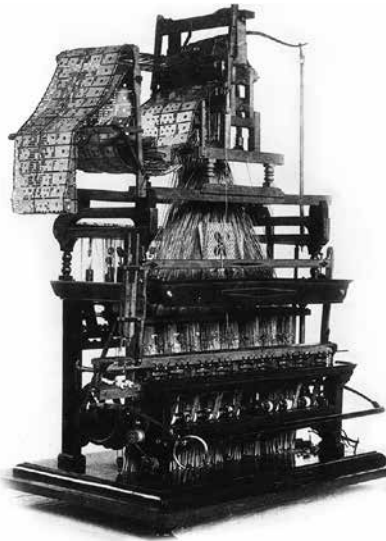


Doc. dr Miroljub Zahorjanski

Hronologija nastanka i razvoja računara



Računarski fakultet



CET

Hronologija nastanka i razvoja računara

dr Miroljub Zahorjanski, docent

ISBN 978-86-7991-392-0

Copyright © 2017. Računarski fakultet, Beograd i CET, Beograd.

Sva prava zadržana. Nijedan deo ove knjige ne može biti reprodukovan, snimljen, ili emitovan na bilo koji način: elektronski, mehanički, fotokopiranjem, ili drugim vidom, bez pisane dozvole izdavača. Informacije korišćene u ovoj knjizi nisu pod patentnom zaštitom. U pripremi ove knjige učinjeni su svi naponi da se ne pojave greške. Izdavač i autori ne preuzimaju bilo kakvu odgovornost za eventualne greške i omaške, kao ni za njihove posledice.

Recenzenti	dr Alempije Veljović, red. profesor dr Ljiljana Stanojević, van. profesor
Lektura	Marija Sloboda
Tehnički urednik	Predrag Bujić
Urednik	Dubravka Dragović Šehović
Izdavači	Računarski fakultet Beograd, Knez Mihaila 6/VI tel. (011) 2627-613, 2633-321 www.raf.edu.rs CET Computer Equipment and Trade Beograd, Skadarska 45 tel/fax: (011) 3243-043, 3235-139, 3237-246 www.cet.rs
Za izdavača	Dragan Stojanović, direktor
Tiraž	500
Štampa	„SaTCIP”, Vrnjačka Banja

Odlukom br. 108/16 od 20. oktobra 2016. godine, na 108 sednici Nastavno-naučnog veća, knjiga *Hronologija nastanka i razvoja računara* autora Miroljuba Zahorjanskog, postala je zvanični udžbenik Računarskog fakulteta u Beogradu, za oblast Informacioni sistemi.

Sadržaj

Predgovor	v
Uvod	1
1. Manuelna era	3
Predračunarsko doba i tehnike računanja	3
2. Mehanička era	13
Automatsko računarstvo u 19. veku	13
3. Elektromehanička era	23
Informacione tehnologije 1900–1940	26
Računari u Drugom svetskom ratu	28
4. Elektronska (kompjuterska) era	35
Računari i hladni rat	35
4.1. Doba velikih računara	36
Računari u nauci	40
Programski jezici i softver	47
Veštačka inteligencija	54
4.1.1. Razvoj računara u SFRJ	62
Reference instituta „Mihajlo Pupin”	66
4.2. Doba personalnih računara	71
4.2.1 Personalni računari u SFRJ	76
4.3 Doba Interneta	109
Pojam Interneta i istorija u svetu i kod nas	109
5. Literatura	123
Prilog 1: Pojmovi i skraćenice	125
Prilog 2: Izbor linkova sa video materijalima (dodatna literatura)	127

Predgovor

Ovaj udžbenik je napisan za studente Računarskog fakulteta u Beogradu, za predmet Istorija računarstva, prema važećem nastavnom planu i programu.

Predmet razmatranja ovog udžbenika jeste sticanje osnovnih znanja iz oblasti predistorije i istorije računara, obrađujući preračunarsko doba, tehnike računanja, mehaničku eru, kao i automatsko računarstvo u 19. veku, sa prelazom iz elektromehaničke u elektronsku eru sredinom 20. veka i praćenje informatičkog doba do današnjih dana.

Težište i obrazovni cilj udžbenika je upoznavanje sa istorijskim i konceptualnim razvojem računarstva u poslednja dva veka sa insistiranjem na poznavanju osnovnih elemenata, principa i momenata u evoluciji računarstva u okvirima istorije nauke i društva.

U prvom poglavlju je izložena manuelna era od prvih pomagala za pamćenje pri računanju, poput kanapa sa čvorovima do tehnika za proveru računskih radnji, kao što su devetična i jedanaestična proba.

U poglavlju dva, Mehanička era, udžbenik se bavi spravama od pojave prvog mehaničkog kalkulatora Vilijama Šikarda do predvečerja popisa stanovništva u SAD-u 1890. godine, za čije potrebe je izrađen prvi računar sa tabelarnim prikazom statističkih podataka koji se ostvarivao električnom vezom.

U trećem poglavlju prikazana je elektromehanička era sve do pojave elektronskih cevi i njihove upotrebe u računarskoj tehnologiji.

Četvrto poglavlje se bavi računarima od pojave tranzistora na kraju drugog svetskog rata, do početka Interneta kasnih šezdesetih godina prošlog veka.

U petom poglavlju izložene su sve savremene tehnologije od pojave Interneta do danas.

Kroz sva poglavlja provučene su, kako informacije o dostignućima u nauci, indirektno vezanim za oblast računarstva, tako i informacije o pripadajućim programskim jezicima i operativnim sistemima.

Uvod

Budući da je čovek istovremeno radoznalo, misaono i inertno (lenjo) biće, vrlo rano se javlja potreba kod ljudi da olakšaju brojanje i računске radnje matematičkih operacija, pogotovo sa velikim brojevima. Naša saznanja po pisanoj istoriji sežu par hiljada godina unazad. Najstariji pisani dokumenti pronađeni do sada, nastali su pre 5 do 6 hiljada godina u Mesopotamiji. Zvanično najstarije civilizacije o kojima imamo pisanih dokaza o postojanju jesu one u slivu reka Tigar i Eufkrat, na tlu današnjih država Iraka i Sirije. Mesopotamija je inače poznata i kao „kolevka civilizacije”, jer su se na njenom tlu razvile nekadašnje države: Sumer, Babilonija i Asirija.

Sakupljačka i uzgajivačka privreda, proizvodnja poljoprivrednih artikala, razmena, a kasnije i trgovina, uslovile su potrebu za brojanjem, merenjem i računanjem. Onog momenta kada je pamćenje elemenata i rezultata računskih radnji prevazišlo moći prosečnog čoveka, javila se težnja za sredstvima koja će da olakšaju ove operacije.

Česte poplave u slivovima pomenutih reka brisale su granice između poseda, te je bilo nužno obnoviti ih uz pomoć negde zapisanih ili zapamćenih rezultata merenja. Ovo je uz aritmetiku uslovalo i razvoj geometrije kao podoblasti matematike. Kasnije iz geometrije proizilazi geodezija kao nauka, koja je u suštini primenjena matematika.

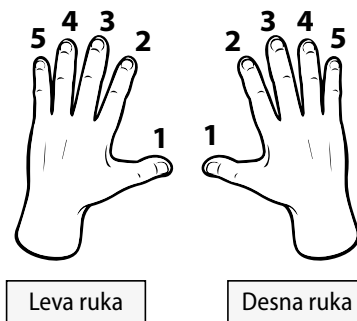
Na osnovu prethodno iznetih i danas postojećih saznanja, mogli bismo utvrditi da su evidentna četiri značajna momenta u razvoju računara, onakvih kakve ih danas poznajemo:

1. potreba za pamćenjem rezultata;
2. mehanizacija procesa računanja;
3. odvajanje unošenja podataka i automatizacija procesa računanja (obrade) i
4. opštije korišćenje mašine primenom programa.

1. Manuelna era

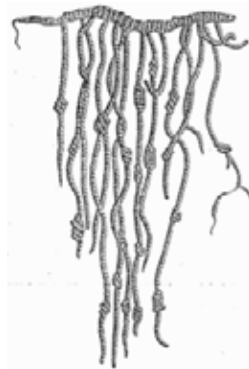
(? – 1642)

Predračunarsko doba i tehnike računanja



SLIKA 1. Prvi „uređaj“ za računanje

Najranije su se razvila pomagala za pamćenje, preteča današnje memorije. Drevni narodi su za pamćenje brojeva koristili kanap sa čvorovima.

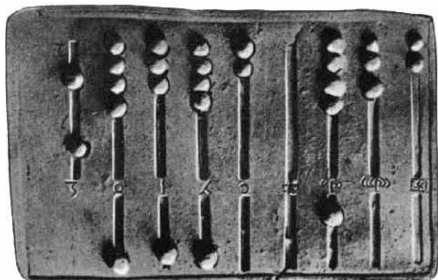


SLIKA 2. Kipu (kanap sa čvorovima)

Memorisanje počinje sa pojavom rimskih i arapskih brojeva, pojavom brojevnih sistema, zapisa na bakarnim pločicama, pergamentu i – na papiru.

Pretpostavlja se da su korišćena, adekvatno brojevnim sistemima, razna drvca i kamenčići za računanje.

Najstarija sačuvana sprava za računanje, koja je i danas u upotrebi u pojedinim delovima sveta je abakus. Poreklo reči abakus je od grčkog *abakos* – tabla. U IX veku u Persiji, matematičar Al Horezmi sastavlja rukopise u kojima su opisani precizni postupci računanja u indo-arapskom dekadnom brojevnim sistemu koji i danas predstavlja osnovni brojni sistem. Abak ili abakus, ima koren i u latinskoj reči *abacus*. Ovo pomagalo se pojavilo u Kini oko 3000 godina p. n. e., a koristili su ga i stari Grci i Rimljani. Prva ovakva pomagala su se sastojala od ploče sa osam žlebova, duž kojih su se pomicali kamenčići, a kasnije su se koristile kuglice na šipkama.



SLIKA 3. Najraniji sačuvani primerak abakusa.

U Evropi se abakus koristio do 17. veka i početka korišćenja arapskih brojeva i računanja na papiru. I danas se koristi u nekim zemljama Dalekog istoka. Za abakus se može reći da je mehaničko pomagalo koje se koristi za računanje, na kojem se može sabirati, oduzimati, deliti i množiti.



SLIKA 4. Varijanta abakusa sa kuglicama na šipkama

Detalji konstrukcije – (Dve drvene kuglice u gornjem delu, štapići i gredica, potom pet drvenih kuglica u donjem delu). Abakus je obično pravljen od različitih vrsta tvrdog drveta i može biti različitih dimenzija. Njegov okvir ima niz vertikalnih štapića po kojima brojne drvene kuglice mogu slobodno da klize. Horizontalna gredica deli okvir na dva dela, gornji i donji.



SLIKA 5. Detalji konstrukcije abakusa SUAN-PAN

Računanje se obavlja postavljanjem abakusa položenog na sto ili u krilo i premeštanjem drvenih kuglica prstima jedne ruke. Svaka drvena kuglica na gornjem delu ima vrednost 5; svaka kuglica u donjem delu ima vrednost 1. Smatra se da su kuglice „uračunate” kad su pomerene prema gredici koja razdvaja dva dela. Krajnja desna kolona je kolona jedinica; sledeća kolona na levo je kolona desetica, pa zatim kolona stotina itd. Nakon što je u donjem delu uračunato 5 kuglica rezultat se „prenosi” na gornji deo; nakon što su obe kuglice u gornjem delu uračunate, rezultat (10) prenosi se na sledeću kolonu sleva. Računanja sa pokretnim zarezom vrše se tako što se obeleži mesto između dve kolone kao decimalni zarez, pa svi redovi zdesna predstavljaju decimale, a svi redovi sleva cele brojeve.

Model abakusa „2/5” nije se menjao do 1850. godine, kada se pojavio abakus „1/5” (jedna kuglica u gornjem, a pet kuglica u donjem delu). Modeli „1/5” danas su, načelno, vrlo retki, a modeli „2/5” retki su izvan Kine.



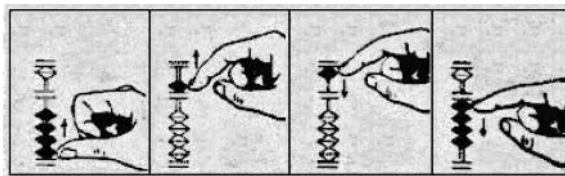
SLIKA 6. Model 1/5

Tridesetih godina prošlog veka se pojavio abakus „1/4” (soroban), stil koji danas ima prvenstvo, a proizvodi se u Japanu.



SLIKA 7. Model 1/4

Tehnika rada sa abakusom: Za postizanje veštine na abakusu važan je pravilan rad prstiju. Na kineskom abakusu se za manipulisanje kuglicama koriste palac, kažiprst i srednji prst.



SLIKA 8. Tehnika rada

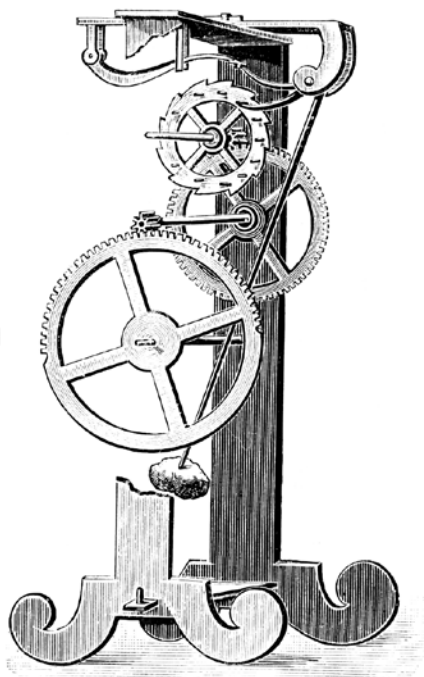
Abakus i danas koriste vlasnici trgovina u Aziji i „kineskim četvrtima” u severnoj Americi. Njegova upotreba se i dalje uči u azijskim školama, što na zapadu, na žalost, nije slučaj. Jedna od praktičnih upotreba abakusa jeste da deca nauče jednostavnu matematiku, a posebno množenje; abakus je odlična zamena za učenje tablice množenja napamet, što deci predstavlja posebno težak zadatak. Abakus je odlična alatka za učenje drugih osnova numeričkih sistema, jer se lako prilagođava

bilo kojoj osnovi. Slepa deca uče da koriste abakus tamo gde bi deca sa normalnim vidom koristila papir i olovku za računanje.



SLIKA 9. Savremena upotreba abakusa

Za manuelnu eru nisu vezana samo pomagala u računanju dekadnog sistema, već i neka za druge brojevne sisteme. Jedan od brojevnih sistema korišćenih vekovima unazad je dvadestčetvoročasovna podela dana. Sunčani i peščani časovnici su prethodili jednom modernijem pronalasku oko 1500. godine n. e. To je bio mehanizam sata.



SLIKA 10. Najstariji sačuvan mehanizam sata

Mehanizam sata s obzirom na konstrukciju i delove (zupčanici, osovine, opruge, zavrtnji, navoji i slično), spada u mehaničku eru sa aspekta naše podele sredstava za računanje.

Međutim, zanimanja čoveka nisu bila ograničena samo na svakodnevne poslove, već i na periodične, kakvi su smena godišnjih doba, upravljanje prema zvezdama prilikom putovanja i slično. Otuda Stonehenge u Engleskoj, Majanske opservatorije, mehanizam sa grčkog ostrva Antikitera i slično.

Srednji vek je doneo još neka otkrića vezana za računanje i ispomoć pri takvim radnjama.

Škotski matematičar lord Džon Neper, upoređujući niz prirodnih brojeva i niz potencija broja 2 razvio je metodu izračunavanja prirodnog logaritma koja je olakšala i ubrzala množenje i deljenje s velikim brojevima.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	4	8	16	32	61	128	256	512	1024

SLIKA 11. Tabela potencija broja 2

Logaritam je inverzna funkcija u odnosu na eksponencijalnu. Obično se piše kao $\log_b x = n$.

$$3^4 = 81 \Leftrightarrow \log_3 81 = 4$$

Logaritam je jedna od tri vrlo srodne funkcije. Ukoliko imamo $b^n = x$; b može da se odredi korenovanjem, n logaritmovanjem, a x eksponencijalnom funkcijom. Mogućnosti logaritamskih tablica, što se matematičkih operacija tiče, jesu: četiri osnovne računске radnje i logaritmovanje.

Osim logaritmovanja, logaritamskim tablicama, kao i logaritmarom ili šiberom može da se radi korenovanje i stepenovanje. Pre računara i kalkulatora, upotreba logaritama je značila upotrebu logaritamskih tablica koje su morale biti ručno pravljene. Logaritmi sa osnovom 10 su bili najzgodniji kada upotreba elektronskih sredstava nije bila dostupna.

Bridžs je 1617. godine objavio prvu tablicu logaritama sa osnovom 10, svih celih brojeva do 1000, sa tačnošću do osam decimalnih mesta.

Logaritamske tablice su obzirom na tačnost upotrebljavane za naučna i tehnička računanja.

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551
57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445

SLIKA 12. Izgled jedne strane logaritamskih tablica

Osim prirodnih logaritama današnje logaritamske tablice obično sadrže i trigonometrijske funkcije (Sin, Cos, Tg, Ctg....). Takvo pomoćno sredstvo u vidu knjižice umnogome olakšava računanje.

Zamisao o konstrukciji logaritmara se pojavljuje 1620. godine od strane Engleza Edmunda Gantera. Prvo je načinjen kružni klizni lenjir (slika 13.) koji se smatra prvim analognim računarskim uređajem novijeg doba, ne računajući nama manje poznate već rečene uređaje od kojih je jedan, već pomenuti, pronađen kod grčkog ostrva Antikitera.

Za pronalazak kružnog kliznog lenjira 1621. godine, zaslužan je Vilijam Oajted, engleski matematičar. Ova sprava je obavljala samo četiri osnovne računске operacije.



SLIKA 13. Kružni klizni lenjir

Logaritmar ili šiber, onako kako danas izgleda je napravljen kasnije, nakon pronalaska kružnog kliznog lenjira Viliijama Oajteda.

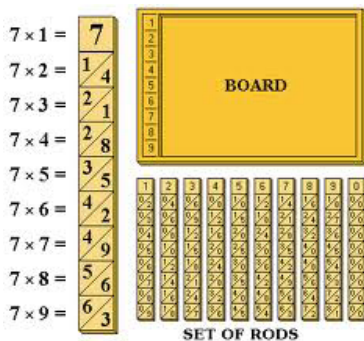
Današnji logaritmar ili šiber (slika 14.) je sprava koja može da obavlja, osim osnovnih matematičkih operacija, još i stepenovanje, korenovanje, logaritmovanje i računanje trigonometrijskih funkcija (Sin, Cos, Tg, Ctg...).

Što se tačnosti šibera tiče, ona je do dve decimale. Pod važećom cifrom se podrazumeva broj prvih cifara koje se mogu smatrati tačnim. Na primer, ako bismo pomnožili na šiberu 2.17×3.45 , dobili bismo da je rezultat 7.48. Ostale cifre se nisu mogle očitati, dok upotrebom digitrona dobijamo da je rezultat 7.4865. Iz tog razloga ovo je bila majstorska i terenska alatka srednjeg i novog veka, sve do pojave digitrona. Za naučna računanja i dalje su korišćene logaritamske tablice.



SLIKA 14. Logaritmar – šiber

Godine 1617. Džon Neper uvodi spravu poznatu pod imenom „Neperove kosti” (engl. *Napier's Bones*), izrađenu verovatno od slonove kosti čija je suština utemeljena na logaritmima. Glavna novost je bila to što se množenje moglo izvoditi sabiranjem, a deljenje oduzimanjem. Tako se slaganjem štapića jednog na drugi ili jednog pored drugog moglo množiti i deliti.



SLIKA 15. Neperove kosti

Neki modeli ovog pomagala su bili veličine koja je mogla stati u ljudsku šaku. Već u to vreme vodilo se računa o ergonomiji ovakvih proizvoda. Ergonomija je inače nauka koja se bavi dizajnom proizvoda tako da oni najbolje budu prilagođeni ljudskom telu.

I dalje se u to vreme najveći broj računanja obavljao klasično, pisanjem na papiru. Ovakav način je iziskivao i greške u radu.

Greške pri merenju i računanju mogu biti grube i sistematske. Sistematske su posledica nesavršenosti merila i uslova merenja, a grube posledica ljudske nepažnje. Da bi se pri računanju otklonile grube greške, korišćene su metode za otklanjanje grešaka.

Metoda devetične provere je univerzalna i najčešće korišćena metoda za sužavanje polja grubih grešaka. Zasniva se na celobrojnom ostatku deljenja sa brojem 9.

Pojašnjenje kako se vrši provera tačnosti rezultata metodom devetičnog ostatka vidite na slici ispod.

1385+ _____	>1+3+8+5=17; 19:9=1 i 8 ostatka
3256= _____	>3+2+5+6=16; 16:9=1 i 7 ostatka
4641 _____	>4+6+4+1=15; 15:9=1 i 6 ostatka
8+7=15; 15:9=1 i 6 ostatka	

SLIKA 16. Primer provere metodom devetičnog ostatka

Još sigurnija metoda je metoda jedanaestičnog ostatka, zasnovana na celobrojnom ostatku deljenja sa brojem 11.

2. Mehanička era

(1642–1890)

Automatsko računarstvo u 19. veku

Sledeće razdoblje u istoriji računara posvećeno je sredstvima i pomagalima koja koriste mehanizme, odnosno sklopove zasnovane na zupčanicima, osovinama, oprugama, zavrtnjima, navojima i sličnim delovima, karakterističnim za mehaniku kao granu fizike.

Prvi mehanički kalkulator napravio je Vilijam Šikard, nemački matematičar i astronom, 1623. godine.



SLIKA 17. Replika prvog mehaničkog kalkulatora prema opisu koji je ostavio Vilijam Šikard

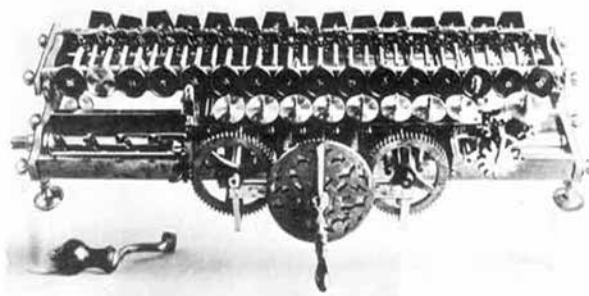
Vilijam Šikard je opisao mašinu koja je kombinovala koncept Neperovih kostiju u cilindričnom obliku sa jednostavnim „dodavačem”, što je omogućavalo da korisnik lakše obavi množenje brojeva sa više cifara. Međutim, nije pronađena originalna verzija Schickardove mašine. Njegov kalkulator ostaje nepoznat sledećih 300 godina, sve do rekonstrukcije šezdesetih godina 20. veka. Zbog toga je zasluga za prvi dodavač sa automatskim prenošenjem pripala Blezu Paskalu.

Godine 1642. francuski filozof i matematičar Blez Paskal je napravio mašinu za dodavanje sa automatskim prenošenjem sa jedne pozicije na drugu. On je tada imao samo 19 godina, a pomenuti poduhvat je izveo da bi pomogao svom ocu koji je bio poreznik. Paskalova mašina je bila u potpunosti mehanička i koristila je zupčanike, a pokretala se okretanjem ručice. Ta mašina je mogla da izvodi jedino operacije sabiranja i oduzimanja. Dodavanje se obavljalo pomoću zupčanika u osnovi koji su se okretali za svaku cifru, pa bi se konačni zbir prikazivao u okviru iznad „tastature”. Mana ove mašine je bila nedovoljna preciznost, s obzirom na to da tadašnja tehnologija nije omogućavala preciznu i pouzdanu izradu mehaničkih delova. Ova mašina je dobila naziv Paskalina.



SLIKA 18. Paskalina

Trideset godina kasnije (1672) slavni nemački matematičar Gotfrid Vilhelm Frajher fon Lajbnc je napravio računsku mašinu koja je osim sabiranja i oduzimanja mogla da izvršava i operacije množenja i deljenja. Ova mašina je bila u potpunosti mehanička i nije donela nikakvu novinu u tehnologiji, ali ipak predstavlja ekvivalent jednostavnog džepnog kalkulatora, skoro 300 godina pre pojave džepnih kalkulatora kakve danas koristimo.



SLIKA 19. Lajbncov kalkulator

Sledećih sto godina, čitav 18. vek, bilo u pogledu pronalazaka iz ove oblasti. To je bio period ratova i revolucija, obeležen neuspesima na polju komercijalizacije prethodnih pronalazaka.

Sledeći pokušaj koji zavređuje pažnju je automatski razboj iz 1804. godine. Ovaj pronalazak je koristio bušene kartice za kontrolu šablona u tkaninama. Njega je u Francuskoj izumeo Žozef Mari Žakar . Uvođenje ovih razboja u široku upotrebu je prouzrokovalo pobunu protiv zamene ljudi mašinama.



SLIKA 20. Automatizovana mašina za tkanje

Raspored rupica na bušenim karticama je predstavljao program kojim se određivalo delovanje ove mašine za tkanje.

Nakon toga, 1820. Godine, Čarls Havijer Tomas de Kolmar izrađuje prvi pouzdan, upotrebljiv i komercijalno uspešan mehanički kalkulator.



SLIKA 21. Kolmarov kalkulator

Dve godine kasnije (1822) Čarls Bebidž (1792-1871), profesor matematike na Univerzitetu Kembridž, izumeo je diferencijalnu mašinu. Ova mehanička mašina je mogla samo da sabira i oduzima, a koristila se za izračunavanje tablica u pomorskoj navigaciji. Mašina je projektovana tako da izvršava uvek isti algoritam, metod konačnih razlika korišćenjem polinoma. Najinteresantnija karakteristika diferencijalne mašine je njeno rešenje izlaza. Rezultati su upisivani na bakarnu ploču pomoću čeličnih kalupa. Na izvestan način, upotrebljeni metod je nagovestio kasniju primenu *write-once* medijuma, kao što su bile bušene kartice ili prvi optički diskovi.

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

Ova želja je postala tema njegovog života i on je počeo da pravi Difference Engine s ciljem da se ovom mašinom izračunavaju stavke navigacije i druge tabele. Kasnije je tražio pomoć britanske vlade i dobio prvu vladinu dozvolu za kompjutersko istraživanje. Deset godina kasnije Čarls Bebidž je opet pomislio na Difference Engine uvidevši da je to mašina posebne namene, sposobna samo za jednu operaciju.

Privremeno napuštajući taj rad on je napravio analitičku mašinu koja je imala osnovne komponente modernog računara i koja je doprinela tome da se Bebidž opisuje kao „otac računara”. Poput mnogih današnjih programera, on nije ostavio dobru dokumentaciju.



SLIKA 22. Diferencna mašina (muzejska kopija)

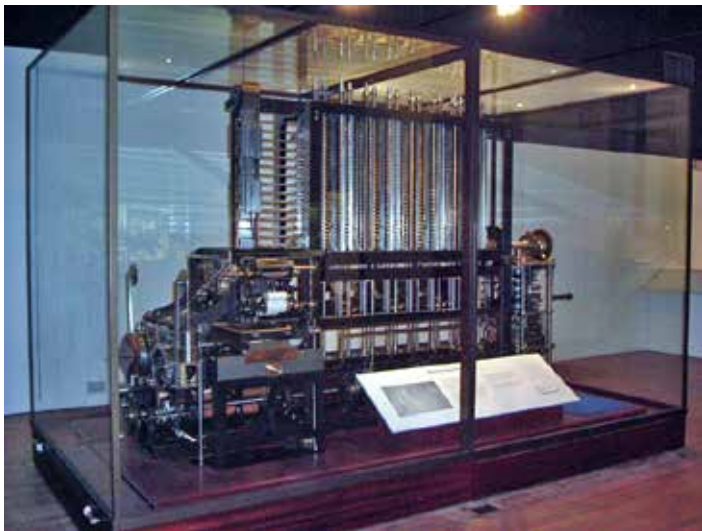
Kako je analitička mašina bila programabilna, potreban je bio softver, a samim tim i programer. Bebidž je za taj posao angažovao ženu po imenu Ejdu Avgusta Lavlejs, inače kćerku čuvenog pesnika lorda Bajrona.

Gospođa Ejda (Ada) je tako prvi programer na svetu i njoj u čast je programski jezik Ada dobio ime, naročito zbog činjenice što je naknadno utvrđeno da su svi programi koje je ona napisala bili korektni.

Na žalost, Bebidž nikada nije do kraja realizovao analitičku mašinu zbog njene komplikovane mehaničke konstrukcije i nesavršenosti tehnologije devetnaestog veka. Ipak, njegov rad ima veliki značaj s obzirom da i moderni računari imaju sličnu strukturu, pa se može reći da je Bebidž praotac modernih digitalnih računara.

Analitička mašina se može smatrati prvim mehaničkim programabilnim računarem. Ona je imala četiri dela: memoriju, jedinicu za izračunavanje, ulaznu i izlaznu jedinicu zasnovane na principu bušenih kartica. Ovo je sve bilo sa odgovarajućim čitačem i bušačem kartica.

Memorija je bila kapaciteta 1000 reči od po 50 decimalnih cifara i služila je za smeštanje vrednosti promenljivih i rezultata.



SLIKA 23. Analitička mašina

Jedinica za izračunavanje je mogla da prihvati operande iz memorije, da ih sabira, oduzima, množi ili deli, i da vrati rezultat u memoriju.

Kao i diferencijalna, tako je i analitička mašina bila u potpunosti mehanička. Pored toga što je mogla da obavlja 4 osnovne operacije (+, -, *, /), ona je mogla i da donosi odluke. Kao rezultat toga, ona je mogla da menja redosled izračunavanja, u zavisnosti od izračunate vrednosti, i mogla je da preskoči neka izračunavanja ili da se vrati unazad i ponovi određene korake. Veliki napredak u odnosu na diferencijalnu mašinu sastojao se u tome što je analitička mašina bila računar opšte namene.

Instrukcije su se čitale sa bušenih kartica i izvršavale. Neke instrukcije su nalagale prenos dva broja iz memorije u jedinicu za izračunavanje, potom izvršavanje određene operacije nad njima i vraćanje rezultata u memoriju. Druga grupa instrukcija je mogla da izvrši testiranje broja i uslovno grananje u odnosu na to da li je broj negativan ili pozitivan. Upisivanje različitih programa na bušene kartice je omogućavalo da analitička mašina izvršava različita izračunavanja, dok to nije bio slučaj sa diferencnom mašinom.

Pri kraju svog života, Čarls Bebidž se vratio svojim planovima za Difference Engine i završio 21 crtež za konstrukciju druge verzije, ali i dalje nije sam dovršio izradu.

Godine 1991, na dvestotu godišnjicu njegovog rođenja, naučni muzej u Kensingtonu, u Engleskoj, napravio je kopiju ovih crteža i pronašao samo mali broj očiglednih grešaka.

Da bi izbegao tvrdnje da Bebidž nije uspeo da završi svoju mašinu zbog toga što tehnologija u to vreme nije bila dovoljna, muzej je pažljivo koristio samo tehnologiju koja je postojala sredinom 19. veka i napravio kopiju koja je ispravno radila.

Nakon Bebidžove smrti njegov sin, Henri Prevost, napravio je nekoliko primeraka jednostavnog aritmetičkog dela Difference Engine i poslao ih na razna mesta po svetu, uključujući i Univerzitet Harvard, kako bi se oni sačuvali. Oktobra 1995. jedan primerak je prodat na aukciji u Londonu, muzeju Powerhouse u Sidneju, za oko 200.000 USD, u ime naslednika Čarlsa Bebižasa Novog Zelanda.

Godine 1854. Džordž Bul, irski matematičar, poznat po doprinosu razvoju simboličke logike, opisuje svoj sistem za simboličko i logičko rasuđivanje, koji kasnije postaje osnova za kompjuterski dizajn. On je demonstrirao logičke principe korišćenjem matematičkih simbola, a ne pomoću reči.

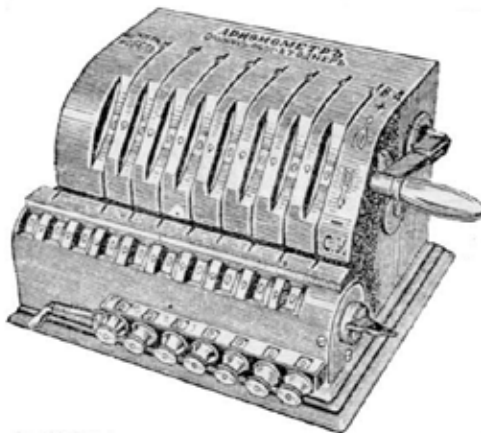
U novoj disciplini koju je razvio, poznata kao Bulova algebra, sve objekte je podelio u dve klase, tako da se svaka klasa može opisati odsustvom ili prisustvom neke osobine. Na primer: električno kolo je uključeno ili isključeno. algebra je našla ogromnu primenu u projektovanju računara.

U Sjedinjenim Američkim Državama, Kristofer Lejtam Šols je 1868. godine izumeo pisaću mašinu koja je imala *QWERTY* tastaturu. Ovo je imalo veze sa kasnijim izradama tastatura primenjenih na računarima.



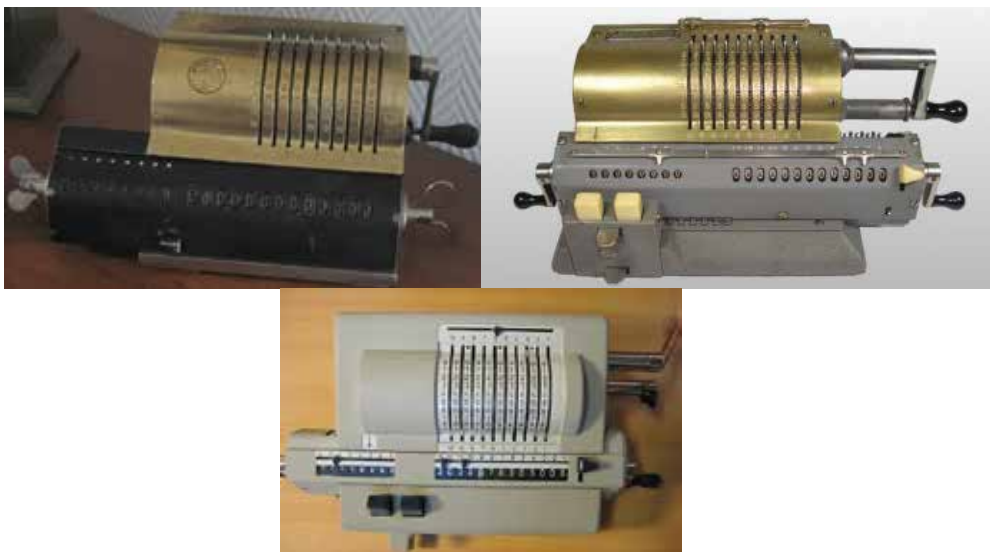
SLIKA 24. Prva pisaća mašina

Viligot Teofil Odner, švedski inženjer koji je živeo i radio u Rusiji 1878. godine je načinio takozvani aritmometar, koji je na našim prostorima poznat i pod nazivima „čegrtaljka” ili „krunjač”.



SLIKA 25. Odnerov aritmometar

Ova mašina je bila u masovnoj upotrebi sve do šezdesetih godina prošlog veka. U međuvremenu je veliki broj proizvođača usavršavao različite modele ove sprave. Dok su logaritamske tablice i logaritmari (šiberi) bili zgodni za terenski posao, ova mašina je zbog težine i gabarita uglavnom služila u kancelarijama.



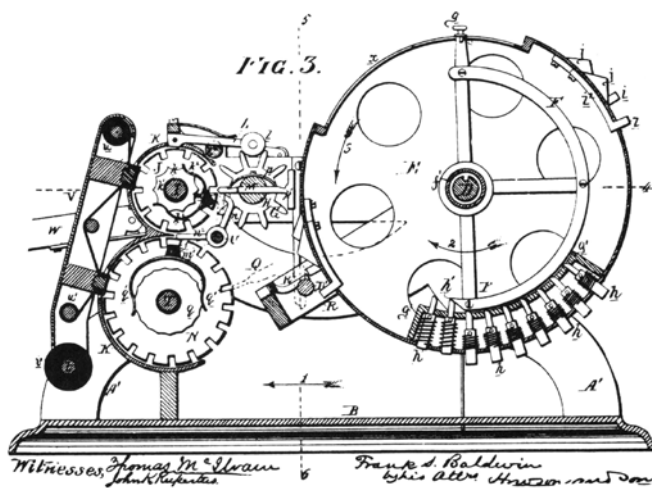
SLIKA 26. Usavršavani tipovi Odnerovog aritmometra

Svoj zenit ova mašina je dostigla za vreme i nakon Drugog svetskog rata. Prosečna težina je bila od 3,5 do 6 kg. Iako je bila relativno teška za nošenje, tehničari i inženjeri su je rado nosili na teren sve do pojave klasičnih digitrona (kalkulatora).



SLIKA 27. Spoljni izgled savremenog aritmetra

Što se cifarskih mogućnosti tiče, obično je bilo od 9 do 10 rotora, 8 do 11 kantera i od 13 do 21 akumulatora. Na kanterima su se nameštale cifre koje učestvuju u operaciji (sabirci, množioci i množenici, delioci i deljenici...), dok se na akumulatoru dobijao rezultat.



SLIKA 28. Poprečni presek aritmetra sa vidljivim rotorima

Svi kasniji pronalasci su se manje-više temeljili na postepenom prelasku na tastere za ulazne podatke i štampanu traku za izlazne rezultate.

Godine 1888. Vilijam S. Barouz patentira mehanički kalkulator koji je mogao da štampa na papirnoj traci.

Herman Holerit 1896. osniva kompaniju Tabulating Machine Company koja kasnije menja ime u IBM (International Business machines). Ova kompanija je u novije doba postala lider u proizvodnji računara. Nešto više o ovome u sledećem poglavlju.