



Uvod u računarstvo

*Organizacija računara i
računarski hardver*

Doc. dr Dražen Drašković

Elektrotehnički fakultet u Beogradu



Personalni računari

- Organizacija računara
- Procesor i matična ploča
- Memorijski medijumi
- Ostali periferni uređaji
- Softverske komponente

Personalni računar

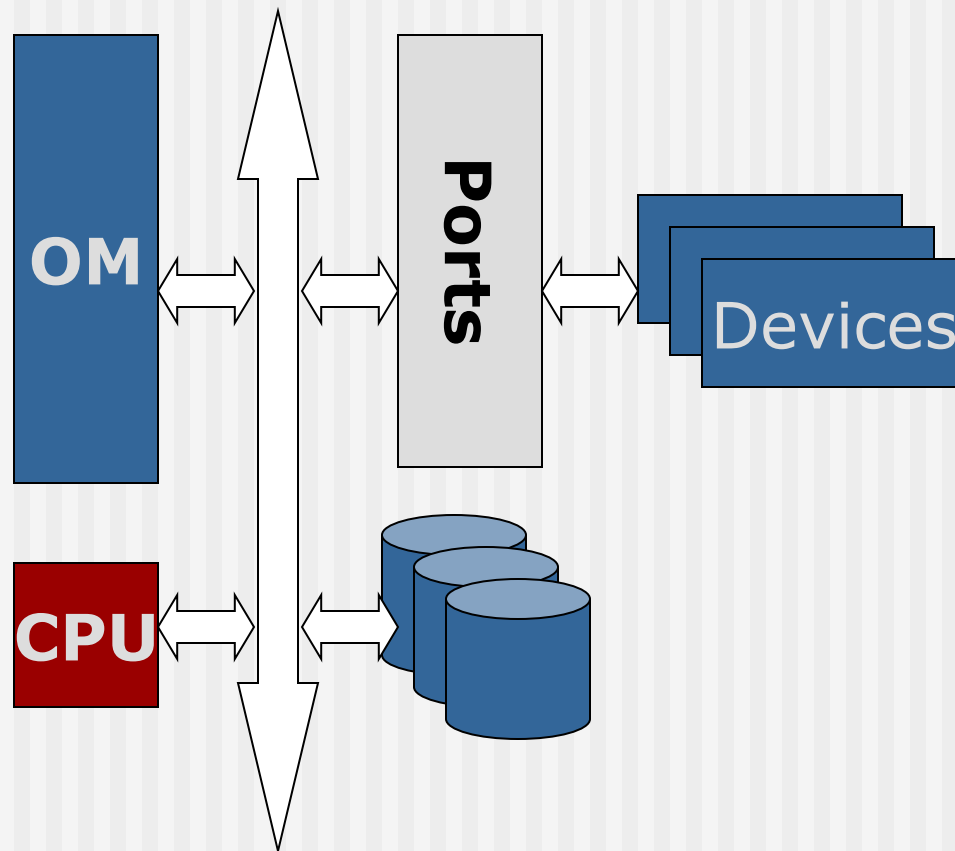
- PC, eng. *Personal Computer*
- Tipovi:
 - stacionarni
 - Radna stanica (eng. *Workstation*)
 - Desktop računar
 - portabilni
 - laptop-ovi
 - tablet računari
 - pametni (mobilni) telefoni
 - Pocket PC i drugi...
- Prvi PC: 1974, pod nazivom Altair 8800, sa Intel 8080 CPU, proizvođač: *Micro Instrumentation and Telemetry Systems*



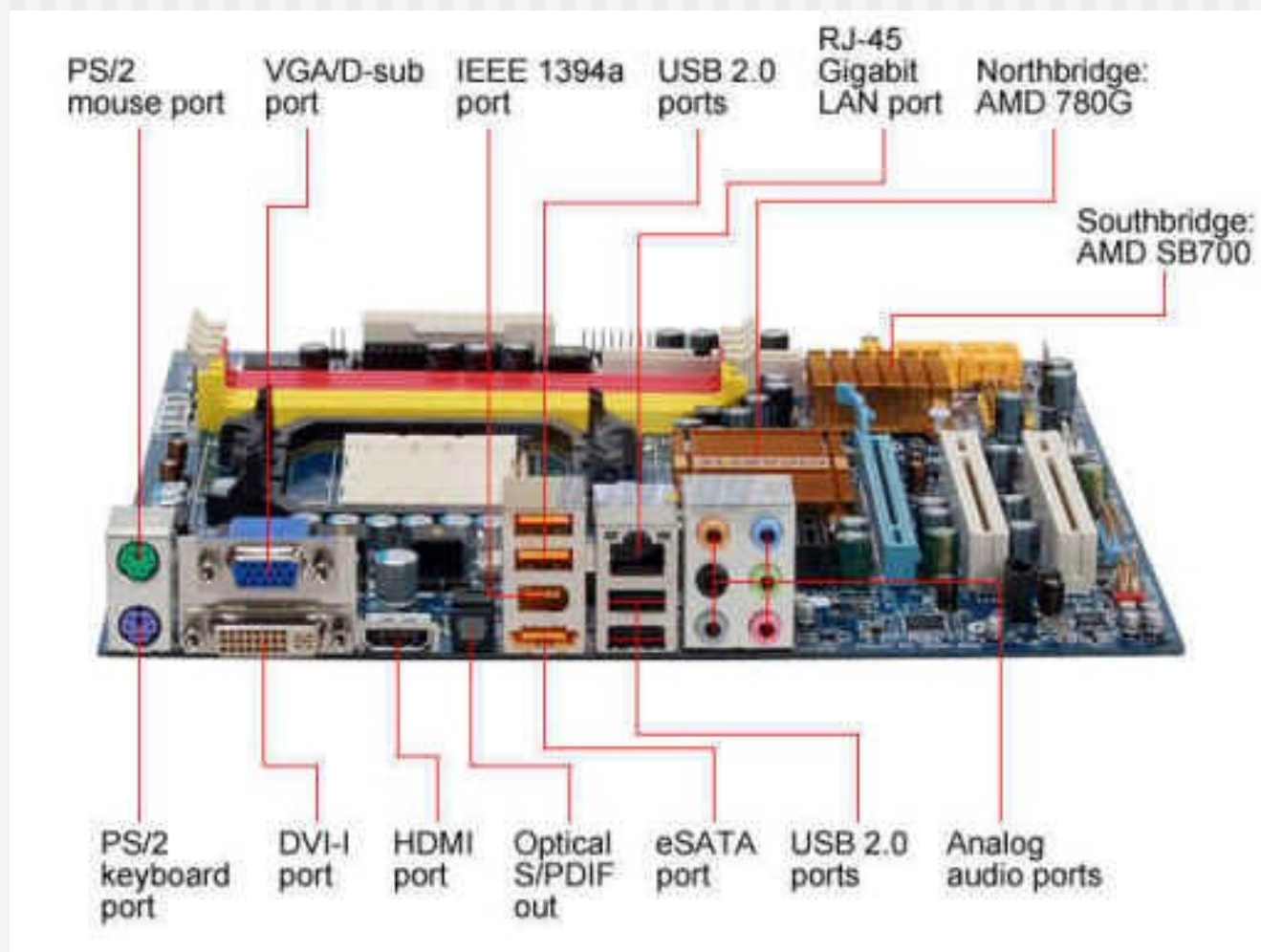
Matična ploča

- eng. *motherboard*
- Najvažniji deo računarskog sistema
- Sadrži ključne komponente: centralnu procesorsku jedinicu (CPU), memoriju, konektore za ulazne i izlazne uređaje
- Tanki lim na kome se štampaju tanki slojevi bakarne i aluminijumske folije (vrlo uski tragovi koji formiraju spojeve između različitih komponentata)
- Matična ploča sadrži i brojne utičnice (*sockets*) i slotove za konekciju drugih komponenti

Organizacija računara



Matična ploča - glavni portovi



Matična ploča - glavni portovi (1)



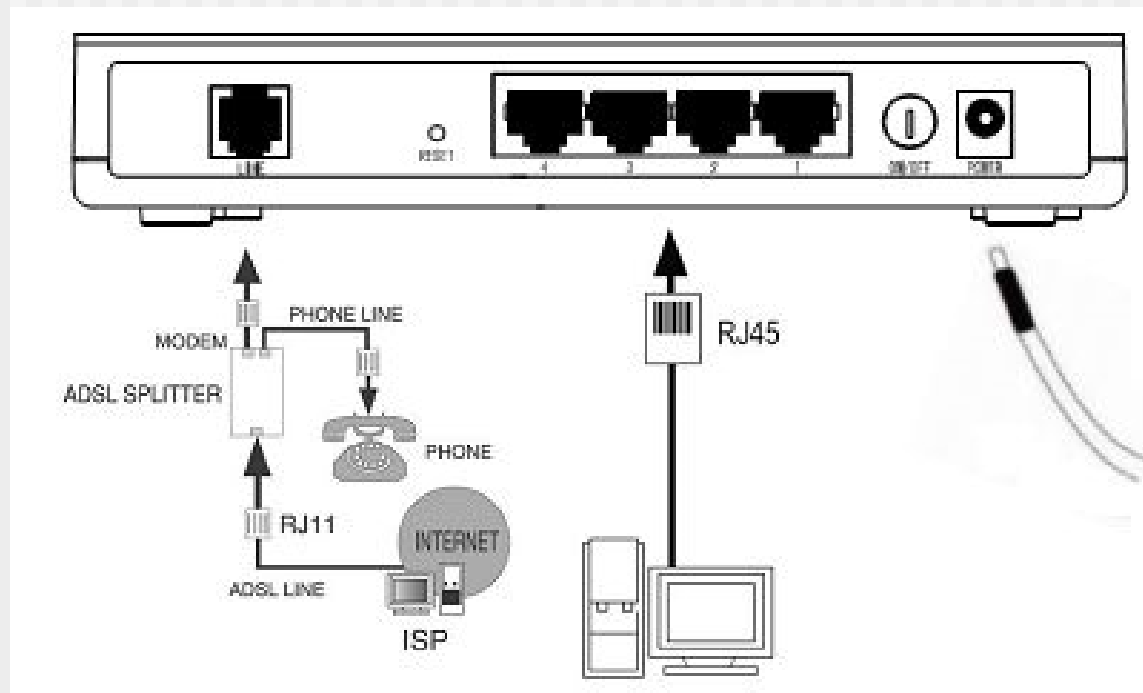
- **RJ-45 (*Registered Jack 45*) LAN port**
- dozvoljava konekciju na LAN (*Local Area Network*) preko mrežnog kabla tipa RJ-45
- Koristi se za povezivanje kućišta sa npr. ADSL ruterima
- Često ga mešaju sa telefonskim priključkom koji ima oznaku RJ-11



RJ-11	RJ-45
6 pin	8 pin
	

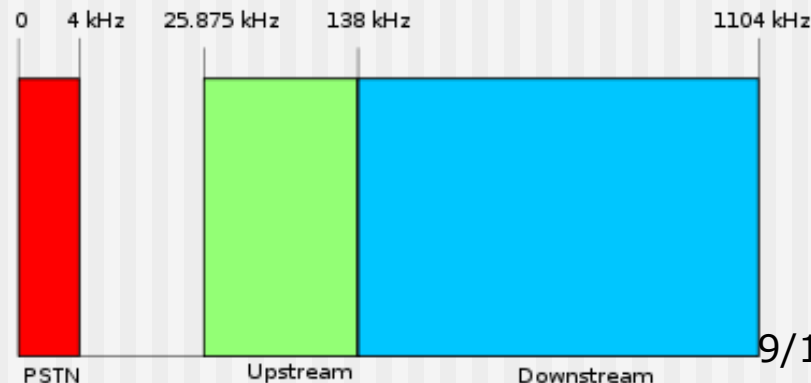
ADSL ili kablovski ruter

- eng. *Asymmetric Digital Subscriber Line*
- Asimetrična digitalna pretplatnička linija
- Najčešći vid povezivanja na internet



Princip rada ADSL

- ADSL koristi „višak“ kapaciteta kroz bakarnu paricu za prenos informacija, osim prenosa govornog signala (koji se ne ometa)
- Odgovarajuće frekvencije „vezuju se“ za određene zadatke, pa se raspoloživ frekvencijski opseg deli na 3 dela:
 - Od 300 Hz do 3400 Hz (govor da se prenese a da bude razumljiv), spliterom (posebnim filterom) odvojen od ostala 2 opsega i garantuje telefonski razgovor i u slučaju da internet zakaže
 - Drugi propusni opseg prenosi signal podataka koji šalje informacije od korisnika ka mreži - tzv. *upload*
 - Treći propusni opseg je veza velike brzine ka korisniku, tzv. *download*



Brzine ADSL standarda

- Brzine downstream/upstream kod ADSL

Version ⇅	Standard name ⇅	Common name ⇅	Downstream rate ⇅	Upstream rate ⇅	Approved in ⇅
ADSL	ANSI T1.413-1998 Issue 2	ADSL	8.0 Mbit/s	1.0 Mbit/s	1998
	ITU G.992.2	ADSL Lite (G.lite)	1.5 Mbit/s	0.5 Mbit/s	1999-07
	ITU G.992.1	ADSL (G.dmt)	8.0 Mbit/s	1.3 Mbit/s	1999-07
	ITU G.992.1 Annex A	ADSL over POTS	12.0 Mbit/s	1.3 Mbit/s	2001
	ITU G.992.1 Annex B	ADSL over ISDN	12.0 Mbit/s	1.8 Mbit/s	2005
ADSL2	ITU G.992.3 Annex L	RE-ADSL2	5.0 Mbit/s	0.8 Mbit/s	2002-07
	ITU G.992.3	ADSL2	12.0 Mbit/s	1.3 Mbit/s	2002-07
	ITU G.992.3 Annex J	ADSL2	12.0 Mbit/s	3.5 Mbit/s	2002-07
	ITU G.992.4	Splitterless ADSL2	1.5 Mbit/s	0.5 Mbit/s	2002-07
ADSL2+	ITU G.992.5	ADSL2+	24.0 Mbit/s	1.4 Mbit/s	2003-05
	ITU G.992.5 Annex M	ADSL2+M	24.0 Mbit/s	3.3 Mbit/s	2008

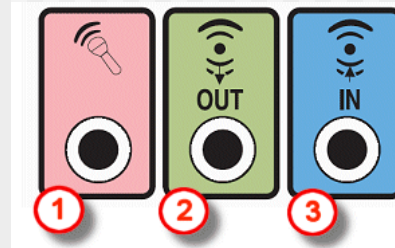
ADSL2+ downstream brzine

- Teorijski maksimum koji može biti dostignut

Distance (from DSLAM)	Download Speed (Megabits per second)	Download Speed (Megabytes per second)	Download Time Example (9.3MB MP3 file)
0.3 km (approx 0.19 miles)	24.0 Mbit/s	3.0 MB/sec	~3.0 seconds
0.6 km (approx 0.37 miles)	24.0 Mbit/s	3.0 MB/sec	~3.0 seconds
0.9 km (approx 0.56 miles)	23.0 Mbit/s	2.88 MB/sec	~3.2 seconds
1.2 km (approx 0.75 miles)	22.0 Mbit/s	2.75 MB/sec	~3.4 seconds
1.5 km (approx 0.93 miles)	21.0 Mbit/s	2.63 MB/sec	~3.5 seconds
1.8 km (approx 1.12 miles)	19.0 Mbit/s	2.38 MB/sec	~3.9 seconds
2.1 km (approx 1.3 miles)	16.0 Mbit/s	2.0 MB/sec	4.7 seconds
3.0 km (approx 1.86 miles)	8.0 Mbit/s	1.0 MB/sec	9.3 seconds
4.5 km (approx 2.80 miles)	3.0 Mbit/s	0.38 MB/sec (384 KB/sec)	~24.5 seconds
5.2 km (approx 3.23 miles)	1.5 Mbit/s	0.19 MB/sec (192 KB/sec)	~49 seconds

Matična ploča - glavni portovi (2)

- **HD Audio Ports**
- Služe za povezivanje na audio uređaje
- Česti sistemi 5.1 ili 7.1 (*Home Theater*)

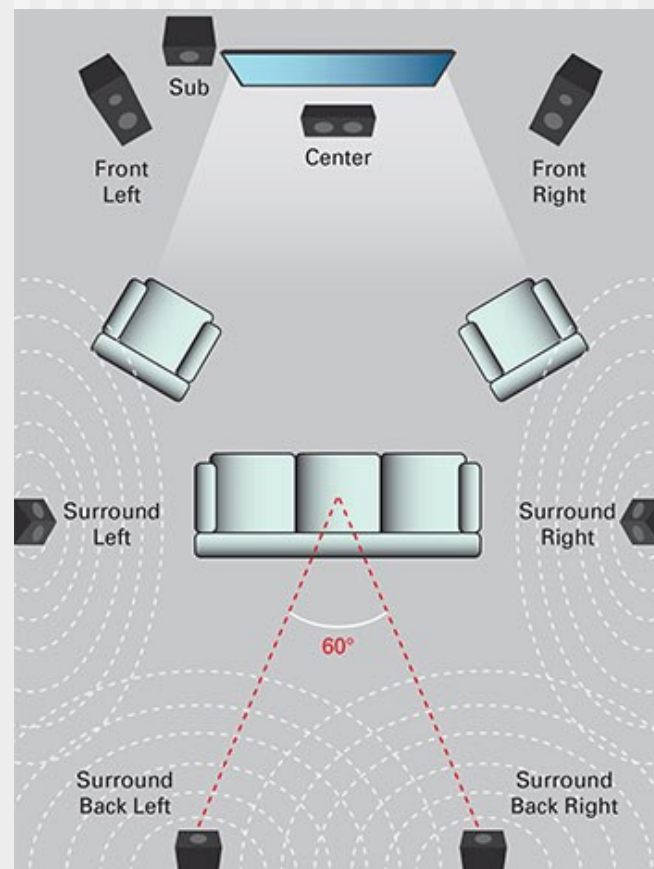


Port	2-Channel	4-Channel	6-Channel	8-Channel
Blue	Line In	Line In	Line In	Line In
Line	Line Out	Front Speakers	Front Speakers	Front Speakers
Pink	Mic In	Mic In	Mic In	Mic In
Orange			Center/Subwoofer	Center/Subwoofer
Black		Rear Speakers	Rear Speakers	Rear Speakers
Grey				Side Speakers



Zvučnici (eng. *speakers*)

- Uključuju se na zvučnu karticu, i služe da interpretiraju zvuk sa računara
- Izlazni periferni uređaj
- Raspored 7.1 sistema (slika)
- Najpopularniji:
Yamaha, JBL, Altec Lansing,
Harman Kardon, Bose, Sonos,
Denon,...



Matična ploča - glavni portovi (3)

- **VGA port (*Video Graphics Array*)**
- VGA kablovi nose analogni signal za razliku od digitalnog signala. Korišćenjem većih frekvencija moguće je postići relativno visok opseg video rezolucija.
- Kvalitet video zapisa direktno zavisi od kvaliteta kablova, a od kablova nam znači i max rezolucija.



Matična ploča - glavni portovi (4)

- **HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*) konektor**
- HDMI je digitalni interfejs za prenos audio i video podataka u jednom kablu. Podržava ga većina HDTV i srodnih uređaja, poput DVD i Blu-ray plejera i sistema za video igre
- **DVI (*Digital Visual Interface*)** - koristi se za slanje digitalnih informacija sa računara na digitalni ekran (npr. LED monitor)
- **Display Port** - koristi se kod kućnih sistema (Home Theater) za prenos audio i video

Matičná ploča - glavni video portovi (5)

VGA Port

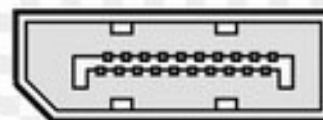


HDMI



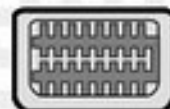
DisplayPort

Video and Audio Port for
Home Theater Systems



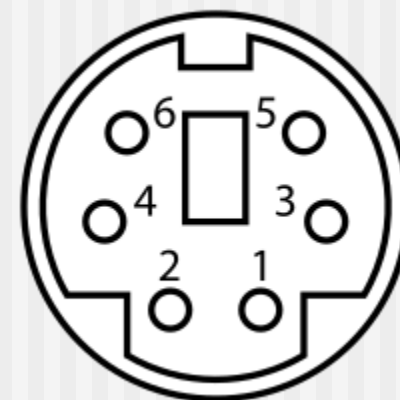
MiniDP

Digital Video Interface



Matična ploča - glavni portovi (6)

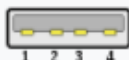
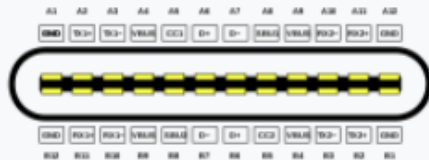
- **PS/2 Mouse Port (zeleni)**
- **PS/2 Keyboard Port (ljubičasti)**
- Razvijen od strane kompanije IBM (1987), predstavlja 6-pinski mini DIN konektor
- **Danas je USB port zamenio PS/2 standard!**



Matična ploča - glavni portovi (7)

- **USB (*Universal Serial Bus*)** - obično na svakom računaru postoji nekoliko spoljašnjih ovakvih portova za priključivanje miša, tastature, eksternog HDD, USB diska, džojpedova, itd.
- Industrijski standard od 1996. godine
- Dizajniran od strane nekoliko velikih kompanija - Compaq, DEC, IBM, Intel, Microsoft, NEC, and Nortel
- Postoji 4 generacije USB:
USB 1.x, 2.0, 3.x i 4.

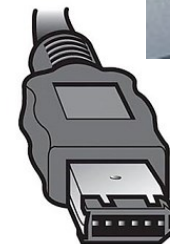


Connectors	USB 1.0 1996	USB 2.0 2001	USB 2.0 Revised	USB 3.0 2011	USB 3.1 2014	USB 3.2 2017	USB4 2019
Data rate	1.5 Mbit/s (Low Speed)	1.5 Mbit/s (Low Speed)		5 Gbit/s (SuperSpeed)	10 Gbit/s (SuperSpeed+)	20 Gbit/s (SuperSpeed+)	40 Gbit/s (SuperSpeed+ and Thunderbolt 3)
	12 Mbit/s (Full Speed)	12 Mbit/s (Full Speed) 480 Mbit/s (High Speed)					
Standard	Type A  Type-A			Type A  Type-A SuperSpeed		Deprecated	
	Type B  Type-B			Type B  Type-B Super Speed			
	N/A	Type C (enlarged) 					

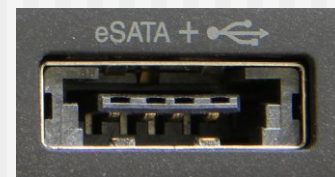
Mini	N/A	Mini A  Mini-A				
		Mini B  Mini-B				
	N/A	Mini AB  Mini-AB				
Micro		Micro A  Micro-A				
		Micro B  Micro-B	Micro B  Micro-B SuperSpeed			
		Micro AB  Micro-AB				
Connectors	USB 1.0 1996	USB 2.0 2001	USB 2.0 Revised	USB 3.0 2011	USB 3.1 2014	USB 3.2 2017

Matična ploča - drugi portovi (8)

- 1394a port - koristi se za povezivanje sa bilo kojim FireWire uređajem. FireWire je danas zamenjen u velikoj meri sa USB. Neki profesionalni audio hardver i dalje koristi FireWire.
- Optical S/PDIF - koristi se za audio konekcije za kućne sisteme ili napajanje PC zvučnika sa optičkom konekcijom.
- eSATA port (*External Serial Advanced Technology Attachment*) - spoljni interfejs za SATA tehnologije. Konkurentan je FireWire 400 i USB portovima, za obezbeđivanje velikih brzina prenosa kod spoljnih uređaja za skladištenje podataka.

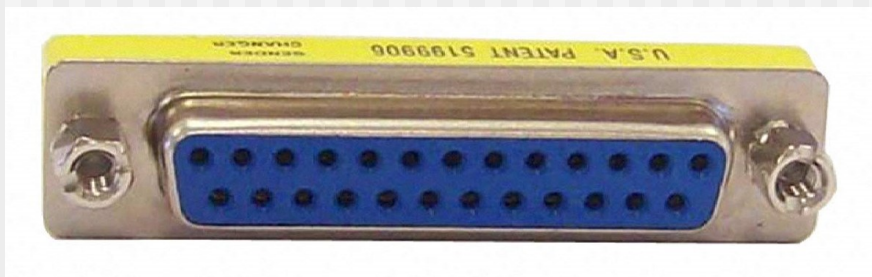


Six-pin 1394a cable



Matična ploča - paralelni port (9)

- Paralelni port (oznake LPT1 ili LPT2) je na računaru 25-pinski D-konektor ženskog tipa.
- Ranije se uglavnom koristio za povezivanje starijih štampača (printera) sa računarima, pa se često naziva printer port.
- Paralelni potiče od činjenice da port šalje 8 bitova podataka štampaču (1 bajt) na 8 paralelnih linija, za razliku od serijskog porta, koji bitove šalje jedan po jedan.



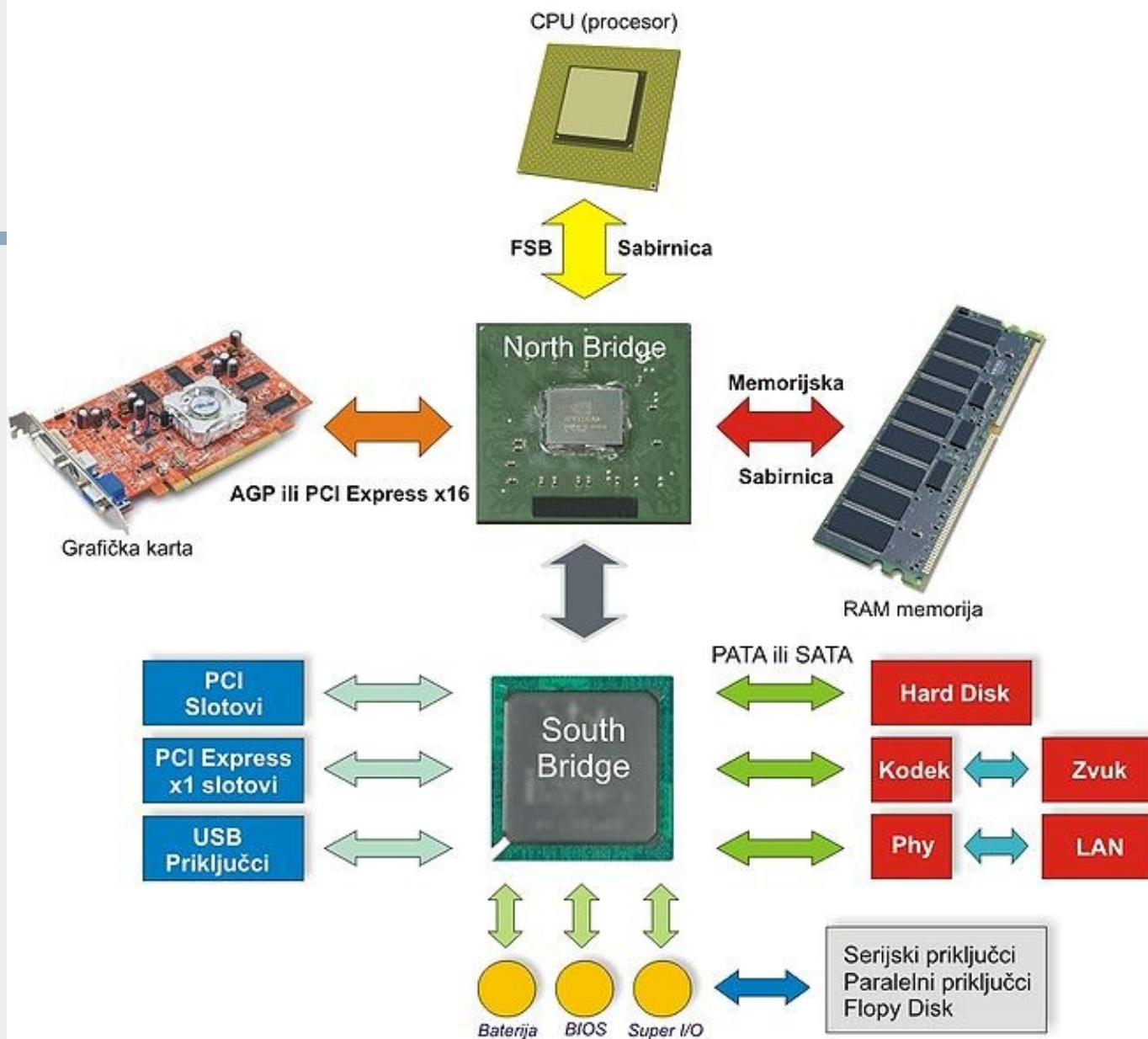
Matična ploča - serijski port (10)

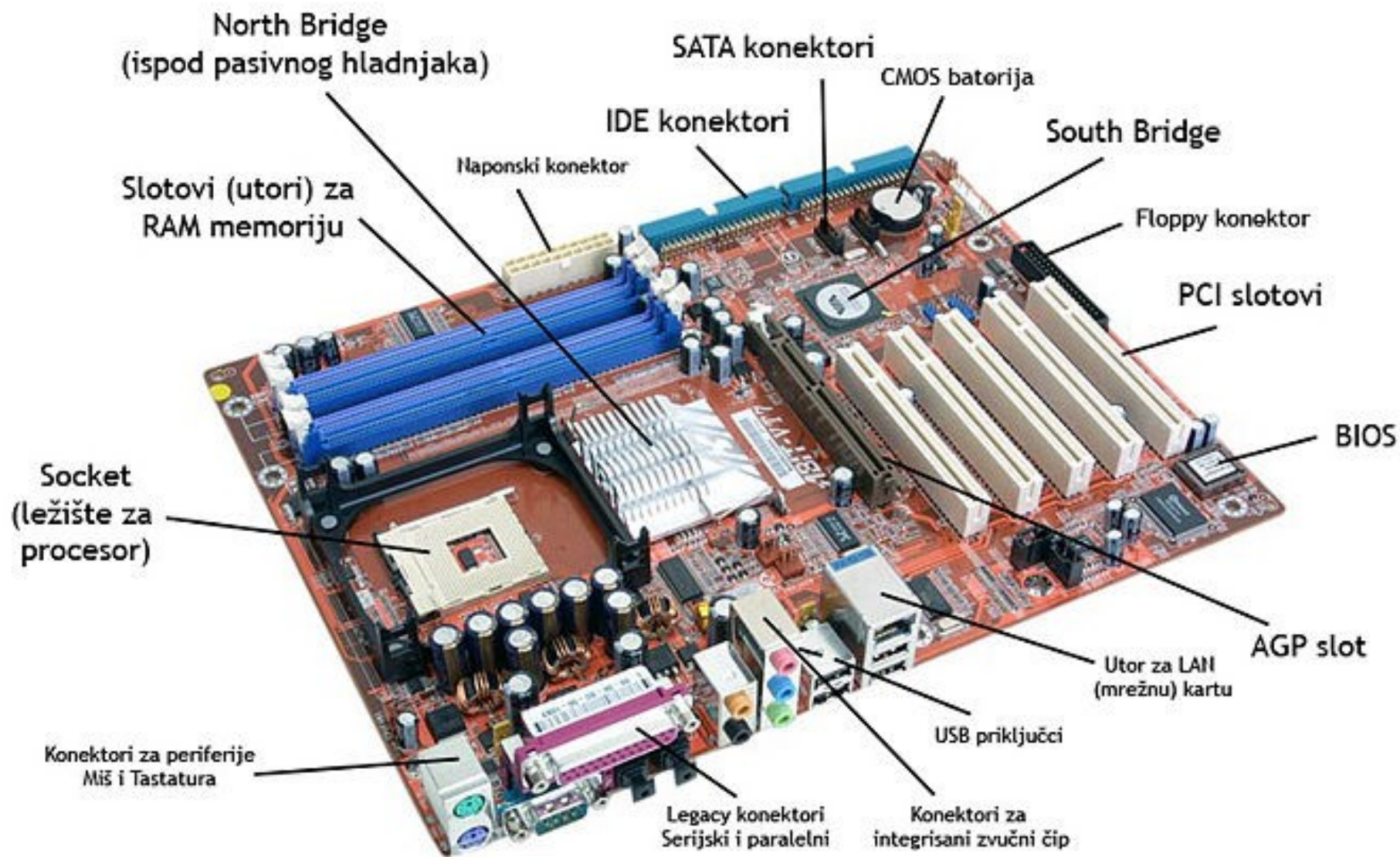
- Serijski port je vrsta računarskog porta koji se koristio za povezivanje raznih uređaja sa računarima (miševa, terminala, ranijih štampača,...) i uglavnom ih je zamenio USB port.
- Serijski port koristi RS-232 standard za komunikaciju, pa se često i naziva RS-232 port.
- Port se može koristiti za kontrolu uređaja i komunikaciju sa raznim mikrokontrolerskim razvojnim sistemima.
- Ranije je korišćen za prenos fajlova između računara.
- Šalje bitove jedan po jedan, za razliku od paralelnog.
- Serijski port ima oznaku COM1, COM2, COM3 ili COM4, i na računaru predstavlja 9-pinski D-konektor muškog tipa.



Matična ploča - severni i južni most

- Postoje 2 čipa u osnovnom logičkom čipsetu matične ploče:
- Severni most (eng. *North Bridge*) - koristi se za komunikaciju između CPU, u nekim slučajevima RAM-a, PCI Express (ili AGP) video kartica i južnog mosta.
- Južni most (eng. *South Bridge*) - implementira sporije mogućnosti matične ploče u računarskoj arhitekturi severni-južni most. Čipset u južnom mostu upravlja svim računarskim ulazno-izlaznim (I/O) funkcijama, kao što su USB, audio, serijski, sistemski BIOS, ISA magistrala, kontroler prekida, itd.

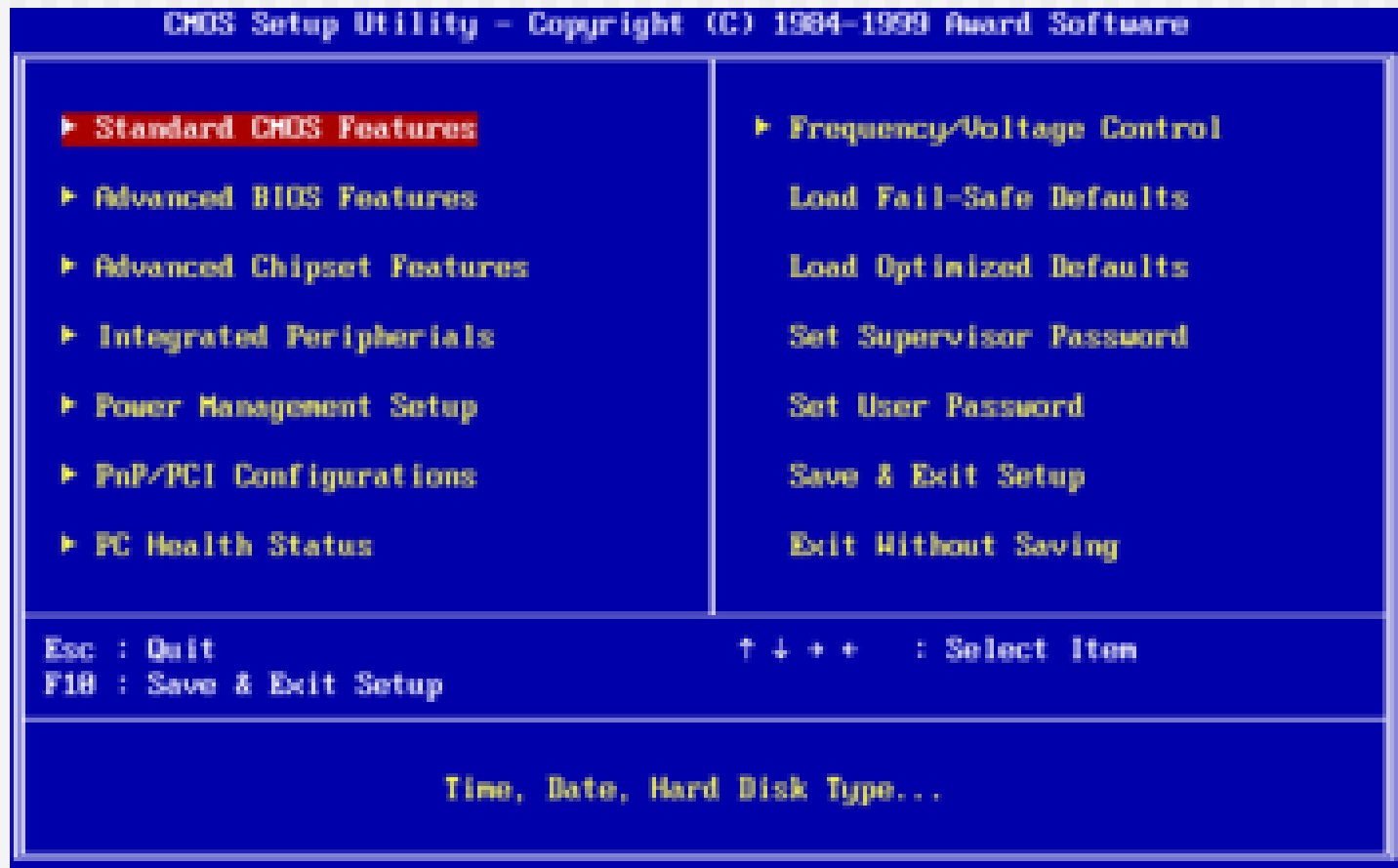




BIOS (*Basic Input-Output System*)

- BIOS – upravljački softver, ugrađen u PC, prvi softver koji se pokreće prilikom podizanja računara (spada u „*firmware*“ softvere)
- Svrhe BIOS-a:
 - da inicijalizuje i testira ispravnost hardvera
 - da učitava „Boot loader“ / operativni sistem (instaliran na HDD)
 - dodatno obezbeđuje apstraktni sloj HW (komunikacija između OS i aplikativnih programa sa raznim perifernim uređajima), ali ovo ne moraju da koriste svi OS (neki direktno pristupaju HW)
- Sadržaj BIOS-a je potpuno definisan od strane proizvođača matične ploče (ploča mora da ima komplementarni čipset da bi mogao da radi sa raznim uređajima)
- BIOS - skup svih instrukcija koje se nalaze na *Flash ROM* čipu (sistemski ROM) na svakoj matičnoj ploči
- Veličina Flash ROM je oko 2 MB, BIOS koristi oko 64 KB

Izgled BIOS-a



BIOS i UEFI

- Tradicionalni BIOS zamenjen je kod novijih PC koji dolaze sa MS Windows/MacOS, sa UEFI *firmware*-om, koji je praktično mini OS
- UEFI – *Unified Extensible Firmware Interface*
- Kao i BIOS, instaliran je od strane proizvođača, i prvi je program (softver) koji se pokreće prilikom uključivanja računara, sa zadatkom da poveže softver i računarski hardver
- Prednosti UEFI u odnosu na BIOS:
 - mogu da rade sa tvrdim diskovima većim od 2TB (što je bilo ograničenje)
 - odlično funkcioniše sa tvrdim diskovima koji imaju *GUID Partition Table* (standard za particionisanje diska)
 - UEFI BIOS se vrlo lako i sigurno ažurira, bezbednije je od tradicionalnog BIOS, a i pokreće brže operative sisteme
 - UEFI ima svoj pokretački program koji omogućava korišćenje više OS na jednom računaru (bez upotrebe dodatnih programa)

Pokretanje UEFI (*MS Windows*)

Advanced options



System Restore

Use a restore point recorded on your PC to restore Windows



Command Prompt

Use the Command Prompt for advanced troubleshooting



System Image Recovery

Recover Windows using a specific system image file



UEFI Firmware Settings

Change settings in your PC's UEFI firmware



Startup Repair

Fix problems that keep Windows from loading



Startup Settings

Change Windows startup behavior

Izgled UEFI (primer kod Intel-a)

The screenshot displays the Intel Visual BIOS interface. At the top, the 'Intel® Visual BIOS' logo is on the left, a search bar is in the center, and the Intel logo is on the right. Below this is a navigation bar with tabs: Home, Main (selected), Devices, Cooling, Performance, Security, Power, and Boot. To the right of the tabs are icons for camera, star, user, wrench, and a close button.

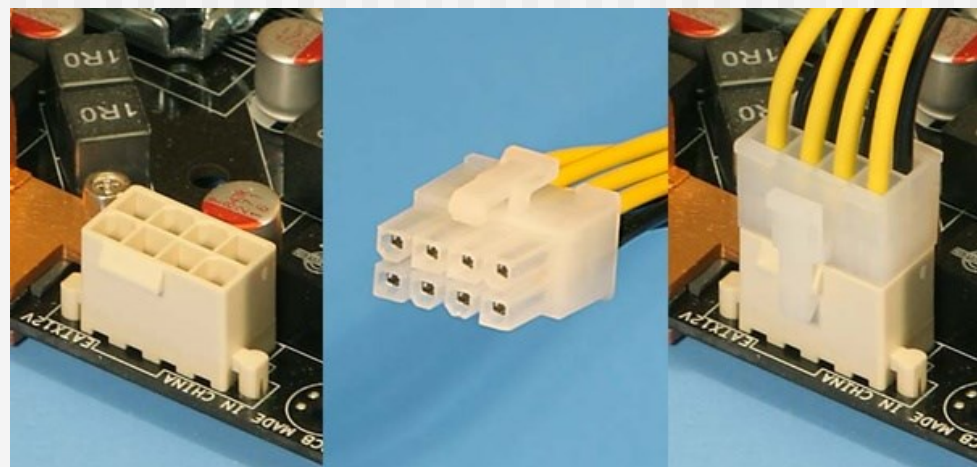
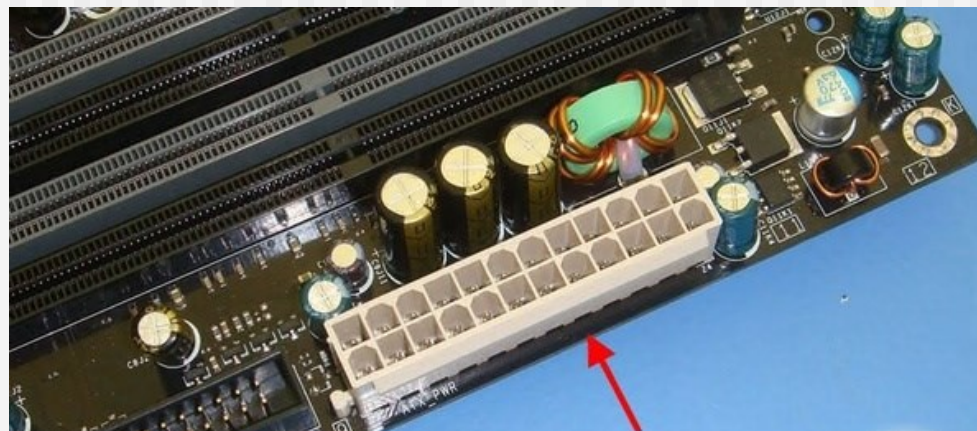
The main content area is divided into several sections:

- Processor Information:** Intel(R) Core(TM) i3-4010U CPU @ 1.70GHz. Host Clock Frequency: 100 MHz. L2 Cache RAM: 2 x 0.25 MB. L3 Cache RAM: 3 MB. Processor Signature: 00040651. Processor Family: 06h Model 45h.
- System Date & Time:** Wednesday, 18 Oct. 2017. Date: 10 / 18 / 2017. Time: 03 : 11 : 53 PM. A 'Set' button is present.
- Default Visual BIOS Start Page:** Home Page 1.
- Memory Information:** Total Memory: 8 GB. Memory Speed: 1600 Mhz. DIMM1 (Memory Channel A Slot 0): 8 GB. DIMM2 (Memory Channel B Slot 0): Not Installed.
- Event Log:** Clear Event Log, Event Logging, Event Type (Count), Time of Occurrence. Events listed: CMOS Battery Failure (1), CMOS Checksum Error (1), CMOS Time Not Set (1), all dated 1/1/2012 0:0:0.

At the bottom, an information icon (i) is followed by the text: 'Here you can look at your basic system information, set the BIOS time, select what page you'd like to see when Visual BIOS is opened, and view important system events.'

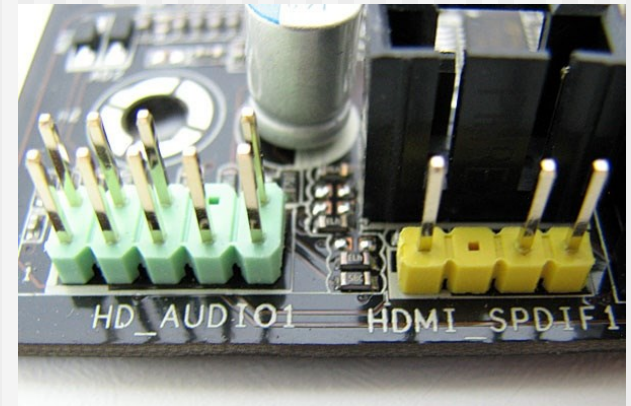
Matična ploča - iznutra (1)

- Priključci za napajanje
- Omogućavaju napajanje za matičnu ploču i procesor (CPU)
- **Računarsko napajanje** (*Power Supply Unit*) služi kao pretvarač, da od naizmenične napravi jednosmernu struju na 5 naponskih nivoa
- Stepen korisnog dejstva je oko 80%



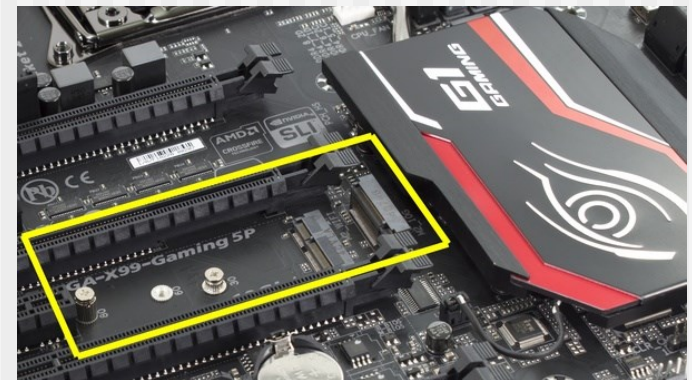
Matična ploča - iznutra (2)

- Unutrašnja zaglavlja
 - Audio zaglavlje (npr. za rad spoljnih audio utičnica za mikrofoni i slušalice)
 - USB zaglavlja (npr. za rad spoljnih USB utičnica (svetlo plavo za USB 3.x i tamno plavo za USB 2.0))
 - Zaglavlja frontalnog panela (za uspešan rad dugmeta za napajanje, dugmeta za resetovanje računara, indikatorske lampice za rad napajanja i HDD).
 - Postoje i druga zaglavlja, ali ovo su najbitnija.



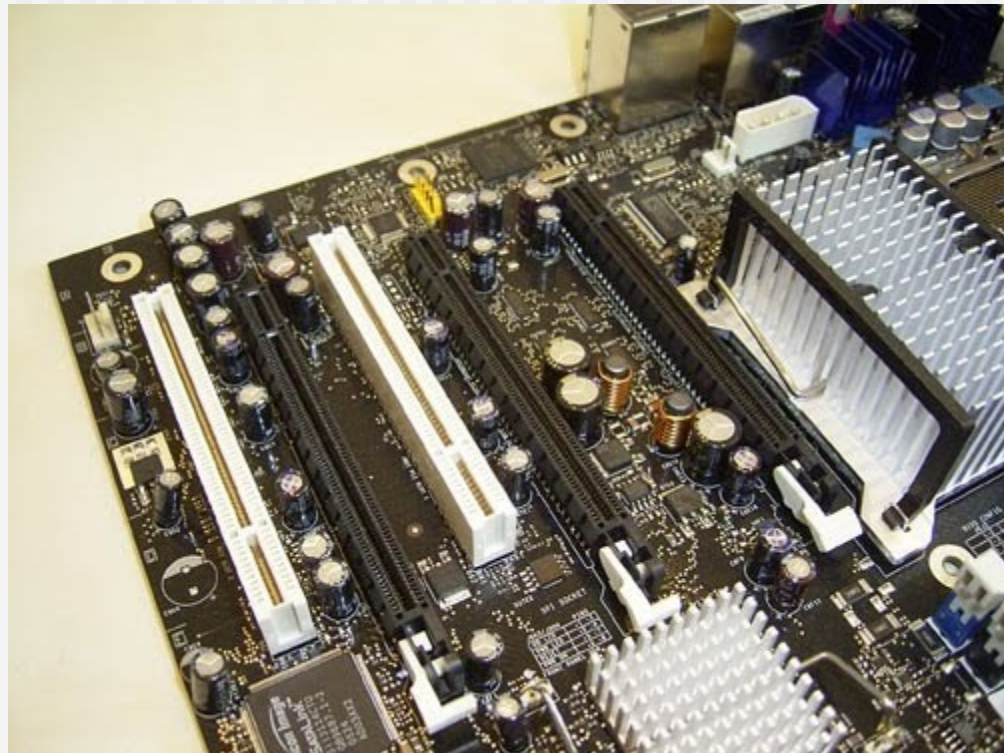
Matična ploča - iznutra (3)

- SATA portovi - najčešći portovi koji se koriste za povezivanje čvrstih diskova (HDD).
- m.2 port - konekcija za male i brze diskove tipa SSD (*Solid-State Drive*) ili poluprovodnički/električni disk.



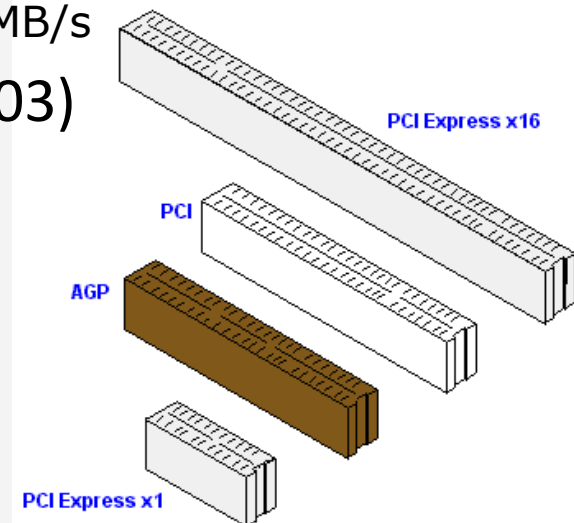
Matična ploča - iznutra (4)

- Slotovi za proširenje (eng. *Expansion slots*):
 - *PCI* (beli)
 - *PCI Express* (crni)
- *PCI* i *PCI-e* NISU kompatibilni!
- *PCI* = *Peripheral Component Interconnect*
- Koriste se za dodavanje:
 - grafičke kartice (*GPU*),
 - zvučne kartice (*sound*) ili
 - mrežne kartice.

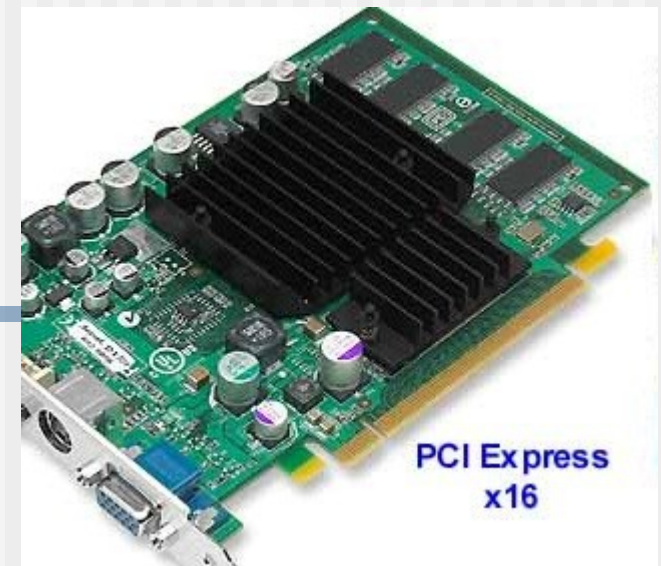


Matična ploča - PCI vs PCI-e

- PCI standard (Intel, 1995. godine) - interna magistrala podataka za povezivanje unutar računara
- Širine opsega:
 - 32 bita sa 33 MHz, potencijalni protok od 133 MB/s
 - 32 bita sa 66 MHz, potencijalni protok od 266 MB/s
 - 64 bita sa 66 MHz, potencijalni protok od 532 MB/s
- PCI-e standard (Intel + Dell + HP + IBM, 2003)
 - serijski modul za računar visoke brzine
 - napravljen da zameni PCI, PCI-X1 i AGP
 - koristi se za grafičke kartice, HDD, SSD, WiFi i Ethernet kartica



Performanse PCI-e



PCI Express link performance

PCI Express version	Introduced	Line code	Transfer rate ^[i]	Throughput ^[i]				
				x1	x2	x4	x8	x16
1.0	2003	8b/10b	2.5 GT/s	250 MB/s	0.50 GB/s	1.0 GB/s	2.0 GB/s	4.0 GB/s
2.0	2007	8b/10b	5.0 GT/s	500 MB/s	1.0 GB/s	2.0 GB/s	4.0 GB/s	8.0 GB/s
3.0	2010	128b/130b	8.0 GT/s	984.6 MB/s	1.97 GB/s	3.94 GB/s	7.88 GB/s	15.75 GB/s
4.0	2017	128b/130b	16.0 GT/s	1969 MB/s	3.94 GB/s	7.88 GB/s	15.75 GB/s	31.51 GB/s
5.0	2019	128b/130b	32.0 GT/s ^[ii]	3938 MB/s	7.88 GB/s	15.75 GB/s	31.51 GB/s	63.02 GB/s
6.0 (planned)	2021	128b/130b	64.0 GT/s	7877 MB/s	15.75 GB/s	31.51 GB/s	63.02 GB/s	126.03 GB/s

Prvi procesori (1)

- **Intel 4004**, 4-bitni procesor, prvi mikroprocesor (1971)
 - Clock rate: 740 kHz
 - 0.07 MIPS (milion instrukcija po sekundi)
 - Širina magistrale: 4 bita
 - PMOS logika (P-type metal-oxide-semiconductor logic)
 - 2300 tranzistora na 10 μm
 - Adresibilna memorija: 640 bajtova
 - Programska memorija: 4 KB
-
- **Intel 4040** (iz 1974. godine)
 - Clock rate: 740 kHz
 - 3000 tranzistora
 - Programska memorija: 8 KB

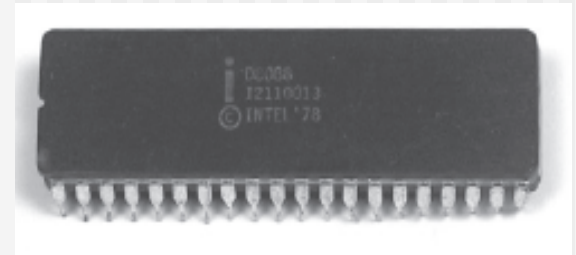


Prvi procesori (2)

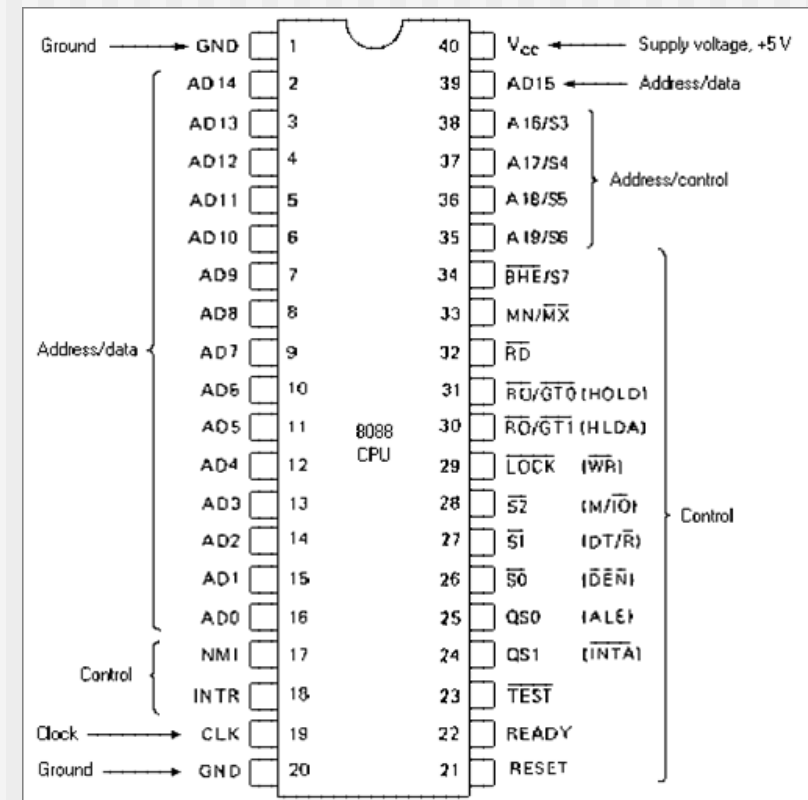
- **Intel 8008**, 8-bitni procesor (1972)
 - Clock rate: 500 kHz; 0.05 MIPS
 - Širina magistrale: 8 bitova
 - 3500 tranzistora sa 10 μm
 - Adresibilna memorija: 16 KB
 - PMOS logika sa povećanim opterećenjem
- **Intel 8080**, 8-bitni procesor (1974), 2 MHz, 0.29 MIPS, magistrala podataka: 8 bitova; adresna magistrala: 16 bitova, NMOS logika, 4500 tranzistora sa 6 μm , 64KB adresibilne memorije
- **Intel 8085**, 8-bitni procesor (1976), 3MHz, 0.37 MIPS, magistrala podataka: 8 bitova; adresna magistrala: 16 bitova, NMOS sa iscrpnim opterećenjem, 6500 tranzistora 3 μm



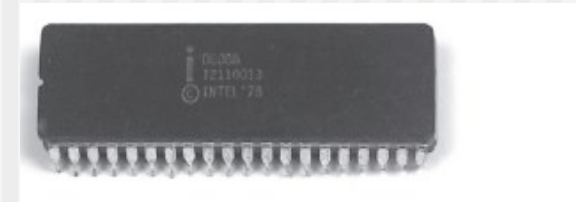
Prvi procesori (3)



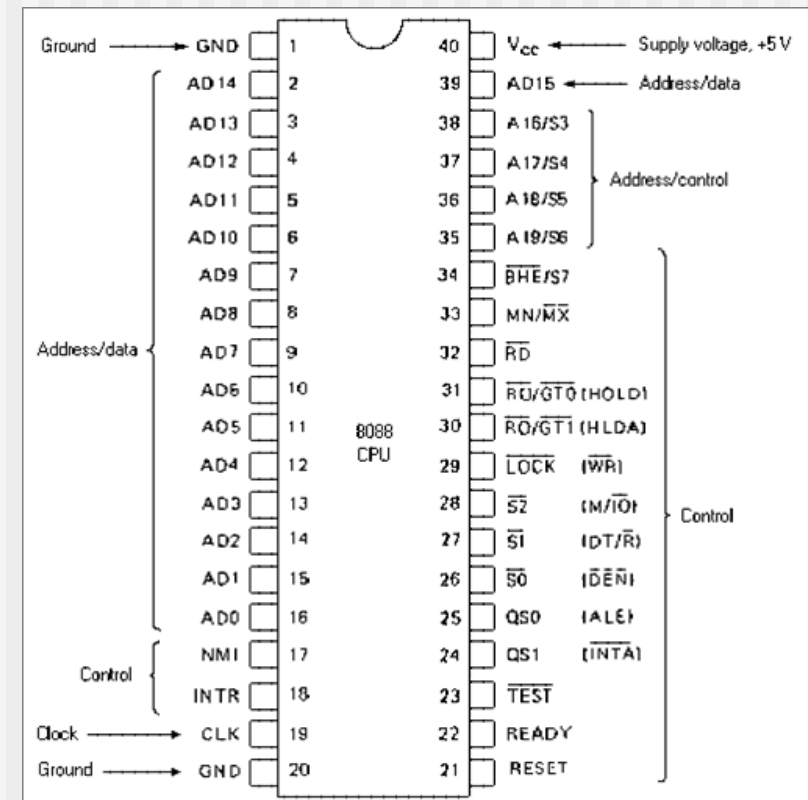
- Intel 8086 (x86), 1978-1998, 16-bitni mikroprocesor
- Intel 8088 kao 8086, sa 16-bitnim registrima i 8-bitnom eksternom magistralom podataka
- Kasnije su na osnovu ove generacije razvijeni i 80188, 80186, 80286, 80386, 80486, itd.
- Oba mikroprocesora imaju arhitekturu zasnovanu na 8080 i 8085 sa sličnim skupom registara, ali su prošireni podrškom za 16-bitno adresiranje.



Prvi procesori (4)



- Oba mikroprocesora imaju sledeće unutrašnje magistrale:
 - *Address Bus* (adresna magistrala): širine 20 bita = mogućnost adresiranja do 1 MB memorije.
 - *Data Bus* (magistrala za podatke): širine 16 bita = mogućnost pristupa podacima širine 16 bita u jednom koraku, odavde potiče naziv 16-bitni mikroprocesor.
 - *Control bus* (kontrolna magistrala): prenosi kontrolne (upravljačke) signale



Prvi procesori (5)

- Četiri 16-bitna registra opšte namene, koji se mogu adresirati i kao osam 8-bitnih registara:
 - AX - Akumulator
 - BX - Bazni registar
 - CX - Brojački registar
 - DX - Registar podataka
- 2 16-bitna pokazivačka registra:
 - SP - Stack pointer
 - BP - Base pointer
- 2 16-bitna index registra:
 - SI - Source index
 - DI - Destination index
- 4 16-bitna segment registra:
 - CS - Code segment
 - DS - Data segment
 - SS - Stek segment
 - ES - Extra segment
- IP - Instruction-Pointer
- Status registar sa 9 flegova:
 - CF - carry flag
 - PF - parity flag
 - AF - auxiliary carry flag
 - ZF - zero flag
 - SF - sign flag
 - TF - trap flag
 - IF - interrupt enable flag
 - DF - direction flag



Procesor Intel Pentium

- **Rani Intel Pentium-i (Pentium Pro, 1995)**
- 32-bitni procesori
- Interna brzina takta: 60-200 MHz
- Eksterna brzina takta: 50-66 MHz
- Množač takta: 1x – 3x
- L1 keš: 16KB
- Pakovanje: PGA / SPGA (Socket 8 procesor)
- **Keš memorija** - memorija malog kapaciteta koja služi za zapise podataka koji se često koriste
- Na procesoru se ugrađuje L1 keš, mala memorija čiji sadržaj sa lokacije CPU preuzima jednako brzo, kao i iz svojih registara
- L2 keš, brza memorija u koju se smešta deo podataka iz RAM, za koje se smatra da ih CPU ubrzo traži (L2 ~duplo brži od RAM)



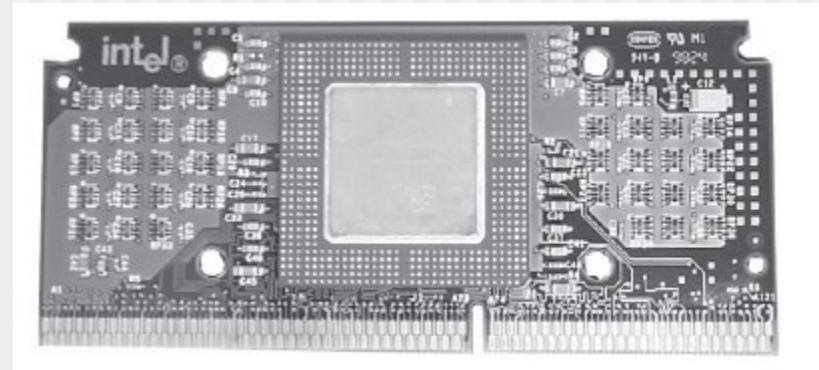
Procesor AMD K5

- **AMD Pentium-i ekvivalent: AMD K5**
- Interna brzina takta: 60-150 MHz
- Eksterna brzina takta: 50-75 MHz
- Množač takta: 1.5x – 2x
- L1 keš: 16 KB
- Pakovanje: PGA



Procesor Pentium II

- **Pentium II (1997), Celeron (1998)**
- Interna brzina takta: 266-700 MHz
- Eksterna brzina takta: 66 MHz
- Množač takta: 4x – 10.5x
- L1 keš: 32 KB
- L2 keš: 128 KB
- Pakovanje: SEP, PGA



Procesor AMD Athlon

- **AMD Athlon Thunderbird**
- Interna brzina takta: 650 MHz – 1.4 GHz
- Eksterna brzina takta: 100-133 MHz (double)
- Množač takta: 6.5x – 14x
- L1 keš: 128 KB
- L2 keš: 256 KB
- Pakovanje: PGA



Procesor Intel Core 2

- 2006. godine
- Interna brzina takta: 1.8 GHz – 3.2 GHz
- Eksterna brzina takta: 266 MHz (quad-pumped)
- Množlač takta: 7x – 12x
- L1 keš: dva puta po 64 KB (**Duo**)
- L2 keš: 2 MB ili 4 MB
- Pakovanje: 775-pin LGA



Procesor Intel

- Intel je napravio više verzija Core 2 CPU-a u želji da pokrije potrebe svih korisnika.
- Postoje dve verzije za PC računare *Core 2 DUO* i *Core 2 Extreme*, verzija za portabilne PC računare *Core 2 Mobile*.
- Na samom kraju 2006, početku 2007.
Intel je izbacio Core2 Extreme CPU sa **četiri jezgra**.
- Svi Core i Core 2 CPU koriste EM64T tehnologiju, što im omogućava da procesuiraju i 32-bitne i 64-bitne aplikacije.

Intel - novije generacije

- 64-bitni procesori, Intel 64 - *Nehalem* mikroarhitektura
Prva generacija (2010): Core i3, Core i5, Core i7
- Deveta generacija (*Coffee Lake*, 2018): desktop Core i3, i5, i7, Pentium Gold, Celeron, 6-jezgarni Core i7 i i9 mobilni CPU i prvi ultra-power CPU sa Intel Iris Plus grafikom.
- Deseta generacija (*Ice Lake*, 2019/2020)
 - menja SkyLake mikroarhitekturu
 - koristi Intelov Process-Architecture-Optimization model
 - L1 instruction/data cache: 32KB/48 KiB; L2 cache: 512 KiB
- Mobilni procesori kod Intela – Intel Atom
 - od 2 do 16 jezgara
 - procesorska frekvencija 1.33 GHz – 2.4 Ghz
 - keš memorija: 1 MB – 16 MB

AMD-nove generacije i CPU kod mobilnih

- Desktop: novije generacije kod AMD – RYZEN
- Ryzen 5 (6 jezgara / 12 niti), Ryzen 7 (8/16), Ryzen 9 (12 / 24)
- Prema poređenjima 14% bolje jednonitske performanse od Intel procesora i 6% prilikom pokretanja više niti



- **Mobilni procesori** (trenutno najbolji u 2020. godini):
Apple A14 Bionic, Apple A13 Bionic,
Qualcomm Snapdragon 865+, 865,
Dimensity 1000+, Huawei Kirin 990 5G
- ARM mikroarhitektura bazirana na RISC arhitekturi

Memorijski medijumi - jedinice

- Kapacitet memorijskog medijuma:
 - Bit: jedna binarna cifra, promenljiva sa dva stanja (0/1), eng. *Binary Digit/Unit*
 - Bajt: 8-bitna binarna reč, promenljiva sa $2^8 = 256$ vrednosti (prema IEC 80000-13 standardu)
 - Nije standardizovan - kod nekih računara bajt može biti različit od 8 bita!
 - Neimenovani brojevi:
 $1K = 2^{10} = 1024$ (kod ogromnog broja računara)
 $1M = 2^{10} K = 2^{20}$
 $1G = 2^{10} M = 2^{30}$
 - Kapacitet $1GB = 2^{10}MB = 2^{30}B$
 - Stepen dvojke zbog memorijske arhitekture

Memorijski medijumi - jedinice

- Internacionalni sistem jedinica (SI) definiše kilo kao 10^3 (1 kilobajt = 1000 bajtova)
- Iz tog razloga definisani su kibibajt (1 KiB), mebibajt (1 MiB), gibibajt (1 GiB)...

Jedinice sa više bajtova

Decimalni - SI sistem	Binarni – IEC	Binarni-za memorije
1000 – kb kilobajt	1024 – KiB kibibajt	KB kilobajt
1000 ² – MB megabajt	1024 ² – MiB mebibajt	MB megabajt
1000 ³ – GB gigabajt	1024 ³ – GiB gibibajt	GB gigabajt
1000 ⁴ – TB terabajt	1024 ⁴ – TiB tebibajt	TB terabajt
1000 ⁵ – PB petabajt	1024 ⁵ – PiB pebibajt	-
1000 ⁶ – EB eksabajt	1024 ⁶ – EiB eksbibajt	-
1000 ⁷ – ZB zetabajt	1024 ⁷ – ZiB zebibajt	-
1000 ⁸ – YB jotabajt	1024 ⁸ – YiB jobibajt	-

Memorijski medijumi – operativna m.

- Operativna (radna) memorija:
 - Mogućnost čitanja i upisa - RAM (*Random Access Memory*)
 - Gubi sadržaj gubitkom napajanja (neperzistentna memorija)
 - Direktno adresibilna memorija
 - Brz pristup (reda nanosekundi)
 - Tipični kapaciteti: 512MB, 1GB, 4 GB, 8 GB, 16 GB, 32 GB, 64 GB, 128GB
 - Ukupni adresni prostor procesora: $2^{32}\text{B} = 2^2 * 2^{30}\text{B} = 4\text{GB}$
 - U obliku paketa čipova koji se ugrađuju direktno na matičnu ploču računara

Tipovi RAM memorije (1)

- SRAM - Static random-access memory (statička memorija sa slučajnim pristupom, skr. SRAM)
- Statički ram je vrsta poluprovodničke memorije, realizovan pomoću flip-floпова. Osnovna memorijska jedinica je flip-flop koji predstavlja 1 bit.
- Statički RAM omogućava višestruko učitavanje, međutim sadržaj se briše odmah posle isključivanja napajanja.
- Statičke RAM memorije zauzimaju veći prostor od dinamičkog RAM-a i imaju mnogo veću cenu
- Tehnike izrade:
 - Bipolarni SRAM - izgrađen u ECL (*Emitter Coupled Logic*) tehnici ili TTL (*Transistor-Transistor Logic*) tehnici; prednost - velika brzina rada, nedostatak - velika potrošnja električne energije i visoka cena.
 - CMOS SRAM - flip floповi izgrađeni u CMOS (*Complementary metal-oxide-semiconductor*) tehnici; prednost - mala potrošnja električne energije i jeftina cena; nedostatak - manje brzine rada.
- Mart 1963: 1 bit, 1972: 1 kb, 1980: 64 KB, 1995: 256 MB

Tipovi RAM memorije (2)

- DRAM - Dynamic random-access memory (dinamička memorija sa slučajnim pristupom, skr. DRAM)
- Svaki bit memorije se čuva u posebnom kondenzator u okviru integrisanog kola. Kondenzator može biti pun ili prazan (ova 2 stanja predstavljaju 2 vrednosti bita, tj. 0 i 1).
- Glavna memorija u računarima je dinamički RAM.
- Prednost DRAM - samo 1 tranzistor i 1 kondenzator su potrebni po bitu, u poređenju sa 4 ili 6 tranzistora kod SRAM.
- Za razliku od fleš memorija, DRAM je promenljiva memorija, gubi podatke brzo nakon prestanka napajanja
- Prvi DRAM: Mostek MK4096 (1x 4096), 1973. god.
- Glavne memorije su dinamičke, a ostali delovi računara kao što su keš memorije i bafer podaci na tvrdim diskovima, obično koriste statički RAM.

DRAM memorije

- Single In-line Pin Package ([SIPP](#))
- Single In-line Memory Module ([SIMM](#))
- Dual In-line Memory Module ([DIMM](#))
- Rambus In-line Memory Module ([RIMM](#)), технички је DIMM.
- Small outline DIMM ([SO-DIMM](#)), око половине редовних DIMM-а, углавном се користе у лаптоповима, у рачунарима релативно малих димензија - као што је [Mini-ITX](#) матична плоча, надоградивим канцеларијским штампачима и мрежном хардверу попут рутера. Долазе у верзијама са:
 - 72-pin (32-bit)
 - 144-pin (64-bit) користи се за [SDRAM](#)
 - 200-pin (72-bit) користи се за [DDR SDRAM](#) и [DDR2 SDRAM](#)
 - 204-pin (64-bit) користи се за [DDR3 SDRAM](#)
- Small outline RIMM (SO-RIMM). Мања верзија RIMM-а, користе се у лаптоповима.

SDRAM

- SDRAM - Synchronous dynamic random-access memory (sinhrona dinamička memorija sa slučajnim pristupom, skr. SDRAM)
- DRAM koja je sinhronizovana sa sistemskim magistralama. SDRAM za razliku od DRAM (asinhroni interfejs), ima sinhroni interfejs, što znači da čeka signal generatora takta pre nego što reaguje na kontrolu ulaza i zato se računarskim sistemskim magistralama.
- Generator takta se koristi za interno konačno stanje mašine sa prihvatanjem dolaznih komandi.
- Pipeline - skup elemenata za obradu podataka povezanih u seriji, gde je izlaz jednog elementa ulaz na sledeći.
- Pipeline omogućava da čip može prihvatiti novu komandu pre nego što je završio obradu prethodne.
- Od originalnog SDRAM, preko generacije DDR (ili DDR1), preko DDR2 i DDR3 do DDR4. Postoje i neke varijante sa prefiksom LP (Low Power) DDR.
- Prvi SDRAM: 16 MB, 1992. god.

DDR1 - DDR4 (*Double Data Rate*)

- DDR od 1998. (64 / 128 MB), DDR2 od 2003. (512 MB / 1 GB), DDR3 od 2007. (512 MB, 8GB / 16GB), DDR 4 od 2014. god. (8GB +)
- Kolone:
 - standard
 - memorijski takt (u MHz)
 - magistralni takt (u MHz)
 - vremenski ciklus (u nano sec.)
 - brzina prenosa podataka (u MT/s - miliona transfera po sekundi)
 - najbrža brzina prenosa (u GB/s)
 - napajanje (u V)

DDR SDRAM Standard	Internal rate (MHz)	Bus clock (MHz)	<u>Prefetch</u>	Data rate (MT/s)	Transfer rate (GB/s)	Voltage (V)
SDRAM	100-166	100-166	1n	100-166	0.8-1.3	3.3
DDR	133-200	133-200	2n	266-400	2.1-3.2	2.5/2.6
DDR2	133-200	266-400	4n	533-800	4.2-6.4	1.8
DDR3	133-200	533-800	8n	1066-1600	8.5-14.9	1.35/1.5
DDR4	133-200	1066-1600	8n	2133-3200	17-21.3	1.2

DDR4 (*Double Data Rate ver. 4*)

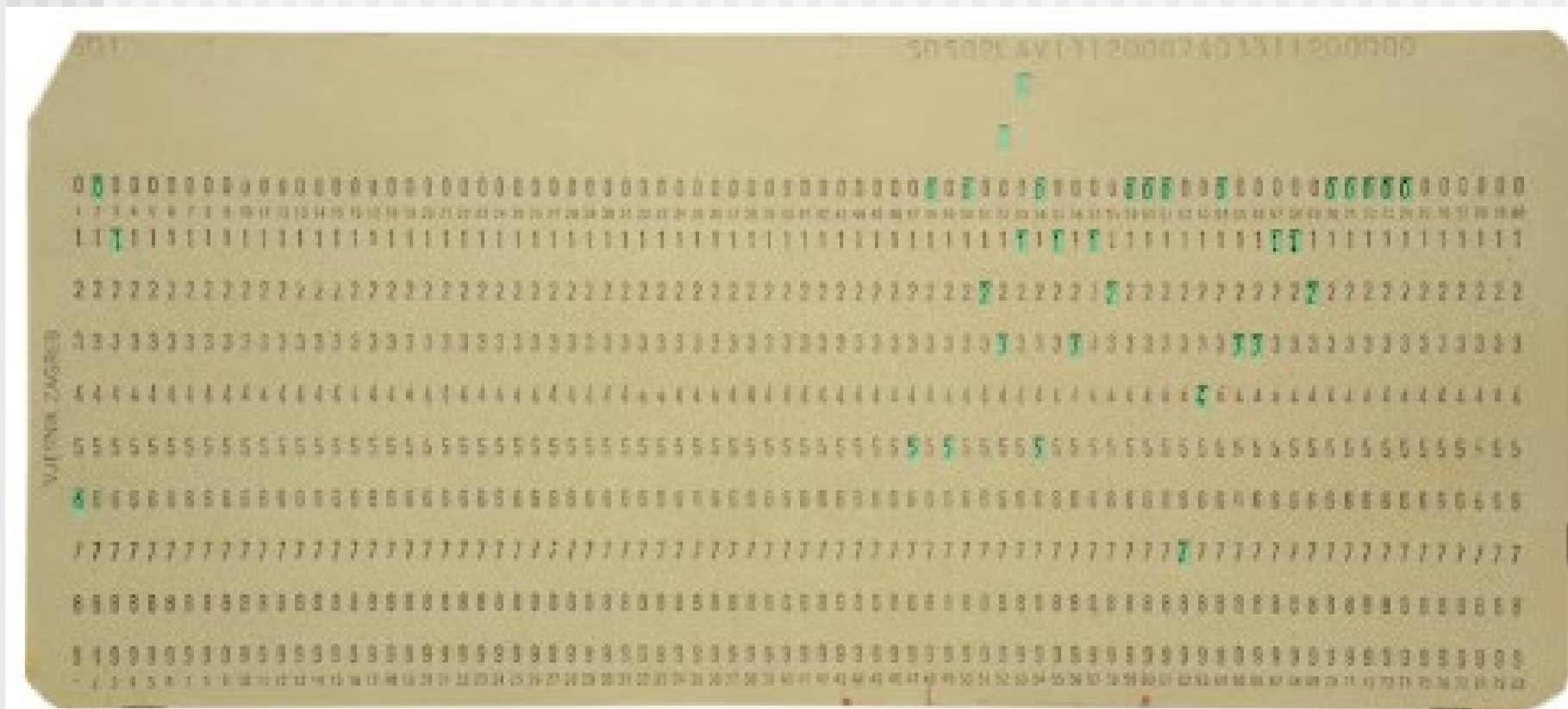
- Glavna prednost u odnosu na DDR3 - viša frekvenca radnog takta i veća brzina prenosa podataka
- Podržava od 2133 do 4266 MT/s (milion transfera po sekundi) u poređenju sa 800 do 4266 MT/s kod DDR3
- Niži napon: 1.05 - 1.2 V kod DDR4 (1.2-1.65 V za DDR3) sa identičnom jačinom struje
- DDR4 donosi i promenu u topologiji - odbacuje pristup povezivanja više modula na memorijskom kanalu u korist jedan-na-jedan topologije gde je svaki kanal memorijskog kontrolera povezan na jedan modul memorije.



Sistemska zahtevnost za RAM memorijom

Operativni sistem	Minimum potreban	Optimum	Maksimalne performanse
Windows 2000	128 MB	256 MB	512 MB i više
Windows XP	256 MB	512 MB	1 GB i više
Windows Vista	512 MB	1 GB	2GB i više
Windows 10	1 GB (32b), 2 GB (64b)	4 GB (32b) 8 GB (64b)	16GB i više

Gde čuvamo podatke? I kako? 😊



Bušene kartice (eng. *punched cards*)

- Prvi mediji za čuvanje podataka, patentiran 1801. godine od strane istraživača Jozefa Žakarda (*Joseph Jacquard*), prvobitno kao metod za oblike i dezene kod tkanja.
- Žakard je razvio prvi digitalni kompajler za IBM
- Svaka kartica, na krutom kartonu, imala je najveću moguću količinu podataka koju je mogla da prihvati (definisao svaki proizvođač)
- Imale su na sebi rupice, gde rupica označava vrednost 1, a nedostatak rupice na kartonu označava vrednost 0 (ili obrnuto, po dogovoru). Kartice su bile velike od nekoliko centimetra, do nekoliko metara.
- Na ETF-u, 1968. godine, korišćene na prvom računaru IBM 1130.



Diskete (eng. *Floppy disk*)

- Glavni prenosivi medijum do pojave CD
- Mogućnost čitanja i upisa; disketa se može zaštititi od upisa
- Ne gubi sadržaj gubitkom napajanja (perzistentna memorija)
- Sport pristup, značajno sporiji nego tvrdi disk
- Kapacitet (max): 1.44 MB
- Uređaj koji se ugrađuje u kućište računara i priključuje na priključnice (sokete) na matičnoj ploči
- Prečnik:
od 8", preko 5.25", do 3.5"



Diskete kroz istoriju

Veličina	Godina	Kapacitet
8"	1971. (1960)	80 kB
8"	1973.	256 kB
8"	1974.	800 kB
8" dvostrana	1975.	1MB
5¼" (~ Mini diskette)	1976.	110 kB
5¼" DD (2 µm magnetic iron oxide)	1978.	360 kB
5¼" QD	1984.	1.2 MB
3" (nepoznato?)	1984.?	320 kB
3½" (~ Micro diskette)	1984.	720 kB
3½" HD (1.2 µm <u>cobalt</u> -doped iron oxide)	1987.	1.44 MB

Diskete kroz istoriju



Od 2006. godine se retko ugrađuju u računarima! 65/126

ZIP diskovi (eng. *ZIP drive*, *Superfloppy*)

- 1994. godine sa željom da zamene 3.5" floppy diskove (FD)
- Mogućnost čitanja i upisa
- Ne gubi sadržaj gubitkom napajanja (perzistentna memorija)
- Po brzini i konstrukciji, sličan kao FD
- Kapaciteti: 100 - 250 MB, vrlo retko 750 MB
- Uređaj koji se ugrađuje u kućište računara i priključuje na priključnice (sokete) na matičnoj ploči ili kao eksterni uređaj
- Interfejsi: ATAPI, SCSI, LPT (IEEE 1284 Parallel port), USB 1.1, FireWire (IEEE 1394)



ZIP diskovi (eng. *ZIP drive*, *Superfloppy*)



CD (eng. *Compact Disc*)

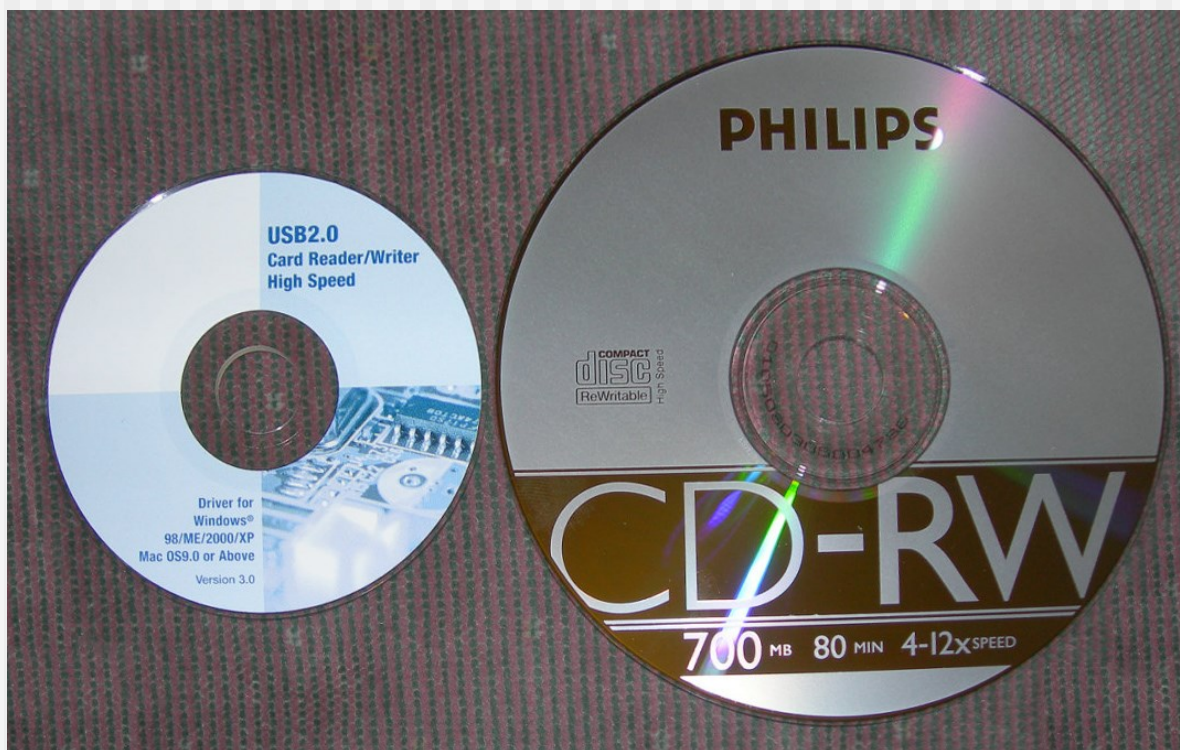


- 1. X 1982. (Japan) by Sony & Philips
- Mogućnost čitanja (CD), a upisa samo na jednom (CD-R) ili više puta (CD-RW) i to sa posebnom vrstom uređaja (CD rezač)
- Ne gubi sadržaj gubitkom napajanja (perzistentna memorija)
- Sporiji nego tvrdi disk (HDD), ali brži od svih floppy diskova
- Kapacitet: 640/650 MB - 700 MB
Veličina: 120 milimetara (4.7")
- Audio disk: 74 ili 80 minuta nekompresovanog audio sadržaja
- Uređaj koji se ugrađuje u kućište računara i priključuje na priključnice (sokete) na matičnoj ploči

Spec. CD	Brzina
(Original/slow)	1×, 2×, 4×
High Speed	8×, 10×, 12×
Ultra Speed	16×, 20×, 24×
Ultra Speed+	32×

Mini CD

- Kapacitet: 185 MB - 210 MB
Veličina: 80 milimetara (3")
- Audio disk: 21 ili 24 minuta nekompresovanog audio sadržaja





DVD (eng. *Digital Versatile Disc*)

- Disk digitalnog sadržaja, sličan CD, samo većeg kapaciteta
- Razvijen 1995. godine
- Medijum se može čitati u računaru ili korišćenjem DVD plejera
- Uređaj koji čita: DVD-ROM ili DVD-RW (DVD rezač)
- Diskovi tipa DVD-RAM, DVD-RW, DVD+RW
- DVD-video koristi digitalni video format, a DVD-audio digitalni audio format
- Mehanizam čitanja: 300-650 nm laser, 10.5 Mbit/s (1x)
- Mehanizam pisanja: 650 nm laser sa više snage nego kod čitanja, 10.5 Mbit/s (1x)
- Težina diska: 16 grama





DVD (eng. *Digital Versatile Disc*)

- Kapaciteti:
 - 4.7 GB (single-sided, single-layer)
 - 8.5 GB (single-sided, double-layer)
 - 9.4 GB (double-sided, single-layer)
 - 17.08 GB (double-sided, double-layer)
- Standard razvijen od strane kompanija: Sony, Panasonic, Samsung, Toshiba i Philips
- Prihvaćen i od strane video uređaja za reprodukciju snimaka (DVD plejeri) i konzola za igranje (PS2, Xbox, Xbox 360, Wii)





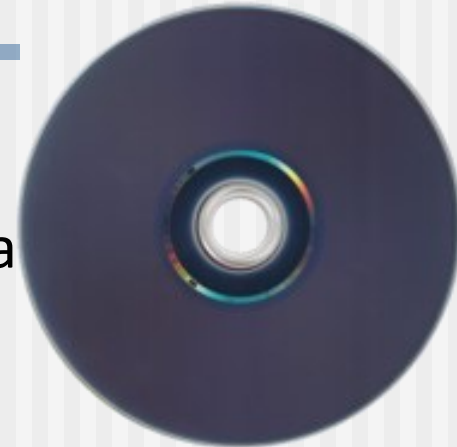
Brzine transfera kod DVD

Brzina	Brzina prenosa podataka		Brzina upisa (minuta)	
	<u>Mbit/s</u>	<u>MB/s</u>	Single-Layer	Dual-Layer
1×	11	1.4	57	103
2×	22	2.8	28	51
2.4×	27	3.3	24	43
2.6×	29	3.6	22	40
4×	44	5.5	14	26
6×	67	8.3	9	17
8×	89	11.1	7	13
10×	111	13.9	6	10
12×	133	16.6	5	9
16×	177	22.2	4	6
18×	199	24.9	3	6
20×	222	27.7	3	5
22×	244	30.5	3	5
24×	266	33.2	2	4



Blu - ray disc (BD)

- Digitalni optički disk sa ciljem da zameni DVD, prvi prototip napravljen u Japanu 2000. (Sony)
- "Plavi rat" od 2006. do 2008. između kompanija Sony i Toshiba - Toshiba priznala poraz
- Rezultat: četvoroslojni blu-rej disk
- Kapacitet: 100 GB (25GB po sloju, 50 GB sa duplim slojem)
- Diskovi sa 3 sloja (100 GB) i sa 4 sloja (128 GB) su dostupni samo za računarske BD-XL drajvove, nisu kompatibilni sa standardnim Blu-rej plejerima
- Tri formata: BD (za učitavanje), BD-R (učitavanje i jednostruki zapis) i BD-RE (učitavanje i višestruki zapis podataka)
- Dimenzije: 120mm i 1.2mm debljine (CD/DVD format)
- Video formati: 3840x2160 px, i do 60 frejmova po sekundi



USB fleš disk (eng. *USB flash drive*)

- Baziran na fleš memoriji, ima mogućnost čitanja i upisa, komunicira sa računarom ili drugim uređajem
- Ne gubi sadržja gubitkom napajanja (perzistentna memorija)
- Sporiji nego operativna memorija, ali brži nego čvrsti diskovi
- Mnogo manja od optičkih diskova i lakša (~ 30 g)
- Tipični kapaciteti: 8GB, 16GB, 32GB, 64GB,... 2TB (2018)
- Priključuju se na spoljašnje USB priključnice (različiti su standardi 2.0, 3.0, 4.0)
- Prvo pojavljivanje: 2000. godine
- Različiti standardi daju različite brzine



USB fleš memorija - osobine (1)

- Fleš EEPROM (*Electricity Erasable Programmable Read-Only Memory*) - elektronski medijum za skladištenje koji se može električno izbrisati i reprogramirati
- Postoje 2 glavne vrste fleš memorije, imenovane po NAND i NOR logičkim kolima (zato što pojedinačne memorijske ćelije pokazuju unutrašnje osobine slične onima kod logičkih kola)
- Dok kod EPROM moramo potpuno izbrisati, pre nego što prepíšemo, tip NAND fleš memorije omogućava da se piše i čita u blokovima (ili stranama), koji su mnogo manji nego ceo uređaj. Kod NOR tipa memorije omogućen je upis jedne mašinske reči (bajta) na obrisanoj poziciji.
- Tip NAND se prvenstveno koristi za memorijske kartice, USB fleš diskove, poluprovodničke SSD diskove (iz 2009. ili kasnije)

USB fleš memorija - osobine (2)

- Nedostatak fleš memorije: konačan broj čitanja / pisanja ciklusa u određenom bloku
- Fleš memorija nudi brz pristup čitanju, jednako brz kao kod dinamičke RAM memorije, ali ne tako brz kao kod statičke RAM memorije ili ROM memorije.
- Ima dobru mehaničku otpornost na udarce (za razliku od HDD).
- Termin "EEPROM" se uglavnom odnosi na ne-fleš EEPROM, koji je obrisiv u malim blokovima (tipično bitovima)
- Pošto su ciklusi brisanja spori kod fleša, brisanje velikih blokova odjednom daje značajnu prednost u odnosu na brzinu ne-fleš EEPROM memorije prilikom pisanja velike količine podataka.

Memorijske kartice (1)



Memorijske kartice (2)

- Stari formati:
 - SMARTMEDIA
 - XD-PICTURE CARD
 - MULTIMEDIACARD (MMC)
 - MINI-SD
 - Memory Stick (by Sony)

- Tekući formati:
 - Compact Flash (CF)
 - Secure Digital (SD)
 - Micro SD
 - XQD (Nikon / Sony)
 - CFAST card (Canon)

- Budući formati:
 - CF Express 2.0 (standard 2019 by the CompactFlash Association)

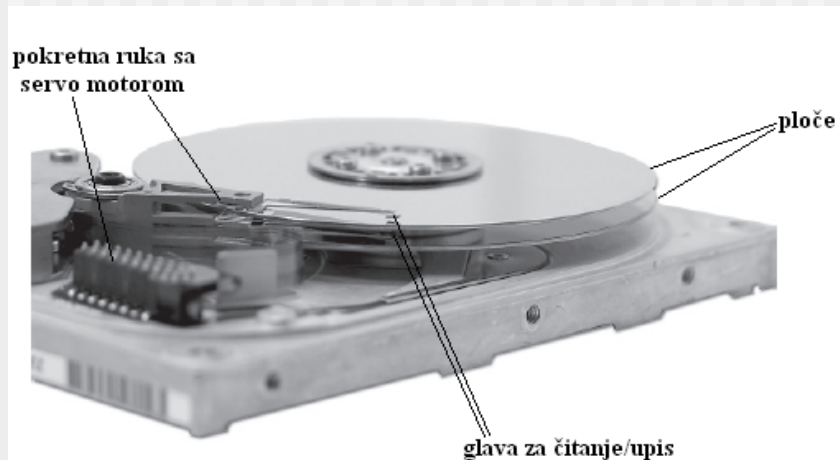


Memorijske kartice - Uporedni prikaz

Standard	SD				UFS Card		CFast		XQD		CFexpress	
Version	3.0	4.0	6.0	7.0 ^[5]	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0
Launched	2010 Q2	2011 Q1	2017 Q1	?	Q2 2016	?	2008 Q3	2012 Q3	2011 Q4	2014 Q1	2017 Q2	2019 Q1
Bus	UHS-I	UHS-II	UHS-III	PCIe 3.0 x1	UFS 2.0	UFS 3.0	SATA-300	SATA-600	PCIe 2.0 x1	PCIe 2.0 x2	PCIe 3.0 x2	PCIe 3.0 x4
Speed (full-duplex)	104 MB/s	312 MB/s	624 MB/s	985 MB/s	600 MB/s	1.2 GB/s	300 MB/s	600 MB/s	500 MB/s	1 GB/s	1.97 GB/s	1000 MB/s 2000 MB/s 4000 MB/s

Tvrdi diskovi – HDD (eng. *Hard Drive*)

- Mogućnost čitanja i upisa
- Ne gubi sadržaj gubitkom napajanja (perzistentna memorija)
- Relativno brz pristup (reda milisekundi), ali značajno sporiji nego RAM
- Tipični kapaciteti: od nekoliko stotina GB do 1 ili 2 TB
- Uređaj koji se ugrađuje u kućište računara i priključuje se na priključnice (sokete) na matičnoj ploči
- **RAID** (*Redudant Array of Independent Disks*) kontroler – tehnologija koja kombinuje više komponenti diskova u logičku jedinicu radi redudantnosti podataka i poboljšanja performansi (RAID opciono postoji kod HDD)
- Može biti implementiran i softverski RAID!



Poluprovodnički disk - SSD (1)

- Poluprovodnički diskovi (SSD - *Solid State Drive*)
 - Uređaj za trajno skladištenje podataka pomoću integriranih sklopova kola
 - Ne gubi sadržaj gubitkom napajanja (perzistentna memorija)
 - Nema pokretne mehaničke komponente kao tvrdi (HDD) ili FD sa glavom
 - U odnosu na HDD: otporni na fizički udar, tiše rade, imaju manje vremena pristupa i manje kašnjenja
 - Vreme pokretanja: svega nekoliko milisekundi
 - Skuplja cena SSD nego HDD
 - Koristi NAND fleš memoriju (počev od 2009.), koja čuva podatke bez napajanja
 - Ključne komponente SSD: kontroler i memorija za skladištenje podataka
 - Tipični kapaciteti: 128, 256, 512 GB (ali postoje i od 2 TB)

Poluprovodnički disk - SSD (2)

- Host interfejsi:
 - **Serial attached SCSI - SAS** (u serverima, > 3.0 Gbit/s)
 - **Serial ATA - SATA** (> 1.5 Gbit/s)
 - **PCI Express** (> 2.0 Gbit/s)
 - **Fibre Channel** (uvek na serverima, > 200 Mbit/s)
 - **USB** (> 1.5 Mbit/s)
 - **Parallel ATA - PATA** (IDE, >26.4 Mbit/s) interfejs (zamenjen je sa SATA)
 - (Paralelni) SCSI (obično se nalazi na serverima i uglavnom sada zamenjen sa SAS; poslednji SCSI zasnovan na SSD je bio iz 2004. god., >40 Mbit/s)

Poluprovodnički disk - SSD (3)



Ostali uređaji u računaru

- Grafička kartica (GPU)
- Zvučna kartica
- Mrežna kartica
- Modem (retko se ugrađuje)
- Monitor
- Tastatura i miš
- Štampač



Periferijski uređaji

- Periferijski (periferni) uređaj ili periferija je uređaj koji služi da se neke informacije unesu ili iznesu iz računara.
- Postoje tri različite vrste periferijskih uređaja:
 - ulazni (I) uređaji,
 - izlazni (O) uređaji,
 - ulazno-izlazni (I/O) uređaji.
- Ulazni uređaji šalju podatke u računar (miš, tastatura, mikrofon, kamera, skener, itd.)
- Izlazni uređaji iznose podatke iz računara (monitor, štampač, projektor, itd.)
- Ulazno-izlazni uređaji mogu i slati podatke u računar, a isto ih tako i iznositi (modem, mrežna kartica, zvučna kartica, monitor osjetljiv na dodir, USB port, itd.)

Tastatura (eng. *keyboard*)

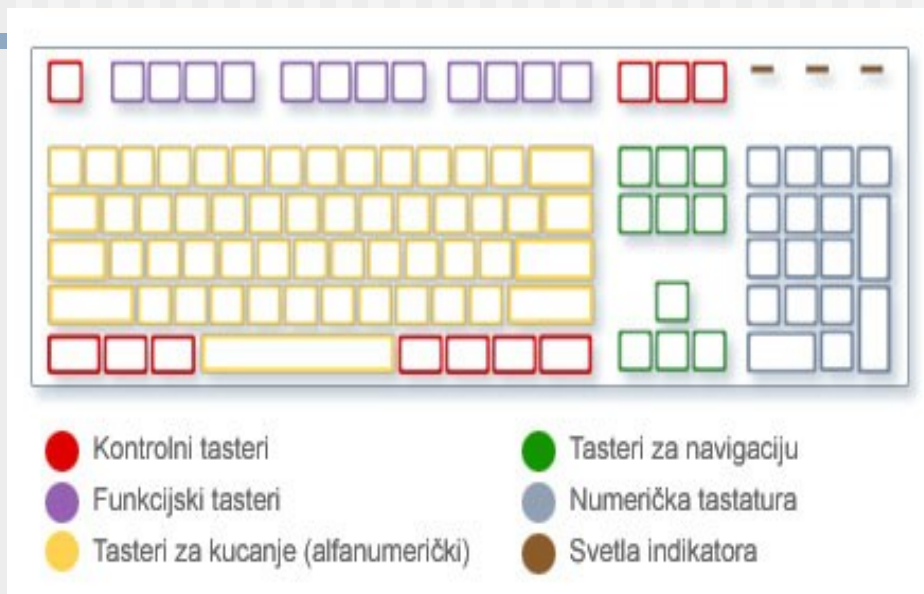
- Periferni ulazni uređaj računara koji služi za unos alfabetskih karaktera, specijalnih karaktera i drugih oznaka, ali i kontrolu operacija koje računar izvršava.
- Priključuje se na PS/2 port ili češće USB port ili su bežične (WiFi)
- Najčešći broj tastera: 101, 104 (US standard), ili 105 tastera
- Danas mnogi proizvođači dizajniraju različite tastature
- Osnovni tipovi:
 - Desktop tastatura (ili potpuna)
 - Laptop tastature (najčešće bez numeričkog dela)
 - Fleksibilne (kao standardne, ali sa bližim tasterima kao laptop verzije)
 - Ručne ergonomske tastature
 - Male spoljne tastature (za PDA uređaje, tablet računare i telefone)
 - Multifunkcionalne (najčešće sa dosta adaptera u njoj)

Tastatura (eng. *keyboard*)



Vrste tastera

- Tasteri se dele u 5 grupa:
 - Alfabetički (slova i brojevi)
 - Numerički tasteri
 - Funkcijski tasteri (F1-F12)
 - Pomoćni funkcijski (Fn, Start,...)
 - Kursor tasteri (strelice za navigaciju)
- Da li znamo šta koji taster radi?
 - ENTER, ESC, Space, TAB, PageUp, PageDown
 - NUM LOCK, CAPS LOCK (sa indikatorskim lampicama)
 - SHIFT, CTRL, ALT, DELETE
 - Najčešće kombinacije tastera? (videti materijal u PDF)



Miš (eng. *mouse*)

- Miš je ulazni periferni uređaj računara koji očitava pokrete koje korisnik pravi i pretvara ih u signal koji se šalje računaru.
- Osnovni tipovi:
 - Mehanički (sa kuglicom) – RETKO U UPOTREBI
 - Optički – NAJVIŠE RASPROSTRANJENI
 - Laserski
 - Bežični (Infracrveni miš ili Bluetooth miš)



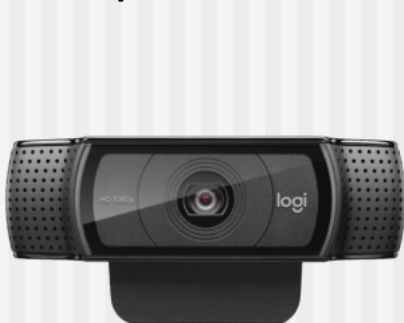
Mikrofon (eng. *microphone*)

- Mikrofon je elektronski uređaj koji spada u ulazne periferijske uređaje i on pretvara zvuk u električni signal
- Povezuje se odgovarajućim kablom na obeležene konektore na zadnjoj strani kućišta (audio ulaz MIC).



Kamera (eng. *camera*)

- Kamera je ulazni periferni uređaj koji fotografiju, pokretnu sliku ili audio-vizuelni zapis dostavlja računaru.
- Digitalna kamera se može preko kabla povezati sa računarom i na taj način se postići snimanje u velikoj rezoluciji (Full HD).
- Danas, sve češće i veb kamere imaju dosta dobru rezoluciju.
- Veb kamera je vrsta video kamere koja se direktno spaja na računar sa ciljem prenosa video signala na računar, i preko interneta (za video konferenciju).



Skener (eng. *scanner*)

- Skener je periferni ulazni uređaj koji snima neku fizičku sliku kao što je fotografija, tekstualni dokument, ili rukopis, i pretvara ih u digitalni fajl.
- Skeneri koriste CCD (*charge-coupled device*) senzore za skeniranje slike.
- Skeniraju sadržaj u boji (ili monohromatski ako se odabere), najčešće su A4 formata, ali mogu biti i većeg formata.



Monitor (eng. *computer monitor*)

- Monitor je izlazni uređaj koji prikazuje računarske signale kao sliku koju korisnik vidi.
- Spada u grupu osnovnih uređaja, bez njega računar neupotrebljiv.
- Vrste monitora:
 - Monitori sa katodnom cevi (CRT, *Cathode Ray Tube*)
 - Tanki monitori:
 - 1) Monitori sa tečnim kristalima (LCD, *Liquid cristal display*)
Slika se apsorbuje, pa se reflektuje u različitim delovima.
TFT - *Thin Film Transistor*
 - 2) Plazma monitori
Slika se formira od malih sijalica ispunjenih gasnom plazmom.
 - 3) LED monitori
Slika se formira od LED dioda poređanih u obliku mreže.

Glavne karakteristike monitora (1)

- Piksel je najmanji grafički element na monitori, (obojena) tačka
- Rezolucija - određena brojem piksela koji se nalaze u horizontalnim (vodoravnim) i vertikalnim (uspravnim) linijama monitora. Primeri rezolucija: 1024x768, 1280x1024,...
- Rezolucijom se izražava i kvalitet televizora.

Naziv rezolucije	Dimenzije	Druga imena	Uređaji
8K	7680 x 4320	8K UHD	TV
"Cinema" 4K	4096 x [neodređena]	4K	Projektori
UHD	3840 x 2160	4K, Ultra HD, Ultra-Hight	Televizori, monitori
2K	2,048x [neodređene]		Projektori
WUXGA	1920 x 1200	Široki zaslon Ultra-Hight	Monitori, projektori
1080	1920 x 1080	Full HD, FHD, HD	Televizori, monitori
720p	1280 x 720	HD	Televizori

Glavne karakteristike monitora (2)

- Brzina osvežavanja – odnosi se na brzinu kojom monitor osvežava sliku i meri se u hercima (Hz). Veća frekvencija označava da je slika stabilnija (i nešto mutnija).
- Ako je brzina osvežavanja manja, slika je mnogo oštija, ali zato je nestabilnija i napornija za ljudsko oko.
- Veličina ekrana – meri se u inčima, prema dijagonali ekrana. 1" = 2,54 cm (kod CRT se merio čitav monitor, od LCD monitora isključivo dijagonala ekrana)
- Standard prikaza – odnos širine i visine, kod starijih monitora to je bilo 4:3, a kod novijih širokih (eng. *Wide*) monitora, to je 16:9
- OSD – kontrole na monitoru pomoću kojih se podešava kontrast, svetlost, broj boja, geometrijski oblik slike, itd.

Štampači (eng. *printer*) i ploteri

- Štampač je izlazni uređaj pomoću koga binarna kodna informacija se iz računara prenosi na papir u obliku prilagođenom korisniku.
- Dele se na: matrične, ink-jet i laserske.
- Ograničeni su formati štampanja. Kada šampamo velike formate, tada govorimo o ploteru.
- Ploter je uređaj za iscrtavanje slike pokretanjem pera preko površine papira na proizvoljan način. Postoje sa ravnom pločom (*flatbed plotter*) i rotirajući ploter (*drum plotter*).
- Papir se najčešće kod plotera sa ravnom pločom, pričvrsti elektrostatičkim nabojem, vakuumom, ili na neki drugi način. U tehnologiji rotirajućih plotera, postoji bubanj koji okreće papir.

Vrste štampača



Matrični štampači (eng. *Dot-matrix*)

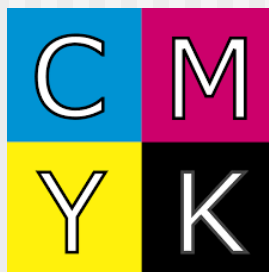
- Matrični štampači su mehanički štampači za računare.
- Štampa se vrši pomoću iglica (*pin*) preko trake natopljene bojom (*ribbon*), ostavljajući otisak na papiru. Relativno spori.
- Naziv: prema otiscima iglica u obliku matrice
- Kompanije još uvek koriste za fakturisanja ovu vrstu štampača.
- Delovi matričnog štampača:
 - Glava za štampanje sa 9, 18 ili 24 iglice i elektromagnetima
 - Motor za pokretanje papira i motor za pokretanje glave za štampanje
 - Mikroprocesor za upravljanje radom, sa upravljačkim programima smeštenim u posebnu memoriju
 - ROM i EPROM memorija u kojoj su smešteni već formirani znakovi
 - Traka natopljena bojom (u plastičnoj kaseti)

Štampači u boji (eng. *Ink jet*)

- Canon: Bubble jet iz 1977; Proizvode se 80-ih, ali po ceni pristupačni tek 90-ih za kućne korisnike.
- Zagrevanjem mastila, ostavlja se otisak na papiru (štrcaljke ispuštaju mastilo u tankom mlazu, uz pomeranje papira).
- Jeftiniji od laserskih, ali skupi za održavanje. Dopunjava se u vidu ketridža, trobojnog, i četvorobojnog (crna + plava, crvena, žuta)
- U odnosu na laserske, cena po stranici i više od 10x skuplja
- Ink-jet štampači rade pri najmanjoj brzini od 300 DPI (Dots per inch), odnosno 300 tačaka po inču
- Brzina, u zavisnosti od modela: 2-4 stranice u boji u minutu, ako je samo monohromatska štampa, neki mogu i 5-10.
- Nedostaci: štrcaljke se zapuše od stajanja; boja se brzo troši;

Laserski štampači (eng. *Laser printer*)

- Digitalni uređaji koji koriste lasersku tehnologiju, zasnovanu na osobini nekih poluprovodničkih materijala (selen) da kada nisu osvetljeni imaju osobine izolatora, a kada se osvetle, tada su provodnici električne struije.
- Rezolucija štampača zavisi od veličine tačke (debljine laserskog zraka) i kvaliteta tonera (kasete sa prahom).
- Crno-beli (1 toner) i laserski u boji – sa tri (CMY) i četiri (CMYK) mehanizma za štampanje.
- Brzina štampanja – 10-60 stranica u minuti, neki i brže (100+)
- CMYK = Cyan Magenta
Yellow black



Projektor (eng. *projector*)

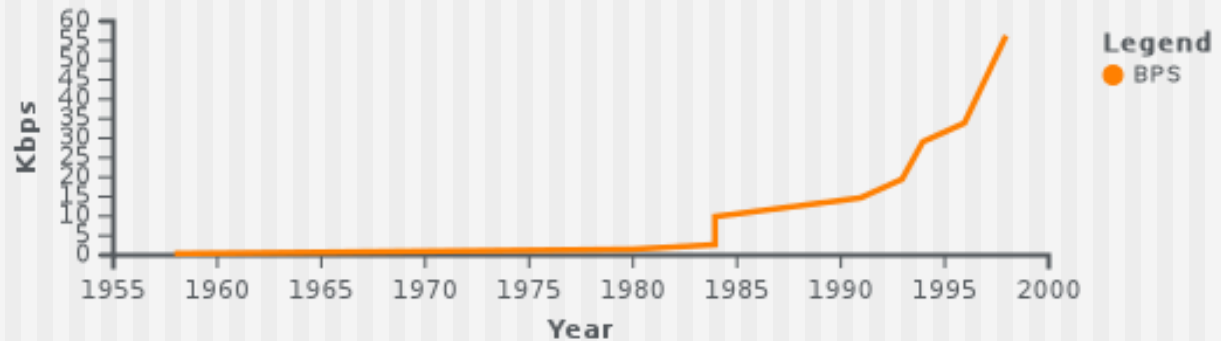
- Projektor je izlazni uređaj koji prikazuje sliku sa računara na zid ili platno. Povezuje se obično na neki izlaz video kartice računara (analogni ili digitalni), isto kao i monitor.
- Ima svoju rezoluciju.
- Noviji imaju i bežičnu konekciju.



Zvučnici (eng. *speakers*)



Modem



- Skr. od MODulator – DEModulator, hardverski, ulazno-izlazni uređaj, koji podatke iz digitalnog formata, u format pogodan za prenos kao što su telefonske linije.
- Modem modulira jedan ili više talasa nosećih signala za kodiranje digitalnih informacija za prenos i demodulira signale za dekodiranje prenetih informacija.
- Cilj je proizvesti signal koji se može lako preneti i pouzdano dekodirati za reprodukciju originalnih digitalnih podataka.
- Popularni naziv: Dial-up
- Vrste: interni (u kućistu) i eksterni (van)
- Brzine: 100 bit/s (1959) do 56 000 bit/s (1998)

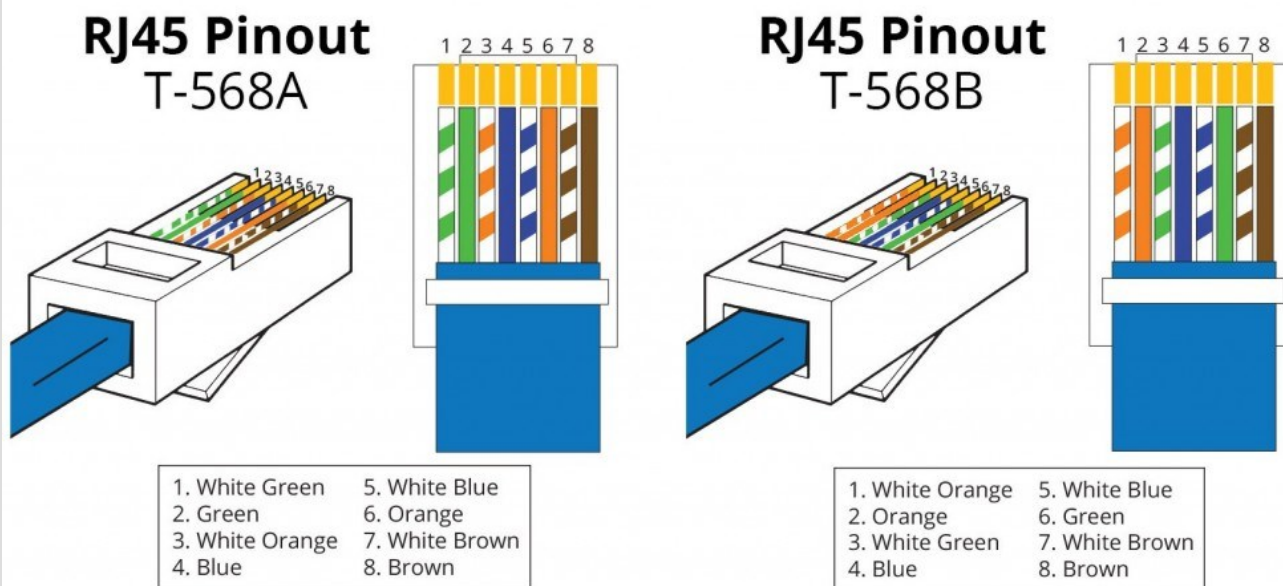
Mrežna kartica (eng. *LAN adapter*)

- Ulazno-izlazni uređaj koji omogućava povezivanje računara na lokalnu mrežu, tj. razmenu podataka između 2 ili više računara i uređaja.
- Standardne mrežne kartice: 10, 100, 1000 Mbps.
- Ugrađene su u matičnu ploču ili su zasebne (*Ethernet*), a mogu služiti i za bežično povezivanje, bez kabla (*Wi-Fi adapter*).
- Da bi se identifikovao mrežni uređaj koristi se fizička (MAC) adresa
- Svaka mrežna kartica ima svoju jedinstvenu MAC adresu
- Kablovi:
 - *Ethernet* kabl
 - *Crossover* kabl



Vrste mrežnih kablova (1)

- *Ethernet* kabl (ravan, *straight-through*) je vrsta kabla koji se koristi u lokalnim mrežama kada se povezuju dva različita tipa uređaja, kao što su na primer:
 - Računar sa LAN priključkom na kablovski ili (A)DSL modem sa LAN
 - WAN port rutera na LAN port kablovskog ili (A)DSL modema
 - LAN port na ruteru na uplink port sviča (*Switch*)

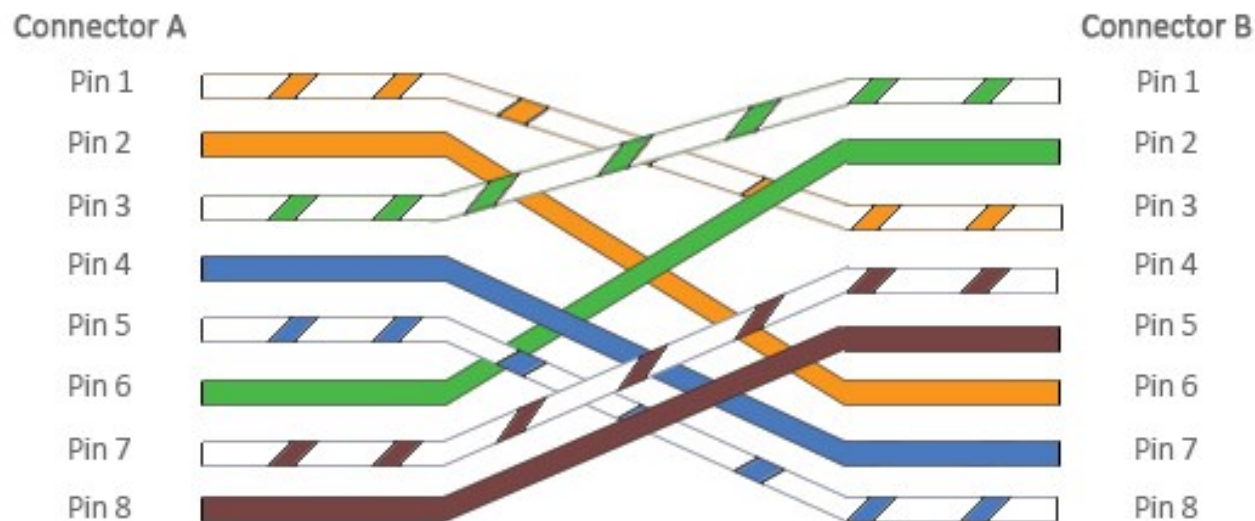


Oba kraja kabla (konektor A i konektor B) moraju da koriste standard T568A ili standard ožičenja T568B iste boje.

Vrste mrežnih kablova (2)

- *Crossover* kabl (ukršteni) je vrsta kabla sa upletenom paricom, koji se koristi za povezivanje dva uređaja istog tipa (DTE* do DTE, DCE** u DCE), a primeri su:
 - Jedan računar sa LAN priključkom na drugi računar sa LAN priključkom
 - LAN port rutera na normalan port čvorišta ili jedan Hub u drugi čvor koji povezuje normalan port na obe strane

* - *Data Terminal Equipment*; ** - *Data Circuit-terminating Equipment*;



Jedan kraj koristi T568A standard ožičenja, a drugi kraj koristi T568B standard ožičenja.

Zvučna kartica (eng. *sound card*)

- Ulazno-izlazni uređaj koji obrađuje zvučne signale
- Dva glavna dela zvučne kartice koji objavljuju ove poslove su digitalno-analogni pretvarač (D/A convertor) i analogno-digitalni pretvarač (A/D convertor).
- Može biti zaseban uređaj koji se povezuje sa matičnom pločom, ili ugrađena (integrisana) na matičnu ploču.



Grafička kartica (eng. *graphics card*)

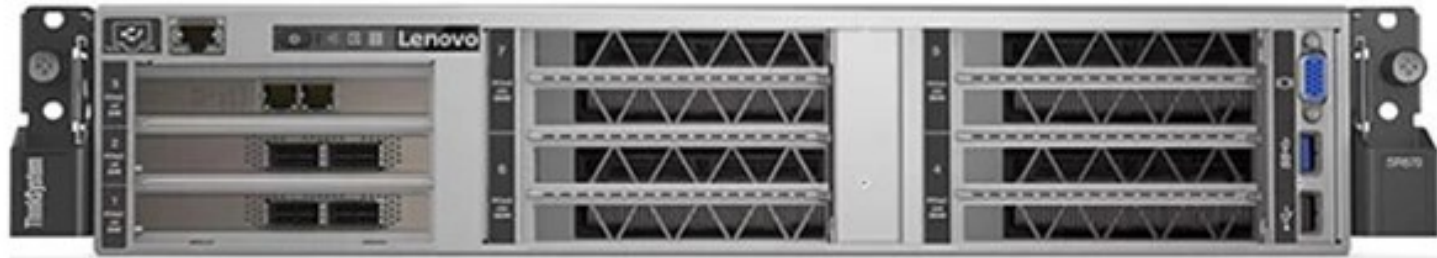
- *Graphics card, Display card, Graphics adapter*
- Ulazno-izlazni uređaj koji obrađuje sliku, odnosno grafiku (može imati i ulazni i izlazni video signal, ali najčešće na izlazu prikazuje na monitoru ili projektoru)
- Mogu biti zasebne kartice i integrisane (na ploči)
- Glavni deo kartice je grafička procesorska jedinica – GPU (*Graphics Processing Unit*), koja je glavni deo za sve proračune
- Danas često GPU je skraćenica za video karticu (iako nije)
- NVidia i AMD (ranije ATI) proizveli su kartice koje renderuju grafičke tokove podataka (*pipelines*) OpenGL i DirectX na hardverskom nivou.
- Od 2010. grafičke kartice se koriste i za rešavanje ne samo grafičkih zadataka, već i paralelizacije (CUDA; Open CL)

Monitor sa ekranom osetljivim na dodir

- Ulazno-izlazni uređaj
- Ima ekran osetljiv na dodir (eng. touch screen) pa osim reprodukovanja slike, koju kao signal šalje računar monitoru, služi i za upravljanje računarom, i koristi se umesto miša ili tastature.
- Danas standard za mobilne uređaje (pametne telefone, tablete)
- Specijalna vrsta ekrana, gde može da se koristi i specijalna olovka za pisanje, zovu se grafičke table



Server



- Deo računarskog hardvera (mašina), ali i softvera (program)
- Pruža funkcionalnosti drugim uređajima („klijentima“)
- Klijent-server arhitekture vrlo popularne u oblasti razvoja veb aplikacija (jedan server opslužuje više klijenata, ali i klijent može koristiti više servera)
- Najčešći tipovi servera:
 - serveri za veb aplikacije (*web servers*)
 - serveri baza podataka (*database servers*)
 - serveri za podatke (*file servers*)
 - serveri za i-mejl (*mail servers*)
 - serveri za štampanje (*print servers*)
- Server može biti i običan računar, ali i klaster većeg broja moćnih računara (čvorova)

Serverska oprema

- *Rack* – kućište servera (orman)
- *Rack unit* (RU/U)-rek jedinica (veličina stalka)
- Oznake: 1U, 2U, 3U, 4U, 5U, 6U, 7U
najmanji 1U: 19" x 1.75" x 21.5"
najveći 7U: 17" x 12.2" x 19.8"
- *Storage* – skladište podataka (diskovi)
- Serveri: od jednostavnijih za veb (sa Intel Xeon CPU i 8-16 GB RAM) do ozbiljnijih AI i HPC servera (sa Intel Xeon Silver ili Intel Xeon Gold, tipično 32-64 GB RAM, i 2-4x NVIDIA GPU)
- NVIDIA GTX u kućnim gejming računarima;
- Za servere značajno bolja: RTX serija;
- Za servere i data centre ugrađuju se moćnije serije: Tesla (P100, V100) i Ampere serija (A10/A40/A100)



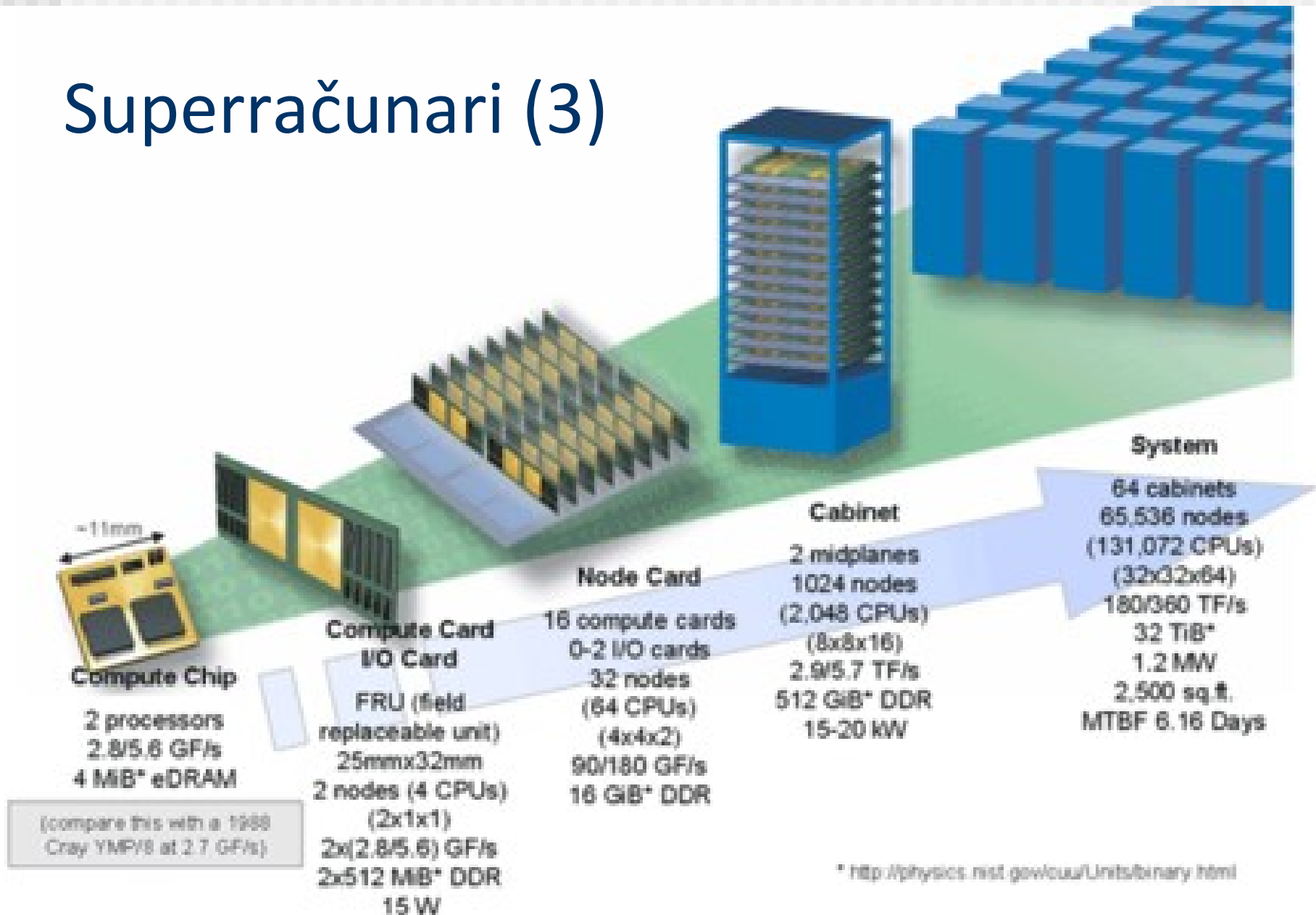
Superračunari (1)

- Računar projektovan da izvršava numerička izvršavanja najvećom mogućom brzinom koju nude poslednje računarske arhitekture i tehnologije.
- Koristi se za razne simulacije različitih fizičkih procesa, kod fizike, meteorologije, aerodinamike, farmaceutske industriji, nuklearnih proračuna, u rudarsko-geološkim procesima, itd.
- Cilj izračunati približno numeričko rešenje za skup parcijalnih diferencijalnih jednačina, koje matematički opisuju date fizičke procese i koje se ne mogu rešiti standardnim matematičkim metodama.
- Pojavili su se 60-ih godina prošlog veka, 70-ih su već imali nekoliko procesora, a do kraja 20. veka imali su nekoliko desetina hiljada procesora u sebi.

Superračunari (2)

- IBM u decembru 1999. godine ulaže 100 miliona \$ za petogodišnji projekat izgradnje velikog paralelnog računara, koji će se primenjivati u proučavanju biomolekularnih fenomena
- IBM Blue Gene serija (Blue Gene /L '99, /P 2007, /Q 2011) uvek zauzima vrh u listi TOP500 najboljih i Green500 energetske najefikasnijih.
- Na primer: IBM BlueGene/P imao je 164 hiljade procesorskih jezgara, grupisanih u 40 ormana
- 2021. godine prvo mesto na listi najbržih zauzima japanski FUGAKU superračunar sa 442 petaFLOPS (PFLOPS) ili 442 kvadriliona FLOPS (***floating point operations per second***).

Superračunari (3)



Kvantni računari (1)

- Računari koji koriste kvantna svojstva mikro čestica.
- Od klasičnih računara i superračunara razlikuju se jer informacije ne predstavljaju u bitovima (0 ili 1), već QUBIT (srp. Kjubit, ili kvantni bit, kvantno-mehanički sistem sa 2 stanja).
- Kod klasičnih sistema mora se biti u jednom stanju, a kod kvantne mehanike, kvantni bit može biti u koherentnoj superpoziciji oba stanja (svojstvo fundamentalno za kvantnu mehaniku i kvantno računanje).
- Mogućnosti ovih računara su velike: matematičke probleme mogu rešiti mnogo brže od klasičnih računara, npr. kvantni algoritam (1994, Peter Shor) je najbrži način za faktORIZACIJU brojeva koja bi bez problema uspela da dekriptuje svaku RSA šifru koja je danas u upotrebi.

Kvantni računari (2)

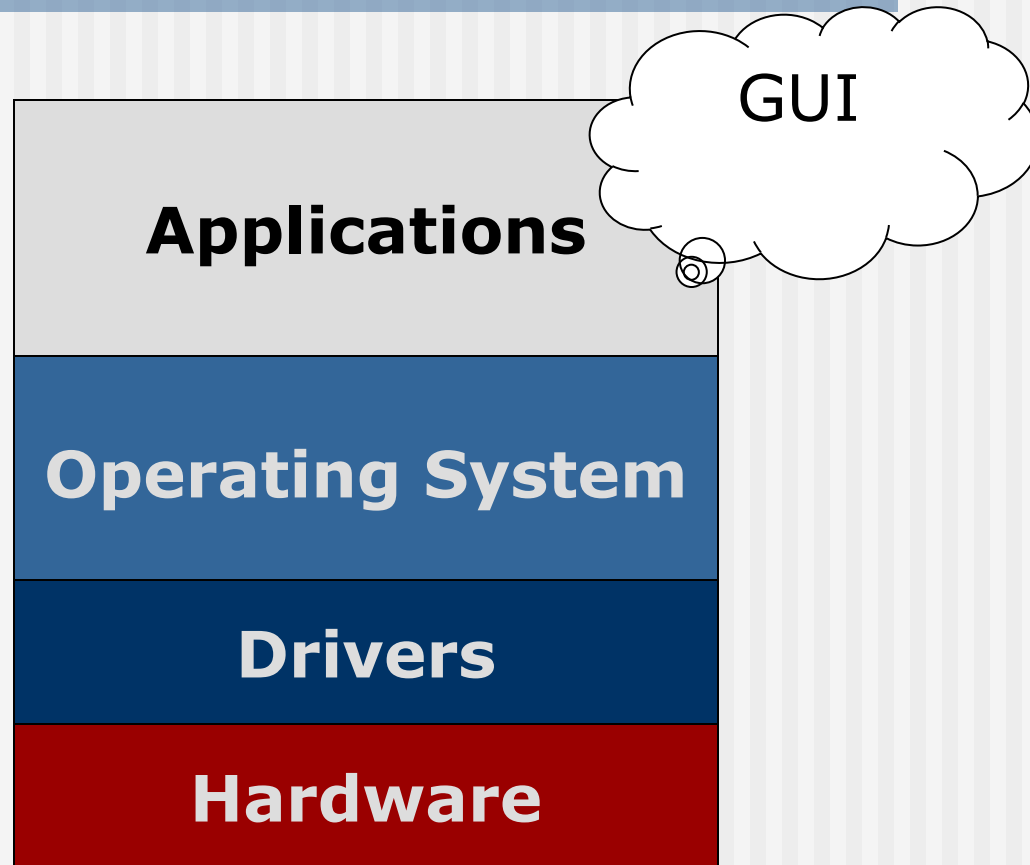
- Na ideju ovakvih računara došao je *Paul Benioff* (1980), predloživši kvantno-mehanički model Tjuringove mašine.
- Američki nobelovac i fizičar *Richard Feynmann* i naučnik *Yuri Manin* dokazali su da kvantni računar može simulirati stvari koje ne može klasičan računar.
- U poslednjih nekoliko godina ovo je grana računarstva u koju ulažu mnogo i javni i privatni sektor.
- Google AI + NASA (Nacionalna agencija za svemir i aeronautiku USA) rade na eksperimentu u kome su 2019. tvrdili da su postigli kvantnu nadmoć, sa proračunima većim od 3 miliona puta brže od onih koji se mogu izvesti na IBM Summit-u (najbržem superračunaru te godine).
- UCTS iz 2020: superračunar 600 miliona godina = kvantni 20 sec.

Kvantni računari (3)

- IBM "Q System One", jedan od najmoćnijih evropskih kvantnih računara, iz juna 2021.
- Računarom upravlja Fraunhofer vodeća evropska istraživačka org.
- Računar je namenjen pristupu hiljada istraživača iz EU i Nemačke
- Računar spakovan u staklenu kocku veličine 2m, koja štiti Kjubite od buke i fizičkih smetnji
- Nemačka vlada će uložiti do 2 milijarde EUR do 2025. u kvantno računarstvo!



Softverske komponente



Računarstvo u Srbiji

- Prvi računar – ko je i kada napravio?
 - CER-10 (Cifarski Elektronski Računar)
 - 1960. godina: projektovan u institutu „Vinča“, a konačno razvijen u institutu „Mihajlo Pupin“ u Beogradu, dve godine kasnije. To je PRVI jugoslovenski digitalni računar.
 - Prof. dr Tihomir Aleksić (jedan od osnivača Katedre za RTI na ETF-u), dizajner računara cele CER serije
 - Zasnovan na elektronskim cevima, tranzistorima, elektronskim relejima, feritnoj memoriji (memoriji sa magnetnim jezgrima), i papirnim bušenim karticama.
 - Radio je u zgradi TANJUG i koristio se za potrebe Savezne vlade Jugoslavije u periodu 1963-1967.
 - 1964. CER-20 (tzv. elektronska knjigovodstvena mašina)
 - 1967. CER-22 (za onlajn operacije u bankama i komunalnim preduzećima)
 - Danas se čuva u Muzeju nauke i tehnike u Beogradu



Računarstvo u Srbiji (2)

- Šta je imao CER-10?
 - 6 metalnih ormara veličine 2 x 2 metra (neophodan prostor od 80m²)
 - Potrošnja od 60kW
 - 1750 elektronskih cevi, 1500 tranzistora, 14 000 germanijumskih dioda
 - Primarna memorija: Philips kapaciteta 4096 tridesetobitnih reči
 - Sekundarna memorija: bušene kartice (bušena papirna traka)
 - Brzina: 1600 sabiranja u sekundi (ili 50 000 prostih operacija u sekundi)
 - Periferijski uređaji: čitač bušene trake, bušač papirne trake, teleprinter štampač
- Druge kompanije isto razvijaju računare slične CER seriji:
 - Serija instituta „Mihajlo Pupin“: TIM-100 (prvi put korišćen 1985. godine u Pošti Jugoslavije) i TIM-800; imaju memoriju od 8 MB i flopi disk za podatke.
 - Iskra Delta: model 800 (1984. god.); U Varaždinu: Orao i Galeb (školski računari)
 - Institut „Ivo Lola Ribar“: Lola 8 (1982. god. INTEL 8085, 8KiB ROM)
 - El Niš: Pecom-32 (1985. god. COSMAC CDP1802, 16KiB ROM) i Pecom-64 zamišljen kao obrazovni i kućni računar

Računarstvo u Srbiji (3)

- Računari kućni su 80-ih godina prošlog veka bili preskupi i nisu ni mogli lako da se uvezu (ZX Spectrum, Commodore 64, itd.)
- Narod uvozi računare i komponente „na crno“, pa je ubrzo zavladao raspad domaće industrije računara
- GALAKSIJA kućni računar (kreator: Voja Antonić) je računar koji su čitaoci časopisa „Galaksija“ mogli sami da sastave za igre (1984)
- Mikroprocesor 8-bitni Z80A (Zilog kompanija), RAM memorija 6 KiB, Galaksija BASIC interpreter, a monitor je bio standardni TV sa katodnom cevi i video ulazom (64x48, polugrafički mod, monohr.).
- Računar Galaksija se sklapao za 8 do 24 sata najviše, a oko 1000 čitalaca istoimenog magazina je sklopilo dati računar.
- Prvih nekoliko programa i igrica je sam kreator osmislio.



Računarstvo u Srbiji (4)

- 1990-ih vreme sankcija, teško se dolazilo i do hardvera i do softvera
- Do pojave interneta (1996.), jedini izvori informacija su bili časopisi koji su se bavili računarstvom (Računari, Svet kompjutera, Moj mikro, Revija za mikroračunala), kao i pojedine IT emisije za radio i TV stanice (Ventilator 202, Polarotor, ZAIR – Zakon akcije i reakcije, i druge).
- Internet u Srbiji, od 28. februara 1996. kada su nacionalna akademska mreža i Univerzitet u Beogradu spojeni preko provajdera BeotelNet na Internet.
- HW kompanije: Blue Star (Arilje), fabrika koja sklapa memorije i Samsung TFT monitore (u periodu: 2003-2006), zamišljena kao fabrika čipova... 😊
- Nešto kasnije pominje se i čuvena Mubadala UAE (2013, pa 2019) i obećana plata softver inženjera od 10 000 \$ 😊

Računarstvo u Srbiji (5)

- Od demokratskih promena kreće unapređenje infrastrukture, uvoz i slobodna prodaja hardvera i softvera.
- Od 2005. internet link čak 3 Gbps.
- AMRES – Akademska mreža Srbije je računarska mreža obrazovnih i naučno-istraživačkih institucije u Republici Srbiji, sa preko 300 institucija uvezanih i 150 000 krajnjih korisnika.
- Optičkim vezama povezano je 50 gradova internet linkovima primarnog kapaciteta od 10Gb, i sekundarnog kapaciteta od 1 Gb.
- **eduroam (education roaming)** - evropska mreža koja pruža studentima i nastavnicima besplatan servis za pristup internetu u 67 zemalja Evrope i sveta (bez otvaranja dodatnih naloga, uz korišćenje svojih kredencijala – korisničkog imena i lozinke iz svoje institucije).
- Visok nivo zaštite privatnosti zahvaljujući najsavremenijim standardima za enkripciju (WPA2/AES, WPA2/TKIP).

Korišćena literatura (1)

- John Hennessy, David Patterson, "Computer Architecture: A Quantitative Approach," 5th Edition, Morgan Kaufmann, 2011
- Enciklopedija Britanika, dostupno na:
<https://www.britannica.com/science/computer-science>
- Specifikacija Intel procesora, dostupno na:
<https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark.html>
- Lista Intel-ovih mikroprocesora, dostupno na:
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Intel_Pentium_microprocessors
<https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/series/29035/intel-atom-processor.html>
- AMD procesori, dostupno na: <https://www.amd.com/en/ryzen>

Korišćena literatura (2)

- Istorijat floppy diskova, dostupno na:
https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_floppy_disk
- DDR memorije, dostupno na:
https://en.wikipedia.org/wiki/DDR_SDRAM
- USB standard - kratak pregled, dostupno na:
<https://www.electronics-notes.com/articles/connectivity/usbuniversal-serial-bus/basics-tutorial.php>
- USB standardi, dostupno na: <https://www.usb.org/>
- ADSL standardi, dostupno na: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.992.3-200904-I>
https://en.wikipedia.org/wiki/Asymmetric_digital_subscriber_line
- Sve fotografije preuzete su sa izvora dostupnih na internetu, a neke fotografije su i delo samog autora prezentacije.



HVALA NA PAŽNJI ☺

Kontakt: drazen.draskovic@etf.bg.ac.rs