

“**NO**”

Dejan Ristamović  
Časopis „Galaksija“

Beograd Zavod za Uzbećstva, Beograd

Elektronika, Izdeljivanje, Zemun

“**Galaksija**”



Sistemski softver računara „galaksija“ zauzima, u osnovnoj konfiguraciji, 4 kilobajta memorije. Opremljen njime, računar „galaksija“ predstavlja potpuno vlasnik, u zavisnosti od potreba i materijalnih mogućnosti, neprekidno proširuje i tako oprema za rešavanje sve složenijih praktičnih problema. ROM 2 je prvo komercijalno softversko proširenje „galaksije“. Ono je — u saradnji Zavoda za udžbenike i nastavna sredstva Elektroničke inženjeringu i časopisa „Galaksija“ kao i sva ostala proširenja besplatno stavljeni na raspolaganje svim građiteljima ovog već pomalo nacionalnog računara.

ROM 2 predstavlja logičnu nadgradnju osnovnog operativnog sistema. On će „naučiti“ vaš računar većini standardnih matematičkih funkcija, proširiti njegov bezik, podržati rad sa portom za proširenja i štampačem koji je eventualno priključen i omogućiti „galaksiji“ da, uz proširenje memorije i hardverske dodatke (emulator i EPROM programator), postane moćan sistem za razvoj softvera za druge mikroprocesorske sklopove koji koriste Z80. Za to je, jasno, posebno značajan kompletan asembler (program za rad sa mašinskim jezikom) koji je ugrađen u ROM 2. One koji planiraju da koriste asembler za razvoj mašinskih programa koji će se izvršavati na samoj „galaksiji“ posebno će obradovati činjenica da je omogućeno postavljanje tačaka prekida programa („break points“) i nekoliko drugih monitorских naredbi.

Opremljena ROM-om 2, „galaksija“ ostaje potpuno kompatibilna sa neproširenim modelima. Iako ROM 2, po inicijalizaciji, deluje na neke sistemske promenljive (posebno linkove), sve do sada objavljene informacije o dodavanju naredbi i sličnim „specijalnim efektima“ ostaju u važnosti.

Kao što je ROM 2 logična nadgradnja ROM-a 1, tako i ovaj tekst predstavlja nastavak „Uputstva za upotrebu računara „galaksija““. On će vam omogućiti da lako koristite mogućnosti dodatka koji vam je upravo stigao iz „Galaksije“, i uz školu mašinaca koju objavljujemo u „Računarima“ pomoći da sastavite interesantne programe.

## INICIJALIZACIJA ROM-a 2 A=USR (&1000)

Da bi iskoristili potencijale ROM-a 2, posle svakog uključivanja računara treba izvršiti tzv. inicijalizaciju — obavestiti računar da novi čip očekuje njegovu pažnju. Posle izvesnog vremena, inicijalizacija će postati toliko prirodna da je neće ni primetivati. Ukoliko, međutim, baš ne možete da se naviknete na nju, postoji rešenje koje možete da primenite uz malo truda i hardvera: mala izmena ROM-a 1 koja će automatski inicijalizovati ROM 2 posle svakog uključenja „galaksije“. Od opreme vam je potreban programator EPROM-a i uređaj za njihovo brisanje. Ako vaša „galaksija“ kontroliše EPROM programator, moraćete da pronađete prijatelja koji poseduje „galaksiju“ ili da kupite ili pozajmите jedan prazan EPROM 2732.

Najpre otkucajte SAVE 0,&FFF i snimite na kasetu čitav sadržaj ROM-a 1. Zatim sa OLD 12288 relocirano upišite ovaj sadržaj u RAM tako da počinje od &3000 (ili od neke druge adresu na kojoj softver vašeg programatora EPROM-a pretpostavlja da je smešten bafer koji treba prepisati u EPROM). Sledi izmene: BYTE &33F9, &C4:WORD &33FA, &1000:BYTE &30/37,29 (time ste, zapravo, smestili CALL &1000 na adresu &3F9-&3FB i promenili bajt &37 u koji je upisana verzija ROM-a 1; do sada je verzija bila 28, a sada je 29.

Posle ovih izmena, isprogramirajte prazan EPROM, zamjenite njime ROM 1 i isprobajte računar. Ako je sve u redu, možete da izbrisete vaš bivši ROM 1, isprogramirate u njega sadržaj koji imate na traci i vratite ga u računar vašeg

matematičke funkcije

```
1 HOME
2 P.AT165,"*****"
3 P.AT197,"* B I O R I T A M *"
4 P.AT229,"*****"
5 R=KEY(0)
6 ARR4(7)
7 FOR I=0 TO 6: TAKE X$(I):N.I
8 #“SUBOTU”,“NEDELJU”,“PONEDJELJAK”,“UTORAK”,“SREDU”,“CETVRTAK”,“PETAK”
9 HOME
10 HOME
11 PRINT " B I O R I T A M "
12 PRINT " ===== "
13 PRINT
14 PRINT "OTKUCAJTE DATUM ROĐENJA U OS--"
15 PRINT "LIKU <DAN, MESEC, GODINA>."
16 PRINT
17 INPUT X#
18 INPUT X#
19 INPUT X#
20 G=F/7:CALL 2000
210 CALL 1000
220 G=F/7:CALL 2000
230 PRINT:PRINT "ROĐENI STE U ",X$(F-G*7);"."
240 PRINT
250 PRINT "TA BISERITAM U ISTOM OBLIKU."
255 PRINT
260 INPUT X#
270 CALL 3000
280 X=F:CALL 1000: F=F-X
290 PRINT "STARISTE",F;" DANAH"; IF F>32740 F.,"":PRINT "STO JE PREVISE ZA OVUJ
300 PRINT PROGRAM!:G.999:E.P.,"":PRINT "STO JE PREVISE ZA OVUJ
310 PRINT " PRITISNITE RETN"
320 IF KEY(0)=13 ELSE G.320
330 HOME
340 FOR I=0 TO 48:DOT 0,I:N.I
350 FOR I=0 TO 64:DOTI,24:N.I
360 TAKE 900
370 FOR J=1 TO 3
380 TAKE R
385 L=0
390 FOR I=F-10 TO F+9
395 FOR K=0 TO 2
400 B=SINH(360*(I+K/3)/R)
401 B=INT((22-8*K/22+5)
410 DOT L,B:L+1:NEXT K:NEXT I
411 TAKE X:BYTE10271+INT(B/3)*32,X
420 NEXT J
425 #23,70,28,69,33,73
429 R=KEY(0):GOTO 100
430 F=365*Y+D+31*(M-1)
431 IF M<3 F=F+INT((Y-1)/4)-INT(.75*(INT((Y-1)/100)+1))::RET
432 H=-1
433 IF 5<0 G=32768*H+INT(G+32768):RET:ELSE G=G-32768:H=H+1:GOTO 2010
434 D=VAL(PTR X$)
435 I=0
436 CALL 4000
437 M=VAL(PTR X$+I)
438 CALL 4000
439 Y=VAL(PTR X$+I)
440 RET:IF BYTE(PTR X$+I)=44 I=I+1:RET:ELSE I=I+1:GOTO 4000
```

prijatelja. Uključite vaš računar i, dok ste u društvu, prionite na čitanje ostatka ovog uputstva.

Posle svakog uključenja računara, odnosno njegove namerne (PRINT USR(0)) ili slučajne (posle neke grube greške, najčešće pri radu sa asemblerom) reinitializacije, otkucajte A=USR(&1000) i pritisnite ENTER. Time je „galaksiji“ stavljeno do znanja da je priključen ROM 2 i izvršene neophodne promene područja sistemskih promjenljivih. Ukoliko zaboravite ovu inicijalizaciju, neće se dogoditi ništa strašno — normalno ćete raditi sa ROM-om 1 i računar će prijaviti grešku WHAT? kad prvi put pokušate da koristite neku specifičnost ROM-a 2. U tom trenutku možete da otkucate A=USR (&1000) i „galaksija“ će raditi sa drugim ROM-om kao da je on aktiviran u samom početku. Neće doći do gubitka programa ili podataka osim promjenljive A. Ukoliko želite da sačuvate i nju, upotrebite A=A+0\*USR (&1000).

Čitaoci koji su malo zakasnili sa programiranjem ROM-a 1 pa ga šalju redakciji zajedno sa ROM-om 2, dobijaju verziju 29. Oni ove retke mogu da preskoče.

Zagrijenje „hakere“ će interesovati tačan opis onoga što se dešava u toku inicijalizacije ROM-a 2. „Galaksija“, pre svega, briše ekran, što je neophodno za slučaj da je inicijalizacija automatska (u tom slučaju je LD &A, C/RST &20 zamjenjeno sa CALL &1000). Zatim se ispravlja bag koji se ispoljava kada je priključeno memorijsko proširenje od 48 Kb; nema, dakle, više potrebe da kucate WORD &2A6A, &FFFO kad god uključite računar. Posle ovoga, u sistemsku promjenljivu 'horizontalna pozicija slike' (&2BA8) upisuje se broj 12; pokazalo se, nai, da je na većini televizora ova promena neophodna; broj 11 odgovara jedino profesionalnim monitorima.

Nakon ispravljanja bagova, menjaju se sadržaji linkova za naredbe (JP &100F) i za video (JF &106F). Ova promena ne bi trebalo da utiče na kompatibilnost propisno napisanog softvera u najgorem slučaju, neki program će isključiti ROM 2 utičući na linkove. Na kraju inicijalizacije ROM-a 2 kontrola se vraća osnovnom operativnom sistemu.

Posle inicijalizacije možete da koristite sve potencijale ROM-a 2 kao da je „galaksija“ sa njim rođena. Naredbe se pišu i skraćuju na uobičajeni način. Možete, na primer, da otkucate DUMP &1000,10 i na ekranu će se pojaviti prvi 10\*8=80 bajtova ROM-a 2. Umesto DUMP, odgovara i DU. &1000,10 uz iste efekte.

Pošto „galaksija“ opremljena ROM-om 2 ima više naredbi od slova abecede, nije više moguće skratiti svaku od njih na jedno slovo i tačku. Da ste, u gornjem slučaju, otkucali D. &1000, 10, „galaksija“ bi izvršila DOT 4096,10, sa neželjenim efektima. Pri prepoznavanju naredbi, dakle, prioritet imata tablica u ROM-u 1, sledi tablica u RAM-u (ako ste je sastavili) i, na kraju, naredbe ROM-a 2. Kompletan spisak naredbi sa primerima i neophodnim skraćenicama dat je na kraju ovoga teksta.

Da bi se olakšala upotreba češće korišćenih funkcija, neki specijalni znaci su dobili posebne uloge. Ukoliko, na primer, poželite da zavavite prste i otkucate /, MNBY, a zatim pritisnete ENTER, „galaksija“ neće prijaviti WHAT? Pogodite zašto! Čestitaćemo vam ako uspete u tome, ali mislimo da nećete — odgovor je na sledećih nekoliko stranica.

ROM 2 se isključuje, svako će reći, tako što se odstrani iz računara! Ovakvo isključivanje ne bismo, naravno, mogli da vam savetujemo (ukoliko je ROM 1 promenjen tako da inicijalizuje ROM 2, ovo rešenje je čak i nemoguće) pa predlažemo drugo, čisto programsko: otkucajte BYTE &2BA9,&C9:BYTE &2BAC&C9 i pritisnite ENTER. Time je ROM 2 skoro sasvim isključen. Odakle ovo „skoro“? Ukoliko se u vašem programu nalazi naredba tipa A=USR(&1000), računar u kome se fizički ne nalazi ROM 2 će krahirati, dok kompjuter sa ROM-om 2 neće pretprieti nikakve posledice. Potpuni je isključenje nije moguće.

ARCTG	1D81
SQR	1D09
POW	1CDA
EXP	1D1B
LN	1B6B
ABS	1BFC
RND na stek	C8F
Poredjenje elemenata sa aritm. steka (Z,C)	B10

## 1 NAREDBE I FUNKCIJE ROM-a 2

naredba	skraćenica	primer
ABS	/	A="Z" PRINT %(&2C3A+517) /LABELA
ARCTG	<	početak mašinskog programa PRINT SQR (ABS(A)) PRINT AB. (100) PRINT ARCTG(PI/4)
COS	>	A=COS(PI/3) PRINT COSD(30) DEL 100, 200 DUMP &1000,212 PRINT EXP(1) X=INP(10) LDUMP 0,10
DEL	DU.	LLIST LLIST 1000 PRINT 20*LN(2.367)
DUMP		LPRINT „GALAKSIJA“ OUT 10,&FF
EXP		PRINT PI PRINT POW (8,1/3)
INP		REN 100 PRINT SIN (2*PI/3)
LDUMP	LD.	PRINT SIND(60) PRINT SQR(2)
LLIST	LL.	A=TG(PI/2) PRINT TGD(45)
LN		
LPRINT	LP.	
OUT		
PI		
POW		
REN		
SIN		
SQR		
TG		

# MATEMATIČKE FUNKCIJE

Računar „galaksija“ u osnovnoj verziji ima dobru aritmetiku pokretnog zareza koja je potpuno prilagođena njegovim karakteristikama — šest tačnih cifara je sasvim dovoljno za računar te klase. „Galaksiji“, međutim, potpuno nedostaju matematičke funkcije, što za mnoge primene, pogotovu kada se radi o srednjoškolskom obrazovanju, predstavlja vrlo ozbiljan hendikep. Ovaj problem se delimično rešava dodavanjem bežik potprograma, ali je pravo rešenje tek mašinski rešen set rutina za izračunavanje matematičkih funkcija koji je uklopljen u standardni bežik. ROM 2 nudi upravo to.

Matematičke funkcije se, naravno, uvek nalaze sa desne strane znaka jedнакosti ili iza PRINT naredbe. Iza svake od njih sledi argument koji može da bude konstanta ili brojni izraz; u oba slučaja argument mora da se nalazi u zagradi. Pokušajte, na primer, da otkucate PRINT SQR(4); pritisnete ENTER. Dobicećete 1.99998 — dobrodošli u svet primenjene numeričke analize!

Pre nego što bacite „galaksiju“ u koš i vratite se „digitronu“ koji ste davno sahranili u fioku, pružite nam još jednu šansu i pročitajte sledeći pasus.

## Stepene i eksponencijalne funkcije

### PRINT SQR (2)

Trigonometrijske, korene, logaritamske i druge funkcije nikako ne mogu da se izraze kao konačan niz sabiranja, oduzimanja, množenja i deljenja, matematičari su se vekovima mučili da ih izračunaju na ovakav način, sve dok nije dokazano da je ovako nešto nemoguće. Danas koristimo kompjutere koji vrše približno izračunavanje vrednosti ovih funkcija preko beskonačnih redova. Ne biste, sigurno, poželeli da vaša „galaksija“ beskonačno dugo radi da bi sabrala beskonačan red, zar ne? „Galaksija“ se zato zaustavlja po sabiranju određenog broja članova reda u trenutku kada je tačnost „zadovoljavajuća“.

Samo, šta je to „zadovoljavajuće“. Isprobavajući algoritme matematičkih funkcija, morali smo da pravimo kompromise između utrošenog memoriskog prostora, brzine rada i tačnosti. Smatrali smo da je „galaksiji“ dovoljno 5 do 6 tačnih cifara; za većinu inženjerskih primena dosta bi bile i dve. Problem, međutim, može da nastupi kada poželimo koren koji bi trebao da bude ceo — i osnovci znaju da je  $SQR(4)=2$  a ne 1.99998. Nema problema — upotrebicemo PRINT INT(SQR(4)+0.5). Ukoliko želimo da zaokružimo rezultat na dve decimale, koristićemo:

PRINT INT(SQR(4)\*100+0.5)/100.

Upoznali smo, dakle, funkciju SQR (kvadratni koren) i njena ograničenja. Da nismo malo požurili? Ako ne želimo da već sutra zaboravimo koje funkcije naš računar ima, moraćemo da ih obradimo sistematično i to po grupama.

Svako zna kako se definije stepenovanje kada je eksponent ceo broj:  $2^5$  je isto što i  $2^2 \cdot 2^2 \cdot 2^2 = 32$ . Znamo li šta da radimo kada je eksponent ceo negativan broj? Ništa lakše:  $2^{-3}$  je isto što i  $1/(2^2 \cdot 2) = 1/8 = 0.125$ . Za neke racionalne brojeve problemi su i dalje rešivi:  $2^{0.5}$  je isto što i  $SQR(2)$  (kvadratni koren). Šta je, međutim,  $2^{\text{PI}}$  ili, još gore,  $\text{PI}^{\text{PI}}$ ?

Ovaj dodatak nije namenjen početnicima u njemu, uz minimum teksta i podrazumevajući značajno predznanje, navodimo informacije koje će vam pomoći da u potpunosti iskoristite vaš ROM 2.

U sledećoj tabeli je data mapa sistemskih promenljivih „galaksijinog“ operativnog sistema, bežik interpretatora i ROM-a 2. Tabela je u mnogome slična onoj koja je objavljena, na strani 26. Uputstva za upotrebu vašeg računara. Pažljiviji čitalac će, međutim, primetiti da su ispravljene dve nebitne greške i dodate nove sistemske promenljive koje koristi ROM 2. Prostor „ispod“ bežika je, dakle, sada potpuno popunjeno!

Opis	Opis
Izraz sa DE — HL	CALL & 008
Izraz u zagradi DE—HL	A6A
Preskoči blankove	104
Ako je (DE) zarez, kao RST &8 inače WHAT?	5
KEY(0)	CF5
Karakter A na ekran	20
HL na ekran kao ASCII	8FB
Alfanumerik adresiran sa DE na ekran	937
Lociraj varijablu čije ime počinje DE. PTR u HL uz Ci	
Z	125
Sledeća naredba	30
Slobodna memorija ARR\$-RAMTOP u HL	183
Element izraza sa DE—HL	18D7
Ceo izraz u HL	1866
Pokaži sve registre na ekranu	1978
DUMP od HL za A redova	19DE
Link za naredbe	100F
Link za video	106F
Stanje aritmetičkog steka	8F6
Izraz sa DE na ar. stek	AB2
HL na aritmetički stek	ABC
Četiri bajta adresirana sa HL na arit. stek	A45
Broj sa aritm. steku u HL	A6D
Broj sa aritm. steka u četiri bajta adres. sa HL	73B
Izraz u zagradi sa DE — (IX)	781
+	B32
-	B1E
/	AE6
SIN	AF7
COS	1C30
TAN	1C24
	1C04

adresa	broj bajtova	sadržaj
2800	512	video memorija
2A00	104	promeničiće A-Z
2A68	2	pozicija kurzora u memoriji
2A6A	2	kraj memorije (RAMTOP)
2A6C	2	broj HOME zaštićenih bajta video memorije
2A6E	2	izlazni kriterijum FOR-NEXT petlje
2170	16	alfanumerička promeničiva X\$
2A80	16	alfanumerička promeničiva Y\$
2A91	2	STEP za tekuću poziciju
2A93	2	pozicija tekuće linije u FOR-NEXT
2A95	2	bežik pointér u toku CALL i FOR-NEXT
2A97	2	lokacija od koje treba dampovati
2A99	2	16*ARR\$+16
2A9B	2	adresa NEXT promeničive
2A9D	2	pointér za TAKE
2A9F	2	pozicija linije koja se izvršava
2AA1	2	koristi se u toku FOR-NEXT
2AA3	2	priremeneni SP (kod CALL)
2AA5	2	diferencijator za tastaturu
2AA7	3	"seed" za RND
2AAA	1	koji prolaz kroz asembler (1. ili 2.)
2AAB	1	C, Č, Ž, S postaju C, C, Z, S za bit 7=0
2AAC	124	aritmetički akumulatori i stek Z80A
2BA8	1	horizontalna pozicija teksta (inic. &C)
2BA9	3	link za naredbe
2BAC	3	link za video
2BAF	1	sat radi ako je bit 7 setovan
2BB0	1	brojač za pomeranje slike
2BB1	1	fleg za pomeranje slike
2BB2	1	koliko redova treba dampovati
2BB3	1	OPT pri asembleriranju
2BB4	1	register za REPT
2BB5	1	fleg za štampač
2BB6	125	bafer (koristi se pri padu editora, kod bežik naredbe INPUT i za vreme asembleriranja)
2C36	2	početak bežik programa (početno &2C3A)
2C38	2	kraj bežik programa

### Gde i kako asembler upisuje label/e

U trenutku kada asembler završi posao, sve labele bivaju zaboravljene. Ponekad, međutim, može da bude korisno da bežik program odredi gde se nalazi neki mašinski potprogram označen labelom. Asembler upisuje labele počevši od kraja memorije. Najpre je upisano ime prve labele kao niz ASCII karaktera, od kojih je poslednjem setovan sedmi bit. Iza (tačnije ispred, jer se sve upisuje od viših adresi prema početku memorije) imena sledi dva bajta koja predstavljaju broj dodejjen labeli. Iza toga, bez ikakvog posebnog terminatora, sledi slijedeća... Kraj tabele označen je bajtom nula.

Matematički posmatrano,  $a \cdot b$  je definisano za sve realne brojeve  $a$  i  $b$ , pri čemu  $a$  mora da bude veće od nule ili, eventualno, jednako nuli (tada  $b$  mora biti različito od nule). To znači da PI može da se izračuna. Ovo računanje se, najčešće, obavlja primenom logaritama. O logaritmima čemo reći par reči nešto docijnije; dovoljno je da znate da vaša „galaksija“ sasvim lepo ume da računa  $a \cdot b$  korisćenjem funkcije POW. POW ima dva argumenta koji se nalaze u zagradi i odvojeni su zarezom. Argumenti su, jasno,  $a$  i  $b$ , pa čete 2/3 izračunati tako što ćete otkucati PRINT POW(2,3) i dobiti 8 ili, da ne budemo prestrogi, bar nešto slično tome.

Posle određenog razmišljanja zaključete da  $a \cdot b$  mora uvek da bude negativno da bi  $a$  i  $b$  bilo definisano. Jasno je, na primer, da je  $(-2) \cdot 3 = (-2) \cdot (-2) = -8$ . „Galaksija“, međutim, računa funkciju POW korisćenjem logaritama, pa će PRINT POW( $-2,3$ ) dati grešku. Da ostvarite celobrojno stepenovanje koje radi u svim mogućim slučajevima, moraćete, dakle, da koristite običnu FOR-NEXT petlju za koju ROM 2 nije ni potreban. Dok nekom prijatelju sa ponosom pokazujete vaš ROM 2 koji je „galaksiju“ naučio matematički, možete da se nadete u velikoj nesvojstvenosti pitanje „a kako se računa kubni koren iz 8?“ Ne brinite, „galaksija“ ume i to uz malo programerske veštine. Treba da se prisjetimo prvog paragrafa ovog poglavlja u kome smo rekli da je SQR(4) isto što i  $4 \cdot 0.5 = 4^{(1/2)}$ . Slično tome, i kubni koren iz 8 jednak je  $S^{(1/3)}$ , a sedmi koren iz 1200:  $1200^{(1/7)}$ . Znajući da argumenti u POW mogu da budu i izrazi, lako ćemo napisati program poput sledećega:

```
5 ! RAČUNANJE N-TOG KORENA
10 PRINT "KOJI BROJ TREBA DA KORENUJEM" : INPUT A
20 PRINT "KOJI KOREN TREBA DA IZVADIM" : INPUT B
30 PRINT POW(A, 1/B)
```

Program poput ovoga možemo da koristimo da nademo kvadratni koren. Zato je, onda, potrošen prostor u ROM-u za funkciju SQR? Kvadratni koren je u upotrebi mnogo češće od bilo kog drugog, pa ga većina kompjutera odvojeno realizuje. Osim toga, odaćemo vam i jednu malu tajnu: „galaksija“ računa SQR(X) kao POW(X,0.5)!

### PRINT EXP (1)

„Galaksija“ poseduje i funkciju EXP, koja je, za korisnika koji tek ulazi u svet matematike, specijalan slučaj stepenovanja. EXP(X) je, naime, isto što i  $e^X$ , pri čemu je  $e$  matematička konstanta barem jednako važna koliko i PI. Broj  $e$ , poput broja PI, ne može da se izrazi kao konačan decimalni broj, niti kao razlomak; kažemo da se radi o 'transcedentnoj' konstanti. Prvih nekoliko cifara broja  $e$  su 2.718281828 (može li ovo nekako da se zapamti? Možda i može: u broju  $e$  se dva puta ponavlja 1828, što je godina Tolstojevog rođenja. Ako znate kada je Tolstoj rođen, znate i broj  $e$ . Ako, kao većina „hakera“, znate broj  $e$ , možda ćete zaraditi neki poen na času književnosti). EXP(X) je, dakle, isto što i 2.71828  $\times$ .

Što je potrebna funkcija EXP kada već postoji POW? Odgovor će vas možda zacuditi: EXP je potreban „galaksiji“, bez ove funkcije se, jednostavno, ne može realizovati POW;  $e^X$  je funkcija koja se lako razvija u red i tako izračunava dok ćemo, za nekoliko trenutaka, videti da se POW(a,b) izračunava kao EXP(b\*LN(a)). U međuvremenu vam ostaje da otkucate PRINT EXP(1) i tako saznate sa kolikom tačnošću vaš računar „pamtii“ konstantu  $e$ .

## PRINT 20\*LN (2.367)

Čitaoci ovih redova, baš kao i njihov autor, verovatno pripadaju generaciji koja ne zna šta su to logaritamske tablice i koja koristi kalkulator umesto šibera. Pa dobro, šta su to logaritmi?

Uopšte govoreći, logaritam je funkcija koja ima dva argumenta, **a** i **b**, i koja se piše u obliku  $\log a$ . Obzirom da naša štamparija ponekad pravi probleme sa indeksima, nekoliko ćemo promeniti ovu konvenciju i pomenuti logaritam pisati kao  $\log (b)$  a. Ovde je **a** označen broj čiji se logaritam traži, a sa **b** takozvana „baza logaritma“. Kažemo da je  $\log (b)$  a = c ako je  $b^{c=a}$ . Logaritmovanje je, dakle, operacija inverzna stepenovanju, baš kao što je deljenje inverzno množenju.

Sve će postati mnogo jasnije kada pogledamo jedan primer. Već smo videli da je  $2^3=8$ , što znači da je  $\log (2) 8=3$ . Funkcija  $\log$  može da nam posluži da nađemo eksponent (ovde 3) ako nam je data osnova (2) i rezultat (8). To samo po sebi i nije mnogo korisno, ali treba upoznati još neke fascinantne osobine ove funkcije. Jeste li, na primer, znali da je  $\log (a \cdot b) = \log a + \log b$ ? Da bismo, dakle, pomnožili dva broja treba da nađemo logaritam svakoga od njih, saberemo te vrednosti i, kako bi se to nekada reklo, „antilogaritmuje rezultat“. Znajući da se logaritmi i „antilogaritmi“ lako pronalaze u tablicama i da je lakše sabirati nego množiti, vidimo da logaritmi mogu nečemu i da posluže.

Još bolju primenu su logaritmi našli kod stepenovanja. Treba, naime, znati da je  $\log (a^b) = b \cdot \log a$ , pa ćemo biti u stanju da zamenimo stepenovanje realnih brojeva (čak i  $\pi$ !  $\pi$ ) množenjem koje, ako želimo da idemo do kraja, možemo zamjeniti sabiranjem i još jednim logaritmovanjem.

Pažljiv čitalac će primetiti da smo u zadnja dva pasusa izneverili konvenciju koju smo uveli samo trenutak ranije: umesto  $\log (b)$  a pisali smo  $\log a$ . Šta to može da znači i koliko, najzad, argumenata ima funkcija logaritam? Oblik koji smo najpre napisali je, strogo posmatrajući, pravilniji: logaritam ima dva argumenta, od kojih je jedan baza logaritma. Pokazalo se, međutim, da se u praksi koriste logaritmi sa bazama 10 (LOG ili dekadni logaritam) i e (LN ili prirodnji logaritam). Računar „galaksija“ poseduje samo LN kao češće korišćen logaritam.

Šta da radite ako vam nekada zatreba dekadni logaritam ili logaritam za neku drugu fazu? Nema većih problema ako zapamtite formulu  $\log (B) A = \log N(A)/\log N(B)$  ili otkucate program poput sledećeg:

```
10 P. "KOJI SE BROJ LOGARITMUJE";
20 INPUT A
30 P. "KOJA JE BAZA";
40 INPUT B
50 C=LN(A)/LN(B)
60 PRINT "LOG (";B;"");A; "="; C
```

Ostalo je da kažemo još par reči o „antilogaritmovanju“ i da izložimo jedno ograničenje matematičke prirode. EXP je funkcija inverzna LN, pa bi PRINT EXP(LN( $X$ )), za bilo koje  $X$ , trebalo da dà isto to  $X$  u granicama računske greške. Ovo 'svako  $X$ ' ne treba shvatiti baš bukvalno: argument funkcije LN mora da bude broj veći od nule, što je posledica definicije logaritma i činjenice da je  $a^b$  uvek pozitivan broj.

## Završetak asemblera

Iza poslednje asemblerске naredbe, kao što smo videli u prethodnom primeru, mogu da sledi definicije i početne vrednosti nekih promenljivih, poruke i tabele. Iza poslednje od njih treba dodati programsku liniju u kojoj se nalazi jedino znak  $>$  (veće). Znacima  $>$  i  $<$  je, dakle, otkviren mašinski deo programa. Kada „galaksija“ nađe na  $>$  kontrola se vraća bejzik interpretatoru, dok se oridžin i vrednosti svih labela trajno „zaboravljuju“ (ove vrednosti se, istina, ne brišu, tako da bi vešt programer mogao da iskoristi neku od njih).

Iza kraja asemblera može, kao u prethodnom primeru, da se nađe poziv upravo asembleriranog programa. Umesto toga, početnici će verovatno radije započinjati osnovni bejzik program koji će docnije i po potrebi pozivati asemblerane potprograme. Kada završite razvoj čitavog programa, sačuvajte izvorni oblik, a zatim, pomoću DEL, obrišite čitav asemblerски deo. Mašinske potprograme pripremite tako da se nalaze ispred bejzika, a zatim snimite samo ono što je neophodno za izvršavanje programa. Na taj način će i oni koji nemaju ROM 2 moći da koriste vaš program. Pored toga, samo će zauzimati manje memorije, pa će se brže učitavati sa kasete.

## Postavljanje prekidnih tačaka

U toku razvoja mašinski potprogram neće, jasno, proraditi „iz prve“. Moraćete, dakle, da radite na njegovim ispravkama i modifikacijama. U takvim slučajevima, biće vam neophodno da „zavirate“ u sadržaj registara i flagova u nekoj fazi izvršavanja programa. Za to vam služi naredba REG.

Postavite REG u neki mašinski program i izvršite ga. Kada mikroprocesor nađe na REG, prikazće izveštaj koji se sastoji od sledećih elemenata:

AF	BC	DE	HL	1X	SP
AF'	BC'	DE'	HL'	IY	(SP)

Vidimo, dakle, sadržaje osnovnih i alternativnih registara, oba indeks registra, vrednost stek pointera i poslednji broj koji je stavljen na stek. Računar čeka da pritisnemo bilo koji taster (osim BRK, DEL i LIST) da bi nastavio izvršavanje našeg mašinskog programa.

Iza REG možemo da napišemo dva argumenta razdvojena zarezom. U tom slučaju, dobijamo i damp segmenta memorije koji nas interesuje. Brojevi iza REG predstavljaju početnu adresu bloka i broj redova koje treba prikazati — baš kao kod naredbi DUMP i LDUMP.

Dejan Ristanović

## Ulažne adrese rutina u ROM-u

U sledećoj tabeli su date ulazne adrese važnih potprograma operativnog sistema i ROM-a 2. Razlike u odnosu na tabelu objavljenu u „Računarima u vašoj kući broj 2“ se svode na dodavanje ulaznih adresa matematičkih funkcija. Kod svih trigonometrijskih funkcija i kod POW po pozivu potprograma čija je ulazna adresa data DE treba da pokazuje ASCII string u memoriji koji predstavlja argument u zagradi. Za ostale funkcije argument treba da se nađe na aritmetičkom steku.

Kada bismo ovaj broj šiftovali levo za osam bita, dobili bismo &2D00 što znači da promenljivo STRANA vrednost možemo da dodelimo i sa:  
STRANA EQU RADNI >8<8.

```
PRINT SIN (2*PI/3)
PRINT SIND (60)
A = TG (PI/2)
PRINT TGD (45)
A = COS(PI/3)
PRINT COSD(30)
```

U izrazima može da se pojavi i znak za dolar (\$) koji ima sasvim specijalnu funkciju — njime je definisana pseudo promenljiva koja ima vrednost koju će imati PC kada program, u toku izvršavanja, dođe na to mesto. Naredba LD A,(\$+5) će dovesti u akumulator sadržaj pet bajta udaljene memorijske lokacije \$, dakle, donekle odgovara naredbi PTR bez adresnog dela u bežizku.

### Asemblerске naredbe BYTE, WORD i TEXT

U okviru assemblerskog programa ne sme se nalaziti PRINT, IF ili neka druga bežizk konstrukcija. Asembler, međutim, omogućava umetanje nekih naredbi koje će 280 ne bi razumeo. Dve takve smo već upoznali: ORG i OPT. Preostale tri su BYTE, WORD i TEXT (sličnost sa bežizkom je nemerna).

Ponekad nam je potrebno da u nekom segmentu mašinskog programa umetnemo neki bajt ili par bajtova koji neće predstavljati kodove neke instrukcije. Potrebno nam je, na primer, da definisemo internu promenljivu SPACE koju ćemo koristiti za privremeno smeštanje sadržaja nekog šesnaestobitnog registra. Na kraju mašinskog programa ćemo, posle poslednjeg RET-a, dodati:

Time smo definisali dva bajta kojima možemo da se obraćamo sa LD HL, (SPACE), LD (SPACE), DE ili nekom sličnom naredbom. Početna vrednost promenljive SPACE je &2C3A, ali treba обратити pažnju da će ona ovu vrednost imati samo pri prvom startovanju programa; za docnija startovanja ćemo sami morati da je postavimo.

BYTE, WORD i TEXT se, dakle, koriste za definisanja bajta, reči ili niza bajtova u toku asembleriranja. Sledeci jednostavan program će vam pomoći da shvatite upotrebu ovih naredbi.

```
10 ORG &3000
30 OPT 3
40 DFILE EQU &2800
50 LD A, &C
60 RST &20 ! SISTEMSKI POZIV ZA BRISANJE EKRANA
70 LD HL, PORUKA
80 LD DE, DFILE+231: ! KAO PRINT AT 231
90 LD BC, KRAJ—PORUKA
100 LDIR
110 RET ! POVRATAK U BEŽIZK
120 PORUKA BYTE " "
130 TEXT "GALAKSIJA"
140 BYTE " "
150 TEXT " 8 K ROM"
160 KRAJ
170 >
180 A=USR(&3000)
```

Otkucajte i izvršite program pa će se na sredini ekранa pojaviti tekst „GALAKSIJA“ 8 K ROM. Primetite da je pojava navodnika u poruci omogućena dvema naredbama BYTE u kojima je korišćena konvencija o navodnicima i to na pomalo čudan, ali za računar sasvim prihvatljiv način.

Trigonometrija ... Zvuči zastrašujuće! Bilo bi lako preskočiti ovo poglavje i preći na mnogo lepši naslov 'prosirenja bežizka'. Ipak, obećavamo da poglavje neće biti teško za čitanje i da ne zahteva neko posebno predznanje. Ako izdržite do kraja, bićete u stanju da, na primer, sastavite program koji na ekranu crta vaš bioritam!

Trigonometrija je prilično stara geometrijska disciplina koja se bavi rešavanjem trouglova. Pod rešavanjem trouglova podrazumevamo računanje svih stranica i uglova jednog trougla kada su neki njegovi elementi poznati. Da bi trougao bio potpuno određen, treba poznavati tri njegova elementa. To ne mogu da budu tri ugla (jer je, znajući da je zbir uglova u trouglu 180 stepeni, treći ugao određen čim su poznata dva) niti dve stranice i ugao naspram manje od njih (jer tada mogu da se konstruišu dva trougla koji zadovoljavaju uglove); bilo koja druga kombinacija je dobra. Pokušajte, na primer, da izračunate uglove trougla čije su stranice 10, 20 i 25 cm. Ne ide, zar ne? Videćete da se problem rešava sasvim jednostavno, uz elementarno poznавanje trigonometrije.

Pokušaćemo, napre, da „rešimo“ pravougli trougao sa prve slike. Jedan od uglova pravougliog trougla je poznat (90 stepeni) pa ga odredjuju dva elementa. Ukoliko znate dve stranice, lako ćete da odredite treću značajući Pitagorinu teoremu koja, „hakerski“ iskazana, glasi  $C = \sqrt{a^2 + b^2}$ . No, kako da odreditе uglove trougla? Ili, kako da odredite dve stranice ako je poznata treća i jedan od uglova?

Potrebne su vam formule:

$\sin A = a/c \cos A = b/c \tan A = a/b$   
Ovde je sa A označen ugao između stranica **b** i **c**; slovo 'alfa' bi možda bolje poslužilo, ali je ovako lakše jer vaša „galaksija“, kao i većina računara, nema grčka slova. Bilo kako bilo, sinus ugla je količnik dužina naspramne katete i hipotenuze, kosinus je količnik dužina naglede katete i hipotenzue, a tangens količnik dužina naspramne i naglede katete. Setimo se malopređašnjeg problema. Neka je ugao A 20 stepeni a stranica **b** 10 cm. Tada je  $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ . Bilo koji džepni kalkulator sa funkcijama će nam reći da je, iz ovih formula,  $c = 10.6418$  cm i  $a = 3.6397$  cm.

Pre nego što napišemo program koji će rešiti problem, treba da upoznamo novu jedinicu za izražavanje uglova — radijan. Izražavanje uglova u radijanima ima mnoge prednosti u odnosu na izražavanje u stepenima, kada se radi o numeričkoj analizi i, posebno, rešavanju transcedentnih jednačina. Za početnika je jednostavnije da uglove izražava u stepenima, jer je na njih navikao. „Galaksija“ omogućava obe jedinice: ukoliko je ugao izražen u radijanima, njegov sinus ćemo računati sa  $X = \sin(A)$ . Ukoliko je A u stepenima, koristićemo

$X = \text{SIND}(A)$  (D dolazi od reči „degree”, stepen). Na raspolaganju su nam i funkcije  $\text{COSD}$ ,  $\text{COSD}$ ,  $\text{TG}$  i  $\text{TGD}$ . Ukoliko nam nekada zatreba da izvršimo konverziju manualno, 180 stepeni je isto što i  $\pi$  radijana. „Galaksija“ može da nam pomogne pri ovoj konverziji — ROM 2 dodaje pseudo promenljivu  $\pi$  koja ima vrednost ove poznate konstante. Prvi desetak decimala broja  $\pi$  je 3.141592654, a vi otkucajte  $\text{PRINT PI}$  da vidite kako ga „galaksija“ pamti.

Sledeći program ilustruje neke osnovne trigonometrijske relacije na „galaksiji“:

```

10 PRINT "UNESI KATETU B"; : I, B
20 PRINT "UNESI UGAO A"; : I, A
30 C=B/COSD(A)
40 PRINT "HIPOTENUZA JE"; C
50 Z=B*TGD(A)
60 PRINT "KATETA A JE"; Z
70 Y=90-A
80 PRINT "UGAO B JE"; Y

```

Znanje koje smo stekli nam i dalje ne omogućava da rešimo svaki pravouglj trougao. Ponekad ćemo, naime, iz formula koje imamo izračunati  $\sin$ ,  $\cos$  ili  $\tg$  nekog ugla i poželeti da odredimo sam taj ugao. Za to nam služe inverzne trigonometrijske funkcije  $\arcsin$ ,  $\arccos$  i  $\arctg$  (čita se ‘arkus sinus’, ‘arkus kosinus’ odnosno ‘arkus tangens’).  $\text{PRINT TG(ARCTG(X))}$ , u granicama računske greške, daje  $X$  za bilo koju vrednost promenljive  $X$ .

## PRINT ARCTG (PI/4)

Poput većine računara, „galaksija“ od inverznih trigonometrijskih funkcija ima jedino arkus tangens. Razlog leži u tome što je izuzetno jednostavno naći arkus sinus i arkus kosinus nekog ugla ako znamo njegov arkus tangens. Važi, naime,  $\arcsin x = \arctg(x/\sqrt{1-x^2})$ , odnosno  $\arccos x = \arctg(\sqrt{1-x^2}/x)$ . Vama ostavljamo da napišete program koji bi ovo potvrdio; za kontrolu će vam poslužiti neki kalkulator ili uredeni osećaj za proporcije u trougлу.

Dva upozorenja vezana za inverzne trigonometrijske funkcije: ARCTG vraća ugao u radijanima. Ako želite rezultat u stepenima, iskoristite  $\text{PRINT ARCTG(X)*180/Pi}$ . Obzirom na opšte poznatu činjenicu da je bilo koja kateta u trouglu kraća od hipotenuze, sinus i kosinus ugla su uvek manji od jedan (za tangens ovo ograničenje ne važi). Ako pokušate da simulirate  $\arcsin x$ , gde je  $x$  veće od 1, dobijete poruku o grešci jer će računar pokušati da nađe koren negativnog broja ( $1-x^2$  je manje od nule ako je  $x$  veće od jedan).

Došli smo, naišao, i do rešavanja bilo kog trougla. Za to nam služe sinusna ( $a/\text{SIN}(A) = b/\text{SIN}(B) = c/\text{SIN}(C)$ ) i kosinusna ( $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cdot \text{COS}(A)$ ) teorema. Iako su relacije jednostavne, predložili bismo vam da zavirite u neki udžbenik srednjoškolske geometrije pre nego što ih primenite; ne možete, na primer, da očekujete da nađete uglove trougla čije su stranice 10, 20 i 100 cm jer takav trougao, jednostavno, ne može da postoji! Postoje mnoga ograničenja poput ovoga: ukoliko ih ne poznajete, vaša „galaksija“ će stalno ispisivati WHAT? i HOW? iako je program ispravan.

## Funkcija ABS

**PRINT ABS (100)**  
**PRINT SQR (ABS(A))**

Uspeli smo da grupišemo matematičke funkcije u nekoliko poglavja, ali je najjednostavnija od njih ostala sasvim usamjena. ABS (x) daje, naime, apsolutnu

```

40 SCF
50 ULAZ LD A, &10
60 ! OSTATAK PROGRAMA
RUN

```

labela ULAZ dobija vrednost &3001 (lokacija &3000 je popunjena kodom instrukcije SCF). Labele koje su dobile vrednost na ovaj način se najčešće koriste kod CALL i JUMP naredbi.

Asembler je opremljen potprogramima za obavljanje računskih operacija koje su potrebne pri radu sa mašinskim jezikom. Sva aritmetika je, po prirodi, celobrojna i nije povezana sa aritmetikom koju koristi bežik; bežik promenljive nisu raspoložive u asembleru, kao što labele nisu raspoložive u bežiku.

Izračunavanje izraza se vrši sa leva u desno, pri čemu zagrade nisu dozvoljene. U izrazu mogu ravnopravno da se koriste celobrojne konstante i imena labela. Na raspolaganju su sledeće operacije:

+	celobrojno sabiranje
-	celobrojno oduzimanje
=	logičko „i“ (AND)
<n	siftovanje na levo za n mesta
>n	siftovanje na desno za n mesta

Sabiranje i oduzimanje ne zaslužuju poseban komentar. Minus može da se koristi i kao unarni operator promene znaka, mada je jasno da se umesto  $-2$  uvek može iskoristiti &FFFE.

Logičko množenje (AND) se obavlja bit po bit. Da bismo upoznali njegovo dejstvo, proučićemo primer:

KRAJ EQU &2C3A &1FA0

Prikažimo najpre brojeve &2C3A i &1FA0 binarno. Dobijamo

```

&2C3A = 0010 1100 0011 1010
&1FA0 = 0001 1111 1010 0000

```

```

KRAJ = 0000 1100 0010 0000
      = 0   C  2   0

```

Labela KRAJ je, dakle, dobila vrednost &0C20. Moramo, međutim, da kažemo da se logičko množenje retko koristi za ovako „opšte“ operacije — njegova slovna primena je pri takozvanom „maskiranju“.

Ponekad će nam, naime, biti potrebno da izdvojimo nekoliko bitova neke vrednosti, a da ostale zanemarimo. Prepostavimo, na primer, da želimo da labela STRANA dobije vrednost adrese početka strane na kojoj se nalazi labela RADNI (svaka strana memorije ima 256 bajtova). Ukoliko, na primer, RADNI ima vrednost &2DAD, STRANA treba da dobije vrednost &2D00. Potrebno nam je, dakle, da izdvojimo osam signifikantnijih bitova labele RADNI. Za to će nam poslužiti: STRANA EQU RADNI ||&FF00

&FF00 će (napišite brojove binarno i to proverite) zakloniti niži bajt labelе RADNI (bilo koji broj logički množen sa nulom daje opet nulu), dok će &FF ostaviti više bajt nepromenjenim.

Šiftovanje ćemo takođe upoznati na primeru:

STRANA EQU RADNI >8

Neka RADNI ima vrednost &2DAD kao u prethodnom primeru. Prikazan binarno ovaj broj glasi:

&2DAD=0010 1101 1010 1101

## PROŠIRENJE BEJZIKA

Bejzik interpretator koji je ugrađen u ROM 1 je pisan sa težnjom da zauzme što manje memoriskog prostora. Zbog toga su korisnici „galaksije“ lišeni određenog broja standardnih naredbi i funkcija. Uložen je, međutim, maksimalan trud da se ostave one naredbe koje će omogućiti veštrom programeru da sintetizuje sve bez čega je ostavljen. Dodatkom ROM-a 2 situacija se uneškolo popravila ali su i njegova 4 kilobajta bila jedva dovoljna za asembler i brojne matematičke funkcije. Ponovo smo bili u situaciji da biramo bejzik dodatke koji će biti od najveće moguće pomoći, ali pre svega onima koji žele da pišu mašinske programe.

### Brisanje segmenta i prenumeracija

#### DEL 100,200

„Galaksija“ će, prirođeno, prijaviti greške u slučajevima kada neka viša akcija nije bila propisna. WHAT? je standardna poruka koja će se pojaviti kada upotrebite nepostojajuću instrukciju. HOW? će nastupiti ako, na primer, upotrebite JR tako da pokazuje na instrukciju koja je izvan domena relativnog skoka, a SORRY ako se tabela vrednosti labela „sudari“ sa bejzik programom. U svakom slučaju biva prikazana linija u kojoj je nastupila greška sa upitnikom na njenom početku. Iskoristite standardnu „galaksijinu“ naredbu EDIT ili prekucajte pogrešnu liniju a zatim ponovo startujte program.

#### Labele i aritmetika

„Galaksijine“ labelle su reči proizvoljne dužine (sva slova su značajna tj. labela RACUN se razlikuje od labela RACUNAJ) koje počinju slovom a dalje se sastoje od slova i brojeva. Svakoj od njih se dodeljuje ceo broj uz poštovanje „galaksijinih“ internih konvencija o kojima smo već dosta govorili. Rezervisane reči asemblera ne smeju da se koriste kao imena labela (ako iskoristite labelu HALT računar neće moći da je razlikuje od odgovarajuće mašinske instrukcije) ali o tome ne treba mnogo da brinete: upotrebite labelu koja vam je potrebna a locirati sve greške i promeniti nazive.

Vrednost može da se dodeli labeli samo jednom u toku asembleriranja i to isključivo na jedan od dva načina: pomoću EQU ili prostim navođenjem na početku neke linije.

Korisiteći EQU dodeljujemo labeli vrednost neke konstante ili izraza. Opšti oblik je:

labela, EQU „izraz, (npr. START EQU &2C3A).

Navodeći labelu na početku neke linije dodeljujemo joj vrednost koju će registrar PC imati u trenutku kada nađe na to mesto pri docnjem izvršavanju tog programa. U programu:

10 <  
20 ORG &3000  
30 OPT 3

Mašinski programi se, u odnosu na odgovarajuće bejzik rutine, sastoje od velikog broja kratkih naredbi. Obzirom da, kao što ćemo videti, svaka programska linija sme da sadrži samo jednu asemblersku instrukciju, očekujemo programne sa mnogo linija. Ukoliko poželite da obrišete veći segment ovakvog programa, naci ćete se u velikoj nevolji. Lepo je što znate da brojte od 1000 do 10000 u intervalima po 10, ali nije praktično da to znamje potvrđujete previše često! Nikakva programerska „caka“, pa čak ni normalna upotreba naredbi BYTE i WORD, ne može da obriše veliki segment linija. To je dovoljan razlog da u ROM-u 2 podržimo naredbu DEL (DELETE = obriši).

DEL ima dva argumenta koji se razdvajaju zarezima. DEL 1000,10000 će, na primer, obrisati sve linije između 1000 i 10000 uključujući i ove dve. Napominjemo da je DEL destruktivna funkcija — ne postoji apsolutno nikakav način da povratite linije obrisane pomoću nje. Pre nego što pritisnete ENTER, treba, dakle, da dobro proverite granice i uverite se da u okviru neke od njih ne postoji višak ili manjak cifre (100 umesto 1000 će vas „zaviti u crno“!). Da bi se bar unekoliko umanjio rizik koji nosi ova naredba, „galaksija“ strogo proverava njenu sintaksu: ukoliko ma koja od dve linije pomenute u DEL ne postoji, biva prijavljeno HOW? bez ikakvih loših posledica po program u memoriji.

#### REN 100

Programiranju u asembleru namenjena je i naredba REN (RENUMBER = prenumerisati). U asembleriskim programima se, naime, koriste samo labelle, pa linjski brojevi nisu mnogo bitni. Ovi brojevi, međutim, ponekad mogu da budu i velika smetnja: pišući mašinski program, često ćemo poželjeti da umetnemo pedeset instrukcija između dvadesete i dvadeset pete linije!

REN 100 će nam pomoći u takvim situacijama: ova naredba vrši prenumeraciju celog programa tako da linjski brojevi budu 100, 200, 300 ... Uместо REN 100, možemo da koristimo REN 10 (linije će biti 10, 20, 30 ...), REN 50 (50, 100, 150 ...), REN 72 ili nešto slično.

Naredba REN ne sme da se koristi za prenumeraciju bejzik programa. Za ove programe su linjski brojevi veoma bitni: ukoliko je postojala, naredba GOTO 125, a linija 125 posle prenumeracije dobije oboležje 500, GOTO 125 će dovesti do greske HOW? ili do potpuno pogrešnog izvršavanja programa. REN će, dakle, pretvoriti bejzik program koji dobro radi u galimatijas, osim ako se odlučite da ručno promenite sve GOTO i CALL i neke TAKE naredbe i tako ih uskladite sa novim brojevima. Obrzirom da „galaksija“ nema naredbu AUTO, koja bi olakšala kucanje programa sa „okruglim“ linjskim brojevima, ne čini nam se da je trud utrošen na prenumeraciju dužeg programa (čak i kad on treba da bude objavljen u nekom časopisu) uopšte isplativ!

Potrudili smo se da vas na najbolji mogući način zaštитimo od slučajnog kucanja naredbe REN. Pre svega, „galaksija“ interpretira R. kao RUN a RE. kao RETURN. čak i ako otkucate REN, računar će prijaviti grešku ukoliko ne sledi propisan broj (normalno bi bilo da se, ako broj nije naveden, podrazumeva 10). Kada, međutim, otkucate REN i pritisnete ENTER, povratka na staro nema — najbolje je, zato, da program prethodno snimite na kasetu.

Treba pomenući još jednu „situaciju“: linijski brojevi naredbi mogu da budu naviše 32767; ukoliko upotrebite REN ne uvažavajući ovo ograničenje (REN 250 kod programa koji ima nekih 140 linija) dobijete program na čijem su kraju linije sa negativnim brojevima! U ovakvom slučaju možete da spaseće program: jednostavno ponovo otkucajte naredbu REN sa nekim manjim brojem iza nje.

## Konvencija o navodnicima

**A = „X“**

Navodnici se u bežiku koriste kao graničnici alfanumerika. Nema, zato, smisla napisati  $A = 10 + „X“$  jer broj i string ne smeju da se sabiraju. Ukoliko, međutim, otkucate ovakvu naredbu kada je u vašoj „galaksiji“ ROM 2, neće se pojaviti nikakvo WHAT?; računar će prikazati uobičajeno READY. Kolika je vrednost promenjive A? Otkucaćemo PRINT A i dobiti 98. Svari počinju da bivaju jasnije: ASCII kod slova X je 88 a „galaksija“ mu je dodala 10.

Prilikom izračunavanja nekog aritmetičkog izraza možete, umesto broja ili funkcije, iskoristiti navodnike između kojih se nalazi neki string. Funkcija će vratiti ASCII kod prvog znaka u tom stringu. Umesto da, na primer, kucate CP 88 u nekom mašinskom programu, napisacete CP „X“. Na taj način ćete najpre sebi olakšati posao, a zatim omogućiti nekom drugom da razume čemu ta naredba služi: vi, zapravo, ne poređite akumulator sa 88, već ASCII kodom slova X — zašto da to i ne naglasite?

Sličnom logikom možete da se vodite i pri pisanju bežik programa: BYTE &29FF „A“ će ispisati na samom kraju ekranu slovo A, ne izazivajući pomeranje slike (ovo iz programa ne može da se postigne ni na koji drugi način).

Problem može da nastupi ako želite jednostavno da znate ASCII kod nekog znaka. Ne smete da otkucate PRINT „X“, jer ćete na ekranu dobiti obično slovo X. Jedno od rešenja je da otkucate  $A = „X“$ ; PRINT A ili postoje i dva duhovitija:

Otkucajte PRINT 0 + „X“ i pritisnite ENTER. „Galaksija“ će, analizirajući uneti izraz, najpre detektovati nulu kao brojni podatak. Odatile će izvesti zaključak da se ne očekuje alfanumerik i pozvati sistemski potprogram za izračunavanje vrednosti izraza. Ovaj potprogram će, jasno, znati da je  $0 + „X“$  isto što i  $0 + 88$  i prikazati na ekranu ASCII kod slova X.

Drugi način je još lakši — otkucaćemo PRINT %, „X“ i dobiti &0058. ASCII kod slova X je, dakle, &58 što je, kada se prevede, isto što i 88 dekadno. Dobra ili loša (zavisi kako posmatrate stvar) strana ovoga metoda je, dakle, što ASCII kod biva izražen heksadecimalno. Potrebno je, ipak, da malo bolje objasnimmo znak % koji smo upravo upotrebili: i on je jedna od novina koje donosi ROM 2.

## Prikazivanje heksadecimalnih brojeva

**PRINT% (&2C3A)**

PRINT &3F će, kao što znamo, dati prevod heksadecimalnog broja 3F u decimalan zapis.

Kada je god u nekom izrazu moguće napisati decimalan broj, možete da napišete & i neku heksadecimalnu konstantu (svako pravilo ima po neki izuzetak, pa tako i ovo: heksadecimalna konstanta ne sme da se navedi iza NEW i OLD). Obrnuta konverzija, međutim, nije moguća na standardnoj „galaksiji“. Dok radite sa mašinskim jezikom, često ćete poželjeti da je primenite, jer većina tabela operiše sa heksadecimalnim brojevima. Zato je znak za procenat (%) rezervisan za prevodenje decimalnih brojeva u heksadecimalne. Jasno je da ovaj znak može da ima smisla jedino kod PRINT naredbe.

Područje video memorije i sistemskih promenljivih je dostupno ali opasno: video memorija se stalno menja ako zahtevamo listing programa, područje numeričkih varijabli i buffer za tastaturu su dostupni bez opasnosti, dok je ostatak manje-više zabranjen. Programi se obično upisuju od &2C3A ali ne treba zaboraviti da u tom slučaju bežik treba da bude pomeren sa NEW 100, NEW 100 ili nečim sličnim; u protivnom će rastući mašinski program „pojesti“ svoj izvor sa nepredvidljivim ali uvek vrlo neprijatnim rezultatima.

Smeštanje mašinskog programa na sam kraj memorije je sasvim moguće, ali uz razumevanje jednog ograničenja. „Galaksiji“ je potreban prostor za smeštanje imena labela i njihovih adresa. Za ovo se koristi prostor ispod RAMTOP-a. Ukoliko ovde smeštate mašinac nastaje totalna konfuzija. Osim toga, asembleriranje će svakako uništiti određen broj elemenata alfanumeričke matrice X\$(I) i/ili elemenata numeričkog niza A(I).

Problem se rešava na jedan od dva načina. Pre asembleriranja možete da promenite RAMTOP (sistemska promenljiva na adresi &2A6A) i tako zaštite važne podatke ili zonu na kraju memorije u koju će mašinac biti smešten.

Druge rešenje je relocirano upisivanje programa u memoriju. Program se asemblerira tako da mu je oridžin, na primer, &3FA0 a upisuje &500 bajtova niže. Po završetku asembleriranja ovaj program premeštate na pravo mesto primenom FOR-NEXT petlje ili snimate na kasetu, a zatim relocirano upisuјete sa OLD 1280. Pri ovakvoj egzibiciji neophodno je dobro paziti na to da ORG pokazuje adresu na kojoj će se program izvršavati (u našem slučaju &3FA0), dok će se relociranje postići primenom komande OPT.

## Komanda OPT

Kao i ORG, OPT je opisna komanda koja ne rezultira smeštanjem nekog bajta u memoriju; ona jedino govori računaru koju od opcija asembleriranja da izabere.

OPT ima dva argumenta razvojena zarezom: OPT n, r. Prvi argument je obavezan a drugi neobavezan: moguće je, dakle, upotrebiti OPT n. Suprotno uobičajenom redu stvari, objasnićemo najpre drugi argument jer je neposredno povezan sa sadržajem prethodnog poglavija.

Šlovo r simbolizuje broj bajtova za koji treba relocirati mašinski program pri upisu u memoriju. Sekvencu:

```
10<
20 ORG &2C3A
30 OPT 3,&1000
40! OSTATAK PROGRAMA
```

koristimo da asembleriramo program koji će pri izvršavanju biti smešten od &2C3A, ali će u toku asembleriranja biti upisivan od &3C3A (&2C3A + &1000). Argument r može da bude i negativan (npr. OPT 3,—&100 bi upisivalo program 256 bajta pre ORG-a) uz uvažavanje „galaksijine“ predstave brojeva. U granicama o kojima ćemo govoriti u sledećem poglaviju r može da bude i izraz.

Argument n je ceo broj između 0 i 7. Odredicete sa konsultujući sledeću tabelu:

n	Funkcija
1	asemblerski listing se prikazuje na ekranu
2	rezultujući mašinski program se upisuje u memoriju
4	asemblerski listing se ispisuje na štampaču

nekih „specijalnih efekata“, kao što je postavljanje prekidnih tačaka u programima.

„Galaksijin“ asembler je organizovan tako da se mašinski programi pišu kao deo bejzika. Time je, najpre, ušteden prostor jer nije bilo neophodno sastavljati novi editor, a zatim olakšano pisanje bejzik programi sa mašinskim potprogramima, što će verovatno najviše interesovati početnike. Da bi se prevazišlo ograničenje nastalo zbog toga što, u ovakvoj organizaciji, nije moguće pisati program koji će se smeštati u svaki segment memorije (npr. programa koji će se upisivati od linka za video), omogućeno je relocirano asembliranje, dopunjeno programom za relocirano snimanje koji smo dali u „Računarima 2“.

Mašinske programe pišete, dakle, poput bejzik programa: svaka linija počinje brojem, sledi (neobavezna) labela iza koje mora da se nade bar jedan blanko simbol. Zatim pišemo standardnu mnemoničku skraćenicu instrukcije, a iza nje, ukoliko je potrebno, adresni deo. Adresni deo je od instrukcije odvojen bar jednim blankom simbolom. Iza instrukcije sledi (neobavezni) komentar koji počinje uvičnikom. Dozvoljeno je postojanje višeg broja instrukcija u jednu liniju. Evo nekoliko primera korektno napisanih linija:

```
100 SCF
100 LD Ai (HL)
100 I POČETAK PROGRAMA
100 CIKLUS PUSH BC
100 PROVERA
100 I PROVERA
100 PROVERA CP „A“ ! DA LI JE A?
```

A zatim i nekoliko nepravilnih linija:

```
SCF
100 LDA $10
100 PRVA PROMENA
100 SCF:ADC (HL)
100 EX BC, DE
100 1CIKLUS
```

nedostaje broj  
nema blanka između LD i A  
blanko u labeli ili komentar bez!  
dve instrukcije u liniji  
nepostojeca instrukcija  
ime labela ne sme da počinje cifrom

### Početak asemblera

Asembleri programi se, kako rekosmo, uklapaju u bejzik. Da bi rekli računaru kada započinje mašinski potprogram, tj. kada treba da aktivira ROM 2, iskoristimo programsku liniju na čijem se početku nalazi znak (manje). U tu liniju nećemo više ništa upisivati, tako da se u docljenjem listingu lako uoči mašinski potprogram. Od momenta kada „otvorimo asembler“ više ne radimo na bejziku — naredbe PRINT, STOP, IF i slične će izazvati grešku ili biti interpretirane kao labele. Na raspolažanju su nam jedino komande koje će biti opisane u daljem tekstu.

Prva naredba mašinskog segmenta treba da bude ORG (origin, početak). Iza ove naredbe stavljamo adresu (dekadnu ili, ako joj prethodi &, heksadecimalnu) na koju treba da bude smešten mašinski program. ORG &3000 će, na primer, smeštati mašinski program tako da počinje od &3000, pa čemo docnije moći da ga pozovemo sa A=USR(&3000). Treba, međutim, da pazimo gde smeštamo mašinski program!

Smeštanje na adresu 0-&1FFF (prostor koji zauzimaju ROM 1 i ROM 2) ne može da donese nikakve probleme ali ni koristi: „Galaksija“ pokušava da upiše nešto u ROM i u tome, na svu sreću, ne uspeva. Smeštanje programa u prostor latcha i tastature je korisno jedino ako želimo da vidimo naš računar u haosu.

PRINT % izraz će, dakle, izračunati (izraz) i pretvoriti ga u četvorocifreni heksadecimalni broj koji će biti prikazan na ekranu uz vodeće & kako bi se izbegla zabuna. Neke od vodećih cifara mogu da budu nule, i to ponajviše zbog „galaksijine“ konvencije o celim brojevima. Sa korisničke tačke gledišta, „galaksija“ ne operiše sa celim brojevima: sve promenljive čuvaju brojeve u takozvanom pokretnom zarezu. Za interne potrebe „galaksija“, međutim, koristi cale brojeve prikazane binarno u potpunom komplementu (ukoliko vam reći „potpuni komplement“ i „pokretni zarez“, ništa ne znaće, zanemarite ostatak ovoga pasusa). Brojevi manji od &8000 su pozitivni (bit 7 više bajeza veće težine resetovan), a konstante veće do &8000 su negativne. Zato će PRINT MEM, ukoliko imate memorijsko proširenje od 48 Kb, dati utisak ne samo da nemate memoriju, već i da je nekome dugujete! Ovaj problem rešavate tako što uz ROM 2 kucate PRINT %MEM i interpretirate dobijenu heksadecimalnu vrednost kao broj slobodnih bajtova ili, ako ne želite da imate posla, sa heksadecimalnim brojevima, PRINT MEM+65536 (odakle li je došao broj 65536? To je 2<sup>16</sup> ili 64 Kb). Na sličan način možete da koristite i PRINT %WORD(&xxx) i tako izbegnete mnoge neprijatne situacije.

### Prikazivanje sadržaja memorije

## DUMP & 1000,212

Često je potrebno prikazati sadržaj niza sukcesivnih memorijskih ćelija. To može da se učini uz pomoć FOR-NEXT petlje, ali je takvo rešenje „sirotinjsko“, sporo je i zahteva mnogo kucanja. Zato je u ROM-u 2 našla mesto naredba DUMP koja ima dva argumenta odvojena zarezom.

DUMP x,n prikazuje sadržaje memorijskih ćelija počevši od one čija je adresa x. Prikazuje se sadržaj osam ćelija u svakom redu, pri čemu se na početku svakog reda nalazi adresa njegove prve ćelije. Bice prikazano n redova (n može da bude najviše 255), tj. dampovan 8-n bajtova počevši od onoga čija je adresa x. Sve konstante se prikazuju heksadecimalno, dok x i n mogu da budu dekadni ili (ako nekom od njih prethodi &) heksadecimalni brojevi, pa čak i izrazi.

Otkucajte, na primer, DUMP &1000,200 i na ekranu će biti prikazano prvih 1600 bajtova ROM-a 2. Cifra će, narevno, biti previše da biste ih pratili (sa razumevanjem tih cifara ćete još malo pričekati — treba da naučite mašinski jezik) pa ćete morati da pritisnete DEL (privremeni prekid prikazivanja) ili BRK (trajni prekid i poruka READY).

Dampovanje memorije se najčešće koristi za traženje nekog dela mašinskog programa. Traženje neke naredbe u bejzik programu je daleko lakše ako pročitate sledeće poglavije.

### Traženje stringa u bejziku

## / „GALAKSIJA“

„Galaksija“ čuva bejzik programe u memoriji na jednostavan i prirođan način — bajt po bajt. Zato nije bilo ni malo teško realizovati funkciju koja će vam pomagati pri traženju nekog teksta u bejzik programu. Ovakva funkcija postaje apsolutna nužnost kada se prede na asembler sa mnoštvom labela.

Želeli smo da se nova funkcija što lakše koristi, pa smo za nju morali da iskoristimo neki nešifrovani specijalni znak. Jedini slobodan je kosa crta (/). Otkucajte, dakle, /PRINT i „galaksija“ će izlistati sve programske linije u kojima se nalazi reč PRINT (ne i one u kojima je P., PR. ili nešto slično); ako ih ima previše, možete da koristite DEL da usporite prikazivanje.

Pomoću / možete da tražite bilo koju programsku naredbu, imajući promenljive, komentare ili, jednostavno, bilo koji deo bejzik program. Nije moguće tražiti jedino programske linije, ali takvo traženje i nema smisla; ako znate broj neke linije, možete da iskoristite LIST da je vidite.

# PODRŠKA PORTA I ŠTAMPAČA

ROM 2 je softversko proširenje „galaksije“, što znači da je bilo hardverskih i da će ih biti još više. Takva proširenja se priključuju na port za ekspanziju koji je smešten sa zadnje strane računara. Da bi takva proširenja bila na najbolji mogući način kontrolisana, ROM 2 je opremljen naredbama INP i OUT. Pošto je štampac najpotrebnija periferijska jedinica koja pretvara kompjuter u nešto korisno, podržali smo rad sa njim u ROM-u. Ukoliko u ovom trenutku nemate nikakav uređaj koji biste priključili na vašu „galaksiju“, ne smatrajte da je prostor u ROM-u 2 koji opisujuemo bačen — vaš računar je donedavno imao i jedno prazno podnožje, pa ste ga popunili ovim ROM-om; na sasvim sličan način ćete uskoro „popuniti“

## Naredbe INP i OUT

### X=INP (10) OUT 10,&FF

Mikroprocesor Z80A može da opsti sa periferijskim uređajima na dva načina: preko memorijске i input/output (ulazno/izlazne) mape. Opštenje preko memorijске mape se zasniva na tome da memorijска lokacija &FFFF, na primer, deluje na neki priključeni relej. Tada će BYTE &FFFF,1 uklijučiti a BYTE &FFFF,0 isključiti uređaj koji je kontrolisan relejom. Kontrola uređaja uz pomoć memorijске mape nije uvek sjajno rešenje: šta ako imamo pun adresni prostor popunjjen ROM-om i RAM-om? Zato su konstruktori mikroprocesora predviđeli još jednu, I/O mapu, koja ima 256 celija koje nazivamo portovima. Neki periferijski uređaj može, na primer, da bude konstruisan tako da ga upis broja &FF u port nula uključuje, a broja &00 u isti port isključuje. Komunikacija može da bude i dvostrerna: priključeni uređaj može da saopštava neke informacije koje će kompjuter „čitati“ iz nekog drugog (ili tog istog) porta. EPROM programator, na primer, može da prima od računara sadržaj koji treba programirati ili da izveštava kompjuter o njegovom sadržaju.

Ni jednom od I/O portova ne može da pridete naredbom BYTE ili WORD. Da biste iz bežika pročitali sadržaj nekog porta, koristite funkciju INP a da biste upisali nešto u port — naredbu OUT.

Funkcija INP ima jedan argument koji se obavezno nalazi u zagradi — broj porta koji je između 0 i 255. PRINT INP(10) će, na primer, prikazati sadržaj desetog porta. Naredba OUT ima dva argumenta odvojena zarezom. Prvi od njih predstavlja broj porta (0—255), a drugi sadržaj koji treba upisati u port (obzirom da svaki port predstavlja jednu memorijsku čeliju, i ovaj sadržaj mora da bude između 0 i 255 odnosno, što je isto, 0 i &FF). OUT 100,&FO upisuje konstantu &FO u port čiji je broj 100. Umesto ovoga oblika, mogli smo da koristimo i OUT &64,&FO ili OUT 100,240.

Port broj 255 namenjen je radu sa štampačem i treba izbegavati njegove druge primene. Kada je bit 7 ulaza sa porta &FF resetovan, štampač je spreman za prijem sledećeg znaka, a ako je setovan, „galaksija“ treba da sačeka.

## Podrška štampača

### LPRINT „GALAKSIJA“

Bilo koji standardni matični štampač može da se poveže sa računarcem „galaksije“ može preko Centronics interfejsa, koji se dokupljuje ili gradi kao posebna opcija, da se poveže sa bilo kojim standardnim matičnim štampačem. Od tog trenutka možemo da štampano program, rezultate njihovog izvršavanja, segmente memorije i asemblerne rutine. Sve ovo nam omogućavaju naredbe LPRINT, LLIST i LDUMP koje dodaje ROM 2.

LPRINT je, u suštini, isto što i PRINT, s tim što se sadržaj liste prikazuje na štampaču umesto na ekranu. Iza ove naredbe sledi lista koja liči na onu iz „običnog“ PRINT-a, osim u jednoj sitnici: iza LPRINT sme da se nalazi samo jedan element. To može da bude promenljiva, izraz, alfanumerički ili CHR\$(x), ali nije dozvoljeno navoditi nekoliko podataka koji bi bili razdvojeni zarezom ili tačkom i zarezom. Nije, takođe, dozvoljeno koriscenje naredbe LPRINT AT. Ukoliko vam je ona neophodna, ispišite niz blankova ispred teksta koji treba stampati.

Većina štampača prihvata različite kontrolne kodove koji određuju neke njihove funkcije: tip slova, broj redova na strani, širina papira ... Ovi kodovi se nalaze u uputstvu za korišćenje vašeg štampača i „galaksije“ će biti srećna da ih pošalje preko LPRINT CHR\$(x). Treba obratiti pažnju na manji bas „galaksijinog“ operativnog sistema koji onemogućava da se pošalje CHR\$(0). Ovo je bag ubičajen za Microsoftov bežik, pa svi štampači dozvoljavaju korišćenje nekog drugog koda umesto nule sa istim efektom.

Da bi se na štampac preneo sadržaj ekranu na kome je nešto crtano primenom naredbe DOT, potrebno je posedovati printer opremljen takozvanom „blok grafikom“. Kod ovakvog printer kodovi 128—192 daju blokove koji odgovaraju organizaciji „galaksijine“ video memorije. Preciznija obaveštenja o ovoj organizaciji su već objavljena i biće ponovljena u okviru uputstva za upotrebu oficijelnog štampača.

### LLIST LLIST 1000

Naredba LLIST omogućava prenošenje čitavog programa ili jednog njegovog dela na papir. Upotreba je jednostavna: otkucajte LLIST i pritisnite ENTER. Listanje će trajati sve dok je ENTER pritisnut; njegovo otpuštanje izaziva privremeni, a pritisak na BRK trajan prekid rada štampača. Iza LLIST može da sledi naredbe od koje listanje treba da počne.

### LDUMP 0,10

Naredba LDUMP je potpuno identična već opisanoj DUMP, s tim što se sadržaj šalje na printer i na ekran. LDUMP 0,512 će, na primer, ispisati heksadecimalni sadržaj ROM-a 1. U podršku štampača spada, strogo gledajući, i jedna od opcija asemblera (OPT 4). Ova mogućnost će biti objašnjena nešto dočnije.

Ukoliko ste dovoljno nestripljivi da isprobate sve pomenuće naredbe bez štampača, „galaksija“ će se blokirati, ali će je BRK ili RESET vratiti u normalno stanje.

### Tretiranje slova Č, Č, Ž i Š

Set znakova računara „galaksija“ je, kao što znamo, doupljen našim latiničnim slovima. Većina raspoloživih štampača, međutim, ima malo razumevanja za naše probleme ovoga tipa — ASCII kodovi 91—94 koji, u „galaksijinom“ setu, odgovaraju našim slovima, izazivaju štampanje specijalnih simbola, najčešće strelicu. Listing programa koji sadrži naša slova bi, dakle, izgledao u najmanju ruku smešno!

Da bi se izbegao ovaj problem, „galaksija“ umesto slova Č i Č štampa C, umesto Ž štampa Z dok S zamjenjuje Š. Ova konvencija može da bude nepriyatno ukoliko nabavite štampač sa našim setom karaktera ili promenite EPROM u štampaču. Ukoliko želite da isključite pomenutu pogodnost, otkucajte BYTE &2AB,1 a ponovo da je uključite — BYTE 2AB,0.

### ASEMBLER

U ROM 2 je ugrađen originalni asembler napisan uz poštovanje svih Zilogovih konvencija i prilagođen specifičnostima „galaksijinog“ operativnog sistema. On omogućava komforntno pisanje i ispravljanje mašinskih programa uz podršku