

ELEKTRONSKI RAČUNSKI AUTOMATI I NJIHOVA PRIMJENA U GEODEZIJI

Ing. MIRKO BRUKNER — Zagreb

Posljednjih desetak godina primjena i proizvodnja elektronskih računskih strojeva uzela je velikog maha. U velikom broju zemalja i u raznim područjima djelatnosti koriste se elektronski automati. Oni omogućuju automatizaciju u raznom vidu, prvenstveno u vidu računanja i evidencije podataka. Oni su ekonomičniji od ljudske radne snage, a daju rezultate u vrlo kratko vrijeme i bez pogrešaka, koje su kod čovječjeg rada neizbježne. Posredno omogućuju automatsko izvršavanje i drugih operacija, kao što je u geodeziji npr. kartiranje i crtanje.

Geodezija sa svojim opsežnim računskim zadacima, kao što su izjednačenje trig. i niv. mreža, računanje koordinata trig., poligonskih, malih i detaljnih tačaka, izjednačenje aerotriangulacija, obračun površina itd., predstavlja značajno područje primjene elektr. računskih strojeva, tzv. računskih automata. Primjena tih računskih strojeva nije ništa manje značajna kod formiranja i održavanja katastra, koji zahtijevaju operacije s velikim brojem podataka o posjednicima, površinama, kulturama, čistom kat. prihodu itd. Slično je i s primjenom ovih automata u primjenjenoj geodeziji i njoj srodnim strukama: trasiranju i projektiranju komunikacija, računanju kubatura, računanju elemenata iskolčenja i sl. Kod računskih automata upotrebljavaju se kao nosači podataka perforirane trake ili kartice. Perforirane trake i kartice upotrebljavaju se i kod niza drugih instrumenata, bilo da se na njih nanose podaci koje automat treba obraditi (iz njih nešto izračunati), bilo da ih je priredio sam automat, a dalje ih koriste drugi instrumenti, npr. za crtanje ili kartiranje.

Iz navedenih razloga elektronski se računski automati koriste u svijetu već duže vremena u geodetskoj struci. Kako je već nekoliko ovakvih automata u primjeni i u našoj zemlji, to očekujemo da će oni biti uskoro korišteni i za geodetska računanja i potrebe. Mnoge firme izrađuju manje elektronske automate s pristupačnijim cijenama, te možemo očekivati, da će ih jači geodetski uredi ili instituti nabaviti za svoje potrebe.

Da bi se geodetski stručnjaci upoznali s ovim novim sredstvom za računanje i njegovom primjenom, namjeravam u nekoliko članaka dati prikaz o matematskoj, tehničkoj i fizikalnoj osnovi elektr. rač. automata, o načinu njihova rada, o programiranju (priređivanju) zadataka i o primjeni u geod. struci.

1. MATEMATSKA I TEHNIČKA OSNOVA

1. BROJČANI SISTEMI

1.1 Binarni sistem

Opće je poznato, da u matematici, tehnicima i običnom životu koristimo za brojanje i računanje decimalni sistem brojeva. Na njega smo toliko navikli, da je teško i zamisliti upotrebu nekog drugog sistema, iako su se u prošlosti upotrebljavali i drugi sistemi kao npr. s bazom 12 (tucet). Decimalni sistem poznaje deset cifara 0, 1, 2, . . . 9. Svaki proizvoljan broj možemo izraziti ovim ciframa, kod čega još vodimo računa o položaju decimalnog zareza. Svakom decimalnom mjestu odgovara određena potencija od baze 10. Prema tome cifre na pojedinim mjestima zamišljamo pomnožene s tim potencijama od 10. Tako je npr. broj: 357,56 jednak izrazu:

$$3 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10^1 + 7 \cdot 10^0 + 5 \cdot 10^{-1} + 6 \cdot 10^{-2}$$

Međutim, po svojoj prirodi mnogo je jednostavniji binarni sistem brojeva, koji ima za bazu 2, a poznaje samo dvije cifre 0 i I. I u ovom sistemu neki proizvoljan broj predstavlja u stvari sumu produkata dotičnih cifara s odgovarajućom potencijom od baze, u ovom slučaju jednakoj 2. Tako je na pr:

$$IOOII,OI = 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} = 19,25$$

Binarni je sistem zbog svoje primitivnosti, jednostavnosti i podnesnosti usvojen kao osnovni sistem, koji se koristi kod elektr. računskih strojeva.

1.1.1 Cijeli brojevi u binarnom sistemu

U decimalnom sistemu cijeli brojevi rastu na slijedeći način:

0, 1, 2, . . . , 9, 10, 11, . . . 99, 100, 101, . . .

Na isti način rastu i cijeli binarni brojevi. Niz cijelih brojeva s odgovarajućom decimalnom vrijednošću bit će:

	O	=	0
	I	=	1
	I O	=	2
	I I	=	3
	I O O	=	4
	I O I	=	5
	I I O	=	6
	I I I	=	7
	I O O O	=	8
	I O O I	=	9

.

Pretvaranje binarnih brojeva u decimalne je vrlo jednostavno uz pomoć tablica potencija od 2, kod koje je eksponent redni broj binarnog mjesta, tj. ona rastu od desna na lijevo i karakteriziraju: nulto, prvo, drugo itd. mjesto.

$$\begin{aligned}
 2^0 &= 1 \\
 2^1 &= 2 \\
 2^2 &= 4 \\
 2^3 &= 8 \\
 2^4 &= 16 \\
 2^5 &= 32 \\
 &\dots
 \end{aligned}$$

U slijedećem primjeru naveden je jedan cijeli binarni broj, a ispod njega redni broj mjesta odn. eksponent potencije od 2 i postupak za dobivanje decimalne vrijednosti.

$$\begin{array}{r}
 100110101 = 2^8 + 2^5 + 2^1 + 2^2 + 2^0 = 256 + 32 + 16 + 4 + 1 = 309 \\
 876543210
 \end{array}$$

Na sličan jednostavan način mogu se decimalni brojevi pretvarati u binarne. U ovom se slučaju od decimalnog broja postupno oduzima uvijek najveća moguća potencija od 2.

Primjer:

$$\begin{array}{r}
 118 \\
 -64 = -2^6 \\
 \hline
 54 \\
 -32 = -2^5 \\
 \hline
 22 \\
 -16 = -2^4 \\
 \hline
 6 \\
 -4 = -2^2 \\
 \hline
 2 \\
 -2 = -2^1 \\
 \hline
 0
 \end{array}$$

pa je prema tome: $118 = 2^6 + 2^5 + 2^1 + 2^2 + 2^1 = 1110110$, tj. broj ima jedinicu na šestom, petom, četvrtom, drugom i prvom, a nulu na trećem i nultom mjestu ispred kome.

1.1.2 Binarni dijelovi

Adekvatno decimalnim dijelovima, odgovaraju u binarnom sistemu binarni dijelovi, tj. brojevi manji od jedinice, pisani desno od kome. Te cifre predstavljaju negativne potencije od 2.

$$\begin{aligned} 0, I &= 2^{-1} = 1/2 = 0,5 \\ 0, O I &= 2^{-2} = 1/4 = 0,25 \\ 0, O O I &= 2^{-3} = 1/8 = 0,125 \\ 0, O O O I &= 2^{-4} = 1/16 = 0,0625 \\ &\dots \end{aligned}$$

Pretvaranje decimalnih dijelova u binarne ne može se uvijek egzaktno provesti, tj. ono se može izvesti s tačnošću na određeni broj binarnih mjesta.

Tako je na pr.: $0,708 = 0, I O I I O I$

$$\begin{array}{r} 0,708 \\ -0,5 \quad = -2^{-1} \\ \hline 0,208 \\ -0,125 \quad = -2^{-3} \\ \hline 0,083 \\ -0,0625 \quad = -2^{-4} \\ \hline 0,0205 \\ -0,015625 = -2^{-6} \\ \hline 0,004875 \end{array}$$

Međutim ovdje je potrebno naglasiti, da ovo pretvaranje decimalnih brojeva u binarne i obratno obavlja elektronski računski stroj automatski. Brojčani podaci zadaju se stroju u decimalnom obliku, a isto tako ih stroj i izbacuje, dok se u binarnom obliku samo nalaze i kolaju unutar stroja.

1.1.3 Aritmetске operacije u binarnom sistemu

Kako binarni sistem posjeduje samo dvije cifre O i I, to su osnovne računске operacije vrlo jednostavne. Sve 4 osnovne operacije mogu se kod toga svesti na operaciju zbrajanja. To omogućuje relativno jednostavnu konstrukciju uređaja za računanje u elektronskim računskim automatima.

a) Zbrajanje binarnih brojeva — Kod zbrajanja binarnih brojeva, moramo znati pravilo, po kojem se zbrajaju binarne cifre. Ono je jednostavno i glasi:

$$\begin{aligned} O + O &= O \\ O + I &= I \\ I + O &= I \\ I + I &= O \quad \text{i prenos I} \end{aligned}$$

Primjer zbrajanja:

$$\begin{array}{r}
 , \\
 + , \\
 \hline
 , \\
 \hline
 ,
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 50,5 \\
 +110,75 \\
 \hline
 161,25
 \end{array}$$

b) Odbijanje binarnih brojeva — Odbijanje dva binarna broja može se provesti slično odbijanju dekadskih brojeva, tj. odbijanjem odgovarajućih binarnih cifara, u kojem slučaju vrijedi pravilo da je:

$$\begin{array}{l}
 0 - 0 = 0 \\
 1 - 0 = 1 \\
 1 - 1 = 0 \\
 0 - 1 = 1 \quad \text{i manjak 1}
 \end{array}$$

Međutim, odbijanje se može vrlo jednostavno svesti na operaciju zbrajanja. Kod toga se minuendu pribraja komplement (binarna dopuna) od suprahenda.

Komplement binarnog broja dobiva se na taj način što sve cifre ispred posljednje jedinice mijenjaju vrijednost, tj. nule prelaze u jedinice, a jedinice u nule. Posljednja jedinica i eventualne nule iza nje ostaju nepromijenjene.

Primjer određivanja komplementa:

$$\begin{array}{l}
 \text{Broj:} \quad \\
 \text{Komplement:} \quad I
 \end{array}$$

Dok ispred broja možemo zamisliti proizvoljan broj nula, dotle kod komplementa isto tako možemo zamisliti odn. pisati proizvoljan broj jedinica.

Primjer odbijanja dva broja, svedenog na zbrajanje:

$$\begin{array}{r}
 \\
 \\
 + \\
 \hline
 \\
 \hline

 \end{array}
 \begin{array}{r}
 422 \\
 -185 \\
 \hline
 237
 \end{array}$$

c) Množenje binarnih brojeva — Množenje binarnih brojeva je u toliko jednostavnije od množenja decimalnih brojeva, što se množenje vrši samo s ciframa 0 i 1. tj. u slučaju nule ne moramo vršiti nikakvu operaciju, a u slučaju jedinice multiplikand samo prepisujemo pomaknuvši ga i pribrojimo. Time se množenje svodi na sukcesivno pomicanje multiplikanda i zbrajanje.

Primjer množenja:

$$\begin{array}{r}
 I , \times I , \\
 \\
 \\
 \hline
 I , \\
 \hline
 I ,
 \end{array}
 \quad 17,25 \times 3,25 = 56,0625$$

d) **Dijeljenje binarnih brojeva** — Dijeljenje se svodi na sukcesivno odbijanje divizora od dividenda i pomicanje u desno, odn. na pribrajanje komplementa divizora.

Primjer dijeljenja:

$$\begin{array}{r}
 11001010,1 : 101 = 101000,1 \\
 \underline{-101} \\
 0101 \\
 \underline{-101} \\
 00101 \\
 \underline{-101} \\
 0
 \end{array}$$

ili

$$\begin{array}{r}
 11001010,1 : 101 = 101000,1 \\
 \underline{+1011} \\
 0101 \\
 \underline{+1011} \\
 00101 \\
 \underline{+1011} \\
 0
 \end{array}$$

$$202,5 : 5 = 40,5$$

1.1.4. Značaj binarnog sistema

Dekadska jedinica s $n + 1$ cijelim mjestom imat će u binarnom sistemu

$m + 1$ cijelih mjesta, i to prema relaciji:

$$10^n = 2^{m+p} \quad 0 < p < 1$$

$$n \log 10 = (m + p) \log 2$$

$$(m + p) : n = \log 10 : \log 2 = 1 : 0,30103 \approx 3,3$$

Binarni su brojevi dakle prosječno 3,3 puta duži od decimalnih brojeva tj. imaju toliko puta više mjesta (znamenaka). Zbog toga su brojevi nepregledniji. Osim toga smo u običnom životu toliko naviknuti na decimalni sistem, da nam bilo koji drugi sistem izgleda teško prihvatljiv. To su međutim ujedno i jedine mane ovoga sistema, dok su prednosti binarnog sistema mnogo veće i zamašnije, pogotovo u njegovoj primjeni kod elektronskih računskih automata.

Iz dosadašnjeg izlaganja je vidljivo da su aritmetičke operacije mnogo jednostavnije, te se sve mogu svesti na operaciju zbrajanja. Kod toga predstavlja važnu činjenicu da se i oba predznaka + i — mogu također prikazati binarnim ciframa 0 i 1. Na taj se način predznaci na jednostavan način uključuju u računске operacije kao i ostale cifre dotičnog broja, tj. kao njegov sastavni dio.

U logičnim zaključivanjima, koja predstavljaju osnov u radu elektronskih automata, ove dvije binarne cifre 1 i 0 imaju bitan značaj. Cifre 1 i 0 mogu tada predstavljati pojmove: »da« i »ne«, »istinito« i »neistinito«, ili »ispravno« i »neispravno«. Ovi pojmovi su osnov algebarske logike i tehnike programiranja.

Većina elektro-magnetičkih elemenata ima u biti binarni karakter. Relejni prekidač je otvoren ili zatvoren, elektronska cijev vodi anodnu struju ili ne, jedan element može biti pozitivno ili negativno magnetiziran itd, što se sve daje prikazati i odrediti dvim binarnim ciframa 0 i 1.

Najveća prednost binarnog sistema je u realizaciji binarnih cifara u računskom automatu. U dinamičnom smislu, tj. za vrijeme transporta brojeva unutar stroja kao i za vrijeme računanja, binarne cifre su realizirane električnim impulsima. Postojanje impulsa označava cifru 1, a manjkanje impulsa cifru 0.

U statičkom smislu, tj. kada su brojevi pohranjeni, npr. u jedinici za pamćenje ili u nekom registru, binarne su cifre realizirane pozitivnom ili negativnom magnetičnošću magnetnih elemenata. Pretvaranje jednog stanja cifara u drugi, tj. impulsa u magnetičnost i obratno, ne predstavlja pri tom naročite tehničke poteškoće.

Dužina binarnog broja, koja je na početku bila spomenuta kao mana binarnog sistema, u stvari nije ispravno mjerilo u pogledu realizacije broja u automatu (stroju). Kao primjer može poslužiti realizacija brojeva od 0 do 999, tj. trocifrenih brojeva. Za prikaz svih ovih brojeva potrebno je imati na raspolaganju ukupno $3 \times 10 = 30$ elemenata odn. cifara. U binarnom sistemu je dovoljan desetoro-znamenasti broj, tj. ukupno $10 \times 2 = 20$ elemenata odn. cifara.

Iz svega izloženog lako je uočiti veliku prednost i značaj binarnog sistema u primjeni kod elektronskih računskih strojeva.

1.2 Kombinirani decimalno-binarni sistemi

Kod mnogih elektr. računskih automata primijenjen je umjesto binarnog sistema, jedan kombinirani decimalno-binarni sistem. Kod tih strojeva je u principu zadržan decimalni sistem, ali je svaka decimalna cifra izražena s nekoliko binarnih cifara (oznaka), tj. svaka decimalna cifra je predstavljena jednom kombinacijom binarnih cifara. Kod raznih automata je broj binarnih cifara različit, a i oblik njihove kombi-

nacije. Najčešće su u upotrebi tetrade, tj. po četiri binarne cifre kao oznaka jedne decimalne cifre. Ovdje su navedeni samo neki od tih sistema.

a) Obične tetrade

0	O	O	O	O
1	O	O	O	I
2	O	O	I	O
3	O	O	I	I
4	O	I	O	O
5	O	I	O	I
6	O	I	I	O
7	O	I	I	I
8	I	O	O	O
9	I	O	O	I

b) Tetrade prema Aiken-u

0	O	O	O	O
1	O	O	O	I
2	O	O	I	O
3	O	O	I	I
4	O	I	O	O
5	I	O	I	I
6	I	I	O	O
7	I	I	O	I
8	I	I	I	O
9	I	I	I	I

c) Tetrade prema Stibitzu (troekscesni sistem)

0	O	O	I	I
1	O	I	O	O
2	O	I	O	I
3	O	I	I	O
4	O	I	I	I
5	I	O	O	O
6	I	O	O	I
7	I	O	I	O
8	I	O	I	I
9	I	I	O	O

Osim tetrada u upotrebi su i sistemi, kod kojih je svaka dec. cifra izražena sa 6, 7, 8 ili čak 10 binarnih cifara.

Računski automati kod kojih su primijenjeni ovakvi kombinirani decimalno-binarni sistemi, po svojoj su izvedbi kompliciraniji, jer je provođenje osnovnih aritmetičkih operacija mnogo složenije. Osim toga, registri i ćelije pamćenja moraju imati veći kapacitet da se omogući pohranjivanje broja.

Za razliku od automata koji rade u binarnom sistemu, kod ovih je mnogo jednostavnije pretvaranje dec. brojeva u kombinirani sistem i obratno. Nadalje je omogućeno jednostavno kontroliranje brojčanih vrijednosti koje se nalaze unutar automata, što je kod automata koji rade u binarnom sistemu otežano ili čak nemoguće.

Iz navedenih razloga se računski automati s kombiniranim sistemom više koriste za komercijalne i statističke svrhe, za koje su pretežno namijenjeni. Kod tih naime zadataka imamo velike količine podataka na koje se primjenjuje relativno malo računskih operacija.

Kod naučnih i tehničkih zadataka, slučaj je obrnut, tj. imamo manje brojčanih podataka, koji se moraju pretvoriti u binarni sistem, ali se s tim podacima mora često provoditi razne komplicirane računске operacije. Zato je za računске automate koji su namijenjeni tehničkim i naučnim potrebama pogodniji binarni sistem.

2. PRIKAZ BROJEVA U AUTOMATU

Osnovna je razlika između običnih računskih strojeva i elektronskih, tj. programom upravljanih automata, što običnim računskim strojem provodimo uvijek samo po jednu računsku operaciju, dok se elektronskim računskim strojevima provodi cijeli niz operacija. Ovdje se cijeli zadatak od početka do kraja izvodi automatski i u jednom potezu. Kod toga mnogobrojni međurezultati i konačni rezultati poprimaju različite brojčane vrijednosti, velike i male. Njih je nekad moguće predvidjeti, ali često to nije moguće. Obzirom na to od velike je važnosti kapacitet registara i ćelija pamćenja stroja, tj. broj decimalnih odn. binarnih mjesta (znamenaka), koji se u stroj mogu unijeti i obrađivati, te s koliko mjesta mogu biti dani rezultati i međurezultati. Od još većeg je značenja smještaj kome (dec. odn. binarnog zareza) i način prikazivanja brojeva u stroju.

Po načinu prikazivanja brojeva razlikujemo automate kod kojih se brojevi prikazuju u čvrstoj koma ili pomičnoj koma, odn. kod kojih su moguća oba vida prikazivanja brojeva.

2.1 Čvrsta koma

Prilikom obrade brojčanih podataka, tj. njihovog povezivanja u računске operacije, ove se veličine nalaze u ćelijama pamćenja ili registrima. Registri odn. ćelije pamćenja imaju kod mnogih automata tačno određeni kapacitet znamenaka koje u njima mogu biti smještene. Osim toga je koma, koja dijeli cijele brojeve od njihovih dijelova, smještena na određenom mjestu registra odn. ćelije pamćenja. Ova se koma naziva mašinskom komom.

Mašinska koma može biti kod raznih automata smještena na početku, negdje u sredini ili na kraju registra. Ako je koma smještena na početku registra, to bi teoretski značilo da se tim automatom mogu obrađivati samo brojevi manji od jedinice. Kod kome na kraju registra,

mogli bi se pak obrađivati samo cijeli brojevi (veći od jedinice). U slučaju kome u sredini registra, mogli bi se obrađivati brojevi veći i manji od jedinice, ali ipak samo u određenim granicama.

Primjeri registara (u decimalnom sistemu) s mašinskom komom na početku, sredini i kraju registra:

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline + & 5 & 2 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline \end{array} \quad B = + 0,525$$

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline - & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 7 & 4 & 2 & 6 \\ \hline \end{array} \quad B = - 37,426$$

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline + & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 9 & 0 \\ \hline \end{array} \quad B = + 11908$$

• je oznaka mašinske kome.

Ograničenja ovakove vrste, tj. obrada brojeva samo manjih ili samo većih od jedinice, u praktičnom radu i računanjima kod tehničkih i naučnih zadataka uopće ne dolaze u obzir. Zato se kod automata s čvrstom komom može uvesti pojam tzv. zamišljene kome. Zamišljenu komu možemo zamisliti na proizvoljnom mjestu registra i time broju dodijeliti proizvoljnu željenu vrijednost.

Primjer prikaza jedne dužine i jednog kuta u gradima u registru s mašinskom komom na početku registra:

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline + & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 5 & 7 & 3 \\ \hline \end{array} \quad B = 257,36 \text{ m}$$

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline + & 0 & 0 & 0 & 2 & 1 & 7 & 3 & 4 & 8 \\ \hline \end{array} \quad B = 217,83489$$

o je oznaka zamišljene kome.

Kod ovakvih automata je potrebno voditi računa o redosljedu provođenja aritmetičkih operacija ili primjeniti razne pomoćne operacije. Na primjer ako je potrebno izračunati vrijednost izraza:

$$\frac{0,036}{0,012} \times 0,2 = 0,6$$

tada je obavezno da se prvo izvede množenje, a tek onda dijeljenje, jer bi u protivnom slučaju (kod kome na početku) došlo do prekoračenja kapaciteta registra i blokiranja stroja ili do pogrešnog rezultata.

Ako je neki rezultat neizbježno veći od jedinice, tada je potrebno prethodno množenje s nekom konstantom na pr. s 0,001, o čemu se kasnije vodi računa i koja se kasnije uzima u obzir.

U primjerima su navedeni registri s decimalnim ciframa, dok oni u stvari sadrže ili binarni ili broj u kombiniranom sistemu, s mnogo većim brojem mjesta.

2.2 Pomična koma (polulogaritamski oblik brojeva)

Čvrsta koma za prikazivanje brojeva u registrima i ćelijama pamćenja ne predstavlja najsretnije rješenje. Kod ovog načina tretiranja brojeva neophodno je voditi računa o mogućoj veličini rezultata, što nije uvijek lako niti je uvijek moguće. Da bi se izbjeglo prekoračenje kapaciteta registra, redovito je potrebno rezervirati veći broj mjesta za cijele brojeve ispred kome, a time se automatski smanjuje iskorištenost registra pa veći ili manji broj zadnjih cifara (onih iza kome) propada, što sve ide na uštrb tačnosti.

Zato je kod većine automata namijenjenih naučnim i tehničkim računanjima usvojen prikaz brojeva sa pomičnom komom, tj. u tzv. polulogaritamskom obliku. Prema ovom načinu pisanja broja, svaki decimalni broj možemo zamisliti napisan u obliku:

$$B = A \times 10^a \quad \text{gdje je:} \quad \begin{array}{l} A \text{ mantisa} \\ a \text{ eksponent (cjelobrojčani)} \end{array}$$

Kod toga se redovito eksponent tako bira, da je mantisa broj manji od jedinice, ali kojem je prva cifra iza kome različita od nule.

Primjeri:

$$724,38 = 0,72438 \times 10^3$$

$$0,00156 = 0,156 \times 10^{-2}$$

Time je registar najbolje iskorišten, a podijeljen je na dva dijela: prvi koji sadrži mantisu, i drugi koji sadrži eksponent:

$$\boxed{-2 \mid 6 \mid 3 \mid 4 \mid 5 \mid 0 \mid 0 \mid + \mid 0 \mid 4} \quad B = -0,26345 \times 10^4 = -2 \, 634,5$$

Kapacitet registra i ćelija pamćenja je time postao praktički neograničen. Kod dvoznamenkastog eksponenta, moglo bi se računati s brojevima između 10^{-99} i 10^{+99} . Predznak eksponenta se može kod toga izbaciti, ako eksponentu dodajemo adicijonu konstantu npr. 50. Tada će biti na primjer:

$$\boxed{+ \mid 7 \mid 8 \mid 2 \mid 6 \mid 0 \mid 0 \mid 0 \mid 0 \mid 5 \mid 2} = 0,7826 \times 10^2 = 78,26$$

$$\boxed{+ \mid 3 \mid 3 \mid 0 \mid 7 \mid 0 \mid 0 \mid 0 \mid 0 \mid 4 \mid 6} = 0,3307 \times 10^{-1} = 0,00003307$$

Kod prikaza brojeva u polulogaritamskom obliku, koristan broj cifara za mantisu je konstantan, što je od bitne važnosti za tačnost, naročito ako u računanjima dolazi i operacija dijeljenja.

Iako je broj korisnih cifara manji, jer je dio registra rezerviran za eksponent, to je ipak u mnogim slučajevima tačnost čak i veća. Ovo je uočljivo iz idućeg primjera:

a) kod čvrste kome

$$(\sqrt{00000110}) : (\sqrt{30000000}) = \sqrt{00000366}$$

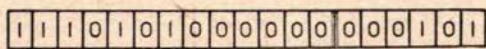
b) kod pomične kome

$$(\sqrt{11000/-05}) : (\sqrt{30000/+00}) = 36666/-05 = 0,0000036666$$

Prikaz brojeva u polulogaritamskom obliku vrijedi jednako i za binarne brojeve, kod kojih će broj biti prikazan na slijedeći način:

$$B = A \times 2^a$$

Primjer:



$$B = -0,110101 \times 2^{+5} = -11010,1 = -26,5$$

Prvo mjesto mantise i eksponenta predstavlja predznak. U primjeru je I oznaka negativnog, a O oznaka pozitivnog predznaka.

Na koncu je potrebno naglasiti: Brojevi se zadaju automatu u normalnom obliku, pretvaranje u polulogaritamski oblik vrši automatski sam stroj, koji se brine i za daljnje, nešto kompliciranije, aritmetičke operacije; rezultati se izdavaju u normalnom obliku ili u polulogaritamskom obliku, pri čem je jedinica mantise redovito nula, a prva cifra iza kome različita od nule. Time polulogaritamski oblik brojeva ne predstavlja poteškoće za poslužica automata, dok su njegove prednosti u pogledu metodičkog kapaciteta neprocjenjive.

2.3 Cijeli binarni brojevi

Kod automata koji primjenjuju čisti binarni sistem, te brojeve obrađuju u polulogaritamskom obliku, ovakvi brojevi nisu pogodni za neke operacije, kao što su brojanje, računanje adresa, izmjena indeksa i sl. Za ove svrhe su mnogo pogodniji cijeli binarni brojevi. Oni, počam od jedinice na kraju, moraju rasti od desna na lijevo.

Ovakvi automati tada poznaju dvije vrste brojeva: jedne cijele, koji se u automatu realiziraju kao binarni cijeli brojevi, i druge, normalne brojeve, koji se u automatu realiziraju sa čvrstom ili pomičnom komom, a služe za računanje.

3. TEHNIČKO USTROJSTVO ELEKTRONSKIH RAČUNSKIH AUTOMATA

Elektronski računski automati imaju popularan naziv »elektronski mozgovi«. Ovaj je naziv opravdan zahvaljujući slijedećim njihovim osobinama:

1. Oni izvode cijeli zadatak u jednom mahu, tj. od zadavanja početnih podataka do ispisivanja rezultata s odgovarajućim naslovima i komentarima.

2. Imaju mogućnost pamćenja različitih podataka, međurezultata i konačnih rezultata. Ovi se podaci mogu u proizvoljno vrijeme koristiti za daljnja računanja.

3. Sve računske i ostale operacije provode s fantastičnim brzinama, koje se u mnogim slučajevima mogu mjeriti jedino s brzinom toka elektriciteta.

4. Oni mogu sami izvoditi logične zaključke, na temelju kojih tretiraju razna moguća rješenja i odabiru varijantu za daljnji tok računanja.

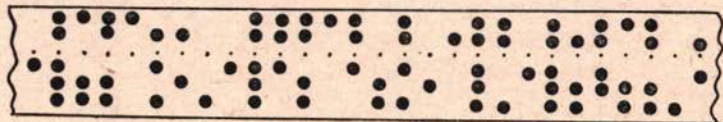
Međutim ovdje je odmah potrebno naglasiti da elektronski računski automati nisu u mogućnosti rješavati zadatke, koje ni čovjek ne bi mogao riješiti, samo, za razliku od čovjeka, oni rješive zadatke rješavaju tisuće puta brže. Oni su po svome »znanju« u većini slučajeva dapače vrlo primitivni, te i za najjednostavnije operacije čovjek mora izraditi vrlo iscrpan sistem uputstava. Taj sistem uputstava, koji omogućuje automatu rad i rješavanje cjelovitih zadataka, donošenje zaključaka i mogućnost pamćenja, daje čovjek automatu u obliku programa. Bez programa automat je mrtav stroj, nesposoban za bilo kakvo računanje. S programom čovjek daje automatu do krajnosti detaljna uputstva, uz pomoć kojih on tada može izvršavati i vrlo složene i opsežne zadatke.

Automat zahvaljuje svoje mogućnosti za tako složeni rad svojoj tehničkoj konstrukciji i izvedbi. Računski automati su složeni uređaji, koji u principu imaju sljedeće osnovne dijelove:

1. jedinicu za prijem
2. jedinicu za izdavanje
3. jedinicu za pamćenje
4. jedinicu za računanje
5. jedinicu za upravljanje.

3.1 Jedinica za prijem

Programi sadrže niz uputstava od kojih je svako šifrirano slovima, ciframa ili znakovima. Ovi se znakovi ispisuju posebnom pisačom mašinom (teleprinterom), koja paralelno s pisanjem priređuje perforiranu traku (sl. 5). Kod toga su redovito u upotrebi petkanalne trake, kod koje u jednakim razmacima imamo u njenom poprečnom smjeru mogućnost nanašanja raznih kombinacija od 5 mogućih rupica (u svakom kanalu po jedna) (sl. 1). Svakom znaku odgovara na traci jedna kombinacija rupica. Time se cijeli program nanosi na papirnatu traku u obliku perforacija.



Sl. 1

Brojčani podaci, koji će služiti za računanje, moraju biti na isti način ispisani na perforiranoj traci.

Umjesto perforiranih traka mogu kod nekih automata biti korištene magnetne trake. Priređivanje magnetnih traka vrši se na sličan način.

Ovdje se simboli realiziraju na traci kao pozitivno ili negativno magnetizirana polja na sloju trake, koji je sposoban za magnetiziranje.

Kao nosači programa, a naročito podataka, često se koriste perforirane kartice. Na njima su brojevi i slova također prikazana nizom rupica. Svaka rupica po svome položaju definira određenu vrijednost odnosno značenje.

Jedinica za prijem ima uređaj za očitavanje, pomoću kojeg se rupice sa traka odn. kartica pretvaraju u električne impulse. Ovo pretvaranje uslijeduje preko fotoelektričnih ćelija ili na mehaničkom principu. Magnetizirana polja sa magnetne trake pretvaraju se također u električne impulse. Električni impulsi se odavde šalju u automat, dešifriraju i obrađuju, te u većini slučajeva pohranjuju u jedinici za pamćenje.

3.2. Jedinica za izdavanje

Jedinica za izdavanje ima obrnutu namjenu od one za prijem. Ona treba ispisati rezultate na papir ili formular ili ih nanijeti na trake odn. kartice u obliku perforacija. U potonjem slučaju mogu se trake odn. kartice pomoću drugih pomoćnih uređaja naknadno prevesti u jasan tekst ispisani na papir ili formular. Izdavanje na trake i kartice je redovito brže, te je time sam automat manje okupiran za ovu operaciju.

Kod svega toga jedinica za izdavanje ima svrhu da brojčane podatke ili neki tekst, koji je u automatu realiziran kao niz električnih impulsa, pretvori u pogonske impulse, koji uslovljavaju ispisivanje ili perforiranje.

Postupak prijema i izdavanja je mnogo sporiji i stoji u vrlo velikom neskladu s brzinom kojom inače rade automati. Tako se stalno konstruiraju novi uređaji za očitavanje i ispisivanje podataka sa sve većim brzinama. Dok običan teleprinter kao uređaj za izdavanje ispisuje svega 10 znakova u sekundi, dotle postoje uređaji koji ispisuju i po deset kompletnih redaka u sekundi.

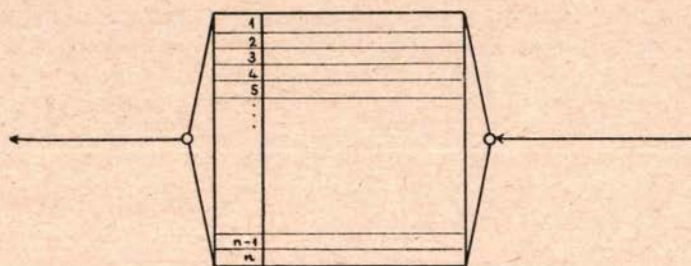
3.3 Jedinica za pamćenje

Jedinica za pamćenje ima u prvom redu namjenu da se u nju pohranjuju brojčani podaci. To mogu biti početni podaci, koji se automatu zadaju na početku računanja, a mogu biti i razni rezultati i međurezultati, koji se pohranjuju za vrijeme računanja. Svi ovi podaci mogu se proizvodljivo dugo zadržati u jedinici za pamćenje, odande preuzimati i koristiti za računanje, a kada više nisu potrebni, mogu se brisati odn. zamijeniti novim podacima. Kod toga je redovito pravilo da broj ostaje sačuvan, dok na njegovo mjesto ne dođe neki novi podatak.

U jedinicu za pamćenje redovito se pohranjuje i program. Kod toga se uputstva (naređenja) iz kojih je program sastavljen pohranjuju po redu u jedinicu za pamćenje.

Dok se brojevi koriste za računanje, te se iz jedinice za pamćenje odvođe u jedinicu za računanje, ili izdaju preko uređaja za izdavanje, dotle se naređenja iz jedinice za pamćenje dovode u jedinicu za uprav-

ljanje, te ona na taj način upravljaju radom automata odn. tokom računanja. Na sl. 2 dan je šematski prikaz jedinice za pamćenje.



Sl. 2

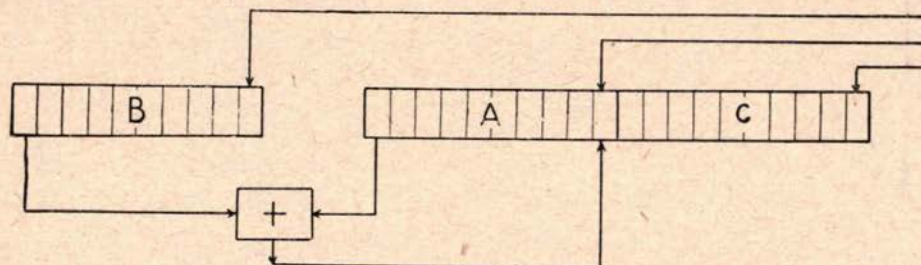
Jedinica za pamćenje sadrži veći ili manji broj ćelija pamćenja, što je ovisno o veličini tj. kapacitetu dotičnog automata. Kod malih automata radi se redovito o nekoliko tisuća, dok se kod velikih radi o nekoliko stotina tisuća ćelija pamćenja. Kod nekih automata usvojen je princip da svaka ćelija pamćenja može primiti po jednu cifru, slovo ili znak. Kod drugih automata su ćelije pamćenja složene iz niza jedinica, tako da svaka ćelija pamćenja može primiti jednu »riječ« određene dužine. Na taj način u svaku ćeliju pamćenja moguće je pohraniti jedan broj s određenim brojem mjesta u binarnom ili kombiniranom obliku, sa čvrstom ili pomičnom komom. Broj mjesta u ćeliji pamćenja ovisan je o tipu automata, a podudara se s brojem mjesta u registrima jedinice za računanje i upravljanje.

Ćelije pamćenja su numerirane od jedan na dalje. Na taj način svaka ćelija pamćenja ima svoj redni broj, tzv. adresu. Uz pomoć adresa moguće je doprijeti do bilo koje ćelije pamćenja u bilo kojem stadiju računanja, te na taj način tamo pohraniti neki rezultat ili odatle odvesti neki parametar potreban za računanje. Pojedina naređenja iz programa odvođe se pak iz jedinice za pamćenje u registre jedinice za upravljanje, i time se upravlja cijeli tok računanja.

Jedinica za pamćenje je kod različitih automata izrađena na različitim fizikalnim principima. Redovito je kao osnov uzeto svojstvo magnetičnosti. Kod pohranjivanja se pojedine binarne oznake pretvaraju u magnetičnost, dok se kod odvođenja ova magnetičnost pretvara u električne impulse, koji tada omogućuju računanje odn. upravljanje. Vrijeme potrebno za pohranjivanje odn. odvođenje neke veličine ovisi o primjenjenom principu. Taj se iznos redovito nalazi negdje između nekoliko mikrosekundi i nekoliko milisekundi. U jedinici za pamćenje može jedna veličina ostati sačuvana proizvoljno vrijeme, redovito tako dugo, dok ta jedinica odn. ćelija nije potrebna za drugu svrhu, tj. dok se u nju ne spremi druga veličina. Neki automati imaju dvije vrste jedinica za pamćenje, jednu bržu manjeg kapaciteta, i drugu sporiju, ali većeg kapaciteta. Kod toga se radnom jedinicom naziva ona u kojoj je pohranjen program sa svojim naređenjima i od kuda ona dolaze u jedinicu za upravljanje.

3.4 Jedinica za računanje

Jedinica za računanje se redovito sastoji iz dva registra, čiji je kapacitet mjesta identičan s kapacitetom mjesta kod ćelija pamćenja. U većini slučajeva to i jesu ćelije pamćenja, kojima su međutim dodijeljena i neka posebna svojstva. Kod aritmetičkih operacija jedan registar služi za primanje prvog operanda, a drugi za primanje drugog operanda. Ako se u drugom registru nakon operacije stvara rezultat, onda taj ima naziv akumulator, jer se u njemu formira rezultat. Akumulatoru je redovito pridodan još jedan registar, te je na taj način (kod množenja) omogućen rezultat dvostruke dužine (sl. 3).



Sl. 3

*B = registar s prvim operandom; A = akumulator; C = produženje akumulatora; + = uređaj za računanje
gore: doprema podataka iz jedinice za pamćenje; dolje: odvod rezultata.*

Binarni broj koji se nalazi u akumulatoru moguće je pomaknuti za jedno mjesto u lijevo, što predstavlja množenje s 2, ili pomaknuti za jedno mjesto u desno, što pak predstavlja dijeljenje s 2. Višestruko pomicanje u lijevo ili desno omogućuje jednostavan način za množenje s $2^{\pm n}$. Ovo svojstvo akumulatora omogućuje operacije množenja i dijeljenja binarnih brojeva.

U sastavu jedinice za računanje mora obavezno biti uređaj za zbrajanje, te za stvaranje komplementa. Time je omogućeno provesti operacije zbrajanja i odbijanja. Množenje i dijeljenje mogu se provesti uz pomoć posebnih programa, koji se temelje na operaciji zbrajanja odn. odbijanja i pomicanja broja u lijevo, odn. desno. Kod nekih automata postoje posebni uređaji za množenje i dijeljenje, te se ove operacije mogu izvoditi direktno.

Svi ovi uređaji mogu direktno izvoditi aritmetičke operacije, ako se radi o brojevima sa čvrstom komom. Kod brojeva u polulogaritamskom obliku, aritmetičke su operacije složene i izvode se redovito uz pomoć programa, koji su čvrsto ugrađeni u automatu (u sastavu tzv. temeljnog programa), što znatno pojednostavljuje programiranje.

3.5 Jedinica za upravljanje

Cjelokupnim radom automata i rješavanjem određenog zadatka rukovodi jedinica za upravljanje. To upravljanje je uvjetovano s jedne strane hodom i taktom automata, a s druge strane izrađenim programom.

Kod većine se novijih automata program, sastavljen iz niza uputstava (naređenja), nalazi za vrijeme računanja u jedinici za pamćenje. Iz jedinice za pamćenje dolaze ova naređenja u jedinicu za upravljanje tj. na izvršenje.

Uređaj za upravljanje se redovito sastoji iz dva registra, registra naređenja i registra brojača. Iz jedinice za pamćenje dolazi naređenje u registar naređenja. To naređenje je realizirano u binarnom obliku, tj. kao niz jedinica i nula, a kod toga jedinicama odgovaraju električni impulsi. Vrst operacije uvjetovana je time što na određenom mjestu registra postoje ili manjkaju električni impulsi. Ovo se upravljanje provodi na relativno jednostavnom principu. Svaki impuls, koji postoji na određenom mjestu registra, otvara jedna određena vrata, tj. uspostavlja jednu vezu. Samim tim što je uspostavljena takva veza broj poteče, npr. iz jedne ćelije pamćenja u akumulator, ili iz akumulatora u jedinicu za izdavanje, gdje biva ispisan, a mogu i dva broja proteći, npr. kroz uređaj za zbrajanje, gdje bivaju zbrojeni, itd.

Registar-brojač ima namjenu da nakon izvođenja jednog naređenja dovede slijedeće naređenje u registar naređenja. Kod toga se naređenja dovode po redu, onako kako su pohranjena u jedinici pamćenja. Registar-brojač povisuje svaki puta adresu za jedan i time dovodi uvijek slijedeće naređenje na izvršenje. Redoslijed se prekida tek onda kad u registar naređenja dospije naređenje za preskok, ili kad u registar naređenja dospije naređenje za stop, kojim se zaustavlja računanje. U slučaju naređenja za preskok, redoslijed naređenja je opet kontinuiran, ali sada od novog mjesta (s novom početnom adresom), koje je navedeno u naređenju za preskok.

Naređenja se mogu podijeliti u tri osnovne grupe:

1. naređenja za aritmetičke operacije
2. naređenja za logične operacije
3. transportna (organizaciona) naređenja.

Naređenjima za aritmetičke operacije provode se osnovne aritmetičke operacije: zbrajanje, odbijanje, množenje, dijeljenje, vađenje drugog korjena, itd. već prema tome, koje su predviđene. Ove se operacije provode direktno, ako za to postoje odgovarajući uređaji, ili se provode pomoću posebnih potprograma, a izražavaju se opet samo jednim naređenjem.

Logične operacije omogućuju operaciju negacije (stvaranje komplementa), operaciju konjunkcije (operacija »i«) i operaciju disjunkcije (operacija »ili«). Ove operacije su osnov logičnog zaključivanja sa strane automata.

Transportne odn. organizacione operacije su od bitne važnosti kod rada s automatima. Njima se dopremaju brojevi u registre radi računanja, pomoću njih se pohranjuju brojevi u ćelije pamćenja, očitavaju podaci ili pak izdaju (ispisuju). Pomoću njih se i naređenja dopremaju u registar naređenja. U krajnjoj liniji, i prethodne dvije vrste operacija omogućuju se transportom, kao na pr. zbrajanje transportom brojeva kroz uređaj za zbrajanje.

3.6 Kontrolni pult

Kontrolni pult ima zadaću, da se pomoću njega vrši posluživanje automata, i da se vrši nadziranje rada automata. On je opskrbljen nizom tipaka. Ove tipke imaju redovito žaruljice, koje svijetle u slučaju aktivnosti dotične tipke. Pojedine tipke služe za ukapčanje i iskapčanje stroja, za startanje ili zaustavljanje rada (računanja) automata. Nadalje mogu postojati tipke pomoću kojih se može utjecati na sam tok računanja, u koliko su programom takve varijante predviđene.

Na kontrolnom pultu može postojati niz tipaka, koje svojom osvjetljenošću prikazuju sadržaj pojedinih registara, npr. naređenje koje se momentalno nalazi u registru naređenja. Isto tako niz tipaka može prikazivati stanje akumulatora, tj. broja koji se u njemu nalazi. Dakako, ovi se registri ne mogu kontrolirati za vrijeme računanja, jer se tada stanje mijenja ogromnom brzinom od nekoliko stotina puta u sekundi. Postoji međutim mogućnost da se naređenja provode korak po korak, pritiskom na odgovarajuću tipku. To je od naročite važnosti kod provjeravanja programa, pri čemu se može provjeravati ispravnost toka i tačnost rezultata.

4. VRSTE »RIJEČI«

»Riječ« je osnovni pojam, koji za automat predstavlja zasebnu veličinu s kojom se u automatu vrši nekakva operacija. Riječ predstavlja prilikom transporta unutar automata cjelinu, te kao takva zauzima prostor registra ili ćelije pamćenja. Ona je realizirana kao niz električnih impulsa ili kao niz magnetiziranih jedinica. Kod toga razlikujemo tri osnovne vrste riječi:

1. Naređenja
2. Brojevi
3. Alfa-numerički tekst.

Sve tri vrste riječi unose se sa odgovarajućeg nosača (trake ili kartice) u automat, tj. u njegovu jedinicu za pamćenje. Iz jedinice za pamćenje mogu se dalje transportirati u pojedine registre i natrag u ćelije pamćenja, ili izdati (ispisati) preko uređaja za izdavanje.

Naređenja iz jedinice za pamćenje dovode se u registar upravljanja i time se uslovljuje tok računanja.

Brojevi odn. brojčane vrijednosti dovode se u jedinicu za računanje cdn. u njene registre, gdje se s njima provode naređene računске ili druge operacije.

Alfa-numerički tekst sastavljen je iz slova, cifara i znakova. On se pohranjuje u jedinicu za pamćenje, s tim da se s njim neće provoditi nikakve operacije, osim što će se u proizvoljnom momentu i na proizvoljnom mjestu računanja u nepromijenjenom obliku ispisati preko uređaja za izdavanje.

4.1 Naređenja

Naređenja imaju oblik riječi sastavljenih u izvjesnoj kombinaciji slova i cifara, ili samo cifara, što je ovisno od kode (šifre), koju dotični automat koristi. Svako naređenje mora imati dva dijela:

1. operacioni dio
2. adresni dio.

Dok operacioni dio naređenja fiksira vrstu operacije koja se ima provesti, dotle adresni dio određuje adresu (mjesto) operanda s kojim se dotična operacija ima provesti. Kod toga je adresa redni broj ćelije pamćenja, u kojoj se ta veličina nalazi.

4.1.1 Operacioni dio naređenja

Operacionim dijelom naređenja definirana je vrsta operacije. Svakoj vrsti operacije odgovara jedna šifra, tj. kombinacija slova ili cifara. Šifra je pak različita za razne tipove automata, tj. za automate raznih firmi. Tako je npr. za automate firme Zuse usvojena tzv. Freiburška koda, kod Siemensovih automata koda zvana PROSA, i kod IBM-ovih automata SPS 1, ili neka druga itd.

U Freiburškoj kodi npr. slovo B znači: dovesti neku veličinu u akumulator, slovo U spremi veličinu iz akumulatora u neku ćeliju pamćenja, slovo X znači operacija množenja itd.

Kod šifre PROSA npr. ADD znači operaciju zbrajanja, MLT znači operaciju množenja itd.

Umjesto slova mogu kao oznaka operacije biti u istom smislu upotrebljene cifre ili drugi matematski znakovi.

4.1.2 Adresni dio naređenja

Kako se redovito svaka operacija odnosi na neku brojčanu veličinu, to je u adresnom dijelu navedena adresa ćelije pamćenja, u kojoj se taj brojčani podatak nalazi. Zato je adresni dio naređenja broj, tj. sama adresa.

Tako će npr. u Freiburškoj kodi potpuno naređenje imati oblik: B2296, a znači: dovedi broj iz ćelije 2296 u akumulator. U5157 bi značilo: pohrani broj iz akumulatora u ćeliju 5157 itd.

Kod tzv. višeadresnih automata pridodane su operacionom dijelom naređenja dvije ili više adresa. Tako se npr. dvije adrese mogu odnositi na oba operanda kod aritmetičkih operacija. Kod naređenja s tri adrese može osim toga biti navedena adresa rezultata, tj. kuda se on ima pohraniti. Kod višeadresnih automata može biti navedena i adresa slijedećeg naređenja, tj. ćelija pamćenja u kojoj se ono nalazi. Potonji automati koriste tada nelinearne programe.

4.2 Brojčane vrijednosti

Svaki broj, bio on nula, mali ili veliki, pozitivan ili negativan, predstavlja jednu riječ, i kao takva se tretira u automatu. Kod automata koji

imaju usvojen sistem riječi svaki takav broj zauzima prostor jedne ćelije pamćenja ili registra. Kod brojeva u polulogaritamskom obliku, mantisa i eksponent mogu činiti jednu riječ, koja se kao takva transportira ili pohranjuje.

Pohranjivanje brojeva u ćelije pamćenja mora biti u skladu sa zahtjevima programa. Kako automat nije u mogućnosti razlikovati prirodu i namjenu broja, npr. razlikovati dužinu, kut ili koordinatu, to se kod zadavanja brojeva zahtijeva da svaki podatak bude po svome značenju pohranjen u određene ćelije pamćenja. Na temelju toga automat je u mogućnosti iz određenih ćelija koristiti podatke određene prirode i namjene.

Brojevi se redovito mogu zadavati u normalnom obliku kao decimalni broj, kod kojeg je cijeli dio odijeljen decimalnim zarezom ili tačkom. Osim ovog oblika moguće je, ovisno o tipu automata, zadavanje i u polulogaritamskom obliku ili nekom drugom. Za svaki automat je definiran broj decimalnih mjesta koji se mogu automatu zadati, te najveći i najmanji mogući broj, koji dolaze u obzir.

Isto tako je moguće birati formu u kojoj će broj biti ispisan, s koliko decimalnih mjesta iza kome itd.

4.3 Alfa-numerički tekst

U računске automate moguće je pohranjivati običan tekst, sastavljen iz slova, cifara i znakova. S njim se ne mogu izvesti nikakve računске operacije. On redovito služi zato da ga se na proizvoljnom mjestu i u proizvoljno vrijeme ponovo može ispisati. Kako se kod mnogih automata rezultati ne ispisuju na formulare, već na čisti papir, to ovaj tekst služi za ispisivanje naslova, komentara, oznaka itd. Alfa-numerički tekst može biti proizvoljne dužine, a smješta se u uzastopni niz ćelija pamćenja. On se, u skladu s programom, ispisuje u određenom obliku s međurazmacima, u više redaka itd. Tako se npr. popisu koordinata može kao naslov dati alfa-numerički tekst oblika:

Red. broj	Y	X	H	
ili npr. kao oznaka površine tekst oblika:				P 1 =
pa će u tom slučaju rezultat imati izgled:				P 1 = 257,45

Slične naslove, oznake i primjedbe potrebno je u programu predvidjeti, a u automatu odgovarajući tekst pohraniti.

5. VRSTE SIMBOLA

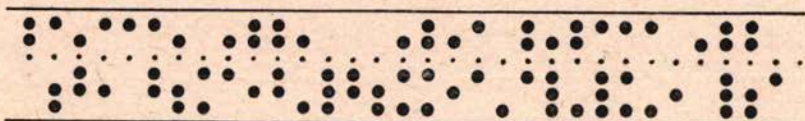
Sve navedene vrste riječi: naređenja, brojevi i tekstovi, složeni su iz slova, cifara i znakova. Na perforiranoj traci svakom takvom simbolu odgovara jedna kombinacija rupica. Na sl. 4. prikazana je međunarodna šifra CCIT 2 za petkanalne trake s odgovarajućom kombinacijom rupica.

Ovom šifrom predviđeni su slijedeći simboli:

slova: A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y

cifre: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

znakovi: + — : , . / $\frac{\quad}{\quad}$ () [] i još neki



A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

- ? : ⚡ 3 [] „ 0 ; () . , 9 0 1 4 ' 5 7 = 2 / 6 + < = [] [] *

< je pogonski znak za povrat kolica

⚡ je pogonski znak za novi redak

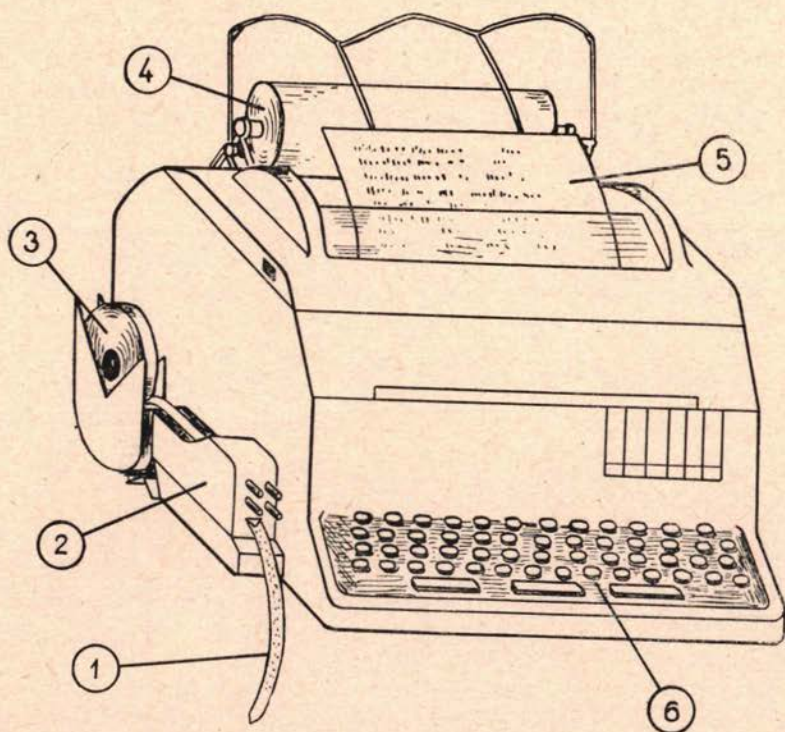
[] je oznaka za slova

[] je oznaka za cifre

[] je oznaka međuprostora

* bez značenja

Sl. 4

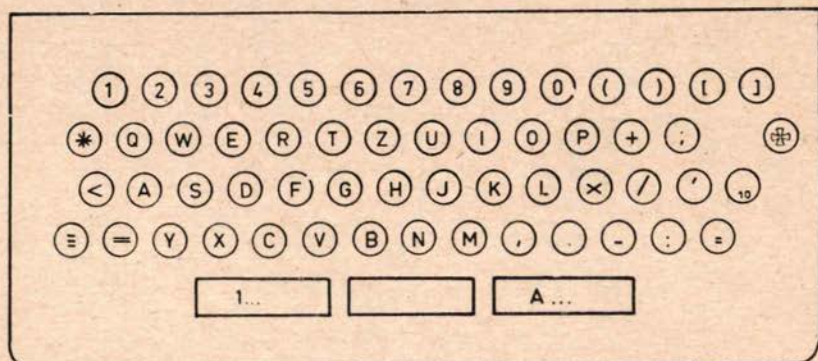


Sl. 5

1. Perforirana traka — 2. Uređaj za perforaciju — 3. Namot trake —
4. Namot papira — 5. Ispisani protokol odn. rezultati — 6. Tastatura.

Nadalje postoje kombinacije rupica koje predstavljaju pogonske znakove teleprintera, kao npr. međuprostor, povrat kolica, pomak retka. Posebne kombinacije rupica definiraju karakter slijedećih simbola, tj. da li spadaju u područje slova ili u područje cifara i matematskih znakova. Zahvaljujući potonjoj mogućnosti iste tipke teleprintera služe jedamput za slova, a drugi puta za brojke i znakove.

Na sl. 5 prikazan je teleprinter, koji služi za priređivanje perforiranih traka firme Siemens. Isti teleprinter služi i za izdavanje podataka.



Sl. 6

tj. ispisivanje podataka i rezultata (kao uređaj za izdavanje). Na sl. 6 prikazana je tastatura tog teleprintera.