

1. RAZVOJ RAČUNARA



Kroz razumevanje kratke istorija i trendova razvoja savremenih računara, fundamentalnih razlika između računara i drugih vrsta mašina, odnosa između hardvera i softvera, osnovnih klasa savremenih računara i njihove upotrebe i kako Internet i informacione tehnologije utiču na primenu računara, studenti će naučiti šta je računar, šta sve može da uradi i kako utiče na socijalni i etički aspekt savremenog društva.

1.1. UVOD

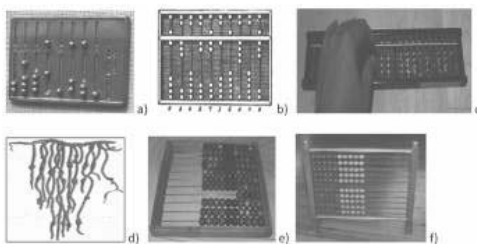
Među značajnijim pronalascima 20. veka svakako su mobilna telefonija, Internet, svetska mreža (WWW¹) i video konferencije. Ove tehnologije su izmenile procese razvoja drugih proizvoda i način rada savremenog čoveka. Tokom vremena razvija se širok spektar alata i tehnika od mehaničkih alata za računanje – *Abacusa*, preko mehaničkih i elektro-mehaničkih kalkulatora do prvih elektronskih i savremenih mikroprocesorskih digitalnih računara.

Na evoluciju savremenog računara presudno su uticale revolucionarne tehnološke promene – od telegrafskog releja, preko elektronske cevi i tranzistora do otkrića integriranih kola i savremenih mikroprocesorskih čipova velikog stepena integracije (VLSI) koji su omogućili proizvodnju moćnih računara različitih veličina i performansi, vrlo fleksibilnih za raznovrsne primene kreiranja, skladištenja, obrade i distribucije podataka i informacija. Osnovni cilj razvoja i primene savremenih sistema informaciono-komunikacionih tehnologija (IKT)² u poslovnim sistemima je unaprediti poslovne procese i što efikasnije i prikladnije odgovoriti na zahteve potrošača, klijenata, partnera.

Masovna primena IS u životu i radu savremenog čoveka ostavlja duboke etičke i druge posledice na pojedinca i društvo u celini.

1.2. ISTORIJA RANOG RAZVOJA RAČUNSKIH ALATA I MAŠINA

Abacus je najstariji (4.000 godina p.n.e u Vavilonu) mehanički alat za računanje, a koristili su ga azijski narodi za aritmetičke operacije. Etimološki reč *abacus* datira iz 1.387, a znači računanje na *peščanoj* podlozi, (lat. *abakos*, hebrejski *ābāq* - pesak). Različite varijante *abacusa* (Slika 1.1) korišćene su u: Mezopotamiji (2700-2300 BC), starom Egiptu, Perziji, Grčkoj, Rimu (a), Kini (b), Indiji, Japanu (c), Koreji, Americi (*Inca Guipu-d*)), Rusiji (e), a koristi se i danas (f).

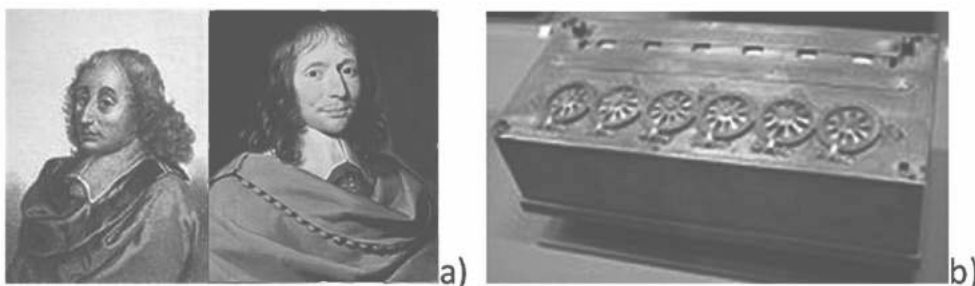


Slika 1.1 Različiti tipovi *abacus*

- 1 *World wide web* – sistem međusobno povezanih hipertekst dokumenata (HTTP) dostupnih preko Interneta
- 2 Standardni naziv *IKT (ICT) sistem* se često zamenjuje sa *IS -informacioni sistem*

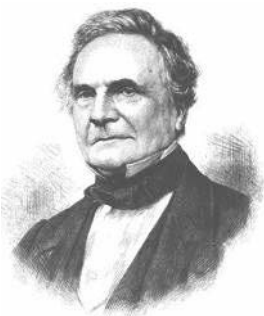
Prvi originali izrađivani su od glinenih, ili kamenih pločica koje su pomerane u pesku, na drvenoj kamenoj, ili metalnoj tabli. Danas se *abacus* dizajnira u drvenom okviru sa po 10 kuglica nanizanih na 10 redova paralelno postavljenih žica (Slika 1.1f), a koriste ga trgovci u Kini, Japanu, Africi, Indiji itd.

Blaise Pascal (1623-1662), (Slika 1.2a), francuski matematičar, fizičar i religijski filozof, (1642) je konstruisao mehanički kalkulator, koji radi sa osmocifrenim brojevima. Primarno izvanredan matematičar, Paskal se posebno zalagao u odbrani naučnog metoda. U 18-oj godini života konstruisao mehanički kalkulator nazvan *Paskalin* (Slika 1.2b), koji je mogao sabirati i oduzimati. Iako pretača računarskog inženjerstva, kalkulator je imao je slab komercijalni uspeh, pre svega zbog veoma visoke cene. Usavršavajući uređaj Paskal je ukupno razvio 15 različitih varijanti mehaničkih kalkulatora.



Slika 1.2 Blaise Paskal (a) i njegov mehanički kalkulator (b)

Charles Babbage (1791-1871, *Teignmouth, Devonshire, UK*), britanski matematičar i pronalazač, (Slika 1.3a), kojeg sa pravom smatraju *ocem računara*, dao je fundamentalno rešenje osnova savremenih digitalnih računara. Kao profesor matematike na Univerzitetu u Kembridžu, dizajnirao je i izgradio mehaničke računarske mašine na principima prihvaćenim u modernim elektronskim računarima.



Slika 1.3a Charles Babbage

U toku 1820-ih počeo je razvoj Diferencne mašine (*Difference Engine*) - mehaničkog uređaja koji može izvršavati jednostavne matematičke operacije, ali je nije završio (1823), zbog nedostatka finansijskih sredstava. Međutim, 1991 godine britanski naučnici su rekonstruisali Diferencnu mašinu, sledeći *Babbage*-ove detaljne crteže i specifikacije. Mašina je radila bez zastoja, automatski računajući isključivo sabiranje brojeva sa tačnošću do 31 cifre, što je dokazalo kvalitet *Babbage*-ovog dizajna. Početkom 1830-e *Babbage* je počeo razvoj svoje Analitičke mašine (*Analytical Engine*), koja je dizajnirana da izvršava mnogo kompleksnije proračune. Ovaj uređaj je bio namenjen za izvođenje bilo kog računa sa tačnošću do 20 cifara, ali ga pronalazač

nikada nije izgradio. Mašina predstavlja prvi pokušaj izrade digitalnih računara, a programirala se pomoću bušenih kartica. Knjiga *Economy of Machines and Manufactures*, koju je *Babbage* objavio 1832. inicirala je razvoj nauke, danas poznate kao operaciona istraživanja.

Augusta Ada King (1815-1852), *Ledi Lovelace*, ćerka Lorda Bajrona, interpretator i promotor *Babbage*-ovih vizionarskih radova (1823.), poznata je pre svega po opisu njegove *Analitičke mašine*, (Slika 1.3b). Danas se smatra "prvim programerom", pošto je napisala program, tj. manipulaciju simbola prema pravilima, za mašinu koja nije bila izgrađena. Prognozirala je širu primenu računara od samog računanja, na šta su se usmeravali svi njeni savremenici, uključujući i samog *Babbage*-a. Za 9 meseci u periodu od 1842-1843, prevela je memoare italijanskog matematičara *Luigi Menabrea* o *Analitičkoj mašini*, ali je dodala skup primedbi koje su duže od samog prevoda, uključujući *Sekciju G* koja kompletno i detaljno opisuje računanje *Bernulijevih* brojeva sa *Analitičkom mašinom*. Istoričari razvoja računarstva smatraju ovaj opis *prvim računarskim programom* na svetu. Pristup *Ledi Lovelace* takođe otkriva neke mogućnosti analitičke mašine koje ni sam autor nije predviđao. U čast *Ledi Lovelace* nazvan je kompjuterski jezik *Ada*, kreiran u Ministarstvu odbrane SAD, 1980. Takođe, vojni MIL-STD-1815 je dobio broj po godini njenog rođenja, a hologramski znak *Microsoft* autentičnih proizvoda sadrži njenu sliku.



Slika 1.3b Ledi Lovelace

Herman Hollerith (1860-1929), nemačko-američki statističar (Slika 1.4), razvio je sistem kodovanja podataka na bušenim karticama i mehanički tabulator na bazi bušenih kartica, da bi brže izvlačio statističke podatke iz miliona sirovih podataka. Patent je korišćen u SAD 1890. godine za popis stanovništva, a program se svodio na prebrojavanje, čime su izbegnute greške čitanja, a obezbeđena je praktično neograničena memorija za pristup. Po nalogu *John Shaw Billings*-a razvio je mehanizam za pravljenje električnog trigeru (okidača) - brojača za snimanje informacija. Koristio je ključnu ideju da se podaci mogu numerički kodirati. Zapazio je da, ako se brojevi mogu izbušiti na specifičnim lokacijama na kartici, u poznatim redovima i kolonama, kartice se mogu mehanički računati i sortirati.

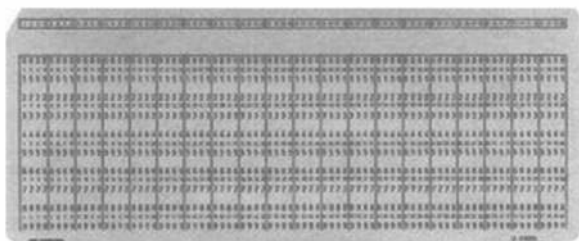


Slika 1.4 Herman Hollerith

Hollerith je osnovao statistički biro, *Tabulating Machine Company* (1896) i proizvodio prvi mehanizme za čitanje bušenih kartica i mašine za bušenje kartica upravljane sa tastaturom, koji su omogućavali veštom operateru bušenje 200-300 kartica

po satu. Ove uređaje i bušene kartice koristili su statistički biro širom sveta. Prvi popis stanovništva (1880.) u SAD radio je 8 godina, a 1890. samo jednu godinu. Razvio je ožičeni panel za tip tabulatora iz 1906, koji je omogućavao izvršavanje različitih poslova bez reinženjeringa mašine, što je prvi korak prema programiranju. Ovi pronalasci su bili temelj savremene industrije procesiranja informacija.

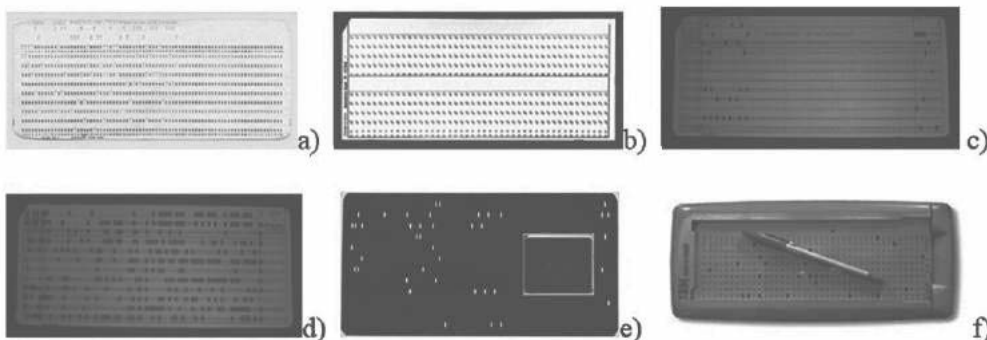
Njegova prva kompanija, sa tri druge kompanije je preteča IBM-a (1924). U IBM-u je razvijen (1906) prvi tabulator sa automatskim unosom podataka, koji je izbacivao 150 kartica/minuti. U narednim godinama IBM je razvijao seriju mašina tipa IBM: 301 (1928), 401 (1933), 405 (1934), 497 (1949). IBM (*Hollerith*) kartice su komad čvrstog papira, koji sadrži digitalne informacije predstavljene prisustvom ili odsustvom rupica u predefinisanim lokacijama, (Slika 1.5). Korišćene su u 19. i početkom 20. veka u tekstilnoj industriji i drugim industrijskim granama, a tokom 20.veka za unos, procesiranje i skladištenje podataka. Prvi savremeni računari koristili su bušene kartice za *offline* unos programa i podataka.



Slika 1.5 Tipična prazna bušena kartica

Tokom vremena su razvijeni različiti formati bušenih kartica, pokriveni brojnim standardima (Slika 1.6): standardna 5081 (nije IBM-ova) kartica (a), *Hollerith* format, *Remington-Rand* UNIVAC 90-karakterni format (b), IBM 80-kolonski format na bazi programskog jezika *Fortran* (c), binarna bušena kartica (d), IBM elektrografička kartica,

aperturna kartica (e), IBM 51-kolonski format, IBM ručno bušena prenosna kartica (f), IBM 96-kolonski format i drugi.

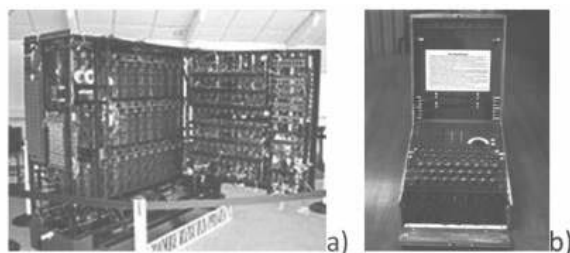


Slika 1.6 Različiti formati bušenih kartica

Alan Turing (1912-1954), otac savremene računarске nauke (Slika 1.7), definisao je prvi principe modernih računara. Formulirao je formalni koncept algoritma i računarstva sa *Turingovom mašinom*. Sa *Turingovim testom*, napravio je značajan i karakteristično provokativan doprinos razvoju debate o veštačkoj inteligenciji: *da li će ikada biti moguće izmisliti mašinu koja je svesna i može misliti*. Tokom 1948. prelazi na Mančesterski univerzitet, gde počinje razvoj *MARC I*, među prvim istinskim računarima u svetu. Tokom II svetskog rata radi u *Bletchley Park-u*, britanskom centru za razbijanje šifara, a jedno vreme je bio rukovodilac *Hut8* sekcije za kriptanalizu Nemačke mornaričke šifre. Tokom 1942. je razvio tehniku *Turingismus* ili *Turingery* za razbijanje nove Nemačke tzv. *Lorenzove* šifre, uključujući metod *bombe* (Slika 7a), elektromehaničke mašine koja je otkrila algoritam nemačkog šifarskog uređaja *Enigma* (Slika 7b). *Bomba* je pretraživala korektnost podešavanja *Enigme* (redosleda i podešavanje rotora itd.), koristeći pri tome fragmente otvorenog teksta.



Slika 1.7 Alan Turing



Slika 1.7 Turing-Welchman-ova bomba (a) i šifarski uređaj *Enigma* (b)

Po oceni kriptanalitičara i saradnika *Jack Good-a*, njegov najveći doprinos je upravo dizajn *bombe*, gde je iskoristio ideju da se može efektivno koristiti logički teorem iz koga se sve može izvući dedukcijom. Takođe je uveo svoj tim kod *Max Newman-a* za razvoj računara *Kolos*, prvog programabilnog elektronskog računara u svetu, čija je brzina omogućavala primenu kriptanalitičkog metoda *brutalne sile* za proboj dnevno izmenjivanih šifara. Od 1945-47 Turing radi u *National Physical Laboratory*, gde dizajnira *Automatsku računarsku mašinu* (ACE). U radu 1946. predstavlja prvi kompletan dizajn računara sa uskladištenim programom u V. Britaniji. Programom je nazvao niz naredbi zapisan u memoriji sa nizom simbola. Izradio je i softver za prvi realni računar *Manchester Mark I*.

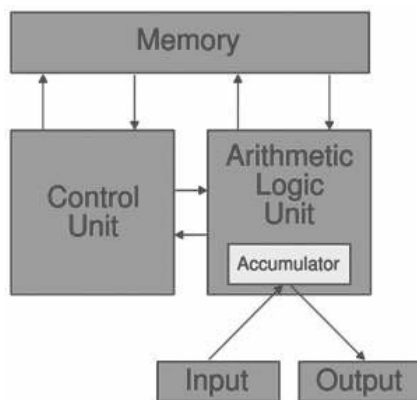
Turing je identifikovao problem veštačke inteligencije i predložio eksperiment danas poznat kao *Turingov test*, kao pokušaj definisanja standardne mašine nazvane "*sentien*". Ideja se zasnivala na tome da se za računar smatra da "misliti" ako može prevariti ispitivača da pomisli da računar vodi konverzaciju sa čovekom.



Slika 1.8 *John von Neumann*

John von Neumann (1903-1957), rođen kao *Neumann János Lajos*, mađarsko-američki matematičar, (Slika 1.8), dao je veliki doprinos u brojnim oblastima nauke: teoriji skupova, funkcionalnoj analizi, kvantnoj mehanici, teoriji igara, računarskoj nauci, numeričkoj analizi i drugim oblastima matematike.

Generalno se smatra jednim od najuspešnijih matematičara 20. veka. Bio je pionir primene teorije operatora u kvantnoj mehanici, ključna figura u razvoju teorije igara, koncepta celularnih automata i univerzalnih konstruktora. Između 1926-30 radi kao docent na Berlinskom Univerzitetu, a 1930 emigrira u SAD, gde radi kao profesor matematike na Institutu naprednih studija, Prinstonskog Univerziteta od njegovog formiranja 1933 do kraja života.



Slika 1.9 *John von Neumann*-ova arhitektura računara

Radeći na hidrogenskoj bombi, razvio je simulaciju na digitalnim računarima za hidrodinamičke proračune. Pošto je korišćenje liste potpuno *slučajnih* brojeva u ENIAC mašini bilo suviše sporo, *Von Neumann* je razvio način generisanja *pseudoslučajnih brojeva*, korišćenjem metoda među-kvadrata (*middle-square method*). U nekompletnom radu *First Draft of a Report on the EDVAC*, kao konsultant na projektu EDVAC, opisao je arhitekturu računara, gde su podaci i programi uskladišteni na jedan memorijski prostor, (Slika 1.9).

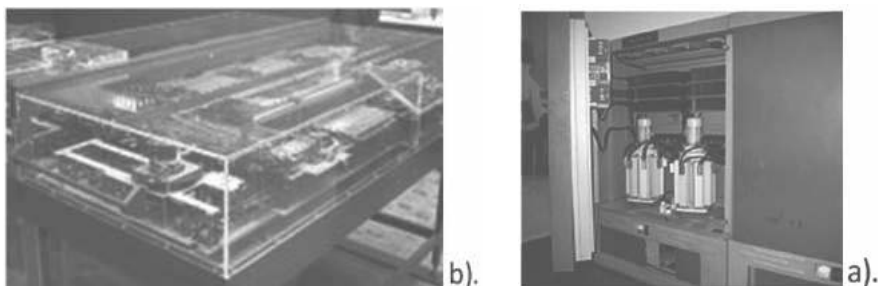
Razvio je koncept računara opšte namene sa mogućnošću modifikovanja programa. Jednomemorijska arhitektura računara postala je standard, nasuprot *Hardvarskoj arhitekturi* računara gde su podaci i programi skladišteni na različitim memorijskim prostorima. Gotovo svi savremeni desktop kućni računari, mikroracunari, mini računari, *mainframe* računari koriste arhitekturu jedinstvene memorije.



Slika 1.10 *Konrad Zuse*

Konrad Zuse (1910-1995), nemački inženjer i pionir računarstva, kao prvi pokušaj izrade računara, konstruisao je uređaj Z1–binarni, elektromehanički kalkulator sa ograničenim programiranjem i instrukcijama na bušenoj traci. Uređaj nije radio dobro zbog nedovoljno precizno

izrađenih mehaničkih delova. Tokom II Svetskog rata (1940), izradio je Z2 računar na bazi telefonskih releja, a godinu dana kasnije, na bazi rashodovanih telefonskih releja konstruiše Z3, 64-bitni, programabilni kalkulator sa memorijskom i aritmetičkom jedinicom, (Slika 1.10).



Slika 1.10 Zadnja strana Z1 računara (b) i reprodukcija Z1 (c)

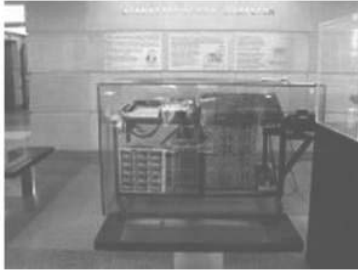
Njegov svetski najveći uspeh bio je konstrukcija funkcionalnog, prvog, programom kontrolisanog, kompletiranog *Turing*-ovog računara – Z3 (1941), gde se program skladištio na izbušenoj traci. Dizajnirao je prvi programski jezik na visokom nivou, *Plankalkül*, (1948), što je samo teoretski doprinos, pošto nije implementiran u toku njegovog života. Osnovao je prvu kompaniju za proizvodnju računara 1946, a prvi proizvod je bio računar Z4, drugi u svetu komercijalni računar, iznajmljen kompaniji *ETH* u Cirihi 1950. Kasnih 60-tih *Zuse* sugeriše koncept *računarskog prostora*, ili računarstva baziranog na univerzumu.

1.3. RAZVOJ MAŠINA ZA OBRADU INFORMACIJA

1.3.1. Razvoj prvih realnih računara

Iako je Ledi *Lovelace* predvidela da će *analitička mašina* jednog dana komponovati muziku, naučnici i inženjeri su dizajnirali i izgradili prvi računar koji stvarno radi i izvršava ponovljive matematičke računске operacije, čitav vek kasnije. Na ovom razvojnom putu značajni su primeri nekoliko tipova računarskih mašina.

Konrad Zuse je kompletirao prvi programabilni digitalni računar opšte namene (1939). Mašina je izrađena na bazi električnih releja za stvaranje binarnih stanja (ima nema električnog impulsa) i automatizaciju procesa inženjerskih proračuna.



Slika 1.11 Kopija ABC računara u Durham Centru Iova Državnog Univerziteta

Profesor John Atanasoff, sa Iova Državnog Univerziteta (SAD), razvija elektronski digitalni računar ABC (*Atanasoff-Berry Computer*), u nastojanju da reši duge i složene diferencijalne jednačine, (Slika 1.11). Univerzitet i IBM su zanemarili ovaj pronalazak („IBM nikada neće biti zainteresovan za elektronske računarske mašine“).

Alan Turing i tajni tim matematičara i inženjera Britanske vlade u isto vreme, pred II svetski rat, rade na razbijanju nacističke vojne (*Lorenove*) šifre. Tim je kompletirao računar (1943), po nekim istoričarima prvi elektronski digitalni računar specijalne namene. Ovaj računarski sistem je uspešno razbio *Lorenovu*

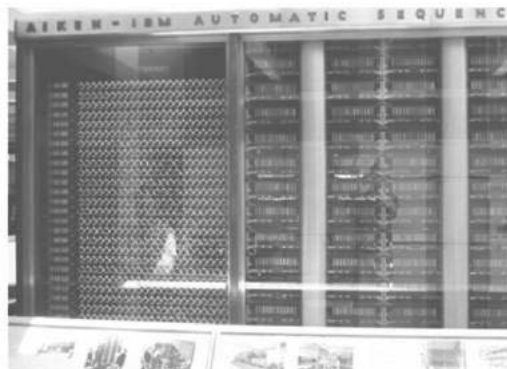
šifru i omogućio prisluškivanje nemačkih vojnih tajnih poruka do kraja rata.

Howard Hathaway Aiken (1900-1973), profesor sa Harvarda (Slika 1.12), bio je pionir računarstva i prvi inženjer u razvoju IBM Harvard MARK I računara (Slika 1.12a). Konstruisao je elektromehanički računarski uređaj - ASCC (*Automatic Sequence Controlled Calculator*), za numeričko rešavanje diferencijalnih jednačina. Ovaj uređaj je kasnije nazvan Harvard



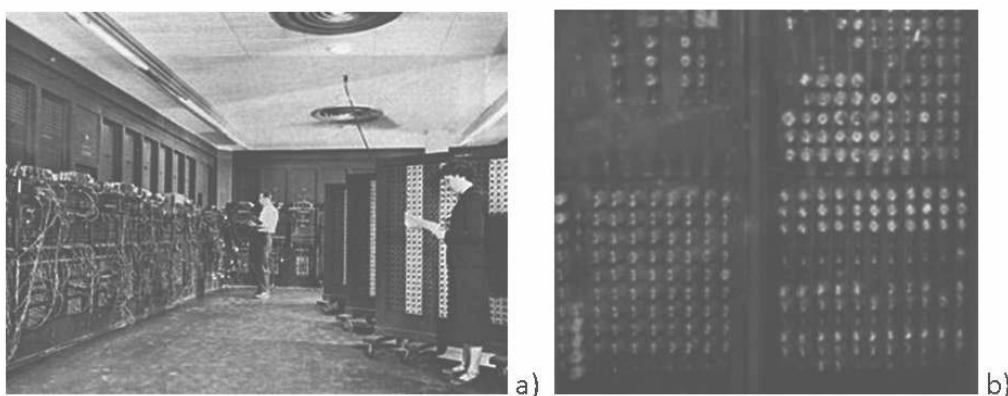
Slika 1.12 Howard Aiken

MARK I i smatra se prvim elektro-mehaničkim računarom opšte namene, sa kompletiranim Turingovim konceptom računara. Inspirisan Diferencnom mašinom, a uz pomoć *Grace Hopper*-a i donacije IBM-a od \$1 milion, kompletirao je računar MARK I 1944. Nastavio je razvoj računara MARK II, zatim MARK III sa nekim elektronskim komponentama i MARK IV koji je bio prvi potpuno elektronski računar sa oko 18000 elektronskih cevi, magnetnom disk memorijom i memorijom od magnetnih jezgara.



Slika 1.12a Leva strana MARK I računara

John Mauchly i *J. Presper Eckert* na Universitetu Pensilvania, SAD, konstruišu *ENIAC* (*Electronic Numerical Integrator And Computer*) u toku II Svetskog rata, (Slika 1.13). *ENIAC* je prvi elektronski, digitalni, kompletirani *Turing*-ov računar opšte namene, velike brzine i sa mogućnošću reprogramiranja i rešavanja brojnih računskih problema: Specifično je namenjen za računanje tabela trajektorija za nove topove armije SAD, (1943). Računar je posle nadgradnje memorije 1946, radio neprekidno od 1947 do 1955.



Slika 1.13 ENIAC računar (a) i pogled na vakumske cevi (b)

ENIAC je sadržavao 17.468 vakumskih cevi, 7.200 kristalnih dioda, 1.500 releja, 70.000 otpornika, 10.000 kondenzatora i oko 5 miliona ručno lemljenih spojeva. Težio je 27 tona, sa dimenzijama (2,6x0,9x26)m, zauzimao prostor od 63m² i imao potrošnju od 160kW. Ulazni podaci su unošeni preko IBM čitača kartica, a na izlazu je korišćen IBM bušač kartica. Za skladištenje podataka korišćen je kružni brojač sa 10 položaja; za svaki bit je korišćeno 36 cevi, od kojih 10 dualnih trioda za pravljenje flip-flopova kružnog brojača. Aritmetika se izvršavala brojanjem impulsa sa kružnim brojačem i generisanjem nosećih impulsa ako se brojač blokira; 20 desetocifarnih akumulatora je moglo izvršavati 5.000 operacija sabiranja ili oduzimanja u sekundi. Mašina je mogla računati 500 puta brže od postojećih elektro-mehaničkih kalkulatora, približno brzini savremenih džepnih kalkulatora (100.000 izračunavanja u sekundi). Pouzdanost računara bila je niska, zbog otkaza nekoliko cevi dnevno, uglavnom u prelaznom periodu zagrevanja ili hlađenja uređaja. Najduži period rada bez otkaza trajao je oko 5 dana. ENIAC je bio jedinstveno rešenje i nije repliciran zbog niza nedostataka, koje dizajn nije uključivao, npr., nije mogao skladištiti program. Ovo rešenje je ponudio *John von Neumann*, u *First Draft of a Report on the EDVAC* kao konsultant u izradi naslednika ENIAC računara – EDVAC.



Slika 1.14 UNIVAC 1108

EDVAC računar je imao veću primarnu i sekundarnu memoriju od prethodnih rešenja; koristio je binarni brojni sistem i serijsku aritmetičko-logičku jedinicu (ALU). Posle II Svetskog rata počeo je razvoj *UNIVAC I (UNIVERSAL Automatic Computer)* mašine – prvog komercijalnog računara opšte namene. UNIVAC, linija *mainframe* računara krenula je proizvodnjom UNIVAC I mašine 1951 godine. Izgradili su ga konstruktori ENIAC i EDVAC računara. Primarno je namenjen za statistički biro SAD, koji je investirao razvoj i proizvod-

nju, a korišćen je za obradu podataka sa predsedničkih izbora u SAD, 1952. Glavna memorija se sastojala od rezervoara tečne žive koji je implementirao linijske memorije sa kašnjenjem (*delay line memory*), aranžirane u 1000 binarnih reči, svaka od po 12 alfanumeričkih karaktera. UNIVAC I je neprekidno poboljšavan i razvijena je serija ovih mašina: UNIVAC II (1958) i UNIVAC III (1962), poslednja od serije originalne mašine. Zatim je razvijena serija UNIVAC 110x računara sa vakumskim cevima. Sa UNIVAC 1100/2200 serijom računara počinje proizvodnje 36-bitnih tranzistorskih računara (*Sperry Rand Ltd*, 1962), čiji je naslednik (1964) UNIVAC 1108, (Slika 1.14).

Ovo je prva multiprocesorska mašina, sa mogućnošću proširivanja do tri CPU i do dve ulazno/izlazne kontrolne jedinice (IOC). Računar je imao glavnu memoriju sa 8 portova za 262.144 binarne reči; razdvojene instrukcije za svaki CPU i po jednu magistralu za svaki IOC. Neki modeli 1108 serije su omogućavali korišćenje ASCII karaktera. Razvijene su serije UNIVAC 1100/10 do 1100/90 koja je uvedena 1982, kao i drugi modeli ovog računara. UNIVAC 1107 računar radio je sa *batch*-orijentisanim operativnim sistemom EXEC II, tipičnim za rane 1960-te godine. Računar UNIVAC 1107 bila je prva 36-bitna mašina, orijentisana na procesiranje binarnih reči i sa arhitekturom bliskom onoj serije računara "1100." Radio je sa OS *EXEC II*, drugom generacijom OS orijentisanih na *batch* fajlove, tipično za period od 1960-65 godine. UNIVAC 1108 je radio sa OS *EXEC II* i *EXEC 8*, koji omogućava simultano upravljanje aplikacijama u realnom vremenu, deljenje resursa u vremenu i rad *batch* fajlova u pozadini. Prihvatao je programe pisane u COBOL-u, dok je preimenovan u OS1100 i OS2200, sa kompatibilnosti unazad (prihvatanjem verzija ranijih programa). Dostupan *Sistem 80* iz serije malih *mainframe* računara je radio sa OS/3 operativnim sistemom, a *UNIVAC 9000* serije prvi je radio sa originalnim *TSOS* operativnim sistemom (razvijen u RCA), a kasnije sa originalnim UNIVAC *VS/9* operativnim sistemom. *UNIVAC* je godinama bio brend računar više proizvođača računarske opreme: *Eckert-Mauchly Computer Corporation*. U Tabeli 1. prikazane su osnovne karakteristike relevantnih ranih digitalnih računara, razvijenih tokom 1840-tih.

Tabela 1. Usporedne karakteristike ranih digitalnih računara 1940-ih

Naziv	Prvi put operativan	Numerički sistem	Računarski mehanizam	Programabilnost	Turing kompletiran
Zuse Z3 (Nemačka)	Maj 1941	Binarni	Elektro-mehanički	Program kontrolisan sa bušenom filmskom trakom	Da (1998)
ABC (USA)	Leto 1941	Binarni	Elektronski	Nije programabilan—jednonamenski	Ne
Kolos (UK)	Januar 1944	Binarni	Elektronski	Program kontrolisan sa <i>patch</i> kablovima i prekidačima	Ne
Mark I – IBM (USA)	1944	Decimalni	Elektro-mehanički	Program kontrolisan sa 24-kanalnom papirnom bušenom trakom	Da (1998)
ENIAC (USA)	Novembar 1945	Decimalni	Elektronski	Program kontrolisan sa <i>patch</i> kablovima i prekidačima	Da
Manchester Small-Scale Experimental Machine (UK)	Juni 1948	Binarni	Elektronski	Program uskladišten u memoriju <i>Williams-ove</i> CRT cevi	Da
Modifikovan ENIAC (USA)	Septembar 1948	Decimalni	Elektronski	Program kontrolisan sa <i>patch</i> kablovima i prekidačima plus primitivni ROM programabilni mehanizam koji koristi tabelu funkcija kao program ROM-a	Da
EDSAC (UK)	Maj 1949	Binarni	Elektronski	Program uskladišten u živinu memorijsku liniju za kašnjenje	Da
Manchester Mark I (UK)	Oktobar 1949	Binarni	Elektronski	Program uskladišten u memoriju <i>Williams-ove</i> CRT cevi i magnetsku disk memoriju	Da
CSIRAC (Australija)	Novembar 1949	Binarni	Elektronski	Program uskladišten u živinu memorijsku liniju za kašnjenje	Da

U razvoju računarskih mašina, razvijani su sa promenljivim uspehom i *analogni računari*. Dok digitalni sistem koristi diskretne nivoe električnog napona kao kodove za simbole, a manipulacija ovim simbolima je metoda operacija digitalnog računara, elektronski analogni računar manipuliše sa fizičkim veličinama napona ili struje. Tačnost analognih računara je uglavnom ograničena tačnošću opreme za očitavanje, generalno do 3 ili 4 značajne cifre. Druga ograničenja, kao što su šum, nelinearnost, temperaturni koeficijent i parazitni efekti, zajedno su uticali na stagnaciju razvoja analognih računara i doveli do dominacije digitalnih računara.

1.3.2. Evolucija digitalnih računarskih sistema

Hardver digitalnih računara razvijan je brzo posle ovih ranih dana računarskog sistema. Istoričari razvoja računara su definisali 6 generacija u evoluciji računara. *Elektronske cevi* koje su korišćene u prvim računarima dovele su do ubrzanja evolucije digitalnih računara. *Tranzistori* zamenjuju elektronske cevi počevši od 1956. (*računari 2. generacije*), zatim tranzistori i štampane veze, kada se računari počinju masovnije koristiti na univerzitetima i među naučnicima. Od sredine 60. godina tranzistore zamenjuju *integrisana kola* (*računari 3. generacije*), koja su omogućila povećanje pouzdanosti, smanjenje dimenzije, veću brzinu, veću efikasnost i niže cene. Razvoj integrisanih kola LSI (*large scale integration*) i VLSI (*very large scale integration*) doveo je do mikroracunarske revolucije (1970). *Intelovi* inženjeri su konstruisali prvi *mikroprocesor* (1971). Javlja se popularni mali računari za personalnu upotrebu - *Apple* i *Commodore*. Dolazi do ubrzanog razvoja stonih - desktop računara, koji ipak nisu u potpunosti zamenili velike računare – *mainframe* i super računare, koji takođe doživljavaju promene.

1.3.2.1. Računari prve generacije

Računari 1.G, razvijani 1950-ih (1951-58), izgrađeni su na bazi vakumskih elektronskih cevi. Tipičan predstavnik je UNIVAC I, a poznatiji su: *EDSAC* (*Maurice Wilkes, 1949*), *BINAC* (*Eckert's i Mauchly's Electronic Control Company -1949*), *Whirlwind* i (*J.Forrester, 1949*), *SEAC* (*Samuel Alexander i Ralph Slutz, 1950*), *SWAC* (*Harry Huskey, 1950*), *IAS* (*Institute of Advanced Study, 1952*) i *IBM 701, 1952*. Mašine su bile velike, skupe i nepouzdanе; zahtevale su klimatizaciju i obučeno osoblje za rad i programsko upravljanje. Bili su dostupni velikim organizacijama i državnim agencijama, ali su postali i nezamenljivi alat za naučnike, inženjere i druge profesionalce.

Računari 1.G su koristili mašinski jezik za programiranje. Podaci i instrukcije su unošeni preko bušenih kartica, a dužina reči do 40 bita (IAS). Imali su spore ulaze i izlaze. Koristili su nekoliko tipova memorija i na kraju razvoja magnetnu primarnu memoriju sa feritnim jezgrom. Tehnologija za izradu memorija postepeno je poboljšavana i zaslužuje posebnu pažnju. Cevi punjene živom činile su „linije sa kašnjenjem“ i korišćene za in-

terne memorije velike brzine u računarima EDSAC, BINAC, SEAC i dr. U računarima *Manchester baby*, SWAC, IAS i IBM 701 korišćena je elektronska memorija od dvodimenzionalne pravougaone površine binarnih cifara uskladištenih u CRT (*Cathode Ray Tube*). U bubanj memoriji (*drum*) podaci su skladišteni elektromagnetskim poljem na površinu metalnog cilindra. Poslednje otkriće u istoriji računara IG napravio je *Jay Forrester* pronalaskom memorije sa magnetskim jezgrom, tzv. memorije sa feritnim jezgrom, koja je testirana u računaru 1953, a uvedena u upotrebu u prvoj simulaciji neuronske mreže 1954.

1.3.2.2. Računari druge generacije

Funkcionalna zamena elektronskih vakumskih cevi sa tranzistorom, razvijenim 1948, omogućila je razvoj računara 2.G (1958-64). Tranzistor je mogao izvršiti sve funkcije kao vakumske cevi, transformišući električni naboj kroz tanki silicijumski poluprovodnički sloj. Prva primena tranzistora u računaru registrovana je 1956., kada počinje 2.G računara, znatno manjih, pouzdanijih i jeftinijih od računara 1.G. Istovremeno sa razvojem hardvera, razvija se i poboljšava softver računara, pa su računari postali mnogo lakši i brži za programiranje i širu upotrebu u poslovnim sistemima, inženjerskim poslovima i naučnim istraživanjima.

Tranzicija računara 1.G u 2.G računara nije bila nagla i trajala je oko dve godine (1954-56), uključujući razvoj tehnologije dizajna i programskih jezika. Tehnologija poluprovodničkih dioda i tranzistora činila je osnovu elektronskih prekidača pa je vreme prekidanja svedeno na oko 0,3 mikrosekunde. Ovu tehnologiju koristili su računari, kao što je TRADIC i TX-0, izgrađeni 1954. Korišćena je superiornija primarna memorija sa feritnim jezgrom i magnetni diskovi i trake za sekundarnu memoriju i značajnije je povećana brzina rada. Jedna od značajnijih inovacija bili su jedinica sa pokretnim zarezom za računanje realnih brojeva i registri indeksa za kontrolu radne petlje. Uvedeni su viši programski, asemblerski jezici kao što FORTRAN (*Formula Translator*, 1956), ALGOL (1958) i COBOL (*Common Business-Oriented Language*, 1959), koji su zamenili dugi i teški, šifrovani binarni kôd (*Gersting 35*) sa rečima, rečenicama i matematičkim formulama.

Prvi računari sa tranzistorskom tehnologijom bili su rani super računari IBM 7030 i LARC (*Livermore Atomic Research Computer*) firme *Sperry-Rand*, razvijeni za istraživanja u oblasti atomske fizike. Koristili su primitivni tip paralelnog procesiranja. Značajnije komercijalne mašine ove generacije su IBM 704, 709 i 7094 korišćene su u poslovnim organizacijama, univerzitetima i državnim institucijama. U računar IBM 7094 uvedeno je ulazno/izlazno (I/O) procesiranje. Računari 2.G sadržavali su štampače, mag-



Slika 1.15 Računar 2. G

netske trake i diskove za skladištenje, memorije i uskladištene programe, (Slika 1.15). Uskladišteni program tj. instrukcije za rad računara smeštene u internoj memoriji i novi programski jezici omogućili su rentabilnost upotrebe računara za poslovne sisteme i laku izmenu namene računara unošenjem novog seta programskih instrukcija. Važan primer je računar IBM 1401, široko prihvaćen u industriji. Računar 2.G *Gersting* 218 korišćen je za obradu finansijskih informacija sve do 1965.

1.3.2.3. Računari treće generacije

Uspех sovjetskog satelitskog programa 1950-ih, inicirao je ubrzan razvoj još manjih i bržih računara u SAD. Tako su istraživači razvili tehnologiju pakovanja stotine tranzistora u jedno *integrirano kolo* (IC), ili mali silicijumski *čip*. Do sredine 1960-ih, računari zasnovani na tranzistorima, zamenjeni su sa manjim, moćnijim mašinama 3.G. (1963-1972), izgrađenim na bazi IC. IC kola su brzo zamenila rane tranzistore iz istih razloga, zbog kojih su tranzistori zamenili vakumske cevi:

- ✦ *Pouzdanosti*: IC su otpornija na greške, pošto su se čipovi mogli rigorozno testirati pre svake upotrebe;
- ✦ *Veličine*: jedan IC čip je mogao zameniti celo strujno kolo, što je omogućilo izgradnju znatno manjih računara;
- ✦ *Brzine*: manji računari su postali neuporedivo brži od prethodnih, jer elektroni u IC čipu imaju znatno kraću distancu kretanja;
- ✦ *Efikasnosti*: IC čipovi troše znatno manje energije, imaju manju disipaciju toplote, a računar manju ukupnu potrošnju električne energije;
- ✦ *Cene*: masovna proizvodnje jeftinijih čipova, veća dostupnost računara.

Rapidni progres računarske industrije, ilustruje *Moore-ov zakon* (direktor Intela, 1965), koji je veoma tačno predvideo da će se procesorska snaga silicijumskog čipa po istoj ceni udvostručavati svakih 18 meseci u naredne dve decenije.

Do razvoja računara 3. G dovelo je nekoliko najznačajnijih inovacija - otkrića IC, poluprovodničke memorije, mikroprogramiranja, različitih obrazaca paralelnog procesiranja, uvođenja operativnih sistema (OS) i deljenja vremena.



Slika 1.16 Seymour Cray
CDC6600 računar

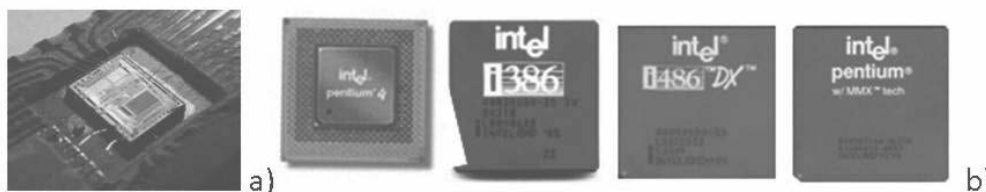
Razvoj IC je tekao postepeno od niskog stepena integracije (SSI) sa 10 elemenata po čipu do srednjeg stepena integracija (MSI) sa 100 elemenata po čipu, i razvoja višeslojnih štampanih ploča. Funkcionalni paralelizam, trend u računarima 3. G, prvi put je primenjen u računaru CDC6600 (*Seymour Cray*, 1964) sa 10 miliona instrukcija u sekundi (Slika 1.16), koji je sadržavao 10 funkcionalnih jedinica koje rade simultano i 32 nezavisne memorijske banke. Računar

je imao brzinu od 1 milion pokretnih zarezova u sekundi (1 MFlops). CDC7600, prvi Cray-ov vektorski procesor sa brzinom od 19 MFlopsa razvijen je 1969. Ovi računari su koristili kombinovani programerski jezik (CPL) iz 1963., koji je 1967. prerastao u osnovni kompjuterski programski jezik – BCPL (*Basic Computer Programming Language*).

Problem zagrevanja tranzistorskih računara rešen je razvojem *silikonskih IC* (1958, *Jack Kilby, Texas Instruments*), u nauci poznata kao *poluprovodnička IC*, koja su omogućila veliko smanjenje dimenzija računara. Proizvedeni su i prvi metaloksidni poluprovodnik za obradu podataka (čije su glavne komponente bile osnov za otkriće mikroprocesora 1971), zatim 8-bitna ALU (aritmetičko-logička jedinica) i akumulator. Ova tehnološka rešenja iskoristio je IBM za tranziciju sa tranzistora na IC i sa bušenih kartica na elektronske računarske sisteme, serijom IBM System/360. Operativni sistemi su omogućili rad računara sa više različitih programa odjednom, sa centralnim programom koji monitoriše i koordinira memoriju računara, (HONEY WELL-6000 serija). Na bazi DEC računara, razvijen je UNIX operativni sistem (1969, *Kenneth Thompson i Dennis Ritchie, AT&T Bell Laboratories*), prvi moderan, široko prihvaćen OS koji je omogućavao korisniku da alokira resurse računara u toku rada umesto u fazi dizajna.

1.3.2.4. Računari četvrte generacije

Prvi mikroprocesor, razvijen 1971 u Intelu i označava početak razvoja računara 4.G (1972-1984). Mikroprocesori su izazvali radikalnu promenu u izgledu, kapacitetu i dostupnosti računara, (Slika 1.17).

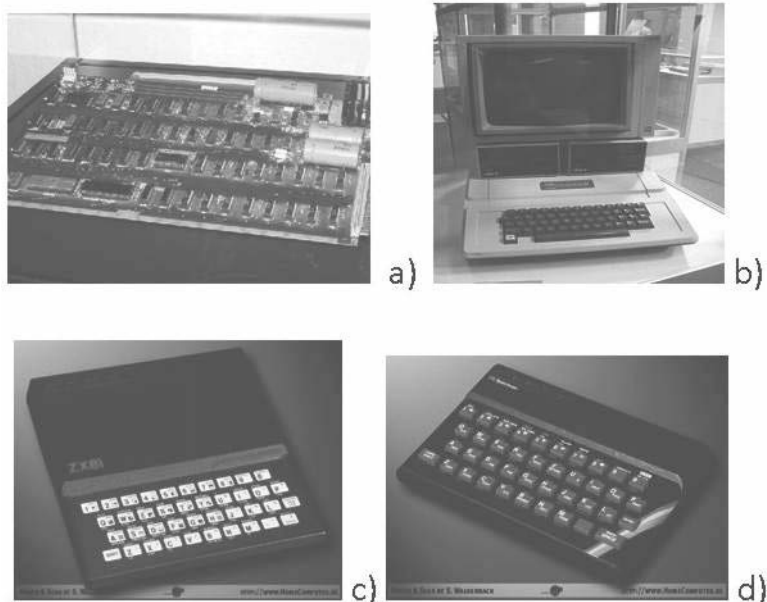


Slika 1.17 Intel mikroprocesor 8742 8-bitni (a) i serija Intel procesora (b).

Mikroprocesorska revolucija počela je kasnih 1970-ih, pojavom jeftinih računara veličine klasične mehaničke pisaće mašine, kao što su računari *Apple, Tandy i Commodore*. Novi računari, nazvani *personalni*, preuzeli su većinu poslova *mainframe* i super računara iz perioda *institucionalnog računarstva* (1950-60tih) – upotrebe velikih računara u državnim institucijama i velikim organizacijama. Međutim, moćni veliki računari su takođe tehnološki evoluirali i njihova proizvodnja i upotreba za specifične zadatke nije prestala do danas. Od kasnih 1950-tih odnos troškova i efektivnosti računara porasla je 100 miliona puta, računarska moć - 100.000 puta, a cena je opala za 1000 puta.

Računari 4.G koristili su tehnologiju visokog stepena integracije (LSI) sa 1000 elemenata po čipu i vrlo visokog stepena integracije (VLSI) sa 10.000 i više elemenata po čipu. Ovaj razvoj je omogućio ugradnju celog procesora u jedan čip, ili za jednostavniji računarski sistem ugradnju celog računara sa procesorom, glavnom memorijom i I/O kontrolerima, u jedan čip. Memorija sa feritnim jezgrom zamenjena je sa poluprovodničkom. Na bazi ovih tehnologija razvijena je serija računara sa vektorskim procesiranjem i *pipelining* tehnikom, sa velikom brzinom rada i paralelnom arhitekturom (*Cray1*, *Cray X-MP* i *Cyber205*), gde je stotina procesora mogla raditi na različitim delovima jednog programa, ali su uglavnom ostajali u eksperimentalnoj fazi.

Došlo je do razvoja i novih, viših programskih jezika kao što su FP (*functional programming*), PROLOG (*programming in logic*), sa kojima su programeri mogli ostaviti mnogo detalja za kompajlere ili operativni rad sistema. Razvijeni su alternativni programski jezici PASCAL i C, koji postaje jezik programiranja UNIX OS za računar DEC PDP 11. Ubrzo jer došlo do razvoja više super računarskih centara u SAD. Tipični predstavnici ove generacije računara su *Apple I* i *Apple II* sa A i B disketom i monitorom (Slika 1.18a,b) i *IBM PC*. *Apple II* (1977) koristio je *BASIC* programski jezik, displej od 24 linije x 40 kolona i primarnu memoriju od 4100 karaktera, po ceni od \$1.298. *IBM (PC) 5150* (1981) računar je imao modularni dizajn i RAM memoriju od 16.000 karaktera, po ceni od \$1.265. Od 1981-1982. izlaze *ZX81* sa primarnom memorijom od 8-16KB i *Spectrum* sa 48KB, (Slika 1.18c,d).



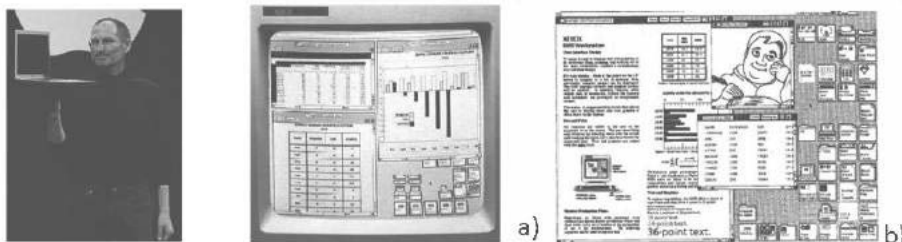
Slika 1.18 Apple I (a) i Apple II (b), ZX81 (a), SPECTRUM (b)

Doug Engelbart's (1925) je osmislio *human-computer interaction* - GUI (*graphical user interface*) i razvio *hyper-text*. Prvi je uveo u upotrebu kursor kontrolisan mišem i *multiple windows* - WIMP (*windows, icons, menus and pointers*), (Slika 1.19).



Slika 1.19 Doug Engelbart

Na drugoj strani *Steve Jobs* (1955) je u razvoju *Macintosh* (1984) primenio GUI, *ikone* i razvio *desktop* – radnu površinu, upotrebu miša i drugih *pointing devices*, kao i *Double click* i *Click-and-drag* funkcije za podršku pokazivačima, (Slika 1.20).



Slika 1.20 Steve Jobs, Macintosh računar (1984)(a) i Mac GUI (b)

13.2.6. Računari pete generacije

Računari 5. G razvijeni su u periodu od 1984-1990, (Slika 1.21). Projekat 5. G računara iniciralo je japansko Ministarstvo međunarodne trgovine i industrije (1982), sa ciljem izrade računara za širu upotrebu sa performansama super računara i korišćenjem kapaciteta veštačke inteligencije. Slični projekti su pokrenuti u SAD-MCC (*Microelectronics and Computer Technology Corporation*), Engleskoj (*Alvey*) i Evropi - ESPRIT (*European Strategic Program of Research in Information Technology*). Umesto težišta na povećanje broja logičkih elemenata u jednom CPU kod 3. i 4. G, računari 5. G su usmerili pažnju na povećanje broja CPU. Većina projekata nije uspela, potrošena su ogromna sredstva bez očekivanih rezultata, jer su jeftinije radne stanice (npr., *SUN* i *Intelx86*) ubrzo premašile brzinu računara sa paralelnom arhitekturom. Računarske tehnologije su dostigle superiornije paralelno procesiranje uvođenjem sistema, kao što je *Sequent Balance 8000*, koji je povezivao do 20 procesora na jedan zajednički memorijski modul.



Slika 1.21 Primer radne stanice 5. generacije

Ova mašina je bila konkurentna računaru *DEC VAX-780* u kontekstu opšte namene UNIX sistema i svaki procesor je radio na različitim poslovima korisnika. S druge strane, *INTEL IPSC-I* ili *Hypercube* (najveći sa 128 procesora), kako je nazvan, spajao je svaki procesor sa svojom memorijom i koristio mrežni interfejs za povezivanje procesora. Pri kraju 5. G uvedena je tehnika *Data parallel* ili *SIMD*, gde su svi procesori radili po instrukcijama jedne kontrolne jedinice. Poluprovodnička memorija je postala standard, dolazi do veće primene individualnih korisničkih radnih stanica i do široke primene računarskih mreža LAN i WAN tipa i razvoja distribuiranog računarskog okruženja. Razvija se RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) tehnologija interne organizacije CPU, sa manje instrukcija, a RAM memorija postaje znatno jeftinija. Raste računarska moć komparativno jeftinijih servera i radnih stanica i povećava se naučna vizuelizacije po kvalitetu i kvantitetu.

1.3.2.5. Računari šeste generacije

Računari 6. G razvijani su u periodu od 1990 do danas. U ovom periodu tehnologija računara je tesno povezana sa paralelnim procesiranjem, ali i sa boljim razumevanjem algoritama za potpunije korišćenje paralelne arhitekture. Iako su vektorski sistemi još uvek u upotrebi, procenjuje se da će u budućnosti dominirati paralelni sistemi. Međutim već ima rešenja koja kombinuju paralelno-vektorsku arhitekturu. U toku je projekat *Fujitsu Corporation* za izgradnju sistema sa više od 200 vektorskih procesora. Drugi cilj ove generacije računara je da se postigne brzina reda Teraflopsa, tj. 10^{12} aritmetičkih operacija u sekundi, što se može postići izgradnjom sistema sa više od 1000 procesora. Savremeni procesori su konstruisani kao kombinacija RISC arhitekture, *pipelinig*



Slika 1.22 iPod Nano

i paralelnog procesiranja. Mrežna tehnologija se širi veoma brzo, posebno WAN mreže i WLAN – bežične lokalne mreže. Primeri računara 6. G su brojni. *Apple* je uveo *iPod* - digitalni muzički plejer 23.10.2001. Do 9. aprila 2007. g. prodato je 100 miliona jedinica. *iPod classic*, *portabl media* plejer uveden 2001, na raspolaganju su modeli od 80 i 160 GB. *iPod nano*, (Slika 1.22) *portabl media* plejer uveden 2005, sa dva modela od 4 i 8 GB. *iPod shuffle*, digitalni audio plejer uveden 2005, sa modelom od 1, 2 i 4 GB. *iPod touch*, *portabl media* plejer uveden u septembru 2007, sa modelima od 8, 16 i 32 GB.

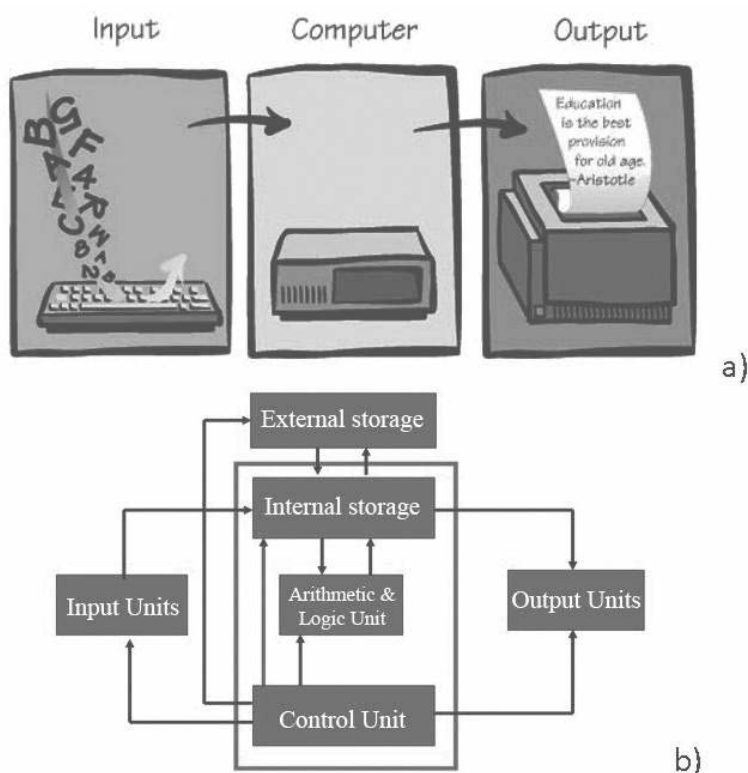
Steve Jobs je januara 2007 objavio *iPhone* – konvergenciju Internet-omogućenog pametnog telefona i *iPod*. *iPhone* kombinuje 2,5GHz GSM i EDGE celularni telefon sa *Apple*-ovim *Mac OS X* i *Safari* web brauzerom i navigacijom. Ima 3,5 inča displej, osetljiv na dodir (*touch screen*), 4 (499\$) ili 8 GB (599\$) memoriju, *Bluetooth* i *WiFi* (b i g). *iPhone 3G* uveden je 11.07.2008, sa 3.G umrežavanjem i GPS navigacijom.

Osnovne karakteristike razvoja računara 1.G do danas su: povećanje brzine (radnog takta), povećanje kapaciteta primarne i sekundarne memorije, povećanje širine magistrale, paralelno procesiranje, niža cena, manje dimenzije i manja potrošnja.

1.4. SAVREMENI RAČUNARSKI SISTEM

Savremeni računar je višenamensko, prilagodljivo sredstvo gotovo neograničene namene: vrši brojne matematičke operacije, lansira interkontinentalne balističke rakete, upravlja mašinama, atomskom centralom itd.

Iako je razvoj računara tekao iz istorijske perspektive relativno dugo, svaki današnji računar i dalje sledi osnovni plan Analitičke mašine C. *Babbage*-a. Savremeni računar je mašina koja menja informacije iz jednog oblika u drugi, uzimajući neke informacije na ulazu i dajući druge informacije na izlazu (Slika 1.23a).



Slika 1.23 Generička funkcija (a) i blok šema računarskog sistema (b)

Svaki računar se u osnovi može posmatrati kao jedan *sistem sa ulaznim veličinama, procesima* koji transformišu ulazne veličine u izlazne i *izlaznim* veličinama. U računarskom sistemu ulazi su ulazni podaci koje unose korisnici računara; centralna jedinica (CPU) koja procesira, kontroliše i transformiše ulazne podatke u izlazne, vrši procesiranje ili obradu (u crvenom okviru), a izlazne informacije na monitoru, štampaču ili zvučniku su - izlazne veličine računarskog sistema, (Slika 1.25b).

Kako informacije mogu imati različite i brojne forme, računar postaje neverovatno raznovrstan alat. Zavisno od ulaznih podataka isti računar se može upotrebiti za potpuno različite zadatke. Višenamenska upotreba računara se zasniva na *hardveru, programu (softveru)* i *operacijama* računarskog sistema. Međutim, fleksibilnost namene računara krije se više u *programu* nego u hardveru računara.

Hardver računarskog sistema čine sve fizički opipljive komponente kao što su čvrsti diskovi, jedinice za napajanje, kućište računara, monitor, štampač i Slika Hardver računara obuhvata *interne* i *periferijske* komponente. Interne komponente uključuju CPU – procesor, čipove – kontrolere i memorije, matičnu ploču, posebne ekstenzione kartice (zvučna, video, mrežna, memorijska, ...), konektore (serijske, paralelne, video, audio, USB, mrežne, telefonske, ...), hladnjake (pasivni i aktivni) i izvor napajanja – ispravljač. Periferije obuhvataju memorijske uređaje za skladištenje (HD, CD, DVD, USB, fleš memorije, ...), izlazne uređaje (štampače, monitore, zvučnike,...).

Pod *programom* ili *softverom* računarskog sistema podrazumevaju se fizički neopipljive komponente, odnosno, instrukcije koje upravljaju hardverom i vrše transformacije nad prikupljenim ulaznim podacima, sa ciljem da se dobiju željene izlazne informacije. *Program* računara je opšti termin koji se koristi za opisivanje skupa računarskih programa, procedura i dokumentacije koji izvršavaju neke zadatke u računarskom sistemu. Program računara obuhvata: *sistemske programe* (OS), koji skriva kompleksnost hardvera od korisnika, *aplikativne programe* sa kojim korisnici interaktivno rade putem interfejsa, *kompajlerske programe* koji prevode tekst pisan u jednom računarskom jeziku (izvornom kôdu) u drugi ciljni jezik (izvorni kôd) i druge *uslužne programe*. Program kontroliše svaki proces u računarskom sistemu od početka do kraja. Izmenom programa računar se pretvara u različite alate, pa je tipičan savremeni računar alat opšte namene. Primena programa u računarskom sistemu podrazumeva ispravan rad hardvera.

Osnovne operacije koje računarski sistem izvršava su:

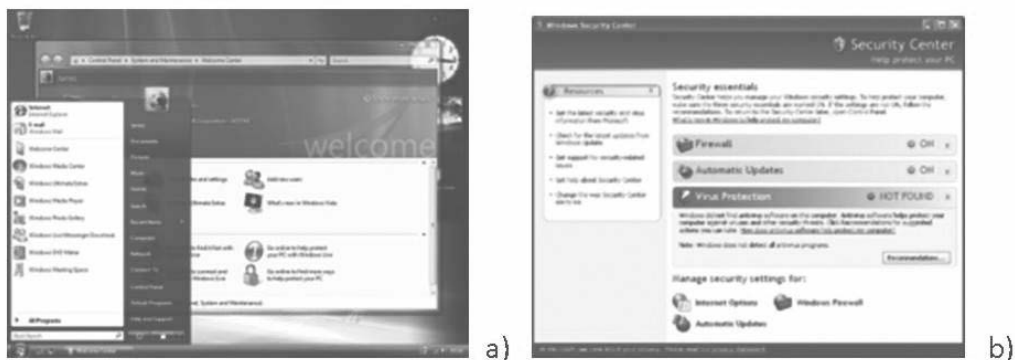
- ✦ ulazne operacije (podaci i instrukcije),
- ✦ aritmetičke operacije (sabiranje, množenje, ...),
- ✦ logičke operacije (AND, OR, NOT,...),
- ✦ izlazne operacije (video, štampa, zvuk, ...) i
- ✦ skladištenje i čuvanje podataka (podaci i programi).

1.5. RAZVOJ PROGRAMA

Operativni sistem (OS) upravlja resursima računara i obezbeđuje korisnicima interfejs za pristup ovim resursima. Procesira systemske podatke i ulazne podatke koje unosi korisnik i odgovara tako što alokira i upravlja zadacima i internim resursima kao neki servis korisnicima i programima sistema. Operativni sistem izvršava bazične zadatke kao što su kontrola i alokacija memorija, određivanje prioriteta zahteva za servisima sistema, kontrola ulaznih i izlaznih uređaja, upravljanje fajl sistemom (sistemom datoteka) i omogućava lakše umrežavanje računara.

Uobičajeni savremeni desktop OS su *Linux*, *Mac OS X*, *Microsoft Windows* i *Solaris*. *Mac*, *Linux* i *Windows* imaju serverske i personalne varijante. Sa izuzetkom *Microsoft Windows*, dizajn ovih OS inspirisan je ili direktno nasleđen iz *Unix* operativnog sistema razvijenog u *Bell* laboratorijama početkom kasnih 1960-tih i inicirao razvoj brojnih operativnih sistema, kao što su *Palm OS*, *Windows Mobile*, *Familiar Linux*, *The Ångström Distribution* i *iPhone OS* koji se nalaze u mobilnim uređajima.

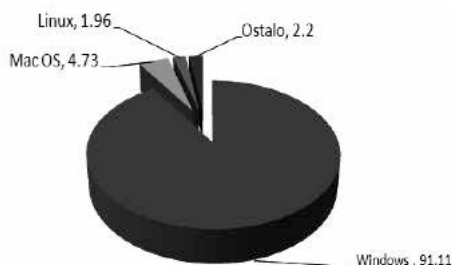
Microsoft Windows je ime za nekoliko familija operativnih sistema. Microsoft je prvi put uveo operativni sistem pod imenom *Windows* u novembru 1985. kao dodatak MS-DOS i odgovor na porast interesovanja za GUI interfejs (*graphical user interfaces*). Zatim su sledili OS: **Win 3.0** i **Win 3.1**, 1990/92, 16/32-bitni OS; **Win 3.11**, Win 95, Win 98, Win Me, 32-bitni OS; **Win NT**, 64-bitni OS i **WIN XP**, Windows Server. Poslednja klijentska verzija Windows je *Windows Vista*, 64-bitni OS, a serverska verzija je *Windows Server 2008*. Na Slici 1.24 Prikazan je ekran *Windows Vista* OS (a) i *Windows Security Center* *Windows XP* OS (Slika 1.24b).



Slika 1.24 Ekran *Windows Vista* OS (a) i *Security Center* *Windows XP* SP2 OS (b)

Mac OS X je linija grafičkih OS koju je razvio, reklamira i prodaje kompanija *Apple*, naslednik originalnog *Mac OS* iz 1984. Serverska verzija, *Mac OS X Server*, po arhitekturi je vrlo slična desktop varijanti, ali obično radi na *Macintosh* serveru. Uključuje upravljanje radnom grupom, administrativne softverske alate, agente za transfer pošte, *Samba* server, *LDAP* server, *DNS (Domain Name Server)* i druge.

Linux OS, sličan *Unixu*, je najpoznatiji primer besplatnih OS sa otvorenim izvornim kôdom, koji se slobodno može modifikovati, koristiti i redistribuirati. Ime dolazi od *Linux kernel*, kojeg je razvio *Linus Torvalds* (1991). Sistemski uslužni programi (*utilities*) i biblioteke obično dolaze iz *GNU operativnog sistema*, objavljenog 1983. (*Richard Stallman*). Zato se Linux često naziva *GNU/Linux OS*.



Slika 1.25 Zastupljenost *Windows*, *Linux*, *Mac* i drugih OS na svetskom tržištu

Linux OS je pre svega poznat po upotrebi u serverima. Podržavaju ga kompanije kao što su *Dell*, *Hewlett-Packard*, *IBM*, *Novell*, *Oracle Corporation*, *Red Hat* i *Sun Microsystems*. Koristi se kao OS u brojnim varijantama računara uključujući desktop i super računare, sisteme za video igre (npr., *PlayStation 3*) i ugrađen je u razne uređaje kao što su mobilni telefoni, ruteri i dr. Istraživanje zastupljenosti različitih OS na tržištu u maju 2008. pokazuje dominaciju *Windows OS*, (Slika 1.25).

Aplikativni programi, nasuprot sistemskim, koriste kapacitete računara direktno i potpuno za zadatak koji korisnik želi da izvrši. Termin *aplikativni* odnosi se na sam program i njegovu implementaciju. Tipični primeri aplikativnih programa su tekst procesori (*word processors*), pregledne tabele (*spreadsheets*), medija plejeri i dr. Više aplikativnih programa često se vezuju u jednu celinu i nazivaju se aplikativni paketi (*application suite*). Tipični primeri su *Microsoft Office* i *OpenOffice*, koji povezuje tekst procesor, *spreadsheet* i nekoliko drugih posebnih aplikacija. Posebne aplikacije u paketu obično imaju korisnički interfejs koji omogućava korisniku lakšu primenu i da nauči kako se koristi svaka aplikacija (npr, *Visio* u *MS Office*). Često sve aplikacije u paketu imaju zajedničke funkcije, npr. u *Excel*-u može biti ugrađen tekst procesor.

Uobičajene programske aplikacije su za: procesiranje teksta, pretraživanje Interneta, slanje e-pošte i drugih poruka Internetom, reprodukciju multimedijalnih sadržaja, kompjuterske igre i za programiranje. Većina programa je pisana za prosečnog korisnika. Programi pisani za uslužne zadatke korisnika (*User-written software*) prilagođavaju sisteme da zadovolje specifične potrebe korisnika. Ovi programi uključuju templejte za tabele, makroe tekst procesora, naučne simulacije, grafičke i animacione skripteve. Korisnici sami razvijaju ove programe.

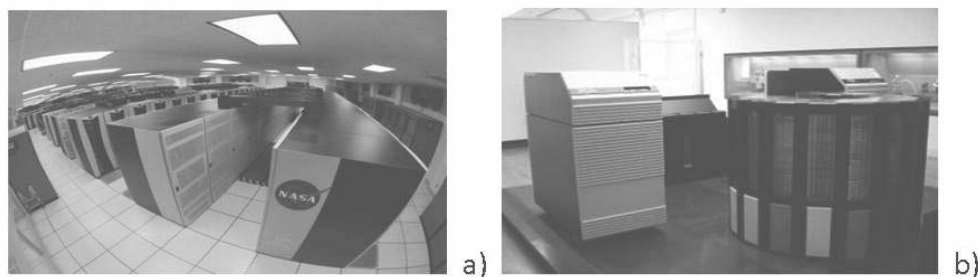
Većina personalnih računara je standardizovano tako da kupljeni programi rade sa malo, ili bez prilagođavanja (*customization*) za određeni računar. Takođe, većina savremenih PC je korisnički nadogradiva, posebno klase desktop računara i radnih stanica. Krajnji korisnici lako mogu zameniti primarnu memoriju, uređaje za masovno skladištenje, čak i matičnu ploču i CPU jedinicu (procesor). Ipak, ova nadogradivost nije beskonačna, zbog brzih tehnoloških promena i životnog ciklusa sistemskih programa. Nadogradnja PC i zamena starih delova novim, delimično se oslanja na nove verzije komercijalno dostupnih OS, koji na neki način zahtevaju i podstiču nabavku novog hardvera. Može se reći da proizvođači sistemskih programa *planiraju* postepeno zastarevanje računarskog hardvera.

1.6. TIPOVI SAVREMENIH RAČUNARA

Savremeni čovek radi sa različitim tipovima računara: super računarima, *mainframe*, radnim stanicama, PC desktop, prenosnim (*notebook*), džepnim (*palmtop*) i ugrađenim računarima. Iako su sve ove vrste računara bazirane na istoj tehnologiji, mašine imaju značajne razlike. Računari se mogu klasifikovati u različite kategorije na osnovu više kriterijuma. Uobičajena podela računara je na bazi *računarske moći* na: super računare, *mainframe* računare, mini računare - servere, radne stanice, mikro računare (PC) i ugradive računare.

1.6.1. Super računari

Za brojne istraživačke zadatke i intenzivne proračune zahteva se velika računarska moć (brzina rada i kapacitet primarne memorije). Za takve zadatke koriste se najmoćniji računari tzv. *super računari*. Super računari (*npr., SiliconGraphics-Cray*), koriste skupu, najmoderniju tehnologiju za simulacije i modelovanje kompleksnih fenomena, kao što su hemijske reakcije, nuklearne eksplozije, vremenska prognoza, hemijski i fizički procesi, kosmička istraživanja, vojne potrebe, kriptoanaliza i dr., (Slika 1.26).

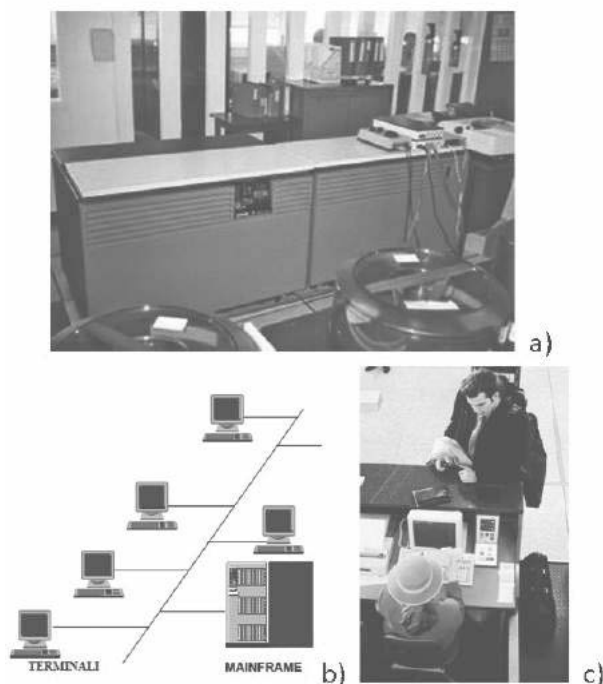


Slika 1.26 Super računar u NASA (SAD) (a), *Cray-2* najbrži računar na svetu od 1985 -1989 (b)

Danas je teško odrediti razliku između *super* i *mainframe* računara. Super računari su najčešće prilagođeni određenom korisniku (kustomizovani); usmereni su na procesorsku snagu i izvršavanje jednog zadatka. *Mainframe* računari su namenjeni za izvršavanje brojnih operacija sa podacima, uključujući manja računanja, obezbeđuju dosta veliku procesorsku snagu i usmereni su na protok podataka.

1.6.2. Mainframe računari

Mainframe računare, vrlo skupe mašine sobne veličine, danas koriste samo velike organizacije, za kritične aplikacije i obradu masovnih podataka kao što su podaci sa glasanja, razni statistički podaci, poslovni podaci ERP, finansijske transakcije itd. Sam termin potiče od prvobitnog izgleda - velikih metalnih sanduka ili okvira, a kasnije da bi se razlikovao od manje moćnih PC računara. Ime se često odnosi na računare kompatibilne sa arhitekturom uspostavljenom u toku 1960-tih, tačnije *IBM System/360* serijom, uvedenom prvi put 1965. Većina glavnih karakteristika *mainframe* računara iz 1960-tih, i dalje se razvija i usavršava. Savremeni *mainframe* računari su znatno manjih dimenzija, koštaju oko 1 milion \$, veličine su rashladnog uređaja i obavezno rade u aklimatizovanim prostorijama, (Slika 1.27).



Slika 1.27 *Mainframe Honeywell-Bull DPS 7* oko 1990 (a) i šema veze računara i terminala (b), terminal u turističkoj agenciji (c)

1.6.4. Radne stanice

Termin *miniračunari* nastao je u vreme kada je većina računara bila veličine radnog stola slično *mainframe* računarima. Za naučnu analizu obimnih podataka i druge slične aplikacije *miniračunari* su zamenjeni savremenim *radnim stanicama* – desktop računarima visokih performansi, namenjenih masovnim i intenzivnim proračunima. Koriste ih naučnici, inženjeri, analitičari, dizajneri računarski animatori i dr. Iako većina radnih stanica može podržati simultan rad više korisnika, praktično ih koristi samo jedno lice u dato vreme. Sam naziv *radna stanica* različito se tumači. Mnogi nazivaju radnom stanicom sve desktop i terminalne računare, (Slika 1.30b). Kako se povećava računarska moć savremenih 32 ili 64-bitnih desktop računara, to se razlika između radnih stanica i moćnih desktop računara individualnih korisnika sve više gubi. Najčešće su povezane na veliki računarski sistem i namenjene su za zahtevnije aplikacije kao što su 3D-grafika, dizajn, projektovanje i Slika Mogu imati moćniji hardver koji se ne nalazi u običnim personalnim računarima. Koriste OS koje normalno upotrebljavaju *mainframe* računari, obično jednu od varijanti UNIX-a.

Radne stanice imaju procesore i grafički displej visokih performansi, lokalno skladištenje velikog kapaciteta, mrežne kapacitete i operativne sisteme za više zadataka (*multitasking operating system*). Radne stanice se još uvek koriste za dizajnirane pomoću računara (*computer-aided design*), intenzivne naučne i inženjerske proračune, procesiranje slika, modelovanje arhitekture, računarsku grafiku za animacije i filmske vizuelne efekte.

1.6.5. Personalni računari (PC)



Slika 1.29 Personalni računar IBM (1981) 5150 (a) i Dell OptiPlex PC (b)

Termin *mikroračunari*, uveden sa pronalaskom čipa procesora u LSI tehnologiji, danas je praktično anahronizam. Ova kategorija savremenih računara naziva se *personalni računari*, a uključuje sledeće klase računara: stoni (*desktop PC*), prenosni (*laptopm, notebook*) i priručni (PDA, *palmtop, IPod, iPhone itd.*)

Personalni računari (PC) su namenjeni za individualnu primenu, kao što je obrada teksta, računovodstvo, igre i dr. Savremeni PC, daleko su moćniji od nekadašnjih *mainframe* računara u vreme njihove dominacije. Termin PC (*Personal Computer*) ima dva značenja: IBM kompatibilni personalni računar i personalni računar opšte namene za jednog korisnika. Oba značenja se ravnopravno koriste, a pravo značenje se otkriva iz konteksta. Termin PC se često koristi samo za računare koji koriste Microsoft Windows OS. Gotovo dve prethodne decenije termini *personalni* i *desktop* računar imali su isto značenje, jer su praktično svi PC računari bili desktop tipa, (Slika 1.29).

Kapaciteti PC veoma su povećani uvođenjem mikroprocesora i razvojem CPU u jednom čipu. Tokom 1980-tih razvijeni su PC za kućnu upotrebu, a savremeni PC nemaju tehničkih razlika za kućnu i poslovnu upotrebu. Broj instaliranih PC u svetu dostigao je do juna 2008. jednu milijardu, a do 2014 očekuje se još jedna milijarda kupljenih PC. Najveća tržišta su SAD, EU i Japan na koja otpada 58% instaliranih PC. Do 2013 očekuje se duplo veći broj instaliranih računara na novim tržištima, sa 70% druge milijarde PC računara u svetu. Očekuje se da oko 180 miliona PC (16% postojećih PC u svetu) bude zamenjeno, a 35 miliona rashodovano u toku 2008. Broj instaliranih PC raste godišnje za oko 12%.

Najčešće korišćeni operativni sistemi u PC su *Microsoft Windows*, *Mac OS X* i *Linux*, dok su najčešći CPU mikroprocesori kompatibilni sa x86 procesorom. Savremeni PC često imaju ugrađeni modem brzine 56 Kbps za konekciju na Internet. Prvi vlasnici PC računara su morali pisati svoje aplikativne programe za izvršavanje specifičnih zadataka, dok savremeni PC korisnici imaju na raspolaganju veliki broj komercijalnih i besplatnih aplikativnih i uslužnih programa koji se lako instaliraju. Aplikativni programi za PC uključuju procesore teksta, *spreadsheets*, bazu podataka, igre i brojne uslužne programe.

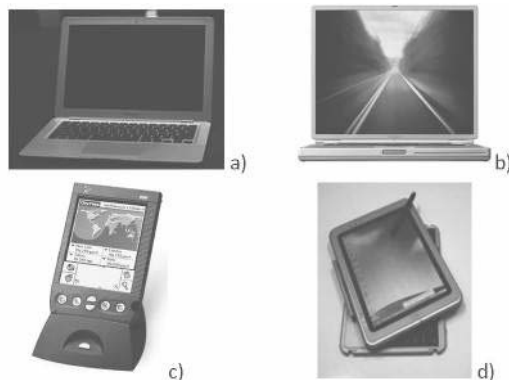
1.6.5.1. Klase personalnih računara

Stoni (desktop) računar je nezavisni personalni računar (PC), nasuprot manjim oblicima PC kao što je mobilni *laptop* računar. Termin 'desktop' se odnosio primarno na horizontalno orijentisano kućište sa monitorom postavljenim na kućište računara radi uštede prostora na stolu korisnika. Većina savremenih desktop računara imaju odvojene ekrane i tastature, a proizvode se u raznim oblicima kućišta, počevši od *tower* (vertikalno orijentisanog), do malih kućišta koja se mogu skloniti iza LCD monitora (Slika 1.30).



Slika 1.30 Primer desktop računara sa *tower* kućištem i LCD monitorom

Prenosni računari nisu vezani za stolove i imaju najbrži razvoj u kategoriji PC. Naravno, sam termin *prenosni* je relativan. Prvi prenosni računari težili su oko 9 kg i bili smešteni u čvrstom koferu sa izdvojenom tastaturom i malim displejom sličnim TV ekranu. Savremeni prenosni računari tipa *Laptop*, namenjeni za mobilni rad, teški su oko 2-3 kg i često se nazivaju *notebook* računari, a performanse su im gotovo identične desktop računarima sa kojima se mogu spajati i koristiti nedostajuće performanse. Primeri ovih računara su: *laptops*, *notebooks* i *tablet PC*, (Slika 1.31).



Slika 1.31 Apple-ov poslednji Mac MacBook Air (a), najtanji svetski notebook Macworld 2008 (b), Handspring Visor Prim (c), HP Compaq tablet PC (d)

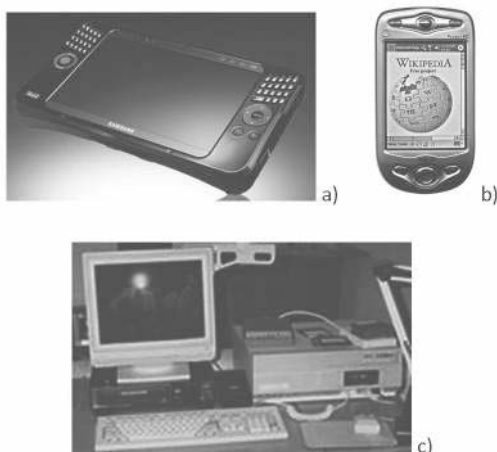
Tablet PC je *notebook*, mobilni računar oblika knjige, proizveden početkom 90-tih (*Pen Computing Ltd.*) kao *PenGo TabletComputer*. Kasnije ga populariše i *Microsoft*. Ovaj računar poseduje *touchscreen*, ili koristi *graphics tablet/screen hybrid* tehnologiju koja omogućava korisniku da radi sa računarom sa štapićem (*stylus*), digitalnim perom, ili pritiskom prsta, umesto tastature ili miša.

Interfejsni hardverski uređaji potrebni za rad računara, kao što su paralelni i serijski portovi, grafičke kartice, zvučne kartice i dr., obično su integrisani u jednu jedinicu. Većina prenosnih računara sadrži bateriju za autonomni mobilni rad. U cilju optimizacije utroška energije, težine i prostora, laptop računari obično dele RAM sa video kanalom, što smanjuje performanse u odnosu na ekvivalentni desktop PC. *Režim hibernacije* obezbeđuje duže trajanje baterije i autonomni rad od 1 -8 časova i čuva sve aktivne podatke koji su bili na desktopu pre hibernacije, ako nije završena funkcija *shutdown*, što su važne karakteristike kod prenosnih (Laptop i dr.) računara. Jedan od ključnih nedostataka prenosnih računara je što se relativno malo mogu dograđivati u odnosu na originalni dizajn. Neki se uređaji mogu priključiti spolja preko portova, uključujući USB.

Priručni računari (*handheld computers*) su namenjeni za mobilni rad. Primeri su PDA (*Personal Digital Assistant*), *Palmtop*, *iPod* i *iPhone* uređaji. Bez obzira na veličinu, svi priručni računari su izvedeni na bazi sličnog mikroprocesora kao desktop računari, ali su komparativno skuplji. Osnovni nedostatak im je nemogućnost nadogradnje i povećanja performansi. *Ultra-mobilni PC* (UMPC) je *tablet PC* sa malim faktorom forme. Uređaj je razvijen udruženim naporom *Microsoft*, *Intel* i *Samsung-a* i dr. kompanija, (Slika 1.32a). Savremeni UMPC tipično ima sledeće karakteristike: *Windows XP Tablet PC Edition 2005*, *Windows Vista Home Premium Edition*, ili *Linux* operativni sistem i niskonaponski *Intel Pentium* ili *VIA C7-M* procesor, brzine do 1 GHz.

Priručni, *džepni* računari mogu da rade sa alternativnim OS, kao što su *NetBSD* ili *Linux* i imaju većinu funkcija modernih desktop PC računara, a neki uključuju karakteristike mobilnih telefona. *Microsoft* usaglašeni džepni PC (PDA tipa) mogu se koristiti sa drugim uređajima kao što su prijemnici, čitači bar kodova, RFID³ čitači i video kamere. U toku 2007, sa pojavom *Windows Mobile 6*, Microsoft je ukinuo ime džepni računar i zamenio ga sa *Windows Mobile Classic*. Uređaji sa integrisanim mobilnim telefonom i *touchscreen*-om naziva se *Windows Mobile Professional*. Na Slici 1.32b prikazan je primer džepnog računara.

Konvergencija uređaja koji kombinuju funkcije personalnog računara i digitalnog video rekordera dovela je do razvoja tzv. *kućnog bioskop PC (Home theater PC) - (HTPC)*. Uređaj je spojen sa TV ili monitorom, a koristi se kao digitalni foto ili muzički plejer, TV prijemnik ili digitalni video rekorder. Ovaj se uređaj često naziva *medija centrom* ili *medija serverom*. Uređaj se može kupiti prekonfigurisan sa zahtevanim hardverom i softverom i dodatnim programiranjem TV kanala u PC, ili se može izgraditi od diskretnih komponenti kao što su *Windows Media Center, GB-PVR, SageTV, Famulent* ili *Linux-MCE*. Na slici 1.32c. prikazan je desktop video sistem *Amiga 2000* sa CPU uređajem na desnoj strani i VCR-om ispod monitora.



Slika 1.32 *Samsung Q1 UMPC* (a), O² džepni PC (b) i *Amiga 2000 video* sistem (c)

1.6.6. Ugradivi i namenski računari

Svi računari nisu dizajnirani za opštu namenu. Neki računari su strogo namenski i izvršavaju specifične zadatke od kontrole temperature do upravljanja velikim građevinskim mašinama, ili kontrolu rada srca. Za razliku od desktop PC, ugrađeni računari imaju program koji se ne može menjati (učitan u mikroprocesor tzv. *firmware*), namenjen za upravljanje specifičnom mašinom, ili jednom funkcijom te mašine. Sva potrošačka

3 RFID – *Radio Frequency Identifier* (radio frekventni identifikator)

elektronika od električne četkice za zube do automobila i industrijskih mašina, sadrži ugrađene savremene *mikroračunare*. Na Slici 1.33 prikazan su primeri ugrađenih računara u: mrežni uređaj ruter, gde su 4-mikroprocesor, 6-RAM, a 7-fleš memorija, (a); automobil (b) i ručni časovnik (c).



Slika 1.33 Primeri ugrađenih računara

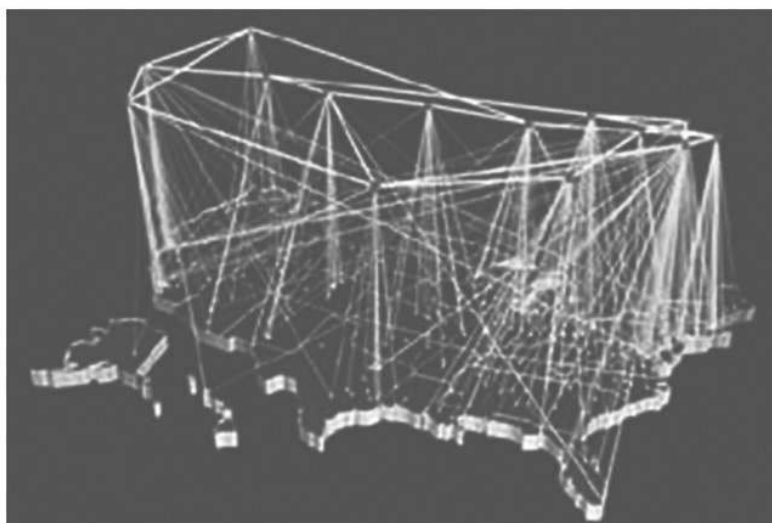
Za ugrađene računarske sisteme obično se koriste sporiji i jeftiniji CPU od onih u PC, ali generalno treba da izvršavaju samo jednu funkciju. Primeri ugrađenih računara su uređaji za: kontrolu temperature i vlažnosti, monitorisanje rada srca, monitorisanje kućnog protivprovalnog sistema itd.

1.7. UMREŽAVANJE RAČUNARA I INTERNET REVOLUCIJA

Paralelno sa razvojem mikrorračunarske revolucije odvijala se *revolucija umrežavanja računara*. Početkom 1990-tih, razvojem desktop PC, javlja se potreba međusobnog povezivanja računara i deljenja resursa moćnijih servera u prvim lokalnim mrežama – LAN (*Local-Area Networks*). Kada se umreži klaster servera, LAN mreža može zameniti skupe moćne računare i druge resurse (*mainframe* tipa). Računarske mreže su, ipak, pre posrednici koji povezuju korisnike, nego samo spojeni računari koji povećavaju sve performanse.

Prednost elektronskih komunikacija i deljenja resursa, umnožavaju se umrežavanjem LAN mreža u veće mreže. Razvoj telekomunikacionih tehnologija dalje je omogućio umrežavanje računara u gradske – MAN (*Metropolitan Area Networks*) regionalne – WAN (*Wide Area Networks*) mreže. Udaljeni računar se mogao povezati na mrežu putem telefonske parice pomoću *modema* – elektronskog uređaja koji moduliše binarne računarske podatke u analogni signal kompatibilan sa telefonskim sistemom i demoduliše analogni signal u binarni za unos u računar. Veliki poslovni sistemi, banke i državne organizacije iskoristile su prednosti tehnologije udaljenog umrežavanja i

izgradile postepeno novi sistem komunikacije informacija. Međutim, u isto vreme većina individualnih korisnika i dalje koristi računar kao alat za računanje, skladištenje informacija i proizvodnju papirnih dokumenata, više nego kao sredstvo za komunikaciju. Grupa vizionarskih naučnika i inženjera, finansijski podržana od vlade SAD, razvila je eksperimentalnu mrežu ARPANET 1969., koja će uskoro postati globalna svetska WAN mreža – skup manjih mreža, poznata kao Internet, (Slika 1.36).



Slika 1.36 Kompjuterski generisana 3-D mapa glavnih Internet konekcija u SAD

1.7.1. Internet revolucija

Pojava Interneta radikalno menja način upotrebe računara. U prvoj fazi razvoja Internet je predmet naučnoistraživačkih i akademskih studija i nekih državnih organizacija. Za rad preko Interneta bilo je potrebno poznavanje posebnih kodova. Tek 1990-tih, razvojem Internet programa i drugih tehnologija, došlo je do naglog skoka korišćenja Interneta. Prvo su programi za slanje e-pošte (*e-mail*) povezali obične korisnike preko Interneta, bez potrebe poznavanja kompleksnih kodova. Najveća promena u korišćenju Interneta nastaje ranih 1990-tih, razvojem svetskog komunikacionog protokola – WWW (*World Wide Web*), popularnog *Weba*. Web je doveo do transformacije Interneta - od prenosa samo tekstualnih poruka u multimedijalno okruženje za prenos slika, animacija, zvuka i videa zajedno sa tekstualnim sadržajima. Milioni korisnika dnevno se vežu na Web pomoću Web pretraživača (*browsers*) – programa koji u suštini služe kao navigacioni prozor na Webu. Protokol HTTP (*Hipertext Transfer Protocol*) povezuje milione web stranica preko hipertekst linkova, čineći tako Web masovnim, globalnim, stalno obnov-

ljivim skladištem multimedijalnih informacija. U 1994. oko 3 miliona korisnika bilo je povezano na Internet, da bi se taj broj 7 godina kasnije popeo na 400 miliona. Statistike pokazuju da su Internet korisnici mlađeg uzrasta, obrazovaniji i bogatiji od ostalog dela stanovništva. Upotreba Interneta raste neuporedivo brže od TV, radija i drugih prethodnih komunikacionih tehnologija. Tome je veoma doprineo razvoj e-trgovine preko Interneta i Weba. Veliki uspeh Interneta, dakle, nije toliko tehničke prirode, koliko je značajan sa humanog aspekta i uticaja Interneta na društvo i pojedinca.

Kako Internet osvaja svet, sve više organizacija prepravljaju svoje IKT sisteme, bazirane na *mainframe* ili PC računarskim sistemima u *Intranet sisteme* – privatne interorganizacijske mreže na bazi Internet tehnologija. Intranet oponaša Internet po načinu na koji korisnici prenose, dele i skladište informacije u organizaciji. Veliki broj istraživača predviđa da će personalni računar uskoro postati uglavnom interfejs-kapija (*gateway*) za povezivanje na Intranet i Internet, gde će se nalaziti svi računarski resursi. Nekoliko organizacija (*IBM, Sun i HP*) razvija i promovise računare dizajnirane da funkcionišu kao mrežni terminali. Neslaganje je samo u tome, *šta* sve ovi računari treba da uključuju, *koliko* treba da rade bez podrške servera i *kako* ih nazvati. U optičaju su nazivi *mrežni računari, NCs, tanki klijenti, mrežni PC i Windows terminali*. Ovi računari imaju dve zajedničke karakteristike: *manje koštaju* od tipičnog PC, jer sadrže manje hardvera i lakše ih je održavati, pošto se glavni deo programa skladišti na serveru i omogućavaju korisniku da interaktivno šalje i prima informacije. Slično TV, mrežni računar (NC) je dizajniran da prima informacije sa svakog mesta, ali za razliku od TV, NC omogućava interaktivni rad korisnika. Razvojem savremenih bežičnih komunikacionih protokola i tehnologije (*Bluetooth, IC*), savremena domaćinstva i poslovni sistemi već mogu povezati i neprekidno monitorisati desetinu uređaja na Internet: računar, telefon, TV, stereo uređaj, protivprovalni sistem sa video nadzorom i čak brojne kuhinjske uređaje. Bez sumnje, Internet tehnologije će igrati važnu ulogu u životu ljudi 21. Veka.

1.8. RAČUNARI U SVAKODNEVNOM ŽIVOTU

Za manje od životnog veka čoveka, računar je evoluirao od masivnog, skupog i nepouzdanog računara tipa kalkulatora (MARC I, ENIAC) do savremenog, moćnog računara, različitih veličina i karakteristika, neuporedivo jeftinijeg, bržeg i pouzdanijeg. Koliko je bilo teško pionirima računarstva predvideti tehnološki razvoj računara, toliko je teško danas predvideti uticaj računara na razvoj ljudske zajednice u celini. Tako je osnivač IBM sr. *Thomas Watson* izjavio da će „*celom svetu biti potrebno svega 5 računara*“ (1953)! Prosečan korisnik računara danas treba da o računarima: razume *osnovne koncepte*, poznaje mogućnosti *primene* i razume *implikacije* korišćenja računara na pojedince i ljudsku zajednicu.

Osnovno razumevanje koncepata računske i Internet tehnologije zahteva se zbog dosad neviđeno brzih promena hardvera i softvera računara, koji se menjaju svake 2-3 godine, a Internet tehnologije još brže, zahvaljujući povećanju stepena integracije u mikroprocesorskom čipu i proporcionalnom povećanju procesorske snage. Ipak, razumevanje ovog fenomena i osnova računske i Internet tehnologije moguće je zato što se većina ključnih koncepata računarstva ne menja sa razvojem računara i računarskih mreža. Poznavanjem ovih osnovnih koncepata korisnici mogu lakše pratiti i razumeti sve kompleksne promene u ovoj oblasti.

Raznovrsnost aplikativnih programa čine savremeni računar fleksibilnim za obavljanje različitih zadataka, pa opšta računarska pismenost nije dovoljna za upotrebu računara u svakoj životnoj situaciji. Brojne aplikacije su veoma specifične, ali su sledeće toliko fleksibilne da ih mogu koristiti gotovo svi korisnici i o njima treba da imaju osnovna znanja:

- ✦ *Obrada teksta i stono izdavaštvo* su kritične veštine za svakog korisnika koji pismeno komunicira. Programi za stono izdavaštvo transformišu pisani tekst u obrađenu i vizuelno uređenu publikaciju.
- ✦ *Tabelarni pregledi (spreadsheets) i druge numeričke aplikacije* su personalne računarske aplikacije koje sa statističkim programima pomažu da se analiziraju i posmatraju brožani podaci sa različitih pogleda.
- ✦ *Baze podataka*, glavna aplikacija u *mainframe* računarima, koriste se i u PC (npr. Access u Windows OS). Sa funkcijom pretraživanja korisnici mogu pronalaziti bilo šta u bazama podataka na Internetu.
- ✦ *Računarska grafika* omogućava proizvodnju i manipulisanje sa svim vrstama grafike, uključujući dijagrame, crteže, digitalne fotografije i 3-D animacije.
- ✦ *Multimedija* omogućava razvoj potencijalnih kreativnih sposobnosti umetnika i amatera svake vrste. Moderni desktop računari i multimedijски programi mogu kombinovati audio, video, tekstualne i grafičke sadržaje, dajući novu dimenziju računarskim komunikacijama. Interaktivni multimedijски dokumenti na brojnim web stranicama omogućavaju korisnicima raznovrsna istraživanja.
- ✦ *Telekomunikacije i umrežavanje* su ulazna vrata u svet e-pošte, diskusionih grupa, web izdavaštva i deljenja brojnih baza podataka na Internetu. Ako se postojeći trend održi, komunikacije na velike daljine mogu postati jedna od najvažnijih funkcija računara.
- ✦ *Veštačka inteligencija* je grana nauke o računarima koja istražuje korišćenje računara u zadacima koji zahtevaju inteligenciju, imaginaciju i dubinski uvid, a koje tradicionalno izvršavaju ljudi, a ne mašine. Donedavno akademska disciplina istraživača i filozofa, danas se istraživanja u ovoj oblasti isplaćuju sve većom komercijalnom primenom, počevši od aplikacija za prepoznavanje govora do sofisticiranih ekspertnih sistema.

- ✦ *Rešavanje opštih problema* pomoću računara vrši se uglavnom sa programskim aplikacijama koje su pisali profesionalni programeri. Za problema koji se ne mogu lako rešavati komercijalno raspoloživim aplikacijama, zahteva se programsko prilagođavanje. Programski jezici nisu aplikacije, nego alati koji omogućavaju izradu i kastomizaciju programskih aplikacija.
- ✦ *Zabavu* od kompjuterskih igara različitih nivoa kompleksnosti, do raznovrsnih muzičkih sadržaja i filmova, omogućavaju savremeni računari i Internet u neverovatnom obimu.

Na Slici 1.35 prikazani su primeri nekih primena savremenih računara: kompjuterski upravljani displej sistem u sali za sastanke (a), ugrađeni računar u automobil sa elektronskom kartom i navigacijom (b) i eksperimentalna lutka – robot (c).



Slika 1.35 Primeri primene računara

Socijalne i etičke implikacije računara brze, su duboke i nepovratne. Čovečanstvo ju zakoračilo u *informaciono doba* – doba deljenja znanja i integracije sistema gde su kvalitet informacija i brzina odlučivanja odlučujući parametri. Tradicionalni poslovi *industrijske ere* nestaju, a pojavljuju se novi, automatizovani poslovi sa savremenim tehnologijama. Za ove duboke, suštinske promene odgovorni su računari više od svih ostalih tehnologija, koje utiču direktno ili indirektno kroz otkrića u telekomunikacijama, genetičkom inženjeringu, medicini i atomskoj fizici, ali koja su nezamisliva bez upotrebe moćnih računara. Najveće promene u svakodnevnom životu doneli su rezultati razvoja veštačke inteligencije, multimedija i robotike. Međutim, ništa manje nije značajno razumeti sve potencijalne faktore rizika od nastupajućih promena u društvenom i ličnom životu, koje donose savremene Internet i druge odnosne tehnologije, kao što su: ugrožavanje privatnosti, visokotehnološki kriminali i teškoće održavanja bezbednosti informacija, zaštita intelektualne svojine u digitalnom okruženju, neizbežni *bagovi* u razvoju kompleksnog softvera, automatizacija i dehumanizacija rada, zloupotreba informacija za ostvarivanje političke i ekonomske moći, prevelika zavisnost od kompleksnih tehnologija, zamagljivanje fizičke realnosti sa virtuelnom i stvaranje još veće zavisnosti ljudi od računara i Interneta i pojava bio-digitalne (nano) tehnologije, gde istraživači pokušavaju da razviju računar koji umesto elektronike koristi biološke ćelije kao noseću tehnologiju.

Na kraju, teško je predvideti kakav će sve uticaj imati računarske i Internet tehnologije na tradicionalne kulture koje su evoluirale hiljadama godina bez računara.

1.9. ZAKLJUČAK

Dok osnovni koncept računara datira iz 19. veka sa planom Analitičke mašine C. *Babbage*-a, prvi realni računari razvijeni su tek tokom 1940-tih. Od ovog vremena računari su evoluirali neverovatno brzo, postajući konzistentno sve manji, brži, efikasniji, pouzdaniji i jeftiniji. Istovremeno, ljudi su ispitali sve interesantne i korisne načine da uposle računare za rešavanje opštih problema i zadataka.

Savremeni računari, kao i njihovi preci, su mašine za obradu informacija dizajnirane da transformišu informacije iz jednog u drugi oblik. Kada računar radi, hardver prihvata ulazne podatke nekog spoljnog izvora, transformiše ih sledeći softverske instrukcije i proizvodi izlazne informacije koje mogu koristiti ljudi ili druge mašine.

Savremeni računari se proizvode u svim oblicima i veličinama sa specifičnim tipovima razvijenim za posebne zadatke. *Mainframe* i super računari obezbeđuju znatno veću računarsku moć i brzinu nego male desktop mašine, ali su i znatno skuplji. Deljenje resursa računara u vremenskoj domeni omogućava konkurentan rad više korisnika povezanih preko terminala na ove velike računare. Na drugom kraju spektra *mikroprocesorski* tipova računara, serveri, radne stanice, personalni računari i brojne vrste priručnih uređaja, obezbeđuju dovoljnu računarsku moć širokom krugu korisnika koji nemaju potrebe za moćnim mašinama – *mainframe* i super računarima. Mikroprocesori se ne koriste samo u računarima opšte namene, nego se ugrađuju u brojne uređaje, automobile i sve veću listu drugih proizvoda.

Umrežavanje računara povećalo je vrednosti i moć računarskog sistema, omogućilo deljenje resursa sa drugim računarima i olakšalo elektronsku komunikaciju sa drugim korisnicima računara. Neke računarske mreže su lokalne za određenu zgradu ili poslovni sistem; druge spajaju korisnike na udaljenim geografskim lokacijama. Globalna svetska mreža – Internet je skup računarskih mreža koje spajaju računare poslovnih sistema, javnih institucija i pojedinaca širom sveta. E-pošta obezbeđuje za stotine miliona ljudi trenutne web kapacitete. Sa web pretraživačima, isti Internet korisnici imaju pristup milionima web stranica na WWW. Web je distribuirana mreža međusobno povezanih multimedijalnih dokumenata, zasnovana na HTTP protokolu. Web je postao vitalni centar e-trgovine i drugih oblika e-poslovanja i zabave.

Računari i IKT su promenili svet brzo i nepovratno, čineći život lakšim i produktivnijim. Aplikacije personalnih računara kao što su procesori teksta, *spreadsheets*, grafika, multimedija i baze podataka, postaju sve popularnije kod individualnih korisnika. Rastuće tehnologije kao što su veštačka inteligencija nude neslućene mogućnosti za nove aplikacije. Međutim, računari i Internet tehnologije istovremeno ugrožavaju privatnost, bezbednost i potencijalno način života savremenog čoveka. Ulaskom u informaciono doba deljenja znanja i integracije sistema, budućnost čoveka zavisice od sposobnosti razumevanja i korišćenja računara na produktivan i pozitivan način.

1.10. KLJUČNE REČI

Analitical Machine (Analitička mašina) - mašina (C. Babbage) dizajnirana da izvršava kompleksne proračune bilo kog računa sa tačnošću do 20 cifara, ali nikada nije izgrađena; predstavlja prvi pokušaj izrade digitalnih računara, a programirala se pomoću bušenih kartica.

Application Program (Aplikativni program) - alat koji omogućava primenu računara za specifične namene i čini savremeni računar fleksibilnim za obavljanje različitih zadataka.

Firmware - hibridna simbioza hardvera i softvera, gde se softver ne može menjati i reprogramirati (npr. EPROM).

Computer hardware (Hardver računara): opipljive fizičke komponente računarskog sistema.

Integrated circuit (Integrirano kolo) - silicijumski čip sa stotinama hiljada integriranih tranzistora i drugih elektronskih elemenata (dioda, otpornika, kondenzatora,...).

Internet: globalna svetska WAN mreža brojnih LAN, MAN i WAN mreža.

Intranet: organizacijska mreža zasnovana na Internet tehnologiji.

Computer output (Izlaz računara) - svi interfejsni uređaji između CPU i korisnika koji transformišu računarske izlaze u oblik čitljiv za korisnika, drugi računar, uređaj ili izvršnu mašinu.

Laptop računar: prenosni računar namenjen za terenski rad, sa autonomnim baterijskim napajanjem i performansama gotovo identičnim desktop računarima.

Mainframe računar: računar povećanih performansi za konkurentan rad više učesnika, namenjen za velike organizacije i sa terminalima za učitavanje/ isčitavanje podataka bez procesora (dumb).

Micro computer (Mikro računar) - istorijska kategorija računara, koja se danas odnosi na brojne tipove personalnih računara (desktop, laptop, palmtop, iPod, iPhone,...).

Microcomputer revolution (Mikroračunarska revolucija) - nastala u računarskoj tehnologiji razvojem mikroprocesora početkom 1970-tih, zahvaljujući visokom stepenu integracije elemenata u silicijumskom čipu.

Moor law (*Moor*-ov zakon) - Intelov suosnivač Gordon E. Moore 1965; opisuje trend u istoriji razvoja računarskog hardvera - broj tranzistora u IC raste eksponencijalno, udvostručavajući se i povećavajući procesorsku snagu svakih 18 meseci po istoj ceni čipa.

Network computer (Mrežni računar) - računar dizajniran da funkcioniše kao mrežni terminal, interfejs-kapija (gateway) za povezivanje na Intranet i Internet, gde se nalaze svi računarski resursi; ima više naziva - NCs, tanki klijenti, mrežni PC i Windows terminal.

Designated computer (Namenski računar) - kategorija računara namenjenih za specifične aplikacije (npr., ugrađeni računari, grafički dizajn) sa prilagođenim specifičnim performansama.

Notebook computer (prenosivi računar) - opšti naziv za prenosne računare od laptopa do džepnih računara.

Personal Digital Assistant (Personalni digitalni pomoćnik) - (PDA) priručni računar namenjen za personalnu upotrebu, sa Internet pretraživačem i touch screen ulazno/izlaznim interfejsom.

Data (Podatak) - deo informacije koji sam za sebe ne donosi novo znanje korisniku.

Handheld computer (Priručni računar) - palmtop, handheld ili PDA računar malih dimenzija namenjen za ličnu upotrebu.

Program – softverski proizvod, neopipljivi deo računarskog sistema koji štiti korisnika od kompleksnosti računara i upravlja radom hardvera; deli se u tri glavne kategorije: sistemskih, aplikativnih i kompajlerskih programa.

High Performance Computer (Računar visokih performansi) - super računar sa velikom brzinom rada, primarnom i sekundarnom memorijom i specifičnom RISC arhitekturom koja obezbeđuje visoke performanse računara za masovne proračune.

Workstation (Radna stanica) - računar sa boljim performansama od personalnog računara, namenjen za individualne korisnike (istraživače, naučnike, inženjere u razvoju) koji rešavaju zahtevne zadatke.

Server - moćniji računar od personalnog (PC) desktop računara namenjen tipično za lokalne mreže klijent-server tipa, sa resursima koje deli više klijenata u mreži.

Embaded computer (Ugradivi računar): centralna procesorska jedinica (CPU) ugrađena u neki predmet, mašinu ili alat, čiji izlaz predstavlja pogonsku funkciju tog objekta.

Computer Input (Ulaz računarskog sistema) - svi interfejsni uređaji (tastatura, miš, audio, video ulazi) između korisnika i CPU koji transformišu ulazne informacije u oblik čitljiv za računar – binarne podatke.

Time-sharing (Vremensko deljenje resursa) - standardna funkcija kod mainframe, serverskih i savremenih PC računara, koja omogućava da se nekoliko programa prividno izvršava u isto vreme (simultano) i konkurentan rad više korisnika; zahteva da računar prekine tekući zadatak u CPU, dobrovoljno ili hardverski (*hardware interrupt*).

Web browser (Web pretraživač) - aplikativni program namenjen za pretraživanje web stranica na Internetu, koji radi sa standardnim HTTP protokolom.



PITANJA ZA PONAVLJANJE

- Pod kojim nazivom je poznat prvi računar od 4000 godina pre nove ere?
- Kako se zove tvorca prvog računara iz XIX veka (analitička mašina)?
- Kako se zove britanski matematičar, koji je definisao principe modernih računara, tvorca je algoritama i dekriptera?
- Ko je patentirao unos podataka na bušenim karticama za elektromehanički računar, korišćen za popis stanovništva u SAD 1890 godine?
- Koji je naučnik XX veka definisao računar opšte namene, koji ima ulaz, izlaz, kontrolnu i aritmetičku logiku i memoriju?
- Koje su osnovne funkcije računarskog sistema?
- Koje su osnovne kategorije softvera?
- Koje su osnovne karakteristike računara prve generacije?
- Koje su osnovne karakteristike računara druge generacije?
- Koje su osnovne karakteristike računara treće generacije?
- Koje su osnovne karakteristike računara četvrte generacije?
- Šta označava skraćenica GUI?
- Koje komponente GUI je Macintosh uveo 1984?
- Koja imena su imali Windows OS u toku razvoja?
- Koje su osnovne karakteristike *Mainframe* računara?
- Koje su osnovne karakteristike super računara?
- Šta su serveri?
- Koje su osnovne namene personalnih računara?
- Navedite osnovne tipove prenosivih računara?
- Za šta su namenjeni ugradivi računari?