

1.1 RAZVOJ RAČUNALNIKA

1.1.1 PREPROSTI ZAČETKI

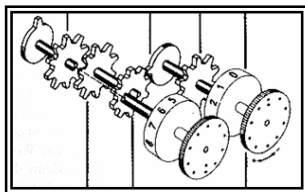


Kje so korenine računalništva, težko rečemo, zagotovo pa jih lahko odkrivamo že v davni preteklosti. Med začetke najbrž sodi obdobje, ko je človek začel šteti, ko si je skušal predstavljati število s predmeti, s prsti na rokah, s školjkami, kamenčki ali morda narisanimi znaki, ki so mu pomenili določene številke. Prav sposobnost **predstavljanja števil** (oz. podatkov) pomeni začetek, osnovo sodobnih računalnikov. Vzporedno z uporabo števil je rasla tudi želja najti napravo, ki bi omogočila hitrejše in lažje računanje. Eden prvih »**digitalnih mehanizmov za računanje**« je kitajsko računalno na kroglice, imenovano **abakus**, ki je nastalo več kot 3000 let pred našim štetjem in ga uporabljajo še vedno lahko najdemo v nekaterih deželah sveta.



Slika 1: Abakus

Pomembnejša letnica v razvoju računalništva je leto 1614, ko je Škot John Napier iznašel **logaritme**, to je matematične postopke, s katerimi je mogoče zahtevnejše aritmetične operacije (npr. množenje in deljenje) prevesti v enostavnejše (npr. seštevanje in odštevanje).



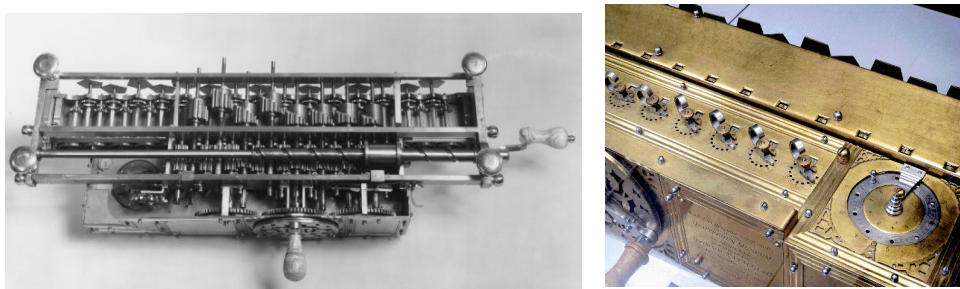
Tudi izum mehanskega računskega stroja, ki ga pripisujemo Wilheimu Shichardu leta 1623, je pomemben mejnik. Preprost mehanizem za seštevanje in odštevanje temelji na principu prenosa prek **zobatih kolesc**. S tem se je začelo obdobje računskih strojev, ki so uporabljali tehnologijo zobniškega prenosa. Na tej osnovi je bil izdelan računski stroj, delo uglednega matematika in fizika 17. stoletja Blaisa Pascala. Princip delovanja je bil zelo preprost,



podoben načinu delovanja števca kilometrov v avtomobilu. Namenjen je bil predvsem seštevanju in odštevanju pa tudi množenju in deljenju, čeprav sta ti dve operaciji zahtevali nekoliko več truda. Ne glede na to pa je bil zelo cenjen zaradi enostavnega delovanja in uporabe ter zlasti natančnosti.

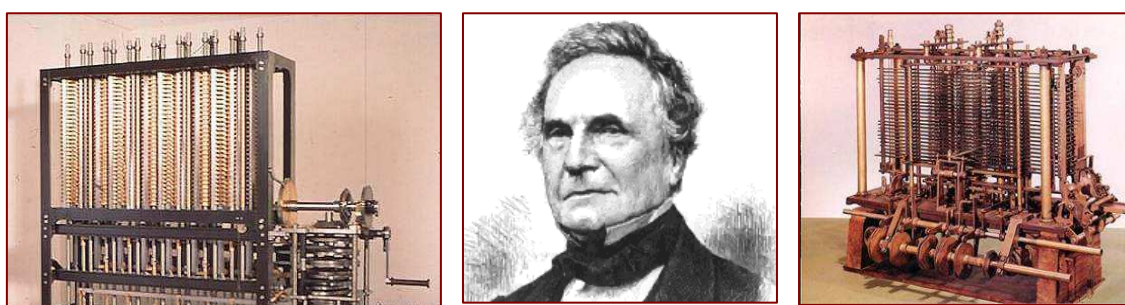
Slika 2: Računski stroj - Pascalina

Pomembnejši napredek pomeni leto 1672, ko je v Nemčiji Wilhelm Gottfried Leibnitz uporabil zobata kolesca v stroju, ki ni znal samo seštevati in odštevati, ampak tudi množiti, deliti in celo izračunati kvadratni koren.



Slika 3: Leibnitzov računski stroj

Več kot 150 let pozneje je angleški matematik **Charles Babbage** zasnoval stroj, ki mu je, čeprav ga ni nikoli dokončal, prinesel splošno priznanje, da je oče modernega računalništva. Poimenoval ga je **analitski stroj**. Čeprav so njegove zamisli daleč prehiteli razvoj tehnologije, mu je s tem strojem uspelo postaviti osnovne principe delovanja poznejšega sodobnega računalnika, principe, ki so v pravem pomenu zaživelih šele dobrih sedemdeset let po njegovi smrti. Imel je vhodno-izhodne naprave, ki so uporabljale luknjane kartice, podobne tistim, ki so tkalskemu stroju Josepha Jacquarda rabile za izdelavo vnaprej določenega vzorca. Poleg tega je bil ta stroj sestavljen iz dveh poglavitnih delov: iz »shrambe« (pomnilnika), v kateri je bilo prostora za 1000 števil s po več deset ciframi, in iz »mlinčka« (procesna enota), ki je izvajal računske operacije s števili. Obe enoti naj bi prav tako nadzoroval s karticami, na katerih so bili ukazi s številkami shranjeni, dokler niso bili potrebni za upravljanje stroja. Ta Babbageeva idejna rešitev pomeni že pravi delujoči računalnik, ki prvič ni bil namenjen le slepemu računanju. V stroj je bila vgrajena sposobnost odločanja, ki naj bi bila odvisna od vmesnih izračunov; tako izračunani rezultati naj bi bili podatki za seštevanje nadaljnjih zapletenih nalog. Kako revolucionarna zamisel za takratni čas in kako pomembna ideja za poznejši razvoj računalnikov!

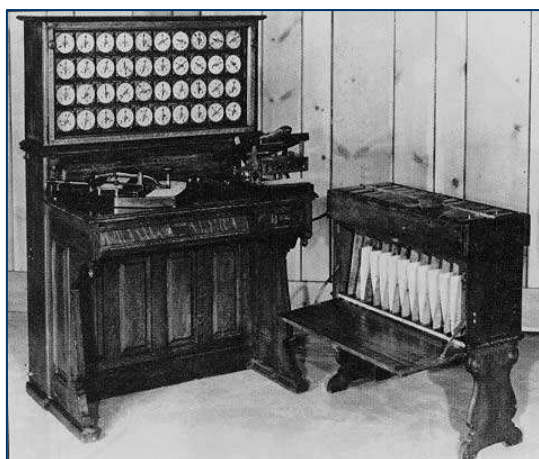


Slika 4: Babbage in njegova diferenčni in analitski stroj - računalnik

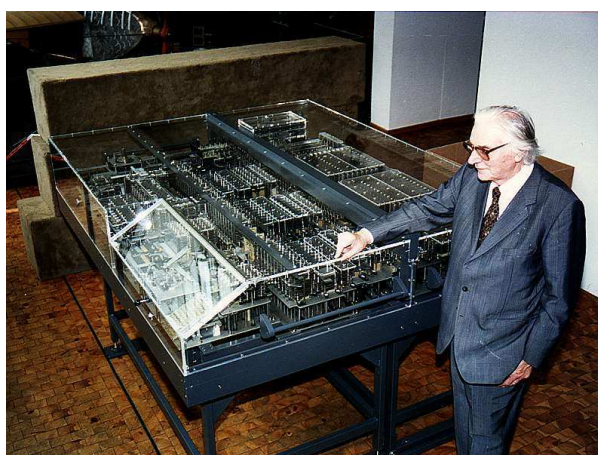
Avtor ideje praktično ni uresničil, saj takrat tehnologija (prenos z zobatimi kolesi) ni bila zmožna izdelati tako zapletenega stroja. Babbage in njegove »računalniške« ideje so utonile v pozabo. Šele po 2. svetovni vojni so odkrili, da je zasnova njegovega analitskega stroja v bistvu predhodnik današnjih računalnikov. Tako lahko potegnemo črto razvoja, ki vodi od stroja s štirimi računskimi operacijami prek analitskega stroja do centralne enote današnjega računalnika.

Druga razvojna črta vodi prek perifernih enot: iznajdba pisalnega stroja in njegove kombinacije s papirnatim trakom, kar je dal razvoj telegrafije, dalje uvajanje luknjanih kartic na področjih, kjer se pojavljajo velike množine podatkov, in ob tem specialne enote za luknjane kartice. Pri Jacquardu je bila luknjana kartica namenjena upravljanju procesa (tkanje, vzorčenje ...), Hermanu Hollerithu pa je uspelo, da je postala nosilka podatkov, in to predvsem številskih. Uporabil je kovinske konice za »tipanje« luknjane kartice; ko kovinske konice zadenejo v luknjo, se skozi dotaknejo prevodne snovi (npr. živega srebra) in se s tem vzpostavi električni stik. Ta Hollerithov stroj se je pokazal tako učinkovit, da ga je statistični urad v Ameriki 1890 uporabil za popis prebivalcev. Rezultat je bil izreden, saj so popis izvedli desetkrat hitreje kot prej.

Hollerith je kasneje ustanovil podjetje, ki je sčasoma preraslo v IBM (International Business Machines), še danes eno največjih podjetij na področju proizvodnje računalnikov in računalniške opreme.



Slika 5: Hollerithov stroj za štetje in urejanje podatkov



Slika 6: Conrad Zuse in njegov Z1

Med izumitelji je treba omeniti tudi Jamesa Powersa, ki je med popisom prebivalstva v Ameriki 1910 izvedel pomembno izboljšavo naprav z **luknjanimi karticami**, in Frederika Bulla, ki si je od leta 1915 prizadeval izpopolniti elektromehanske stroje z luknjanimi karticami. Na koncu starejše generacije je pomemben še nemški konstruktor Konrad Zuse, ki je svoje življenje posvetil konstruiranju računskih



strojev. Njegova dva osnovna principa sta ostala vezana na tehniko modernih računalnikov: upravljanje programa in dvojiški sistem. Tako kot Babbageov analitski stroj je tudi njegov računski stroj z imenovan Z1 deloval predvsem mehanično, a že s programiranim upravljanjem. Ker je Z1 zaradi mehničnega prenosa signala deloval zelo počasi in s težavo, je Zuse za naslednika, z imenom Z2, uporabil releje kot prekinjevalne elemente. Leta 1941 mu je sledil Z3 s približno 3600 releji in z razvitim algoritmičnim jezikom. Čeprav je Zuse zaprosil nacistično vlado za finančno pomoč, je na srečo ni dobil, in računalniki tako niso postali del nemškega vojaškega stroja.

1.1.2 RAČUNALNIŠKI "SREDNJI VEK"



Drugo pomembno obdobje v računalniškem razvoju je obdobje velikih računalnikov, katerih osnovni elementi so releji, nato pa elektronske cevi – elektronke. Konrad Zuse je v svojih računskih strojih (Z2 in Z3) uporabil **releje** za prekinjevalne elemente, kar je takrat pomenilo velik napredek. Velike ideje pa se navadno ne rojevajo samo na enem kraju sveta ali samo v enih možganih. Zato ni nič čudnega, če je Louis Couffignol leta 1936 v Franciji opisal in razvil računski stroj s programiranim upravljanjem in dvojiškim sistemom. Istega leta je začel G. Stibitz v znanem laboratoriju Bell Telephone Company konstruirati relejne računalnike. Leta 1942 je bil pri tej industrijski družbi izdelan **prvi računalnik** (ne več samo računski stroj) s programiranjem na osnovi 500 relejev. Leto kasneje je znani »Ballistic computer« vseboval že nad 1300 relejev. Največji računalnik v razvoju te vrste je bil Bellov model z 9000 releji.

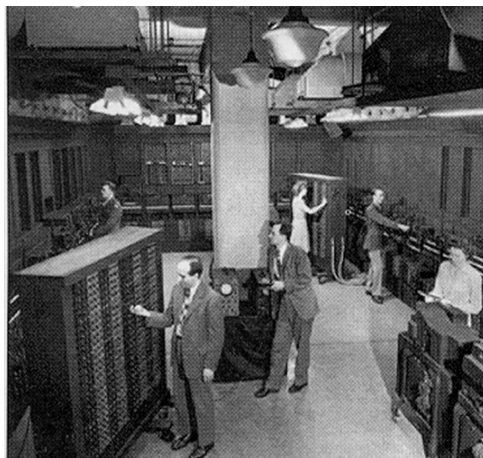
Leta 1937, ko je Stibitz začel svoje delo pri Bellu, je Howard Aiken, profesor na harvardski univerzi, predlagal podjetju IBM, da s sredstvi, namenjenimi za naprave z luknjanimi karticami, izdela računalnik, sposoben programiranja. To izredno uspešno sodelovanje je leta 1944 obrodilo sad: pojavil se je znani MARK 1, ki je bil večji in zmogljivejši od Z3 in modela Bell (dolžina 17 m, višina 2,5 m), in začelo se je pomembno obdobje za IBM, Leta 1948 mu je sledil model MARK 2 z nad 13000 releji.

Skoraj hkrati so izdelovali računalnike: Zuse v Berlinu, Couffignol v Parizu, Stibitz v Murray Hillu in Aiken v New Yorku. Tako so se ideje iz tridesetih let 19. stoletja uresničile šele v tridesetih letih 20. stoletja. Ne glede na precejšnje razlike v sestavi strojev je bila njihova zasnova podobna: vsi imajo poleg računskega dela vhod podatkov – spomin za podatke – upravljalni del – izhod podatkov. To pa so že elementi, ki jih vsebuje tudi že vsak sodoben računalnik.



Odločen korak v tehniki je bil prehod od elektromehaničnih k elektronskim elementom: namesto relejev kot prekinjeval so uporabili **elektronko** (vakuumsko elektronsko cev). Elektronka, ki so jo izumili Fessenden, De Forest in drugi (1906. leta) za kontrolo tokov, je začela prodirati v računalnike v štiridesetih letih. Leto 1945 pa je bilo za računalništvo še posebno pomembno, saj je znani matematik John von Neumann dognal pojem shranjenega programa in uporabo dvojiškega sistema. Pomembna misel von Neumanna je bila: če želimo hitrost računске naprave povečati, ji je potrebno hitro priskrbeti ne le podatke, ampak navodila, ki povedo, kaj s podatki početi. Torej naj bodo ukazi računalniku tudi podatki, ki smo jih pred vključitvijo programa shranili v pomnilni del računalnika. Računalnik bo lahko ukaze tako shranjenega programa dosegal prav tako hitro kot posamezna števila, človekov poseg med potekom računa pa bo nepotreben. **Prav ta pomemben korak postavljamo danes kot ločnico med računskim strojem in računalnikom**; v računalniku lahko shranimo tudi program, ki ga v navadnem računskem stroju ne moremo. Na osnovi takih razmišljanj so leta 1949 izdelali računalnik EDVAC, ki je prvi lahko vplival na shranjena navodila s pomočjo aritmetičnih izrazov, izračunanih med izvajanjem. Tako se je slednjic uresničila zamisel, o kateri je sanjaril Charles Babbage.

Leta 1946 je bil izdelan prvi povsem elektronski računalnik ENIAC (avtorja P. Eckert in J. W. Mauchly), ki je stal okoli 10 milijonov dolarjev; vseboval je 18000 elektronk in je tehtal 80 ton. Zaradi elektronske sestave je bil več kot tisočkrat hitrejši od tedaj najboljših elektromehanskih strojev. Kmalu po vključitvi



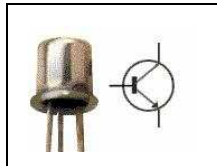
Slika 7: ENIAC .

je npr. v dveh urah opravil račune s področja jedrske fizike, za katere bi kakih sto inženirjev potrebovalo kar celo leto. Seveda so se pojavljale tudi težave, še posebej pri vnosu podatkov in navodil, saj je bilo treba vsak podatek in vsako navodilo ročno prenesti preko stikal. Tako programiranje je bilo seveda zamudno, naporno, pa tudi nezanesljivo, a v primerjavi s človekovo počasnostjo pri izračunavanju zelo sprejemljivo za tisti čas.

Z leti so se pojavljali novi, še zapletenejši računalniki. Tako je »POPPA« iz IBM že vključil pogonske skoke, EDSAC je bil prvi, ki je imel hitri pomnilnik za dvojiška števila. SSEC, EDVAC, ILLIAC, MANIAC, WHIRWIND, UNIVAC itd. so dokončali razvoj velikih in izjemno dragih naprav na

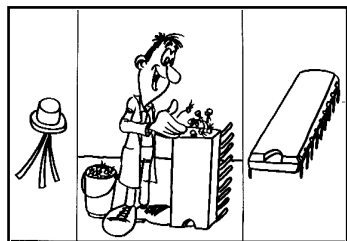
začetku in v sredini petdesetih let, ki so po večini rabile za vojaške namene bogatih držav.

Vse do leta 1947 se računalniška tehnologija ni razvijala s preveliko naglico. Računalniki so bili ne samo zelo dragi, ampak so potrebovali tudi veliko prostora in sestavnih delov. Toda tako stanje se je dramatično spremenilo, ko so se pojavili **polprevodniški elementi**.



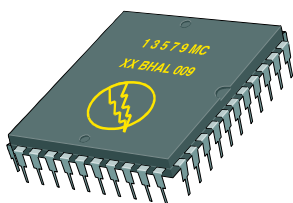
Leta 1947 so John Bardeen, Walter Brattain in William Shockley v Bellovih laboratorijih v ZDA razvili **tranzistor**, ki je zaradi svojih skromnih razsežnosti, velike zanesljivosti in majhne porabe moči pomenil revolucionaren korak v dobo mikroelektronike. V letu 1951 so raziskovalci Western Electronic(ZDA) razvili prvi polprevodniški ojačevalni tranzistor s točkastim kontaktom. Leta 1958 je Fairchild

(ZDA) izdelal slojni tranzistor z uporabo silicijevega oksida kot izolatorja. V letu 1959 sta Texas Instruments in Fairchild razvila polprevodniški paket z dvema in več tranzistorji na isti silicijevi podlagi. Cena se je tako bistveno znižala. Čedalje več sestavin se je nagnetlo na isti plošči silicija. Glede na to so postajali računalniki vse manjši, bolj prenosljivi, manj občutljivi in predvsem cenejši.



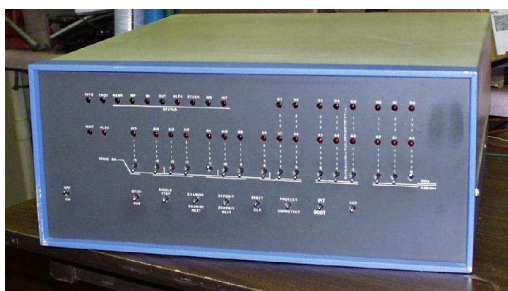
V letu 1956 je bil narejen še en pomemben korak: izdelali so prva **integrirana vezja**, to je element, ki na eni sami izredno majhni silicijevi ploščici združujejo veliko število diod, tranzistorjev, uporov. Spravljeni so v okroglo (TO) ali ploščato (DIL) ohišje. To že pomeni začetek novega obdobja.

1.1.3 RAČUNALNIŠKI "NOVI VEK"



Novo obdobje v razvoju računalnikov se je začelo seveda z razvojem polprevodniških elementov, njihovim združevanjem in še posebej z razvojem integriranih vezij. Za začetek »novega veka« računalništva lahko označimo leto 1971, ko je firma INTEL iz ZDA v znani reviji Electronic News objavila prvo reklamo za nove elemente integrirne – mikroelektronske tehnike, tako imenovane **mikroprocesorje**. Oče prvega mikroprocesorja je bil član razvojnega oddelka firme INTEL **Ted Hoff**; to je bil 4-bitni procesor z oznako 4004. Sam izraz »mikroprocesor«, s katerim so poimenovali Hoffov procesorski element, je bil prvič uporabljen leta 1972. Gre za centralno procesno enoto računalnika, ki je tako majhna, da na eni sami silicijevi ploščici, velikosti npr 5 * 5 mm (t.i. **čip**), prenese deset tisoče, sto tisoče in več tranzistorjev, diod, uporov in drugih elektronskih elementov.

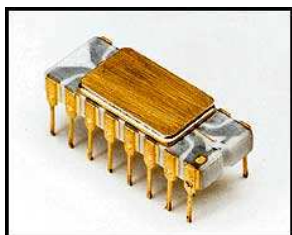
Če mikroprocesorju dodamo pomnilnik in vhodno – izhodne enote, dobimo računalnik, ki mu pravimo **mikroročunalnik**. Prav to je firma INTEL leta 1974 tudi storila, saj ji je uspelo v sodelovanju z drugimi zgraditi cel računalnik na eni sami plošči tiskanega vezja. To je bil **mikroročunalnik**



Slika 8: Prvi mikroročunalnik ALTAIR 8080

ALTAIR, zasnovan na za tisti čas najboljšem mikroprocesorju INTEL 8080. Čeprav je bil prvi mikroprocesor INTEL 4004 (4-bitni) začetnik novega obdobja in čeprav jih še vedno proizvajamo v zelo velikem številu (igračice, kalkulatorji, igre itd.), so 8-bitni mikroprocesorji začetniki »revolucij« in »novega veka« (nekaj najbolj znanih: INTEL 8080, 8085, MOTOROLA 6800, 6809, ZILOG Z-80, MOS TECHNOLOGY 6502 itd.); povzročili so pravo »mikroročunalniško revolucijo« najprej v ZDA, nato pa tudi drugod po svetu (tudi pri nas okoli leta 1980). Še posebno znana in razširjena mikroprocesorja sta postala Z-80 (ZX-80, 81, SPECTRUM, SHARP, PARTNER, ...) in 6502 (COMMODORE, APPLE, ...). Prav mikroročunalnik Sinclair Z-80 se je razširil med uporabniki, tudi tistimi, ki ga niso imeli namen uporabljati v poslovne in strokovne namene; pomembno je spodbudil **računalniško opismenjevanje**. Ta prvi korak so nadaljevali še sedaj znani mikroročunalniki: SINCLAR ZX-81, SPECTRUM in COMMODORE 64. Hiter razvoj pa je bil mogoč le zaradi že omenjenega pomanjševanja sestavnih elementov, kar je sprožilo zmanjševanje celotne naprave, medtem ko se zmogljivost skoraj ni spremenila. Seveda se je tudi celoten sistem zelo pocenil.

Za sodobne mikroročunalnike je značilno, da so zgrajeni na osnovi 32 ali 64-bitnih mikroprocesorjev. Doba 16-bitnih mikroprocesorjev se je začela že leta 1974 z mikroprocesorjem PACE (National) in



TMS 9900 (Texas Instruments), toda šele mikroprocesorja INTEL, 8086 iz leta 1978, in MOTOROLA 68000, iz leta 1981, so pričeli množično in uspešno uporabljati (IBM PC, Apple Lisa, Apple Macintosh, ...).

In kako se bodo računalniki razvijali v prihodnje? To je težko napovedati, saj področje računalništva doživlja nesluten razvoj. Napovedovali so, da bo mogoče današnje računalnike z nekaj milijoni logičnimi vrati in precej Gb pomnilnika konec stoletja spraviti v škatlico za parfum in bodo naprodaj za 100 dolarjev. Da bi lahko dosegli tako stopnjo, bo potrebno odpraviti določene pomanjkljivosti; med njimi sta še posebno pomembni hitrost preklapljanja in velikost posameznih sestavin. Na obeh področjih so že dosegli velik napredek, saj se npr. infrardeča svetloba uporablja kot nosilka digitalne informacije, opravljajo pa se tudi poskusi s sintetičnimi kovinami, zamenjava silicija z galijevim arzenidom, stik s pomočjo superprevodnikov itd.

