



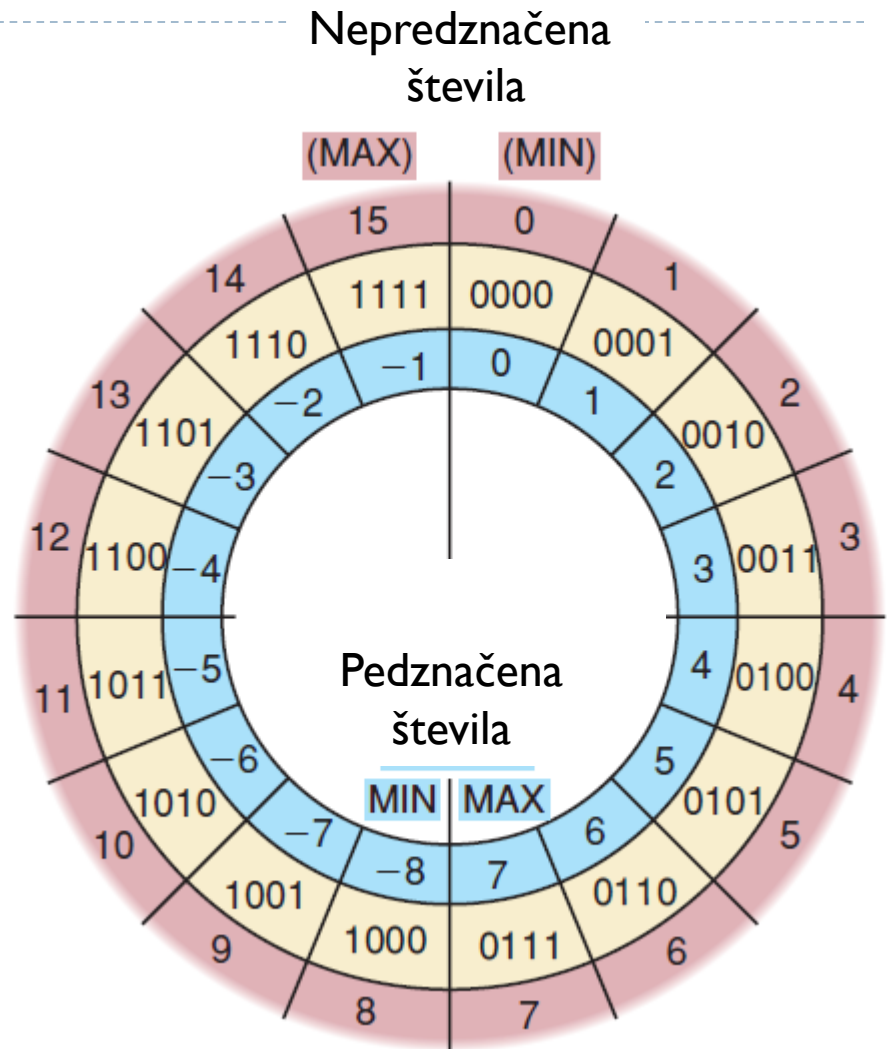
# Digitalna vezja UL, FRI



Vaja 5 Aritmetična vezja

# Dvojiško računanje

- ❑ Nepredznačena števila
- ❑ Predznačena števila
  - ❑ Seštevanje
  - ❑ Odštevanje
  - ❑ Zastavice
    - Prenos (C)
    - Sposodek (B)
    - Preliv (V)
- ❑ Seštevvalniki
  - Polovični seštevvalnik
  - Polni seštevvalnik
  - n-bitni seštevvalniki
  - n-bitni odštevalniki



# Nepredznačena in predznačena števila

## ❑ Zapis nepredznačeno število (vrednost)

( 6 ) 

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

( 14 ) 

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

## ❑ Predznačena števila (predznak in vrednost)

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

Predznak – 0 (pozitivno število)

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

Predznak – 1 (negativno število)

## ❑ Zapis števila v 2'Komplementu (2'K):

- X pretvorimo v zapis v eniškem komplementu - X': (1'K):  $0 \rightarrow 1, 1 \rightarrow 0$

- $Y = X' + 1$  (X' prištejemo 1)

- Zapis: 0010 - pozitivno število ( 2 )

- Zapis: 1110 - negativno število: 1'K:  $0001 + 1 = 0010$  ( -2 )

- ( -5 ) : 0101 - negativno število: 1'K:  $1010 + 1 = 1011$  ( -5 )

Nepredznačeno število	Dvojiški zapis	Predznačeno število
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	- 8
9	1001	- 7
10	1010	- 6
11	1011	- 5
12	1100	- 4
13	1101	- 3
14	1110	- 2
15	1111	- 1

Predznačeno število	Dvojiški zapis
+7	0111
+6	0110
+5	0100
+4	0100
+3	0011
+2	0010
+1	0001
0	0000
-1	1111
-2	1110
-3	1101
-4	1100
-5	1011
-6	1010
-7	1001
-8	1000

## Seštevanje: C - prenos in V - preliv

- Določanje pravilnosti rezultata
  - Prenos (C - carry) – nepredznačena števila
  - Preliv (V - overflow) – predznačena števila
- Izvedba zastavic C in V v logičnem vezju:
  - C – izhod pri polnem seštevalniku
  - $V = 1$ , če sta zadnja dva prenosa različna ( $c_{n-1} \neq c_{n-2}$ )

Splošno:  $(+,+) \rightarrow (-)$  ali  $(-,-) \rightarrow (+)$

Primer: Nepredznačeni števili

$$2 + 5 = 7$$

$$\begin{array}{r} 0010 \\ + 0101 \\ \hline 0000 - c_i \\ 0111 \\ C=0, V=0 \end{array}$$

Pravilno

Primer: Pozitivni predznačeni števili

$$3 + 6 = 9$$

$$\begin{array}{r} 0011 \\ + 0110 \\ \hline 0110 - c_i \\ 1001 \end{array}$$

Napačen rezultat

Preliv:  $(+,+) \rightarrow (-)$ ,  $V = 1$

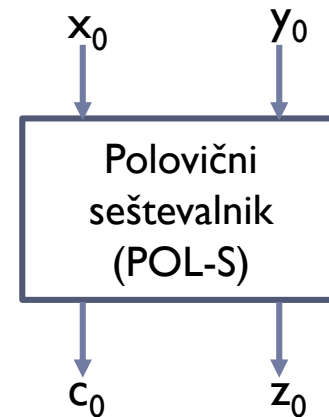
# Seštevalniki

## □ POLOVIČNI seštevalnik

- Vhoda:  $x_0, y_0$
- Izhoda:  $z_0, c_0$
- Funkciji za izračun izhodov:

$$z_0 = x_0 + y_0$$

$$c_0 = 1, \text{ če je } x_0 + y_0 = 2$$

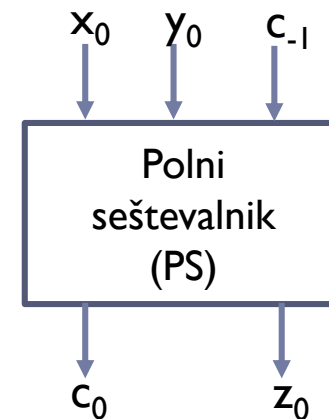


## □ POLNI seštevalnik

- Vhodi:  $x_0, y_0, c_{-1}$
- Izhoda:  $z_0, c_0$
- Funkciji za izračun izhodov:

$$z_0 = x_0 + y_0 + c_{-1};$$

$$c_0 = 1, \text{ če je } x_0 + y_0 + c_{-1} \geq 2$$



# Uporaba polnega seštevalnika (seštevanje in odštevanje)

4-bitni seštevalnik, zastavici C,V

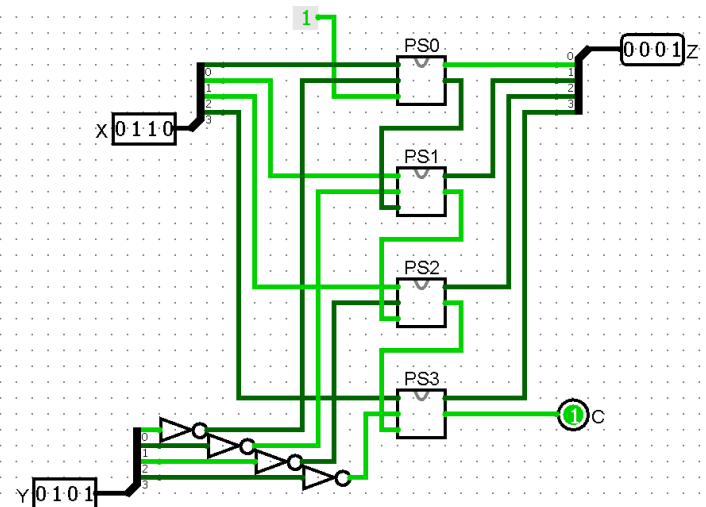
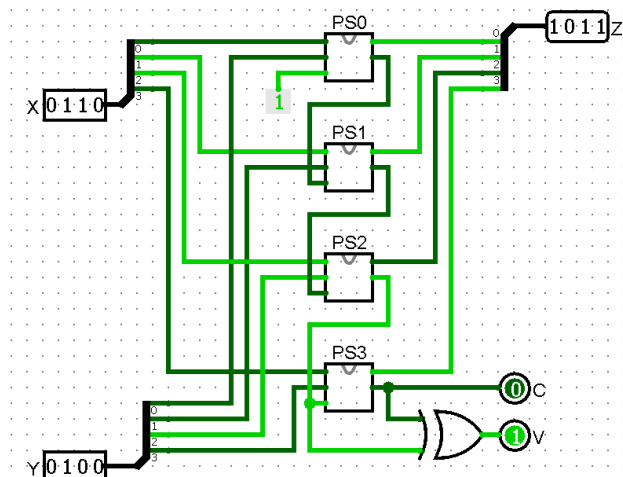
$$Z = X + Y + I \quad (I = 6 + 4 + 1)$$

		C	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>	
X	6		0	1	1	0	
Y	+ 4		0	1	0	0	
	+ 1		1	0	0	1	c <sub>-1</sub>
Z	11		1	0	1	1	

4-bitni odštevalnik, zastavica C

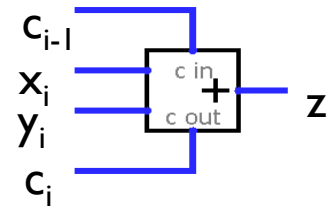
$$Z = X - Y = X + (-Y) \quad (I = 6 + (-5))$$

		C	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>	
X			0	1	1	0	
X'			1	0	1	0	
+ I						1	c <sub>-1</sub>
		1	1	1	0		
Z			0	0	0	1	



# N1 Vezje za seštevanje in odštevanje (4-biti)

- Realizirajte logično vezje, ki izvede 4-bitno seštevanje  $Z = X + Y$  in odštevanje  $Z = X + (-Y)$ . Za izbiro operacije uporabite signal Add/Sub. Vezje naj sestavljajo polni seštevalniki, na izhodu naj bodo zastavice za prenos (C), preliv (V) in predznak (N).
- Naloge:
  - Blok shema vezja:  $X=(x_3, x_2, x_1, x_0)$ ,  $Y=(y_3, y_2, y_1, y_0)$ ,  $Z=(z_3, z_2, z_1, z_0)$ .
  - Pravilnostna tabela za vhod  $y_i$ , če je vhod določen z dvojiškim komplementom.
  - Logično vezje preverite v logisimu tako, da uporabite 1-bitni polni seštevalnik in logična vrata AND, OR, NOT, XOR in 7-segmentni prikazovalnik iz prejšnje vaje.



- Delovanje preverite za spodnje kombinacije seštevanja in odštevanja, če upoštevate, da so na vhodih X in Y predznačena števila ter v tabeli izpišite rezultate in zastavice N, C, V. Primeri seštevanja in odštevanja: 5+2, 6+5, 4-2, -5-4, 3-7.

$X+Y=Z$	$X_2$	$Y_2$	$Z_2$	N	V	C
---------	-------	-------	-------	---	---	---



# N2 Inkrementer in dekrementer

- ❑ Zgradimo digitalno vezje, ki ima dve funkciji:
  - povečevanje 3-bitnega dvojiškega števila B tako, da je rezultat število  $C = B + 2$  (Inkrementer).
  - zmanjševanje 3-bitnega dvojiškega števila B tako, da je rezultat število  $C = B - 2$  (Dekrementer).
- ❑ Vhodi so  $B = (b_2, b_1, b_0)$ , izhodi so  $C = (c_2, c_1, c_0)$
- ❑ Naloge:
  - Pravilnostna tabela za izhodne funkcije  $c_2, c_1, c_0$
  - Minimizirajte izhodne funkcije in jih zapišite z vrati XOR, XNOR
  - Narišite logično shemo
  - Realizirajte vezje v logisimu, uporabite vrata XOR in Hex Digit Display za prikaz rezultata.

