



OSNOVE INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA

**Doc. dr Dragan Vučković
Dr Bratislav Blagojević**

Beograd, 2025.

Izdavači

ALFA BK Univerzitet
Paljmira Toljatija 3, Beograd

Za izdavača

prof.dr Jovan Veselinović

Recenzenti

prof. dr Dejan Rančić
prof. dr Petar Spalević

Štampa 3D+, Beograd

Tiraž 30

ISBN: 978-86-6461-083-4

SADRŽAJ

Predgovor:.....	10
1. UVOD.....	14
1.1. Informacija i njeni resursi.....	16
1.2. Istorijat razvoja računarske tehnologije.....	18
1.2.1. Prapočetak.....	18
1.2. Računari generacije 1945-1955.....	20
1.3. Druga generacija računara.....	24
1.4. Treća generacija računara.....	26
1.5. Četvrta generacija računara.....	28
1.6. Peta generacija – hiper razvoj.....	29
1.7. Istorijat razvoja mikroprocesora i mikroracunara.....	29
1.8. Budućnost razvoja mikropcesora.....	31
1.8.1. Nanotehnologija.....	31
1.9. Razvoj računarske tehnoologije kod nas.....	33
2. UVOD U TEORIJU INFORMACIJA.....	36
2.1. BULOVA ALGEBRA.....	37
2.2. Prenos podataka i informacija.....	42
2.2.1. Znak i informacija.....	43
2.3. Informacija kao resurs.....	43
2.3.1. Podaci, informacije i znanje.....	45
2.3.1.1. Podaci:.....	45
2.3.1.2. Informacije:.....	48
2.3.1.3. Znanje.....	49
2.4. Upravljanje informacijama.....	51
2.5. Operaciona podrška procesiranja informacijama.....	52
2.5.1. Podrška za unapređivanje znanja.....	53
2.5.1.1. Sistemi za upravljanje znanjem.....	53
2.5.2. Sistemi za podršku menadžmentu – MIS.....	54
2.5.3. Automatizovana kancelarija -OAS.....	55
2.5.4. Upravljanje dokumentima.....	56
2.5.5. Softver za OAS.....	57
2.5.5.1. Hardver za OAS.....	58
2.5.5.2. Osnovne faze obrade podataka.....	58
2.6. EKSPERTNI SISTEMI.....	59

2.6.1. Sistemi za podršku odlučivanju (DSS).....	61
2.6.2. Proces donošenja odluka.....	62
2.6.3. Softverski DSS alati i paketi.....	63
2.6.4. Integracija ES I DSS.....	63
2.7. KIBERNETIKA, INFORMATIKA I RAČUNARSTVO.....	64
2.7.1. Kibernetika kao nauka.....	66
2.7.2. Osnove upravljanja sistemima.....	67
2.7.3. Vizuelizacija objekta.....	68
2.7.3.1. Funkcija prenosa sistema.....	69
2.8. TEORIJA (INFORMACIONIH) SISTEMA.....	70
2.9. Pojam informatike, entropije, informacija, podataka.....	73
2.10. Osnovi teorije upravljanja.....	75
2.11. Osnovi teorije informacija i komunikacija.....	76
2.12. Klasifikacije informacionih sistema.....	77
2.12.1. Informacioni sistemi – pojam.....	82
2.12.2. Komponente IS-a.....	82
2.12.2.1. Osnovne funkcije i aktivnosti informacionih sistema.....	83
2.12. 3. Vrste IS.....	84
2.12.3.1. Sistemski pristup IS-u.....	85
2.12.4. Inicijalno upravljanje informacionim sistemom.....	86
2.12.4.1 Razvojni činioci IS.....	87
2.12.5. Integralni IS.....	87
2.12.6. Organizacija i zadaci informacionog centra.....	88
2.12.7. Uloga kadrova u razvoju IS.....	89
2.12.8. Određivanje potreba IS-a.....	89
2.12.9. Planiranje IS arhitekture.....	89
2.12.10. Poslovne vrednosti IS.....	90
3. HARDVER RAČUNARA.....	91
3.1. MIKROPROCESOR.....	94
3.1.1. Struktura procesora.....	95
3.1.2. Mašinski jezik procesora.....	96
3.1.3. Razvoj mikroprocesora - μ P.....	97
3.1.4. Primena μ -procesora.....	99
3.1.6. Multiprocesiranje.....	101
3.1.6.1. Izbor arhitekture multiprocesorskog sistema.....	103

3.7. Dva glavna pravca u razvoju mikroprocesora.....	105
3.8. Unutrašnja organizacija mikroprocesora.....	106
3.8.1. MIKROPROCESOR Intel 8086.....	106
3.8.1.1. Registri.....	106
3.8.1.2. Segmentni registri.....	106
3.8.1.4. Registri podataka u mikroprocesoru.....	107
3.8.1.5. Pokazivački i indeks registri.....	108
3.8.1.6. Statusni registar.....	108
3.8.1.7. Izvršenje naredbi u mikroprocesoru.....	109
3.9. MEMORIJA.....	112
3.9.1 ROM memorija (Read only memory).....	112
3.9.1.1. ROM.....	113
3.9.1.2.PROM.....	113
3.9.1.3. EPROM.....	113
3.9.1.4. EEPROM.....	114
3.9.2. RAM memorija.....	114
3.9.2.1. Statički RAM.....	115
3.9.2.2. Dinamički RAM.....	115
3.9.2.3. SIMM moduli.....	117
3.9.2.4. DIMM moduli.....	118
4. PERIFERIJSKI UREĐAJI RAČUNARA.....	121
4.1. TASTATURA I MIŠ.....	121
4.2. HARD DISK.....	121
4.3. Flopi disk.....	123
4.4. CD ROM.....	123
4.4.1. USB FLEŠ kartice.....	123
4.5. Grafički adapter.....	124
4.6. DVD tehnologija.....	124
4.6.1. DVD formati.....	124
4.7. Modemi.....	125
4.7.1 Tipovi modema.....	126
4.7.2. Eksterni modemi.....	126
4.7.3.Interni modemi.....	126
4.7.4. Multimedijalni modemi.....	127
4.8. Mrežna kartica.....	128

4.9. Kontroleri.....	128
4.10. SKENERI.....	129
4.10.1. CMOS.....	129
4.10.2. CIS.....	130
4.10.3. BAR COD.....	130
4.10.6.OCR.....	130
4.12. ŠTAMPAČI.....	132
4.12.1. Istorijat razvoja štampača.....	132
4.12.2. Podela štampača.....	133
4.12.3. Matrični štampači.....	134
4.12.4. Laserski štampač.....	136
4.12.5. Monohromatski laserski štampači.....	136
4.13. 3D štampači.....	139
4.13.1. Inkjet 3D štampa.....	140
4.13.2. Fused Deposition Modeling (FDM).....	141
4.13.3. Stereolitografija.....	141
4.13.4. Selective Laser Sintering (SLS).....	142
4.13. Monitori.....	143
4.14.3. Brzina osvježavanja (Refresh Rate).....	144
4.14. LCD monitor.....	144
4.15.1. LCD (liquid crystal display) monitor.....	145
4.16. OLED TEHNOLOGIJA.....	148
4.17.1. Kako OLED radi ?.....	148
4.18. Apple Watch.....	149
5. PROGRAMIRANJE.....	150
5.1. Koraci u programiranju.....	150
5.1.1. Analiza problema.....	151
5.1.2. Kreiranje algoritma.....	151
5.1.3. Pisanje programskog koda.....	151
5.1.3.1. Unos programa u računar i testiranje programa.....	151
5.2. Elementarne algoritamske strukture.....	152
5.2.1. Primeri algoritma.....	154
5.2.3. Osobine algoritma.....	154
5.2.4. Elementi algoritma.....	155
5.2.5. Podela prema oblastima rada.....	156

5.2.6. Dijagrami.....	156
5.2.7. Pseudokod algoritma.....	156
5.2.8. Linijska struktura algoritma:.....	157
5.2.9. Razgranata struktura algoritma:.....	157
5.2.10. Ciklična struktura algoritma:.....	158
5.3. Programiranje računara - ASSEMBLER.....	160
5.3.1 Mašinski jezik.....	160
5.3.2. Asemblerski jezik.....	160
5.3.3. Instrukcijski operandi.....	161
5.3.4. Osnovne instrukcije u asmbleru.....	161
5.3.5. Direktive u assembleru.....	162
5.3.6. Ispravljanje grešaka (debugging).....	162
6. SOFTVER - OPERATIVNI SISTEMI.....	163
6.1. Šta je operativni sistem ?.....	163
6.1.1. Razvoj tehnologije mikroprocesorskog upravljanja računarima.....	164
6.1.2.Hardverski preduslovi za primenu operativnih sistema.....	164
6.1.3.Definicija i funkcije operativnog sistema.....	166
6.1.3.1.Struktura operativnog sistema.....	168
6.1.4.Karakteristike operativnih sistema.....	172
Sl. 6.7. Izgled platforme WIN 10.....	175
6.2.1. Dizajn operativnog sistema.....	175
6.3. OS ANDROID.....	176
6.3.2.Bezbednost ANDROID OS.....	182
6.4. OPERATIVNI SISTEM LINUX.....	183
6.6. VEŠTAČKA INTELEGENCIJA.....	186
6.6.1. Osnovni pojmovi veštačke inteligencije.....	187
6.6.2. Delovi veštačke inteligencije.....	188
6.6.2.1. Učenje.....	188
6.6.2.2. Modeliranje simbolima.....	189
6.6.2.3. Heuristika.....	189
6.6.2.4. Rešavanje problema.....	189
6.6.2.5. Integracija.....	190
6.6. 3. Glavni pravci u razvoju veštačke inteligencije.....	191
7. BAZE PODATAKA.....	193
7.1. Čuvanje ili skladištenje baze podataka.....	194

7.2. Sistemi za upravljanje bazom podataka.....	196
8. INTERNET.....	199
8.1. Istorijat nastanka INTERNETA.....	200
8.2. Struktura interneta.....	201
8.4. Internet datagram.....	205
8.5. ISP- Internet posrednik (provajder).....	207
8.9. Portovi.....	209
8.10. Internet adresiranje.....	210
8.11. Korisničko ime (User Name).....	210
8.12. URL adrese.....	211
8.13. E-mail.....	211
8.16. HTML- Hypertext Markup Language.....	213
8.17. WEB sajt.....	214
8.18. World Wide Web (WWW).....	215
8.19. Pristup internetu.....	216
LITERATURA.....	217
O autorima:.....	224
Dr. Bratislav Blagojević.....	224
Doc. dr. Dragan Vučković.....	224

1. UVOD

Današnji savremeni svet je nezamisljiv bez informacione tehnologije. Većina ljudi će morati da je koristi a naročito oni koji će upravljati složenim sistemima, firmama, društvima i narodima. Upravo ova knjiga je doprinos trendu savremenog korišćenja najnovijih informaciono-komunikacionih servisa i usluga pre svega menadžera i poslovnih – ljudi koji svojim delovanjem menjaju sliku sveta. Oni koji ne budu bili menadžeri u svom poslu moraće da koriste IKT tehnologije i sisteme na tzv .poslovnom nivou ili nivou krajnjih korisnika. Svedoci smo dinamičnog razvoja korišćenja e-uprave u Srbiji u zadnjih nekoliko godina. Sve je veći broj građana koji putem ICT servisa komuniciraju sa državnim aparatom i ostvaruju svoja građanska prava.

Tehnologije iz oblasti Informaciono-komunikacionih sistema su danas veliki deo svetskog znanja uopšte. IKT je multidisciplinarna strukturalna nauka koja u sebi sadrži desetak naučnih oblasti. Zadatak ove knjige je opšte sagledavanje problematike i objašnjenje osnovnih pojmova bez kojih je nemoguće sveobuhvatno sagledavanje naše tehnološke budućnosti kako u domenu privrede tako i u domenu korišćenja odnosno specijalizovanih IKT usluga.

Informaciono komunikacione tehnologije se u principu sastoji iz tri velike oblasti:

Informatika (*en.information technology*) je nauka koja se bavi strukturiranjem, obradom i prenosom **informacija**.

Računarstvo (*en.computer science*) je nauka koja se bavi računarskim **hardverom**, **softverom**, kao i **teorijom računanja** i njegovom primenom.

Telekomunikacije (*en. telecommunictions*) su oblast ljudske delatnosti koja se bavi prenošenjem poruka između dva ili više korisnika na udaljenim mestima, obično putem **električnih** i svetlosnih signala.

Poslovne kompanije i druge vrste organizacija i pojedinci u savremenom društvu, zavise od informaciono-komunikacionih tehnologija i sistema za upravljanje svojim operacijama i delovanjima, održavanje kompetitivnosti na tržištu, ponudu različitih usluga i unapređivanje ličnih sposobnosti i kapaciteta. Za primer, moderne korporacije zavise od računarskih informacionih tehnologija i sistema da bi procesirale svoje finansijske račune i poslovne transakcije. Upravljanje resursima lokalne uprave zavise od informaciono-komunikacionih tehnologija i sistema za ponudu osnovnih usluga svojim građanima, pojedinci koriste informacione sisteme da bi unapređivali svoja znanja za kupovinu upravljanje bankarskim računima i transakcijama kao i za različite finansijske operacije.

Robotizovana proizvodnja savremenih preciznih mašina, kao i nadolazeća tzv. nano¹ tehnologija nezamislive su bez savremenih brzih i „pametnih,, mikroračunara i super-računara. Pojam veštačka inteligencija je sve prisutniji u običnoj konverzaciji poslovnih ljudi i stručnjaka u ovoj oblasti.

Veštačka inteligencija (*engl. artificial intelligence*, skr. **AI**, takođe **VI**) je podoblast **računarstva**. Cilj istraživanja veštačke inteligencije je razvijanje programa (**softvera**), koji će omogućiti računarima da se ponašaju na način koji bi se mogao okarakterisati inteligentnim. Prva istraživanja se vežu za same korene računarstva. Ideja o stvaranju mašina koje će biti sposobne da obavljaju različite zadatke inteligentno, bila je centralna preokupacija naučnika računarstva koji su se opredijelili za istraživanje veštačke inteligencije tokom cele druge polovine **XX veka**.

¹**Nanotehnologija** kao inženjerska disciplina, odnosi se na tehnike i **proizvode** koji uključuju strukture nanometarskih dimenzija, u rangu od 1 do 100 **nanometara**, a naročito one koje transformišu **materiju**, **energiju** i **informaciju**, upotrebom nanometarskih komponenti sa precizno definisanim **molekularnim** osobinama

Danas, istraživanja u veštačkoj inteligenciji su orijentisana na **ekspertne sisteme**. Veštačka inteligencija kao pojam u širem smislu, označava kapacitet jednog veštačkog entiteta za realizovanje funkcija koje su karakteristika ljudskog razmišljanja. Mogućnost razvoja sličnih entiteta je budila interesovanje ljudi još od antičkog doba: ipak, tek u drugoj polovini **XX veka** takva mogućnost je dobila prva oruđa (**računare**), koja otvaraju put za taj poduhvat. ^[1]

Napretkom moderne nauke, istraživanje *VI* se razvija preko dva osnovna smjera: **psihološka** i **fiziološka** istraživanja prirode ljudskog uma, i tehnološki razvoj sve složenijih **informatičkih** sistema.

U tom smislu, pojam *VI* se prvobitno pripisao sistemima i **računarskim programima** sa kapacitetom realizovanja složenih zadataka, simulirajući funkcionisanje ljudskog razmišljanja, iako i dan danas, prilično daleko od cilja. U toj sferi, najvažnije oblasti istraživanja su procesovanje informacija, prepoznavanje modela različitih oblasti saznanja, igre i primjenjene oblasti, kao **medicina**, na primer. Brzina razvoja informacione tehnologije i proizvodnje čipova na nano nivou omogućava izuzetno brzo pretraživanje ogromnih baza PODATAKA koje postaju u nekom smislu baza ZNANJA

Neke oblasti današnjih istraživanja procesovanja informacija se koncentrišu na programe koji nastoje osposobiti računar za razumevanje pisane i verbalne informacije, stvaranje rezimea, davanje odgovora na određena pitanja ili redistribuciju podataka korisnicima zainteresovanim za određene delove tih informacija.

Istraživanja su pokazala da, dok je probleme strukture logike jezika odnosno njegove sintakse moguće rešiti programiranjem odgovarajućih algoritama, problem značenja ili semantike, je mnogo složeniji i ide u pravcu prave veštačke inteligencije

Osnovne tendencije danas, za razvoj sistema *VI* predstavljaju: razvoj **ekspertnih sistema** i razvoj **neuronskih mreža**. Učenje na nivou mašinskog jezika postaje trend. Ekspertni sistemi pokušavaju reprodukovati ljudsko razmišljanje preko **simbola**.

Neuronske mreže to rade više iz **biološke** perspektive (rekreiraju strukturu ljudskog mozga uz pomoć **genetskih algoritama**).

Mnogi naučnici su skeptici prema mogućnosti razvijanja istinske *VI*. Funkcionisanje ljudskog razmišljanja, još uvijek nije dublje poznato, iz kog razloga, **informatički dizajn** inteligentnih sistema, će još duži vremenski period biti u suštini onesposobljen za predstavljanje tih nepoznatih i složenih procesa.

Istraživanja u *VI*, su fokusirana na sledeće komponente inteligencije: učenje, razmišljanje, rešavanje problema, percepcija i korišćenje jezika.

1.1. Informacija i njeni resursi

U metodološkom smislu analiza sistema pa i informacionog mora dakle krenuti (pored misije i ciljeva sistema) od okruženja u kome sistem deluje i njihove interakcije. "Open" sistemi nisu dakle samo novi teorijski i konceptualni postulati informacionih, već i svih organizacionih i drugih sistema. Kao i u drugim sistemima i ovde je pristup top down.

Uzimajući u obzir konstataciju da svet u kome živimo i u kome deluju organizacioni, poslovni (kao deo organizacionih) i konačno informacioni sistemi karakteriše izuzetan naučno tehnološki razvoj, mnogi stručnjaci i autori danas to ukupno okruženje nazivaju "informacijsko društvo". Ovim se želi naglasiti nekoliko njegovih bitnih i važnih elemenata:

- niz kvalitativnih razlika u odnosu na bivše "industrijsko društvo",
- informatička progresija u svim sektorima privredivanja,

- sve veći značaj same informacione tehnologije, koja je sada oko 80% ukupne savremene tehnologije,
- dinamički razvoj novih naučnih disciplina i naučne metodologije,
- ubrzana dinamika promena u sistemima i njihovom okruženju.

Imajući u vidu brojnu stručnu i obilnu literaturu u kojoj su opisana i detaljno argumentovana sva navedena obeležja, ovde ih nećemo ponavljati, pa pominjemo samo najvažnije (i prve) teoretičare "postindustrijskog" društva: *A. Tourain, D. Bell, Z. Brzinski* i kasnije dominantno prihvaćenog termina "informacionog" društva: *Porat, Parker, Cahwell* i drugi.

Upotreba pojma „**informacionog društva**„ počela se upotrebljavati sredinom šezdesetih godina u vezi sa razradom teorije postindustrijskog društva. Bez namere da se ide u detalje ipak treba reći da se radi o teoriji prema kojoj se razvoj društva ne objašnjava dosledno na osnovu proizvodnih odnosa i oblika vlasništva, nego na osnovu raznih kombinacija tehničko-organizacionih i društveno-ekonomskih faktora. (npr. kod *Brzeinskog*.)

Informatizacija je proces primene informacione tehnologije na osnovu koje dolazi do integracije materijalno-energetskih i informacionih procesa, do aktiviranja informacionih izvora i do povećanja njihove uloge u životu društva i pojedinca. Informatizacija je kvalitativna promena u materijalno-tehničkoj osnovi društva i ima jak i dugoročan uticaj na sve sfere ljudske delatnosti.

Informatizacija jako utiče na postojeću podelu rada i mesto čoveka u proizvodnji. Prividno ga oslobađa od direktnog učešća u proizvodnom procesu, otvara mu prostor za stvaralački rad i stvara uslove za uklanjanje razlika između fizičkog i umnog rada, između izvršnog i upravljačkog rada i između radnog i slobodnog vremena. Uvođenje informacione tehnologije u proizvodnju vodi ka integraciji opreme za prenos i obradu informacija sa opremom koja transformiše materijalno-energetske procese. Proizvodna oprema tako postaje informacionom opremom sposobnom da prima i obrađuje ne samo materijalne, nego i informacione ulaze. Tako dolazi do nove sinteze informacionih i energetskih procesa na bazi informacione tehnologije.

Integracija energetskih sa informacionim procesima nije nova pojava.

Ona je uvek bila neizbežni sastavni deo proizvodnje. Razlika je u tome što ju je u prošlosti obezbeđivao čovek, a danas ovu funkciju preuzima informaciona tehnologija. Pogledajmo samo primer tzv. solarne tehnologije dobijanja električne energije koja osim tehnologije pretvaranja sunčeve energije u električnu (savremenim poluprovodnicima) mora imati sofisticiranju elektroniku (mikroračunarski kontroler) koje se optimizuje i čuva prikupljena kontrolisana energija sunca. Ovim se udeo čoveka u produktivnoj sferi sve više pomera u pravcu stvaranja informacija.

Uticaj informacione-komunikacione tehnologije je danas bezgraničan. Nema oblasti života gde informaciona tehnologija nije našla svoje generičko mesto.

U periodu informatizacije raste značaj vlasništva nad informacijama. Za razliku od drugih dobara, s tačke gledišta vlasništva, informacija ima određene specifičnosti, naprimer troškovi njenog umnožavanja su minimalni pa zato jedna te ista informacija može biti vlasništvo velikog broja korisnika. Problemi se javljaju su izraženiji u delu kupovine i prodaje softvera.

Spomenimo samo za primer tzv. prodavce „digitalnog sadržaja„ koje svakodnevno srećemo u aplikativnoj interakciji putem mobilnih telefona.

Za proizvode materijalne proizvodnje, nasuprot računarskoj tehnologiji radi se jednoznačno o pomeranju vrednosti od prodavca prema kupcu za odgovarajuću novčanu nadoknadu. U slučaju prodaje softvera, stvoreni proizvod ostaje i dalje kod prodavca, a istovremeno postaje i vlasništvo kupca. Pitanje je kako izračunati vrednost softverskih proizvoda u stvaranju dohotka. O ovom problemu postoje i pravno-zakonske dileme naročito kod tzv. procesa javnih nabavki i nadogradnji informaciono-komunikacionih sistema.

Sve ovo dokazuje da informatizacija utiče i na ekonomsko-pravnu-teorijsku misao.

1.2. Istorijat razvoja računarske tehnologije

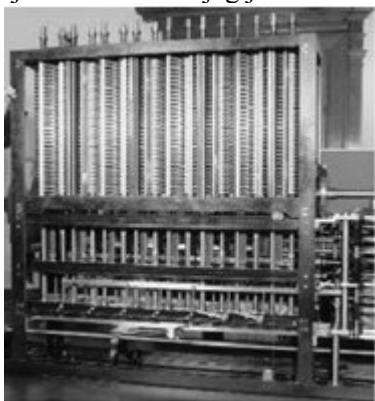
Kao i svaka istorija, istorija razvoja elektronskih digitalnih računara ima svoju praistoriju, tj. pojavi savremenih računara prethodili su mnogi pokušaji da se napravi nekakva mašina sposobna da izvodi jednostavnije ili složenije računске operacije. U ovoj glavi ćemo izvršiti kratak pregled, kako tih "praistorijskih" pokušaja, tako i pregled razvoja različitih generacija računara.

1.2.1. Prapočetak

Ne uzimajući u obzir različita ručna računska sredstva, poput različitih vrsta računaljki i abakusa koji su se javili još u starom veku, možemo reći da je prvu računsku mašinu napravio 1642. godine poznati francuski matematičar i fizičar Blez Paskal (*Blaise Pascal, 1623-1662*). Paskalova mašina je bila u potpunosti mehanička i koristila je zupčanike a pokretala se okretanjem ručice. Ta mašina je mogla da izvodi jedino operacije sabiranja i oduzimanja. Trideset godina kasnije je slavni nemački matematičar Lajbnic (*Gottfried Wilhelm von Leibnitz, 1646-1716*) napravio računsku mašinu koja je, osim sabiranja i oduzimanja, mogla da izvršava i operacije množenja i deljenja. Naravno da je i ova mašina bila u potpunosti mehanička i nije donela nikakvu novinu u tehnologiji, ali ipak predstavlja ekvivalent jednostavnog džepnog kalkulatora 300 godina pre pojave džepnih kalkulatora kakve danas koristimo.

Na ovom polju se ništa nije dešavalo narednih 150 godina, sve dok Čarls Bebidž (*Charles Babbage, 1792-1871*), profesor matematike na Univerzitetu Kembridž, nije izumeo diferencijalnu mašinu. Ova, takođe mehanička mašina, je mogla samo da sabira i oduzima, a koristila se za izračunavanje tablica u pomorskoj navigaciji. Mašina je projektovana tako da je izvršavala uvek isti algoritam, metod konačnih razlika korišćenjem polinoma. Najinteresantnija karakteristika diferencijalne mašine je njeno rešenje izlaza. Rezultati su upisivani na bakrenu ploču pomoću čeličnih kalupa. Na izvestan način, upotrebljeni metod je nagovestio kasniju primenu *write-once* medijuma, kao što su bile bušene kartice i prvi optički diskovi.

Mada je diferencijalna mašina radila prilično dobro, Bebidž se nije zadovoljavao računskim sredstvom koje je moglo da izvršava samo jedan algoritam. Ubrzo je počeo da troši, za ono vreme, sve veće i veće sume sopstvenog kao i veliku svotu vladinog novca, na projekat i konstrukciju naslednika diferencijalne mašine kojeg je nazvao **analitička mašina**.



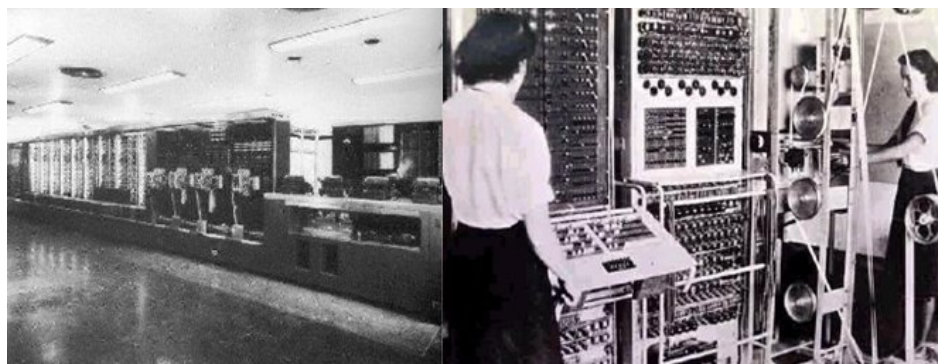
Sl. 1.1. Diferencijalna mašina

Analitička mašina se može smatrati prvim mehaničkim programabilnim računarom. Ona je imala četiri dela: memoriju, jedinicu za izračunavanje, ulaznu i izlaznu jedinicu zasnovane na principu bušenih kartica (naravno, sa odgovarajućim čitačem i bušačem kartica). Memorija je bila kapaciteta 1000 reči od po 50 decimalnih cifara i služila je za smeštanje promenljivih i rezultata. Jedinica za izračunavanje je mogla da prihvati operande iz memorije, da ih sabira, oduzima, množi ili deli, da vrati rezultat u memoriju. Kao i diferencijalna, i analitička mašina je bila u potpunosti mehanička.

Veliki napredak u odnosu na diferencijalnu mašinu sastojao se u tome što je analitička mašina bila računar opšte namene. Instrukcije su se čitale sa bušenih kartica i izvršavale. Analitička mašina je bila

programabilna, potreban je bio softver, a samim tim i programer. Bebidž je za taj posao najmio ženu po imenu Ada Avgusta Lovelas, inače kćerku lorda Bajrona. Gospođa Ada je tako prvi programer na svetu i njoj u čast je **programski jezik Ada** dobio ime (naročito zbog činjenice, što je naknadno utvrđeno, da su svi programi koje je ona napisala bili korektni). Na žalost, Bebidž nikada nije do kraja realizovao analitičku mašinu zbog njene komplikovane mehaničke konstrukcije i nesavršenosti tehnologije devetnaestog veka. Ipak, njegov rad ima veliki značaj, s obzirom da imoderni računari imaju sličnu strukturu, pa se može reći da je Bebidž praotac modernih digitalnih računara.

U to vreme su sva pomenuta računaska sredstva bila mehanička, za praktične početke razvoja električnih računara uzimaju se tridesete i četrdesete godine XX veka. Prvi veliki korak u razvoju ovih mašina načinio je nemački student tehnike Konrad Zuse koje je tokom tridesetih godina napravio niz automatskih računskih mašina zasnovanih na tehnologiji elektromagnetnih releja. Interesantno je to da Zuse nije bio upoznat sa Bebidževim radom. Njegove mašine su uništene u bombardovanjima tokom II svetskog rata, tako da one nisu uticale na dalji razvoj u ovoj oblasti. Ipak, Zuse je jedan od pionira na ovom polju. Nešto kasnije su Džon Atanasov (John Atanasoff) sa Ajova Stejt Koledža i Džordž Stibic (George Stibbitz) iz Belovih Laboratorija projektovali kalkulatore. Atanasovljeva mašina je bila jako napredna za ono vreme. Koristila je binarnu aritmetiku i imala kondenzatore kao memorijske elemente koji su se povremeno osvežavali radi sprečavanja curenja, naelektrisanja. Savremeni dinamički RAM čipovi upravo rade na ovom principu. Međutim, ova mašina nikada nije proradila zbog neodgovarajuće tehnologije ondašnjeg doba.



Sl.1.2. MARK 1 računar sa elektromagnetnim relima

Dok su Zuse, Stibic i Atanasov projektovali automatske kalkulatore, jedan mladić po imenu Huard Ejken (**Howard Aiken**), je napravio prvu mašinu, **Mark I**, 1944. godine na Harvardu. Imala je 72 reči memorije od po 23 decimalne cifre, i ciklus instrukcije od 6 sekundi. Za ulaz i izlaz su korišćene bušene papirne trake.

U vreme kada je Ejken dovršio sledeću mašinu Mark II, elektromagnetni releji bili su prevaziđeni. Počela je era elektronike i era elektronskih digitalnih računara, masovno su korišćene tzv. elektronske vakumske cevi.

Sl. 1.3. Elektronske cevi



1.2. Računari generacije 1945-1955.

Podsticaj za ubrzani rad na elektronskim računarima bio je II svetski rat. Tokom jednog dela rata nemačke podmornice su pravile pustoš među britanskim brodovima. Komande i podaci o kretanju savezničkih brodova bili su slati iz Berlina putem radio veze. Naravno da su Britanci mogli da prisluškuju te radio poruke, ali je problem bio što su one bile šifrovane pomoću uređaja koji se zvao **ENIGMA** (interesantno je da je preteča ove mašine bio uređaj koji je konstruisao pronalazač amater Tomas Džeferson (*Thomas Jefferson*) - bivši predsednik SAD). Još na početku rata je britanska obaveštajna služba uspela da nabavi jedan primerak mašine ENIGMA, ali da bi se vršilo dešifrovanje, potrebno je bilo vršiti veliki broj izračunavanja, a sve je to moralo da bude obavljeno vrlo brzo pošto se radio poruka uhvati. Englezi su oformili tajnu laboratoriju gde je napravljen elektronski računar nazvan **COLOSSUS**.

U projektovanju mašine učestvovao je i čuveni engleski matematičar Alen Tjuring (*Alan Turing*). COLOSSUS je proradio 1943, ali zbog tajnosti podaci o ovom projektu ostali su tajna narednih desetak godina, te COLOSSUS predstavlja slepo crevo, obzirom da nije uticao na razvoj drugih elektronskih računara. Ipak, bio je to prvi elektronski računar.

Rat je ubrzavao rad na sve složenijim računskim mašinama kako u Evropi tako i u SAD. Vojska SAD je, za potrebe izračunavanja elemenata artiljerijskog gađanja tražila razvoj kalkulatora. Već pomenuti Mokli, koji je bio upoznat sa radom Atanasova i Stibica, znao je za potrebu armije za mehaničkim kalkulatorom, ali je predložio izradu elektronskog računara. Predlog je prihvaćen 1943. godine, i Mokli in njegov postdiplomac Ekert (*J. Presper Eckert*) su počeli da rade na elektronskom računaru koga su nazvali **ENIAC** (*Electronic Numerical Integrator And Computer*).



Sl. 1.4. Velika ENIAC računska mašina

Ova mašina se sastojala od 18000 vakuumskih cevi i 1500 releja. ENIAC je bio težak 30 tona izauzimao je veličinu odbojkaškog igrališta. Potrošnja mašine bila je 140kW. Zlonamernici tvrde da se je kvario u proseku svakih sedam minuta (što nije čudo, obzirom na ogromnu disipaciju i upotrebljenu tehnologiju) a za množenje dva broja potrebne su bile 3ms. Što se arhitekture tiče, ENIAC je imao dvadeset registara, a svaki je mogao da sadrži desetocifreni decimalni broj, i to tako što je svaka cifra predstavljena sa po deset vakuumskih cevi.

Programirao se postavljanjem 6000 multipozicionih prekidača a veze između komponenata su bile žičane. Ova mašina je završena 1946. godine kada je bilo prekasno da se upotrebi u svrhu za koju je originalno bila namenjena. Međutim, kako je rat bio završen, *Mokli i Ekert* su organizovali školu sa ciljem da objasne svoj rad kolegama. Ova škola predstavlja početak eksplozije interesovanja za izgradnju velikih računara.

U isto vreme, jedan od učesnika ENIAC projekta, **Džon fon Nojman** (*John von Neumann*) je otišao na Prinstonov Institut za napredne studije da bi radio na sopstvenoj verziji EDVAC-a, koju je nazvao IAS mašina. U vreme kada je počeo da se bavi računarima fon Nojman je bio jedan od najvećih matematičara toga doba. Za njega kažu da je bio genije kalibra Leonarda da Vinčija. Govorio je više jezika, bio je stručnjak za fiziku imatematiku, pamćenje mu je bilo neverovatno. Fon Nojman je došao do

revolucionarnog zaključka da je programiranje računara pomoću velikog broja prekidača i kablova sporo i teško, i da je bolje program predstaviti u digitalnom obliku u memoriji računara.

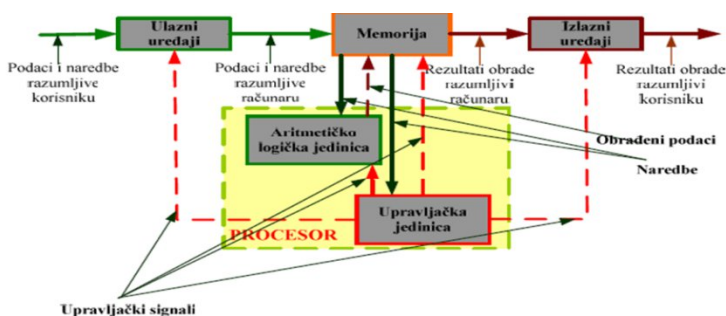
On je takođe shvatio da je, umesto decimalne aritmetike koju je koristio ENIAC, bolje koristiti binarnu aritmetiku (s obzirom da je kod ENIAC-a svaka cifra predstavljena sa po deset vakuumskih cevi od kojih je uvek samo jedna bila upaljena).

Nojmanov princip, poznat kao fon Nojmanova mašina, primenjen je kod prvog računara sa zapamćenim programom EDSAC, i još uvek je osnova za gotovo sve računare i do današnjih dana.

Ova arhitektura, kao i IAS mašina koju je fon Nojman izradio u saradnji sa Hermanom Goldštajnom (*Herman Goldstine*), imala je ogroman uticaj na dalji razvoj računara.

Fon Nojmanova mašina je imala pet osnovnih delova:

- Memoriju,
- Aritmetičko logičku jedinicu,
- Jedinicu za upravljanje programom,
- Ulaznu jedinicu,
- Izlaznu jedinicu



Sl. 1.5 Fon Nojmanov koncept računara

Memorija se sastojala od 4096 reči od kojih je svaka imala 40 bitova. Svaka reč je sadržala ili dve 20-bitne instrukcije ili dva 39-bitna označena cela broja. Osam bitova instrukcije je definisalo operaciju, a preostalih 12 je specificiralo reč u memoriji.

U aritmetičko logičkoj jedinici, preteča savremene CPU (Central Processing Unit) je bio specijalni interni 40-bitni registar nazvan **akumulator**. Tipična instrukcija, na primer, sabira memorijsku reč sa sadržajem akumulatora ili upisuje sadržaj akumulatora u memoriju. Mašina nije imala aritmetiku u pokretnom zarezu, jer je fon Nojman smatrao da će svaki kompetentni matematičar moći da sam odredi poziciju decimalne tačke.

U to vreme, **IBM** je bio mala kompanija koja je proizvodila bušaće kartice i mašine za mehaničko sortiranje kartica (oni su počeli sa proizvodnjom mehaničkih pisaaćih mašina i druge mehaničke kancelarijske opreme, pa otuda i ime kompanije - **International Business Machines**). Iako je **IBM** finansirao

jedan deo projekta Hauarda Ejkena, oni nisu bili naročito zainteresovani za proizvodnju računara sve dok nisu 1953 godine proizveli računar 701.

Dakle, dugo vremena pošto su Ekert i Mokli postali broj jedan na tržištu sa njihovim računarom UNIVAC. Računar 701 je imao 2k 36-bitnih reči sa dve instrukcije po reči. To je bila prva u seriji mašina koje će za samo desetak godina postati dominantne na tržištu računara. Tri godine kasnije, proizveden je 704, koji je imao 4k reči memorije izrađene u tehnologiji magnetnih jezgara, 36-bitne instrukcije, i hardver za izvršavanje operacija u pokretnom zarezu.

A šta se dešavalo sa softverom. Već smo pomenuli način na koji se proramirao ENIAC. Kasnije se počelo sa računarima koji imaju zapamćene programe (EDSAC). U svakom slučaju, jezik na kome se programiralo bio je mašinski jezik - jezik nula i jedinica. Programi na takvom jeziku bili su nepregledne liste redova ispisanih nulama i jedinicama. Pisanje takvih programa bilo je mukotržno, njihovo čitanje još teže, a najgore je bilo pronaći grešku u programu. Uz sve to, mašinski jezici (kako im to iime kaže) su mašini orijentisani: drugi računar - drugi jezik. Takve računare mogli su da programiraju samo oni koji su dobro poznavali njihovu arhitekturu. Vrlo brzo su programeri počeli da razmišljaju o tome kako da svoje programe skrate i učine jasnijim pa su se dosetili da binarne nizove pretvore u brojeve u dekadnom, a kasnije u heksadekadnom brojnem sistemu. Ovo je tek malo smanjilo fizički obim listinga programa, a uvelo je potrebu za prvim rudimentarnim prevodiocima koji su prevodili dekadne, odnosno heksadekadne brojeve, nazad u binarni sistem (računari su još uvek, pa i danas, razumevali isključivo mašinski jezik).

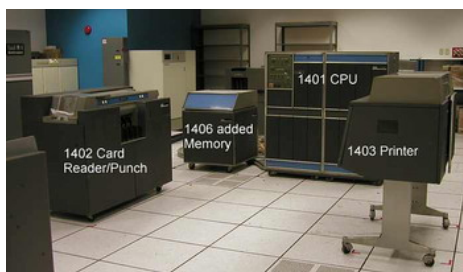
Kada se kaže da računari razumeju samo 0 i 1 onda se misli da se promene unutar sistema dešavaju naponski odnosno strujno tako da postojanje nekog napona (primer + 5 V) je logička 1 dok je nepostojanje napona logička 0.

Nešto kasnije su uvedeni asemblerski jezici, ili jezici II generacije, gde su naredbe predstavljane simboličkim oznakama.

Ovo je dovelo do daljeg smanjenja obima programa, do nešto bolje čitljivosti, ali ido složenijih prevodilaca - asemblera. Međutim, i dalje se radi o mašini orijentisanim jezicima, a odnos broja naredbi mašinskog i asemblerskog jezika je 1:1. O operativnim sistemima nije bilo ni govora. Sve potrebne radnje je uglavnom izvršavao sam operater.

Kako bilo da bilo, era elektronskih digitalnih računara je započela, kao i nezaustavljiv intezivni razvoj na ovom polju. Jedan događaj u naučnom svetu, tek koju godinu pošto je proizveden ENIAC, dovešće, u godinama koje su sledile, do revolucije u oblasti računarstva i, uopšte, elektronike.

1.3. Druga generacija računara



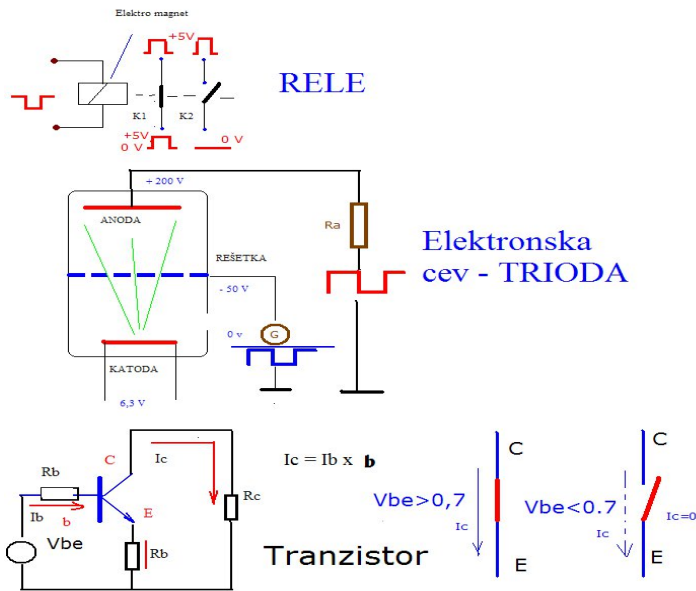
Sl. 1.6. Računar IBM 1440



Tranzistor

Godina 1948. donosi taj revolucionarni pomak. Naime, te godine su trojica stručnjaka, koji su radili za Bell Laboratories, Bardin (**John Bardeen**), Bretejn (**Walter Brattain**), i Šokli (**William Shockley**) izumeli tranzistor, kao elektronski upravljiv prekidač, za šta su 1956. godine dobili Nobelovu nagradu za fiziku. Za samo desetak godina tranzistori su napravili revoluciju u računarskoj industriji, tako da su do

kraja pedesetih vakuumske cevi potpuno izbačene iz upotrebe, bar što se proizvodnje računara tiče. Značajno su smanjene dimenzije računara kao i disipacija snage, dok su brzina i pouzdanost rada znatno povećane. Sa pojavom diskretnih poluprovodničkih komponenti, javljaju se i prva štampana kola.



Sl. 1.7. Tri komponente kao prekidači (rele, el.cev i tranzistor)

Prvi računar sa tranzistorima napravljen je u Linkolnovoju laboratoriji na MIT-u. To je bila 16-bitna mašina poput Whirlwind I. Nazvan je TX-0 (*Transistorized eXperimental computer 0*). Sve to se događalo četiri godine pre pojave PDP-1 računara, pre svega jer su glavni deoničari kompanije DEC smatrali da još ne postoji tržište računara. Stoga je ova kompanija u početku uglavnom proizvodila mala štampana kola.

PDP-1 se konačno pojavio 1961. godine i imao je 4k 18-bitnih reči i ciklus instrukcije od $5\mu s$. Ove performanse su bile upola slabije od IBM 7090, tranzistorizovanog naslednika mašine IBM 709 i najbržeg računara na svetu toga doba. Međutim, PDP-1 je koštao 120,000\$, dok je IBM 7090 koštao milione dolara. DEC je prodao više desetina ovih računara i industrija miniračunara je rođena. Rat između kompanija IBM i DEC je počela.

Jedan od prvih proizvedenih primeraka računara PDP-1 dat je MIT-u gde je privukao pažnju mladih stručnjaka koji su odmah počeli da vršili određene inovacije.

Jedna od prvih je uvođenje **CRT displeja– ekrana**, imogućnost da se upiše tačka bilo gde u okviru ekrana dimenzija 512×512 tačkica. Nije prošlo mnogo vremena i studenti MIT-a su programirali PDP-1 tako da su mogli sa njim da se igraju svemirskih ratova. Tako je stvorena prva video igra.

Nekoliko godina kasnije DEC je izbacio na tržište PDP-8 koji je bio 12-bitna mašina ali je koštala svega 16,000\$. Glavna novina kod ovog računara bila je jedinstvena magistrala nazvana omnibus. Ovaj princip je prihvaćen kod svih miniračunara i DEC je, prodavši 50 hiljada komada, postao vodeća kompanija u proizvodnji miniračunara.

U međuvremenu, kao što je već pomenuto, IBM je, sa pojavom tranzistora, napravio mašinu IBM 7090, a kasnije i 7094. Računar 7094 je imao ciklus instrukcije od $2\mu s$ i 32k 36-bitnih reči memorije sagrađene od magnetnih jezgara.

U isto vreme kada je, proizvodnjom 7094, IBM postao glavna snaga u proizvodnji računara namenjenih naučno-tehničkim proračunima, ova kompanija je mnogo bolje zarađivala od prodaje malih mašina orijentisanih poslovnoj primeni, a sa oznakom 1401.

Godine 1964. je novonastala kompanija CDC proizvela model 6600. Ova mašina je skoro za red veličine bila brža od tada moćnog IBM 7094. Tajna njegove brzine ležala je u tome da je njegov CPU bio

visoko paralelizovan, a unutar računara se nalazilo i nekoliko malih računara koji su upravljali poslovima i ulazno/izlaznim operacijama.

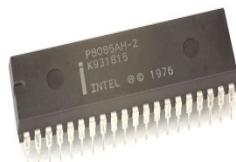
Pojavljuju se prvi jezici III generacije, ili viši programski jezici. Ovi jezici su proceduri orijentisani i praktično su omogućavali programiranje različitih mašina bez detaljnog poznavanja arhitekture. Osim toga bili su na znatno apstraktnijem nivou od mašinskih, odnosno asemblerskih jezika.

Tako se 1956. godine pojavio FORTRAN,
1959. godine COBOL,
1960. godine ALGOL 60.

Neki od jezika su u međuvremenu "izumrli", a neki se koriste i dan danas. Naravno, kako mašina i dalje razume isključivo mašinski jezik, potrebno je bilo imati program prevodilac koji će izvorni kod prevodi u nizove nula i jedinica. Prevodioci, dele se na kompilatorske i interpretatorske. Što se operativnih sistema tiče, zastupljena je bila paketska obrada.

1.4. Treća generacija računara

Pronalazak integriranih elektronskih kola novi revolucionarni pomak u računarskoj industriji. U malog stepena integriranosti (*SSI - Small Scale of Integration*) dozvoljavala da nekoliko tranzistora bude na jednom godine) su se pojavila MSI kola (*MSI - Medium Scale of Integration*) je na jednom čipu smeštano više destina tranzistora. proizvodnje integriranih kola velikog stepena (*Large Scale of Integration*) sa više stotina tranzistora na jednom čipu. Danas je to tehnologija VLSI.



1964. godine doneo je početku bila su to kola (*Integration*) koju se čipu, a kasnije (1968. *of Integration*) kod kojih Godine 1971. dolazi do integriranosti (*LSI - Large Scale of Integration*) sa više stotina tranzistora na jednom čipu. Danas je to tehnologija VLSI.

Zahvaljujući ovim tehnološkim inovacijama, računari su postajali manji, brži, pouzdaniji i jeftiniji. Do 1964. godine IBM je bio vodeća kompanija za proizvodnju računara.

Kada je došlo vreme da se ova dva proslavljena računara zamene novim proizvodom, IBM je preduzeo radikalni korak. Uveo je jedan tip računara IBM System/360, zasnovan na integriranim kolima, koji je bio projektovan i za naučnu i za poslovnu primenu. System/360 je sadržao mnogo inovacija. To je bila familija mašina sa istim asemblerskim jezikom sve većeg kapaciteta i moći. Ovu ideju su ubrzo prihvatili i ostali proizvođači računara.



Sl. 1.8. Čuveni računar IBM 360 treće generacije

Velika novina je bila u konceptu multiprogramiranja, gde je istovremeno više programa u memoriji i dok jedan obavlja ulazno/izlazne aktivnosti, drugi koristi CPU. Osim toga, ovaj računar je prva mašina koja je mogla da emulira druge računare. System/360 je rešio i dilemu oko korišćenja paralelne binarne, odnosno sekvencijalne decimalne aritmetike. Mašina je imala 16 x 32-bitnih registara za binarnu aritmetiku,

ali je memorija bila bajtovski orijentisana, kao kod 1401, a još uvek su postojale sekvencijalne instrukcije za prenošenje zapisa promenljive dužine po memoriji.

Nastupio je veliki napredak i u proizvodnji miniračunara kada je DEC proizveo PDP-11, 16-bitnog naslednika računara PDP-8. PDP-11 je bio bajtovski orijentisana mašina sa registrima dužine reči, a zbog izuzetno povoljnog odnosa cena/performance doživeo je veliki uspeh na tržištu, a naročito su ga kupovali univerziteti. Uopšte, ovu generaciju računara, osim pomenutog, karakterišu i pojave koncepta keš memorije i virtuelne memorije, kao i koncepta deljenja procesorskog vremena (time sharing). Osim toga, treba naglasiti da se u ovom razdoblju pojavio i prvi mikroprocesor (1971. godine), što će imati velikog značaja za kasniji razvoj računarske tehnike.

Takođe se javljaju i prvi vektorski i protočni-računari. Pomenimo i prvi super-računar **Cray-1** iz 1974. Godine.

1.5. Četvrta generacija računara

Do osamdesetih godina napredak u tehnologiji integriranih kola doveo je do stvarnja VLSI čipova (*Very Large Scale of Integration*) koji su mogli da sadrže nekoliko desetina hiljada, a zatim inekoliko stotina hiljada, pa čak inekoliko miliona tranzistora na jednom čipu. Naravno da je to vodilo ka manjim ibržim računarima. Cena računara je pala iz dana u dan, tako da se otvorila mogućnost da svaki pojedinac ima sopstveni računar. Tada je izapočela era personalnih računara.

Personalni računari se, za razliku od velikih računara, mogu koristiti na različite načine: obradu teksta, unakrsne tabele i visoko interaktivne aplikacije koje nisu povoljne za primenu kod velikih računara. Današnji računari se mogu grubo podeliti u pet kategorija koje se donekle preklapaju. Ova podela se zasniva na fizičkoj veličini, performansama i oblasti primene, što je prikazano u prethodnoj Tabeli.

Najnižu klasu čine personalni računari. To su stone mašine zasnovane na mikroprocesorima, tj. procesorima izvedenim na jednom čipu, a obično su namenjene samo jednoj osobi za korišćenje u kancelariji, u edukaciji ili za kućnu upotrebu.



Sl. 1.9. Personalni računari

Veliki tradicionalni računari su naslednici mašina kao što su IBM 360 i CDC 6600. Stvarna razlika između supermini računara i velikog računara je u ulazno/izlaznim mogućnostima i aplikacijama za koje se koriste.

Na vrhu skale razvijenosti se nalaze super-računari. Ove mašine su specijalno projektovane tako da se maksimizira broj FLOPS-ova (FLoating point Operations Per Second). *Po definiciji sve što je ispod Igigaflops se ne može smatrati superračunatom.* Superračunari imaju jedinstvenu, visoko paralelnu arhitekturu radi postizanja tih brzina, a efikasni su samo kada se primenjuju na mali opseg poslova.

Za ovu generaciju računara karaktersitičan je i intenzivni razvoj računarskih mreža različitih opsega (LAN, MAN, WAN idr.). Naročitu ekspanziju je doživela globalna mreža Internet. Istorija Internet-a počinje 1969. godine kada je na UCLA prvi računar povezan sa ARPANET-om. Ova mreža je dobila naziv po svom sponzoru DARPA - *Defense Advanced Research Project Agency* (Vojna agencija za napredne istraživačke projekte), a sam njen početak bio je skroman, jer su povezane samo četiri univerzitetske lokacije: UCLA, Stanfordski istraživački institut, UC Santa Barbara i Univerzitet u Juti.

Početak 1977. godine već je preko stotinu malih i velikih računara, uglavnom univerzitetskih, povezano u mrežu ARPANET. Počeo je razvoj idrugih manjih mreža od kojih su mnoge povezane sa ARPANET-om, bili direktno, bilo preko mrežnih prolaza (gateways). Ovo se smatra početkom INTERNETA. U to vreme američka vojska je došla do zaključka da se ova mreža isuviše širi i da je isuviše teško osigurati sigurno komuniciranje, pa je 1983. godine formirala sopstvenu mrežu MILNET koja je uključena u vojnu mrežu podataka DDN (Defense Data Network).

1.6. Peta generacija – hiper razvoj

Peta generacija računara je u povoju i razvija se tokom osamdesetih i devedesetih godina. Nju odlikuje masovni paralelizam, kao i proizvodnja računara koji su orijentisani određenim problemima. Takođe je karakteristična pojava RISC arhitektura (*Reduced Instruction Set Computer*)². Ovi računari imaju mali broj instrukcija koje izvršavaju jednostavnu obradu, ali se zato uglavnom sve izvršavaju u toku jednog taktnog intervala, za razliku od uobičajenih CISC mašina (*Complex Instruction Set Computer*) koje imaju veliki broj instrukcija, od kojih su mnoge prilično "moćne" ali za svoje izvršenje zahtevaju veći broj taktnih intervala.

1.7. Istorijat razvoja mikroprocesora i mikroracunara

S obzirom na veliki značaj i zastupljenost mikroracunara u današnje vreme, vredi sagledati kako su se ovi računari razvijali. Mikroracunari su računari zasnovani na mikroprocesoru, tj. centralnoj procesorskoj jedinici koja je realizovana na samo jednom čipu. Vodeći proizvođači mikroprocesora su firme Intel i Motorola, pa ćemo razmotriti razvoj njihovih familija mikroprocesora.

Intel Corporation je kompanija koja je proizvodnju memorijskih čipova. Ubrzo zatim, jedan kalkulatora je naručio izradu CPU-a na jednom čipu za jedan od proizvođača terminala, Datapoint (San Antonio, Teksas), 1969. godine naručio kontroler za njihove terminale, Tako su nastali Intel 4004, prvi četvoribitni (1971. godine), prvi osmobicitni mikroprocesor (1972. godine). Intel 8008 radio desetak puta sporije nego što je naručilac kompanija Datapoint otkazala porudžbinu. Intel nije očekivao da će neko drugi, osim navedenih naručilaca, biti zainteresovan za takve proizvode, pa je napravio malu seriju. Naravno, nisu bili u pravu. Pojavilo se jako veliko interesovanje, tako da su stručnjaci odlučili da projektuju CPU opšte namene na jednom čipu koji će prevazići ograničenje od 16kB adresnog prostora koje je imao 8008 (što je bilo nametnuto brojem pinova na čipu). Ovo je rezultiralo 1974. godine pojavom 8-bitnog mikroprocesora Intel 8080 sa 64kB adresnog prostora. Kao što je na tržištu mini računara bio slučaj sa PDP-8, ovaj mikroprocesor je na prepad osvojio industriju računara i stvorio masovno tržište.



osnovana 1968. za japanski proizvođač njihov kalkulator, a Antonio, Teksas), je takođe na jednom čipu. godine) i Intel 8008, Interesantno je da je zahtevao, tako da je

Dve godine kasnije se pojavio 8085, prepakovani 8080 sa dodatnim ulazno/izlaznim mogućnostima. Zatim se, 1978. godine pojavio 8086, prvi 16-bitni mikroprocesor, a 1980. godine Intel 8088 koji je bio iste arhitekture kao i 8086 ali sa 8-bitnom magistralom (što je smanjilo cenu ali i brzinu). IBM je izabrao ovaj mikroprocesor za svoj originalni IBM PC - prvi personalni računar.

U narednim godinama pojavili su se Intel 80186 i 80188, suštinski nove verzije mikroprocesora 8086 i 8088, respektivno, ali sa dodatnim ulazno/izlaznim kolima. Nijedan od ovh procesora nije prevazišao adresni prostor od 1MB, što je u prvoj polovini 80-tih postalo ozbiljan problem. Zato je 1982. godine Intel izbacio na tržište 80286, 16-bitni mikroprocesor koji je bio kompatibilan sa 8086 i 8088, ali sa drugačijom organizacijom memorije (i adresnim prostorom od 16MB). Ovaj mikroprocesor je korišćen je u IBM PC/AT i PS/2, i doživeo je ogroman uspeh.

²Ograničeni skup instrukcija za računar

Sledeći korak bio je prvi 32-bitni mikroprocesor 80386, koji se pojavio 1985. godine. Ovaj mikroprocesor je takođe bio kompatibilan sa starijim čipovima. Godine 1988. se pojavio i 80286SX, verzija 32-procesora sa 16-bitnom magistralom. Godine 1989. se javila brža verzija mikroprocesora 80386 - Intel 80486 sa ugrađenim koprocesorom na čipu. Tokom devedesetih javlja se i 80586 – Pentium.

Nakon pojave Intelovog 8080, Motorola, inače konkurentni proizvođač poluprovodničkih komponenti, je proizveo 6800. To je bio 8-bitni mikroprocesor sličnih karakteristika kao i 8080. Uskoro se pojavio 68000, mikroprocesor sličnih mogućnosti kao 8086. Mada je magistrala bila 16-bitna, svi vidljivi registri su bili 32-bitni i mašina je mogla da sabira i oduzima (ne i da množi i deli) 32-bitne brojeve pomoću samo jedne instrukcije. Tako je 68000 predstavljao hibrid između 16-bitne i 32-bitne arhitekture. Ovaj mikroprocesor su izabrali projektanti mikroracunara Macintosh, Atari, Amiga idrugi, da na njemu zasnuju svoje proizvode.

Posle kraćeg vremena pojavili su se zahtevi za implementacijom složenih operativnih sistema, kao što je Unix, u mikroracunarima zasnovanim na 68000. Mnogi od takvih operativnih sistema imali su koncepte virtuelne memorije, što 68000 nije mogao u potpunosti da podrži. Stoga se 1983. godine pojavio 68010, a zatim i 68012. Razlika među njima je bila što je prvi mogao da adresira 16MB a drugi 2GB memorije.

Međutim, oba ova procesora su praktično izgubila na značaju već 1984. godine kada je Motorola proizvela prvi pravi 32-bitni procesor u svojoj familiji 68020. Ovaj mikroprocesor je doživeo veliki uspeh na tržištu ina njemu su bazirane mnoge radne stanice koje su proizvodili Sun Microsystems, Apollo i Hewlett-Packard. Naslednik ovog mikroprocesora iz 1987. godine, 68030, je sadržao osim kompletnog 68020 i jedinicu za upravljanje memorijom na istom čipu. Sledeći pripadnik ove familije, 68040, je mikroprocesor napravljen 1989. godine koji je, poput Intel 80486, sadržao na istom čipu, osim samog CPU, i jedinicu za upravljanje memorijom, koprocesor i keš memorija.

1.8. Budućnost razvoja mikroprocesora

1.8.1 Nanotehnologija

Današnje elektronske komponente koje se utiskuju na procesor su reda veličine nanometra, što je 10^{-9} m. Nanometar je milion puta manji od milimetra, što je red veličine atoma i molekula, a ovi objekti su po svojoj prirodi fundamentalno različiti od onog sa čime se računarska tehnologija do sada suočavala. Atomi su, uslovno, elementarne čestice od kojih je sačinjen svaki materijal u svetu oko nas. Njihovo ponašanje opisano je neintuitivnim zakonima kvantne mehanike, što predstavlja suštinu problema pri svakom pokušaju da se manipuliše tako malim objektima. Njen opšteprihvaćen naziv je nanotehnologija, a ona je hibridna disciplina fizike, hemije i inženjerstva. Osnovni cilj ove nauke je kontrola nad jednim ili samo nekoliko pojedinačnih atoma, koji bi se mogli "slagati" u strukture po želji. Optimisti veruju da bi se i takvi makroskopski objekti kao što je telefon, kuća ili drvo mogli "ozidati" od pojedinačnih atoma, čime bi se već na elementarnom nivou otklonili svi nedostaci materijala. Takav pristup prevazilazi sve do sada videno, međutim, dosadašnji rezultati postignuti u ovoj oblasti ipak naslućuju budućnost koju nisu predvideli ni najluđi SF pisci.

NANO-TUBE: Projekat stvaranja kompjutera od pojedinačnih atoma i drugih mašina na nano-skalama je moguć, za početak potvrđuju biološka tkiva: prema svojoj veličini, svaka biološka ćelija je jedna nano-mašina. Nažalost, tako složene i toliko efikasne strukture nisu daleko od dometna moderne nauke u nano-svetu, a ljudima je preostalo još puno toga za učenje o funkcionisanju ovih pravih nano-fabriki. Hvatanje pojedinačnih atoma i njihovo razmeštanje u tačno određene položaje kao tehnologija, odavno su savladani. Pre desetak godina istraživački tim IBM-a pokazao je da se može manipulirati pojedinačnim atomima. Oni su 35 atoma ksenona razmestili na površinu kristala nikla, tako da svi zajedno čine natpis od tri slova "IBM", što je prvi nano-logo ikada načinjen. Usledio je probaj koji je donelo izučavanje naverovatnih osobina velikih i složenih molekula koje grade atomi ugljenika. Oni se, zbog svoje geometrije, mogu nanizati u

najrazličitije oblike molekula, takozvane nanotube. Ovi dugi molekuli u obliku tuba izuzetno su stabilni, poseduju veliku "čvrstinu" i što je važno provode struju, te mogu oponašati električna kola, što je poslužilo kao osnov za stvaranje prvih logičkih kola, a potom i čitavih kalkulatora od nanotuba. Dalji napredak u izučavanju nanotuba, proučavanje superprovodnih materijala i druga otkrića u fizici čvrstog stanja, otvorili su pred nanotehnologiju sasvim nove horizonte. Između ostalog, i stvaranje prvih nano-računara.

NANO-BITOVI:

Postoji više kandidata koji bi mogli raditi na nivou veličine nanometra i zameniti mikroprocesore na bazi silicijuma. Naučna otkrića otvaraju širok spektar mogućnosti za razvoj računara budućnosti. Osnovno pitanje po kome se razlikuju tehnologije nano-računara vezano je za problem realizacije bita informacije. Bit je osnovna jedinica informacije, predstavljena kao 0 ili 1, koju svaki digitalni računar koristi pri računanju i interpretaciji binarnih zapisa u korisne podatke.

U konvencionalnom računaru, zasnovanom na radu mikroprocesora, jedan bit se realizuje u silicijumskom tranzistoru kroz dva stanja: (0) kada je tranzistor isključen i (1) kada je uključen. Brzina kojom ovi sićušni tranzistori u mikroprocesoru menjaju stanje najveća je prednost silicijumskog računara. Nano-računari koji pokušavaju da zamene mesto silicijumskog morali su prvo da pronađu način za dovoljno efikasnu realizaciju pojedinog bita. Tako je nastalo nekoliko različitih postsilicijumskih tranzistora: optički, molekularni i DNK tranzistor. Kod optičkog tranzistora bitovi su realizovani pomoću sićušnih optičkih sočiva, a umesto struje koja teče kroz silicijumske tranzistore koristi se laserska svetlost, koja se zaustavlja (0) ili propušta (1). Prvi prototip optičkog računara imao je površinu od kvadratnog metra sa 128 optičkih tranzistora i pokazao je neverovatnu brzinu rada. Molekularni tranzistori za realizaciju bita podataka koriste molekule u električnom polju koji zaustavljaju ili propuštaju struju u svojoj blizini, a prvi ovakav računar sadržao je četiri ovakva tranzistora u vidu ohlađenih molekula.

1.9. Razvoj računarske tehnologije kod nas

Posle obuke u Parizu, inženjeri instituta Mihailo Pupin na čelu sa prof. dr. Tihomirom Aleksićem započeli su razvoj prvog domaćeg računara krajem 1950-tih. Ovaj projekat je proizveo CER (Cifarski Elektronski Računar) liniju računara, počev sa modelom CER-10 1960. godine.

Do 1964, razvijen je računar CER-20 sa namenom da bude "elektronska knjigovodstvena mašina", kao rezultat rastuće potrebe knjigovodstvenog tržišta. Trend izrade računara posebne namene se nastavlja izradom CER-221967. godine, koji je bio namenjen bankama. U to vreme tadašnja Jugoslavija je bila u računarskoj tehnologiji ispred Japana.



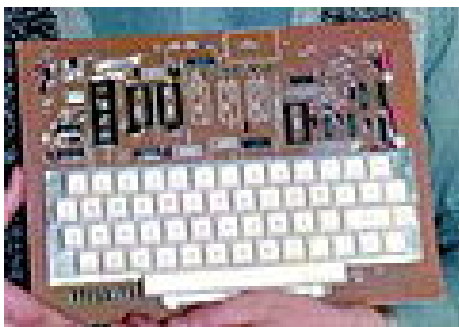
Sl.1.11.Domaći računar CER 200

Bilo je još CER modela, kao što su CER-12, CER-2, i CER-200, ali o njima nema mnogo podataka.

Vremenom se shvatilo da domaća nauka i industrija ne mogu da drže korak sa svetskim razvojem računara, dozvoljen je uvoz stranih računara pod odgovarajućim uslovima i posebnim dozvolama. Ovo je dovelo do povećane dominacije stranih proizvoda i smanjenja relativnog tržišnog udela domaćih računara. Nasuprot ovome, a usled opšteg povećanja zainteresovanosti tržišta, sistemi koje su pravile domaće kompanije kao Institut Mihailo Pupin (prvo CER a zatim TIM serije) i Iskra Delta (npr. model 800, baziran na PDP-11/34 su nastavile razvoj tokom 1970-tih i, čak, 1980-tih godina.

Više kompanija je pokušalo da naprave mikroracunare slične kućnim računarima iz 1980-tih, kao na primer Institut Ivo Lola Ribar Lola 8, EIPecom 32 i 64, PEL Varaždin Galeb i Orao(*), IvelUltra i Z3 itd. Mnogi faktori su uticali na njihov neuspeh ili pozicioniranje van tržišta kućnih računara:

- bili su preskupi za pojedinačne kupce (posebno u poređenju sa popularnim stranim računarima ZX Spectrum, Commodore 64, itd.)
- mali izbor zabavnih i ostalih programa je učinio da nisu bili privlačni savremenim računarskim entuzijastima
- nije ih bilo moguće kupiti u prodavnicama



Sl.1.12.Domaći računar GALAKSIJA

Rezultat je bio da su se domaći računari ove generacije uglavnom koristili u vladinim institucijama kojima nije bilo dozvoljeno da kupuju stranu opremu. Oni računari koje je bilo moguće povezati na

postojeće centralne računare kao terminale su postigli veći uspeh u poslovnim kompanijama a ostali su se koristili za obrazovne svrhe u školama. Jedan računar je uspeo da se izbori - Galaksija. Kreator Voja Antonić je objavio potpune dijagrame i uputstva za samogradnju računara u specijalnom izdanju naučnog časopisa Galaksija pod imenom Računari u vašoj kući u decembru 1983. Računar je samostalno sagradilo više od 8.000 entuzijasta a još ih je mnogo proizvedeno za upotrebu u školama.

Kućni računari su bili vrlo popularni u SFRJ - toliko da su radio stanice emitovale programe koji su inače bili distribuirani na kasetama - npr. u emisiji Ventilator 202. Softverski pirati su bili česti islobodno su objavljivali svoje oglase u popularnim računarskim časopisima kao što su *Računari*, *Svet kompjutera*, *Moj mikro* i *Revija za mikroracunala*. Jeftin (piratski) softver je omogućio da praktično svi vlasnici kućnih računari postanu svojevrсни kolekcionari programa sa stotinama ili hiljadama programa. Ovo je kasnije proizvelo miks dobrih i loših efekata. Razvojni alati su bili pristupačni što je uzrokovalo pojavu velikog broja računarskih stručnjaka poznatih i u svetu ali isti ti stručnjaci nisu mogli da uspeju na domaćem tržištu zbog istog piratstva koje im je obezbedilo obrazovanje.

Krajem 1980-tih donosi povećanu popularnost IBM PC kompatibilnih računara i, nešto manje, Amiga and Atari ST računara. Domaći proizvođači su izbacili nekoliko modela IBM PC kompatibilnih računara, kao što su neki modeli TIM serije i Lira računara, ali je njihov „uspeh“ bio ograničen na vladine institucije obavezne da kupuju samo domaću opremu. Siva ekonomija je nastavila da omogućava dominaciju strane tehnologije među pojedinačnim kupcima a softversko piratstvo nastavilo da živi do raspada SFRJ 1990-tih godina. Pred sam kraj Jugoslavije, 1989. godine, kompanija "Sezam" pokrenula je lokalnu mrežu personalnih računara za područje Beograda, koja je pre svega uključivala individualno znanje pojedinaca i njihov entuzijazam u ovoj oblasti.