie Sound Blaster X-Fi



Technologia (Wikipedia)

Innowacje: przeplot i przesył pakietowy.

Dzięki przeplotowi, który zastąpił przechodzenie przez proces aktywacja banku - odczyt danych – aktywacja kolejnego banku - zapis i tak dalej, w pamięci SDRAM o dostępie przeplatany istnieje możliwość jednoczesnej aktywacji dwóch banków, co umożliwia odczyt danych z jednego banku i zapis danych w drugim bez straty czasu na reaktywację takich banków. Dzięki przesyłowi pakietowemu, zamiast odczytu z zaledwie jednej lokacji w obszarze DRAM, system odczytuje również pewną liczbę lokalizacji sąsiednich, tak by przechowane w nich dane mogły zostać zachowane w pamięci cache. Ponieważ te dane najprawdopodobniej będą potrzebne w trakcie kilku następnych transakcji, odczytywanie ich z pamięci cache jest szybsze niż przechodzenie przez wszystkie wymagane cykle pamięci.



Parametry pamięci

- CAS latency, CL – column address strobe latency. Liczba cykli zegara, między wysłaniem żądania dostępu do określonej kolumny pamięci, a otrzymaniem danych z tej kolumny przez kontroler.
- RCD (RAS to CAS Delay; RAS – Row Access Strobe; CAS – Column Access Strobe) – czas od zakończenia wykonywania polecenia aktywacji kolumny (CAS), do aktywacji wiersza (RAS).
- RP (RAS Precharge; RAS – Row Access Strobe) – czas od polecenia zamknięcia dostępu do aktywowanego wiersza i rozpoczęcia wykonywania polecenia aktywacji kolejnego.
- RAT (Row Active Time) – czas od żądania wykonania polecenia aktywacji wiersza do jego dezaktywacji.
- CR (Command Rate) – czas pomiędzy poleceniem adresowaniem dwóch niekoniecznie różnych komórek pamięci.



Wartości opóźnień dla DDR2

Według specyfikacji JEDEC, opóźnienia CL, RCD, RP dla różnych częstotliwości w pamięciach typu DDR2 powinny wynosić:

- DDR2-400 – 3-3-3, 4-4-4
- DDR2-533 – 3-3-3, 4-4-4
- DDR2-667 – 4-4-4, 5-5-5
- DDR2-800 – 4-4-4, 5-5-5, 6-6-6

Parametr RAS JEDEC podaje w nanosekundach. Dla wszystkich standardów oprócz DDR2-400 3-3-3, gdzie ma on wartość od 40 do 70 000, powinien wynosić od 45 do 70 000.



Zaprogramowanie SDRAM

Przed rozpoczęciem pracy układ SDRAM musi być zaprogramowany. Wykonywane jest na polecenie BIOS/UEFI przy włączeniu komputera.

Do SDRAM przekazuje się informacje o charakterze konfiguracyjnym – długość i typ dostępu grupowego oraz niektóre parametry czasowe.

Dane te są umieszczane w w specjalnym rejestrze (Mode Register).



Odświeżanie SDRAM

Odświeżanie przeniesione całkowicie do wnętrza SDRAM. Nie jest do tego potrzebny kontroler pamięci.
Każdy chip jest wyposażony we własny generator pobudzający w odpowiednim rytmie wszystkie wiersze matryc.



Banki SDRAM

Większość układów SDRAM dzieli się na niezależne bloki (zwykle 2 lub 4) zwane bankami.

Banki można wykorzystać niezależnie od siebie.



DDR3

Standard jest zdefiniowany w dokumencie *JEDEC Standard No. 79-3E*.

Wykonanie w technologii 90 nm, co umożliwia stosowanie napięcia 1.5 V (1.8 V w DDR2, 2.5 V w DDR). Dzięki temu pamięć DDR3 ma się mniejszy pobór mocy o około 40% w stosunku do pamięci DDR2 oraz większą przepustowość w porównaniu do DDR2 i DDR. Pamięci DDR3 nie współpracują z chipsetami obsługującymi DDR i DDR2.

Obsługa pamięci DDR3 przez procesory została wprowadzona w 2007 roku w chipsetach płyt głównych przeznaczonych dla procesorów Intel oraz w 2009 roku w procesorach firmy AMD.



DDR4

DDR4 SDRAM – standard pamięci RAM typu SDRAM, jest rozwinięciem pamięci DDR, DDR2 i DDR3.

Pamięć DDR4 umożliwia zastosowanie napięcia 1.2 V. Dzięki temu pamięć DDR4 charakteryzuje się zmniejszonym poborem mocy o około 20% w stosunku do pamięci DDR3 oraz większą przepustowością w porównaniu do DDR3, DDR2 i DDR. Pamięci DDR4 nie są kompatybilne wstecz, tzn. nie współpracują z chipsetami obsługującymi DDR, DDR2 i DDR3.

Obsługa pamięci DDR4 przez procesory została wprowadzona w 2014 roku w chipsetach płyt głównych. Pamięci DDR4 są obsługiwane tylko przez płyty z chipsetem Intel X99 oraz z podstawką LGA 1151 oraz LGA2011v3

Zalety DDR4 2 stosunku do DDR3

<http://www.micron.com/products/dram/ddr3-to-ddr4>



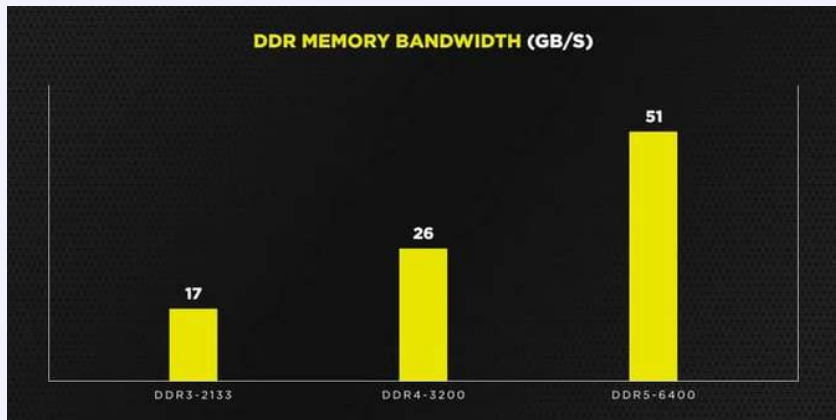
DDR5 (1)

DDR5 to piąta generacja synchronicznej pamięci dynamicznej o dostępie swobodnym i podwójnej szybkości transmisji danych – inaczej SDRAM DDR5. Wszystko zaczęło się w 2017 r., gdy branżowa organizacja standaryzacyjna JEDEC (Joint Electron Device Engineering Council) z udziałem wiodących na świecie dostawców architektury półprzewodników i układów pamięci, w tym firmy Kingston, określiła standard pamięci DDR5 wraz z nowymi rozwiązaniami, które zapewniają wyższą wydajność, niższy pobór energii i bardziej trwałą integralność danych na kolejne lata rozwoju technologii komputerowej. Pamięć DDR5 pojawiła się na rynku w 2021 r.

<https://www.kingston.com/pl/blog/pc-performance/ddr5-overview>

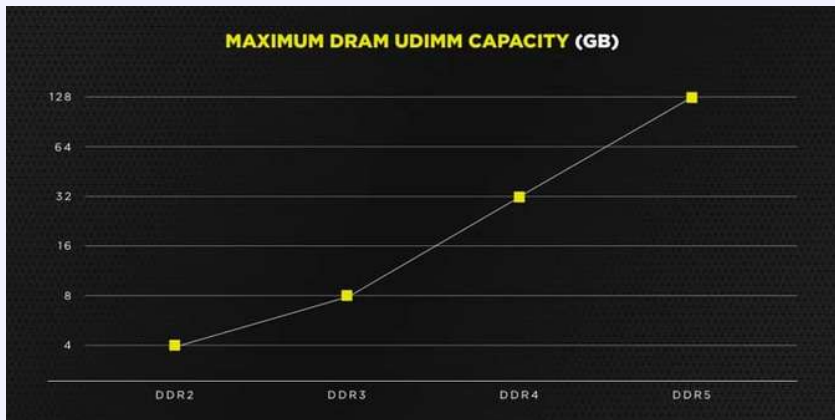


Pamięć DDR5 (2)



<https://www.purepc.pl/corsair-zapowiada-pamieci-ram-ddr5-6400-mhz-i-wskazuje-zal>

Pamięć DDR5 (3)



<https://www.purepc.pl/corsair-zapowiada-pamieci-ram-ddr5-6400-mhz-i-wskazuje-zal>

Pamięć DDR5 – ceny! Warto?

[https:](https://geex.x-kom.pl/wiadomosci/ram-ddr5-drozszy-niz-ddr4/)

[//geex.x-kom.pl/wiadomosci/ram-ddr5-drozszy-niz-ddr4/](https://geex.x-kom.pl/wiadomosci/ram-ddr5-drozszy-niz-ddr4/)
– wiadomość z roku 2021.

Jeden z najnowszych artykułów:

[https://www.benchmark.pl/testy_i_recenzje/
jaka-pamiec-ddr5-ram-ranking-2022r.html](https://www.benchmark.pl/testy_i_recenzje/jaka-pamiec-ddr5-ram-ranking-2022r.html)



DDR5 – 64 i 80 bitów

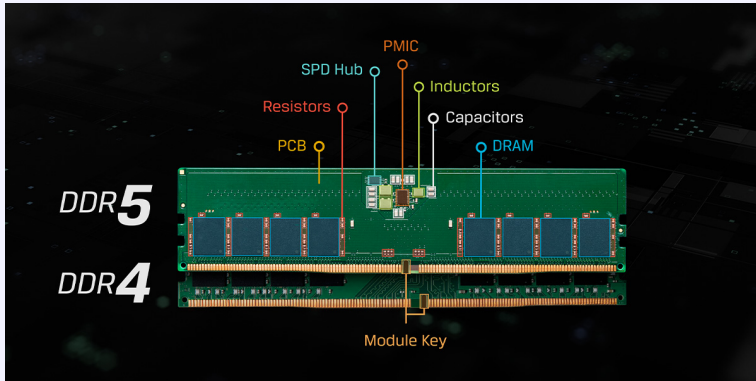
Szerokość szyny danych: 2×32 bitów lub $2 \times 40 = 2 \times (32 + 8)$ bitów.

8 bitów na każdej połówce, to ECC – pamięć RAM wyposażona w system kodowania korekcyjnego ECC (ang. Error Checking and Correction, Error Correction Code), działający w oparciu o kod Hamminga lub kod Reeda-Solomona.

Pamięć ECC stosowana jest najczęściej w komputerach, od których wymaga się niezawodności działania, w szczególności pełniących rolę serwera, oraz tam gdzie występuje zwiększony poziom promieniowania jonizującego np. w przestrzeni kosmicznej.



DDR5 i DDR4 – klucze



DDR5 i DDR4 – porównanie parametrów

Features	DDR4	DDR5	DDR5 Advantages
Speed	1.6 to 3.2 GT/s 0.8 to 1.6 GHz clock	4.8 to 8.4 GT/s 1.6 to 4.2 GHz clock	Higher bandwidth
IO Voltage	1.2 V	1.1 V	Lower power
Power Management	On motherboard	On DIMM PMIC	Better power efficiency Better scalability
Channel Architecture	72-bit data channel (64 data + 8 ECC) 1 channel per DIMM	40-bit data channel (32 data + 8 ECC) 2 channels per DIMM	Higher memory efficiency Lower latency
Burst Length	BC4, BL8	BC8, BL16	Higher memory efficiency
Max. Die Density	16Gb	64Gb	Higher capacity DIMMs
More Intelligence	SPD (I ² C)	SPD Hub & Temperature Sensors (I ² C)	Enhanced system management Greater telemetry for thermal management



Pamięć RAMBUS (Wikipedia)

RIMM (ang. Rambus Inline Memory Module) – moduły pamięci komputerowej, na których umieszczone są układy scalone z pamięciami typu RDRAM. Moduły RIMM pojawiły się w 1996 roku na mocy umów patentowych pomiędzy firmami Rambus i Intel. Moduły pamięci RIMM wyposażone są w radiator, konieczny do odprowadzania nadmiaru ciepła. Po niecałym roku produkcji wycofane z powodu opłat licencyjnych oraz mniejszej niż zamierzano wydajności.

<https://pl.wikipedia.org/wiki/Rambus>



Moduł pamięci RIMM



Kontrola błędów

Kontrola parzystości.

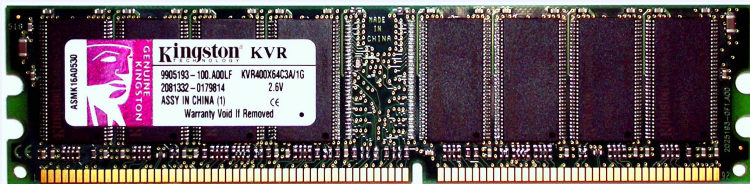
Dodatkowy bit taki, aby liczba bitów była

- parzysta,
- nieparzysta.

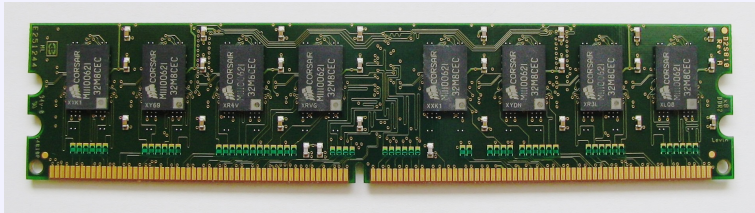
Często dodatkowy w kości innego typu (tańszej). Wiele układów ignoruje istnienie bitów parzystości, bo spowalniają pracę, bez istotnego poprawienia prawdopodobieństwa wykrycia błędu.



Moduł pamięci DDR



Moduł pamięci DDR2



Moduł pamięci DDR3



Czy warto kupować szybki RAM?

Artykuł w PClab.pl.

autor: Radosław Stanisławski.

<http://pclab.pl/art59350.html>

Artykuł w PCSTATS.com

<http://www.pcstats.com/articleview.cfm?articleID=873>

Artykuł w PClab.pl.

autor: Mateusz Brzostek <http://pclab.pl/art59968.html>

Artykuł w PClab.pl.

autor: Mateusz Skrycki.

<http://pclab.pl/art65002.html>



Dyskietki – FDD

- Dyskietki 8" – prehistoria,
- Dyskietki 5.25" SS/SD 160 Kb,
- Dyskietki 5.25" SS/DD: 180 kB, 320 kB, 360 kB
- Dyskietki 5.25" DS/SD: 320 kB,
- Dyskietki 5.25" DS/DD: 360 kB,
- Dyskietki 5.25" HD 1.2 MB,
- Dyskietki 3.5" DD 720 kB,
- Dyskietki 3.5" HD 1.44 MB,
- Dyskietki 3.5" ED 2.88 MB ,
- Dyskietki 3" 170 kB – nie przyjęły się.



Stacja FDD 5.25"



Stacja FDD 3.5"



Dyskietki 8", 5.25", 3.5"



Organizacja zapisu danych

Najmniejszymi jednostkami zapisu danych na dyskietkach są: sektory i klastry. Pojemność informacyjna sektora wynosi w większości systemów plików 512 bajtów. Pogrupowane stanowią ścieżki, których może być 40 lub 80. Jednostki te nanoszone są na nośnik podczas procesu formatowania.

Dane na dyskietce mogą być zapisane w różnych formatach plików. Najczęściej spotykanym jest FAT, który wywodzi się z systemów MS-DOS dla komputerów PC.

Pierwszym sektorem na dyskietce jest sektor rozruchowy przechowujący podstawowe parametry nośnika.



FAT – dyskietki

FAT – File Allocation Table, jest systemem plików powstały pod koniec lat 70. Zastosowany w systemach operacyjnych, m.in. DOS i Windows.

System plików FAT został pierwszy raz zastosowany w roku 1980 razem z pierwszą wersją QDOS-a, czyli poprzednika systemów PC-DOS oraz MS-DOS. Pierwsza wersja FAT oznaczana jest jako FAT12. Jako system plików przeznaczony dla dyskietek miał on wiele ograniczeń. Brakowało w nim wsparcia dla katalogów. Adresy klastrów miały tylko 12 bitów, co ograniczało rozmiar partycji do ok. 2 MB. W tym czasie dyskietki miały 360 kB.



Koniec świata dyskietek

(Wikipedia doniosła:)

W kwietniu 2010 prasa doniosła, że firma Sony, jako jedna z ostatnich spośród producentów dyskietek magnetycznych, zakończyła produkcję tych nośników danych. W 2009 zaprzestali ich produkcji firmy Hitachi Maxell i Mitsubishi Kagaku Media. Przed 2010 sprzedaży dyskietek zaprzestano już w wielu krajach, a na początku 2011 dyskietki Sony zniknęły ostatecznie z rynku japońskiego.

Firma Verbatim nadal produkuje 3,5-calowe dyskietki oceniając aktualny popyt w 2009 na 50 milionów sztuk rocznie. Badania firmy oceniają, że ten rodzaj pamięci przenośnej jest jeszcze wymagany przez użytkowników sprzętu starego typu, jak instrumenty klawiszowe czy maszyny przemysłowe. Firma prognozuje utrzymanie się popytu na dyskietki 3,5-calowe na stałym poziomie jeszcze przez pewien czas.



Wykrywanie i poprawianie błędów

Stosowany jest 17-bitowy kod CRC – kod CCITT (wykład z PTI!).
Kod taki rozpoznaje:

- pojedynczy błędny bit w ciągu dowolnej długości,
- błędy w szeregu do 16 sąsiadujących bitów.

Przekłamanie w ciągu dowolnej długości wykrywane są w 99.9984%.



Literatura

Dyski twarde cały czas pozostają w użyciu, mimo lawinowo wzrastającego udziału w rynku dysków SSD.

Szybki postęp w konstrukcji dysków twardych sprawia, że dostępna literatura w postaci drukowanej jest najczęściej przestarzała.

Pozostaje korzystanie ze źródeł internetowych:

- 1 katalogi firmowe,
- 2 czasopisma komputerowe,
- 3 katalogi handlowe,
- 4 Wikipedia i podobne źródła



Literatura c.d.

Uwaga

Ze źródeł internetowych w pozycjach 2 – 4 należy podchodzić z pewnym dystansem.

Większość materiału o dyskach twardech w tym wykładzie pochodzi z książki Metzgera *Anatomia PC* i ze źródeł internetowych.



Budowa

Zamiast jednego, kilka talerzy.

Pierwowzorem twardego dysku jest pamięć bębnowa. Pierwsze dyski twarde wyprodukowała w 1980 roku firma Seagate. Miał pojemność 5 MB – 5 razy więcej niż ówczesna, dwustronna dyskietka 8-calowa.

Pojemność dysków wynosi od 5 MB (przez 10 MB, 20 MB i 40 MB – dyski MFM w komputerach klasy XT 808x i 286) do 4 TB i 6 TB (w laptopach 20-2000 GB).



Parametry

Ważnymi parametrami są:

- pojemność,
- szybkość transmisji danych,
- czas dostępu do danych,
- prędkość obrotowa dysków magnetycznych (obr/min.),
- średni czas bezawaryjnej pracy (MTBF).

Dyski twarde można łączyć w macierz dyskową, dzięki czemu można zwiększyć niezawodność przechowywania danych, dostępną przestrzeń na dane, zwiększyć szybkość odczytu/zapisu.



Dysk twardy od środka



Ruch głowicy

Najpopularniejszym obecnie jest tzw. voice coil czyli cewka, wzorowana na układzie magnetodynamicznym stosowanym w głośnikach. Umieszczona w silnym polu magnetycznym cewka porusza się i zajmuje położenie zgodnie z przepływającym przez nią prądem, ustawiając ramię w odpowiedniej pozycji. Dzięki temu czas przejścia między kolejnymi ścieżkami jest nawet krótszy niż 1 milisekunda, a przy większych odległościach nie przekracza kilkudziesięciu milisekund. Układ regulujący prądem zmienia natężenie prądu, tak by głowica ustabilizowała jak najszybciej swe położenia w zadanej odległości od środka talerza (nad wyznaczonym cylindrem).



Formatowanie HDD

- Podczas formatowania wysokopoziomowego dane na dysku nie są niszczone. Obszary zawierające dane są jedynie zaznaczane jako puste i cały czas zawierają dane dopóty, dopóki nie zostaną nadpisane przez inne dane.
- Wykorzystywanie niskopoziomowego formatowania było popularne w latach 80. ubiegłego wieku. Zwykle polegało to na ustawieniu wzorca MFM na dysku tak, by sektory bajtów mogły być prawidłowo na nich zapisywane. Z nastaniem kodowania RLL, formatowanie niskopoziomowe stawało się coraz mniej popularne tak, że większość nowoczesnych dysków twardej jest systemami wbudowanymi, które są formatowane niskopoziomowo już w fabryce, a więc nie wymagają one wykonania tej procedury od użytkownika.



Partycje

Partycja – logiczny, wydzielony obszar dysku twardego, który może być sformatowany przez system operacyjny w odpowiednim systemie plików.

Powody dzielenia dysku na partycje:

- ograniczenia techniczne co do wielkości partycji,
- różne systemy operacyjne lub systemy plików,
- zapobieżenie zapełnienia dysku przez określoną usługę (np. partycja wymiany – Linux),
- dostosowanie partycji do określonych wymagań.



MBR

MBR (Master Boot Record) – główny rekord startowy, struktura danych zapisana w pierwszym sektorze dysku twardego. Nazywany też Master Boot Block. Zawiera program rozruchowy oraz tablicę partycji.

MBR znajduje się na pierwszej ścieżce, w pierwszym cylindrze, w pierwszym sektorze dysku (CHS – 0, 0, 1), zajmuje jeden sektor (512 bajtów). W klasycznym MBR pierwsze 446 bajtów zajmuje program rozruchowy (ang. bootloader). Druga część MBR to czteroelementowa tablica partycji opisująca podział dysku na partycje, każda po 16 bajtów. MBR kończą 2 bajty sygnatury rozruchu (boot signature) szesnastkowo 0x55 0xAA.



FAT

Tablica FAT umożliwia szybkie odszukanie miejsca dla nowego pliku lub dalszej części, łatwe odszukiwanie kolejnych części plików. Wadą systemu FAT jest to, że dla partycji o dużej pojemności klaster jest równie duży i znaczna część pozostaje pusta (średnio pół klastra na plik), w trakcie zapisywania i kasowania plików ulegają one fragmentacji (kolejne fragmenty pliku mogą leżeć w znacznej odległości od siebie), a przestawianie głowic dysku zajmuje czas. Inną wadą jest to, że każde założenie, skasowanie, każda zmiana wielkości pliku pociąga za sobą konieczność zmiany tablicy FAT, co przy niepoprawnym działaniu komputera może doprowadzić do utraty wszystkich danych na partycji.



FAT 32

FAT32 wykorzystuje tylko 28 bitów pozwalając teoretycznie na opisanie 268 435 438 klastrów, co umożliwiłoby użycie go na 16 TB dyskach twardych z sektorami 512-bajtowymi. Z powodu ograniczeń wynikających z 32-bitowego pola w boot sektorze, określającego rozmiar partycji w sektorach, rozmiar partycji obsługiwanej w tym systemie plików nie może przekroczyć 2 TB dla 512-bajtowych sektorów i 16 TB dla dysków o sektorach 4096-bajtowych.

Maksymalny rozmiar pliku w tym systemie to 4 GB.



System plików NTFS

NTFS – New Technology File System, standardowy system plików systemu Windows NT i jego następców (Windows 2000, Windows XP, Windows Server 2003, Windows Vista, Windows Server 2008, Windows 7, Windows 8, Windows 10).

NTFS nie ma tak ostrego ograniczenia dotyczącego maksymalnego rozmiaru pliku (do 4GB w FAT32), co umożliwia na przykład przechowanie obrazu płyty DVD na dysku twardym, bez dzielenia go na mniejsze pliki.



System plików NTFS c.d.

Maksymalny rozmiar pliku to:

- Teoretycznie: 16 EB – 1 KB (264 B – 1 KB)
- W implementacji: 16 TB – 64 KB (244 B – 64 KB)

Maksymalny rozmiar partycji to:

- Teoretycznie: 264 klastrów – 1 klaster
- W implementacji: 256 TB – 64 KB (232 klastrów – 1 klaster)

EB – eksabajt: $1 \text{ EB} = 2^{60} \text{ B} = 2^6 \text{ KB}$.



Standard ATA i SATA

- ATA – 40-żyłowy kabel (taśma). Sygnały TTL, czyli 5V.
Historia!
- SATA – dwie ekranowane pary przewodów sygnałowych.
Poziom napięcia sygnałów 0.25V. SATA łączy ze sobą tylko
dwa punkty: kontroler – urządzenie.

Długość przewodów w obu standardach $< 1\text{m}$.

Nowa generacja: SATA II. Pozwala na dołączenie więcej niż 4 urządzeń.



Pamięć flash

W zależności od wykorzystanego typu bramki logicznej, można wyróżnić dwa rodzaje pamięci flash:

- pamięć flash typu NOR – wykorzystuje funktor binegacji logicznej (NOR)
 $\overline{x \vee y}$.
- pamięć flash typu NAND – wykorzystuje funktor dysjunkcji logicznej (NAND)
 $\overline{x \wedge y}$.



Pamięć flash – NOR i NAND

Pamięć flash typu NAND, w stosunku do pamięci typu NOR, ma krótszy czas zapisu i kasowania, większą gęstość upakowania danych, korzystniejszy stosunek kosztu do pojemności oraz dziesięciokrotnie większą trwałość.

Wada: sekwencyjny dostęp do danych. Ogranicza to zakres zastosowań tylko jako pamięć masowa, np. w kartach pamięci.

Pierwszą kartą pamięci opartą na pamięci flash typu NAND, była karta SmartMedia. Później zaczęto ich używać także w innych typach kart pamięciowych, np. MultiMedia Card, Secure Digital, Memory Stick i xD Picture Card oraz w pamięciach USB (pendrive).



Pamięć flash – ograniczenia

By można było zapisać komórkę pamięci flash, należy ją wcześniej skasować. Nie jest możliwe ponowne zapisanie danych do już zapisanej komórki.

Nie można skasować pojedynczej komórki. Z tego powodu zapis danych nie jest w pełni swobodny. Pamięci te umożliwiają odczyt i zapis dowolnej komórki, ale już nie swobodne kasowanie i nadpisanie zawartości.



Pamięć flash – zastosowania

Pamięci flash są powszechnie stosowane we wszelkich kartach pamięci, pamięciach USB (pendrive) oraz pamięciach SSD (dysk SSD).

Obecnie pamięć taka jest tak mała (geometrycznie), że spotyka się ją nawet jako karty pamięci microSD o pojemności 1TB i prędkości odczytu 200 MB/s, choć w praktycznych zastosowaniach najważniejsza jest prędkość zapisu.

Na przykład w rejestratorach samochodowych potrzebna jest prędkość zapisu powyżej 10 MB/s.



Dyski SSD – Solid State Drive

Nazwę SSD tłumaczy się czasem jako Solid State Disk.

Ze względu na niski pobór energii, bezgłośnie pracę i małą wagę są coraz częściej mocowane w laptopach i netbookach. Także wydajność jest na korzyść zestawów z SSD zamiast HDD. Czas dostępu do danych jest w SSD około 100 razy krótszy od czasu dostępu HDD.

SSD mają szybszy transfer danych niż HDD – jednoczesny dostęp do wszystkich modułów (8 do 10), a głowica jest tylko jedna.



Trwałość SSD

Kości pamięci w dyskach SSD wytrzymują tylko ograniczoną liczbę procesów zapisu. W zależności od użytej technologii komórkę pamięci można zapisać od 10 000 do 100 000 razy. Aby częsty zapis pojedynczych plików nie uszkodził żadnych komórek, elektronika sterująca SSD (kontroler) wykorzystuje trick polegający na przesuwaniu zawartości często zapisywanych komórek do komórek dotychczas rzadziej używanych.

Przenoszenie odbywa się w sposób niewidoczny dla systemu operacyjnego i aplikacji. Jeśli zachodzi potrzeba zapisania pierwszych trzech komórek pamięci, to może się zdarzyć, że elektronika sterująca wykorzysta zamiast nich komórki 1, 3 i 6. Ta technologia nosi nazwę Wear Leveling, co można przetłumaczyć jako rozkład zużycia.

(Źródło: www.komputerswiat.pl)



Standard eMMC 5.1

Organizacja JEDEC (Joint Electron Device Engineering Council) zaaprobowwała standard eMMC 5.1 (MMC – MultiMedia-Card), który pozwala budować szybkie i bezpieczne pamięci masowe NAND/flash, takie jak np. dyski SSD instalowane powszechnie w smartfonach i tabletach. Dyski SSD oparte na tym standardzie pracują tak szybko, że w stanie przetwarzać w czasie rzeczywistym dane wideo 4K, czyli obrazy mające rozdzielczość Ultra HD.

(Źródło: <http://www.computerworld.pl> 26.02.2015)



Pamięci eMMC Kingston (1)

Oferowane przez firmę Kingston moduły eMMC są wbudowanym systemem pamięci nieulotnej. Są one zbudowane z pamięci flash i kontrolera pamięci flash, co upraszcza projektowanie interfejsu i uwalnia procesor urządzenia hostującego od zarządzania pamięcią flash niskiego poziomu. Pamięci eMMC są popularnymi układami stosowanymi w elektronicznych urządzeniach powszechnego użytku, takich jak smartfony, tablety i mobilne urządzenia internetowe. Ten rodzaj pamięci jest coraz szerzej wykorzystywany w wielu zastosowaniach przemysłowych i systemach wbudowanych. Dla developera pamięć eMMC upraszcza projektowanie interfejsu i proces kwalifikacji, co pozwala skrócić czas wprowadzenia produktu na rynek i ułatwia obsługę oferowanych urządzeń z pamięcią flash.



Pamięci eMMC Kingston (2)

Niewielkie rozmiary powierzchni **BGA** oraz niskie zapotrzebowanie na energię sprawiają, że pamięci eMMC są praktycznym i ekonomicznym produktem dla urządzeń mobilnych i innych rozwiązań wbudowanych. Aby jeszcze lepiej spełnić wymagania wielu urządzeń z ograniczoną ilością miejsca wykorzystywanych w obszarach Internetu przedmiotów i technologii ubieralnych, firma Kingston opracowała najmniejszy na świecie pakiet eMMC w standardowym rozmiarze JEDEC. Specyfikacje techniczne układów eMMC określa organizacja JEDEC, globalny lider w obszarze otwartych standardów przeznaczonych dla branży mikroelektronicznej.

<https://www.kingston.com/pl/embedded/emmc>



Czy warto kupić dysk SSD?

Artykuły:

pclab.pl

<http://pclab.pl/art53297.html>

purepc.pl

http://www.purepc.pl/pamieci_masowe/czy_warto_wymienic_dysk_hdd_na_ssd_warto_test_porownawczy

computerworld.pl

<http://www.computerworld.pl/news/401246/SSD.vs.HDD.porownanie.technologii.html>

Komputer Swiat

komputerswiat.pl

[http:](http://www.komputerswiat.pl)

[//www.komputerswiat.pl/tematy/dyski-ssd-2015.aspx](http://www.komputerswiat.pl/tematy/dyski-ssd-2015.aspx)



Dyski SSD – ostatnie wieści

2023:

[http://www.benchmark.pl/testy_i_recenzje/
dyski-ssd-polecane.html](http://www.benchmark.pl/testy_i_recenzje/dyski-ssd-polecane.html)

2024:

[https://www.morele.net/wiadomosc/
ranking-dyskow-ssd-top-10-najlepszych-modeli-ktory-wybrac/
1227/](https://www.morele.net/wiadomosc/ranking-dyskow-ssd-top-10-najlepszych-modeli-ktory-wybrac/1227/)



Dyski SSD – ostatnie wieści

2023:

http://www.benchmark.pl/testy_i_recenzje/dyski-ssd-polecane.html

2024:

<https://www.morele.net/wiadomosc/ranking-dyskow-ssd-top-10-najlepszych-modeli-ktory-wybrac/1227/>

Dwa lata wcześniej podawałem na wykładzie pojemności około dwa razy mniejsze!



Ball Grid Array

eMMC

BGA (ang. Ball Grid Array) obudowa z wyprowadzeniami sferycznymi w siatce rastrowej – typ obudowy układów scalonych stosowany w technologii montażu powierzchniowego (SMT). Charakteryzuje się on wyprowadzeniami w postaci kulek ze stopu lutowniczego znajdującymi się na całej (bądź znacznej części) powierzchni spodniej strony układu. Wyprowadzenia te lutuje się do podłoża powierzchniowo, zazwyczaj z użyciem nagrzewnicy. Główną zaletą tej technologii jest ograniczenie miejsca zajmowanego przez układ scalony – dzięki lepszemu stosunkowi liczby wyprowadzeń do wymiarów obudowy.

Źródło: Wikipedia



Ball Grid Array - wygląd

eMMC

