

Sadržaj

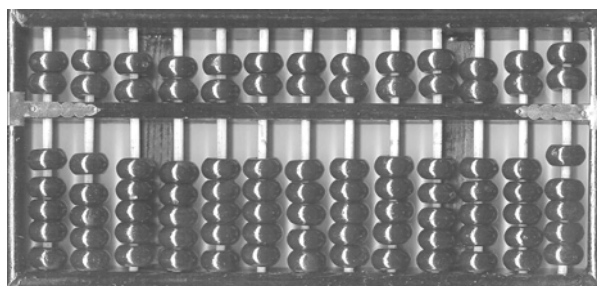
1.	Povijesni pregled razvoja računala.....	1
1.1.	Mehanička računala.....	1
1.2.	Elektromehanička računala	5
1.3.	Elektronička računala.....	8
2.	Osnovni pojmovi.....	16
2.1.	Brojevni sustavi.....	16
2.2.	Binarni kodovi.....	19
2.3.	Logička algebra	21
2.4.	Logički sklopovi.....	24
3.	Osnovna građa računala	26
3.1.	Središnja jedinica za obradu podataka	26
3.2.	Memorija.....	28
3.3.	Ulazno-izlazni sklopovi.....	29
3.4.	Ulazne jedinice.....	31
3.5.	Izlazne jedinice.....	41
3.6.	Jedinice i mediji za pohranu podataka i programa	47
4.	Programski dio računala.....	54
4.1.	Operacijski sustavi	54
4.2.	Korisnički programi	57

1. Povijesni pregled razvoja računala

Oduvijek se čovjek nastojao riješiti monotoni, teških i neugodnih poslova. Neka su to bili teški fizički poslovi koje su s vremenom umjesto njega počeli obavljati strojevi svih vrsta. Ali, s razvojem trgovine, bankarstva, tehnike i znanosti pojavila se potreba za zamjenom čovjeka napravama ili strojevima pri obavljanju misaonih aktivnosti, poglavito računanja. Osim uštede vremena i živaca te su naprave trebale ispraviti veliki čovjekov nedostatak: pogreške u računanju. Zamisao o strojevima koji bi čovjeku olakšali obavljanje misaonih aktivnosti pojavila se čim su se pojavili i takvi oblici aktivnosti, ali je tehnološko i spoznajno ograničenje onemogućilo njihovu izradu.

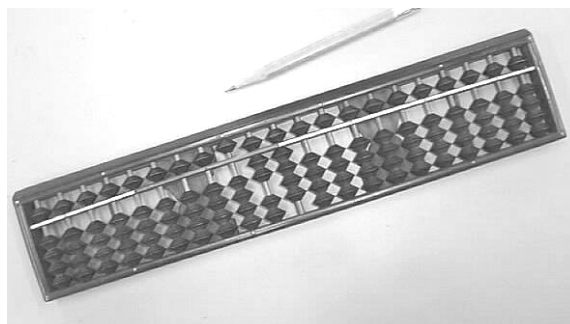
1.1. Mehanička računala

Prvo poznato pomagalo za obavljanje osnovnih aritmetičkih operacija bio je **abak** (engl. *Abacus*). Pouzdano se zna da je u uporabi barem 5000 godina. Ta je naprava vrlo slična računalu s kuglicama, koje se moglo vidjeti ne tako davno i u našim osnovnim školama. Podrijetlo te riječi je nepoznato. Pretpostavlja se da potječe od grčkog abakos, što znači tabla ili ploča. Prva takva računala bila su poput niza kanala urezanih u zemlju ili pijesak, s nekoliko kamenčića koji bi služili za računanje. Tek su kasnije izrađivana kao kuglice nanizane na metalne šipke.



Suan-pan

Abak je potekao s Dalekog istoka, a vrlo je praktično i jednostavno pomagalo, lagano, malih dimenzija, jeftino i jednostavno za proizvodnju. Da bismo se njime služili nije potrebno biti pismeni i ne treba poznavati matematičku notaciju, pa je vrlo primjenjiv. Europljani su ga prestali upotrebljavati potkraj 17. stoljeća, pošto su uveli arapske brojeve i računanje na papiru. U Rusiji i na Dalekom istoku je u širokoj uporabi do današnjih dana, a javlja se u tri različita oblika: suan-pan u Kini, soroban u Japanu i ščet u Rusiji.



Soroban

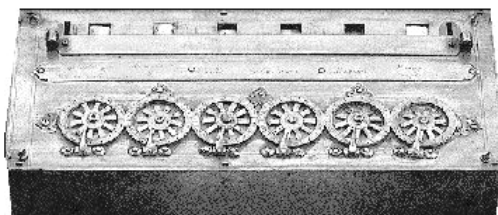
Tijekom 17. stoljeća tehnologija strojeva i procvat tehničkih znanosti omogućuju razvoj prvih mehaničkih naprava za izvedbu osnovnih aritmetičkih operacija. Godine 1614. Škot **John Napier** (1550-1617) pronalazi logaritme i objavljuje prve logaritamske tablice, a 1622. godine **William Oughtred** (1574-1660) i **Edwin Gunter** (1581-1626) izrađuju cirkularno logaritamsko računalo. Od 1654. godine u uporabi su ravna logaritamska računala, poznata pod nazivom pomično računalo ili "šiber". Popularnost pomičnih računala naglo je porasla nakon 1850. godine kada je francuski topnički časnik **A. Mannheim** (1831-1906) računalu dodao klizni prozorčić s oznakama. Ta inačica pomičnog računala nazvana je **astrolab**, zbog česte primjene u astronomiji. U tom obliku pomična računala su se održala sve do osamdesetih godina dvadesetog stoljeća kada su ih u potpunosti zamijenili elektronički kalkulatori.

Prvi poznati mehanički kalkulator izrađuje 1623. godine njemački profesor **Wilhelm Schickard** (1592-1635), ali taj pronalazak ostaje dugo nepoznat i tek je 1956. godine ponovno otkriven. Na temelju pronađenih Schickardovih crteža 1960. godine izrađen je kalkulator kojim se moglo ispravno računati. Schickardov kalkulator je naprava koja obavlja osnovne aritmetičke operacije (zbrajanje i oduzimanje).



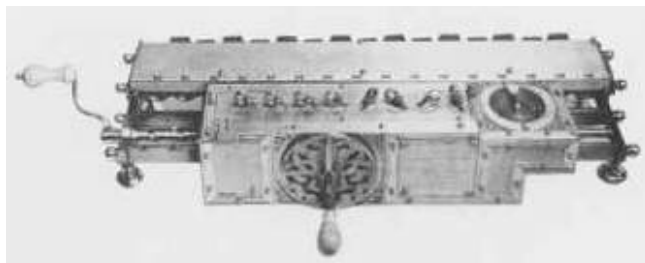
Replika Schickardovog kalkulatora

Slava izuma prvog mehaničkog kalkulatora pripala je velikom francuskom znanstveniku **Blaise Pascalu** (1623-1662), jednom od najvećih umova koje je svijet ikada imao. U svom kratkom životu pridonio je razvoju mnogih znanstvenih grana. Prvu znanstvenu raspravu napisao je kao šesnaestogodišnjak, a svoj je mehanički kalkulator **Pascalina** patentirao 1649. godine kada je imao 26 godina. Time je želio pomoći ocu koji je kao porezni dužnosnik mnogo vremena trošio na računanje poreza. Načelo djelovanja Pascalova kalkulatora temeljilo se na napravi za mjerenje prijeđena puta kočije koju je u 2. stoljeću opisao Heron iz Aleksandrije, a na istom načelu danas rade brojila prijeđena puta u automobilima. Ni Pascalov niti Schickardov kalkulator nisu bili praktično primjenjivi zbog ograničenja tadašnje tehnologije, koja nije omogućavala preciznu i pouzdanu izradu mehaničkih dijelova kao što su zupčanci, precizni prijenosni elementi i dr.



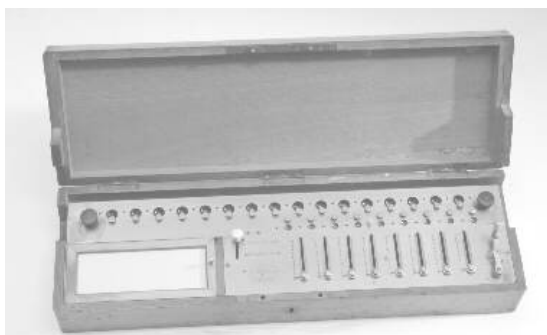
Pascalina

Georg Wilhelm Leibnitz (1646-1716) sljedeći je veliki izumitelj koji se ogledao u izradi mehaničkog kalkulatora. Svoj kalkulator **Leibnitzov kotač** izradio je 1672. godine u Parizu. Iako je taj kalkulator bio mnogo savršeniji od prethodnih dvaju i mogao je obavljati sve četiri osnovne aritmetičke operacije, nije bio pouzdan ni upotrebljiv u praksi. Ograničenje je i opet bila tehnologija koja nije mogla slijediti Leibnitzove zamisli. Leibnitz je bio jedan od prvih znanstvenika koji je proučavao binarni brojevni sustav koji se primjenjuje u svim suvremenim računalima.



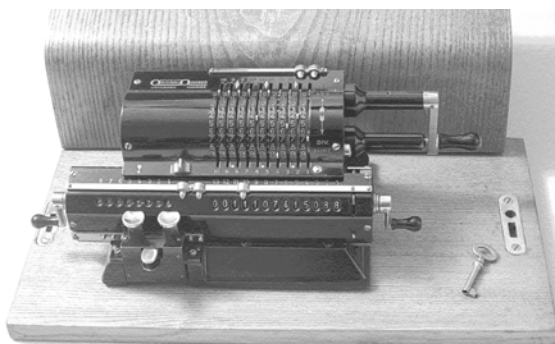
Leibnitzov kotač

Sljedećih 150 godina svi pokušaji razvoja kalkulatora zasnivali su se na Leibnitzovu kalkulatoru, ali niti jedan nije postigao širu popularnost. Tek 1820. godine **Charles Xavier Thomas de Colmar** razvija komercijalno uspješan mehanički kalkulator koji je mogao izvoditi četiri osnovne računske operacije. Različite inačice tog modela, poznatog pod nazivom **arithmometer**, proizvodile su se sljedećih stotinu godina.



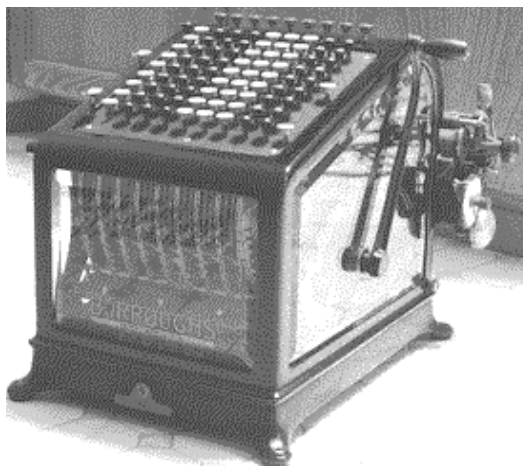
Arithmometer

Mehanički stolni kalkulatori doživljavaju najveći razvoj na prijelazu iz devetnaestog u dvadeseto stoljeće. Šveđanin **W.T. Odhner** je 1874. godine konstruirao uspješan mehanički kalkulator i započeo njegovu serijsku proizvodnju. Odhnerov kalkulator je u potpunosti zamijenio arithmometer.



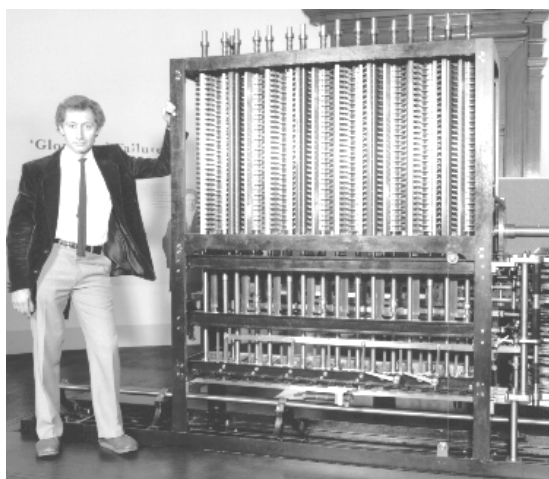
Odhnerov kalkulator

Amerikanac **W.S. Burroughs** (1857-1898) je 1886. godine konstruirao vrlo uspješan mehanički kalkulator kod kojeg su se brojevi unosili uz pomoć tipkovnice, a rezultat se ispisivao na papirnu vrpцу. Jednostavno je obavljao računske operacije zbrajanja i oduzimanja, a množenje i dijeljenje bilo je nespretno i dugotrajno.



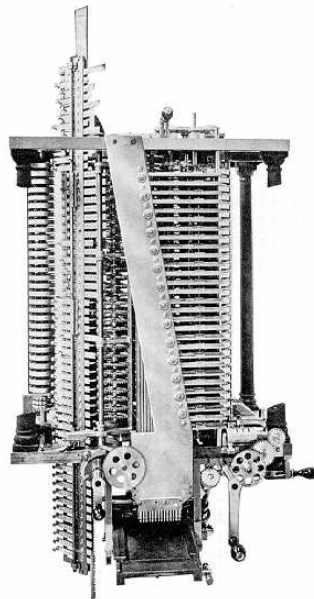
Burroughsov kalkulator

Projekt prvog, bitno drugačijeg kalkulatora izrađuje **Charles Babbage** (1792-1871) u Engleskoj 1822. godine. Bio je namijenjen računanju tablica, a na izlazu je imao skup metalnih pločica koje su se mogle koristiti za tiskanje rezultata na papiru. Bio je to vrlo složen i skup projekt, pa ga je financirala i vlada jer je je trebao služiti za izradu pomorskih navigacijskih tablica. Babbage ga je nazvao **diferencijalni stroj** (engl. *Difference Engine*), a potencijalno je pružao izvanredne mogućnosti za svoje doba. Zbog niza financijskih i tehnoloških okolnosti Babbage stroj nikada nije dovršio, a o njegovoj složenosti svjedoči više od 7000 stranica zabilježaka koje je Babbage ostavio za sobom. Rad na diferencijalnom stroju je konačno prekinut 1842. godine kada je vlada prestala financirati njegov razvoj. Uspješnu inačicu Babbageova stroja 1854. godine izradili su Šveđani pod vodstvom P. G. Scheutza. Pokretao se mehanički, a uspješno je računao tablice pa je tako u jednom testu za 80 sati izračunao 10000 logaritama. Povodom dvjestote godišnjice Babbageova rođenja u londonskom Muzeju znanosti i industrije na temelju originalnih zapisa i nacрта rekonstruiran je "diferencijalni stroj broj 2". Sastojao se od 4000 mehaničkih dijelova, težio je više od tri tone i bio na ručni pogon. Pri pokusnom radu stroj je radio besprijeekorno dokazujući ispravnost Babbageovih zamisli.



Diferencijalni stroj broj 2

Kad je imao 43 godine, Babbage je naumio konstruirati novi stroj koji bi, poput današnjih računala, imao svestranu primjenu, a nazvao ga je **analitički stroj** (engl. *Analytical Engine*). Na projektu tog stroja radio je 35 godina, sve do kraja života, ali zbog nedostatka financijskih sredstava stroj nikada nije izradio. Po svojoj građi imao je sve elemente suvremenih računala: memoriju, središnju jedinicu za obradu podataka i program na bušenim karticama. To je zapravo bio projekt programibilnog kalkulatora, pa Babbageov analitički stroj možemo smatrati pretečom suvremenih računala. Analitički je stroj ostao samo u fazi projekta na papiru, ali je unatoč tome uvelike utjecao na buduće konstruktore računala.



Analitički stroj

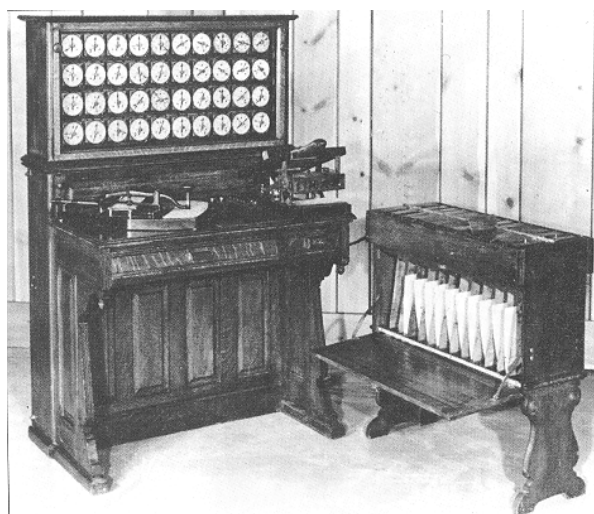
Za popularizaciju Babbageovih strojeva i ideja te za objašnjenje djelovanja i programskih mogućnosti analitičkog stroja zaslužna je kći poznatog pjesnika Lorda Byrona, **Augusta Ada Byron**, grofica od Lovelacea. Ada je bila talentirana matematičarka amaterka i u popularnom znanstvenom časopisu objavila je opis Babbageova stroja i načela njegova rada. Taj je članak postao temelj za razumijevanje Babbageova izuma, a neki Ada Byron smatraju prvom programerkom. Jedan od viših programskih jezika nazvan je njenim imenom.

Zanimljivo je spomenuti da je na Babbagea utjecao izum tkalačkog stroja s bušenim karticama, što ga je 1801. godine izumio Francuz **Joseph-Marie Jacquard** (1752-1834). Taj je izum omogućio da jedan te isti tkalački stroj tka različite uzorke tkanine ovisno o bušenim karticama kojima se upravljalo strojem. Raspored bušenih rupica na papirnim karticama jest program kojim se određuje rad tkalačkog stroja. O uspješnosti toga izuma dovoljno govori podatak da se takva vrsta više-manje neizmijenjenih tkalačkih strojeva uvelike rabi i danas. Babbage je iskoristio isto načelo bušenih kartica za unos programa i podataka. Analitički stroj Charlesa Babbagea imao je tri odvojena čitača kartica: čitač programa, čitač varijabli i čitač konstanti.

1.2. Elektromehanička računala

Moderno je doba započelo uporabom električne energije u strojevima za računanje. Sin siromašnog njemačkog imigranta, **Herman Hollerith** (1860-1929), u Sjedinjenim Američkim Državama 1884. godine prijavljuje prvi u nizu patenata strojeva za razvrstavanje bušenih kartica. Osnovna namjena njegova stroja bilo je

razvrstavanje bušenih kartica s podacima o popisu stanovništva SAD-a iz 1890. godine. Popis se provodio svakih deset godina. No, dok je sam popis trajao nekoliko mjeseci, ručna obrada podataka trajala je desetak godina! Tako dobiveni podaci su u trenutku objavljivanja već bili zastarjeli, pa je Ured za statistiku tražio praktično rješenje problema obrade podataka. Hollerith je radio u Uredu za statistiku i bio mu je posve jasan problem i njegova važnost. Po struci inženjer, a prema sklonostima inventivan i sposoban stručnjak, prionuo je razvoju stroja koji bi automatizirao obradu podataka. Odabравši tadašnju suvremenu tehnologiju elektromagneta, Hollerith je nakon više pokušaja konstruirao stroj koji je to obavljao brže, lakše i znatno jednostavnije od dotadašnjih mehaničkih strojeva. Izvor električne energije za njegov rad bile su baterije. Hollerith ga je nazvao **sortirni stroj** (engl. *Tabulating Machine*), a možemo ga smatrati prvim modernim strojem za obradu podataka.



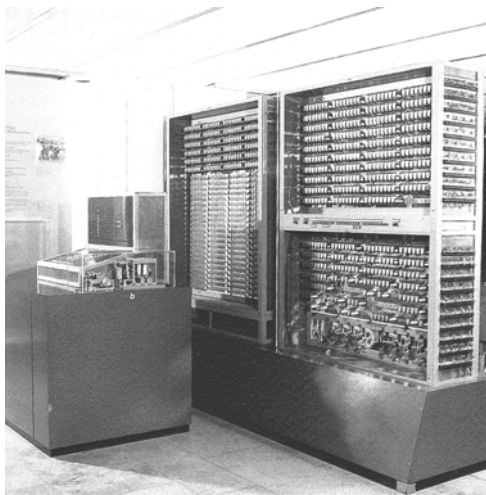
Hollerithov sortirni stroj

Za razliku od dotadašnjih pokušaja, taj stroj nije obavljao aritmetičke operacije, već je obrađivao podatke. Jedina aritmetička operacija koju je obavljao bilo je zbrajanje ili brojenje podataka koji su se nalazili na bušenim karticama. Ured za statistiku SAD-a iznajmio je 56 strojeva od kompanije koju je osnovao Hollerith, i time je započelo doba moderne obrade podataka. Strojevi su podatke iz bušenih kartica zbrajali uz pomoć elektromagnetskih brojila i bili su golemo unapređenje prema dotadašnjem načinu ručne obrade podataka. Samo šest tjedana nakon obavljenog popisa stanovništva dobiven je broj stanovnika SAD-a 1890. godine. Tako brzo dobiven podataka bila je prvorazredna senzacija i potpuna potvrda praktične uporabe sortirnih strojeva. Uskoro su se počeli iznajmljivati (a ne prodavati!) velikim tvrtkama. Hollerithova kompanija Tabulating Machine Company nakon udruživanja s još nekim manjim kompanijama 1924. godine mijenja naziv u IBM (engl. *International Business Machines*) pod kojim je širom svijeta poznata i danas. Uspješnim razvojem na kraju 20. stoljeća IBM postaje najveća svjetska tvrtka za proizvodnju i primjenu računala.

Događaj koji je presudno utjecao na nagli razvoj elektroničkih računala bio je Drugi svjetski rat. Pri razvoju i konstrukciji suvremenih oružja konstruktori su morali izvoditi složene proračune koji su zahtijevali goleme količine računskih operacija. Pri tome nije riječ o složenosti proračuna, nego ponajprije o velikom broju računskih operacija koje je trebalo obaviti. To je bilo posebice prisutno u balističkim proračunima za topnička oruđa i pri konstrukciji zrakoplova i letećih bombi. Količina potrebnog računanja tako je porasla da je npr. 1944. godine u SAD-u količina proizvedenih topova ovisila o fizičkim mogućnostima ljudi koji su obavljali računanje ("ljudski kalkulatori"). Zaraćene su države, posebno SAD, bile spremne uložiti praktično neograničena sredstva

kako bi za uzvrat dobile djelotvorne strojeve za računanje. SAD su bile spremne financirati gotovo svaki projekt računala koji je obećavao razrješenje problema, pa se ubrzano počinju ostvarivati mnoge zamisli o računskim strojevima.

Istodobno, u Europi nema pravog zanimanja za strojeve za računanje. Nijemac **Konrad Zuse** 1936. godine u Berlinu počinje iz osobnog interesa graditi mehanički programibilni kalkulator **Z1**, koji je trebao poslužiti rješavanju linearnih jednadžbi. Pojam "programibilni" znači da se vladanje kalkulatora moglo mijenjati promjenom programa. Z1 je mogao obavljati različite operacije, a da pri tome nije trebalo mijenjati njegovu građu, nego je bilo dovoljno promijeniti program. Zuse financira taj projekt vlastitim skromnim sredstvima i završava ga 1938. godine. To je bio prvi programibilni kalkulator koji se koristio binarnim sustavom. Z1 nije bio pouzdan, ali je potvrdio ispravnost njegove zamisli. Zuse nastavlja raditi na mehaničko-relejnem modelu, ali nailazi na nerazumijevanje njemačke vlade, koja je u ratu i nema smisla za takve projekte.



Z2

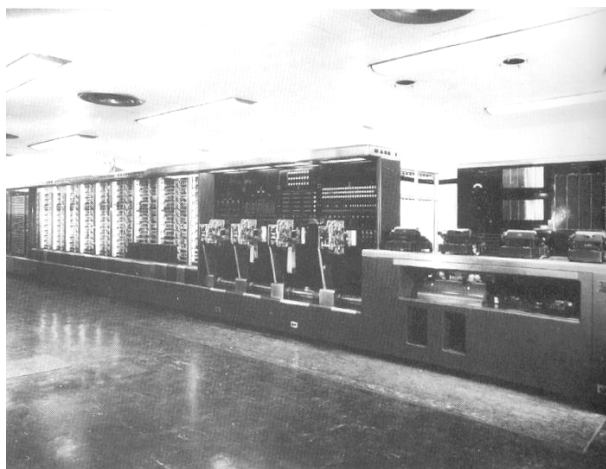


Z3

U međuvremenu je bio mobiliziran i tek uz pomoć utjecajnih prijatelja uspijeva svoj hibridni mehaničko-relejni prototip **Z2** prikazati predstavnicima Njemačkog zrakoplovnog instituta od kojih dobiva financijsku potporu za razvoj novog, elektromehaničkog modela. Glavni razlog zanimanja instituta bila je potreba za ubrzanjem proračuna treperenja krila zrakoplova, koje je zahtijevalo mnogo računanja. Zuse je počeo razvoj 1939. godine i završio ga u prosincu 1941. Elektromehanički kalkulator **Z3** sastojao se od 2600 releja, čitača bušene vrpce i sklopa za upravljanje kalkulatorom. Relejna memorija imala je kapacitet 64 riječi od 22 bita. Osim četiri osnovne računske operacije kalkulator je mogao izračunati i drugi korijen. Kalkulator je mogao pomnožiti dva broja za 2 do 5 sekundi, a zamjenjivao je trideset žena koje su do tada računale uz pomoć stolnih mehaničkih kalkulatora. No, zbog premale memorije Z3 nikad nije upotrijebljen za bilo koji veći proračun. Tijekom rata u vrlo teškim okolnostima Zuse razvija model **Z4**, koji naposljetku završava samo kao zanimljiv izložak na Politehničkoj školi u Zürichu. Nekoliko godina to je bio jedini programibilni kalkulator u kontinentalnoj Europi. Potrebno je istaknuti da njemačka vlada praktično nije podupirala razvoj računala, te je razvoj programibilnih kalkulatora Z1-Z4 ponajprije bio rezultat Zuseova entuzijazma. Zbog toga je i konačni rezultat bio ograničen i nije imao bitnih praktičnih posljedica za Njemačku.

Koristeći rezultate znanstvenog rada Charlesa Babbagea Amerikanac **Howard Aiken** sa sveučilišta Harvard u suradnji s IBM-ovim stručnjacima 1943. godine konstruira elektromehaničko programibilno računalo **Harvard Mark 1**. Računalo se sastojalo iz približno 750 000 različitih dijelova, bilo je dugo oko 17 metara, visoko

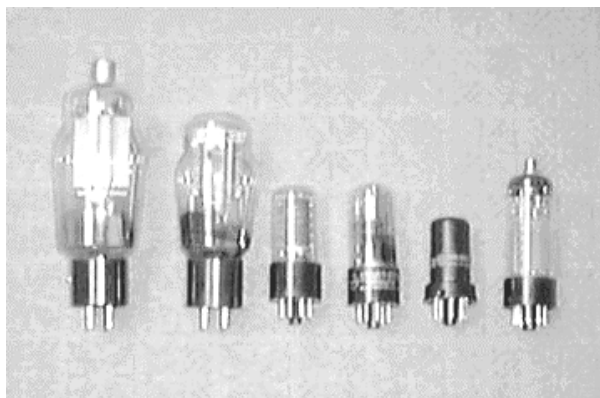
oko 3 metra i teško oko 5 tona. Za spajanje njegovih komponenti trebalo je oko 800 kilometara žice. Brzina računala Harvard Mark 1 bila je usporediva s brzinom Zuseovog kalkulatora Z3, a upotrebljavalo se isključivo za numeričke operacije.



Harvard Mark 1

1.3. Elektronička računala

Elektromehanička računala nisu omogućavala veliku brzinu rada, pa se kasnih tridesetih godina 20. stoljeća počelo tragati za rješenjem u kojem bi se umjesto releja koristili elektronički sklopovi. U to je doba **elektronska cijev** koju je početkom 20. stoljeća izumio Amerikanac **John A. Fleming** već bila osnovni elektronički element, pa su prva elektronička računala građena uporabom elektronskih cijevi. Ova računala zauzimala su čitave zgrade od nekoliko katova i trošila ogromne količine električne energije. Poseban problem predstavljala je činjenica da tako složen elektronički sklop ima vrlo veliku učestalost kvarova. Tako su prva računala rijetko kada radila duže od dvadeset minuta prije nego što bi nastupio kvar na pojedinom elementu. Kako su ovako konstruirana računala prva elektronička računala, za njih kažemo da čine **prvu generaciju elektroničkih računala**.

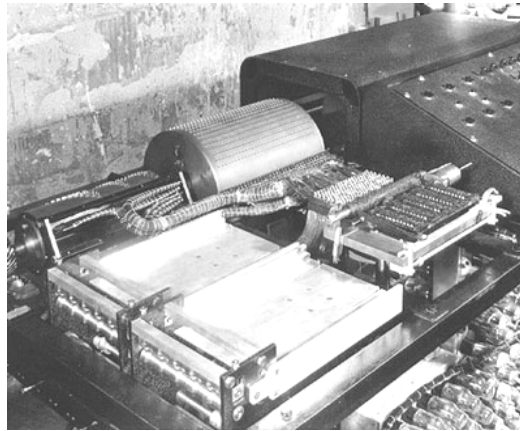


Elektroničke cijevi

No, prije pojave elektroničkih računala prve generacije konstruirano je nekoliko elektroničkih kalkulatora koji zahtijevaju pozornost.

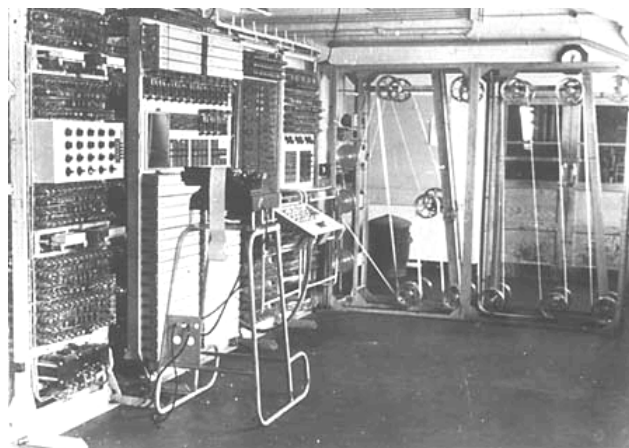
Prvo digitalno računalo nastalo je u razdoblju od 1937. do 1942. godine na sveučilištu Iowa State u SAD. Ideju za njegovu izradu dao je profesor **John V. Atanasoff**, a njegov tadašnji student **Clifford Berry** ju je realizirao.

Računalo nazvano **ABC** (engl. *Atanasoff-Berry-Calculator*) u stvari je bilo elektronički kalkulator koji se koristio za rješavanje sustava linearnih jednažbi. Temeljio se na binarnoj aritmetici i logičkoj algebri, te regenerativnoj memoriji.



ABC

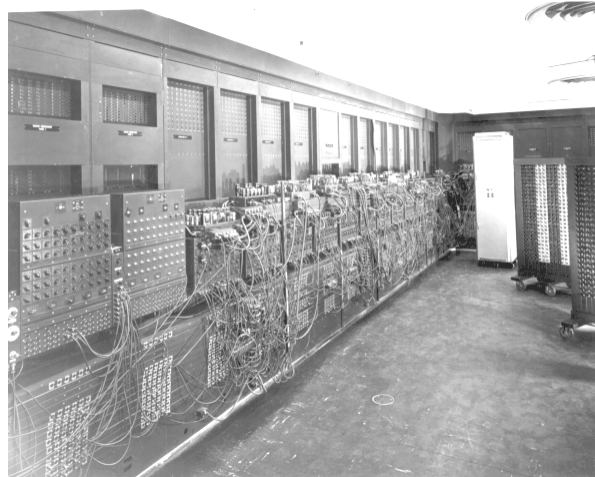
U Engleskoj se 1939. godine po narudžbi MI6 formirala skupina sastavljena od najboljih engleskih matematičara pod vodstvom briljantnog **Alana Turinga** (1912-1954) koja je u mjestu Bletchley konstruirala elektronički programibilni kalkulator pod imenom **Colossus**. Radilo se o divovskom računalu, odnosno o sustavu od deset serijski spojenih računala velikih dimenzija i kapaciteta. Bila su okružena najvećom tajnosti, a pomoću njih su Britanci vrlo rano dešifrirali i čitali njemačke tajne poruke. Colossus je bio programiran za traženje jezičnih uzoraka u šifriranim njemačkim porukama. O suvislim znakovima, skrivenim iza šifriranih, stroj je odlučivao prema učestalosti njihovog ponavljanja u njemačkom jeziku. Na taj način Britanci su bili u mogućnosti za samo nekoliko minuta dešifrirati svaku poruku. Zanimljivo je još spomenuti da je Alan Turing, vođa skupine koja je konstruirala Colossus, u svom radu "*Hypotetical Machine*" opisao ustrojstvo modernog računala (središnju jedinicu za obradu podataka, memoriju, program pohranjen u memoriji i dr) i matematički dokazao da je moguće konstruirati računalo koje bi se svaki put iznova moglo programirati.



Collosus

Predstavnik prve generacije elektroničkih računala je računalo pod nazivom **ENIAC** (engl. *Electronic Numerator, Integrator, Analyzer and Computer*), koji se općenito smatra prvim elektroničkim računalom (engl. *Computer*). Razvijeno je na relativno malom i neuglednom američkom sveučilištu Moore School na prijedlog **Johna W. Mauchlyja**. Iako je prijedlog podnesen 1942. godine, ostao je nezapažen sve dok američka vojska 1943.

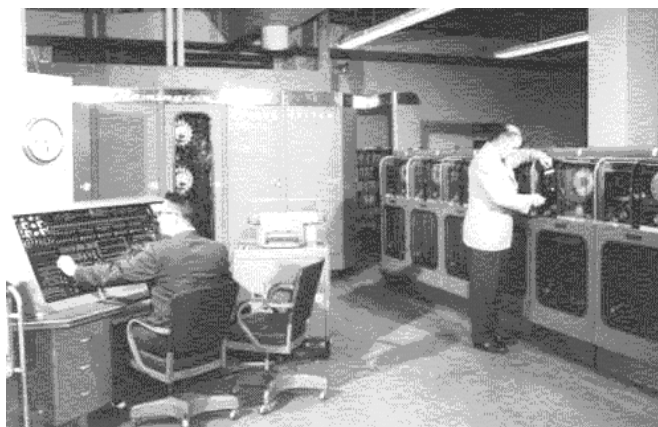
godine nije sklopila ugovor s tim sveučilištem o njegovu razvoju. Glavni inženjer projekta bio je **Presper Eckert jr.** pa se on i Mauchly smatraju očevima modernih računala. Usprkos kasnijim nesporazumima zbog patentnih prava, ta su dvojica stvaratelja svojom sposobnošću, znanjem i naporom zaslužni za početak modernog doba elektroničkih računala. Kad je riječ o gradnji ENIAC-a, svakako valja spomenuti J. V. Atanasoffa, koji je prvi osmislio ideju suvremene građe računala (način na koji je građena većina suvremenih računala i mikroprocesora), i velikog matematičara dvadesetog stoljeća **Johna von Neumanna**, koji je teorijski obradio i sistematizirao tu građu. Arhitektura računala koje se sastoji od središnje jedinice za obradu podataka, memorije i ulazno-izlaznih sklopova dobila je po njemu naziv von Neumannova arhitektura računala i ona je osnova suvremenih elektroničkih računala.



ENIAC

Skupina stručnjaka koja je radila na ostvarenju projekta ENIAC bila je pod velikim pritiskom vojske, koja je hitno trebala računalo za potrebe izračunavanja putanja topovskih projektila, pa se na projektu radilo danonoćno. ENIAC je dovršen i pušten u rad tek nakon završetka Drugog svjetskog rata, u studenome 1945. godine. Sastojao se od 17468 elektroničkih cijevi, bio je težak oko 30 tona i imao snagu 174 kW. Pri radu se jako zagrijavao, pa su zbog toga elektronske cijevi često pregorijevale, te je bio vrlo nepouzdan u radu. Bez obzira na to, bio je 100 puta brži od bilo kojeg tadašnjeg računala, a obavljao je oko 5000 zbrajanja u sekundi. Između ostalog, ENIAC je služio za proračune prve hidrogenske bombe, a bio je u uporabi do 1955. godine. Uskoro započinje razvoj sličnih računala različitih naziva, npr. EDVAC-a, ILLIAC-a, MANIAC-a i dr. Sva su imala elektroničke cijevi i građena su najčešće u sklopu američkih sveučilišta, a financirala ih je Vlada SAD.

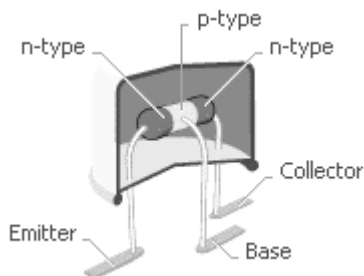
Mauchly i Eckert u međuvremenu osnivaju vlastitu tvrtku za proizvodnju elektroničkih računala, ali ubrzo zapadaju u nepremostive financijske teškoće i bivaju prisiljeni prodati tvrtku. Kupila ih je tvrtka Remington Rand, a Mauchly i Eckert ostaju glavni konstruktori i grade prvo uspješno komercijalno elektroničko računalo pod nazivom **UNIVAC**. Za razliku od prvih primjeraka računala ostalih proizvođača koji su bili građeni za vojnu uporabu, UNIVAC se prodavao poslovnim tvrtkama i proizvedeno ih je 46 primjeraka. Prvi primjerak računala UNIVAC I isporučen je u ožujku 1951. godine Uredu za popis stanovništva SAD-a. Uz veliku promidžbu računalo UNIVAC je 1952. godine upotrijebljeno za predviđanje rezultata predsjedničkih izbora u SAD-u. Na temelju samo 7% izbrojenih glasova računalo je predvidjelo točan rezultat izbora. To je uvelike pridonijelo popularizaciji računala i pobudilo zanimanje za njih. UNIVAC je prvo računalo koje je u potpunosti temeljeno na von Neumannovoj arhitekturi.



UNIVAC

U to vrijeme, a na temelju iskustava s Colossusom Englezi grade svoje prvo posve elektroničko računalo pod nazivom **Manchester Mark 1**, koje je sadržavalo 2400 elektroničkih cijevi, i svoje prvo komercijalno i praktično primjenjivo računalo pod nazivom **EDSAC** (engl. *Electronic Delay Storage Automatic Calculator*). Oni su u to vrijeme bili još tehnološki posve ravnopravni s Amerikancima. No, na njihovu žalost, ubrzo napuštaju istraživanja i njihovo financiranje i zauvijek zaostaju za Amerikancima.

Važan datum u povijesti razvoja elektronike je 23. prosinca 1947. godine kada su **Walter Brattain, John Bardeen** i **William Shockley** u Bellovim laboratorijima u SAD izumili **tranzistor** i time omogućili izrazitu minijaturizaciju, smanjenje potrošnje energije i povećanje pouzdanosti i brzine elektroničkih naprava. Konstruktori elektroničkih računala ubrzo su uvidjeli prednost tranzistora pred elektronskim cijevima i pristupili izradi računala zasnovanih na uporabi tranzistora. Prva računala s tranzistorima proizvode se sredinom pedesetih godina 20. stoljeća (zadnji primjerci UNIVAC-a, TRADIC). Ona su bila značajno manjih dimenzija od računala zasnovanih na elektronskim cijevima, a bila su kudikamo pouzdanija u radu, neusporedivo brža i ekonomičnija. Istodobno s razvojem računala zasnovanih na tranzistorima, razvijala se i uporaba računala. Uz bušenu karticu pojavljuje se i bušena vrpca za potrebe unosa podataka i prikaza izlaznih rezultata. U to doba javljaju se prvi programski jezici (FORTRAN, ALGOL, COBOL) koji značajno olakšavaju uporabu računala, pa u tom vremenu dolazi do prve ozbiljnije poslovne primjene računala. U isto vrijeme nastaje i većina osnovnih načela rada računala, a razvijaju se i magnetski mediji za pohranu podataka (magnetski bubanj i magnetski disk). Računala zasnovana na tranzistorima nazivamo **drugom generacijom elektroničkih računala**.



Tranzistor

I dok su se IBM i UNIVAC bavili razvojem i prodajom velikih računala koja su zbog visoke cijene mogle kupiti samo vlade pojedinih država ili velike tvrtke, **K. H. Olsen** 1957. godine osniva tvrtku **DEC** (engl. *Digital Equipment Corporation*). Osjetivši potrebu za malim i pristupačnim računalima, primjerenima jednostavnim problemima malih i srednjih tvrtki, Olsen se odlučuje za proizvodnju malih računala namijenjenih industrijskom

upravljanju. Prvo računalo pod nazivom **PDP-1** (engl. *Programmed Data Processor*) proizveo je 1959. godine, a ono se prodavalo po cijeni od 120 000 US\$. Godine 1963. DEC proizvodi model **PDP-8**, prvo komercijalno uspješno malo računalo. Cijena tog računala iznosila je 18000 US\$, pa su prvi put i male tvrtke mogle kupovati i upotrebljavati računala. Veliku popularnost doživjeli su i modeli PDP-10 i PDP-11. Na taj način su računala iz laboratorija i "svetišta" najvećih tvrtki ušla u široku upotrebu.



Tipično računalo druge generacije

Pri izradi računala zasnovanih na tranzistorima uočeno je da se često ponavljaju određeni osnovni elektronički sklopovi. Rodila se zamisao da se određena količina tranzistora smjesti u isto kućište i da se pri tome pomoću njih izradi neki osnovni elektronički sklop. Ovakav sklop koji u sebi objedinjuje nekoliko tranzistora nazvan je **integrirani sklop**. To je, jednostavno rečeno, pločica silicija na koju je posebnom tehnologijom utisnut veliki broj tranzistora. **Jack Kilby** iz tvrtke Texas Instruments izrađuje 1959. godine prototip prvog integriranog sklopa, a **Robert Noyce** iz tvrtke Fairchild iste godine patentira planarnu tehnologiju proizvodnje integriranih sklopova.

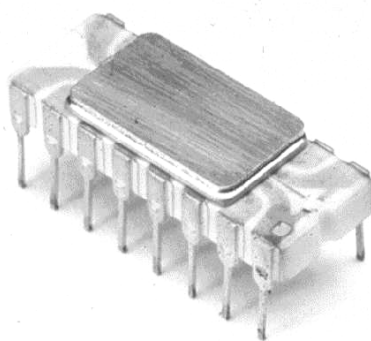


Tipično računalo treće generacije

Budući da najveći dio tranzistora otpada na njegovo kućište i spojne vodove, postupak integriranja doveo je do daljnjeg značajnog smanjenja dimenzija računala. Veliki napredak u razvoju tehnologije izrade tranzistora značajno je povećao i pouzdanost sklopa. Ubrzo su se pojavila računala građena pomoću integriranih sklopova koja je bilo moguće plasirati na tržište. Ona su bila mnogo brža, pouzdanija i jeftinija od računala zasnovanih na uporabi tranzistora. Time počinje široka uporaba elektroničkih računala, namijenjenih industrijskom upravljanju. Razvijeni

su i viši programski jezici koji značajno olakšavaju rad i proširuju krug korisnika računala. Godine 1970. pojavljuje se izmjenjivi magnetski disk (disketa) s kojeg su se tada samo mogli čitati podaci. Dolazi do procvata industrije softwarea i do pojave prvih operacijskih sustava. Računala građena na osnovi integriranih sklopova nazivamo **elektroničkim računalima treće generacije**.

Početni integrirani sklopovi sadržavali su nekoliko tranzistora, najčešće tri do pet. Kasnije se pojavljuju integrirani sklopovi sa sve većim brojem tranzistora. Povećanje broja tranzistora omogućuje povećanje složenosti sklopa, tako da se unutar jednog integriranog sklopa pojavljuje sve više i više funkcija. Početkom sedamdesetih godina 20. stoljeća razvijaju se integrirani sklopovi koji u sebi objedinjavaju čitave dijelove računala, pa čak i cijela nezavisna računala. Ovakvi integrirani sklopovi popularno se nazivaju **čipovi** (engl. *chip*). U slučaju da u jedan čip ugradimo cijelu središnju jedinicu za obradu podataka računala, takav čip nazivamo **mikroprocesor**. Računala izrađena pomoću ovakvih čipova imaju znatno manje dimenzije i nižu cijenu, pa su dostupna najširem krugu korisnika. Računala zasnovana na mikroprocesorima nazivamo **elektroničkim računalima četvrte generacije**. Možemo reći da ova generacija računala i danas prevladava na tržištu. Izrada najnovijih računala podrazumijeva sve veće integriranje programskog dijela računala u sklopovski. Računala se sve više povezuju u mreže, a razvijaju se sustavi za obradu slike, govora i teksta.



Prvi 4-bitni mikroprocesor Intel 4004

Tvrtka Intel 1971. godine tržištu nudi prvi 4-bitni mikroprocesor pod nazivom **Intel 4004**. Godine 1974. ista tvrtka proizvodi prvi 8-bitni mikroprocesor **Intel 8080**, koji je bio uvelike prihvaćen na tržištu jer je omogućio proizvodnju malih i vrlo jeftinih računala, od kojih je svakako najpoznatiji **MITS Altair 8800**, prvo široko dostupno osobno računalo s tadašnjom cijenom od 395 US\$. Intel sljedećih godina postaje gospodar tržišta mikroprocesora s modelima 8086, 8088, 80286, 80386, 80486, Pentium, Pentium II, Pentium III i Pentium 4. U posljednje vrijeme opasan konkurent mu je tvrtka AMD s modelima Athlon, Duron i Opteron.

Godine 1975. Gary Kildall razvija **CP/M**, prvi i svojedobno najpopularniji operacijski sustav za osobna računala koja imaju ugrađene mikroprocesore 8080 i 8086.

Osobna računala koja su doista otvorila put osobnoj uporabi računala bila su računala tvrtke Apple, a poglavito model **Apple II** predstavljen 1977. godine. Njegovi korisnici su mogli koristiti vlastitu televiziju kao monitor i kasetofon za pohranu podataka, a imalo je ugrađenu programsku potporu. Zbog vrlo niske cijene bila su pristupačna praktično svakome, što je omogućilo široku računarsku naobrazbu.

*Apple II*

Godine 1979. tvrtka MicroPro izdaje **WordStar** za operacijski sustav CP/M. WordStar je bio prvi značajni program za obradu teksta na osobnim računalima. Iste godine predstavljen je i **VisiCalc**, program za izradu tabličnih proračuna koji je stvorio čitavu industriju.

Računalo **IBM PC** koje je pokretao mikroprocesor Intel 8088 pojavilo se 1981. godine. Ono je bilo konačna prekretnica kojom započinje era osobnih računala. Otada im neprestano raste snaga, a smanjuje cijena.

*IBM PC*

Iste godine predstavljen je i **Microsoft DOS**, operacijski sustav namijenjen računalima koja imaju ugrađene mikroprocesore 8088, 80286, 80386, 80486 i Pentium.

Godine 1982. tvrtka Compaq je načinila prvo prijenosno računalo **Compaq Portable PC** koja je radila s mikroprocesorom Intel 8088 takta 4,77 MHz, a iste godine je tvrtka Commodore tržištu ponudila računalo **Commodore 64**, najprodavaniji model računala svih vremena.

Godine 1983. tvrtka Apple isporučuje računalo **Apple Lisa**, jedno od prvih osobnih računala s grafičkim korisničkim sučeljem. Stroj je postao komercijalni promašaj zbog cijene od 9995 US\$. No, godinu dana kasnije proizveden je **Apple Macintosh** koji je iskoristio dobre strane Apple Lisa računala, a zahvaljujući izuzetno dobroj promidžbi prodano je 250000 primjeraka u prvoj godini. Apple Macintosh je bio prvo komercijalno uspješno osobno računalo s grafičkim korisničkim sučeljem.



Apple Macintosh

Godine 1985. tvrtka Aldus predstavlja program **PageMaker**, koji označava početak stolnog izdavaštva, a iste godine tvrtka Microsoft predstavlja prvu verziju operacijskog sustava **Windows**.

U današnje vrijeme istražuju se mogućnosti izrade računala s umjetnom inteligencijom koja bi trebala omogućiti nove primjene elektroničkih računala. Primjerice, takva bi se računala primjenjivala za rješavanje problema za koje je potrebna inteligencija i intuicija. Ona bi se koristila za prevođenje govornog jezika, razumijevanje ljudskog govora, razne vrste znanstvenih i tehničkih analiza, dijagnosticiranje bolesti u medicini i slično, jednom riječju, umjetnu inteligenciju. Takva računala zasnovana su na arhitekturi neuronske mreže i nazivaju se neuroračunala. Danas ovakva računala postoje samo u obliku istraživačkih modela vrlo ograničenih mogućnosti. Konceptija tih računala je da rade kao čovjekova desna polovica mozga koja simultano obrađuje veliki broj informacija.

Neki znanstvenici smatraju da je potreban radikalni preokret u filozofiji rada računala. Predlažu da se umjesto protoka elektrona koristi snop svjetlosti, odnosno da se umjesto elektrona koriste fotoni. Fotonska računala bila bi oko 1000 pa i 10000 brža od elektronskih.

2. Osnovni pojmovi

2.1. Brojevni sustavi

Postupci zapisivanja brojeva razvijali su usporedo s postupcima zapisivanja ostalih pojmova. Za razliku od ostalih pojmova, brojevima su se obavljale posebne radnje koje zovemo računanjem. Računanje brojevima bila je česta i vrlo važna radnja, pa su smišljeni takvi načini zapisivanja brojeva koji bi što više olakšali postupke računanja. Neki su postupci u tome uspjeli više, a neki manje. Tako je npr. način pisanja brojeva kojim su se ljudi služili u doba Rimskog Carstva bio vrlo neprikladan za računanje. Arapski način zapisivanja brojeva, kojim se danas služi većina čovječanstva, mnogo je pogodniji za računanje.

Način zapisivanja brojeva i njihovo tumačenje zove se **brojevni sustav**. Danas je najčešće u uporabi položajni brojevni sustav. **Položajni brojevni sustav** je način zapisivanja brojeva kojem je bitan položaj znamenke u zapisu. Općenito se neki broj u položajnom načinu zapisa može prikazati u obliku:

$$\dots a_n a_{n-1} \dots a_1 a_0 . a_{-1} a_{-2} \dots a_{-n} \dots$$

Osnova (baza) brojevnog sustava je broj različitih znakova koje brojevni sustav koristi. **Mjesna vrijednost** znamenke je položaj određene znamenke u nekom broju. Svaka znamenka ima jedinstvenu **težinu (položajni koeficijent)**. Budući da je u zapadnjačkoj kulturi općeprihvaćen način pisanja s lijeva nadesno, težine su poredane s lijeva nadesno. Krajnje lijeva znamenka ima najveću težinu, a krajnje desna znamenka najmanju. Krajnje lijevu znamenku zovemo stoga **najznačajnijom znamenkom**, a krajnje desnu znamenku **najmanje značajnom znamenkom**. Osnovna težina jednaka je osnovi brojevnog sustava. Danas se rabe položajni brojevni sustavi s nekoliko osnova, a najčešći su **dekadski** s osnovom 10, **binarni** s osnovom 2, **oktalni** s osnovom 8 i **heksadekadski** s osnovom 16.

2.1.1. Dekadski brojevni sustav

Dekadski brojevni sustav je položajni način zapisivanja brojeva s osnovom 10. Svakoj znamenki pripisana je težina koja odgovara potenciji broja 10. Poredak dekadskih težina je:

$$\dots a_n \cdot 10^n + a_{n-1} \cdot 10^{n-1} + \dots + a_1 \cdot 10^1 + a_0 \cdot 10^0 + a_{-1} \cdot 10^{-1} + a_{-2} \cdot 10^{-2} + \dots + a_{-n} \cdot 10^{-n} + \dots$$

Znamenke ($a_n, a_{n-1}, \dots, a_{-n}$, itd) su 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 i 9, a težine su 10^n , gdje je n bilo koji cijeli broj. Znak "." nazivamo dekadskom ili razlučnom točkom, a on odjeljuje težine s pozitivnom potencijom (s lijeve strane) od onih s negativnom potencijom (s desne strane).

Pokazalo se da je dekadski brojevni sustav najprikladniji čovjeku. To je danas daleko najrasprostranjeniji brojevni sustav. Razlog nije sasvim jasan, ali se pretpostavlja da je to zbog čovjekovih deset prstiju.

2.1.2. Binarni brojevni sustav

Binarni brojevni sustav je položajni način zapisivanja brojeva s osnovom 2. Svakoj znamenki je pripisana težina koja odgovara potenciji broja 2. Poredak binarnih težina je:

$$\dots a_n \cdot 2^n + a_{n-1} \cdot 2^{n-1} + \dots + a_1 \cdot 2^1 + a_0 \cdot 2^0 + a_{-1} \cdot 2^{-1} + a_{-2} \cdot 2^{-2} + \dots + a_{-n} \cdot 2^{-n} + \dots$$

Znamenke ($a_n, a_{n-1}, \dots, a_{-n}$, itd) su brojevi 0 i 1, a težine su 2^n , gdje je n bilo koji cijeli broj. Znak "." nazivamo razlučnom točkom, a on odjeljuje težine s pozitivnom potencijom (s lijeve strane) od onih s negativnom potencijom (s desne strane).

Binarni brojevni sustav je neprikladan za ljudsku uporabu, ali je osnova digitalnih binarnih računala, pa je stoga vrlo važan pri konstrukciji i analizi rada takvih računala.

2.1.3. Oktalni brojevni sustav

Oktalni brojevni sustav je položajni način zapisivanja brojeva s osnovom 8. Svakoj je znamenki pripisana težina koja odgovara potenciji broja 8. Poredak oktalnih težina je:

$$\dots a_n \cdot 8^n + a_{n-1} \cdot 8^{n-1} + \dots + a_1 \cdot 8^1 + a_0 \cdot 8^0 + a_{-1} \cdot 8^{-1} + a_{-2} \cdot 8^{-2} + \dots + a_{-n} \cdot 8^{-n} + \dots$$

Znamenke ($a_n, a_{n-1}, \dots, a_{-n}$, itd) su 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 i 7, a težine su 8^n , gdje je n bilo koji cijeli broj. Znak "." nazivamo razlučnom točkom, a on odjeljuje težine s pozitivnom potencijom (s lijeve strane) od onih s negativnom potencijom (s desne strane).

Oktalni brojevni sustav je po svojoj prikladnosti na pola puta između binarnih digitalnih računala i čovjeka. Čovjek može relativno jednostavno pretvoriti binarni broj u oktalni i obrnuto, te mu je rukovanje i pamćenje oktalnog broja mnogo lakše od binarnog.

2.1.4. Heksadekadski brojevni sustav

Heksadekadski brojevni sustav je položajni način zapisivanja brojeva s osnovom 16. Svakoj je znamenki pripisana težina koja odgovara potenciji broja 16. Poredak heksadekadskih težina je:

$$\dots a_n \cdot 16^n + a_{n-1} \cdot 16^{n-1} + \dots + a_1 \cdot 16^1 + a_0 \cdot 16^0 + a_{-1} \cdot 16^{-1} + a_{-2} \cdot 16^{-2} + \dots + a_{-n} \cdot 16^{-n} + \dots$$

Znamenke ($a_n, a_{n-1}, \dots, a_{-n}$, itd) su 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E i F, a težine su 16^n , gdje je n bilo koji cijeli broj. Pritom je znamenka A simbol za dekadski broj 10, znamenka B simbol za dekadski broj 11 itd. Znak "." nazivamo razlučnom točkom, a on odjeljuje težine s pozitivnom potencijom (s lijeve strane) od onih s negativnom potencijom (s desne strane).

Heksadekadski brojevni sustav je po svojoj prikladnosti na pola puta između binarnih digitalnih računala i čovjeka, te ima svojstva slična oktalnom brojevnom sustavu. Čovjek može relativno jednostavno pretvoriti binarni broj u heksadekadski i obrnuto, te mu je rukovanje i pamćenje heksadekadskog broja mnogo lakše od binarnog.

2.1.5. Ostali brojevni sustavi

Dekadski brojevni sustav nije jedini brojevni sustav koji se koristio u svakodnevnom životu. U nekim zapadnoeuropskim jezicima pri izgovaranju brojeva još uvijek je sačuvan trag brojevnog sustava s bazom dvadeset. Pri mjerenju vremena, za izražavanje sekundi i minuta koristimo brojevni sustav s bazom šezdeset. Tako najveća vrijednost sekundi ili minuta iznosi 59, odnosno za jedan manje od baze brojevnog sustava. Koristeći brojevni sustav s bazom šezdeset i dalje koristimo brojevni sustav s bazom deset za zapisivanje vrijednosti, tako da nemamo

šezdeset različitih znamenaka za zapisivanje minuta i sekundi. U nekim dijelovima svijeta u velikoj je uporabi i brojni sustav s bazom dvanaest, a posebno se koristi u trgovini. Povremeno se i u nas, u sjevernijim krajevima, može čuti da ljudi za dvanaest komada određenog predmeta kažu da se radi o tucetu. Broj dvanaest pojavljuje se u trgovini zbog toga što je djeljiv i s dva, i s tri i s četiri, pa se pakiranje od dvanaest komada lako može podijeliti na polovine, trećine i četvrtine.

Kao što smo vidjeli, ne postoji nikakav matematički razlog koji bi činio jedan brojni sustav boljim od drugog. Nama se dekadski brojni sustav čini najlogičnijim sustavom iz jednostavnog razloga što smo na njega navikli.

<i>Dekadski sustav</i>	<i>Binarni sustav</i>	<i>Oktalni sustav</i>	<i>Heksadekadski sustav</i>
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10
17	10001	21	11
18	10010	22	12
19	10011	23	13
20	10100	24	14
21	10101	25	15
22	10110	26	16
23	10111	27	17
24	11000	30	18
25	11001	31	19
26	11010	32	1A
27	11011	33	1B
28	11100	34	1C
29	11101	35	1D
30	11110	36	1E

2.2. Binarni kodovi

Da bi računalo moglo izvršiti određeni program, odnosno obraditi određene podatke, program i podaci moraju biti spremljeni na medije za pohranu podataka i programa ili u radnu memoriju računala. Svi programi i podaci koji dospiju u računalo uvijek se prevode u binarni oblik. Osnovna jedinica svakog binarnog broja je jedna binarna znamenka: 0 ili 1. **Bit** je kombinacija engleskih riječi binary digit, što u prijevodu znači binarna znamenka, i on predstavlja osnovnu jedinicu za količinu informacije i odgovara digitalnoj odluci. To može biti jedna znamenka binarnog broja, jedan impuls u impulsno kodiranoj poruci ili osnovna (najmanja, nedjeljiva) jedinica za količinu informacije. Najčešće se pod bitom podrazumijeva jedna binarna znamenka. Jedan bit možemo iskoristiti za označavanje dva različita stanja neke pojave. Npr. u jednom bitu možemo spremiti informaciju o tome je li neka konkretna žarulja u prostoriji radi ili ne. Podatak 0 značit će da je isključena, a podatak 1 da je uključena. Očito je da sa dva stanja ne možemo spremiti veliki broj informacija. Zbog toga se bitovi udružuju u grupe.

Slog (engl. *nibble*) je jedinica za količinu informacije koja predstavlja niz od četiri bita ili binarni broj od četiri znamenke. Pomoću jednog sloga možemo označiti šesnaest različitih stanja neke pojave. Slog se koristi u jednostavnim elektroničkim kalkulatorima kod kojih nema potrebe za zapisivanjem slova i drugih znakova. No, kada imamo potrebu koristiti više od šesnaest različitih znakova, a to nam je svakako potrebno kada želimo upisivati slova, za osnovnu jedinicu moramo uzeti više od četiri bita.

Bajt (engl. *byte*) je jedinica za količinu informacije koja predstavlja niz od osam bitova ili binarni broj od osam znamenaka. Uporabom jednog bajta možemo označiti 256 različitih stanja neke pojave. Bajt je osnovna jedinica memorije u računalstvu. Često su uporabi veće jedinice: **kilobajt** (kB), **megabajt** (MB) i **gigabajt** (GB). Te jedinice odgovaraju sljedećim vrijednostima:

1 kilobajt = 1024 bajta,

1 megabajt = 1024 kilobajta = 1048576 bajta,

1 gigabajt = 1024 megabajta = 1073741824 bajta.

U dekadskom sustavu prefiks "kilo" označava vrijednost 1000. No, kod binarnog brojevnog sustava "kilo" označava prvu najbližu vrijednost koju je bilo moguće dobiti potenciranjem broja 2 (osnova binarnog brojevnog sustava), a to je $2^{10}=1024$.

Riječ (engl. *word*) je određena količina bitova koja se u računalu obrađuje kao cjelina, a najčešće je uvjetovana arhitekturom središnje jedinice za obradu podataka, odnosno veličinom unutarnjih spremnika računala. Za razliku od dosad opisanih jedinica za količinu informacije, riječ nema strogo utvrđenu dužinu, već ovisi o računalu na koje se odnosi. Računala četvrte generacije rade s riječju dužine 8, 16 i 32 bita, a najnovija s 64 bita.

Binarna digitalna elektronička računala građena su tako svaki njihov elementarni sklop razlikuje samo dva stanja, pa se njima mogu obrađivati samo binarni brojevi. Budući da se računala rabe i za obradu teksta, slika, zvuka i još mnogo toga, potrebno je na neki način opisati ili označiti te pojmove s pomoću binarnih brojeva kako bi ih računalo moglo obrađivati. To pripisivanje drugog značenja binarnim brojevima zove se **binarno kodiranje**.

Binarno-dekadski kodovi su svi oni kodovi kod kojih se binarnim kombinacijama kodiraju znamenke dekadskog sustava. Najpoznatiji binarno-dekadski kodovi su **NBC kod** (*Natural Binary Code*), **Excess-3** i **Grayev kod**. Namijenjeni su kodiranju isključivo dekadskih brojeva što znači da nema kodova namijenjenih kodiranju

ostalnih znakova. Binarno kodirani dekadski brojevi pišu se u skupinama od po četiri znamenke. Ovaj način zapisivanja je dosta zgodan zbog toga što je mnogo jednostavnija pretvorba binarnih brojeva u dekadске i obrnuto.

<i>Dekadski broj</i>	<i>NBC kod</i>	<i>Excess-3 kod</i>	<i>Grayev kod</i>
0	0000	0011	0000
1	0001	0100	0001
2	0010	0101	0011
3	0011	0110	0010
4	0100	0111	0110
5	0101	1000	0111
6	0110	1001	0101
7	0111	1010	0100
8	1000	1011	1100
9	1001	1100	1101

Za binarno kodiranje skupova znakova koji osim brojeva sadrže i druge znakove upotrebljava se nekoliko kodnih sustava od kojih je najpoznatiji **ASCII kod** (engl. *American Standard Code for Information Interchange*). To je kod za razmjenu podataka kod računala i komunikacijske opreme propisan američkim standardom, a propisuje pridjeljivanje 7-bitovnog binarnog broja dekadskim znamenkama, slovima i upravljačkim naredbama računala. Kod je šezdesetih godina 20. stoljeća sastavio Amerikanac **Robert W. Bemer**, a u skladu s tadašnjom bit-orijentiranom arhitekturom računala. Svaki znak koji se može predložiti u ASCII kodu u računalu je pohranjen kao 7-bitovni binarni broj, pa je tako omogućeno kodiranje ukupno 128 različitih znakova. Prva 32 binarna broja namijenjena su nadzorno-upravljačkim znakovima, primjerice za upravljanje pisačem, monitorom, komunikacijom općenito, a preostalih 96 binarnih brojeva su znakovi koji se mogu ispisati i prikazati na zaslonu kao slova, dekadске znamenke, interpunkcijski znakovi itd. Skup od 96 binarnih brojeva ubrzo je postao nedostatan, pa je uveden **prošireni ASCII kod** (engl. *Extended ASCII*) koji rabi 8 bitova za prikaz dekadskih znamenaka, slova i upravljačkih naredaba računala. Prvih 128 binarnih brojeva proširenog ASCII koda upotrijebljen je kao i u standardnom ASCII kodu, a preostalih je 128 binarnih brojeva namijenjeno novim znakovima, ponajprije za kodiranje slova iz različitih europskih pisama čiji znakovi nisu bili uključeni u prvobitni standardni ASCII kod. Taj dodatni skup znakova nije jedinstveno standardiziran, pa postoje različite tablice znakova različitih proizvođača.

U Hrvatskoj postoji nekoliko kodnih normi koje međusobno nisu usklađene, pa se lako može dogoditi da su jedni znakovi na tipkovnici, drugi na zaslonu, a treći otisnuti na pisaču. Posebni je problem nesukladnost pri prijenosu podataka s jednog računala na drugo kada nepridržavanje normi može prouzročiti poteškoće. Na starijim računalima i starijim inačicama operacijskog sustava Microsoft DOS upotrebljavala se 7-bitovna norma **CROSCII** u kojoj su neki znakovi iz ASCII koda zamijenjeni našim slovima. Osim nje poznate su i 8-bitovne kodne norme **IBM CP 852** i **Microsoft CP 1250** čijih je prvih 128 binarnih brojeva upotrijebljeno kao i u standardnom ASCII kodu, a ostalih 128 binarnih brojeva uz ostalo i za hrvatske znakove. Norma IBM CP 852 koristila se uglavnom kod posljednjih inačica operacijskih sustava Microsoft DOS i IBM OS/2, a norma Microsoft CP 1250 u operacijskom sustavu Microsoft Windows.

ASCII kod nastao je ponajprije za potrebe američkog tržišta, pa stoga u njemu nema slova iz pisama drugih zemalja. Zato se pristupilo formiranju norme koja će sadržavati znakove svih postojećih pisama, pa i starih pisama koja se više ne koriste. **Unicode** (*Unique, Universal and Uniform Character Encoding*) je kodna norma koja svakom znaku pridjeljuje 16-bitovni binarni broj. Pomoću nje omogućeno je kodiranje ukupno 65536 različitih znakova. Pritom je prvih 8192 binarnih brojeva norme Unicode predviđeno za uobičajene znakove kojima se služi čovječanstvo, uključujući i stara pisma koja se više ne koriste u svakodnevnom komuniciranju. Od toga je početnih 128 znakova sukladno standardnom ASCII kodu. Sljedećih 4096 binarnih brojeva namijenjeno je matematičkim i tehničkim simbolima, jednostavnim grafičkim uzorcima, znakovima interpunkcije i sl. Zatim slijedi 4096 binarnih brojeva za kinesku, japansku i korejsku neideografsku abecedu. Sljedećih približno 27000 binarnih brojeva rezervirano je za kineske han ideografske znakove. Od ostalih binarnih brojeva njih 5632 na raspolaganju su korisniku prema potrebi i želji, a 495 je predviđeno za pretvorbu nekog drugog koda u Unicode. Unicode se još razvija, a glavni nedostatak mu je veličina zbog koje zahtijeva povećan kapacitet memorije i dulje vrijeme obrade, te nesukladnost s postojećim programima i opremom.

Kao što smo vidjeli, sadržaj nekog bajta može predstavljati više različitih informacija. U jednom bajtu vrijednosti 65 može označavati cjelobrojnu vrijednost 65, ili pak veliko slovo "A" (prema ASCII kodu), ili naredbu nekog višeg programskog jezika, ili naredbu strojnog jezika, ili jednostavno skup bitova od kojih svaki ima posebno značenje. Postavlja se pitanje kako računalo razlikuje značenje podatka u memoriji. Ako u programu naredimo računalu da uzme sadržaj određenog bajta i promatra ga kao tekst, računalo će to učiniti. Ako u istom tom programu računalu naredimo da sadržaj istog tog bajta promatra kao brojevu vrijednost, računalo će i to učiniti. Prema tome značenje pojedinog bajta ovisi o njegovoj primjeni u danom trenutku.

2.3. Logička algebra

Teorijsku osnovu logičke algebre, a time i uporabe binarnog brojevnog sustava koji postaje osnova svih suvremenih računala, postavio je 1854. godine **George Boole** (1815-1864). On je u svom djelu "*Matematička analiza logike*" želio matematički obraditi postupke deduktivnog logičkog zaključivanja, pri čemu su ulazni podaci mogli imati samo dva stanja: točno i netočno. Danas je logička algebra grana matematike koja se bavi matematičkim opisom logičkog zaključivanja, a sadrži sustav teorema koji rabe simboličku logiku da bi opisali skupove elemenata i odnose među njima. Booleova logička algebra svojim dvama stanjima (istina-laž) primjenjiva je na binarni brojevni sustav koji upotrebljavaju suvremena računala. Naime, razvojem digitalnih računala otkriveno je da je logička algebra primjenjiva pri konstrukciji i analizi rada takvih računala jer ona također imaju samo dva različita stanja.

Osnovni element logičke algebre jest **izjava**, koja može biti istinita ili lažna. Izjava je npr. "Danas je srijeda" ili npr. "Goran Višnjić je hrvatski glumac", ali rečenica "Što radiš danas?" nije izjava jer se ne može odrediti njena istinitost ili lažnost. Istinitost izjave označava se pojmom "istina" ili engl. **True**, a lažnost izjave pojmom "laž" ili engl. **False**. Izjave se mogu međusobno kombinirati u logičke izraze u kojima izjave nazivamo **operandima**, a o tome kakvu operaciju izvodimo među operandima govori nam **operator**. Složene logičke operacije sastoje se od elementarnih ili osnovnih logičkih operacija. Slažući osnovne logičke operacije moguće je dobiti vrlo složene i opsežne logičke operacije. Osnovne su logičke operacije jednostavne i sastoje se od jednog ili dva operanda i jednog operatora.

Tablica stanja definicija je logičke operacije i kao takva mora sadržavati sva moguća stanja operandi i logičke operacije. Ona izražava odnose među operandima ovisno o logičkoj operaciji, odnosno definira istinitost cjelokupne logičke operacije temeljene na istinitosti izjava uključenih u tu operaciju. To je i razlog da se ta tablica zove još i tablica istine.

Navedimo osnovne logičke operacije i njima pripadne logičke operatore.

2.3.1. Logička operacija NE

Logička operacija NE zove se još i negacija, a uključuje jedan operand i jedan operator. Negacija izjave nova je izjava, temeljena na postojećoj izjavi, koja je lažna ako je postojeća izjava istinita, odnosno istinita ako je postojeća izjava lažna.

A	\bar{A}
T	F
F	T

Dakle, kao što iz tablice stanja za logičku operaciju NE vidimo, ukoliko je izjava A istinita, izjava \bar{A} je lažna, a ako je izjava A lažna, izjava \bar{A} je istinita.

Ako je izjava A "Danas je srijeda", onda negacija izjave A glasi "Danas nije srijeda".

2.3.2. Logička operacija I

Logička operacija I zove se još i konjunkcija, a uključuje više operandi i jedan operator. Tablicom stanja opisana je logička operacija I s dva operandi:

A	B	$A \cdot B$
F	F	F
F	T	F
T	F	F
T	T	T

Kao što nam tablica stanja za logičku operaciju I govori, logički izraz $A \cdot B$ je istinit ako i samo ako su obje izjave A i B istinite.

Ako izjava A glasi "Danas je srijeda", a izjava B glasi "Pada kiša", onda izjava $A \cdot B$ glasi "Danas je srijeda i pada kiša".

2.3.3. Logička operacija ILI

Logička operacija ILI zove se još i disjunkcija, a uključuje više operanada i jedan operator. Tablicom stanja opisana je logička operacija ILI s dva operanda:

A	B	A + B
F	F	F
F	T	T
T	F	T
T	T	T

Kao što nam tablica stanja za logičku operaciju ILI govori, logički izraz $A + B$ je lažan ako i samo ako su obje izjave A i B lažne.

Ako izjava A glasi "Danas je srijeda", a izjava B glasi "Danas je petak", onda izjava $A + B$ glasi "Danas je srijeda ili petak".

2.3.4. Složene logičke operacije

Osnovne logičke operacije mogu se kombinirati u složene operacije koje se sastoje od više operanada i operatora. Tako možemo sastaviti složenu logičku operaciju:

"Danas je srijeda" + "Danas je petak" · "Goran Višnjić je hrvatski glumac".

Ova se logička operacija sastoji iz tri operanda i dva operatora.

Često je složene logičke operacije moguće pojednostavniti služeći se nizom jednostavnih pravila Booleove algebre, a s ciljem smanjenja broja operanada u logičkoj operaciji uz uvjet da tablice stanja početnog i krajnjeg logičkog oblika budu jednake.

Naveći ćemo skup pravila za pojednostavljenje logičkih izraza koja nam mogu pomoći pri pretvorbi jednog logičkog oblika u drugi, a da se pritom ne izmijeni tablica stanja logičke operacije:

$$A \cdot 0 = 0$$

$$A + 1 = 1$$

$$A \cdot B = B \cdot A$$

$$A \cdot A = A$$

$$A + A = A$$

$$A + B = B + A$$

$$A \cdot \overline{A} = 0$$

$$A + \overline{A} = 1$$

$$A \cdot 1 = A$$

$$A + 0 = A$$

$$A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$$

$$A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$$

$$\overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$$

$$\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$$

2.4. Logički sklopovi

Obrada podataka unutar elektroničkog sustava, kakvo je računalo, moguća je samo posredstvom električkih veličina: napona i struje. Postoji mnogo načina na koje bi se podaci mogli predočiti električkim veličinama, ali se pokazalo da je za električki prikaz podataka najpogodniji prikaz s dva stanja. Takav prikaz omogućuje jeftinu građu pouzdanih elektroničkih sklopova.

Sustavi koji mogu imati konačan broj stanja i kod kojih ne postoje međustanja zovu se *digitalni sustavi*. Jedan od primjera za digitalni sustav jest sklopka za paljenje svjetla jer može poprimiti samo jedno od dva stanja: uključeno ili isključeno. Digitalni sustav je i prometna svjetlosna signalizacija (semafor) koja može biti u jednom od nekoliko stanja (crveno, žuto, zeleno, crveno-žuto, isključeno). Za razliku od digitalnih sustava, postoje i analogni sustavi koji mogu poprimiti bilo koje stanje između krajnjih vrijednosti. Jedan od primjera za analogni sustav jest ugađanje glasnoće zvuka kod radioprijamnika.

Kod digitalnih elektroničkih računala podaci se predočuju uz pomoć dva moguća stanja: maksimalni napon (5V) i minimalni napon (0V). Zbog toga što se radi o dvama stanjima, računala se zovu binarnima, a zbog toga što je riječ o odvojenim i jasno razlučivim stanjima, zovu se digitalnim. Digitalna binarna računala su, dakle, računala unutar kojih se podaci predočuju samo dvama i to jasno odvojenim i razlučenim stanjima. Kako su velika većina računala u uporabi upravo digitalna binarna računala, to se u svakodnevnom govoru najčešće rabi naziv digitalna računala ili samo računala.

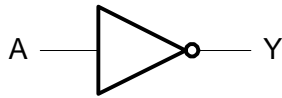
Zbog jednostavnosti jedno od stanja zovemo logičkom nulom i označujemo s "0", a pridaje mu se jedna razina napona (npr. 0V). Drugo stanje zovemo logičkom jedinicom i označavamo s "1", a pridaje mu se druga razina napona (npr. 5V).

Očigledna je sličnost digitalnog binarnog računala i logičke algebre, dopustivši poistovjećivanje logičke nule sa False, a logičke jedinice s True. Načela logičke algebre (operacije, operandi, pravila logičkih odnosa) mogu se zato primijeniti i kod digitalnih binarnih računala.

Iako je sklopovlje elektroničkog računala vrlo složeno, osnovni elementi od kojih je građeno relativno su jednostavni i ograničeni na nekoliko osnovnih tipova, a složeni sustavi grade se spajanjem više osnovnih elemenata. Osnovni elementi elektroničkih računala zovu se *logički sklopovi*, a njihovo je ponašanje opisano tablicom stanja ili tablicom istine. Oni mogu imati jedan ili više ulaza, ali imaju samo jedan izlaz. Ulazi se obično crtaju s lijeve strane, a izlaz s desne.

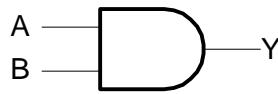
Osnovni logički sklopovi su NE, I i ILI, a još su vrlo važni NI, koji se dobije međusobnim spajanjem sklopova NE i I, i NILI, koji se dobije međusobnim spajanjem sklopova NE i ILI sklopa. Također je važno istaknuti i logički sklop Isključivo ILI koji služi za uspoređivanje digitalnih signala.

Svi logički sklopovi iz računala mogu se sagraditi međusobnim spajanjem osnovnih logičkih sklopova.

NE logički sklop

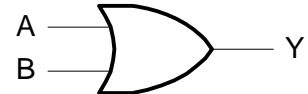
$$Y = \bar{A}$$

A	Y
0	1
1	0

I logički sklop

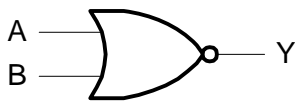
$$Y = A \cdot B$$

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

ILI logički sklop

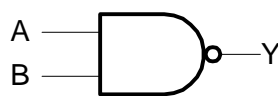
$$Y = A + B$$

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

NILI logički sklop

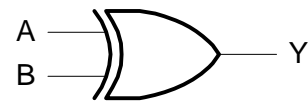
$$Y = \overline{A + B}$$

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

NI logički sklop

$$Y = \overline{A \cdot B}$$

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Isključivo ILI sklop

$$Y = A \oplus B$$

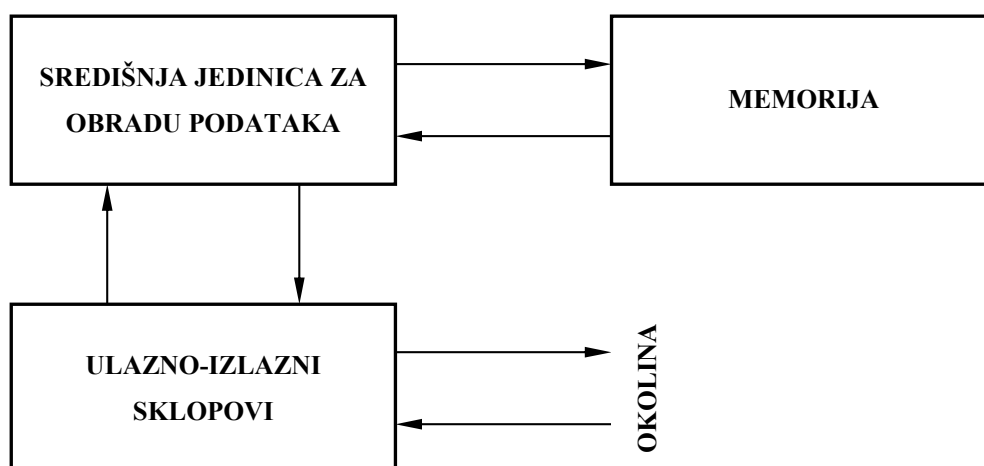
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Međusobnim spajanjem osnovnih logičkih sklopova moguće je sagraditi složene logičke sklopove koji sadrže stotine, tisuće, a u suvremenim računalima i milijune osnovnih logičkih sklopova. Bez obzira na složenost, uvijek je moguće sastaviti tablicu stanja logičkog sklopa koji se temelji na tablicama stanja svakog ugrađenog osnovnog logičkog sklopa.

3. Osnovna građa računala

Računala se mogu razlučiti na dijelove prema njihovim različitim svojstvima i funkcijama. Jedna od najčešćih podjela jest na **sklopovski** (engl. *Hardware*) i **programski** (engl. *Software*) dio računala. Pod sklopovskim dijelom računala podrazumijevaju se svi oni električni, elektronički i mehanički dijelovi od kojih je građeno računalo i pojedini njegovi priključci.

Funkcionalna građa računala koja se danas najčešće susreće naziva se **von Neumannova arhitektura računala**, a dobila je ime po briljantnom Johnu von Neumannu, koji je prvi opisao načelno djelovanje tako oblikovanog računala. Računala s von Neumannovom arhitekturom sastoje se od triju osnovnih dijelova: središnje jedinice za obradu podataka, memorije i ulazno-izlaznih sklopova. Potrebno je naglasiti da je takva podjela funkcionalna jer nije nužno da navedeni dijelovi u nekom računalu budu fizički podijeljeni na jednak način. Najčešće se kod osobnih računala svaki od navedenih triju osnovnih sastavnih dijelova sastoji od više komponenata.



Središnja jedinica za obradu podataka obrađuje podatke, upravlja i nadzire protok podataka između pojedinih dijelova sustava, te usklađuje pravilan rad cijelog sustava. **Memorija** pohranjuje podatke i programe, te ih po potrebi stavlja na raspolaganje ostalim dijelovima sustava. **Ulazno-izlazni sklopovi** omogućavaju prijenos podataka između računala i okoline.

3.1. Središnja jedinica za obradu podataka

Središnja jedinica za obradu podataka (engl. *Central Processing Unit*) jest mozak računala koji ima dva glavna zadatka.

Prvi od tih zadataka jest **obrada podataka**, po čemu je jedinica i dobila ime. Obrada podataka uključuje obavljanje aritmetičkih i logičkih operacija s podacima, postupke premještanja i sortiranja podataka te ostale moguće operacije s podacima koje se obavljaju pod nadzorom programa.

Drugi važan zadatak središnje jedinice za obradu podataka je **nadzor i usklađivanje djelovanja cjelokupnog sustava**. Tijekom obrade podataka unutar računala podaci putuju iz jednog dijela sustava u drugi,

obavljaju se različite logičke i aritmetičke operacije, obavlja se pohrana i dobavljanje podataka itd. Središnja jedinica za obradu podataka brine se da se sve te aktivnosti sinkroniziraju i koordiniraju kako bi sustav djelovao usklađeno i svrhovito.

Kod velikih računala središnja jedinica za obradu podataka sastoji se od poluvodičkih komponenata, dok se kod manjih i osobnih računala sastoji najčešće od mikroprocesora, a katkad i od nekoliko pratećih poluvodičkih integriranih sklopova. Suvremeni mikroprocesori su najsloženije poluvodičke komponente koje se sastoje od nekoliko desetaka milijuna tranzistora smještenih na jednu pločicu poluvodiča veličine samo nekoliko desetaka kubičnih milimetara.



Pentium mikroprocesori

Snaga ili moć središnje jedinice za obradu podataka ovisi o količini podataka koju ona može obraditi u jedinici vremena. Na njenu moć utječe više čimbenika.

Prvi od tih čimbenika jest **frekvencija koraka** ili takta središnje jedinice za obradu podataka. Središnja jedinica za obradu podataka obavlja obradu podataka u koracima. Tipičan slijed pri obradi podataka jest npr.

1. dobava prvog podatka iz memorije u središnju jedinicu za obradu podataka,
2. dobava drugog podatka iz memorije u središnju jedinicu za obradu podataka,
3. obrada podataka (npr. zbrajanje),
4. pohrana rezultata u memoriju.

Svaka od navedenih operacija zbiva se u jednom koraku ili taktu, pa su računalu za obavljanje cjelokupnog posla iz ovog primjera potrebna četiri koraka. Jednostavnije operacije mogu se obaviti u jednom koraku, a za složenije je potrebno više koraka. Težnja je konstruktora središnje jedinice za obradu podataka sagraditi je takvom da može obaviti što više operacija u vremenskoj jedinici. Frekvencija koraka središnje jedinice za obradu podataka mjeri se u megahercima, a kod suvremenih osobnih računala u gigahercima. Ona je obično vidno istaknuta u tehničkim podacima o računalu. Glavno ograničenje povećanja frekvencije koraka je ograničenje brzine poluvodičkih integriranih sklopova i brzine širenja električnih signala kroz spojne vodove između pojedinih dijelova računala.



AMD Athlon i Intel Pentium 4 mikroprocesori

Drugi važni čimbenik koji određuje snagu računala jest **količina bitova** koju odjednom može obraditi središnja jedinica za obradu podataka. Što više bitova informacija računo može obraditi u jedinici vremena, to ono ima veću moć obrade podataka. Središnje jedinice za obradu podataka prvih osobnih računala mogle su obrađivati 8 bitova informacija u jednom koraku. Prvi mikroprocesori upotrijebljeni u osobnim računalima mogli su također obrađivati osam bitova u jednom koraku, pa su nosili naziv osmobitovni mikroprocesori (8080, 6800, Z80, itd). Mikroprocesori koji se rabe u suvremenim osobnim računalima jesu 16-bitovni (npr. 8088, 68000), 32-bitovni (npr. 80386, i486, Pentium, Celeron, 68040, PowerPC, Athlon, Duron) i 64-bitovni (Opteron). Jasno je samo po sebi da središnja jedinica za obradu podataka koja može u jednom koraku obraditi 16 bitova ima veću moć od središnje jedinice za obradu podataka koja u istom vremenu može obraditi 8 bitova.

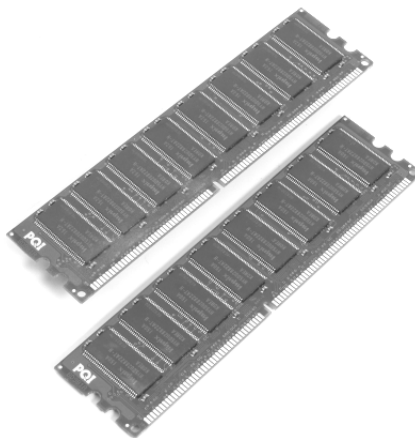
Treći čimbenik koji bitno utječe na snagu središnje jedinice za obradu podataka jest sama **arhitektura** središnje jedinice za obradu podataka, a osobito način na koji dobavlja i obrađuje podatke. Neke središnje jedinice za obradu podataka imaju mogućnost istodobne obrade podataka (npr. zbrajanja) i dobave novog podatka iz vanjske memorije, čime se znatno ubrzava ukupna obrada podataka. U suvremenim osobnim računalima koriste se mnoga rješenja središnje jedinice za obradu podataka koja su primijenjena i u velikim računalima.

3.2. Memorija

Kod von Neumannovog računala program i podaci pohranjeni su u dijelu računala koji se zove **memorija** (još se koristi naziv radna memorija). Memorija elektroničkog računala ima sposobnost pohrane ili čuvanja stanovite količine podataka. Obično se nekoliko bitova grupira u jedan bajt i pohranjuje na neko određeno mjesto u memoriji, koje se zove **memorijska lokacija**. Memorijska lokacija je mjesto u memoriji koje ima svoju jednoznačnu adresu, a u koje se može pohraniti određena količina bitova, najčešće jedan bajt. Želi li se pohraniti bajt u memorijsku lokaciju, potrebno je navesti adresu te lokacije. Isto tako, želi li se pročitati neki bajt iz memorije, potrebno je navesti adresu memorijske lokacije u kojoj je pohranjen taj bajt.

Kapacitet memorije mjeri se brojem bajtova koji se mogu pohraniti u njoj.

Memoriju računala s obzirom na postojanost podataka možemo podijeliti u dvije osnovne skupine: RAM i ROM memoriju.



RAM memorija

RAM (engl. *Random Access Memory*) je upisno-ispisna memorija (još se koristi naziv memorija sa slučajnim pristupom). To je radna memorija računala u koju se mogu upisivati podaci i iz nje čitati podaci onoliko puta koliko mi to želimo. Jednom pohranjeni podaci u RAM memoriju ostaju nepromijenjeni sve dok ih računo namjerno ne promijeni ili dok se ne prekine napajanje računala električnom energijom. RAM memorija gubi svoj sadržaj prekidom napajanja, pa se još naziva i nepostojana memorija (engl. *Volatile*). Isključi li se računo, svi podaci koji se nalaze u RAM memoriji bit će nepovratno izgubljeni. Nepostojanost podataka pri prekidu napajanja najveći je nedostatak RAM memorije. Glavne značajke RAM memorije su kapacitet i brzina rada. Suvremena osobna računala raspolazu RAM memorijom veličine od 64MB navise. Suvremene RAM memorije s obzirom na način rada dijelimo na statičke i dinamičke. Statički RAM je radna memorija čiji je svaki bit pohranjen u jednom od bistabilnih sklopova smještenih u memorijskom integriranom sklopu. Dinamički RAM je radna memorija čiji je svaki bit pohranjen kao naboj u minijaturnom kondenzatoru smještenom u memorijskom integriranom sklopu. Pristup podacima smještenim u statičkoj RAM memoriji je vrlo brz što je njena glavna prednost, ali je zato dinamički RAM dosta jeftiniji i manjih dimenzija, tako da se on koristi kao radna memorija u osobnim računalima.

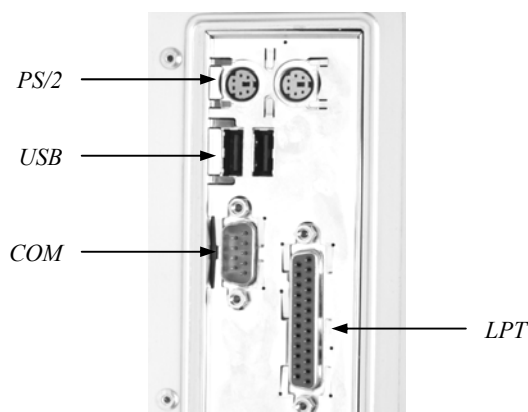
ROM (engl. *Read Only Memory*) je ispisna memorija, odnosno, memorija u koju je podatak moguće upisati samo jednom. Nakon upisa taj podatak se može čitati koliko puta želimo, ali se ne može mijenjati, brisati ili upisivati novi podatak. Primjena ROM memorije je zato ograničena na pohranu podataka koji su uvijek jednaki i nepromijenjeni. Takvih nepromijenjenih podataka ima relativno malo, pa je ugrađena ROM memorija u osobnim računalima malog kapaciteta (npr. 256 kB). Podatke u ROM memoriju upisuje proizvođač računala i korisnik nikada ne mijenja te podatke. U ROM memoriji su najčešće pohranjeni podaci potrebni operacijskom sustavu računala, pa korisnik rijetko izravno koristi te podatke. S obzirom na mogućnost brisanja podataka postoji nekoliko vrsta ROM memorija: PROM, EPROM, EEPROM itd. PROM (engl. *Programmable Read Only Memory*) je vrsta ROM memorije u koju korisnik može jednom upisati podatke uz pomoć posebnog uređaja, tzv. PROM programatora. Jednom upisani podaci u PROM više se ne mogu mijenjati. EPROM (engl. *Erasable Programmable Read Only Memory*) je vrsta ROM memorije u koju korisnik može upisati podatke, ali ih može i izbrisati izloživši sadržaj EPROM memorije ultraljubičastom svjetlu. EEPROM (engl. *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) je vrsta ROM memorije koja se ponaša kao EPROM, ali se njen sadržaj ne briše uz pomoć ultraljubičastog svjetla već dovođenjem povećanog napona na njegove priključke u određenom vremenu.

3.3. Ulazno-izlazni sklopovi

Zadaća ulazno-izlaznih sklopova jest povezivanje računala s okolinom. Programe i podatke koji će se obrađivati u računalu potrebno je na neki način dostaviti računalu, a isto je tako rezultat obrade podataka potrebno dostaviti korisniku. Unutar računala podaci su predočeni električnim digitalnim signalima, dok su u okolini ti podaci u drugačijem obliku. Ulazni sklopovi su građeni tako da omogućavaju priključenje vanjskih jedinica s pomoću kojih je moguće iz okoline podatke predavati računalu. Izlazni sklopovi omogućavaju priključivanje vanjskih jedinica s pomoću kojih je moguće podatke iz računala predavati okolini.

U sklopu računala postoji više ulazno-izlaznih sklopova koji omogućavaju priključenje različitih vanjskih jedinica kao što su tipkovnica, monitor, magnetski disk, zvučnici itd. Većina tih sklopova ugrađena je u računo i korisnik nije ni svjestan posebnosti tih sklopova niti treba znati kako ti sklopovi djeluju. Postoje, međutim, dva

ulazno-izlazna sklopa s kojima se korisnik češće susreće i o čijem djelovanju treba znati nešto više. To su serijski i paralelni ulazno-izlazni sklopovi koji služe za priključivanje vanjskih jedinica kao što su pisač, miš, modem itd.



Priključnice ulazno-izlaznih sklopova

Paralelni ulazno-izlazni sklop (LPT) omogućava razmjenu podataka između računala i okoline, pri čemu se odjednom razmjenjuje više bitova. Takva vrsta prijenosa podataka naziva se paralelni prijenos podataka. Kod osobnih računala paralelni ulazno-izlazni sklop građen je tako da može odjednom razmjenjivati osam bitova (jedan bajt). Za svaki od tih bitova postoji poseban vodič spojen na priključnicu dostupnu korisniku, koja je smještena na stražnjoj strani kućišta računala. Osim vodiča koji prenose bajt podataka postoji još i nekoliko vodiča koji prenose nadzorne i upravljačke podatke, tako da priključnica paralelnog ulazno-izlaznog sklopa najčešće ima 25 priključaka i nosi oznaku DB25 (engl. *Data Bus 25 Lines*). Prednost paralelnog ulazno-izlaznog sklopa jest brzina prijenosa podataka, koja obično iznosi od stotinjak tisuća do nekoliko milijuna bitova prenesenih u sekundi, a također i jednostavnost paralelnih ulazno-izlaznih sklopova za prilagodbu podataka iz računala u paralelni prijenos. Nedostatak paralelnog ulazno-izlaznog sklopa jest potreba za velikim brojem vodiča s pomoću kojih se priključuju vanjske jedinice. Paralelni prijenos rabi se zato uglavnom za povezivanje računala i krajnjih uređaja na male udaljenosti, a najčešće se koristi za povezivanje računala i pisača, te računala i skenera. Jedan od najpoznatijih standarda za prijenos podataka posredstvom paralelnog ulazno-izlaznog sklopa jest *Centronics* standard, nazvan po proizvođaču koji ga je izmislio i prvi primijenio.

Serijski ulazno-izlazni sklop (COM) omogućava razmjenu ulazno-izlaznih podataka između računala i okoline, pri čemu se odjednom razmjenjuje jedan bit podataka. Takva vrsta prijenosa podataka naziva se serijski prijenos podataka. Za razmjenu podataka između računala i okoline posredstvom serijskog ulazno-izlaznog sklopa dovoljna su tri vodiča: vodič za slanje podataka, vodič za primanje podataka i zajednički vodič. Upravo taj mali broj vodiča najveća je prednost serijskog ulazno-izlaznog sklopa. Nedostatak mu je relativno spor prijenos podataka jer prenosi podatke bit iza bita. Tipične brzine prijenosa podataka su od tri stotine do stotinjak tisuća bitova prenesenih u sekundi. Sve vanjske jedinice koje su znatno udaljene od računala ili pak ne traže veliku brzinu prijenosa podataka povezuju se posredstvom serijskog ulazno-izlaznog sklopa. To su najčešće tipkovnica, miš i vanjski modem. Osim navedenih triju osnovnih linija, serijski ulazno-izlazni sklop katkad još ima i nadzorne i upravljačke linije, pa se ukupan broj vodiča povećava na 9 (oznaka *DB9*) ili čak 25 (oznaka *DB25*) u složenijim izvedbama. Najčešće korišteni standard za serijski prijenos podataka jest američki standard koji nosi oznaku *RS232C*.

Pošto se mnoge ulazne i izlazne jedinice spajaju na serijske ulazno-izlazne sklopove računala, javlja se problem ograničenog broja serijskih ulazno-izlaznih sklopova i spleta kablova. U posljednje vrijeme koristi se rješenje u obliku serijske sabirnice koja omogućuje da se na jedan serijski ulazno-izlazni sklop priključuje više uređaja. Najpoznatije serijske sabirnice koje se danas koriste su USB (engl. *Universal Serial Bus*) i FireWire. Pritom se USB sabirnica koristi za povezivanje gotovo svih ulaznih i izlaznih jedinica s računalom, a FireWire za povezivanje uređaja koji traže vrlo veliku brzinu prijenosa podataka, najčešće video diskova, RAID uređaja i sl.

3.4. Ulazne jedinice

Ulazne jedinice računala su svi oni uređaji koji omogućavaju unos podataka ili programa iz okoline u računalu. Temeljna zadaća ulaznih jedinica jest pretvorba podataka iz izvornog oblika u oblik koji je razumljiv računalu. Po načinu prijama podataka ulazne jedinice mogu se podijeliti na dvije osnovne skupine:

- ulazne jedinice koje podatke primaju izravno od čovjeka (tipkovnica, miš, grafička ploča, itd),
- ulazne jedinice koje primaju podatke od drugih uređaja (A/D pretvornik, magnetski disk, vrpca, itd).

3.4.1. Tipkovnica

Tipkovnica (engl. *Keyboard*) je jedna od najstarijih i najčešće korištenih ulaznih jedinica računala. Naslijeđena izravno od mehaničkih pisaćih strojeva, tipkovnica se odlikuje jednostavnom i jeftinom građom. Unos podataka u računalu pomoću tipkovnice jednoznačan je i lak, a upotreba jednostavna. Tipkovnica je nezamjenjiva ulazna jedinica za unos teksta u računalu, ali je znatno otežana njena primjena za ostale poslove kao što su crtanje, unos i obrada zvuka, unos i obrada slika itd.



QWERTY tipkovnica

Tipkovnica se sastoji od većeg broja označenih tipaka koje su mehanički vezane za pripadne preklopke. Svakoj tipki pripada po jedna preklopka. Raspored tipaka približno odgovara rasporedu tipaka mehaničkog pisaćeg stroja. Pritiskom na neku od tipki tipkovnice ostvaruje se električni kontakt preklopke vezane za tu tipku. Zatvaranjem kontakta uspostavlja se električni krug koji dovodi napon na odgovarajuće nožice ugrađenog sklopa. Sklop na temelju primljenih napona stvara prikladne električne impulse i proslijeđuje ih računalu. Postoji više vrsta tipkovnica koje se međusobno razlikuju tehnologijom kojom su ostvareni električni kontakti:

- elektromehaničke tipkovnice,
- membranske tipkovnice,
- tipkovnice s vakuumskim relejima,
- kapacitivne tipkovnice.

Tipkovnice suvremenih računala imaju najmanje 40 tipaka, a postoje modeli s više od 100 tipaka, ovisno o modelu i proizvođaču. Istodobno se mogu koristiti i po dvije tipke tako da ukupan broj znakova koje može generirati tipkovnica može iznositi nekoliko stotina. Znakovi kojima su obilježene tipke tipkovnice ovise o namjeni tipkovnice, a najčešće se sastoje od slova abecede, brojaka, znakova interpunkcije i još nekih posebnih znakova. Raspored znakova na tipkovnici neobično je važan jer utječe na brzinu unosa podataka. Raspored tipaka na tipkovnici propisan je službenom normom koje se, uz mala odstupanja, proizvođači tipkovnica pridržavaju. Većina tipkovnica zasnovana je na tzv. QWERTY rasporedu čije ime potječe od slova upisanih na prvih šest tipki u drugom redu odozgo.

3.4.2. Miš

Miš (engl. Mouse) je nakon tipkovnice najčešće rabljena ulazna jedinica. Za razliku od tipkovnice, on ne služi unosu teksta, već se ubraja u pokazne naprave, a namijenjen je crtanju i upravljanju programima. Miš je izumljen 1963. godine, ali je u praktičnoj uporabi tek od 1982. godine kada tvrtka Mouse Systems iznosi na tržište prvog miša za IBM PC računala. Pojava računala Apple Macintosh 1984. godine, s mišem kao standardnim dijelom opreme, otvorila je širom vrata uporabi te praktične, jednostavne i jeftine ulazne jedinice.



Miš

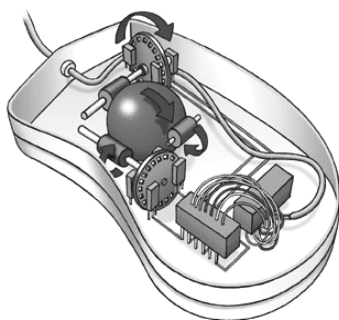
Miš je mala pokretna naprava povezana s računalom pomoću serijskog ulazno-izlaznog sklopa ili USB sabirnice. Pomicanjem miša po podlozi obično se pomiče pokazivač na zaslonu monitora, a pritiskom na jednu od tipki na gornjem dijelu miša daje se određena naredba računalu. Upravljanje nekim programom uz pomoć miša svodi se na postavljanje pokazivača na jednu od više ponuđenih mogućnosti na zaslonu monitora i zatim odabirom te mogućnosti pritiskom na tipku miša. Za razliku od tipkovnice, mišem se može rukovati bez posebne izvježbanosti, pa se vještina stječe vrlo brzo i prirodno.

Suvremeni miševi se s obzirom na načelo djelovanja dijele na elektromehaničke i optičke miševe.

Načelo djelovanja elektromehaničkog miša temelji se na pretvorbi gibanja u niz električnih impulsa. Miš je građen od kućišta koje na svojoj gornjoj strani ima tipke, a na donjoj kuglicu presvučenu gumom koja proviruje iz kućišta i može se okretati u svim smjerovima. Pomicanjem miša po ravnoj podlozi okreće se ugrađena kuglica. Okretanje kuglice elektronički sklopovi unutar miša pretvaraju u digitalne signale koji se proslijeđuju računalu. Tipke na gornjoj strani miša služe za slanje dodatnih naredbi računalu.

Nepouzdanost pokretnih dijelova elektromehaničkog miša dovela je do razvoja miša koji nema pokretnih dijelova. Takav miš, nazvan **optičkim mišem**, zahtijeva posebnu podlogu za kretanje. S njegove donje strane nalaze se dva izvora svjetla (LED diode) i dva osjetila koja registriraju odbijene zrake svjetla koji su u parovima

postavljeni pod pravim kutom. Pomicanjem miša zraka svjetla se odbija od podloge ili se apsorbira u njoj, zavisno o boji podloge na mjestu upada zrake. Na taj se način generira niz električnih impulsa ovisnih o prijelazu miša preko podloge koji se proslijeđuju računalu.



Elektromehanički miš



Optički miš

Prednosti elektromehaničkog miša pred optičkim su jednostavnost građe i mogućnost uporabe na bilo kojoj ravnoj plohi, a nedostaci nepouzdanost u radu zbog prljanja kuglice i unutrašnjosti miša.

3.4.3. Pomična kuglica

Pomična kuglica (engl. *Trackball*) djeluje na sličnom načelu kao i elektromehanički miš, a izgleda kao naopako okrenuti miš. S gornje strane kućišta proviruje kuglica koju je moguće okretati prstima, a uz rub kućišta nalazi se nekoliko tipki. Korisnik polaže ruku na kućište i prstima okreće kuglicu. Pokretanje kuglice u unutrašnjosti pretvara se u električne impulse koji se prenose do računala jednako kao i kod miša. Primjenjuje se za iste poslove kao i miš. Pomičnu kuglicu nije potrebno pomicati po podlozi, pa zato pomična kuglica zahtijeva znatno manju radnu površinu za svoje djelovanje od miša. Dodatna joj je prednost bolji nadzor pokreta kuglice nego kod miša. Nedostatak pomične kuglice je otprilike trostruko viša cijena od miša. Pomična kuglica primjenjuje se kad nema raspoložive slobodne plohe, što je slučaj kod prijenosnih računala.



Pomična kuglica

Pomična kuglica se s računalom povezuje pomoću serijskog ulazno-izlaznog sklopa ili USB sabirnice.

3.4.4. Grafička ploča

Izrada crteža pomoću računala jedno je od važnih područja njegove primjene, a najpogodnija ulazna jedinica za tu namjenu jest **grafička ploča** (engl. *Digitizing Tablet*). Prednosti grafičke ploče pred mišem i pomičnom kuglicom su veća točnost, prirodnija upotreba pri izradi crteža i mogućnost očitavanja apsolutnog položaja pokazne naprave. Nedostaci su joj visoka cijena i potreba za velikim slobodnim prostorom na stolu.

Grafička ploča sastoji se od radne plohe tipičnih dimenzija 30 cm × 30 cm i debljine oko 1 cm, te pokazne naprave u obliku miša ili olovke. Dio radne plohe osjetljiv je na pokaznu napravu i u stanju je registrirati njen položaj. Za razliku od miša, grafička ploča registrira apsolutni položaj pokazne naprave. Pomicanje pokazne naprave po površini ploče prenosi se posredstvom serijskog ulazno-izlaznog sklopa ili USB sabirnice, a prijenos podataka događa se pod nadzorom odgovarajućeg pogonskog programa (engl. *Driver*) koji se isporučuje uz ploču.



Grafička ploča

Za izradu crteža slobodnom rukom rabi se pokazna naprava u obliku olovke. Vrh olovke približi se površini ploče i njime se "crta" po ploči. Olovka se može uključiti pritiskom prsta na tipku na olovci ili pritiskom vrha olovke na podlogu, ovisno o modelu olovke, čime započinje slanje podataka računalu. Uporaba olovke pri izradi crteža je prirodna, jednostavna i laka jer je slična crtanju olovkom po papiru.

Pokazna naprava u obliku miša rabi se obično za prenošenje gotovih tehničkih crteža s papira na računalu. Postavljanjem središta križića na točke crteža na papiru, koji je postavljen na ploču, i pritiskom na jedno od dugmeta moguće je prenositi apsolutne položaje točaka na crtežu u računalu. Crtež se opisanim postupkom pretvara u digitalni zapis na računalu, pa se takav postupak zove *digitalizacija*, a grafička ploča *digitalizator*. Pokaznom napravom u obliku miša postižu se točniji rezultati nego olovkom, ali je nepraktična za rukovanje pri izradi crteža slobodnom rukom.

Postoji nekoliko različitih tehnologija izrade grafičke ploče od kojih izdvajamo:

- elektromagnetska grafička ploča,
- elektrostatska grafička ploča s istosmjernim naponom,
- grafička ploča s otpornim slojem,
- elektrostatska grafička ploča s izmjeničnim naponom.

3.4.5. Palica za upravljanje

Palica za upravljanje (engl. *Joystick*) je pokazna naprava koja služi za unos iste vrste podataka kao i mišem. Sastoji se od kućišta koje miruje na podlozi i palice koja izlazi uspravno iz kućišta. Korisnik drži palicu u ruci i naginje je u smjeru lijevo-desno i naprijed-natrag. Pokreti palice pretvaraju se u električne impulse i posredstvom priključnog kabela prenose računalu kao podaci o promjeni koordinata. Na vrhu palice i na njenom kućištu postoje tipke kojima je moguće računalu uputiti dodatne naredbe.



Palica za upravljanje

Jednostavnije palice imaju ugrađena četiri kontakta i mogu registrirati samo četiri (u najboljem slučaju osam) položaja palice. Takve palice ne mogu prenijeti podatak o pomaku, već samo o položaju palice. Jednostavne su građe i niske cijene, pa im je primjena ograničena uglavnom na igre. Složenije palice za upravljanje prenose pomake na ugrađene potencijometre mijenjajući na taj način otpor priključenih potencijometara. Obično su ugrađena dva potencijometra (jedan za x os, a jedan za y os) kojima je moguće registrirati smjer i iznos pomaka palice, a upravljanje palicom vrlo je precizno. Građa takvih palica je složena i cijena visoka, pa se primjenjuju gdje cijena nije presudna, npr. u vojnoj industriji.

3.4.6. Svjetlosna olovka

Svjetlosna olovka (engl. *Light Pen*) je ulazna jedinica koja svojim oblikom i veličinom podsjeća na olovku. Na vrhu svjetlosne olovke nalazi se osjetilo svjetla, a u olovci sklop koji svjetlo pretvara u električne impulse. Olovka je spojena s računalom pomoću priključnog kabela. Primjenjuje se za unos podataka sa zaslona monitora u računalu. Visoka cijena, te nespretan i zamoran položaj ruke kod upotrebe svjetlosne olovke glavni su joj nedostaci. Miš i grafička ploča danas su u potpunosti istisnuli svjetlosnu olovku iz uporabe.

3.4.7. Zaslون osjetljiv na dodir

Zaslون osjetljiv na dodir (engl. *Touch Screen*) je zaslon monitora koji ima sposobnost otkriti mjesto na kojem je dodirnut. Dovoljno ga je samo dotaknuti prstom na željenom mjestu da bi se generirali električni impulsi koji određuju položaj dodirnutoг mjesta. Zaslون osjetljiv na dodir nalazi svoju primjenu u okolini gdje ne postoji mogućnost nadzora nad korištenjem računala, a pretpostavlja se da će ga koristiti korisnici koji se ne znaju služiti računalom, ali će dodirujući određeno mjesto na zaslonu monitora ipak doći do željene informacije. Takva primjena

je primjerice sustav za pružanje informacija u zračnim lukama, kolodvorima, zatim bankomat i sl. Zaslon osjetljiv na dodir odlikuje se krajnje jednostavnom upotrebom, visokom pouzdanošću i umjerenom cijenom.

Postoji nekoliko tehnologija izrade zaslona osjetljivih na dodir koje se međusobno razlikuju po složenosti, cijeni i pouzdanosti:

- zaslon osjetljiv na dodir s infracrvenim LED diodama,
- kapacitivni zaslon osjetljiv na dodir,
- zaslon osjetljiv na dodir s pretvornicima sile,
- zaslon osjetljiv na dodir sa zvučnim valovima,
- otporni zaslon osjetljiv na dodir.

3.4.8. Uređaji za raspoznavanje govora

Najprirodniji je način komunikacije čovjeka s računalom pomoću glasa, odnosno govora. **Ulazne jedinice za raspoznavanje govora** (engl. *Speech Recognition Device*) omogućavaju pretvorbu govora u digitalne podatke razumljive računalu. Izgovorene riječi prevode se ili u prepoznatljive naredbe ili u slobodan tekst. Uređaji, koji su do danas razvijeni, imaju ograničenu mogućnost raspoznavanja govora (do nekoliko stotina riječi), osjetljivi su na način izgovaranja riječi, boju glasa govornika, šumove u okolini itd. Pouzdanost im je relativno niska, a cijena visoka. Glavna područja primjene računalnog raspoznavanja govora su ograničena na relativno uska industrijska i vojna područja, te računalne igre.

3.4.9. Skener

Skener (engl. *Scanner*) je ulazna jedinica računala namijenjena izravnom unosu crteža i slika s papira, filma i sl. u računalu. Za razliku od miša, grafičke ploče i svjetlosne olovke skener ne zahtijeva precrtavanje crteža, već je u stanju crtež izravno pretvoriti u električne signale prihvatljive računalu. Načelo djelovanja skenera temelji se na pretvorbi svjetla odbijenog od slike u električne impulse. Slika, koju se želi unijeti u računalu, osvjetljava se ugrađenim izvorom svjetla. Zrake svjetla odbijene od površine slike dovode se sustavom leća i ogledala osjetilima za pretvorbu svjetla u električnu struju. Slika se pri pretvorbi dijeli u područja ili točke, pri čemu je svaka od točaka predočena jakošću električne struje koja odgovara intenzitetu odbijene zrake svjetla. Takav se postupak očitavanja, pri čemu se slika dijeli u niz točkica koje se očitavaju u vremenskom slijedu, zove **skeniranje**. Slika je to vjernije prenesena što ima više točaka na jedinici površine, tj. što je veća razlučivost skenera. **Razlučivost** skenera kreće se od 100 točaka po inču za jeftine skenere, pa preko tisuću točaka po inču za skuplje modele.

Postoje tri osnovne vrste skenera s obzirom na mogućnost očitavanja boje slike:

- skeneri koji mogu očitati samo jednobojnu sliku u dva intenziteta (engl. *Bilevel Scanner*),
- skeneri koji mogu očitati jednobojnu sliku u više intenziteta (engl. *Gray Scale Scanner*),
- skeneri koji očitavaju sliku u boji (engl. *Color Scanner*).

Skeneri koji mogu očitati samo jednobojnu sliku u dva intenziteta svakoj točki slike pridjeljuju samo jednu od dvije moguće vrijednosti: crno ili bijelo, pa je svaka točka slike predstavljena s jednim bitom. Intenzitete između te dvije krajnosti skeneri ove vrste nisu u stanju očitati, što im je i glavni nedostatak.

Skeneri koji mogu očitati jednoboju sliku u više intenziteta svakoj točki slike pridjeljuju određeni broj bitova koji predstavlja različitu razinu električne struje nastale kao rezultat različitog osvjetljenja svjetlosnog osjetila skenera. U ovisnosti o broju bitova kojima se predočuju različite razine osvjetljenja svjetlosnog osjetila postoje skeneri sa 16 (4 bita), 64 (6 bitova) i 256 (8 bitova) razine sivog.

Skeneri koji očitavaju sliku u boji razlučuju primljenu svjetlosnu zraku svake točke skenirane slike na tri komponente: crvenu, zelenu i plavu i za svaku od tih komponenata generiraju električni signal. Kombinacija sva tri tako generirana signala predočuje boju pojedine točke kojoj se pridjeljuje 8 bitova za svaku od tri komponente. Rezultat skeniranja je tzv. sastavljena (engl. *Composite*) RGB slika koja je kombinacija jakosti crvene, zelene i plave komponente.

Skeneri se s računalom najčešće povezuju posredstvom paralelnog ulazno-izlaznog sklopa ili USB sabirnice. Uz skener se isporučuje i pogonski program koji upravlja radom skenera i pretvara sliku u format podataka prihvatljiv računalu.

S obzirom na način na koji izvode postupak skeniranja papira skeneri se dijele na:

- ručne skenere,
- stolne skenere s pokretnim papirom,
- stolne skenere s mirujućim papirom,
- rotacijske skenere,
- nadsvođene skenere.

Ručni skeneri (engl. *Hand Held Scanner*) su svojom jednostavnom građom i uporabom, te niskom cijenom stekli široku popularnost. Cjelokupan mehanizam skenera smješten je u kućište veličine pogodne za držanje u ruci. Na gornjem dijelu skenera nalazi se dugmad za ugađanje i tipka za uključenje skenera, a s donje pokretni valjak, izvor svjetla i osjetila. Slika koju se želi unijeti u računalu postavlja se na ravnu plohu, a skener se laganim, ravnomjernim i pravocrtnim pokretom prevlači preko slike. Tipična je širina očitavanja ručnog skenera, a time i najveća moguća širina slike koja se može očitati oko 10 cm. Slike šire od širine ručnog skenera treba smanjiti ili ih očitati u nekoliko prijelaza. Ručni skeneri osjetljivi su na pravocrtnost i brzinu pokretanja pa nisu pogodni za profesionalnu uporabu. Koriste se za manje zahtjevne primjene, uglavnom za osobne potrebe.



Ručni skener

Stolni skeneri s pokretnim papirom (engl. *Sheetfed Scanner*) građeni su vrlo slično ručnim skenerima. Bitna je razlika u tome što ova vrsta skenera ima pogonski mehanizam za pokretanje papira i nije potrebno ručno pokretanje skenera. Mehanizam skenera s pokretnim papirom sastoji se od glave i pogonskog mehanizma. Glava skenera je dio koji sadrži sve ono što sadrži ručni skener, a pogonski mehanizam služi za pokretanje papira ispred glave. Mehanizam za pokretanje papira osigurava ravnomjernost i pravocrtnost gibanja papira, a omogućava i skeniranje veće količine primjeraka automatski, bez prisutnosti čovjeka. Širina ove vrste skenera redovito je veća nego kod ručnog skenera, a najčešće iznosi 21 cm, tako da u jednom prolazu može skenirati papir veličine A4. Viša

cijena ograničava mu uporabu na profesionalna područja. Veliki nedostatak ove vrste skenera je nemogućnost skeniranja slika iz knjiga i časopisa.



Stolni skener s pokretnim papirom

Stolni skeneri s mirujućim papirom (engl. *Flatbed Scanner*) sastoje se od kućišta, čije su dimenzije prilagođene veličini papira koji se želi skenirati i mehanizma skenera smještenog unutar kućišta. Na gornjoj strani kućišta skenera nalazi se prozirno staklo na koje se, licem prema dolje, polaže slika koju se želi skenirati. U unutrašnjosti kućišta skenera nalazi se izvor svjetla, sustav leća i osjetila za registraciju odbijene zrake svjetla. Slika se očitava tako da se sklop svjetiljke, leće i osjetila pomiče s donje strane stakla cijelom duljinom slike koja se očitava. Pomicanje je automatsko i korisnik ne treba brinuti o brzini ili ravnomjernosti pomicanja. Papir miruje, a pomiče se sustav za očitavanje slike. Takva konstrukcija omogućava ugradnju naprave za automatsku izmjenu papira, pa skeneri s tim dodatkom mogu automatski očitavati veći broj odvojenih listova papira. Najčešći su skeneri ove vrste koji mogu očitavati slike formata A4, a znatno su rjeđi i skuplji skeneri formata A3 i većih formata. Skeneri s mirujućim papirom su najrasprostranjenija vrsta skenera, a odlikuju se dobrom kakvoćom očitavanja, dobrom razlučivošću i jednostavnim rukovanjem. Nedostatak im je ograničeni format slike koju se želi skenirati.



Stolni skener s mirujućim papirom

Rotacijski skener (engl. *Drum Scanner*) namijenjen je profesionalnoj primjeni gdje je važna visoka razlučivost i visoka kakvoća skeniranja. Sastoji se od valjka koji se okreće oko svoje osi. Oko plašta valjka omata se predložak koji se zatim zajedno s valjkom vrti. Tako pričvršćeni predložak osvjetljava se ugrađenim izvorom svjetla. Sustavom leća odbijena svjetlost jedne točke predloška dovodi se do svjetlosnog osjetila. Kako se valjak okreće, na svjetlosno osjetilo redom se dovodi odbijena svjetlost točaka koje se izmjenjuju na mjestu na koje je fokusirana leća, te se tako skenira niz točaka po obodu valjka. Nakon skeniranja svih obodnih točaka osjetilo se uzdužno pomakne, te se skenira sljedeći niz obodnih točaka. Okretanjem valjka i uzdužnim pomicanjem osjetila skenira se cjelokupna površina predloška. Razlučivost ovisi o brzini vrtnje i koracima uzdužnog pomicanja osjetila, te o mogućnostima fokusiranja sustava leća. Glavna prednost rotacijskih skenera je izuzetno visoka kakvoća skeniranja, a glavni nedostaci visoka cijena, nemogućnost skeniranja nesavjetljivih predložaka i spori rad.

*Rotacijski skener*

Nadsvođeni skener (engl. *Overhead Scanner*) posjeduje optički sustav s osjetilom koji je smješten u glavi skenera, a koja se nalazi ovješena iznad slike koju se želi skenirati. Pokretno ogledalo u glavi skenera mijenja svoj položaj tijekom skeniranja projicirajući tako dio po dio slike na osjetilo. Pomicanje ogledala je automatsko i korisnik ne treba brinuti o tome. Glavna prednost nadsvođenih skenera pred ostalim vrstama skenera je mogućnost skeniranja trodimenzionalnih predmeta. Reljefnost skeniranih predmeta je ograničena na oko 2 cm.

*Nadsvođeni skener*

3.4.10. Digitalni fotoaparati

Digitalni fotoaparati omogućava izravan prijenos slike iz okoline u računalno. Sastoji se u osnovi od klasične fotografske kamere koja umjesto filma ima osjetilo svjetla. Rukovanje digitalnim fotoaparatom vrlo je slično rukovanju običnim fotografskim aparatom. Korisnik tražilom bira scenu koju želi snimiti, te uz namještene parametre snimanja pritisće okidač, a scena se projicira na pretvornik koji ju pretvara u električni signal. Slika se nakon pretvorbe i razlaganja na tri temeljne boje pohranjuje kao niz električnih analognih signala na disketu, memorijsku karticu ili kao digitalizirana slika na tvrdi disk ugrađen u digitalni fotoaparati. Suvremeni digitalni fotoaparati imaju ugrađeni LCD zaslon za pregledavanje snimki. Po prijenosu slike u računalno na toj je slici moguće obaviti sve promjene, a postoje modeli koji se mogu spojiti izravno s pisačem i tako bez posredstva računala otisnuti sliku.

Cijena digitalnog fotoaparata ovisi o razlučivosti i kakvoći pretvorbe boja. Jednom od glavnih prednosti digitalnog fotoaparata smatra se zaštita okoliša jer se ne koristi film i postupak kemijskog razvijanja. Osim toga otpada i trošak nabavke filma i izrade fotografija, te je tako ukupna cijena kod velikog broja snimaka manja nego kod klasične fotografije. Izravan unos snimljenog materijala u programe stolnog izdavaštva daljnja su prednost upotrebe digitalnog fotoaparata.

3.4.11. Čitalo crtičnog koda

Najčešće korištena tehnologija automatskog raspoznavanja jest tehnologija *crtičnog koda* (engl. *Bar Code*). Crtični kod služi brzom i jednostavnom unosu podataka u računalu i ima široku primjenu u industriji i trgovini. Smatra se da je unos crtičnim kodom u odnosu na ručni unos 5 do 7 puta brži i oko 10 000 puta točniji. Objekti se u toj tehnologiji obilježavaju oznakom u obliku debljih i tanjih tamnih crta na svijetloj podlozi. Takva oznaka može sadržavati samo brojčanu oznaku ili i brojčanu i slovnu oznaku. Način kodiranja propisan je međunarodnim normama, a svaka od tih normi posebno opisuje način kodiranja, dimenzije i raspored crta, tolerancije itd.

Čitalo crtičnog koda (engl. *Bar Code Reader*) sastoji se od izvora svjetla koji osvjetljava crtični kod, osjetila koje pretvara odbijenu zraku u električne impulse i elektroničkog sklopa koji te impulse pretvara u oblik prihvatljiv računalu.

Najjednostavnije i najjeftinije čitalo crtičnog koda u obliku je olovke (engl. *Wand*). Na vrhu te olovke je izvor svjetla i osjetilo. Vrhom olovke potrebno je prijeći preko cijelog crtičnog koda, pri čemu se svjetlo s vrha olovke odbija ili apsorbira, ovisno o rasporedu svijetlih i tamnih crta. Olovka je spojena kabelom sa sklopom za pretvorbu tih impulsa u oblik prihvatljiv računalu. Nedostatak olovke je ovisnost očitavanja o nagibu olovke, te o brzini i ravnomjernosti prelaska olovke preko crtičnog koda. Olovka zahtijeva ravnu površinu na kojoj je otisnut crtični kod i relativno visoku kvalitetu koda.

Čitalo crtičnog koda u obliku pištolja jednostavnije je i pouzdanije od olovke, ali mu je i cijena znatno veća. Pištolj nije potrebno prevlačiti preko crtičnog koda, već ga je dovoljno prisloniti na oznaku. Ugrađene LED diode osvjetljavaju crtični kod, čija se slika prenosi na osjetilo koje ju pretvara u niz električnih impulsa. Površina na kojoj je crtični kod otisnut može biti umjereno zakrivljena.

Lasersko čitalo crtičnog koda najbolja je i najskuplja inačica čitala. Takvo čitalo nije potrebno prisloniti na crtični kod, već je dovoljno kod dovesti u blizinu čitala na udaljenost od približno 50 cm. Laserska zraka čitala velikom brzinom i u raznim smjerovima prelazi preko crtičnog koda, odbija se i sustavom leća dovodi do osjetila. Zato je očitavanje brzo i pouzdano i u velikoj mjeri ne ovisi o položaju, orijentaciji, zakrivljenosti i kakvoći crtičnog koda.

Za raspoznavanje osoba crtični kod se stavlja na kartice koje ljudi nose sa sobom. Čitalo kartica sastoji se od kućišta s prorezom kroz koji je potrebno provući karticu. U kućištu se nalazi izvor svjetla i osjetilo, a djelovanje mu je isto kao i kod olovke. Jedina je razlika što u slučaju olovke miruje crtični kod, a giba se izvor svjetla i osjetilo, dok je u slučaju čitala kartice obrnuto.

3.4.12. A/D pretvornik

A/D pretvornik (engl. *Analog to Digital Converter*) služi za pretvorbu analognih veličina iz okoline u digitalne veličine prihvatljive računalu. Izrađuje se redovito kao kartica za ugradnju u računalu, a koristi se za laboratorijska mjerenja, upravljanje industrijskim procesima i sl. Automatsko prikupljanje podataka uz pomoć A/D pretvornika jedna je od važnih primjena osobnog računala. A/D pretvornici svojom niskom cijenom, jednostavnom uporabom i prilagođenošću osobnim računalima sve više prodiru u industriju i laboratorije.

3.4.13. Ostale ulazne jedinice

Postoji još čitav niz raznovrsnih ulaznih jedinica koje su ili zastarjele ili su previše posebne i uske namjene da bi bile opisane. Najpoznatije su:

- *čitalo bušenih kartica*, koje očitava podatke predočene rupicama izbušenim na papirnim karticama,
- *čitalo bušene vrpce*, koje očitava podatke predočene rupicama izbušenim na papirnoj vrpci,
- *nožne preklopke* ili *pedale*, čijim se pritiskom podaci unose u računalu,
- *uređaj za prihvatanje slike*, koji sliku sa zaslona TV prijavnika pretvara u digitalni oblik.

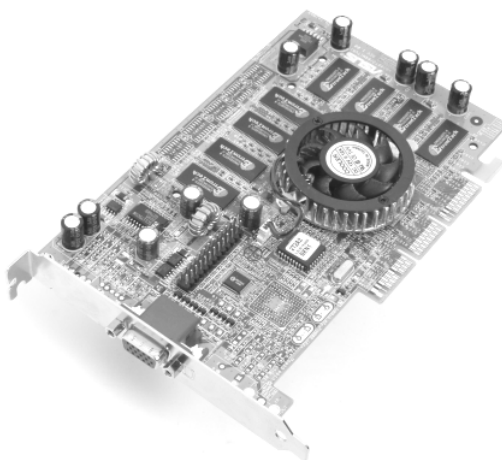
3.5. Izlazne jedinice

Izlazne jedinice su svi oni uređaji koji podatke iz računala pretvaraju u oblik prihvatljiv okolini. Ta okolina mogu biti ljudi, pa su to onda prikazi u vizualnom ili zvučnom obliku, ili strojevi ako su prikazi u obliku električnih veličina. Zadaća izlaznih jedinica je brzo, jeftino i djelotvorno pretvaranje digitalnih električnih signala iz računala u oblik prihvatljiv okolini. Svako je računalu opremljeno barem jednom izlaznom jedinicom, a često puta i s više njih. Postoji mnogo izlaznih jedinica koje se međusobno razlikuju namjenom, tehnologijom izrade, cijenom itd.

3.5.1. Monitor

Monitor je izlazna jedinica koja podatke iz računala prikazuje na svom zaslonu u čovjeku razumljivom obliku. Prikaz se sastoji od teksta, crteža, razumljivih simbola itd. Prikaz na zaslonu lako se i brzo mijenja, privremene je naravi i gubi se prekidom napajanja monitora. Monitor je najčešće korištena izlazna jedinica, a u uporabi je od prve pojave elektroničkih računala.

Monitor se povezuje s računalom posredstvom sklopa koji se zove *grafička kartica* (engl. *Graphic Card*). Zadaća je grafičke kartice pretvorba digitalnih signala iz računala u oblik prihvatljiv monitoru. Grafička kartica i monitor moraju biti sukladni. Grafička se kartica ugrađuje u računalu i povezuje s monitorom priključnim kabelom.



Grafička kartica

Osnovni element slike na zaslonu monitora jest *zaslonska točka* (engl. *Pixel*) koja je po svojoj cijeloj površini jednake boje i intenziteta svjetla. Kakvoća slike monitora ponajprije ovisi o broju zaslonskih točaka od

kojih je slika sastavljena. Što je više točaka na zaslonu monitora, to je slika bolja, a mjera kojom se mjeri kakvoća slike u tom smislu zove se **razlučivost** ili **rezolucija**. Razlučivost monitora jest broj koji govori o najvećem broju zaslonskih točaka koje na zaslonu može prikazati monitor, a izražava se kao umnožak broja zaslonskih točaka u vodoravnom i uspravnom smjeru. Tako imamo monitore razlučivosti 320×240 točaka, 640×480 točaka, 800×600 točaka, 1024×768 točaka, 1600×1200 točaka itd.

Veličina zaslona monitora mjeri se duljinom dijagonale zaslona u inčima (oznaka za inč je "). Omjer između vodoravne i uspravne stranice monitora najčešće je 4:3, a rjeđe može biti i 16:9, pa se iz podatka o duljini dijagonale mogu odrediti dimenzije zaslona. Standardne vrijednosti su 12", 14", 15", 17", 19" i 21". Monitori većih zaslona su skuplji i upotrebljavaju se uglavnom za grafičke profesionalne primjene visokih zahtjeva.

Monitori se s obzirom na mogućnost prikaza višebojne slike dijele na jednobojne (monokromatske) i višebojne (kolor) monitore.

Jednobojni monitori mogu podatke prikazati samo u jednoj boji na crnoj podlozi (ili crne podatke na jednobojnoj podlozi). Za boju prikaza jednobojnih monitora najčešće se koriste bijela (siva), žuta, zelena, crvena i narančasta boja. Monitori koji prikazuju crne znakove na bijeloj podlozi, kako bi im prikaz bio što sličniji otisku na papiru, zovu se papirno bijeli monitori (engl. *Paper White*).

Višebojni monitori prikazuju sliku kombinacijom triju osnovnih boja: crvene, zelene i plave (engl. *Red, Green, Blue*), pa se nazivaju RGB monitori. Kombinacijom intenziteta tih triju boja moguće je dobiti bilo koju drugu boju. Broj boja koje mogu prikazati višebojni monitori ovisi o njihovoj građi i o pogonskoj grafičkoj kartici, a kreće se od 16 boja pa do više desetaka milijuna boja.

Monitori s katodnom cijevi (engl. *Cathode Ray Tube Monitor, CRT*) najrasprostranjenija je vrsta monitora. Dobra kakvoća slike, dobra pouzdanost i umjerena cijena razlog su da se ta vrsta monitora rabi od kućnih računala do superračunala. U njegova loša svojstva ubraja se štetan utjecaj njegovog elektromagnetskog polja na okolinu. Postoje razlike u izvedbi katodnih cijevi jednobojnog i višebojnog CRT monitora.



Monitor s katodnom cijevi

Katodna cijev jednobojnog CRT monitora sastoji se od vakuumirane staklene cijevi na čijem je jednom kraju elektronski top, a na drugom zaslon premazan fosforom. Katoda smještena u elektronskom topu žari se, pri čemu iz nje izlijeću elektroni. Zbog djelovanja električnog polja uzrokovanog visokim naponom od 10000 V između elektronskog topa i prednjeg dijela cijevi, elektroni velikom brzinom lete prema zaslonu. Na tom putu najprije prolaze kroz upravljačku rešetku, pa kroz sustav za fokusiranje. Fokusirana zraka elektrona prolazi kroz

magnetsko polje zavojnice otklonskog sustava i u ovisnosti o jakosti magnetskog polja i njegovu smjeru biva otklonjena. Zraka na kraju udara u fosforni premaz na zaslonu cijevi uzrokujući pojavu svijetle točke na mjestu udara.

Katodna cijev višebojnog CRT monitora ima tri jednaka elektronska topa. Svaki od ta tri topa ima svoju upravljačku rešetku i svakim se snopom elektrona može upravljati zasebno. Postupak ubrzavanja, fokusiranja i otklona zrake elektrona isti je kao kod katodne cijevi jednobojnog CRT monitora, s tom razlikom da je visoki napon za ubrzanje elektrona kod višebojnih monitora veći od 25000 V. Na mjestu udara zrake elektronskog topa u zaslon cijevi za crvenu boju nanesen je fosfor koji pod udarom elektrona svijetlo crveno. Na jednaki način nanese se fosfor koji svijetli zeleno i plavo. Kombinacijom intenziteta triju osnovnih boja moguće je dobiti bilo koju boju.

Monitori s tekućim kristalom (engl. *Liquid Crystal Display, LCD*) odlikuju se malim dimenzijama, vrlo malom potrošnjom energije i zanemarivo malim štetnim zračenjem. Zbog svoje ekonomičnosti i malih dimenzija veću primjenu imaju u prenosivim računalima.



Monitori s tekućim kristalom dobili su ime po pokaznom dijelu monitora, čije se djelovanje temelji na svojstvima tzv. tekućeg kristala. Tekući kristal je organska tvar koja je na sobnoj temperaturi u tekućem stanju, a ima svojstvo polarizacije svjetla. Smjer polarizacije ovisi o usmjerenju molekula tekućeg kristala. Djelovanjem električnog polja na tekući kristal mogu se usmjeravati molekule tekućeg kristala, a time i zakretati smjer polarizacije. LCD zaslon građen je poput sendviča koji se sastoji od dvaju stakala i tekućeg kristala hermetički zatvorenog između tih stakala. Na svako od stakala nanese se prozirna vodljiva elektroda čiji su izvodi dovedeni do ruba zaslona i na koje se može dovesti električni napon. Na prednjem staklu elektrode su usporedne i uspravne, a na stražnjem usporedne i vodoravne. Mjesto sjecišta jedne uspravne i jedne vodoravne elektrode čini jednu zaslonsku točku. Na prednjem staklu LCD zaslona nalijepljena je polarizirajuća folija sa stalnim smjerom polarizacije. Nepolarizirano svjetlo prolazi kroz foliju bez smetnje, a polarizirano svjetlo samo ako mu se smjer polarizacije poklapa sa smjerom polarizacije folije. Ako se njihovi smjerovi ne poklapaju, svjetlo će biti u nekoj mjeri prigušeno. Stvaranjem električnog polja između elektroda LCD zaslona može se postići takvo zakretanje molekula tekućeg kristala da one polariziraju prolazno svjetlo sa smjerom polarizacije okomitim na smjer polarizacije folije. Zbog toga će promatraču LCD zaslon izgledati prozirnim na mjestima gdje elektrode nisu međusobno pod naponom (svjetlo slobodno prolazi) i neprozirnim na mjestima gdje su elektrode pod naponom (svjetlo zbog polariziranja ne može proći).

Projektor omogućava projekciju prikaza na platno ili zid, ostvarujući na taj način velik prikaz istodobno vidljiv većem broju promatrača. Glavna mu je primjena u školama, na tečajevima, demonstracijama itd. Projektori su građeni na tri osnovna načina:

- LCD plošni projektor,
- projektor sa svjetlosnim topovima,
- LCD multimedijски prezentacijski projektor.

LCD plošni projektor sastoji se od prozirnog LCD pokazivala koje se priključuje na računalo i stavlja na obični grafoskop. Grafoskop projicira sliku s LCD pokazivala na platno ili zid. Odlika LCD plošnog projektora jest pristupačna cijena i jednostavno rukovanje, a nedostatak mu je slab kontrast.

Projektor sa svjetlosnim topovima projicira sliku na platno ili zid pomoću triju snažnih izvora svjetla (crvenog, zelenog i plavog). Tako dobivena slika višebojna je i vjerno predodžuje originalni prikaz. Odlika te vrste projektora jest kvalitetna višebojna slika i dobar kontrast, a osnovni nedostatak visoka cijena.

LCD multimedijски prezentacijski projektor jest uređaj koji se odlikuje jednostavnim rukovanjem, malim dimenzijama, kvalitetnim prikazom i prihvatljivom cijenom. U njegovoj unutrašnjosti nalazi se LCD pokazivalo i izvor svjetla. Svjetlo se propušta kroz LCD pokazivalo, te se sustavom leća projicira na projekcijsku plohu. Duljina dijagonale LCD pokazivala smještenog u uređaju iznosi od jednog do sedam inča.

Osim spomenutih vrsta monitora postoji još čitav niz drugih tehnoloških izvedbi od kojih valja još istaknuti elektroluminiscentni monitor i monitor s plinskom plazmom.

3.5.2. Pisač

Pisač (engl. *Printer*) jest izlazna jedinica koja vrši ispis podataka iz računala na papir u čovjeku razumljivom obliku.

Format pisača jest podatak koji govori o dimenzijama papira koje može prihvatiti pisač. Obično se iskazuje u najvećoj prihvatljivoj širini papira. Najrasprostranjenija su dva formata pisača: 254 mm (10 inča) i 406 mm (16 inča). Pisač formata 254 mm može prihvatiti standardni papir A4 formata i papire uže od toga. Pisač formata 406 mm može prihvatiti standardni papir formata A3 i uže papire, uključujući i one formata A4.

Dva su osnovna oblika papira koje može prihvatiti pisač: pojedinačne listove papira i beskonačni papir. Pojedinačni listovi papira su normirani listovi papira za pisanje dimenzija A3, A4 i sl. koji se pojedinačno stavljaju u pisač. Pisač uvlači i pomiče papir sustavom transportnih valjaka. Beskonačni papir jest izrađen u obliku dugačke vrpce, a sastoji se od velikog broja perforacijom odijeljenih listova papira. Uz rub s obje strane vrpce izbušene su rupice koje služe za transport papira. Pisač prihvaća beskonačni papir preko rupica posebnim zupčanicima (engl. *Tractor Feed*) osiguravajući uvijek jednak relativni položaj papira i glave pisača kojom se ostvaruje otisak. Beskonačni papir ima dvije glavne prednosti pred pojedinačnim: moguć je automatski ispis mnogo listova bez ručnog ulaganja papira i osiguran je uvijek jednak i točan relativni položaj papira i glave za pisanje. Nedostatak beskonačnog papira jest potreba za naknadnim odvajanjem pojedinačnih listova i rubne vrpce, te malo nazubljeni rubovi nakon odvajanja pojedinačnih listova na mjestima gdje je bila perforacija.

Brzina pisača mjeri se najvećim brojem znakova koje pisač može otisnuti u jednoj sekundi (kod matričnih, lepezastih i linijskih pisača) ili brojem stranica koje pisač može otisnuti u jednoj minuti (kod laserskih pisača i pisača s mlazom tinte). Te vrijednosti ovise o vrsti pisača, kakvoći ispisa, skupu znakova koji se ispisa itd.

Razlučivost pisača jest podatak koji govori o kakvoći otiska, a izražava se brojem elementarnih točaka koje može otisnuti pisač na jedinicu duljine. Što je taj broj veći, kvalitetniji je ispis

Program koji podatke iz računala pretvara u oblik pogodan za ispis na nekom pisaču zove se pogonski program pisača (engl. *Printer Driver*). Korisnički programi za računalo, koji kao rezultat obrade stvaraju otisak na papiru (tekst ili sliku), imaju ugrađene pogonske programe za određeni broj pisača. U načelu tiskanje je moguće ako postoji pogonski program za baš taj tip pisača koji je priključen na računalo ili ako priključeni pisač ima mogućnost oponašanja nekog od pisača za koji postoji program.

Pisač se s računalom povezuje višezilnim kabelom najčešće posredstvom paralelnog ulazno-izlaznog sklopa ili pak posredstvom USB sabirnice.

Najčešća je podjela pisača s obzirom na tehnologiju kojom se ostvaruje otisak, pa tako pisače dijelimo na:

- matrične pisače (engl. *Dot Matrix Printer*),
- lepezaste pisače (engl. *Daisy Wheel Printer*),
- linijske pisače (engl. *Line Printer*),
- termičke pisače (engl. *Thermal Printer*),
- pisače s mlazom tinte (engl. *Ink Jet Printer*),
- laserske pisače (engl. *Laser Printer*).

Matrični ili **iglični pisači** su jeftini pisači relativno dobre kakvoće ispisa, malih dimenzija i jednostavna rukovanja. Naziv im potječe od činjenice da je svaki otisnuti znak sastavljen od točaka koje su raspoređene u matrični oblik i da se te točke otiskuju uz pomoć iglica smještenih u glavi pisača. Glava pisača je pokretna i kreće se vodoravno s jednog kraja papira na drugi. Između papira i glave pisača nalazi se vrpca navlažena bojom (engl. *Ribbon*) preko koje iglice udaraju u papir ostavljajući trag u obliku obojenih točaka. Nakon otiska svih ili samo nekih točaka, što ovisi o znaku koji se želi otisnuti, glava se pomiče za širinu iglica i nakon toga ostavlja sljedeći otisak. Kod suvremenih matričnih pisača broj iglica u glavi je 9 ili 24, s vrlo rijetkim iznimkama. Brzina matričnog pisača kreće se od 30 do 300 znakova u sekundi. Razlučivost matričnih pisača ne prelazi 360 točaka po inču.

Lepezasti pisač je po građi nalik matričnom pisaču, a glavna je razlika u načinu stvaranja otiska. Glava lepezastog pisača sastoji se od dva dijela: lepeze i udarala. Lepeza po svom obodu ima izlivena sve znakove koje pisač može otisnuti. Ona se može okretati tako da se svaki znak može postaviti ispred elektromagnetom pokretanog udarala koje udara u laticu lepeze i tako se preko vrpce natopljene bojom ostvaruje otisak na papiru. Glava se zatim pomiče na mjesto sljedećeg znaka u redu, lepeza se okreće i postavlja sljedeći znak ispred udarala. Glavna odlika lepezastog pisača je kakvoća otiska, a nedostaci su mu sporost, nemogućnost ispisa crteža i ograničeni skup znakova. Danas je gotovo potpuno istisnut iz uporabe.

Linijski pisač odlikuje se izuzetnom brzinom rada, a nedostaci su mu slaba kakvoća ispisa, visoka cijena i velike dimenzije. Odjednom ispisuje cijelu crtu ili red teksta postižući pri tome brzinu od 100 do 5000 redova u minuti. Broj otisaka, koje može postići linijski pisač, višestruko nadmašuje sve ostale vrste pisača, pa se upotrebljava kada je potrebno otisnuti mnogo primjeraka u kratkom vremenu. Bubanj linijskog pisača sastoji se od gusto poredanih okruglih pločica ili diskova kojih ima onoliko koliko ima znakova u jednom redu. Svaki disk ima po svom obodu smještene sve znakove koje linijski pisač može otisnuti. Diskovi se okreću velikom brzinom, a u trenutku otiska udaralo s druge strane papira preko vrpce natopljene bojom udara u papir u trenutku kada je željeni

znak na bubnju ispod udarala. Cijeli postupak odvija se velikom brzinom što je jedan od razloga da su linijski pisači složene i robusne građe.

Termički pisači stvaraju otisak na papiru toplinskim djelovanjem termičke glave. Najčešća izvedba termičkog pisača sastoji se od mirujuće termičke glave i papira koji se pomiče ispred i u dodiru s glavom. Glava pokriva papir po cijeloj širini, a sastoji se od niza minijature grijala. Papir, na koji djeluju grijala, temperaturno je osjetljiv i na zagrijanim mjestima površina papira prelazi u crnu boju. Pomicanjem papira i zagrijavanjem odabranih grijala stvara se slika na papiru. Dobra svojstva termičkih pisača jesu male dimenzije, bešuman rad i niska cijena, a nedostaci su potreba za posebnom vrstom papira i mala brzina. Primjenjuju se u uređajima kod kojih su dimenzija i težina uređaja ograničene, kao npr. kalkulator, faks uređaj, prijenosni pisač itd.

Pisači s mlazom tinte jedina su vrsta pisača kod koje ne dolazi do dodira papira s mehanizmom za ostvarenje otiska. Glava pisača s mlazom tinte ima sposobnost štrcanja vrlo tankog mlaza tinte u smjeru papira kroz otvore koji se zovu mlaznice. Pri dodiru s papirom mlaz se pretvara u obojenu točku na papiru. Kod pisača s mlazom tinte, treba obratiti pozornost na izbor papira kako se ne bi razlijevala tinta. Dobra svojstva pisača s mlazom tinte su bešuman rad i vrlo dobra kakvoća otiska. Razlučivost pisača s mlazom tinte neznatno je manja od razlučivosti laserskih pisača, a kreće se od 300 do 1000 točaka po inču. Pisači s mlazom tinte najjeftiniji su na tržištu, ali im je tinta izuzetno skupa, tako da nisu previše isplativi, iako su kvalitetom ispisa pri samom vrhu. Nedostatak im je također i nešto sporiji rad, te složeno održavanje.

Laserski pisači imaju kakvoću otiska kakvu ne može polučiti niti jedna druga vrsta pisača, nalik na tiskarski otisak. Načelo svog djelovanja naslijedili su od fotokopirnih strojeva. Laserska zraka putuje od laserske diode do optičkog sustava za usmjeravanje zrake koji je usmjerava na bubanj i po njemu ispisuje uzdužnu crtu. Bubanj je sposoban generirati i pohraniti naboj na osvijetljenim mjestima. On se okreće, a laserska zraka ispisuje niz uzdužnih usporednih crta raspoređenih po cijeloj površini bubnja. Sklop za upravljanje prekida lasersku zraku sukladno primljenim podacima od računala, te je svaka uzdužna crta isprekidana. Takav niz uzdužnih isprekidanih crta tvori sliku koja je pohranjena na bubnju u obliku rasporeda točkastih naboj. Takav mjestimično elektrostatički nabijeni bubanj se okreće i prolazi ispred spremnika s bojom u prahu. Zbog razlike potencijala boja se hvata na nabijena mjesta na bubnju. Kad bubanj s nanesenim prahom uvuče papir, zbog razlike potencijala između bubnja i papira obojeni prah se prenosi s bubnja na papir. Papir nadalje prolazi kroz grijalo koje zagrijava papir s prahom, učvršćuje prah na papir i pretvara ga u trajni otisak. Najveći nedostatak laserskih pisača je visoka cijena, velike dimenzije i prilična težina, te velika potrošnja električne energije. No, uski snop laserske zrake i mogućnost točnog upravljanja njome omogućava vrhunsku kakvoću otiska. Razlučivost laserskih pisača kreće se od 300 do preko 1000 točaka po inču. Brzina laserskog pisača kreće se od 4 do 25 stranica u minuti.

3.5.3. Crtalo

Crtalo (engl. *Plotter*) je izlazna jedinica namijenjena ispisu crteža. Njegov rad se temelji se na relativnom pomicanju pera za crtanje u odnosu prema mediju na kojem se crta. Pomak u bilo kojem pravcu ostvaruje se kombinacijom dvaju neovisnih i međusobno okomitih pomaka, koji se označavaju kao x i y pravac.

Format crtala je podatak koji govori o najvećim dimenzijama papira (ili kakvog drugog medija za crtanje) kojeg crtalo prihvaća. Obično se izražava u normiranim formatima papira. S povećanjem formata znatno rastu cijena i dimenzije crtala, pa pri nabavci treba pažljivo procijeniti potreban format crtala.

Brzina crtala je najveća moguća brzina pera pri crtanju. Tipične vrijednosti iznose od 20 cm/s do više od 100 cm/s.

Razlučivost crtala je podatak koji govori o najmanjem koraku koji pero može napraviti. Tipične vrijednosti su od 0.1 do 0.005 milimetara. Što je razlučivost veća, to je crtalo sposobnije izraditi crtež s više podrobnosti.

Suvremena crtala opremljena su s više pera koja mogu biti različitih debljina i boja. Ona su smještena u spremniku na samom crtalu, odakle ih držalo pera samostalno uzima. Crtalo izmjenjuje pera kojima crta, pa je tako moguće izraditi crtež u više boja i s više debljina crta.

Medij na koji crtalo crta najčešće je papir, ali se mogu koristiti i poliesterska folija i fotografski film (kod fotocrtala).

Prema načelu djelovanja crtala dijelimo na:

- crtalo s nepomičnim papirom,
- crtalo s pomičnim papirom,
- fotocrtalo,
- crtalo za izrezivanje,
- crtalo za glodanje.

3.5.4. Ostale izlazne jedinice

Sintetizator zvuka izlazna je jedinica sposobna digitalne podatke iz računala pretvoriti u zvuk raspoznatljiv čovjeku. Zvuk nastaje pod nadzorom upravljačkog programa digitalno-analognom pretvorbom u sklopu za sintetiziranje zvuka.

Jedinice za industrijsko upravljanje namijenjene su komunikaciji između računala i strojeva. Rabe se pri nadzoru strojeva, mjernih i različitih drugih uređaja.

3.6. Jedinice i mediji za pohranu podataka i programa

Razvojem elektroničkih računala neprekidno raste potreba za pohranom sve veće količine podataka. Dio podataka mogao se pohraniti u brzu i računalu lako pristupačnu RAM memoriju, ali svi podaci koji nisu tu stali morali su se pohraniti u drugi, jeftiniji i prikladniji medij. Nadalje, pokazala se potreba za jednostavnim i jeftinim prijenosom podataka s jednog mjesta na drugo. Podatke je pritom trebalo pohraniti na odgovarajući medij, te ih zatim transportirati na udaljenost. Zatim, trebalo je djelotvorno riješiti problem arhiviranja podataka. Arhivirani podaci trebali su biti osigurani od oštećenja koje bi nastalo nestankom energije ili kvarom računala.

Sustavi za pohranu podataka i programa moraju zadovoljavati sljedeće zahtjeve:

- pohranjeni podaci na medijima za pohranu trebaju što duže ostati nepromijenjeni i neoštećeni, a da pri tome za održavanje pohranjenih podataka nije potrebno dovoditi energiju,
- medij za pohranu mora biti jednostavan za rukovanje,
- medij za pohranu mora biti što manjih dimenzija,

- upis i čitanje podataka s medija za pohranu trebaju biti što brži, a priključak na računalo što jednostavniji,
- cijena ukupnog sustava za pohranu podataka i programa, koji se sastoji od pogonskog mehanizma i samog medija za pohranu, treba biti što niža.

U nedostatku boljih tehnologija za ovu se namjenu isprva koristio papir u obliku listova, vrpca i kartica, na kojima su podaci bili zapisani kao nizovi rupica. Papir je navedene zahtjeve zadovoljavao vrlo skromno, pa je uskoro razvojem novih tehnologija istisnut iz uporabe.

Navedene su zahtjeve danas s uspjehom zadovoljile dvije tehnologije: magnetska i optička. Magnetski mediji, koji se za pohranu podataka koriste svojstvima magnetskih tvari, stariji su i danas već potpuno razvijeni mediji. U njih ubrajamo magnetske vrpce, diskove, bubnjeve i kartice. Optička tehnologija, koja se za pohranu podataka koristi fizikalnim svojstvima svjetlosti, znatno je mlađa i još uvijek u razdoblju intenzivnog razvoja. Optički mediji potencijalno obećavaju bolje zadovoljenje svih navedenih zahtjeva od magnetskih medija, pa je to danas tehnologija s najvećom perspektivom.

3.6.1. Magnetski disk

Magnetski diskovi pri upisu ili snimanju podataka koriste svojstvo magnetskih materijala da pod djelovanjem magnetskog polja postaju magnetizirani. Pri čitanju podataka koriste svojstvo elektromagnetske indukcije.

Magnetski disk je okrugla ploča izrađena od nemagnetskog materijala presvučenog vrlo tankim magnetskim slojem. Disk se okreće oko svojeg središta poput gramofonske ploče. Iznad diska nalazi se magnetska glava koja je prislonjena uz površinu diska ili lebdi iznad nje, a može se pomicati radijalno po disku. Podaci su na magnetskom disku zapisani kao niz magnetiziranih čestica smještenih u koncentričnim krugovima u magnetskom sloju diska.

Pri upisu podataka kroz zavojnicu magnetske glave pušta se električna struja koja stvara magnetsko polje neposredno uz površinu glave. Budući da je glava prislonjena uz površinu diska, ona magnetizira čestice u magnetskom sloju diska. Promjenom i jakosti smjera struje mijenja se magnetsko polje i tako se čestice različito magnetiziraju.

Pri čitanju podataka magnetizirana površina diska prolazi ispred glave i tako inducira električnu struju u zavojnici glave. Jakost struje i njezin smjer ovise o jakosti magnetskog polja, brzini promjene magnetskog polja ispred glave i udaljenosti glave od diska. Na temelju promjene jakosti i smjera inducirane struje čitaju se pohranjeni podaci.

Dobra svojstva magnetskih diskova jesu veliki kapacitet, dobra postojanost podataka i brz pristup bilo kojem podatku na disku. Loša svojstva magnetskih diskova jesu osjetljivost na elektromagnetsko polje i nečistoće te ograničenje maksimalne gustoće podataka.

Disketa (engl. *Floppy Disk*) je disk koji se može razmjenjivati između pogonskih mehanizama. Pogonski mehanizam poznat pod imenom disketna jedinica ugrađen je u računalo, a diskete se mogu jednostavno umetati i vaditi iz takvog mehanizma i seliti s računala na računalo. Format zapisa takvih disketa je normiran, tako da se jednostavno mogu razmjenjivati između računala iste vrste.



Disketna jedinica

Disketa je smještena u košuljicu koja je štiti od oštećenja i olakšava rukovanje. Unutrašnjost košuljice presvučena je posebnom tvari koja smanjuje trenje između košuljice i diskete, a pri okretanju čisti disketu od prljavštine. Disketa se ulaže u disketnu jedinicu jednostavnim umetanjem u prorez. Mehanizam prihvaća disketu i okreće je brzinom od 300 okretaja u minuti. Brzina vrtnje diskete je ograničena zbog trenja magnetske glave i površine diskete. Magnetska se glava prislanja uz površinu diskete na mjestu otvora za glavu na košuljici diskete.



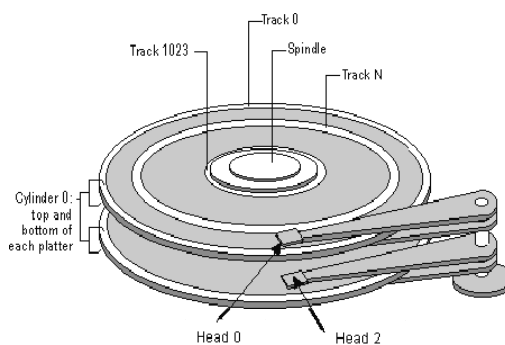
Diskete

Pri upisu podataka magnetska glava disketne jedinice zapisuje podatke u koncentričnim krugovima, koji se zovu tragovi ili cilindri, u magnetskom sloju površine diska. Pri čitanju diskete glava za čitanje kliže po disketi po tim istim koncentričnim tragovima. Fizički položaj tragova na disketi strogo je određen kako bi se magnetska glava u bilo kojem mehanizmu točno postavila na željeni trag.

Danas je u širokoj uporabi disketa promjera 3.5 inča, a prije su se rabile i diskete promjera 5.25 i 8 inča. Diskete se proizvode u nekoliko standardnih kapaciteta, a najčešće je u uporabi 3.5" disketa kapaciteta 1.44 MB, a rjeđe 720 kB. No, osim njih, u posljednje vrijeme susreću se i druge vrste disketa:

- floptical diskete LS 120 kapaciteta 120 MB,
- Bernoullijeve diskete Iomega Zip kapaciteta 100 i 200 MB.

Tvrđi magnetski disk (engl. *Hard Disk*) izrađen je od krutih materijala, najčešće u obliku aluminijskih diskova presvučenih magnetskim materijalom. Aluminijski diskovi moraju biti vrlo ravni i vrlo glatke površine, a magnetski sloj od vrlo finih čestica. Na istu osovinu, jedan iznad drugoga, smješteno je nekoliko diskova, a za svaki od tih diskova postoje po dvije magnetske glave koje su sve zajedno učvršćene u jedan sklop i pomiču se zajedno. Diskovi se okreću vrlo velikom brzinom (3600 okretaja u minuti i više), a glava lebdi iznad površine diska na udaljenosti od samo nekoliko desetaka nanometra. Magnetska glava ne dodiruje površinu diska, već lebdi na zračnom jastuku iznad površine diska. Nema dodira glave s diskom, pa se na taj način izbjegava oštećenje diska i glave zbog trenja i time znatno povećava trajnost diska.



Diskovi se okreću vrlo velikom brzinom (3600 okretaja u minuti i više), a glava lebdi iznad površine diska na udaljenosti od samo nekoliko desetaka nanometra. Veća brzina vrtnje diska omogućava brže čitanje podataka, ali više zagrijava pogonski mehanizam. Razmak od glave do površine diska odgovara otprilike razmaku između bitova na površini diska. Stoga su i čestice prašine iz zraka dovoljno velike da prouzroče oštećenje diska, pa se diskovi smještaju u nepropusno kućište do kojih korisnik nema pristupa.



Tvrdi magnetski disk

Kapacitet tvrdog magnetskog diska je najveća količina podataka koja se može pohraniti na disk, a u suvremenih tvrdih diskova u pravilu je veći od 10 GB. Suvremeni tvrdi diskovi izrađuju se u više veličina, a najčešće su promjera 2, 3.5 i 5.25 inča.

Pogonski mehanizmi tvrdih diskova izrađuju se najčešće kao jedinice za unutarnju ugradnju u računala, a priključuju se uz pomoć kabela i sučelja koje je ili integrirano u matičnu ploču računala ili je pak građeno u obliku kartice za ugradnju u računalo.

3.6.2. Magnetska vrpca

Poput magnetskih diskova, i **magnetske vrpce** za svoje djelovanje koriste fizikalna svojstva magnetskog polja. Uska i dugačka vrpca, izrađena od magnetskog materijala, putuje ispred glava za upisivanje, čitanje i brisanje. Posredstvom magnetskog polja glave upisuju, brišu ili čitaju podatke s magnetske vrpce.

Tijekom upisivanja podataka vrpca putuje ispred magnetske glave i podaci se upisuju jedan iza drugoga. Novi se podaci mogu dodati samo na kraju već postojećih podataka. Zapis kod kojeg se podaci nižu jedan iza drugoga i kod kojeg je za pristup do zadnjeg podatka potrebno pročitati sve prethodne podatke naziva se sekvencijalni zapis. On je karakteristično i neodvojivo svojstvo magnetskih vrpca.

Iako je kapacitet vrpce velik i cijena niska, zbog relativno sporog upisa i čitanja podataka nije pogodna za čestu uporabu, već se ponajprije rabi za sigurnosnu pohranu podataka (engl. *Backup*). Važni podaci se jednom dnevno, tjedno ili godišnje pohranjuju na magnetsku vrpcu, koja se zatim odlaže na sigurno mjesto.

3.6.3. Magnetska kartica

Magnetske kartice su mediji za pohranu male količine podataka od kojih se traže posebna svojstva: niska cijena, male dimenzije, pouzdanost i jednostavna uporaba. Tipični primjer magnetskih kartica su kreditne kartice, zdravstvene iskaznice i nekadašnje telefonske kartice na kojima je nanesen magnetski sloj s kapacitetom pohrane podataka od svega nekoliko kilobajta.

3.6.4. Optički disk

Načelo djelovanja optičkih diskova temelji se na fizikalnim svojstvima svjetlosti. Kao izvor svjetlosti pri upisivanju i čitanju podataka kod optičkih diskova rabi se *laser*. Laser ima mogućnost stvaranja vrlo uskog snopa svjetlosti i time stvaranja relativno velike energije na maloj površini. Od svih opisanih sustava za pohranu velike količine podataka optički diskovi imaju najveću gustoću pohrane podataka. Gustoća pohrane podataka je broj koji govori o tome koliko se bitova može pohraniti po jedinici površine. Gustoća podataka optičkog diska veća je oko 20 puta od gustoće podataka magnetskog diska.



Optički diskovi

Glava za upisivanje i čitanje kod optičkih diskova nije u dodiru s diskom, već je udaljena od površine diska oko 1 mm, pa ne troši i ne oštećuje disk. Zbog relativno velike udaljenosti glave izbjegnuta je i pojava pada glave na disk koja je kod magnetskog diska uzrok nepopravljivih oštećenja. Optički diskovi mogu se bez teškoća i pouzdano izmjenjivati iz jednog pogonskog mehanizma u drugi. To proširuje mogućnosti primjene na razmjenu i prijenos podataka. Niska cijena po pohranjenom bitu podataka jedna je od najvažnijih prednosti optičkih diskova pred ostalim medijima za pohranu i glavni je razlog njihove široke prihvaćenosti.

Pri čitanju podataka upisanih na površinu optičkog diska površina diska osvjetljava se laserskom zrakom male snage fokusiranom na površinu diska. Laserska zraka odbija se od površine diska i istim sustavom leća usmjerava na osjetilo svjetlosti. Osjetilo čita podatke na temelju primljene energije odbijene zrake, a ona ovisi o svojstvima površine od koje se odbija. Disk se okreće, te se na mjestu fokusa zrake izmjenjuju mjesta različite sposobnosti odbijanja zrake. Ta mjesta predstavljaju podatke. Mjesto koje dobro odbija zraku predstavlja logičku nulu, a mjesto koje je slabo odbija predstavlja logičku jedinicu.



Prema mogućnostima upisivanja, brisanja i promjene podataka, optičke diskove možemo podijeliti u nekoliko skupina.

CD ROM (engl. *Compact Disc Read Only Memory*) diskovi svakako su najraširenija vrsta optičkih diskova. Isporučuju se s upisanim podacima koje korisnik ne može ni mijenjati ni brisati. Podaci se upisuju kod proizvođača diska i korisnik može samo čitati podatke. Primjena i uporaba CD ROM diskova stoga je ograničena na distribuciju podataka. CD ROM diskovi proizvode se postupkom lijevanja polimera, u alatima, u velikim serijama, što znatno smanjuje cijenu pojedinog primjerka.

CD-R (engl. *Compact Disc Recordable*) diskovi su posebna vrsta optičkih diskova koji se isporučuju prazni, bez podataka. Uz pomoć odgovarajućeg pogonskog mehanizma, čija je cijena dvostruko veća od standardnog CD ROM pogonskog mehanizma, korisnik može upisati podatke na prazan disk. Podaci se upisuju djelovanjem laserske zrake na površinu diska pri čemu se zagrijava i izobličuje površina refleksnih slojeva. Jednom upisane podatke nije moguće ni brisati ni mijenjati. Disk s upisanim podacima jednakog je formata kao i standardni CD ROM disk i moguće ga je čitati na bilo kojem standardnom CD ROM pogonskom mehanizmu.

CD-RW (engl. *Compact Disc ReWritable*) diskovi su posebna vrsta optičkih diskova na koje je moguće upisivati, s njih izbrisati i na njima mijenjati podatke. Iako je to disk s potencijalno najvećim tržištem, na tržištu se pojavio najkasnije zbog vrlo složene tehnologije koja je još uvijek u intenzivnom razvoju. CD-RW disk ima znatno manju refleksivnost od uobičajenog CD ROM diska pa se može dogoditi da ga CD ROM pogonski mehanizam ne može pročitati.

3.6.5. Digitalni papir

Digitalni papir (engl. *Digital Paper*) proizvodi se u obliku savitljive folije od četiri sloja, a njime se može rukovati kao i s bilo kojom drugom folijom. Materijal od kojeg je izrađen digitalni papir izgleda kao materijal od kojeg se izrađuju dječji ukrasni baloni. Kod upisivanja podataka laserska zraka izobličuje sloj polimera stvarajući krater. Proizvođač digitalnog papira tvrdi da je postojanost tako upisanih podataka deset godina. Osnovna prednost digitalnog papira je mogućnost masovne proizvodnje u smotuljcima koji se naknadno mogu oblikovati po želji korisnika, a čime se postiže niska proizvodna cijena. Daljnja prednost je mogućnost upotrebe digitalnog papira u obliku disketa, vrpce, kreditnih kartica i sl.

3.6.6. Flash memorija

Flash memorija je poluvodički medij za masovnu pohranu podataka. Građena je u potpunosti od poluvodiča i bez pokretnih je dijelova. Odlikuje se, u usporedbi s magnetskim diskom, velikom brzinom, visokom pouzdanošću, malom potrošnjom energije, malim dimenzijama i tihim radom. Kapacitet joj se kreće od 64 MB naviše. Velika gustoća pohrane podatak omogućava vrlo male dimenzije flash memorije, a otpornost na udare i trešnju čini je idealnom za primjenu kod prijenosnih računala. Nedostaci flash memorije su mali kapacitet i visoka cijena.

4. Programski dio računala

Sposobnost računala za izvršavanje različitih poslova jest svojstvo koje računo bitno razlikuje od ostalih strojeva. S jedne strane, računo je najmoćnija naprava kojom čovjek raspolaže, sposobna obavljati radnje slične onima koje se odvijaju u ljudskom mozgu. S druge strane, računo bez programa potpuno je beskorisna naprava nesposobna za obavljanje bilo kakvog smislenog posla. Ovisno o programu koji se izvršava, jedno te isto računo može obavljati različite poslove. **Programskim dijelom** računala ili programskom podrškom (engl. *Software*) zove se skup svih programa koji se mogu izvršavati na računalu. Programi kojima se korisnik često služi pohranjeni su najčešće na tvrdom disku računala i kaže se da su instalirani na računalu. Programski dio računala najčešće korisnika stoji više od sklopovskog dijela, a izbor programa ovisi o potrebama korisnika. Dio programa korisnik redovito kupuje već pri nabavi sklopovskog dijela računala (npr. operacijski sustav), a drugi dio može instalirati prema vlastitim potrebama.

Programski dio računala dijeli se na tri vrlo važne skupine:

- sistemski,
- aplikativni,
- komunikacijski.

Sistemska programska podrška (*sistemska software*) jest skup programa kojima se rješavaju problemi koordinacije, sinkronizacije i upravljanja radom računala. Oni su neophodni za rad računala. Dije se na operacijski sustav, programe prevoditelje i pomoćne programe. **Operacijski sustav** sačinjava jezgru sistemske programske podrške, a sastoji se od niza programa koji upravljaju radom računala i usklađuju njegov rad. O operacijskim sustavima više govora će biti u nastavku teksta. **Programi prevoditelji** služe za prevođenje programa napisanih u nekom programskom jeziku u strojni jezik. Također provjeravaju je li program ispravno napisan i, u slučaju greške, daju poruku i upute za ispravljanje. **Pomoćni programi** predstavljaju vezu između sistemske i aplikativne programske podrške izvršavajući neke specifične aktivnosti.

Aplikativna programska podrška (*aplikativni software*) jest skup programa koji omogućuju primjenu računala u različitim područjima. Takve programe nazivamo **korisničkim programima** i o njima će biti više rečeno kasnije.

Komunikacijska programska podrška (*komunikacijski software*) jest skup programa koji upravljaju prijenosom podataka između više računala povezanih u mrežu ili između perifernih jedinica i centralnog računala. Među njima su najvažnije nadzorne komunikacijske rutine koje nadziru prijenos podataka i ispravnost primanja podataka.

4.1. Operacijski sustavi

Operacijski sustav (engl. *Operating System*) je skup programa koji povezuju i objedinjuju sve sklopovske dijelove računala i omogućavaju njihovu djelotvornu uporabu. Operacijski sustav treba što je najviše moguće olakšati uporabu sklopovskog dijela računala sa stajališta korisnika i istodobno osigurati maksimalnu djelotvornost. Operacijski sustav tijesno je vezan uz sklopovsku građu računala, pa je sukladno tome za svaku porodicu računala potrebno, u načelu, izraditi drugi operacijski sustav. Kako je središnja jedinica za obradu podataka osobnog

računala mikroprocesor, tako su i operacijski sustavi građeni za neku određenu vrstu ili porodicu mikroprocesora. Svako višenamjensko računalo, a to su praktički sva osobna računala, mora djelovati pod nekim operacijskim sustavom jer je bez njega praktički nekorisno. Jedno te isto računalo ponašat će se vrlo različito pod različitim operacijskim sustavima. Svaki je korisnički program građen tako da pretpostavlja postojanje nekog od operacijskih sustava i pri svom radu koristi njegove funkcije. Pri nabavi korisničkog programa, potrebno je provjeriti jesu li korisnički program i operacijski sustav sukladni.

Među najvažnije zadaće operacijskog sustava ubrajaju se:

- upravljanje ulaznim i izlaznim jedinicama,
- smještaj podataka i programa u memoriju i briga o njihovu rasporedu unutar raspoložive memorije,
- nadzor i koordinacija izvršenja svakog od korisničkih programa koji se izvode na računalu,
- provjera ispravnosti pojedinih dijelova računala,
- upravljanje sigurnosnim sustavom računala,
- briga o koordinaciji obrade i protoka podataka između različitih programa i korisnika,
- ostale aktivnosti potrebne da bi se objedinio programski i sklopovski dio računala.

Operacijski sustav podijeljen je u dva dijela. Manji dio smješten je u ROM memoriji, a veći je smješten na neki od medija za pohranu podataka i programa, najčešće tvrdi magnetski disk. Po uključanju računala jedini program dostupan središnjoj jedinici za obradu podataka je program smješten u ROM memoriji, pa se on počinje izvršavati. To je nužni dio operacijskog sustava koji treba učitati ostatak operacijskog sustava s medija za pohranu podataka i programa. Osim tog programa, u ROM memoriji je pohranjen i BIOS (engl. *Basic Input Output System*), dio operacijskog sustava koji ima zadaću izravnog upravljanja ulaznim i izlaznim jedinicama računala. BIOS je nepromjenjiv dio operacijskog sustava i služi kao najniža razina programskog sučelja između programa i sklopovskog dijela računala.

Prvi operacijski sustavi za osobna računala bili su građeni pod pretpostavkom da je računalo istodobno namijenjeno jednom korisniku i jednom programu. Drugim riječima, računalo je istodobno bilo u stanju komunicirati samo s jednim korisnikom i samo s jednim programom. Takva vrsta operacijskih sustava zove se **jednozadaćni** operacijski sustavi (engl. *Singletasking*). Tipični predstavnici jednozadaćnih i jednokorisničkih operacijskih sustava su *CP/M* i *Microsoft DOS*.

Razvojem sklopovlja računala otvorile su se mogućnosti boljeg iskorištenja računala, pa su razvijeni **višezadaćni** (engl. *Multitasking*) i **višekorisnički** (engl. *Multiuser*) operacijski sustavi.

Višezadaćni operacijski sustav u stanju je istodobno izvršavati više od jednog programa na jednom te istom računalu. Uz uporabu višezadaćnog operacijskog sustava korisnik je u stanju jedan program koristiti u prednjem planu (izravna komunikacija korisnika s programom), dok se u pozadini izvršava neki drugi program. Relativno je jednostavno prebacivati programe iz prednjeg plana u pozadinu i obrnuto. Istodobno je moguć rad i s više od dva programa. Istodobnost izvođenja programa jest privid, a obavlja se na račun brzine. Računalo ima ograničene sklopovske mogućnosti, pa se istodobno izvođenje programa provodi tako da se raspoloživo vrijeme središnje jedinice za obradu podataka podijeli između aktivnih programa. Raspodjela vremena je provedena tako da korisnik ne može uočiti da je središnja jedinica za obradu podataka privremeno prestala s izvođenjem jednog programa i prešla na izvođenje drugog, već ima utisak istodobnosti. Svaki novo pokrenuti program mora oduzeti

dio vremena za obradu već pokrenutim programima, pa se to izravno odražava na brzinu izvođenja programa. Korisnik to uočava kao usporenje rada računala.

Višekorisnički operacijski sustav omogućava istodobni rad više korisnika na istom računalu. Budući da je fizički nemoguće da više korisnika istodobno rabi istu tipkovnicu, miša, monitor i ostale dijelove istog računala, to se na nadzorno računalo koje se naziva **poslužitelj** (engl. *Server*) priključuju pristupna računala (engl. *Client*). Najčešće je višekorisnički sustav istodobno i višezadaćni operacijski sustav, tako da različiti korisnici mogu izvoditi istodobno različite programe na istom računalu. Kao i u prethodnom primjeru prividna istodobnost postiže se podjelom vremena obrade među programima i korisnicima. Korisnik će pri prvom susretu s višekorisničkim i jednokorisničkim operacijskim sustavom odmah uočiti tipičnu razliku. Pri pokretanju jednokorisničkog operacijskog sustava moguće je odmah pokrenuti neki od korisničkih programa bez posebne prijave korisnika. Pri pokretanju višekorisničkog operacijskog sustava od korisnika se zahtijeva prijavljivanje (engl. *Log on*). To je postupak kojim se korisnik identificira navodeći svoje korisničko ime i lozinku, a operacijski sustav mu na temelju unaprijed pridijeljenog dopuštenja dopušta ili ne dopušta rad na računalu. Ukoliko je korisniku dopušten rad, tada operacijski sustav na temelju unaprijed određenih parametara ograničava rad korisnika na dopuštene radnje.

Višezadaćni i višekorisnički operacijski sustavi postavljaju povećane zahtjeve na računalo u pogledu središnje jedinice za obradu podataka, memorije i ulazno-izlaznih sklopova. Tipični predstavnici višezadaćnih i višekorisničkih operacijskih sustava su *Unix*, *Linux* i *IBM OS/2*.

Dio operacijskog sustava koji je zadužen za komunikaciju računala s korisnikom zove se korisničko sučelje (engl. *User Interface*). Ono je zaduženo za prihvatanje naredbi od korisnika i predaju podataka korisniku. Neupućeni korisnici pogrešno poistovjećuju korisničko sučelje i operacijski sustav. Jedan operacijski sustav može raditi s više različitih korisničkih sučelja. Najčešći način prikaza podataka korisniku jest u obliku ispisanih znakova i simbola na zaslonu monitora ili papiru. Isprva je taj prikaz tehnološki bio ograničen na relativno ograničen skup znakova (slova, brojaka, znakova interpunkcije i nekih posebnih znakova), pa su prvi operacijski sustavi bili **operacijski sustavi sa znakovnim korisničkim sučeljem**. Takvi su bili operacijski sustavi *CP/M* i *Microsoft DOS*. Ti su sustavi korisniku slali poruke u obliku koji je česti bio neintuitivan i teško razumljiv. Kao ulazna naprava za komunikaciju u smjeru korisnik-računalo koristila se gotovo isključivo tipkovnica, te je korisnik mogao računalo predati poruku samo kao niz znakova koji su bili na raspolaganju na tipkovnici računala.

Razvojem tehnologije pokaznih naprava i napretkom računala uopće omogućeno je razmjenjivanje poruka između korisnika i računala osim znakovima i slikovnim simbolima. Operacijski sustavi koji komuniciraju s korisnikom znakovima i slikovnim simbolima zovu se **operacijski sustavi s grafičkim korisničkim sučeljem** (engl. *Graphic User Interface*). Računalo predaje poruke korisniku u vidu sličica koje se nazivaju ikonama, a koje likovno opisuju i podsjećaju na predloženu akciju ili objekt kojim korisnik može rukovati. Korisnik svoje poruke računalu, osim posredstvom tipkovnice, može predavati i uz pomoć miša i drugih pokaznih naprava, pokazujući na prikazane ikone na zaslonu i odabirući na taj način željene radnje. Grafičko korisničko sučelje omogućava znatno prirodniji i čovjeku razumljiviji način komuniciranja. Obuka korisnika znatno je brža, a odbojnost korisnika prema računalu i operacijskom sustavu manja.

Prednosti operacijskih sustava s grafičkim korisničkim sučeljem jesu prilagođenost čovjeku i znatno brže i kraće učenje u odnosu na znakovna korisnička sučelja, a njihov nedostatak je zahtjevnost glede sklopovske građe računala (velika brzina rada, veliki kapacitet memorije, monitor s velikom razlučivošću i slično). Tipični

predstavnicima operacijskih sustava s grafičkim korisničkim sučeljem jesu: *Microsoft Windows*, *Mac OS*, *BeOS*, *OS/2 Presentation Manager*.

Najpopularniji operacijski sustav s grafičkim korisničkim sustavom za IBM PC sukladna osobna računala jest **Microsoft Windows**. U početku je Microsoft Windows bio grafičko korisničko sučelje koje se za funkcije operacijskog sustava oslanjalo na operacijski sustav Microsoft DOS, dok je tek od 1995. godine Microsoft Windows postao samostalni operacijski sustav u pravom smislu riječi.

Mac OS bio je prvi široko rasprostranjeni operacijski sustav s grafičkim korisničkim sučeljem. Pojavio se istodobno s računalom Apple Macintosh 1984. godine. Od 1991. godine bitno je unaprijeđen kada tvrtka tržištu nudi inačicu System 7, jedan od najomiljenijih operacijskih sustava s grafičkim korisničkim sučeljem.

UNIX je višekorisnički i višezadačni operacijski sustav razvijen u Bell laboratorijima američke tvrtke AT&T. Razvoj je započeo 1969. godine, a traje neprekidno do danas. Za razliku od ostalih ovdje spomenutih operacijskih sustava, UNIX je najprije bio razvijen za velika i srednja računala. Pojavom osobnih računala razvijene su i verzije operacijskog sustava UNIX i za tu vrstu računala. Veliku popularnost UNIX je stekao na američkim sveučilištima jer je u usporedbi s ostalim operacijskim sustavima u to doba bio znatno jednostavniji za uporabu, pouzdaniji i jeftiniji. U načelu to je operacijski sustav sa znakovnim korisničkim sučeljem, ali postoje i grafička korisnička sučelja s kojima također može raditi, npr. X Windows.

4.2. Korisnički programi

Računalo je proizvedeno kao sklop opće namjene. To znači da primjena računala nije određena njegovom izradom. Dakako, tehničke značajke računala u velikoj mjeri utječu na mogućnost njegove primjene. Zbog toga, ovisno o primjeni, po potrebi računalo možemo opremiti dodatnim sklopovima za određenu namjenu, ali time nećemo ograničiti primjenu računala na samo jedno područje. Područje primjene računala, dakle, nije određeno tehničkim značajkama, već upotrijebljenim programom. Izborom odgovarajućeg programa ujedno izabiremo i područje primjene računala. Zbog toga su razvijeni različiti programi za različite primjene računala.

Korisnički programi su programi namijenjeni rješavanju nekog određenog problema, čiji je rezultat korisniku neposredno zanimljiv. Za razliku od operacijskih sustava koji rješavaju probleme objedinjenja i usklađivanja rada računalnog sustava, korisnički programi rješavaju probleme iz područja izravnog zanimanja korisnika. Dok je djelovanje operacijskog sustava za korisnika nevidljivo, korisnički programi uvijek izravno komuniciraju s korisnikom i rezultat njihova djelovanja uvijek je jasno i razumljivo predočen korisniku. Korisnički programi relativno su jednostavni za uporabu i korisnik takva programa ne treba znati gotovo ništa o djelovanju i građi računala.

S obzirom na vrste problema koje razrješavaju, korisničke programe možemo podijeliti u desetke skupina, od kojih nabrajamo najčešće korištene:

- programe za obradu teksta,
- programe za tablično računanje,
- programe za obradu baza podataka,
- programe za obradu slike,
- programe za obradu zvuka.

Programi za obradu teksta služe za pisanje, oblikovanje i ispis teksta na računalu. Program nastoji ubrzati i olakšati radnje u vezi s obradom teksta, kao što su pisanje i brisanje, ispravljanje, pohrana, oblikovanje, pretraživanje, ispisivanje, umnažanje itd. Napisani tekst može se pisati i uređivati na zaslonu monitora sve dok se ne postigne željeni oblik, a tek zatim otisnuti na papiru. Prednosti obrade teksta na računalu pred tradicionalnim postupcima posebno se ističu kada treba ispravljati napisani tekst, ponovno pisati prethodno već napisani tekst uz male izmjene, pohraniti tekst, pretraživati tekst i sl. Suvremeni programi za obradu teksta imaju mogućnost prikaza na zaslonu monitora vjerne slike konačnog otiska na papiru, i to u raznim uvećanjima. Takvi se programi zovu *WYSIWYG* (engl. *What You See Is What You Get*). Konačni cilj obrade teksta jest ispis teksta u obliku i sadržaja kakav korisnik želi.

U radu s tekстом razlikujemo dva stupnja: obrada teksta i priprema teksta za tisak. Pri obradi teksta korisnik upisuje tekst koristeći jedan uobičajeni tip slova, odnosno jednu uobičajenu veličinu slova. Ovaj postupak u najvećoj mjeri nalikuje radu sa strojem za pisanje. Nakon što je unos tekst završen, korisnik pristupa unošenju ispravaka. Pri tome se određuje konačni sadržaj teksta, točan redoslijed odjeljaka i odlomaka u tekstu i sl. Cijeli ovaj postupak nazivamo obrada teksta. Nakon završene obrade teksta korisnik pristupa pripremi teksta za tisak. Time se određuje konačni izgled teksta. To znači da korisnik točno određuje izgled pojedinih poglavlja, upotrijebljene vrste i veličine slova, izgled naslova i sl. Na kraju se dodaju ilustracije, tekst se dijeli na stranice, a zatim se po želji dodaju i brojevi stranica, odnosno poseban tekst ispisan pri vrhu ili pri dnu svake stranice i sl. Kad završimo ovaj stupanj rada, tekst je pripremljen za tisak, pa je to razlog zašto ovaj postupak nazivamo priprema teksta za tisak.

Tipični predstavnici programa za obradu teksta kod osobnih računala jesu *Microsoft Word* i *WordPerfect*.

Programi za tablično računanje (engl. *Spreadsheet*) omogućavaju jednostavno i djelotvorno računanje s velikim brojem (uglavnom brojčanih) podataka. Računanje se vrši u tablici s mnogo polja koja nalikuje šahovskoj ploči. Obavljanje računskih operacija između pojedinih polja je jednostavno, a prikaz rezultata pregledan i nalik uobičajenom tabličnom prikazu na papiru. Programi za tablično računanje omogućavaju jednostavno obavljanje računskih operacija s velikim brojem operacija, jednostavnu analizu tipa "što ako...", jednostavnu izmjenu i brisanje podataka, pohranjivanje podataka i sl. Osim aritmetičkih operacija moguće je izvoditi različite statističke operacije s podacima. Programi za tablično računanje posebno su pogodni za ekonomske i financijske analize, primjerice za kalkulacije i troškovnike, te su osobito omiljeni među ekonomistima..

Izrada tablica u programu za tablično računanje vrlo je jednostavan postupak. Korisnik prvo treba proučiti podatke koje želi uključiti u tablicu, a potom isplanirati izgled tablice. Pri proučavanju podataka valja odlučiti koje će biti značenje redaka i stupaca, odrediti naslove redaka i stupaca, a potom i tip podataka koje ćemo upisivati u tablicu. Nakon toga jednostavnim upisivanjem odgovarajućih vrijednosti nastaje i tablica u programu. Brojčane vrijednosti iz tablice možemo upotrijebiti za izradu grafikona, tj. slike nastale na osnovi brojčanih vrijednosti.

Najpoznatiji programi za tablično računanje kod osobnih računala jesu *Microsoft Excel*, *Lotus 1-2-3* i *Quattro Pro* i *VisiCalc*.

Programi za obradu baza podataka su korisnički programi koji omogućavaju obradu velike količine istovrsnih podataka pohranjenih u tzv. bazu podataka. Baza podataka je skup međusobno ovisnih podataka, neovisnih o programu pomoću kojeg se ti podaci obrađuju. Programi za obradu baza podataka omogućavaju: unos i brisanje podataka, sortiranje podataka, izlučivanje podataka po željenom ključu i kriteriju, pretraživanje,

pohranjivanje, ispisivanje podataka i ostale radnje rukovanja podacima. Oni omogućuju korisniku prikaz i analizu podataka prema njegovoj želji. Programi za obradu baza podataka jedna su od najčešće rabljenih vrsta programa u poslovanju (računovodstvo, knjigovodstvo, obrada plaća i sl.). Smatra se da oko 60% svih poslovnih programa spada u skupinu baza podataka. Uporaba programa za obradu baza podataka složenija je od uporabe programa za obradu teksta ili tablično računanje. Jedan od važnih razloga za to jest i činjenica da baze podataka predočuju složene procese iz stvarnog života koje nije jednostavno predočiti i koja često nisu sasvim jasna korisniku. Najpopularniji programi za obradu baza podataka kod osobnih računala jesu *Oracle*, *Paradox*, *Clarion*, *dBase*, *Clipper*, *Microsoft Access* i *Lotus Approach*.

Programi za obradu slike omogućavaju jednostavnu i brzu obradu slika. Ta vrsta programa treba na što prikladniji način omogućiti: crtanje i brisanje slike ili dijelova slike, smanjivanje i povećavanje slike ili dijelova slike, kopiranje cijele slike ili dijelova slike, bojenje, pohranjivanje slike itd. Cjelokupni postupak izrade slike odvija se na zaslonu monitora, a kao ulazna jedinica služi miš ili grafička ploča. Slika se može prikazati u različitim uvećanjima i bojama, što znatno pojednostavljuje rad s slikama.

Prema načinu na koji programi za obradu slike unutar računala prikazuju slike, mogu se podijeliti na vektorski orijentirane i rasterski orijentirane programe. *Vektorski orijentirani programi* zapisuju i obrađuju sliku kao skup matematičkih izraza. Prednost vektorskih orijentiranih programa jest jednostavno uvećanje i umanjeње slike i dijelova slike, a nedostatak je relativno složena matematička predodžba slike koja se sastoji od velikog broja raznobojnih likova nepravilnih oblika. Predstavnici vektorski orijentiranih programa za obradu slike su *Corel DRAW*, *Macromedia Freehand* i *Adobe Illustrator*. Rasterski orijentirani programi sliku pohranjuju kao zapis boje i položaja svake zaslonske točke. Složenost slike ne utječe na sposobnost i djelotvornost pohrane, pa su rasterski orijentirani programi posebno pogodni za likovne crteže raznobojnih likova nepravilnih oblika. Opisani način pohrane, međutim, znatno otežava, a često i onemogućava povećanje i smanjenje slike. Veličina zapisa u memoriji kod rasterski orijentiranih programa izravno ovisi o veličini slike. Predstavnici rasterski orijentiranih programa za obradu slike su *Adobe Photoshop*, *Corel PHOTO PAINT* i *Microsoft Paint*.

Prema namjeni postoje dvije osnovne skupine programa za obradu slika: programi za tehničke crteže i programi za likovne crteže. Programi za tehničke crteže namijenjeni su obradi tehničkih crteža: nacрта, shema i sl. a primjenjuju se u strojarstvu, elektrotehnici, arhitekturi itd. Osim opisanih postupaka, ta vrsta programa omogućava i specifične radnje potrebne pri crtanju tehničkih nacрта kao što su kotiranje, crtkanje, prostorno prikazivanje, sjenčanje itd. Programi za tehničke crteže redovito su vektorski orijentirani. Predstavnici programa za tehničke crteže su *AutoCAD* i *Microstation*. Programi za likovne crteže služe obradi slika za ilustracije, skice i sl. a primjenjuju se u izradi promidžbenih materijala, u dizajnu i sl. Za razliku od programa za tehničke crteže, programi za likovne crteže omogućavaju jednostavno crtanje slobodnom rukom, izradu nepravilnih uzoraka u različitim bojama, prelijevanje boja jedne u drugu i unos slike posredstvom skenera. Općenito, rukovanje bojama znatno je bolje podržano u programima za likovne crteže nego u programima za tehničke crteže. S druge strane, ovi programi uglavnom nemaju mogućnost provedbi specifičnih radnji potrebnih pri crtanju tehničkih nacрта. Programi za likovne crteže redovito su rasterski orijentirani. Predstavnici programa za tehničke crteže su *Adobe Photoshop*, *Corel PHOTO PAINT* i *Corel DRAW*.

Programi za obradu zvuka omogućavaju jednostavno rukovanje zvukom: generiranje, snimanje i reprodukciju zvuka, promjena i izobličenje zvuka, sintetiziranje zvuka, pohranjivanje zvučnog zapisa itd. Najčešće se koriste za skladanje glazbe, generiranje zvučnih efekata i sl. Ti programi zahtijevaju dodatnu sklopovsku opremu

koja omogućava snimanje i generiranje zvuka, a često se mogu izravno priključiti na elektroničke glazbene instrumente. Najčešće rabljeni protokol za serijsku razmjenu podataka između računala i glazbenih instrumenata pri obradi zvuka jest *MIDI norma* (engl. *Musical Instrument Digital Interface*). Norma propisuje sklopovske i programske dijelove MIDI sukladnih naprava, a omogućava razmjenu podataka i međusoban nadzor između glazbenih instrumenata i računala. Pojava MIDI sukladnih uređaja izazvala je pravu revoluciju u glazbenoj industriji jer je omogućila svakom tko ima osobno računalo, odgovarajući program i sintetizator zvuka mogućnost stvaranja glazbe, što je do tada bilo moguće samo u stotinu puta skupljim glazbenim studijima.

Umjetnička akademija u Splitu

Ivica Mitrović, Branimir Gaćina-Bilin

OSNOVE KOMPJUTORSKE TEHNIKE

UVOD U RAČUNALSTVO

- za internu uporabu -

Split, siječanj 2005.