

Externí paměť

Eric Dusart

10. října 2024

1 Fonograf

2 Magnetické paměti

- Magnetická páska
- Floppy disk
- HDD

3 Optické paměti

- CD
- DVD
- Blu-ray
- Porovnání

4 Flash paměti

- SSD
- USB flash disk
- SD karty

Fonograf (1877)

- Thomas Edison.
- První přístroj na nahrávání a reprodukci hlasu.
- Váleček z kovu se spirálovou drážkou a jehlou pokrytý voskem.



Obrázek: Fonograf

Magnetická páska 1926 (zvuk), 1951(data) - ≈ 2010

- Plastová páska s magnetickou vrstvou.
- Nejprve sloužily k záznamu zvuku, poté i k záznamu videa a k uchovávání dat.
- Zvuk se mohl stříhat.
- Médium se sekvenčním přístupem.
- Nevýhody:
 - Páska se musela přetáčet.
 - Některé pásky mohou trpět tzv. syndromem rozpadu pojiva.
- Výhody:
 - Levná cena.
 - Dlouhá životnost, degradace po 10 až 20 letech.
 - Může být i velké úložiště.



Obrázek: Kazeta

Diskety (Floppy disky) 1970 – ≈ 2010

- Zase založené na magnetickém principu.
- Levné, proto byly populární.
- Ikona uložení souborů.
- Jsou ohybné / pružné.

| Průměr | Kapacita | | |
|--------|----------|----------|----------|
| 8 " | 160 KiB | 512 KiB | 1.2 MiB |
| 5.25 " | 360 KiB | 720 KiB | 1.2 MiB |
| 3.5 " | 720 KiB | 1.44 MiB | 2.88 MiB |

Tabulka: Evoluce Floppy disků



Obrázek: Floppy diský



Obrázek: Floppy diský

Floppy disks are like Jesus

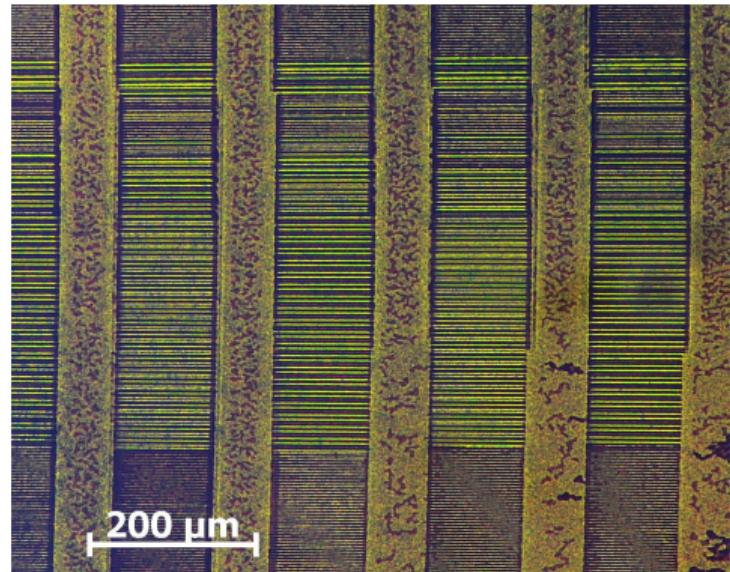


**They died to become
the icon of saving**

Obrázek: meme

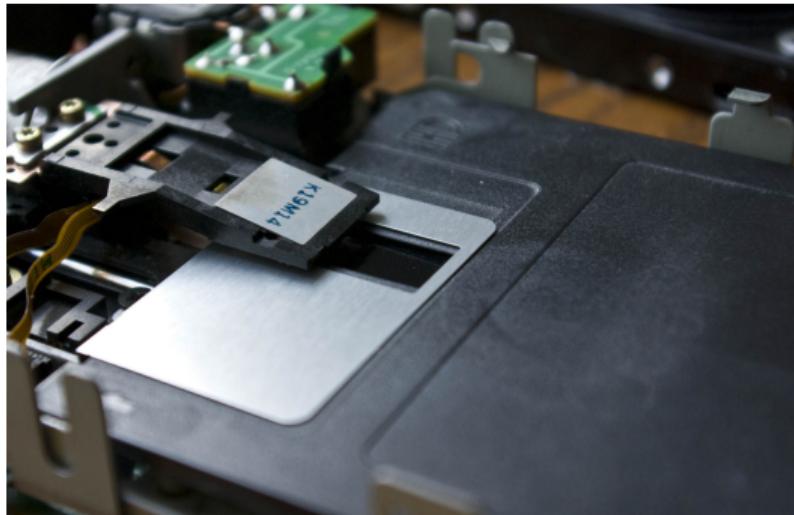


Obrázek: Disketové mechaniky



Obrázek: Magnetické informace na disketě

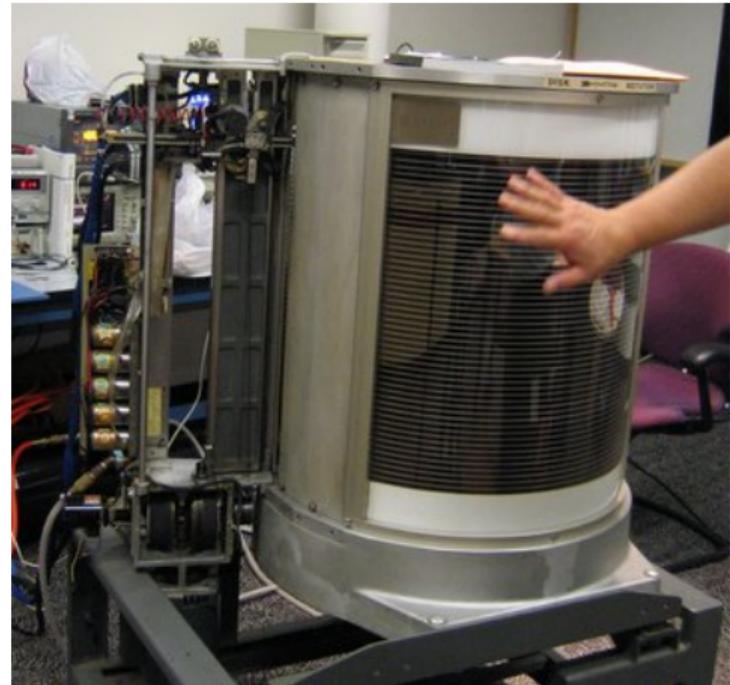
- Jak probíhá zapisování:
 - Disk se točí.
 - Hlava magnetizuje povrch disku a otáčí částice na jednu nebo druhou stranu podle magnetického pólu. Tím se zaznamená binární kód.



Obrázek: Čtecí a zapisovací hlava

Pevný disk (HDD) - 1956 (IBM)

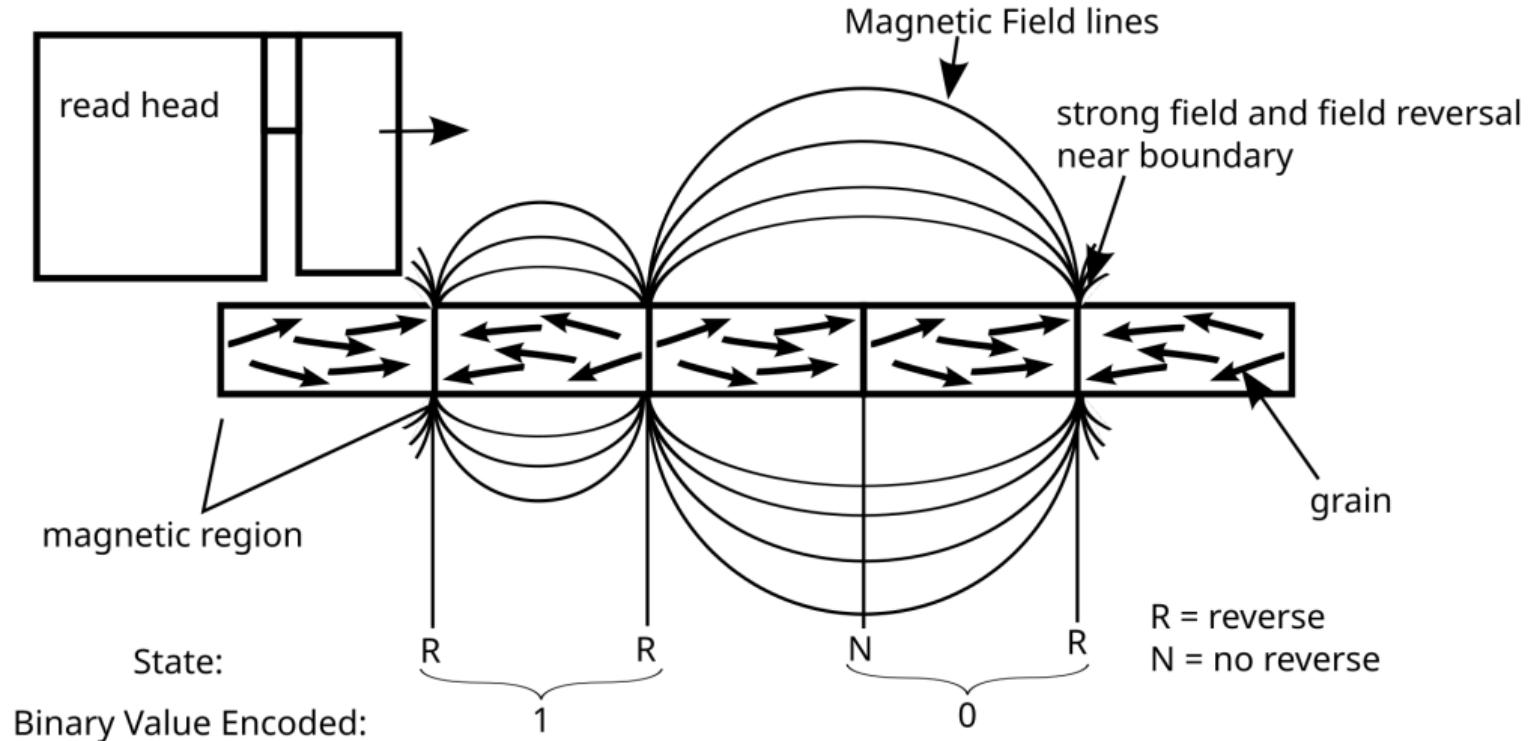
- Magnetický princip.
- Random access.
- Asi nejvíce vylepšený za celou dobu.
- 3.5-inch, 2.5-inch.



Obrázek: IBM 350 RAMAC, Kapacita 5Mb

Improvement of HDD characteristics over time

| Parameter | Started with (1957) | Improved to | Improvement |
|----------------------|---|---|-----------------------------------|
| Capacity (formatted) | 3.75 megabytes ^[18] | 32 terabytes (as of 2024) ^{[19][20]} | 8.5-million-to-one ^[c] |
| Physical volume | 68 cubic feet (1.9 m ³) ^{[d][5]} | 2.1 cubic inches (34 cm ³) ^{[21][e]} | 56,000-to-one ^[f] |
| Weight | 2,000 pounds (910 kg) ^[5] | 2.2 ounces (62 g) ^[21] | 15,000-to-one ^[g] |
| Average access time | approx. 600 milliseconds ^[5] | 2.5 ms to 10 ms; RW RAM dependent | about 200-to-one ^[h] |
| Price | US\$9,200 per megabyte (1961; ^[22] US\$97,500 in 2022) | US\$14.4 per terabyte by end of 2022 ^[23] | 6.8-billion-to-one ^[i] |
| Data density | 2,000 bits per square inch ^[24] | 1.4 terabits per square inch in 2023 ^[25] | 700-million-to-one ^[j] |
| Average lifespan | c. 2000 hrs MTBF ^[citation needed] | c. 2,500,000 hrs (~285 years) MTBF ^[26] | 1250-to-one ^[k] |



Pevný disk (HDD)

- Velikost je se základem 1000 → 1 GB = 1 000 MB = 1 000 000 KB = 1 000 000 000 B, ale většina operačních systémů používají základ 1024, proto se 1TB disk v počítači objeví jako disk s kapacitou 931 GB.

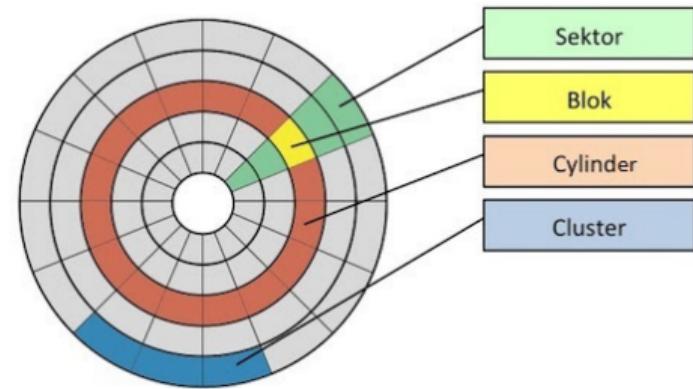
| Prefixes for decimal and binary multiples | | | | | | |
|---|-----------|----------|----------|----------|---------|--------|
| Decimal | | | Binary | | | |
| | Value | SI | | Value | IEC | JEDEC |
| 1000 | 10^3 | k kilo | 1024 | 2^{10} | Ki kibi | K kilo |
| 1000^2 | 10^6 | M mega | 1024^2 | 2^{20} | Mi mebi | M mega |
| 1000^3 | 10^9 | G giga | 1024^3 | 2^{30} | Gi gibi | G giga |
| 1000^4 | 10^{12} | T tera | 1024^4 | 2^{40} | Ti tebi | T tera |
| 1000^5 | 10^{15} | P peta | 1024^5 | 2^{50} | Pi pebi | — |
| 1000^6 | 10^{18} | E exa | 1024^6 | 2^{60} | Ei exbi | — |
| 1000^7 | 10^{21} | Z zetta | 1024^7 | 2^{70} | Zi zebi | — |
| 1000^8 | 10^{24} | Y yotta | 1024^8 | 2^{80} | Yi yobi | — |
| 1000^9 | 10^{27} | R ronna | — | — | — | — |
| 1000^{10} | 10^{30} | Q quetta | — | — | — | — |

V · T · E

Obrázek: jednotky jsou confusing

Sektory disku

- Disk se dělí na sektory, cylindry (nebo také stopy), bloky a clustery.
- Blok je nejmenší jednotka, na kterou lze zapsat data.
- Data, které se nevezdou do jednoho bloku, zapíšou se do clusteru.
- Clustery jsou po obvodu, protože se disk točí, a tím pádem se čtecí hlavíčka nemusí pohybovat.

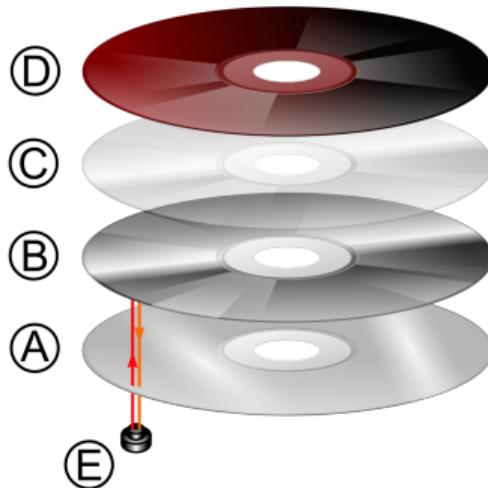


Compact Disc - 1982

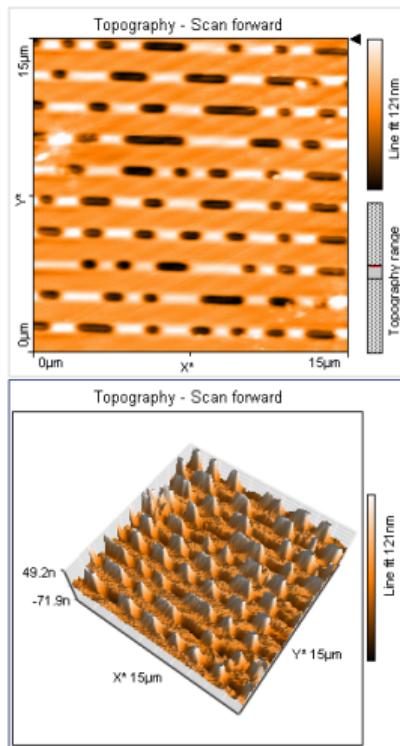
- Optický disk.
- Philips a Sony.
- Data se nachází na jedné dlouhé spirále vedoucí ze středu.
- Délka spirály je zhruba 6 km.
- Průměr 12 cm (může být i menší), tloušťka 1,2mm.
- Příčný odstup stopy ve spirále je $1,6\mu m$
- Pro čtení kompaktních disků se používá laserové světlo s vlnovou délkou $785 nm$.
- Nejprve sloužilo pouze pro ukládání zvuku.
- Nabízí místo pro 74 minut nekomprimovaného stereo zvuku, neboli 650 MB.
- CD-R, CD-RW. R → recordable, RW → rewritable.
- Rychlosť přenosu dat prvního CD byla 153,6 kB/s. Rychlosť novějších modelů se udává v násobcích 153,6.



Obrázek: První komerčně prodávaná disková mechanika Sony CDP-101 (1982)



Obrázek: A - Polykarbonátová vrstva disku má data zakódována pomocí hrbolek. B - Lesklá vrstva odráží laser. C - Vrstva laku chrání lesklou vrstvu. D - Na horní straně disku je sítotiskem vytisknuto grafické zpracování. E - Laserový paprsek je odražen z CD na senzor, který jej převádí na elektronická data.



Obrázek: Data v CD

DVD - Japonsko 1996

- Philips a Sony
- Velmi podobný s CD.
- Zpětná kompatibilita s CD.
- Nabízejí mnohem vyšší kapacitu oproti CD.
- Mohou uchovávat jakékoli data, nejčastěji ale videa.
- Jednostranné, pro vyšší kapacitu jsou i dvouvrstvé a oboustranné, které mohou uchovávat až 17,08 GB.
- DVD±R, DVD±RW R → recordable, RW → rewritable.
- DVD + R/RW → DVD+RW Alliance → Dell, Hp, ... soupeřili s Philips a Sony.
- Degradují, mají životnost kolem 30 let.
- Rychlosť přenosu dat prvního DVD byla 1,385 kB/s. Rychlosť novějších modelů se udává v násobcích 1,385. Nejvyšší přenosová rychlosť je 24×, což je 33,2 MB/s.

| Ozančení | | Strany | Vrstvy | Průměr (cm) | Kapacita (GB) |
|----------|----------|--------|--------|-------------|---------------|
| DVD-1 | SS SL | 1 | 1 | 8 | 1.46 |
| DVD-2 | SS DL | 1 | 2 | 8 | 2.65 |
| DVD-3 | DS SL | 2 | 2 | 8 | 2.92 |
| DVD-4 | DS DL | 2 | 4 | 8 | 5.31 |
| DVD-5 | SS SL | 1 | 1 | 12 | 4.70 |
| DVD-9 | SS DL | 1 | 2 | 12 | 8.54 |
| DVD-10 | DS SL | 2 | 2 | 12 | 9.40 |
| DVD-14 | DS SL+DL | 2 | 3 | 12 | 13.24 |
| DVD-18 | DS DL | 2 | 4 | 12 | 17.08 |

Tabulka: Specifikace DVD-R

SS = single-sided, DS = double-sided, SL = single-layer, DL = dual-layer

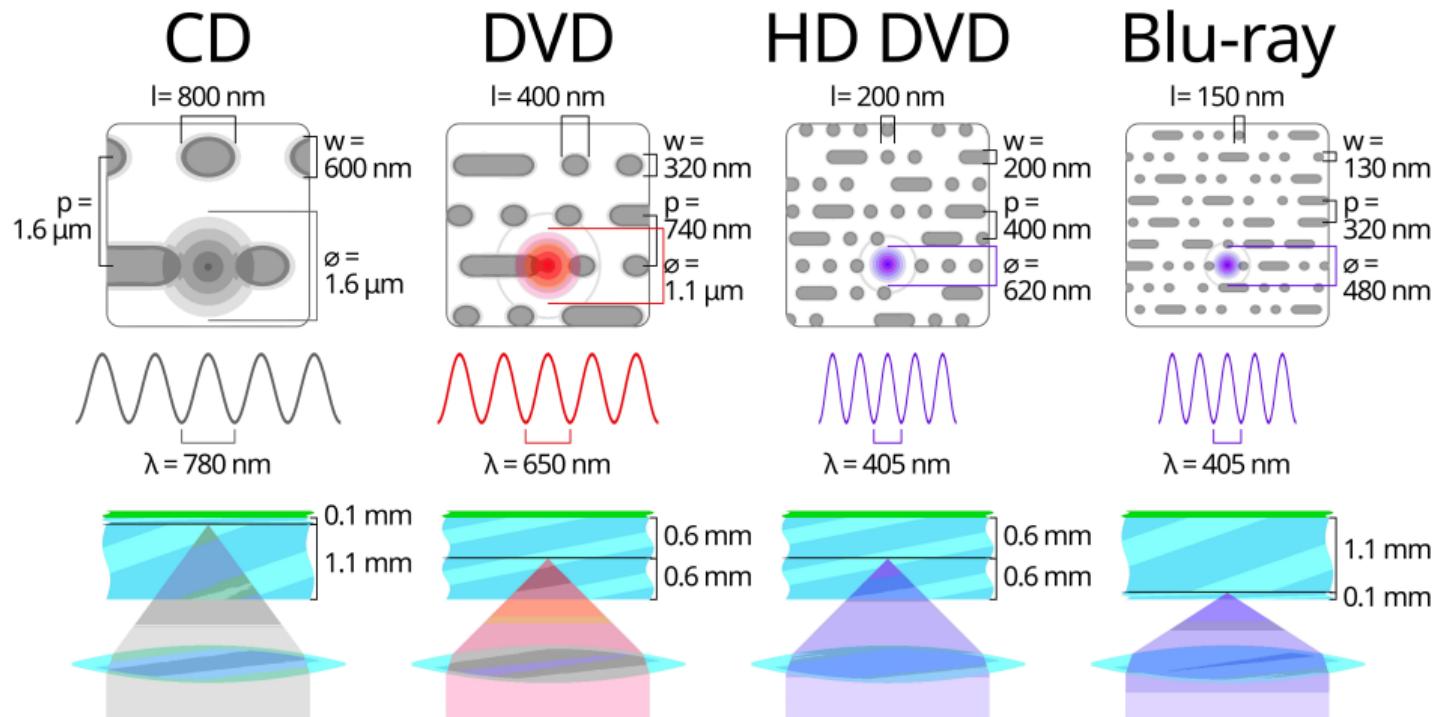
Blu-ray - 2005 (Japonsko)

- Sony a Philips.
- „Lepší DVD“.
- Optický disk.
- Polykarbonát.
- Kapacita: 25 GB - 1 vrstva, 50 GB / 66 GB - 2 vrstvy, 100 GB / 128 GB - 3 vrstvy



Obrázek: Blu-ray má modrý odraz

Porovnání CD, DVD, HD DVD, Blu-ray



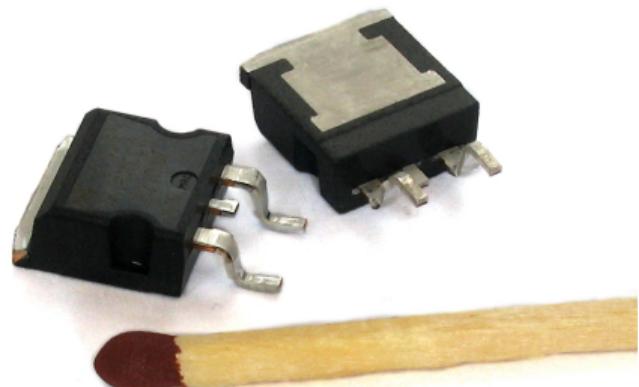
Flash paměť

- NAND nebo NOR flash.
- Základ je floating gate MOSFET (metal–oxide–semiconductor field-effect transistor).
- Elektricky programovatelná.
- Organizovaná po blocích.
- Jak funguje flash paměť? (video)

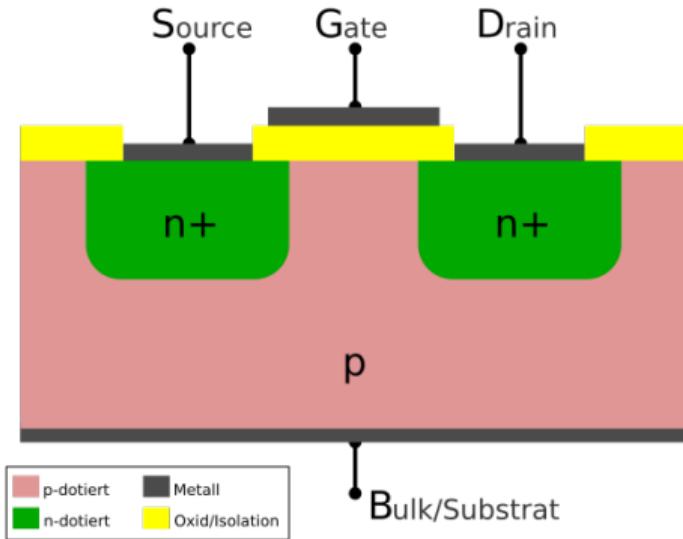
| Attribute | NAND | NOR |
|--|--------------|----------------|
| Main application | File storage | Code execution |
| Storage capacity | Higher | Lower |
| Cost per bit | Lower | Higher |
| Active power | Lower | Higher |
| Standby power | Higher | Lower |
| Write speed | Faster | Slower |
| Random read speed | Slower | Faster |
| Execute in place^[141] (XIP) | No | Yes |
| Reliability | Lower | Higher |

Obrázek: Rozdíly mezi NAND a NOR

Flash paměť



Obrázek: MOSFET



Obrázek: diagram MOSFET

SSD - 1991 (SanDisk)

- Většinou 2× dražší, než HDD.
- Různe typy: SATA, PCIe, NVMe, M.2.
- Nemá žádné pohyblivé části.



Obrázek: Nejhezčí SSD podle AI

SATA 2.5"

U.2

M.2 SATA

M.2 NVMe

NVMe PCIe

Types of SSD



Physical Connector



Connection Protocol



Technology



Form Factor



Obrázek: Všechno je to confusing

SATA III vs mSATA vs M.2 (podrobný popis z Alzy)

- SATA III je již silně zažité rozhraní pro připojení interních disků. Moderní SSD disky však rychlostně překonávají možnosti sběrnice SATA, která využívá komunikační rozhraní AHCI optimalizované především pro mnohem pomalejší HDD.
- mSATA je jakýmsi duchovním předchůdcem formátu SSD disků M.2. Z názvu vyplývá, že komunikuje pomocí sběrnice SATA, takže se na tento formát vztahují veškerá její omezení. Výhodou jsou pouze menší rozměry. Netěší se přílišné popularitě a se standardními konektory SATA není kompatibilní, proto raději dvakrát zkontrolujte, zda váš počítač tímto specializovaným slotem disponuje.
- M.2 je moderní formát, díky kterému mohou SSD disky nabývat úspornějších rozměrů. Namísto montování do pozic ve skříni se tato úložiště umisťují přímo na základní desku. Formát M.2 otevírá nové rychlostní možnosti pro SSD disky, což zajišťuje především s ním kompatibilní rozhraní NVMe.

2,5“ vs PCI-Express vs U.2. (podrobný popis z Alzy)

- 2,5“ je tradiční formát přejatý od starších plotnových disků. Tyto SSD disky nejsou drahé a hodí se i do starších sestav či notebooků, protože se připojují přes zavedenou sběrnici SATA III. Moderním způsobem připojení rychlejších 2,5“ SSD disků je také port U.2.
- PCI-Express SSD disky využívají standardní NVMe řadič, pouze se připojují skrze obecný port PCIe x4, kterým disponují prakticky všechny základní desky. Pro M.2 SSD disky lze zakoupit redukční adaptér pro PCIe slot.
- U.2. Formát M.2 umožnil SSD disky výrazně zmenšit, což v některých aplikacích omezilo jejich kapacitu. Konektor U.2 dokáže připojit 2,5“ SSD disky pomocí standardu NVMe a zajistit tak vysoké rychlosti i pro ně. Pokud vaše základní deska konektorem U.2 nedisponuje, lze ho skrze redukci připojit do slotu M.2.

USB flash disk - 2000 (IBM a Trek Technology)

- První flashky měly kapacitu 8 MB.



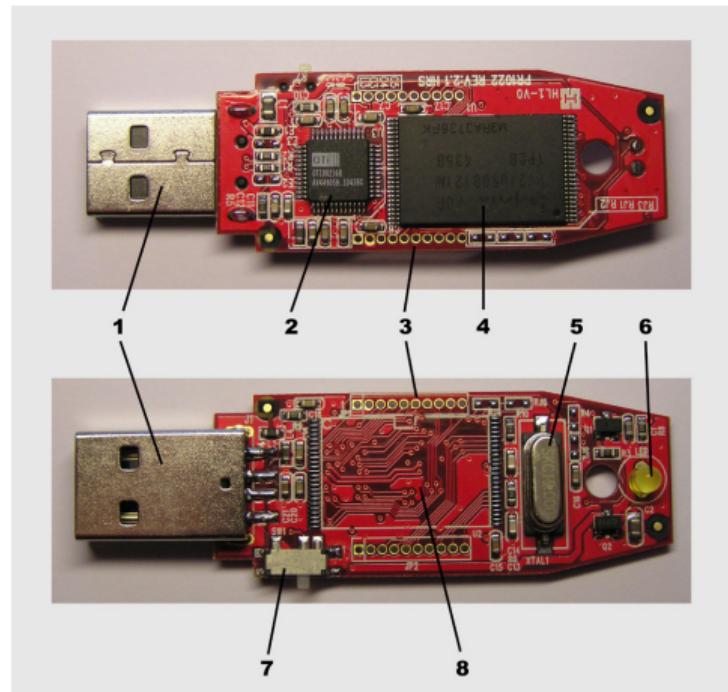
SushiUSB



Obrázek: USB-C 1 TB flashka

Rozbor USB flashky

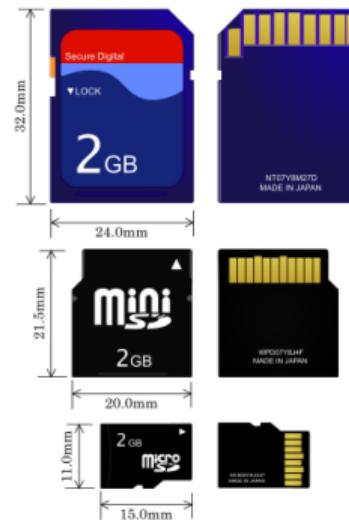
- 1 - USB Standard-A, "male" plug
- 2 - USB mass storage controller device
- 3 - Test point
- 4 - Flash memory chip
- 5 - Crystal oscillator
- 6 - LED (Optional)
- 7 - Write-protect switch (Optional)
- 8 - Space for second flash memory chip



SD karty - 1999 (SanDisk, Panasonic, Toshiba)

- Secure Digital (SD) karty jsou populární formou flash paměti.
- Používají se v digitálních fotoaparátech, mobilních telefonech, tablettech a dalších zařízeních.
- Kapacita se pohybuje od několika MB až po 1 TB.
- Různé formáty: SD, miniSD, microSD.
- Rychlostní třídy: Class 2, 4, 6, 10, UHS-I, UHS-II, UHS-III.

(tento slide vytvořil github copilot)



Obrázek: Různé typy SD karet

Konec