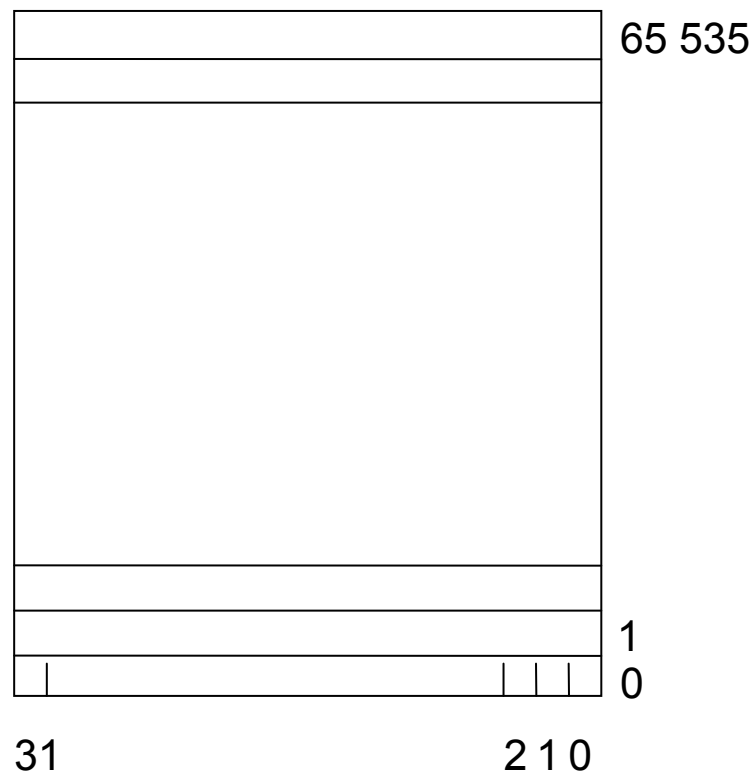


Mašinski jezik

- Mašinski jezik čini skup binarnih reči za koje postoji semantička interpretacija od strane hardvera računara (koje hardver razume i zna na osnovu njih šta treba da uradi).
- Mi se nećemo baviti mašinskim jezikom konkretnog računara već pseudomašinskim jezikom koji sadrži instrukcije zajedničke za sve "verzije" mašinskih jezika.

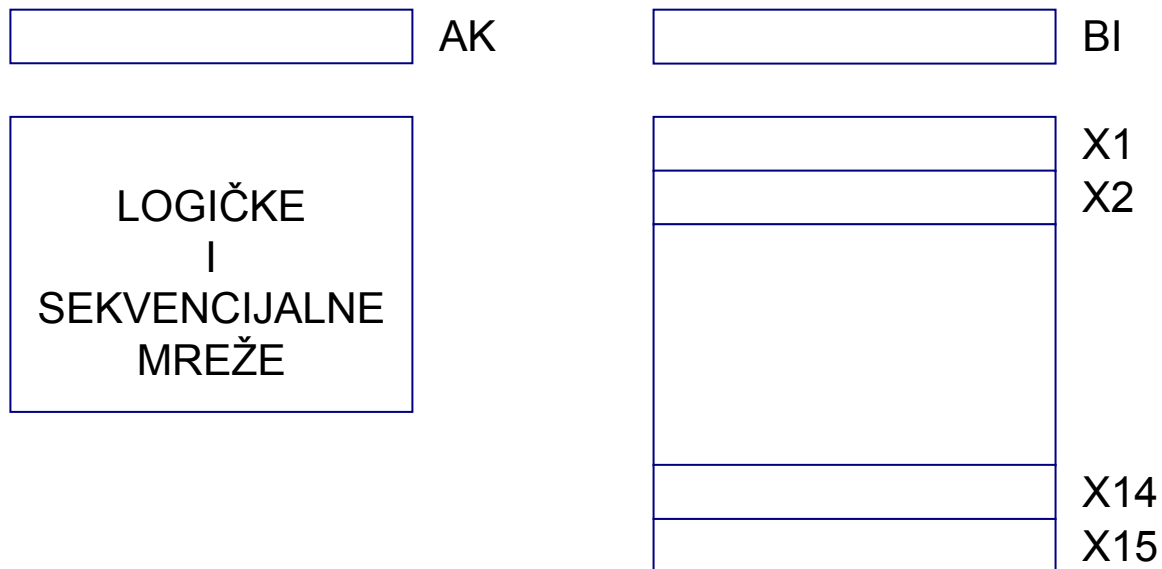
Polazna tačka - karakteristike "hardvera"

- Neka adresni prostor sadrži 64K adresa, a adresiva jedinica 32-bitni registar, što znači da imamo 65 535 registara "dužine" 32 bita.
- Sadržaj registra se zove reč.
- Računar ćemo smatrati jednoadresnim.



Polazna tačka - karakteristike "hardvera"

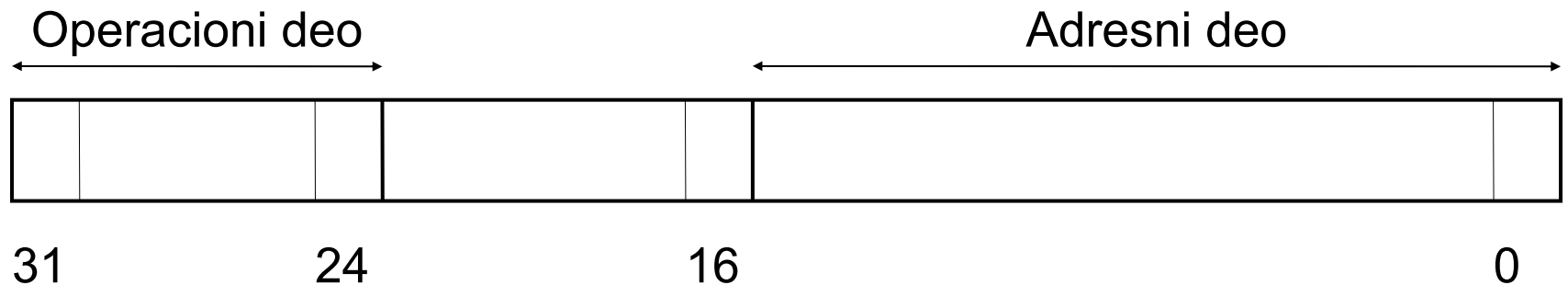
- Za procesor će nam biti važno postojanje:
 - **akumulatora** od 32 bita (**AK**)
 - **brojač instrukcija** od 16 bita (**BI**)
 - skup od **15 indeks registara** od po 16 bita (**X1, X2,...,X15**)
 - naravno, logičkih i sekvencijalnih mreža za izvođenje aritmetičkih, logičkih i drugih operacija



- ceo broj (broj u nepokretnom zarezu)
- realan broj (broj u pokretnom zarezu)
- znakovni podatak (u ASCII kodu)
- binarna reč

Instrukcije

- Jedna instrukcija se pakuje u jedan registar i sastoji se iz operacionog i adresnog dela.
- Za deo operacije rezerviše se 1 podregistar (1 bajt)
- Za adresni deo 2 podregistra



Instrukcije

heksakod	operacija	šta radi	
01	SAB R	S(AK) +S(R)→AK	aritmetičke operacije u pokretnom zarezu
02	ODU R	S(AK)-S(R)→AK	
03	MNO R	S(AK)·S(R)→AK	
04	DEL R	S(AK):S(R)→AK	
05	PZA	-S(AK)→AK	
11	SABF R	S(AK)+S(R)→AK	aritmetičke operacije u fiksnom zarezu
12	ODUF R	S(AK)-S(R)→AK	
13	MNOF R	S(AK)·S(R)→AK	
14	DELF R	S(AK):S(R)→AK	
15	PZAF	-S(AK)→AK	

Instrukcije

heksakod	operacija	šta radi	
21	KON R	$S(AK) \wedge S(R) \rightarrow AK$	logičke operacije
22	DIS R	$S(AK) \vee S(R) \rightarrow AK$	
23	NEG	$\neg S(AK) \rightarrow AK$	
31	POL R	shift u levo, R puta	
32	POD R	shift u desno, R puta	
41	MUA R	$S(R) \rightarrow AK$	prenošenje u i iz memorije
42	AUM R	$S(AK) \rightarrow R$	
51	NES R	$S(AK) < 0, R \rightarrow \mathbf{BI}$	uslovni skok uslovni skok bezuslovniskok Zaustavljanje
52	NUS R	$S(AK) = 0, R \rightarrow BI$	
53	BES R	$R \rightarrow BI$	
54	ZAR		

Neke 'konvencije'

- Instrukciju ćemo zapisivati u obliku
<adresa> <operacioni deo> <adresni deo>[;<komentar>]
 - Pseudo instrukcije za rezervisanje memorijskih lokacija (za smeštanje podataka koji se obrađuju - vd varijable)
 - DM <ceo broj>
 - DC <lista celih brojeva>
 - DR <lista realnih brojeva>
 - DZ <znakovni podatak>
- } smeštanje ulaznih konstanti

Na primer

- 100 DM 4 ; rezervisanje memorijske lokacije
- 104 DZ "najzad" ; registrovanje teksta
- 110 DR 1.2, -5.4 ; registrovanje dva realna broja
- 112 DC 1, -5, 123 ; registrovanje tri cela broja

0. Napisati program za određivanje aritmetičke sredine tri cela broja.

```

50    DM    1      ; prostor za rezultat
51    DC    3, 6, 3 ; ulaz a, b, c
54    DC    3      ; konstanta
55    MUA   51     ; S(51)→AK          S(AK) = 3
56    SABF  52     ; S(AK)+S(52)→AK    S(AK) = 9
57    SABF  53     ; S(AK)+S(53)→AK    S(AK) = 12
58    DELF  54     ; S(AK):S(54)→AK    S(AK) = 4.0
59    AUM   50     ; AK→50
60    ZAR                    ; kraj

```

Algoritmi - podsećanje



- početak algoritma



- ulazni algoritamski korak



- izračunavanje i dodela vrednosti



- donošenje odluke o daljem toku (ispitivanje uslova)



- kraj ciklusa



- izlazni algoritamski korak



- kraj algoritma

Linijaska struktura

1. Napisati program kojim se određuje vrednost izraza

$$x^2 - 3x + 2$$

2. Napisati program kojim se određuje vrednost izraza

$$x_1 (x_2 + 5(x_3 - 7x_4))$$

3. Napisati program kojim se određuje vrednost izraza

$$x^4 - \frac{1}{x^4}$$

4. Napisati program kojim se određuje vrednost izraza

$$\frac{1}{x} - \frac{1}{x^2} + \frac{1}{x^3}$$

5. Napisati program kojim se određuje vrednost izraza

$$x^2 - x^4 + x^6 - x^8$$

Razgranata struktura

1R. Napisati program kojim se određuje vrednost $a = \text{sgn}(x)$

$$\text{gde je } \text{sgn}(x) = \begin{cases} 1 & , x \geq 0 \\ -1 & , x < 0 \end{cases}$$

2R. Napisati program kojim se određuje vrednost

$$a = |x^2 - 10|$$

3R. Napisati program kojim se određuje vrednost

$$x = \min(a, b, c)$$

Razgranata struktura

4R. Napisati program kojim se određuje vrednost

$$a = \max(x^2 - 10, x + 10)$$

5R. Napisati program kojim se određuje vrednost

$$a = \begin{cases} |x^2 - 2| & , -2 \leq x < 2 \\ x^2 & , \textit{inace} \end{cases}$$

6R. Napisati program kojim se određuje vrednost

$$a = \begin{cases} |x - 3x^2| & , x < 2 \\ \min(x + 10, x^2) & , x \geq 2 \end{cases}$$

7R. Napisati program kojim se određuje vrednost

$$a = \begin{cases} 2 - x & , x \leq -2 \\ x^2 & , -2 < x \leq 2 \\ x - 2 & , x > 2 \end{cases}$$

1. x^2-3x+2

Linijaska - rešenja

100	DM 1		; mesto za rezultat	
101	DC 7, 3, 2		; X, konstante 3 i 2	
104	MUA	101	; S(101)→AK	odn $x \rightarrow AK$
105	MNOF	102	; S(102)*S(AK)→AK	odn $x*3 \rightarrow AK$
106	PZAF		; -S(AK)→AK	odn $-x*3 \rightarrow AK$
107	SABF	103	; S(AK)+S(103)→AK	odn $-x*3+2 \rightarrow AK$
108	AUM	100	; S(AK)→100	odn $-3*x+2 \rightarrow 100$
109	MUA	101	; S(101)→AK	odn $x \rightarrow AK$
110	MNOF	101	; S(101)*S(AK)→AK	odn $x*x \rightarrow AK$
111	SABF	100	; S(100)+S(AK)→AK	odn $x*x-3*x+2 \rightarrow AK$
112	AUM	100	; S(AK)→100	odn $x*x-3*x+2 \rightarrow 100$
113	ZAR			

2. $x_1(x_2+5(x_3-7x_4))$

Linijaska - rešenja

100	DM	1		; mesto za rezultat
101	DR	11.0, 2.0, 9.0, 9.0		; x_1, x_2, x_3, x_4
105	DR	5.0, 7.0		; konstante
107	MUA	104		; $x_4 \rightarrow AK$
108	MNO	106		; $7x_4 \rightarrow AK$
109	PZA			; $-7x_4 \rightarrow AK$
110	SAB	103		; $x_3 - 7x_4 \rightarrow AK$
111	MNO	105		; $5(x_3 - 7x_4) \rightarrow AK$
112	SAB	102		; $x_2 + 5(x_3 - 7x_4) \rightarrow AK$
113	MNO	101		; $x_1(x_2 + 5(x_3 - 7x_4)) \rightarrow AK$
114	AUM	100		; $S(AK) \rightarrow 100$
115	ZAR			

3. $x^4 - 1/x^4$

Linijiska - rešenja

100	DM 1		; mesto za rezultat
101	DR 14.0		; x
102	DR 1.0		; konstanta
103	MUA	101	; $x \rightarrow AK$
104	MNO	101	; $x^2 \rightarrow AK$
105	AUM	100	; $x^2 \rightarrow 100$
106	MNO	100	; $x^2 * x^2 \rightarrow AK$
107	AUM	100	; $x^4 \rightarrow 100$
108	MUA	102	; $1 \rightarrow AK$
109	DEL	100	; $1/x^4 \rightarrow AK$
110	PZA		; $-1/x^4 \rightarrow AK$
111	SAB	100	; $x^4 - 1/x^4 \rightarrow AK$
112	AUM	100	; $S(AK) \rightarrow 100$
113	ZAR		

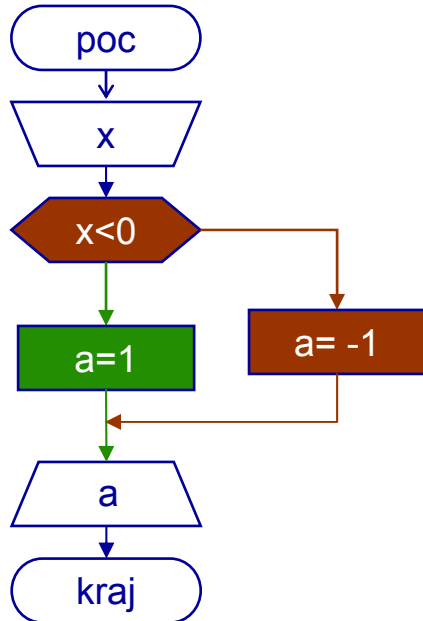
4. $1/x - 1/x^2 + 1/x^3$

Linijaska - rešenja

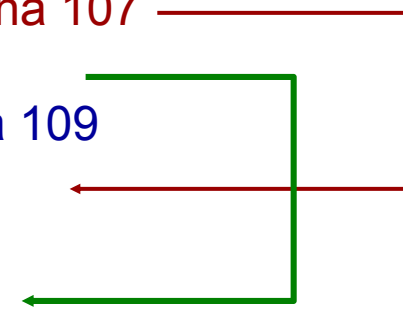
100	DM 1		; mesto za rezultat
101	DR 14.0, 1.0		; x, 1 konst. kasnije clan 😊
103	MUA	102	; $1 \rightarrow AK$
104	DEL	101	; $1/x \rightarrow AK$
105	AUM	102	; $1/x \rightarrow 102$
106	AUM	100	; $1/x \rightarrow 100$
107	PZA		; $-1/x \rightarrow AK$
108	DEL	101	; $-1/x^2 \rightarrow AK$
109	AUM	102	; $-1/x^2 \rightarrow 102$
110	SAB	100	; $1/x - 1/x^2 \rightarrow AK$
111	AUM	100	; $1/x - 1/x^2 \rightarrow 100$
112	MUA	102	; $-1/x^2 \rightarrow AK$
113	PZA		; $1/x^2 \rightarrow AK$
114	DEL	101	; $1/x^3 \rightarrow AK$
115	SAB	100	; $1/x - 1/x^2 + 1/x^3 \rightarrow AK$
116	AUM	100	; $1/x - 1/x^2 + 1/x^3 \rightarrow 100$
117	ZAR		

$$1R. a=sgn(x), \quad sgn(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases}$$

Razgranate - rešenja

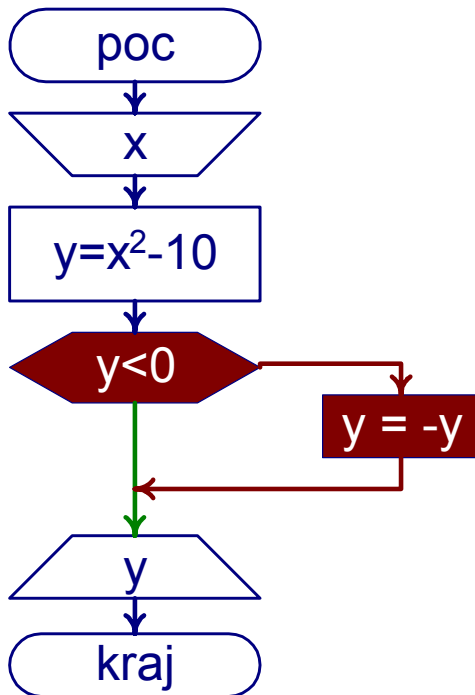


100	DM	1	; mesto za rezultat
101	DR -5.0,1.0		; x
103	MUA	101	; x → AK
104	NES	107	; x < 0 idi na 107
105	MUA	102	; 1 → AK
106	BES	109	; skok na 109
107	MUA	102	; 1 → AK
108	PZA		; -1 → AK
109	AUM	100	; 1 → 100
110	ZAR		

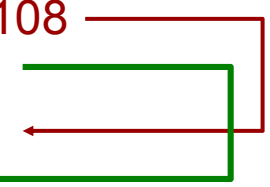


2R. $a=|x^2-10|$

Razgranate - rešenja

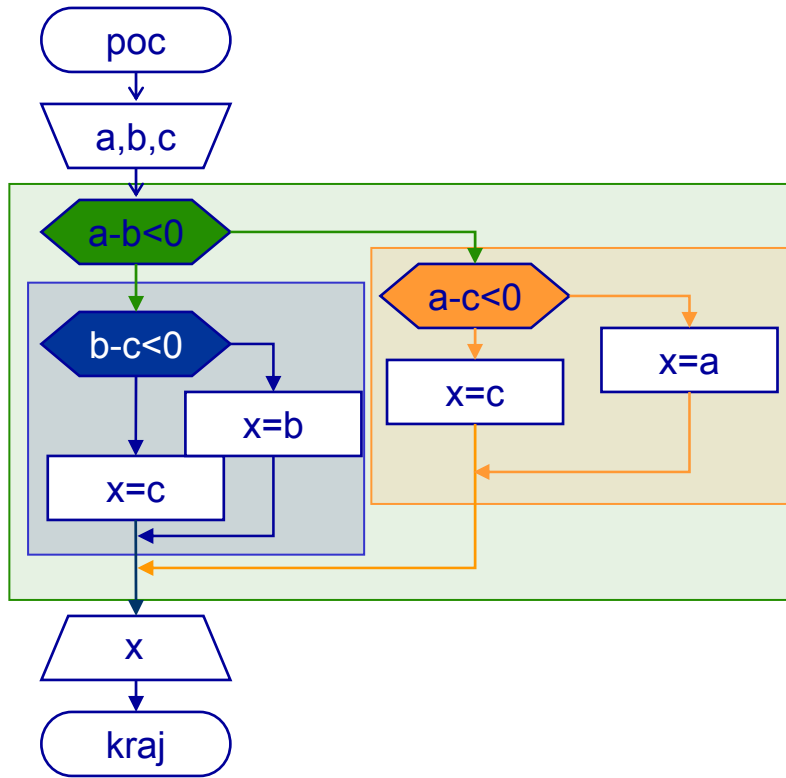


100	DM	1	; mesto za rezultat
101	DR -5.0,10.0		; x
103	MUA	101	; $x \rightarrow AK$
104	MNO	101	; $x^2 \rightarrow AK$
105	ODU	102	; $x^2-10 \rightarrow AK$
106	NES	108	; $x^2-10 < 0$ idi na 108
107	BES	109	; skok na 109
108	PZA		; $-(x^2-10) \rightarrow AK$
109	AUM	100	; $S(AK) \rightarrow 100$
110	ZAR		



3R. $x = \min(a, b, c)$

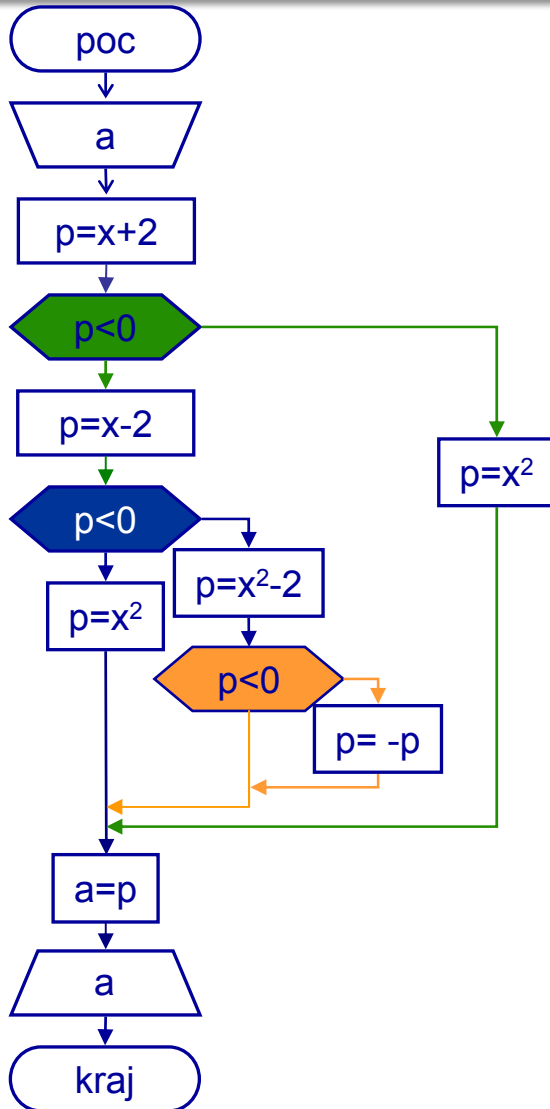
Razgranate - rešenja



100	DM	1	; x
101	DR	2.0,5.0,3.0	; a,b,c
104	MUA	101	; a → AK
105	ODU	102	; a-b → AK
106	NES	116	; a-b < 0 idi na 116
107	MUA	102	; b → AK
108	ODU	103	; b-c → AK
109	NES	113	; b-c < 0 idi na 113
110	MUA	102	; c → AK
111	AUM	100	; S(AK) → x
112	BES	124	; skok na kraj
113	MUA	101	; b → AK
114	AUM	100	; S(AK) → x
115	BES	124	; skok na kraj
116	MUA	101	; a → AK
117	ODU	103	; a-c → AK
118	NES	122	; a-c < 0 idi na 122
119	MUA	103	; c → AK
120	AUM	100	; S(AK) → x
121	BES	124	; skok na kraj
122	MUA	101	; a → AK
123	AUM	100	; S(AK) → x
124	ZAR		

$$5R. a = \begin{cases} |x^2-2|, & -2 \leq x < 2 \\ x^2, & \text{inace} \end{cases}$$

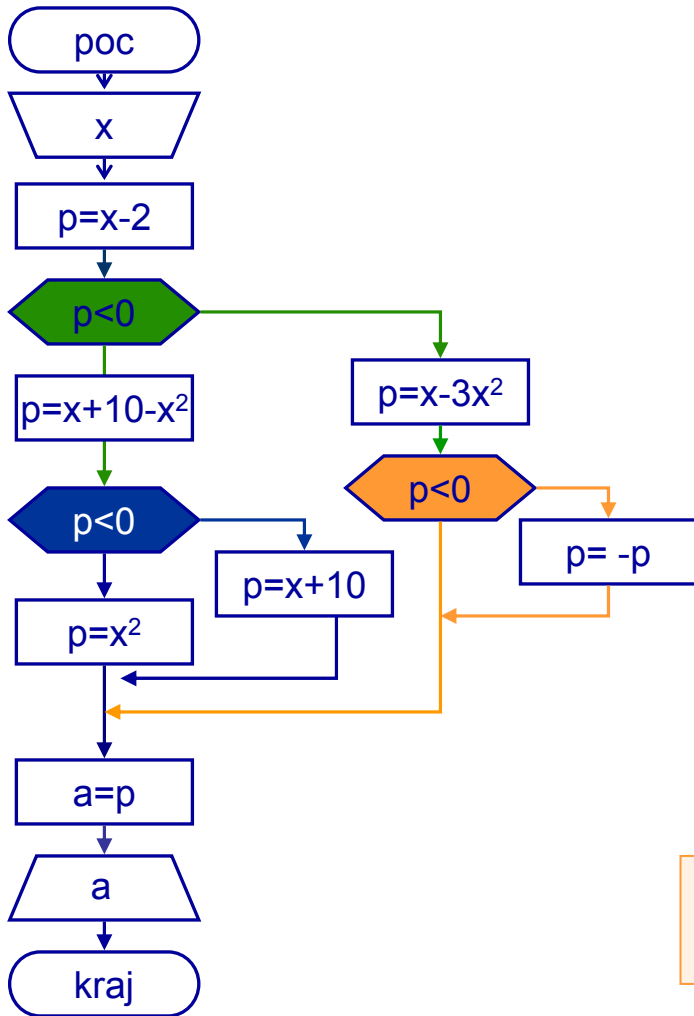
Razgranate - rešenja



100	DM	1	; a
101	DR 5.0,2.0		; x,2
103	MUA	101	; x →AK
104	SAB	102	; x+2→AK
105	NES	119	; x+2<0 idi na 119
106	MUA	101	; x →AK
107	ODU	102	; x-2 →AK
108	NES	112	; x-2<0 idi na
109	MUA	101	; x →AK
110	MNO	101	; x ² →AK
111	BES	121	; skok na kraj
112	MUA	101	; x →AK
113	MNO	101	; x ² →AK
114	ODU	102	; x ² -2 →AK
115	NES	117	; x ² -2<0 idi na
116	BES	121	; skok na
117	PZA		; -S(AK) →AK
118	BES	121	; skok na kraj
119	MUA	101	; x →AK
120	MNO	101	; x ² →AK
121	AUM	100	; S(AK) →100
122	ZAR		

$$6R. a = \begin{cases} |x - 3x^2| & , x < 2 \\ \min(x+10, x^2) & , x \geq 2 \end{cases}$$

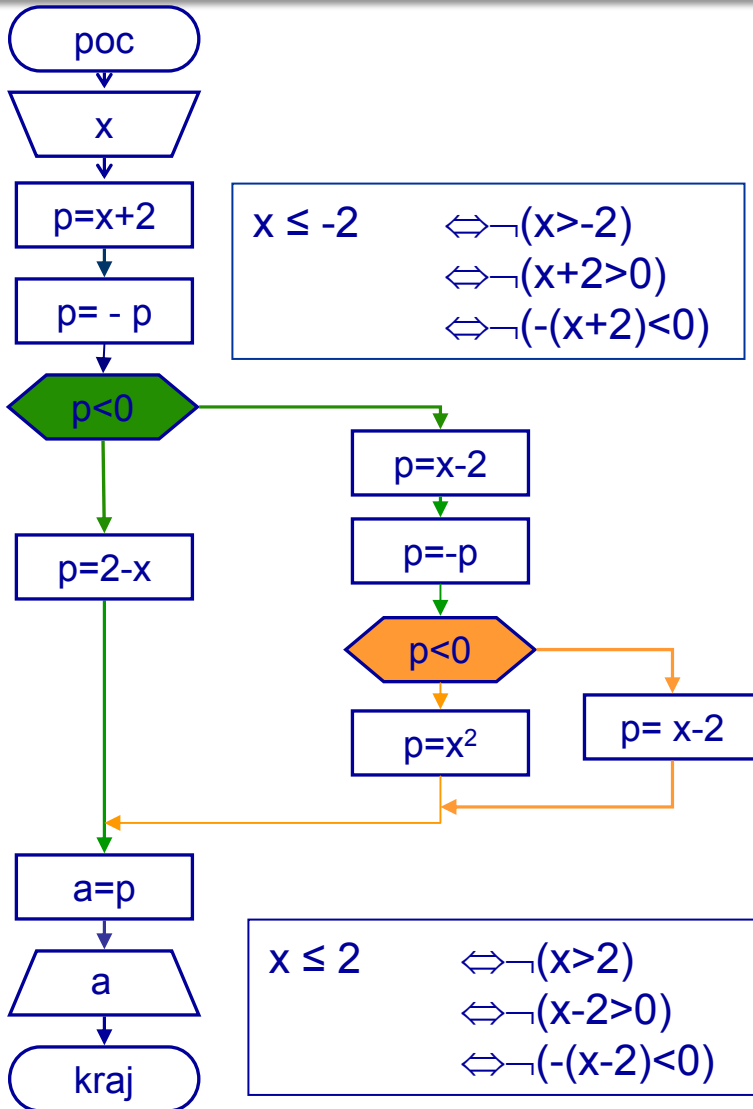
Razgranate - rešenja



100	DM	1	; a
101	DR 5.0,2.0,3.0,10.0		; x,2,3,10
105	MUA	101	; x →AK
106	ODU	102	; x-2→AK
107	NES	120	; x-2<0 idi na 120
108	MUA	101	; x →AK
109	MNO	101	; x^2 →AK
110	PZA		; -x^2 →AK
111	SAB	101	; -x^2+x→AK
112	SAB	104	; -x^2+x+10→AK
113	NES	117	; -x^2+x+10<0 idi na 117
114	AUM	101	; x →AK
115	MNO	102	; x^2→AK
116	BES	128	; skok na kraj
117	AUM	101	; x →AK
118	SAB	104	; x+10 →AK
119	BES	128	; skok na kraj
120	MUA	101	; x →AK
121	MNO	101	; x^2→AK
122	PZA		; -x^2→AK
123	MNO	103	; -3x^2→AK
124	SAB	101	; -3x^2+x→AK
125	NES	127	; -3x^2+x<0 idi na 127
126	BES	128	; skok na kraj
127	PZA		; -S(AK) →AK
128	AUM	100	; S(AK) →100
129	ZAR		

$$7R. a = \begin{cases} 2-x & , x \leq -2 \\ x^2 & , -2 < x \leq 2 \\ x-2 & , x > 2 \end{cases}$$

Razgranate - rešenja



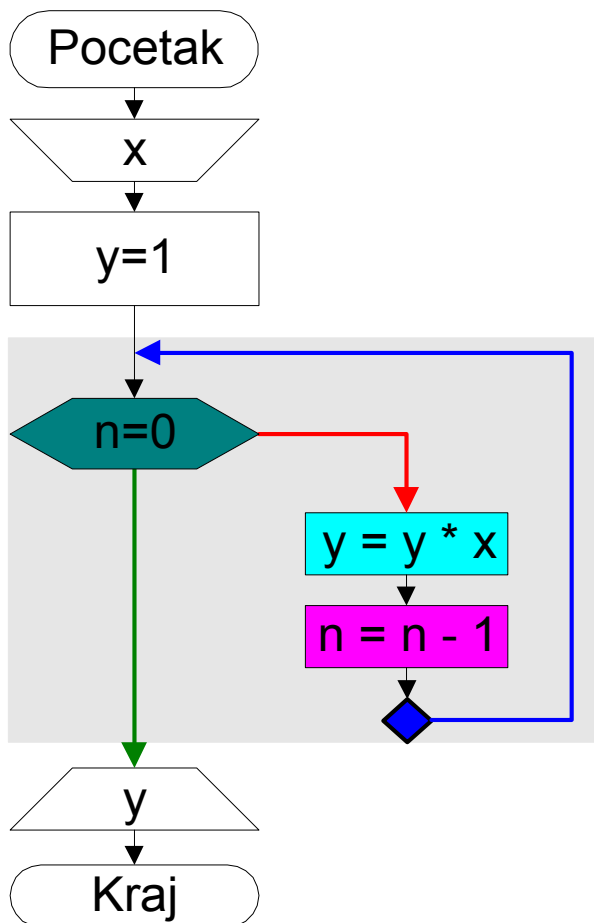
100	DM	1	; a
101	DR 5.0,2.0		; x,2
103	MUA	101	; x →AK
104	SAB	102	; x+2 →AK
105	PZA		; -(x+2) →AK
106	NES	109	; x-2<0 idi na
107	MUA	102	; 2 →AK
108	BES	117	; skok na
109	MUA	101	; x →AK
110	ODU	102	; x-2 →AK
111	PZA		; -S(AK) →AK
112	NES	116	; -(x-2)<0 idi na
113	AUM	101	; x →AK
114	MNO	102	; x ² →AK
115	BES	117	
116	PZA		; -S(AK) →AK, tj -(x-2)
117	AUM	100	; S(AK) →100
118	ZAR		

Ciklična struktura

- ✚ Deo programa (niz instrukcija) koji se može izvršiti više puta u toku jednog izvršavanja programa formira **programski ciklus**.
- ✚ Instrukcije koje se nalaze unutar ciklusa obrazuju telo ciklusa.
- ✚ Ciklus se ponavlja konačan broj puta nakon čega sledi izlazak iz ciklusa.

Primer

1. Napisati program za izračunavanje n -tog stepena datog broja.



100 DR 1.5; broj x

101 DC 4; broj n

102 DM 1; rezultat y

103 DC 1; konstanta za umanjivanje brojača

104 DR 1.0; konstanta za inicijalizaciju y

105 MUA 104; 1 → AK

106 AUM 102; S(AK) → y

107 MUA 101; n → AK

108 NUS 116; ako je n=0 idi na 116

109 MUA 100; x → AK

110 MNO 102; x*y → AK

111 AUM 102; S(AK) → y

112 MUA 101; n → AK

113 ODUF 103; n - 1 → AK

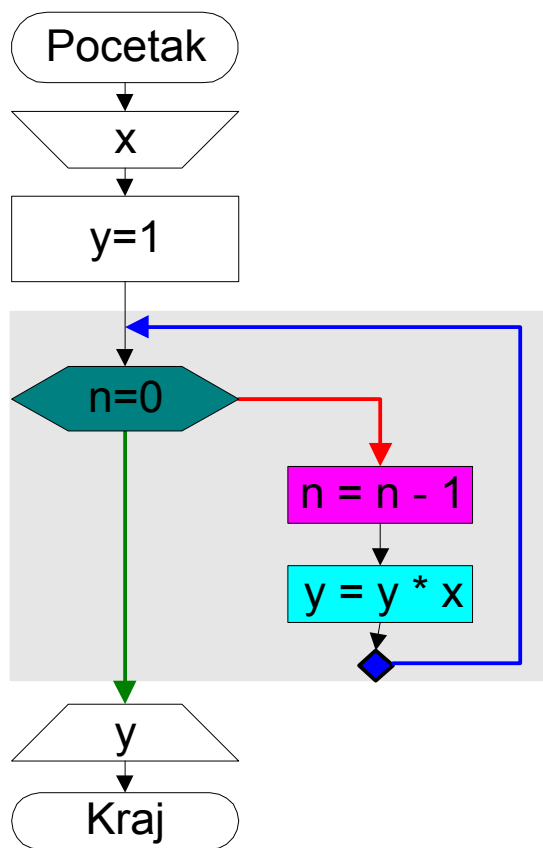
114 AUM 101; S(AK) → n

115 BES 107; skok na 107

116 ZAR; kraj programa

Primer

DRUGI NAČIN:



100 DR 1.5; broj x
101 DC 4; broj n
102 DM 1; rezultat y
103 DC 1; konstanta za umanjivanje brojača
104 DR 1.0; konstanta za inicijalizaciju y
105 MUA 104; 1 → AK
106 AUM 102; S(AK) → y
107 MUA 101; n → AK
108 NUS 114; ako je n=0 idi na 116
109 ODUF 103; n - 1 → AK
110 AUM 101; S(AK) → n
111 MUA 100; x → AK
112 MNO 102; x*y → AK
113 BES 106; skok na 106
114 ZAR; kraj programa

Primer

2. Izračunati: $y = \sqrt{x}$

korišćenjem Njutnove iteracione formule:

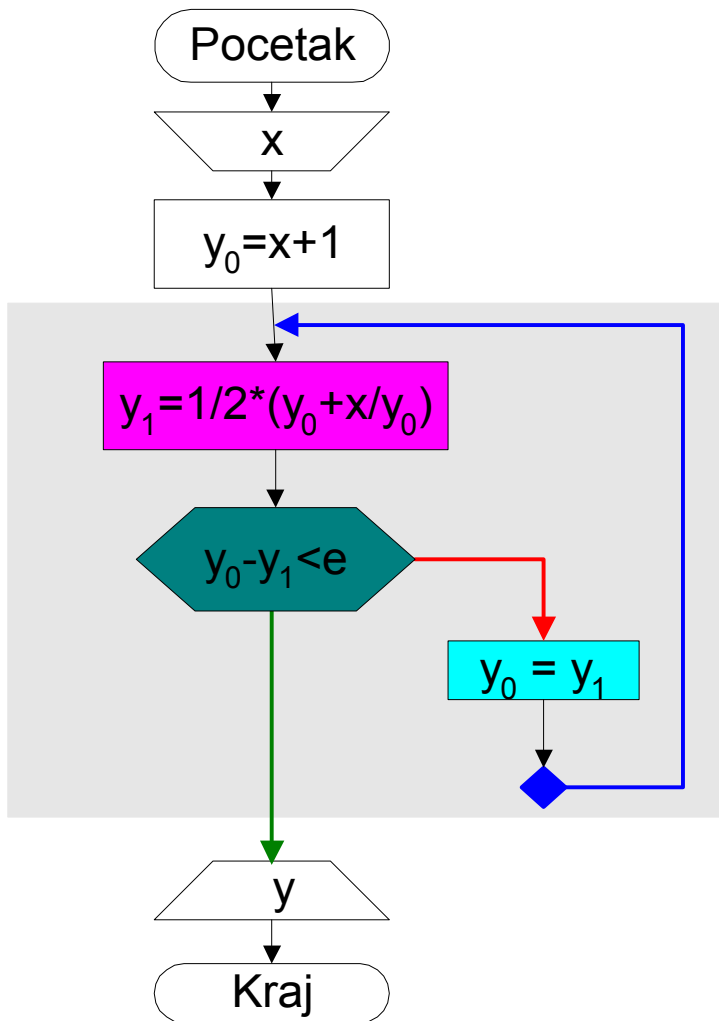
$$y_0 = x + 1, \quad y_{i+1} = \frac{1}{2} \left(y_i + \frac{x}{y_i} \right), \quad i = 0, 1, 2, \dots$$

Izračunavanje treba prekinuti ako je

$$y_i - y_{i+1} < \varepsilon \quad \text{gde je } \varepsilon$$

unapred zadata tačnost.

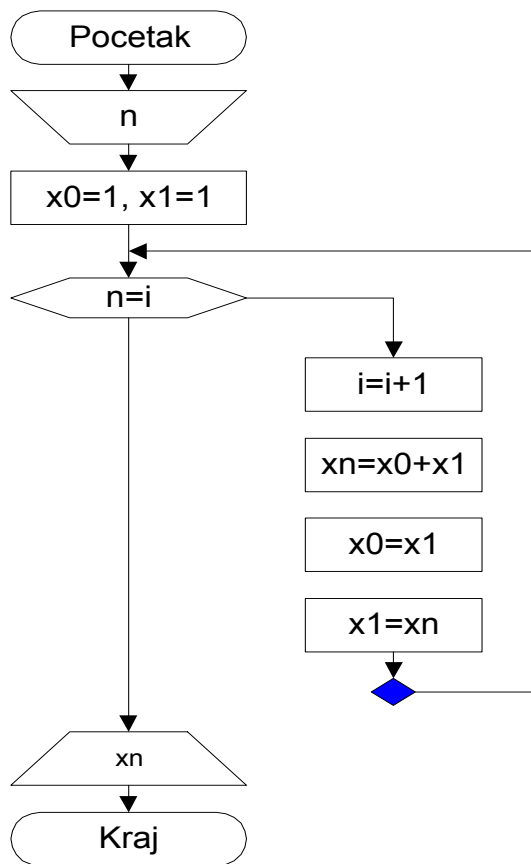
Izračunavanje kvadratnog korena



100 DR 16.0 ; broj x
 101 DR 0.00001 ; tačnost e
 102 DM 2 ; y0 i y1
 104 DR 1.0 ; konstanta
 105 DR 2.0 ; konstanta
 106 MUA 100 ; x → AK
 107 SAB 104 ; x+1 → AK
 108 AUM 102 ; S(AK) → y0
 109 MUA 100 ; x → AK
 110 DEL 102 ; x / y0 → AK
 111 SAB 102 ; y0+x / y0 → AK
 112 DEL 105 ; (y0+x / y0)/2.0 → AK
 113 AUM 103 ; S(AK) → y1
 114 PZA ; -y1
 115 SAB 102 ; y0-y1 → AK
 116 ODU 101 ; y0-y1-e → AK
 117 NES 121; ako je y0-y1-e idi na 121
 118 MUA 103 ; y1 → AK
 119 AUM 102 ; S(AK) → y0
 120 BES 109 ; kraj ciklusa
 121 ZAR ; kraj programa

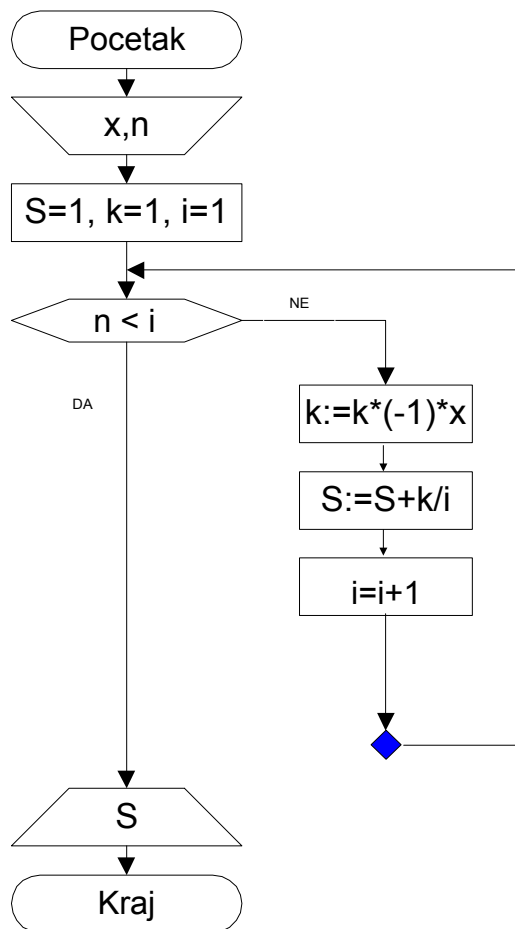
Fibonačijev niz

Napisati program koji određuje n-ti član
Fibonačijevog niza: 1,1,2,3,5,8,13,21,...



```
100 DC 6 ; n
101 DM 4 ; x1,x2,xn
104 DC 2 ; i (brojač)
105 DC 1 ; konstanta
106 MUA 105 ; 1 → AK
107 AUM 101 ; S(AK) → x1
108 AUM 102 ; S(AK) → x2
119 MUA 100 ; n → AK
110 ODUF 104 ; n-i → AK
111 NUS 122
112 MUA 104 ; i → AK
113 SABF 105 ; i+1 → AK
114 AUM 104 ; S(AK) → i
115 MUA 101 ; x1 → AK
116 SABF 102 ; x1+x2 → AK
117 AUM 103 ; S(AK) → xn
118 MUA 102 ; x2 → AK
119 AUM 101 ; S(AK) → x1
120 MUA 103 ; xn → AK
121 BES 108
122 ZAR
```

Napisati algoritam za izračunavanje sume: $S = 1 - x + \frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{3} + \dots + (-1)^n \frac{x^n}{n}$



Napisati program za izračunavanje sume:

$$S = 1 - x + \frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{3} + \dots + (-1)^n \frac{x^n}{n}$$

100 DR 4.5 ; x

101 DC 6 ; n

102 DM 3 ; s,k,i

105 DC 1

106 DR 1.0

;

107 MUA 106 ; 1.0 → AK

108 AUM 102 ; S(AK) → s

109 AUM 103 ; S(AK) → k

110 MUA 105 ; 1 → AK

111 AUM 104 ; S(AK) → i

112 MUA 101 ; n → AK

113 ODUF 104 ; n-i → AK

114 NES 125

115 MUA 103 ; k → AK

116 PZA ; -k

117 MNO 100 ; -k*x → AK

118 AUM 103 ; S(AK) → k

119 DEL 104 ; k/i → AK

120 SAB 102 ; s+k/i → AK

121 AUM 102 ; S(AK) → s

122 MUA 104 ; i → AK

123 SABF 105 ; i+1 → AK

124 BES 111

125 ZAR