



Digitalna vezja UL, FRI



Vaja 7 Stukturalni gradniki - MUXi

Realizacija logične funkcije z MUXi

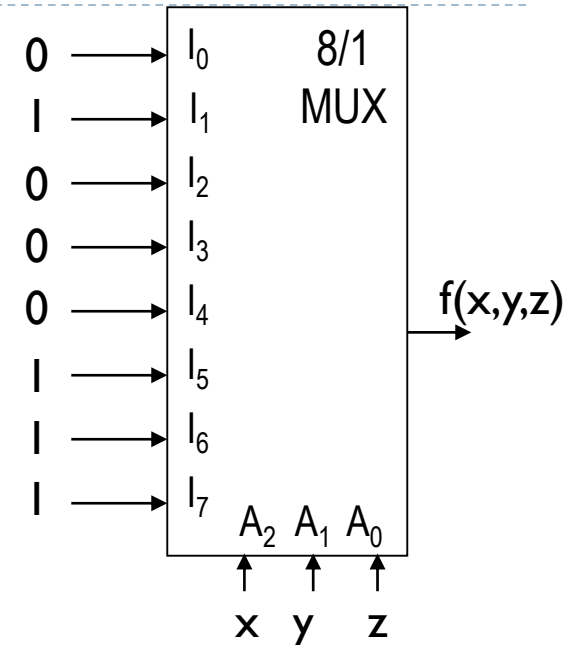
A_2	A_1	A_0		y
x	y	z	I_i	$f(x,y,z)$
0	0	0	0	0 = I_0
0	0	1	1	1 = I_1
0	1	0	2	0 = I_2
0	1	1	3	0 = I_3
1	0	0	4	0 = I_4
1	0	1	5	1 = I_5
1	1	0	6	1 = I_6
1	1	1	7	1 = I_7

A_2	A_1	A_0		y
x	y	z	I_i	$f(x,y,z)$
0	0	0	0	0 = I_0
0	0	1	1	1 = I_0
0	1	0	2	0 = I_1
0	1	1	3	0 = I_1
1	0	0	4	0 = I_2
1	0	1	5	1 = I_2
1	1	0	6	1 = I_3
1	1	1	7	1 = I_3

□ Trivialna rešitev

$f(x,y,z) \rightarrow n=3$

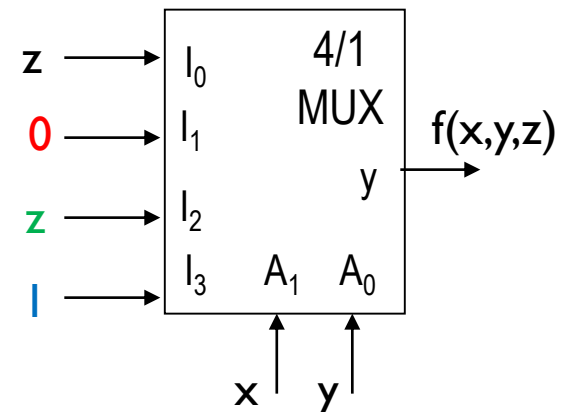
3-naslovni MUX
(8/1 MUX)



□ Optimalna rešitev

$f(x,y,z) \rightarrow n=3$

2-naslovni MUX
(4/1 MUX)



A_2	A_1	A_0		y
x	y	z	I_i	$f(x,y,z)$
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	2	0
0	1	1	3	0
1	0	0	4	0
1	0	1	5	1
1	1	0	6	1
1	1	1	7	1

Minimalna rešitev

$$f(x,y,z) \rightarrow n=3$$

I-naslovni MUX (2/I MUX)

$$y = \overline{A_0} \cdot I_0 \vee A_0 \cdot I_1$$

	$\bar{z}$	z
$\bar{x} \bar{y}$		1
$\bar{x} y$		
$x y$	1	1
$x \bar{y}$		1

Vsota produktov

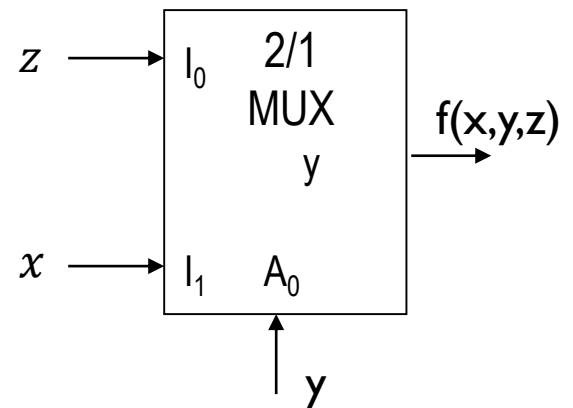
$$f(x,y,z) = \bar{y} \cdot z \vee x \cdot y$$

$$f(x,y,z) = \bar{y} \cdot z \vee y \cdot x$$

$$y = \overline{A_0} \cdot I_0 \vee A_0 \cdot I_1$$

Določimo: $A_0 = y$,

$$I_0 = z, I_1 = x$$

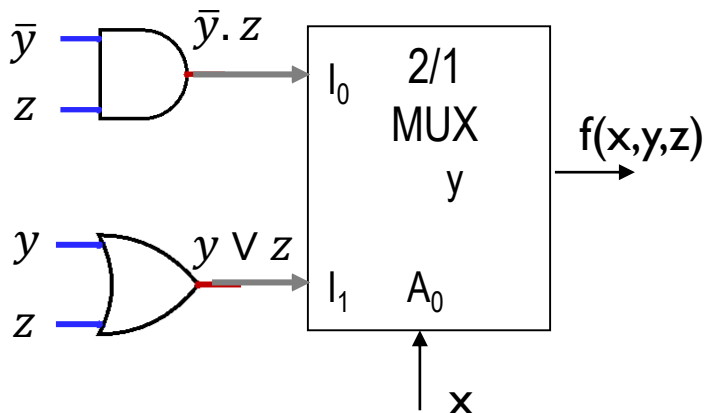


A_2	A_1	A_0		y
x	y	z	I_i	$f(x,y,z)$
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	2	0
0	1	1	3	0
1	0	0	4	0
1	0	1	5	1
1	1	0	6	1
1	1	1	7	1

$I_0 = \bar{y} \cdot z$

$I_1 = y \vee z$

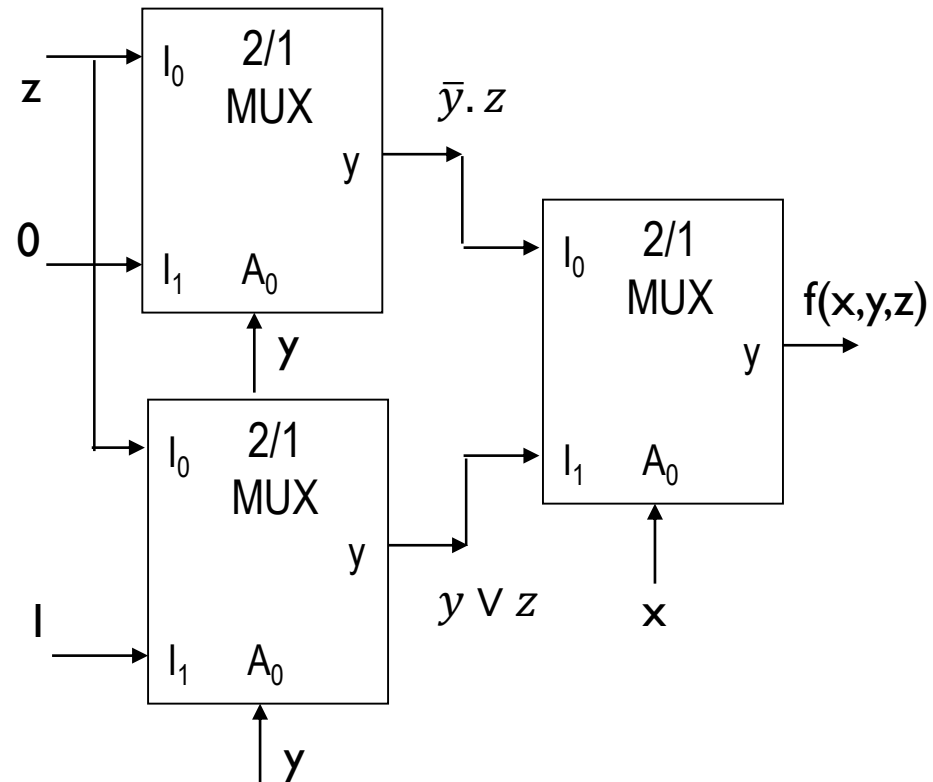
a) $A_0 = x, I_0 = \bar{y} \cdot z, I_1 = y \vee z$



□ Kaskadna rešitev

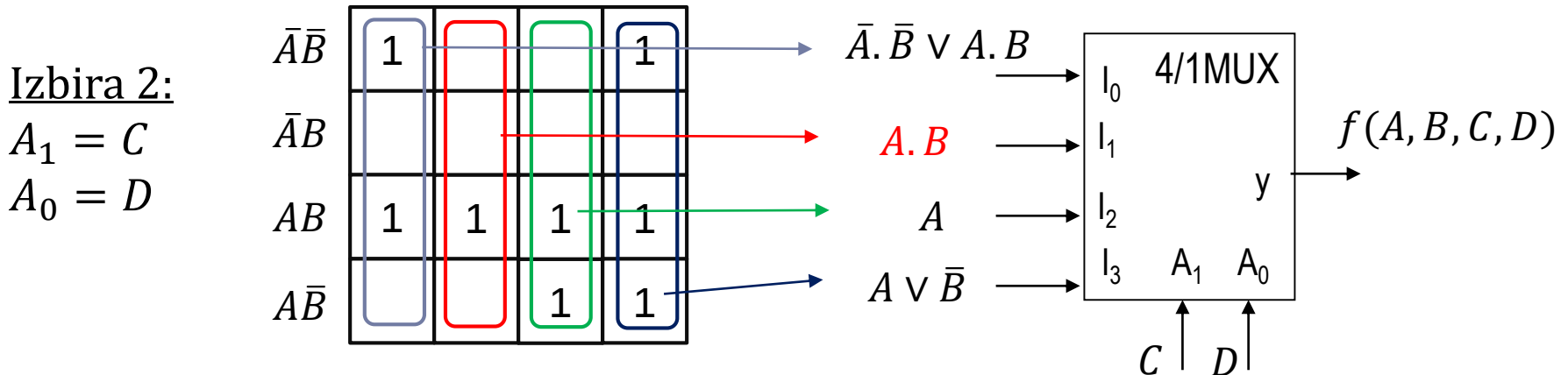
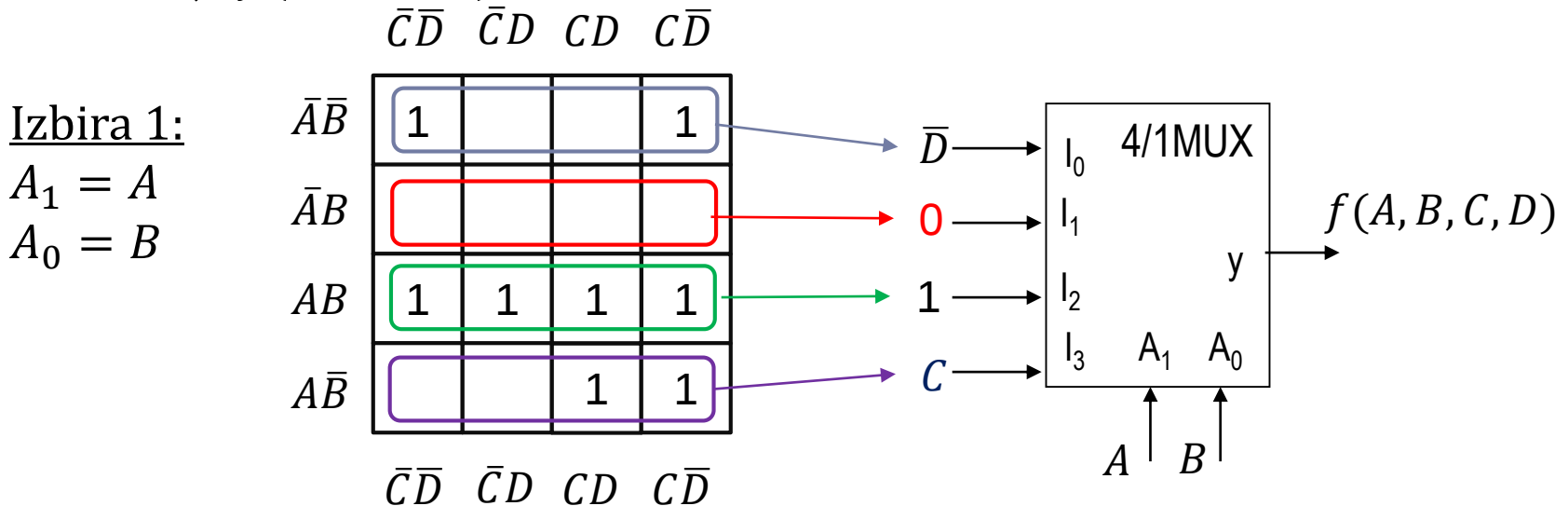
$f(x,y,z) \rightarrow n=3$, 1-naslovni MUX v dveh nivojih

b) Funkciji $\bar{y} \cdot z$ in $y \vee z$ realiziramo z 1-naslovnim MUXom ($A_0 = y$)



Realizacija logične funkcije – Karnaugh (4/1 MUX)

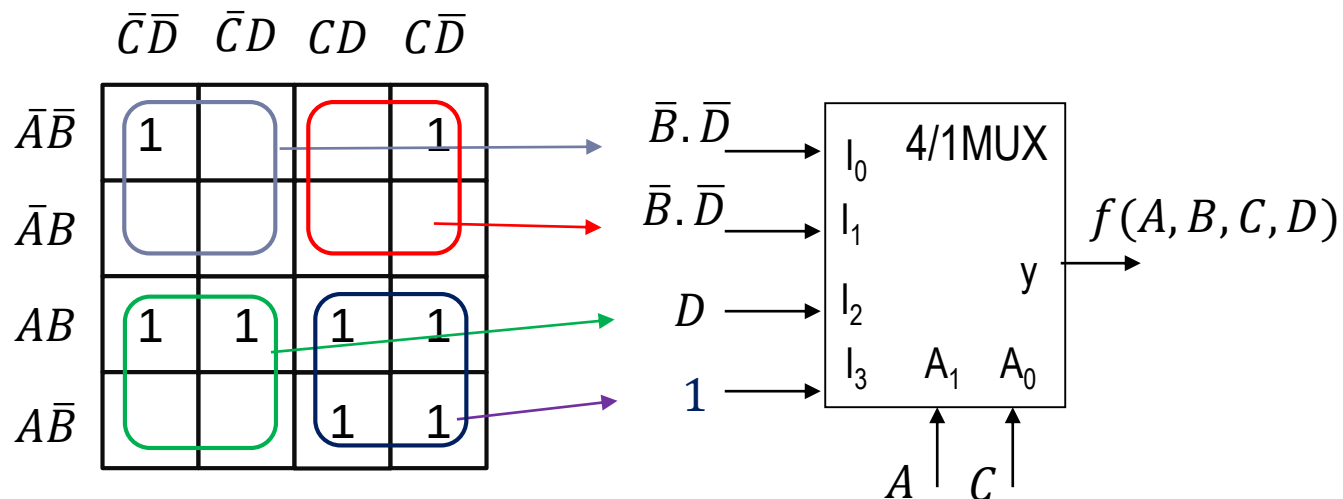
❑ Funkcija $f(A, B, C, D) \rightarrow$ 2-naslovni MUX



Izbira 3:

$$A_1 = A$$

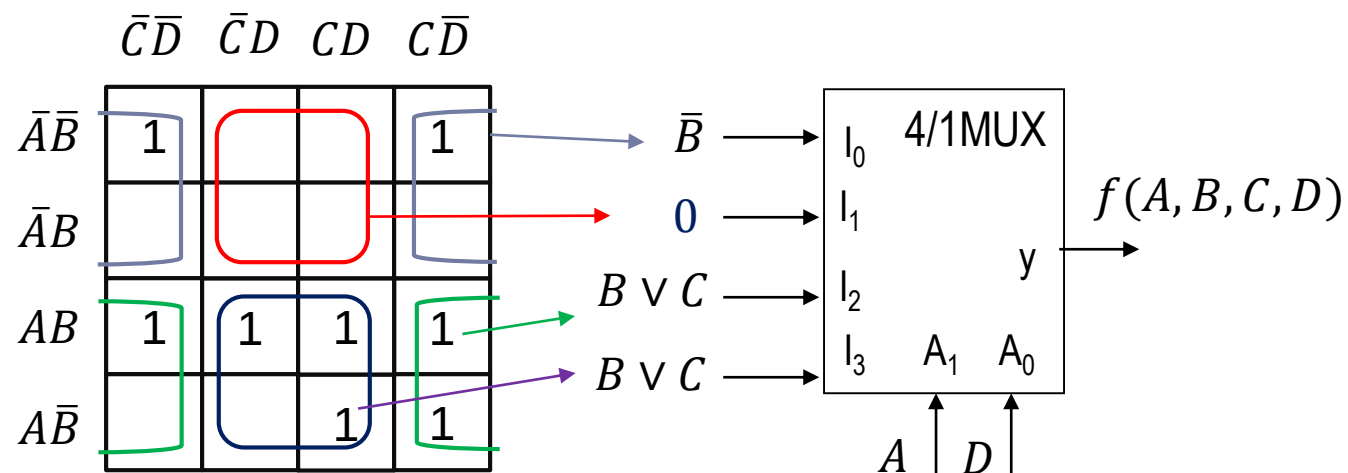
$$A_0 = C$$



Izbira 4:

$$A_1 = A$$

$$A_0 = D$$



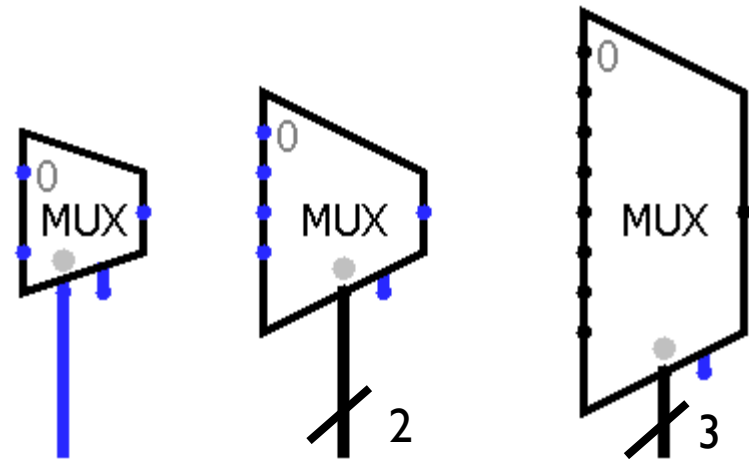
Naloge: Strukturalni gradniki – MUX (logisim)

- Realizacija logičnih funkcij z MUXji, tako da uporabimo samo enega za vsako izhodno funkcijo:

- 8/1 MUX
- 4/1 MUX
- 2/1 MUX

- Naloge

- N1: Dvojiški komplement
- N2: Množilnik
- N3: Inkrementer/Dekrementer



- Vezje v logisimu predstaviti na vajah

- Pri reševanju lahko preverimo kateri MUX je najbolj primerno uporabiti.

N1: Dvojiški komplement (n=4)

- V tabeli zapišite pretvorbo 4-bitnih predznačenih števil (N) v dvojiški komplement (2^4K), kjer bit b_3 na vходу in bit k_3 na izhodu določata predznak:

Vhodi: b_3, b_2, b_1, b_0

Izhodi: k_3, k_2, k_1, k_0

- Primer izračuna pretvorbe:

$b_3, b_2, b_1, b_0 = 1011$

$1^4K + 1 : 0100 + 1 = 0101$

$k_3, k_2, k_1, k_0 = 0101$

b_3	b_2	b_1	b_0	k_3	k_2	k_1	k_0
0	0	0	0				
0	0	0	1				
0	0	1	0				
0	0	1	1				
0	1	0	0				
0	1	0	1				
0	1	1	0				
0	1	1	1				
1	0	0	0				
1	0	0	1				
1	0	1	0				
1	0	1	1	0	1	0	1
1	1	0	0				
1	1	0	1				
1	1	1	0				
1	1	1	1				

N1: Dvojiški komplement (n=4) (rešitev)

- V tabeli zapišite pretvorbo 4-bitnih predznačenih števil (N) v dvojiški komplement (2^k), kjer bit b_3 na vhodu in bit k_3 na izhodu določata predznak:

Vhodi: b_3, b_2, b_1, b_0

Izhodi: k_3, k_2, k_1, k_0

b_3	b_2	b_1	b_0	k_3	k_2	k_1	k_0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1
0	0	1	0	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1	0	1
0	1	0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	0
0	1	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	1	0	1	1	1
1	0	1	0	0	1	1	0
1	0	1	1	0	1	0	1
1	1	0	0	0	1	0	0
1	1	0	1	0	0	1	1
1	1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	1	0	0	0	1

□ Rešitev s 3-naslovnimi MUXi (8/1 MUX)

b_3	b_2	b_1	b_0	k_3	k_2	k_1	k_0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1
0	0	1	0	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1	0	1
0	1	0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	0
0	1	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	1	0	1	1	1
1	0	1	0	0	1	1	0
1	0	1	1	0	1	0	1
1	1	0	0	0	1	0	0
1	1	0	1	0	0	1	1
1	1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	1	0	0	0	1

Izhod:

$$k_0 = b_0$$

Izhodi k_3, k_2, k_1

Naslovni vhodi :

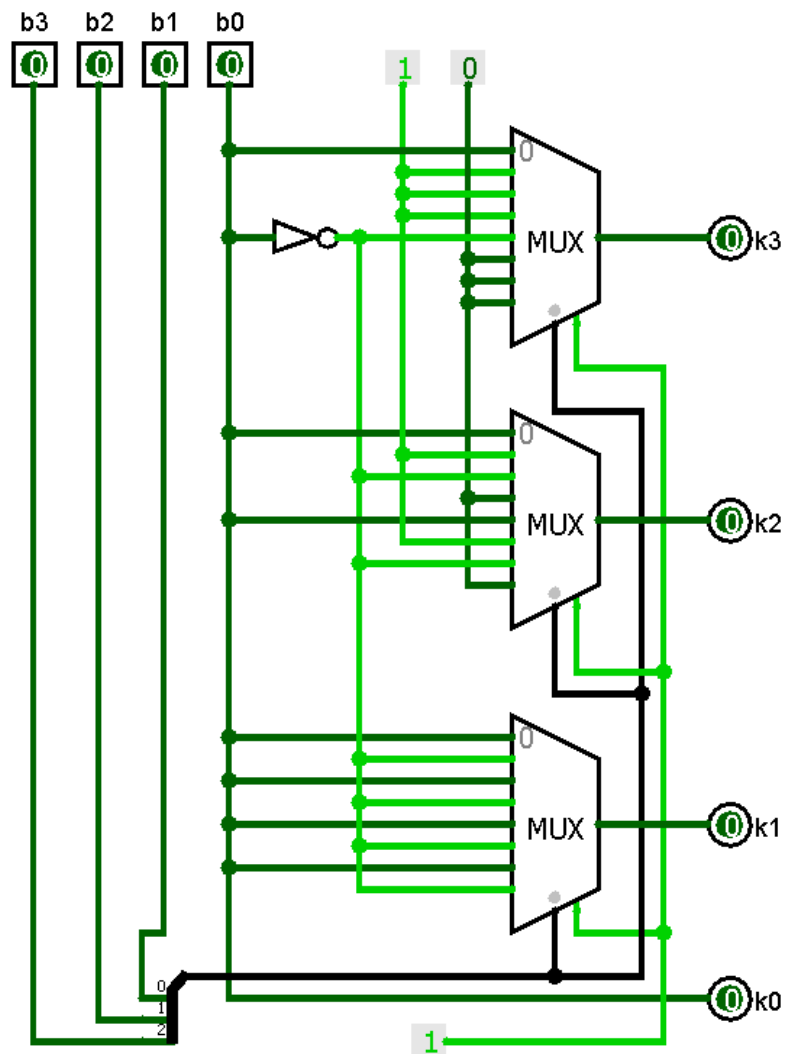
$$A_2 = b_3$$

$$A_1 = b_2$$

$$A_0 = b_1$$

	k_3	k_2	k_1
I_0	b_0	b_0	b_0
I_1	1	1	$\overline{b_0}$
I_2	1	$\overline{b_0}$	b_0
I_3	1	0	$\overline{b_0}$
I_4	$\overline{b_0}$	b_0	b_0
I_5	0	1	$\overline{b_0}$
I_6	0	$\overline{b_0}$	b_0
I_7	0	0	$\overline{b_0}$

Logično vezje



N2: Množilnik

- V tabeli zapišite množenje 2-bitnih podatkov $K=X*Y$, če imamo

- Vhoda:

$X=(x_1, x_0)$ in

$Y=(y_1, y_0)$,

- Izhod:

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

- Primer izračuna:

$x_1, x_0, y_1, y_0 = 1011$

$x_1, x_0 : 10$ (2), $y_1, y_0 : 11$ (3)

$X*Y = 0110$ ($2*3=6$)

$k_3, k_2, k_1, k_0 = 0110$

x_1	x_0	y_1	y_0	k_3	k_2	k_1	k_0
0	0	0	0				
0	0	0	1				
0	0	1	0				
0	0	1	1				
0	1	0	0				
0	1	0	1				
0	1	1	0				
0	1	1	1				
1	0	0	0				
1	0	0	1				
1	0	1	0				
1	0	1	1	0	1	1	0
1	1	0	0				
1	1	0	1				
1	1	1	0				
1	1	1	1				

N2: Množilnik (rešitev)

- V tabeli zapišite množenje 2-bitnih podatkov $K=X*Y$, če imamo

- Vhoda:

$X=(x_1, x_0)$ in

$Y=(y_1, y_0)$,

- Izhod:

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

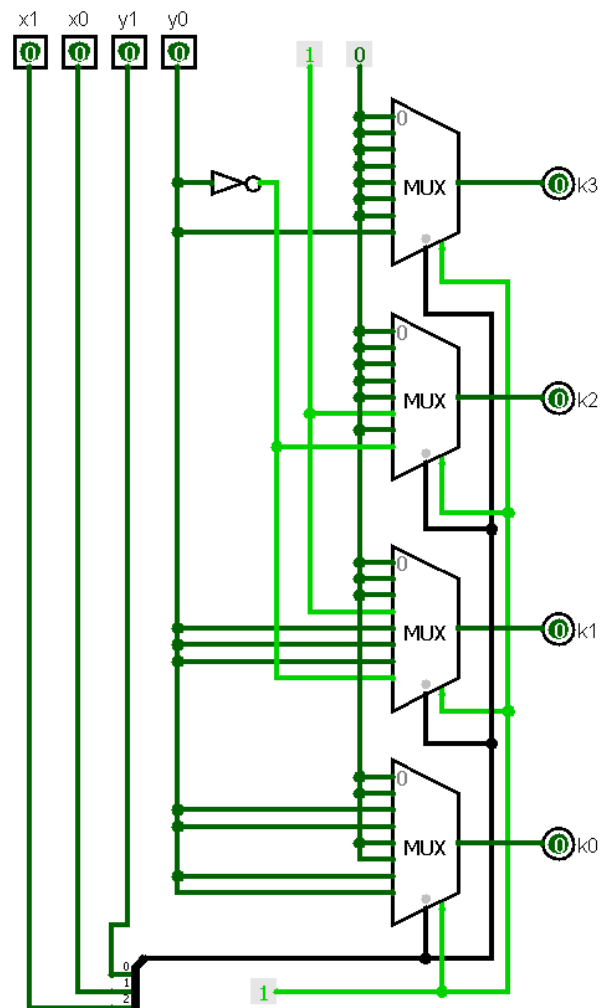
x_1	x_0	y_1	y_0	k_3	k_2	k_1	k_0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	0	0	1	0
0	1	1	1	0	0	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0
1	0	1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	1	1	0
1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	1	1
1	1	1	0	0	1	1	0
1	1	1	1	1	0	0	1

❑ Rešitev s 3-naslovnimi MUXi (8/1 MUX)

x_1	x_0	y_1	y_0	k_3	k_2	k_1	k_0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	0	0	1	0
0	1	1	1	0	0	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0
1	0	1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	1	1	0
1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	1	1
1	1	1	0	0	1	1	0
1	1	1	1	1	0	0	1

A_2	A_1	A_0	y				
x_1	x_0	y_1		k_3	k_2	k_1	k_0
0	0	0	I_0	0	0	0	0
0	0	1	I_1	0	0	0	0
0	1	0	I_2	0	0	0	y_0
0	1	1	I_3	0	0	1	y_0
1	0	0	I_4	0	0	y_0	0
1	0	1	I_5	0	1	y_0	0
1	1	0	I_6	0	0	y_0	y_0
1	1	1	I_7	y_0	$\overline{y_0}$	$\overline{y_0}$	y_0

Logično vezje



N3: Inkrementer in dekrementer

□ Digitalno vezje

- za povečevanje $C=B +2$ (Inkrementer) in
 - zmanjševanje $C=B -2$ (Dekrementer)
- 3-bitnega dvojiškega števila B.

- Vhodi so $B=(b_2,b_1,b_0)$,
- izhodi so $C=(c_2,c_1,c_0)$
- Krmiljenje:
 $A=0$ – inkrement (+2)
 $A=1$ – dekrement (-2)

A	b_2	b_1	b_0	c_2	c_1	c_0
0	0	0	0			
0	0	0	1			
0	0	1	0			
0	0	1	1			
0	1	0	0			
0	1	0	1			
0	1	1	0			
0	1	1	1			
1	0	0	0			
1	0	0	1			
1	0	1	0			
1	0	1	1			
1	1	0	0			
1	1	0	1			
1	1	1	0			
1	1	1	1			

N3: Inkrementer in dekrementer (rešitev)

□ Vaja 5: Digitalno vezje za povečevanje $C=B+2$ (Inkrementer) in zmanjševanje $C=B-2$ (Dekrementer) 3-bitnega dvojiškega števila B.

- Vhodi so $B=(b_2, b_1, b_0)$,
- izhodi so $C=(c_2, c_1, c_0)$
- Krmiljenje:
 $A=0$ – inkrement (+2)
 $A=1$ – dekrement (-2)

A	b_2	b_1	b_0	c_2	c_1	c_0
0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	1	1
0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	1	0	1
0	1	0	0	1	1	0
0	1	0	1	1	1	1
0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	1	0
1	0	0	1	1	1	1
1	0	1	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	1
1	1	0	0	0	1	0
1	1	0	1	0	1	1
1	1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	1	0	1

❑ Rešitev z 2-naslovnimi MUXi (4/1 MUX)

A	b ₂	b ₁	b ₀	c ₂	c ₁	c ₀
0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	1	1
0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	1	0	1
0	1	0	0	1	1	0
0	1	0	1	1	1	1
0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	1	0
1	0	0	1	1	1	1
1	0	1	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	1
1	1	0	0	0	1	0
1	1	0	1	0	1	1
1	1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	1	0	1

$$c_1 = \overline{b_1}$$

$$c_0 = b_0$$

A ₁	A ₀		
A	b ₂	y	c ₂
0	0	I ₀	b ₁
0	1	I ₁	$\overline{b_1}$
1	0	I ₂	$\overline{b_1}$
1	1	I ₃	b ₁

