



Digitalna vezja UL, FRI



Vaja 7 Dvojiška aritmetika

Števila

□ Dvojiški zapis števil (bin):

- Nepredznačena števila (n bitov \Rightarrow števila od $0 - 2^n - 1$)
- Pozicijski zapis števil: vsak bit ima svojo težo glede na pozicijo.
- MSB: most significant bit
- LSB: least sig significant bit

□ Šestnajstiški zapis števil (hex)

- Ena številka (nibble) predstavlja 4 bite: 0, 1, ..., 9, A, B, ..., F
- Predpona 0x
- Pretvorba med bin in hex je določena s 4 biti.

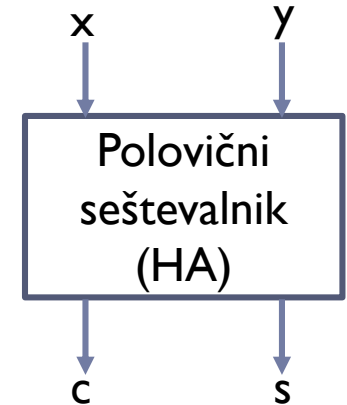
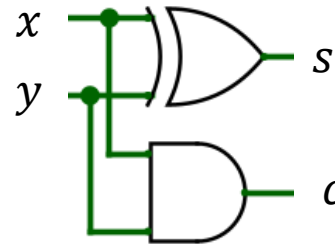
□ Seštevanje: $S = A + B$ (S - vsota; A, B - seštevancia ali operanda)

□ Odštevanje: $D = A - B$ (D - razlika; A - zmanjševanec, B - odštevanelec)

Seštevalniki

- Polovični seštevalnik (HA): $s = x \nabla y, c = x \cdot y$

x	y	c	s
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

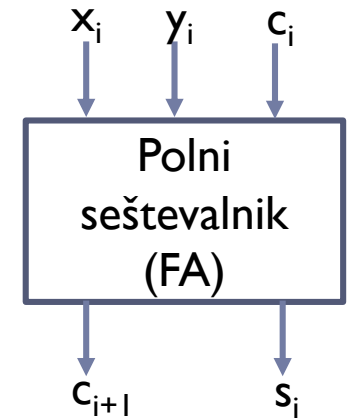
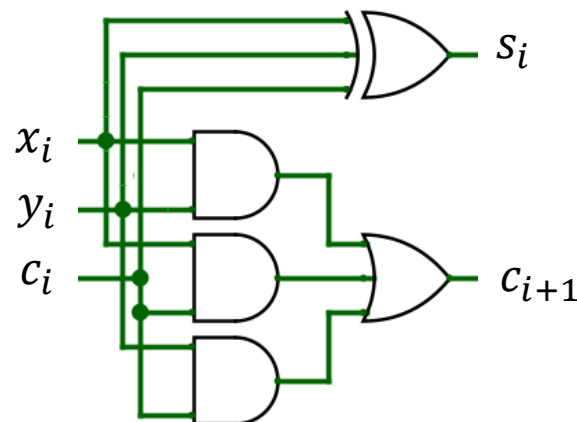


- Polni seštevalnik (FA):

x_i	y_i	c_i	c_{i+1}	s_i
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

$$s_i = x_i \nabla y_i \nabla c_i$$

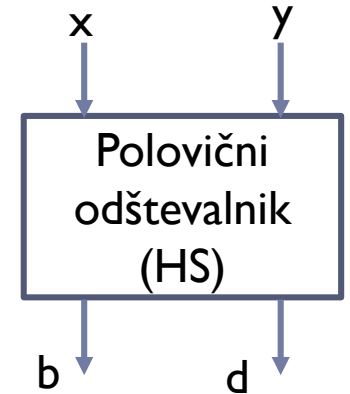
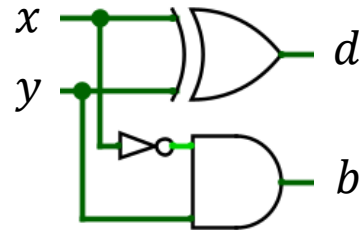
$$c_{i+1} = x_i \cdot y_i \vee x_i \cdot c_i \vee y_i \cdot c_i$$



Odštevalniki

- POLOVIČNI odštevalnik (HS): $d = x_i \nabla y_i$; $b = \bar{x}_i \cdot y_i$

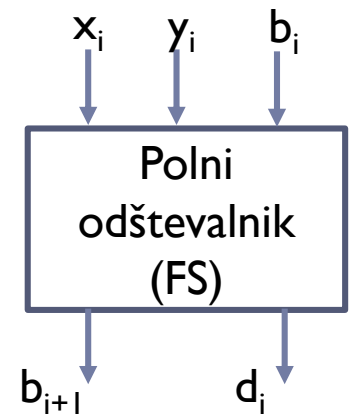
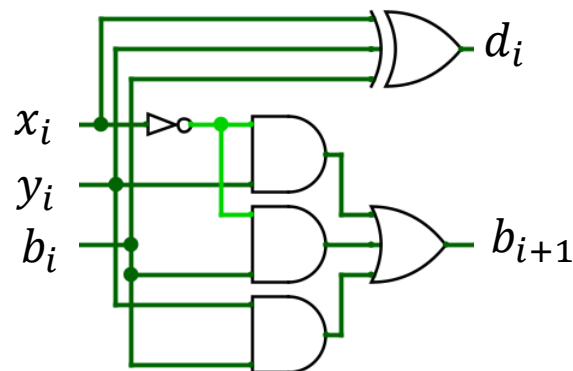
x	y	b	d
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	1	0	0



- POLNI odštevalnik (FS): $d_i = x_i \nabla y_i \nabla b_i$

x_i	y_i	b_i	b_{i+1}	d_i
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

$$b_{i+1} = \bar{x}_i \cdot y_i \vee \bar{x}_i \cdot b_i \vee y_i \cdot b_i$$



Predznačena števila

- ❑ Številu X dodamo dodaten bit, to je predznak:
 - Pozitivno število - vrednost je binarni zapis števila X in predznak 0.
 - Negativno število - vrednost je 2'Komplement števila X in predznak 1 (negativna vrednost števila X je $2^n - X$).
- ❑ Zapis števila:
 - X pretvorimo v eniški komplement (1'K): $0 \rightarrow 1, 1 \rightarrow 0$ in prištejemo 1 ($Y = X' + 1$)

Primer: $X = 6 \rightarrow Y = -6$ (pretvorba števila z dodanim predznakom)

1	1	0		6
0	0	1	1'K	
		1	+1	
0	1	0	2'K	-6

0	1	1	0
---	---	---	---

 = + 6

Predznak (+) Vrednost

1	0	1	0
---	---	---	---

 = - 6

Predznak (-) 2' komplement

- ❑ Zapis števila na 8-bitov – raztegnemo predznak (vodilna 0 ali vodilna 1)

(+6) \rightarrow 00000110 (-6) \rightarrow 11111010

Primer: 4-bitni seštevalnik z zastavicami N, Z, V, C

- Realizirajte 4-bitni plazoviti seštevalnik, ki je sestavljen iz polnih seštevalnikov.
 - V tabeli zapišite primer izračuna $S = A + B$, če sta sta števili $A = 6$, in $B = 4$ dve predznačeni števili.
 - Določite izhode in preklopne funkcije za zastavice N, Z, V, C.
 - Preverite, če dobite na izhodu pravi rezultat ter vezje po potrebi prilagodite, tako da se izognete prelivu.
 - Dobljeno vezje nato realizirajte v Logisimu in dodajte vhod C_{in} na polni seštevalnik na bitu 0.

Preliv: V (oVerflow)

$$V = c_4 \oplus c_3 = 1$$

X			0	1	1	0			6_{10}
Y			0	1	0	0		+	4_{10}
			c_4	c_3	c_2	c_1	c_0		
	+		0	1	0	0			
S			1	0	1	0			10_{10}

Prenos: C (Carry)

$$C = c_4 = 0$$

Z (Zero)

$$Z = \bar{s}_3 \cdot \bar{s}_2 \cdot \bar{s}_1 \cdot \bar{s}_0$$

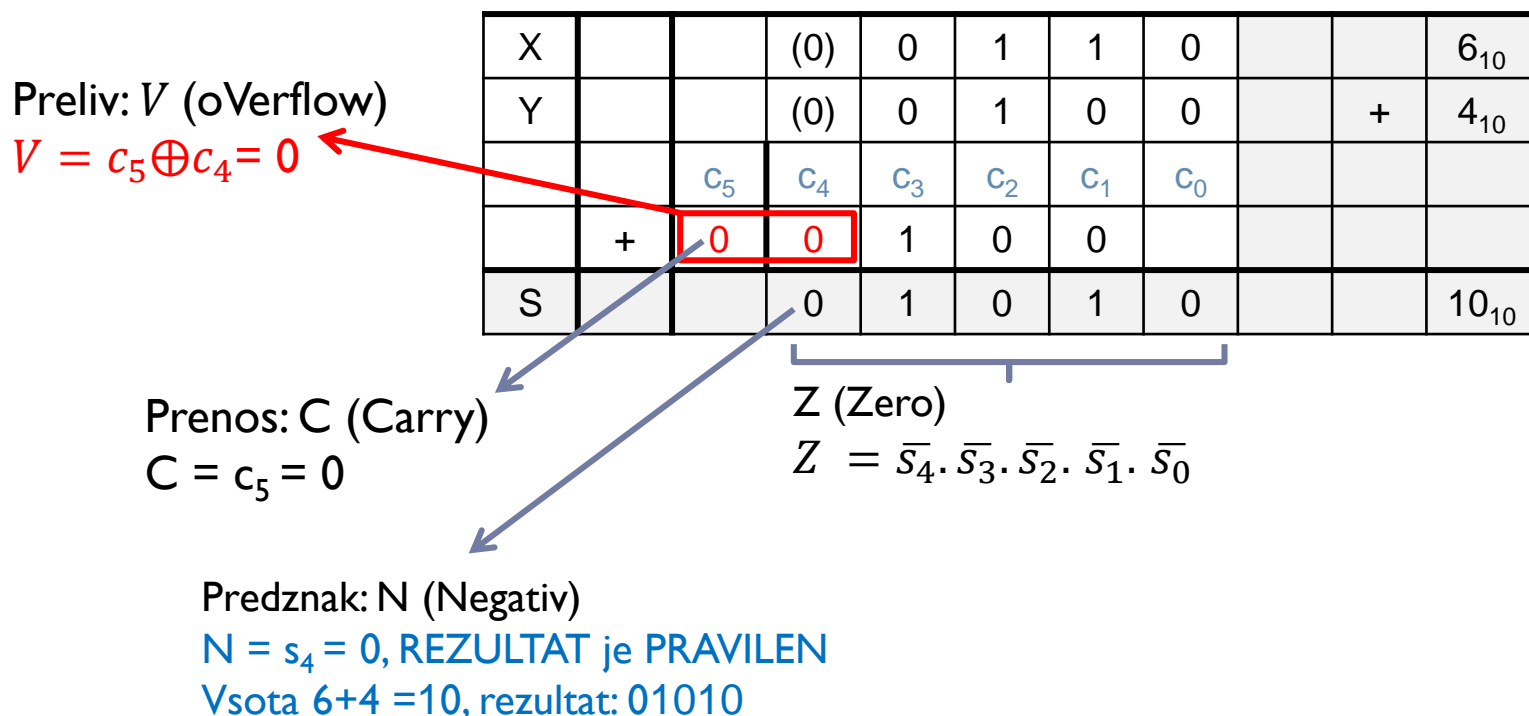
Predznak: N (Negativ)

$N = s_3 = 1$, REZULTAT je NAPAČEN

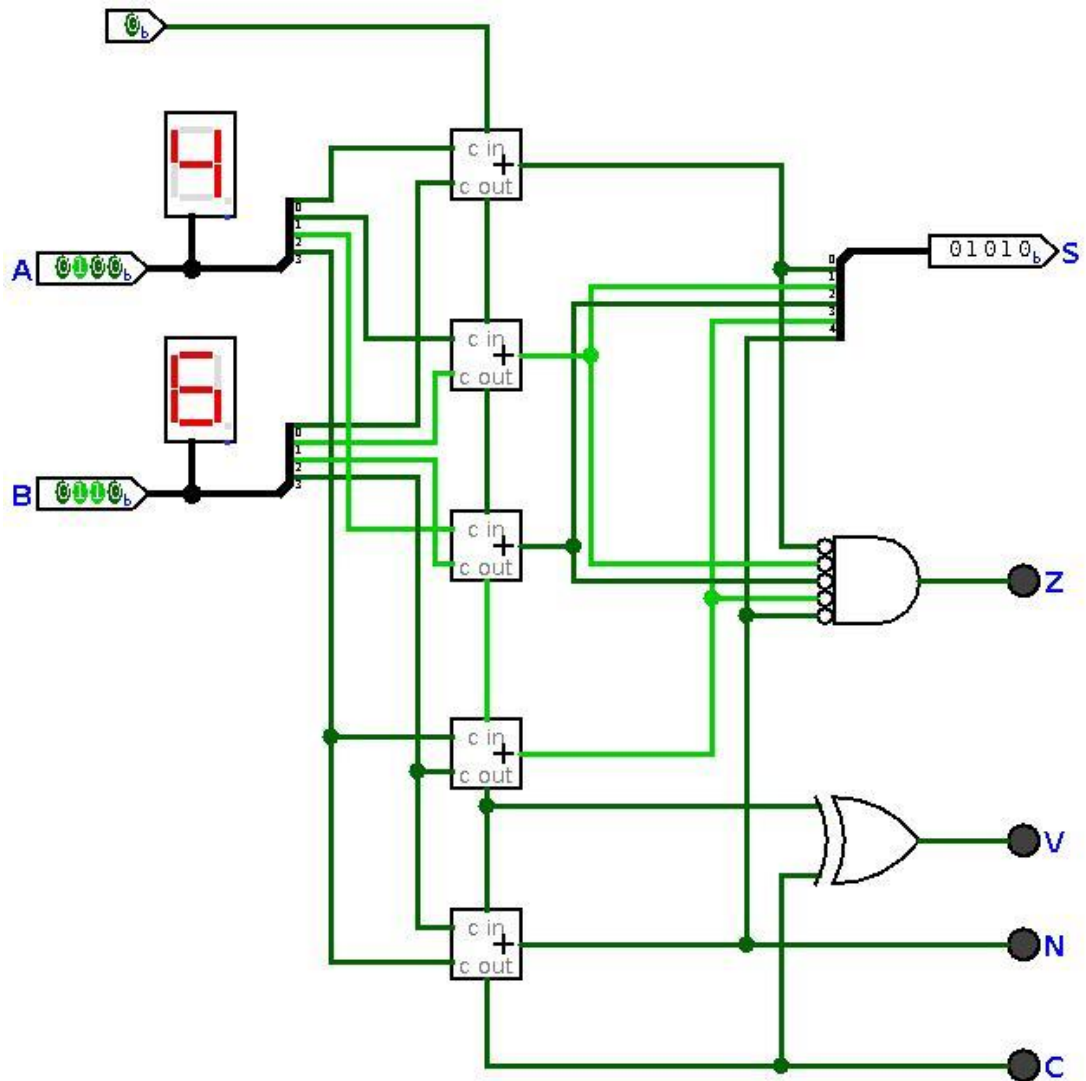
Vsota $6+4=10$, rezultat: $1010 \Rightarrow 0101+1=0110$

Primer: 4-bitni seštevalnik z zastavicami N, Z, V, C

Realizacija 4-bitni plazovnega seštevalnika s podvojenim vodilnim bitom, s čimer se izognemo prelivu:



Shema vezja v Logisimu



Naloge:

- Realizirajte vezje za pretvorbo 4-bitnega predznačenega števila (N) v dvojiški komplement $K = -N$.

Vhodi: $N = (b_3, b_2, b_1, b_0)$

Izhodi: $K = (k_3, k_2, k_1, k_0)$

- Zapišite pravilnostno tabelo.
 - Za izhoda k_3 in k_2 določite izvedbo z multiplekserji (MUX 8/1, MUX 4/1), za izhoda k_1, k_0 poiščite MDNO in ju zapišite z logičnimi vrati (AND, OR, NOT, XOR).
 - Realizirajte vezje v Logisimu in preverite delovanje.
-
- Digitalno vezje za povečevanje in zmanjševanje števila $B = (b_2, b_1, b_0)$, rezultat se shrani v število $C = (c_2, c_1, c_0)$:
 - $A = 0$, povečevanje števila $C = B + 2$ (Inkrementer)
 - $A = 1$, zmanjševanje števila $C = B - 2$ (Dekrementer)Zapišite pravilnostno tabelo in poiščite najbolj enostavno rešitev tako, da uporabite en MUX 4/1 in en negator.
-

