



Digitalna vezja, BVS-RI

Mira TREBAR



P6 – Strukturalni gradniki

# Vsebina

---

## Kombinacijska vezja – strukturalni gradniki

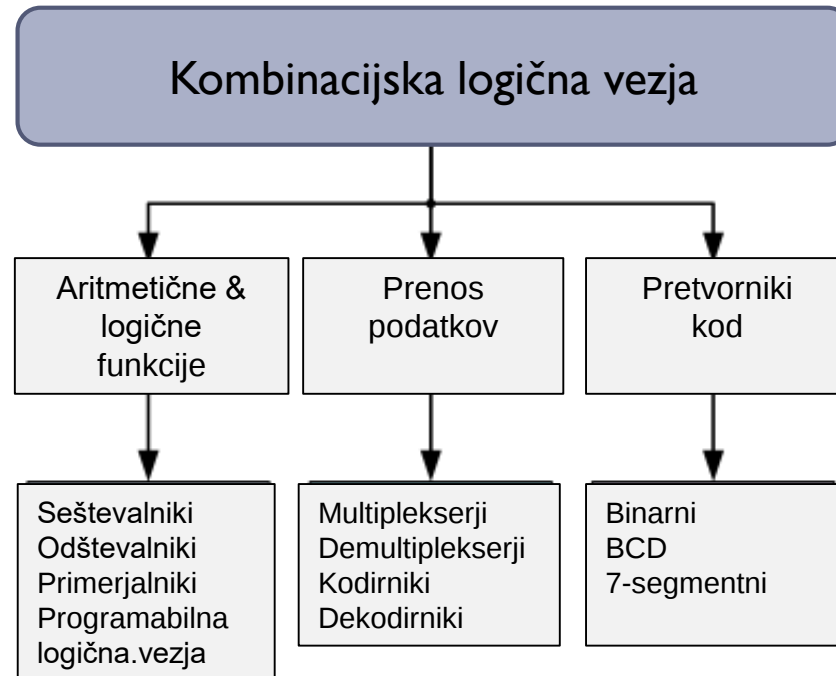
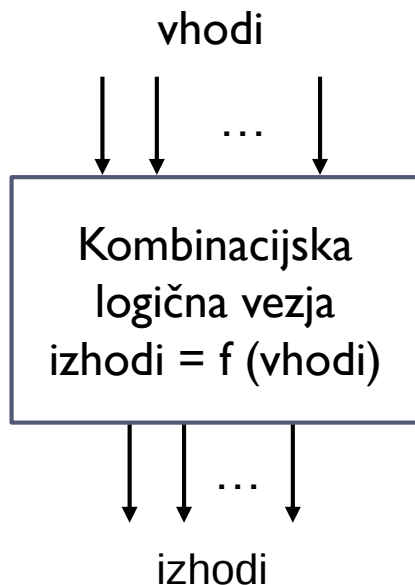
1. Dekodirniki (DEK)
2. Kodirniki (KOD)
3. Multiplekserji (MUX)
4. Demultiplekserji (DMUX)
5. Uporaba multiplekserjev

## □ Vir

- Tocci R.J., Widmer N.S., Moss G.L., Digital Systems Principles in Applications, Pearson Education, 2018 (P9, MSI logic circuits)
- Trebar M., Osnove logičnih vezij (P8, str. 99-116)

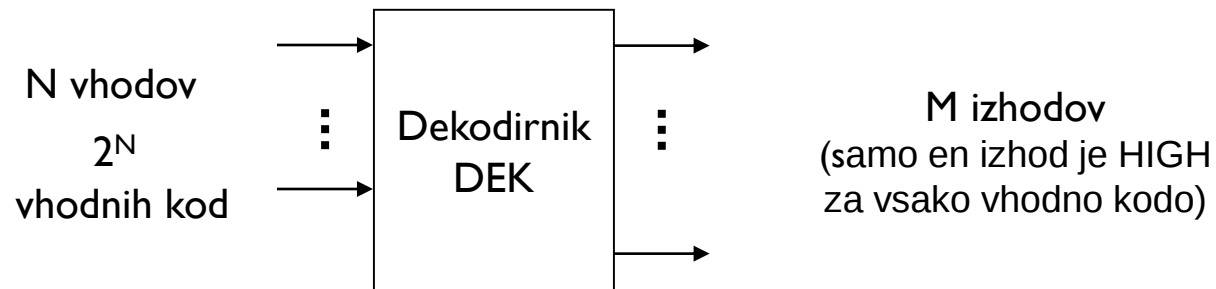
# Kombinacijska logična vezja

- ❑ Digitalni sistemi prejmejo dvojiško kodirane podatke in informacije, ki se na nek način ves čas obdelujejo.
- ❑ Vsak izhod kombinacijskega vezja je določen kot funkcija poljubnih vhodov.
- ❑ MSI logična vezja (MSI - medium-scale-integration)

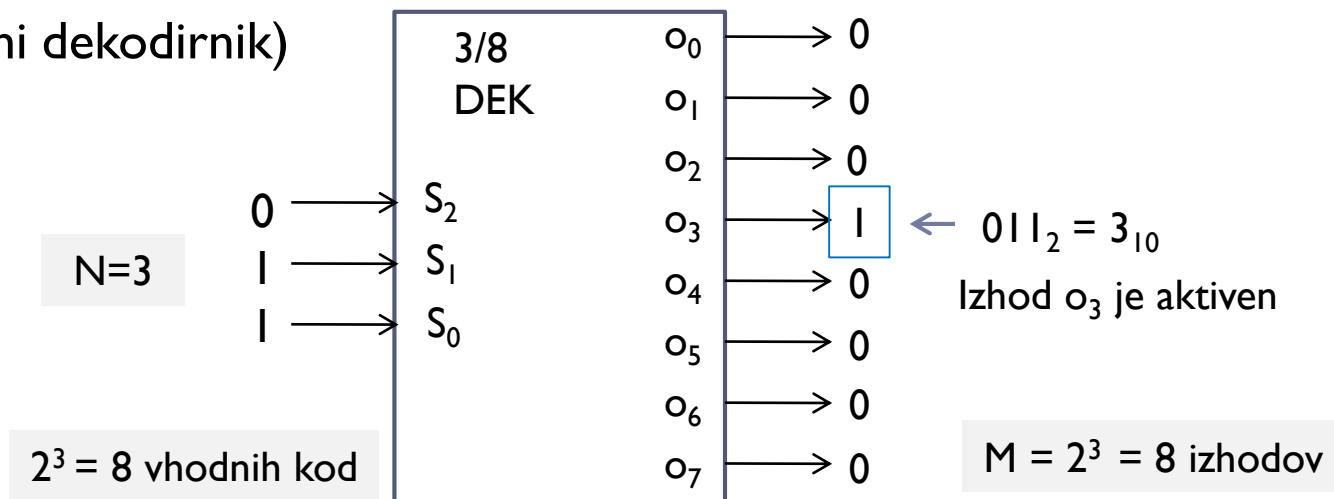


# 1 Dekodirnik (ang. Decoder)

- Logično vezje, ki prejme niz vhodov (binarno število) in aktivira tisti izhod, ki ga določa število na vhodih. Ostali izhodi niso aktivni.



- Primer: 'binary-to octal dekodler' - (3/8 DEK), vhodi ( $N=3$ ), izhodi ( $M=2^3=8$ ) (Binarni dekodirnik)

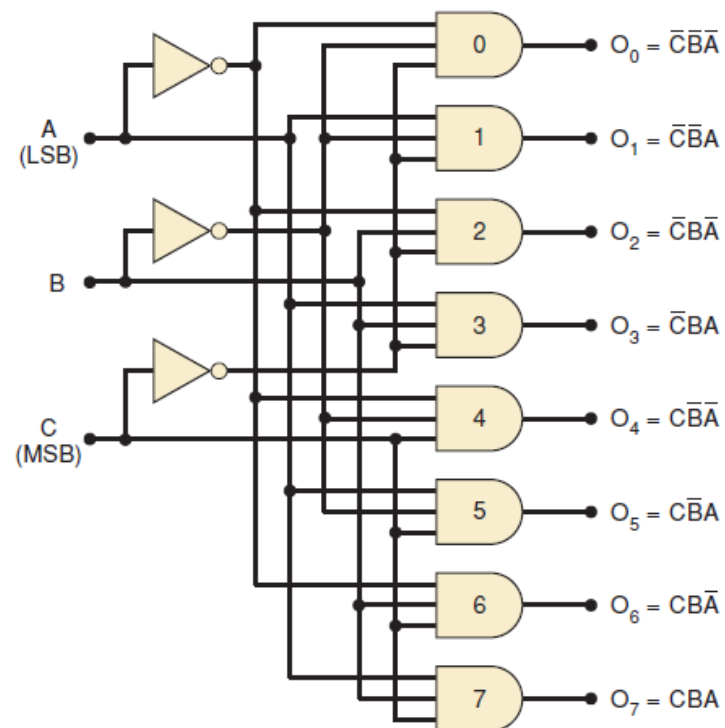


### 3/8 DEK - Pravilnostna tabela

| C | B | A |  | $o_7$ | $o_6$ | $o_5$ | $o_4$ | $o_3$ | $o_2$ | $o_1$ | $o_0$ |
|---|---|---|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 |  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     |
| 0 | 0 | 1 |  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     |
| 0 | 1 | 0 |  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     |
| 0 | 1 | 1 |  | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     |
| 1 | 0 | 0 |  | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1 | 0 | 1 |  | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1 | 1 | 0 |  | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1 | 1 | 1 |  | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |

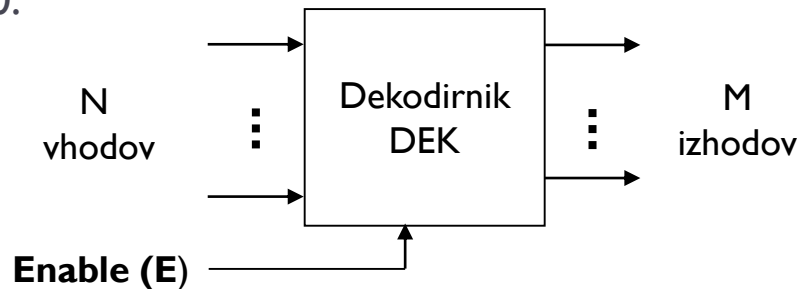
### Zapis logičnih funkcij

$$\begin{aligned}
 o_0 &= \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} \\
 o_1 &= \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot A \\
 o_2 &= \bar{C} \cdot B \cdot \bar{A} \\
 o_3 &= \bar{C} \cdot B \cdot A \\
 o_4 &= C \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} \\
 o_5 &= C \cdot \bar{B} \cdot A \\
 o_6 &= C \cdot B \cdot \bar{A} \\
 o_7 &= C \cdot B \cdot A
 \end{aligned}$$



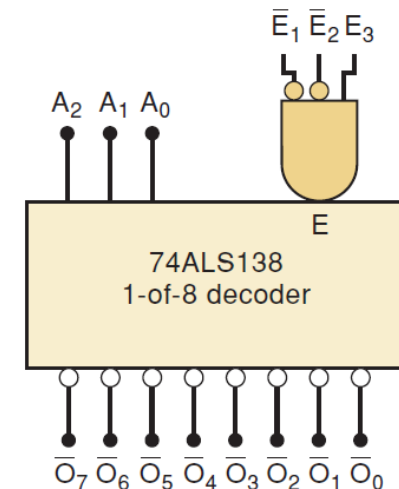
❑ **Krmilni vhod (E - Enable)** – omogoča krmiljenje operacije dekodirnika

- **E=1**, deluje normalno tako, da je izhod po vrednosti 1 določen z vhodi
- **E=0**, vsi izhodi so 0.



❑ **Primer: Dekodirnik 74ALS138**

| $\overline{E}_1$ | $\overline{E}_2$ | $E_3$ | Izhodi                           |
|------------------|------------------|-------|----------------------------------|
| 0                | 0                | 1     | Odziv na vhodno kodo $A_2A_1A_0$ |
| 1                | x                | x     | Onemogočeno – vsi HIGH           |
| x                | 1                | x     | Onemogočeno – vsi HIGH           |
| x                | x                | 0     | Onemogočeno – vsi HIGH           |



- ❑ **Delovanje:**      Vhodi:  $A_2 = 0, A_1 = 1, A_0 = 0, \overline{E}_1 = \overline{E}_2 = 0, E_3 = 1$   
                              Izhod:  $\overline{O}_2 = 0$ , ostali so 1 (HIGH)

❑ Realizacija dekodirnika **5/32 DEK** z uporabo štirih dekodirnikov 74ALS138:

**Izhodi:**  $\overline{Q_{31}}, \overline{Q_{30}}, \dots, \overline{Q_0}$

$Z_1$ : izhodi  $\overline{Q_7}, \dots, \overline{Q_0}$

$Z_2$ : izhodi  $\overline{Q_{15}}, \dots, \overline{Q_8}$

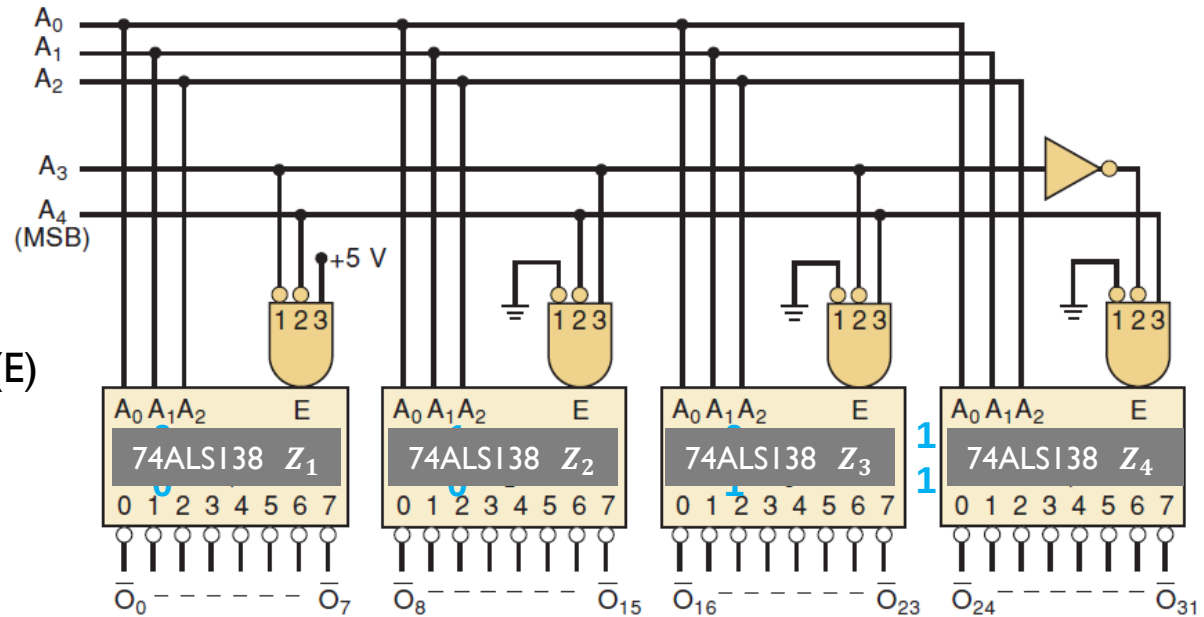
$Z_3$ : izhodi  $\overline{Q_{23}}, \dots, \overline{Q_{16}}$

$Z_4$ : izhodi  $\overline{Q_{31}}, \dots, \overline{Q_{24}}$

**Vhodi:**

$A_3, A_4$  – izbira dekodirnikov (E)

| $A_3$ | $A_4$ | DEK   |
|-------|-------|-------|
| 0     | 0     | $z_1$ |
| 0     | 1     | $z_2$ |
| 1     | 0     | $z_3$ |
| 1     | 1     | $z_4$ |



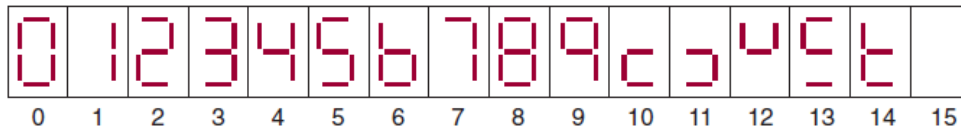
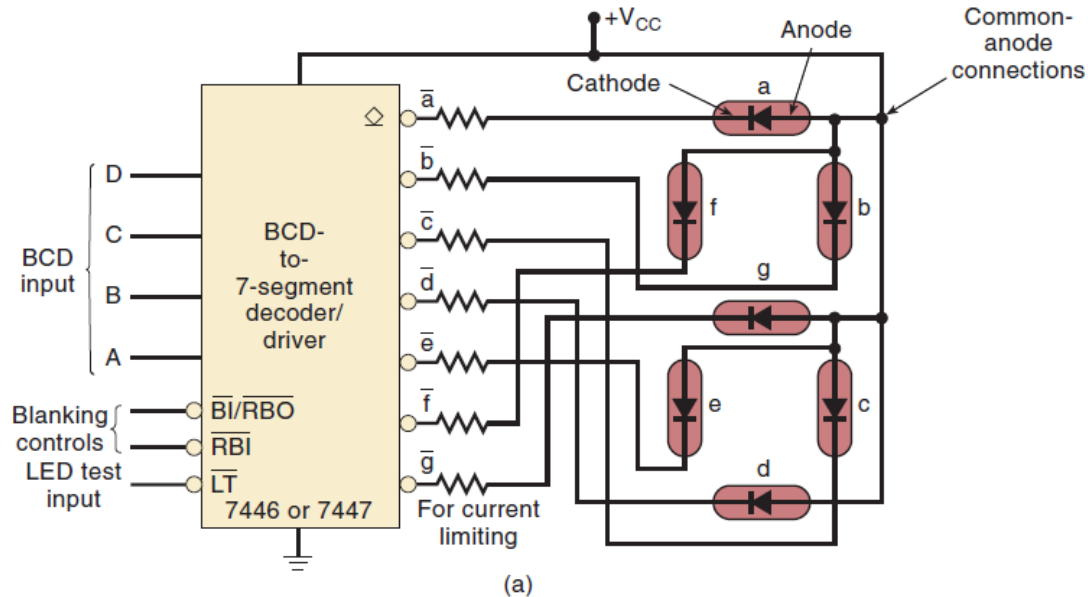
$A_2, A_1, A_0$  - izbira izhoda na izbranem dekodirniku

Primer: Naslovni vhodi, ki določajo izhod  $\overline{Q_{18}} = 0$  so:  $A_4 A_3 A_2 A_1 A_0 = 10010$ .

Kateri dekodirnik je izbran? ( Odg:  $Z_3$  )

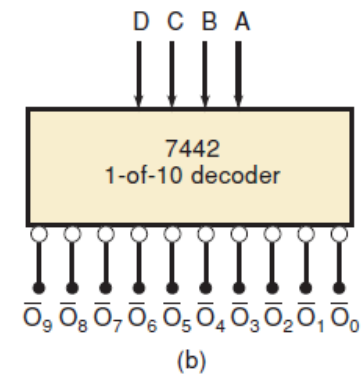
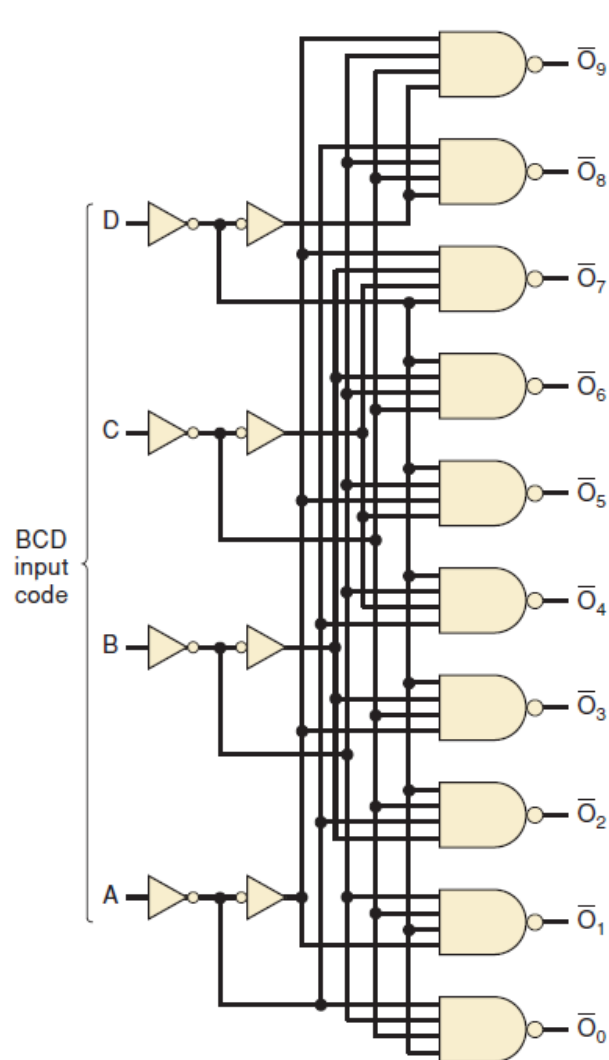
□ Primer: BCD → 7- segment decoder (7446 ali 7447)

<https://www.ntecinc.com/specs/7400to7499/pdf/nte7446.pdf>



| Decimal<br>or<br>Function | Inputs                 |                         |   |   |   |   | $\overline{\text{BI/RBO}}$<br>(NOTE) | Outputs |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------|------------------------|-------------------------|---|---|---|---|--------------------------------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                           | $\overline{\text{LT}}$ | $\overline{\text{RBI}}$ | D | C | B | A |                                      | a       | b   | c   | d   | e   | f   | g   |
| BI                        | X                      | X                       | X | X | X | X | L                                    | OFF     | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF |
| RBI                       | H                      | L                       | L | L | L | L | L                                    | OFF     | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF | OFF |
| LT                        | L                      | X                       | X | X | X | X | H                                    | ON      | ON  | ON  | ON  | ON  | ON  | ON  |

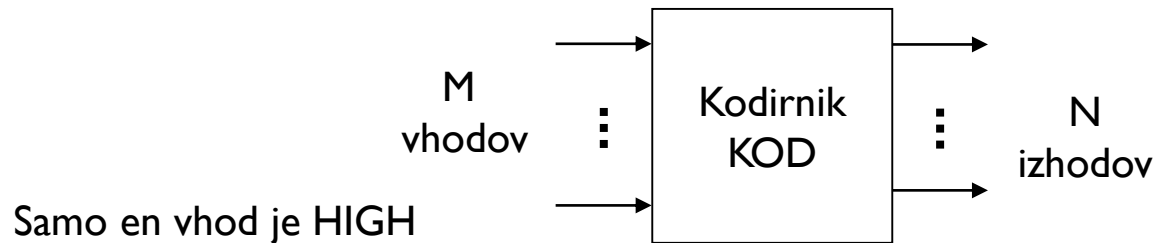
## □ Primer: BCD → Decimal decoder (7442)



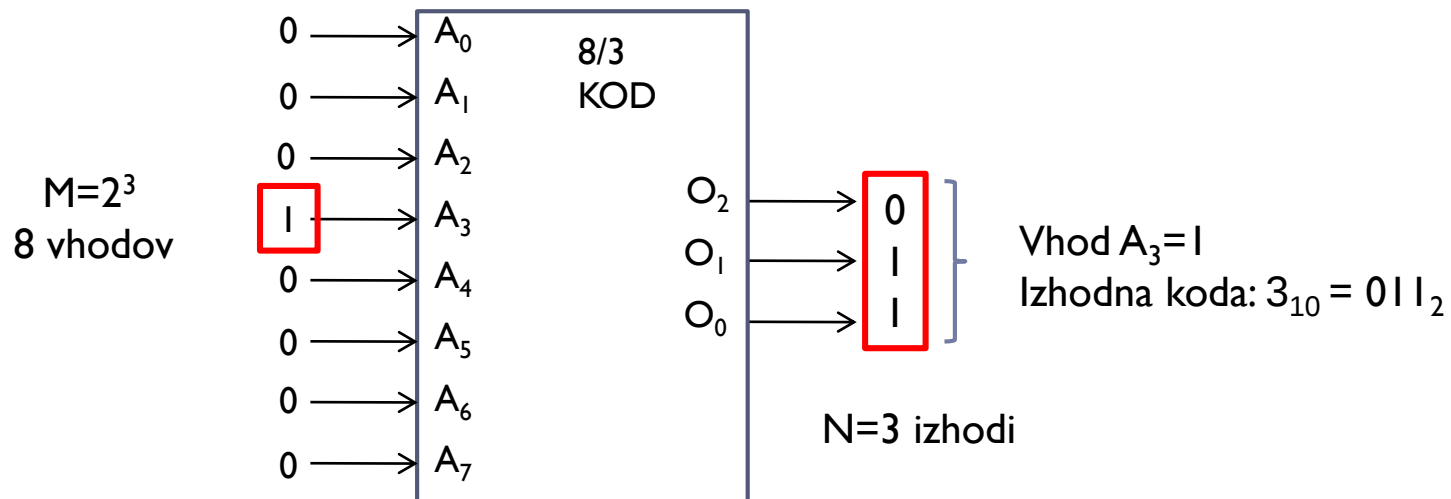
| Inputs |   |   |   | Active Output |
|--------|---|---|---|---------------|
| D      | C | B | A |               |
| L      | L | L | L | $\bar{O}_0$   |
| L      | L | L | H | $\bar{O}_1$   |
| L      | L | H | L | $\bar{O}_2$   |
| L      | L | H | H | $\bar{O}_3$   |
| L      | H | L | L | $\bar{O}_4$   |
| L      | H | L | H | $\bar{O}_5$   |
| L      | H | H | L | $\bar{O}_6$   |
| L      | H | H | H | $\bar{O}_7$   |
| H      | L | L | L | $\bar{O}_8$   |
| H      | L | L | H | $\bar{O}_9$   |
| H      | L | H | L | None          |
| H      | L | H | H | None          |
| H      | H | L | L | None          |
| H      | H | L | H | None          |
| H      | H | H | L | None          |
| H      | H | H | H | None          |

## 2 Kodirnik (ang. Encoder)

- ❑ Proces kodiranja, ki je nasprotna operacija od dekodiranja.
- ❑ Logično vezje, ki prejme niz vhodov, kjer je samo eden aktiviran v danem trenutku in aktivira N bitno kodo na izhodih, ki je odvisna od aktiviranega vhoda.



- ❑ Primer: **'octal-to-binary encoder'** - (8/3 KOD),  $M = 8 = 2^3$ ,  $N = 3$



## Pravilnostna tabela in logično vezje kodirnika (8/3 KOD)

- Pravilnostna tabela, vhodi so negirani (kodiranje logične 0 na vходу določa binarno kodo na izhodu:  $\overline{A_7} = 0 \rightarrow$  koda na izhodu  $o_2 = 1, o_1 = 1, o_0 = 1$ )

| $\overline{A_7}$ | $\overline{A_6}$ | $\overline{A_5}$ | $\overline{A_4}$ | $\overline{A_3}$ | $\overline{A_2}$ | $\overline{A_1}$ | $\overline{A_0}$ | $o_2$ | $o_1$ | $o_0$ |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|-------|-------|
| 1                | 1                | 1                | 1                | 1                | 1                | 1                | 0                | 0     | 0     | 0     |
| 1                | 1                | 1                | 1                | 1                | 1                | 0                | 1                | 0     | 0     | 1     |
| 1                | 1                | 1                | 1                | 1                | 0                | 1                | 1                | 0     | 1     | 0     |
| 1                | 1                | 1                | 1                | 0                | 1                | 1                | 1                | 0     | 1     | 1     |
| 1                | 1                | 1                | 0                | 1                | 1                | 1                | 1                | 1     | 0     | 0     |
| 1                | 1                | 0                | 1                | 1                | 1                | 1                | 1                | 1     | 0     | 1     |
| 1                | 0                | 1                | 1                | 1                | 1                | 1                | 1                | 1     | 1     | 0     |
| 0                | 1                | 1                | 1                | 1                | 1                | 1                | 1                | 1     | 1     | 1     |

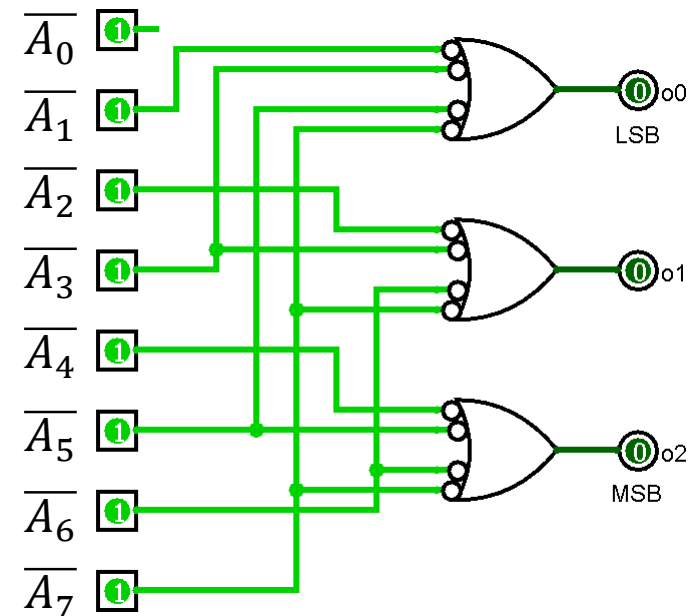
- Zapis logičnih funkcij in logično vezje

$$o_0 = \overline{\overline{A_1} \cdot \overline{A_3} \cdot \overline{A_5} \cdot \overline{A_7}} = ?$$

$$o_1 = \overline{\overline{A_2} \cdot \overline{A_3} \cdot \overline{A_6} \cdot \overline{A_7}} = ?$$

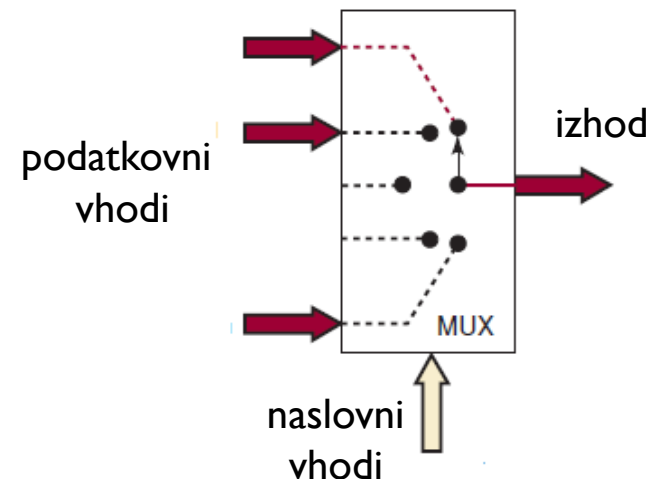
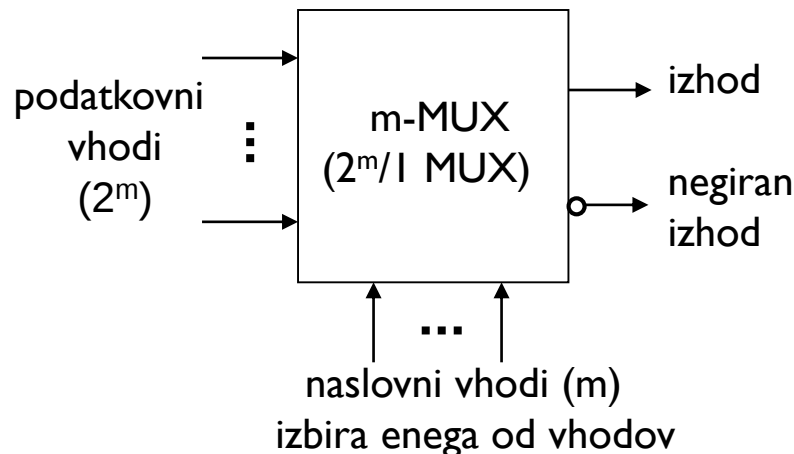
$$o_2 = \overline{\overline{A_4} \cdot \overline{A_5} \cdot \overline{A_6} \cdot \overline{A_7}} = ?$$

  
 Disjunkcija negiranih  
 vhodov



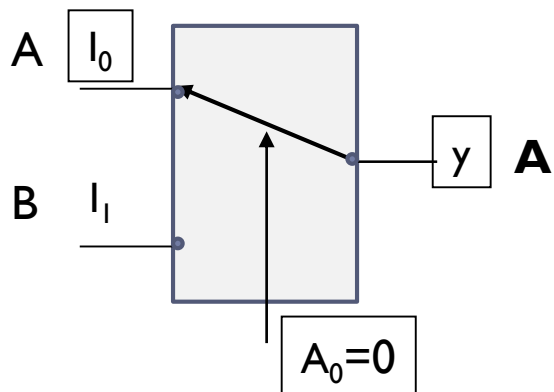
### 3 Izbiralnik-Multiplekser (MUX)

- Vezje, ki sprejme več vhodnih signalov, izbere enega izmed njih in ga posreduje na izhod.
  - Naslovni vhodi ( $m$ ) – omogočajo izbiro podatkovnega vhoda
  - Podatkovni vhodi ( $2^m$ ) – vrednost 0 ali 1 (signal)
  - Izhod/Negiran izhod – vrednost podatkovnega vhoda (osnovna ali negirana) izbranega z naslovnimi vhodi
  - Delovanje (Funkcija) – kombinacija signalov naslovnih vhodov določa izbiro podatkovnega vhoda in ga preslika na izhod
- Oznaka: **m-MUX** ali  **$2^m/1$  MUX**

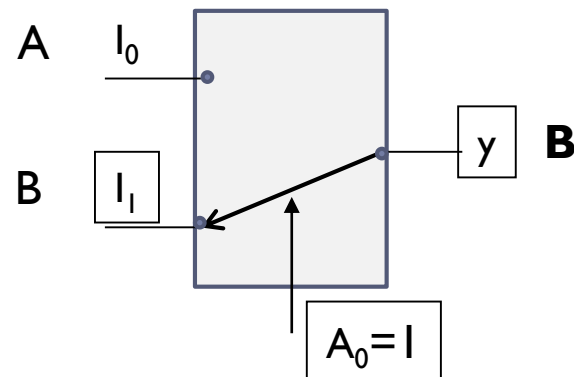


# 1-naslovni MUX (2/1 MUX)

## □ Delovanje - Preklopno stikalo



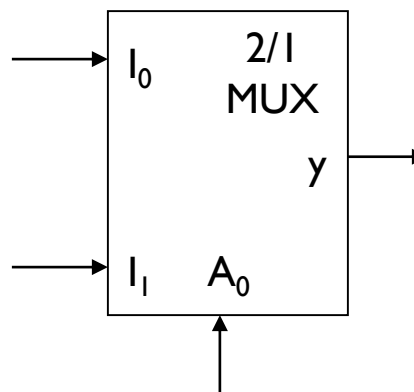
$A_0 = 0$ , izhod  $y=A$ , ker je izbran podatkovni vhod  $I_0$



$A_0 = 1$ , izhod  $y=B$ , ker je izbran podatkovni vhod  $I_1$

## □ Definicija

- Podatkovna vhoda:  $I_1, I_0$
- Naslovni vhod:  $A_0$
- Izhod:  $y$



❑ Pravilnostna tabela in minimizacija

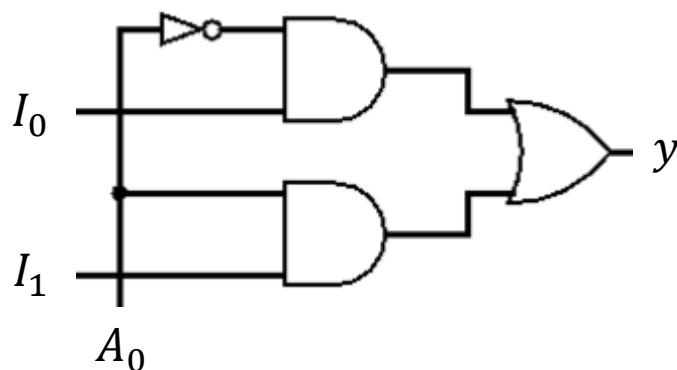
| $A_0$ | $I_1$ | $I_0$ | $y$ |
|-------|-------|-------|-----|
| 0     | 0     | 0     | 0   |
| 0     | 0     | 1     | 1   |
| 0     | 1     | 0     | 0   |
| 0     | 1     | 1     | 1   |
| 1     | 0     | 0     | 0   |
| 1     | 0     | 1     | 0   |
| 1     | 1     | 0     | 1   |
| 1     | 1     | 1     | 1   |

|                       | $\bar{I}_0$ | $I_0$ |                                   |
|-----------------------|-------------|-------|-----------------------------------|
| $\bar{A}_0 \bar{I}_1$ |             | 1     | $\rightarrow \bar{A}_0 \cdot I_0$ |
| $\bar{A}_0 I_1$       |             | 1     |                                   |
| $A_0 I_1$             | 1           | 1     | $\rightarrow A_0 \cdot I_1$       |
| $A_0 \bar{I}_1$       |             |       |                                   |

$$y = \bar{A}_0 \cdot I_0 \vee A_0 \cdot I_1$$

❑ Tabela delovanja in logična shema

| $A_0$ | $y$   |
|-------|-------|
| 0     | $I_0$ |
| 1     | $I_1$ |



## 2-naslovni MUX (4/1 MUX)

| $A_1$ | $A_0$ | $y$   |
|-------|-------|-------|
| 0     | 0     | $I_0$ |
| 0     | 1     | $I_1$ |
| 1     | 0     | $I_2$ |
| 1     | 1     | $I_3$ |

Podatkovni vhodi:  $I_3, I_2, I_1, I_0$

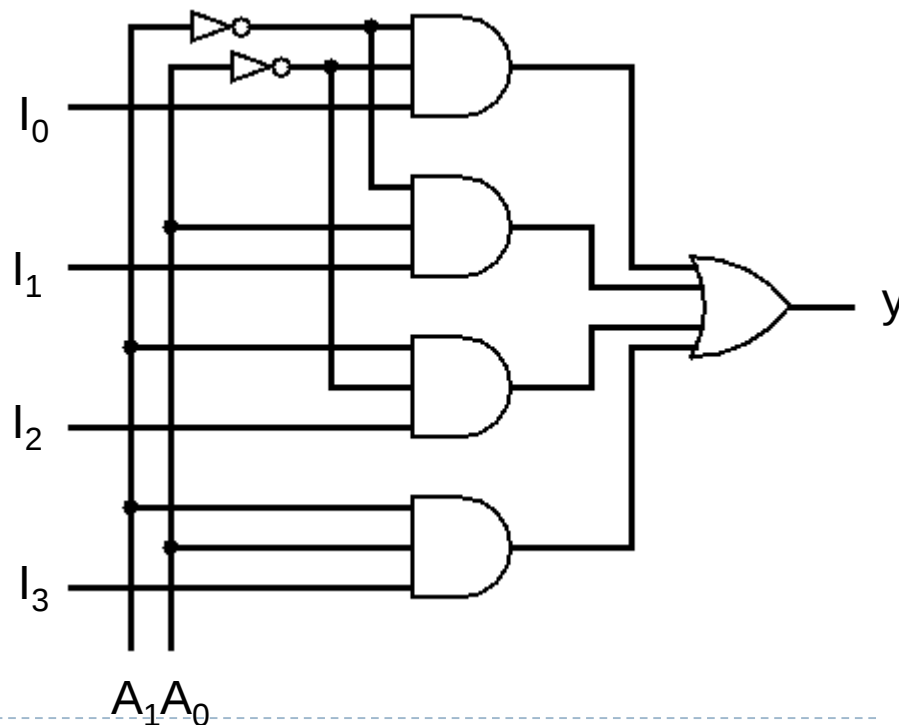
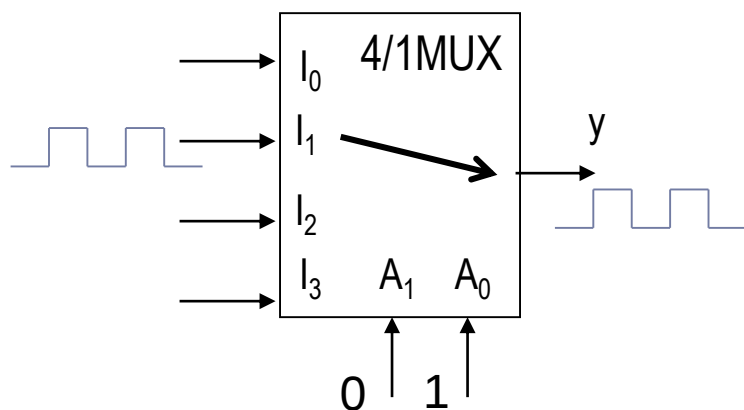
Naslovna vhoda:  $A_1, A_0$

Izhod:  $y$

$$y = \overline{A_1} \cdot \overline{A_0} \cdot I_0 \vee \overline{A_1} \cdot A_0 \cdot I_1 \vee A_1 \cdot \overline{A_0} \cdot I_2 \vee A_1 \cdot A_0 \cdot I_3$$

Primer:  $A_1 = 0, A_0 = 1$

Izhod:  $y = I_1$



## 3-naslovni MUX (8/1 MUX)

| $A_2$ | $A_1$ | $A_0$ | $y$   |
|-------|-------|-------|-------|
| 0     | 0     | 0     | $I_0$ |
| 0     | 0     | 1     | $I_1$ |
| 0     | 1     | 0     | $I_2$ |
| 0     | 1     | 1     | $I_3$ |
| 1     | 0     | 0     | $I_4$ |
| 1     | 0     | 1     | $I_5$ |
| 1     | 1     | 0     | $I_6$ |
| 1     | 1     | 1     | $I_7$ |

Podatkovni vhodi:  $I_7, I_6, I_5, I_4, I_3, I_2, I_1, I_0$

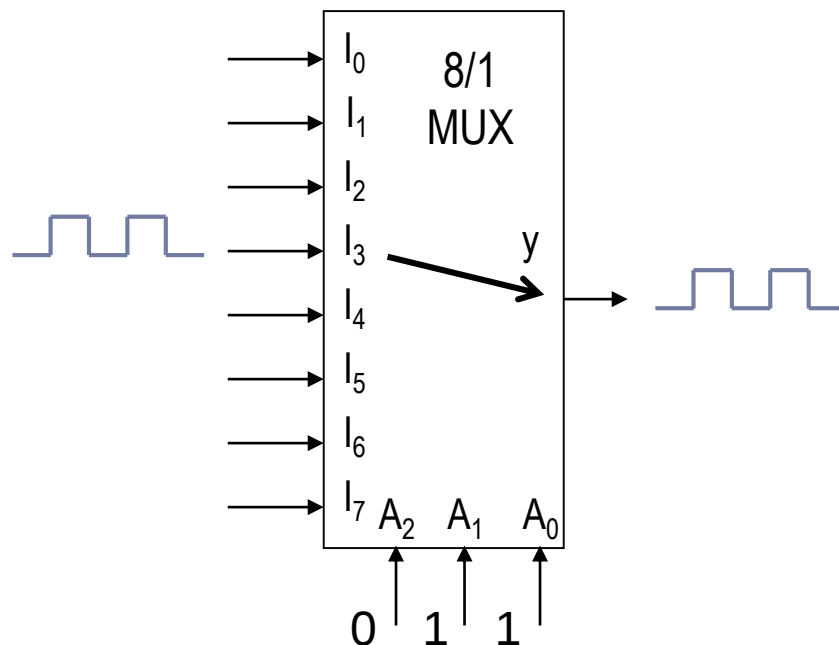
Naslovni vhodi:  $A_2, A_1, A_0$

Izhod:  $y$

$$y = \overline{A_2} \cdot \overline{A_1} \cdot \overline{A_0} \cdot I_0 \vee \overline{A_2} \cdot \overline{A_1} \cdot A_0 \cdot I_1 \vee \overline{A_2} \cdot A_1 \cdot \overline{A_0} \cdot I_2 \vee \overline{A_2} \cdot A_1 \cdot A_0 \cdot I_3 \vee \\ A_2 \cdot \overline{A_1} \cdot \overline{A_0} \cdot I_4 \vee A_2 \cdot \overline{A_1} \cdot A_0 \cdot I_5 \vee A_2 \cdot A_1 \cdot \overline{A_0} \cdot I_6 \vee A_2 \cdot A_1 \cdot A_0 \cdot I_7$$

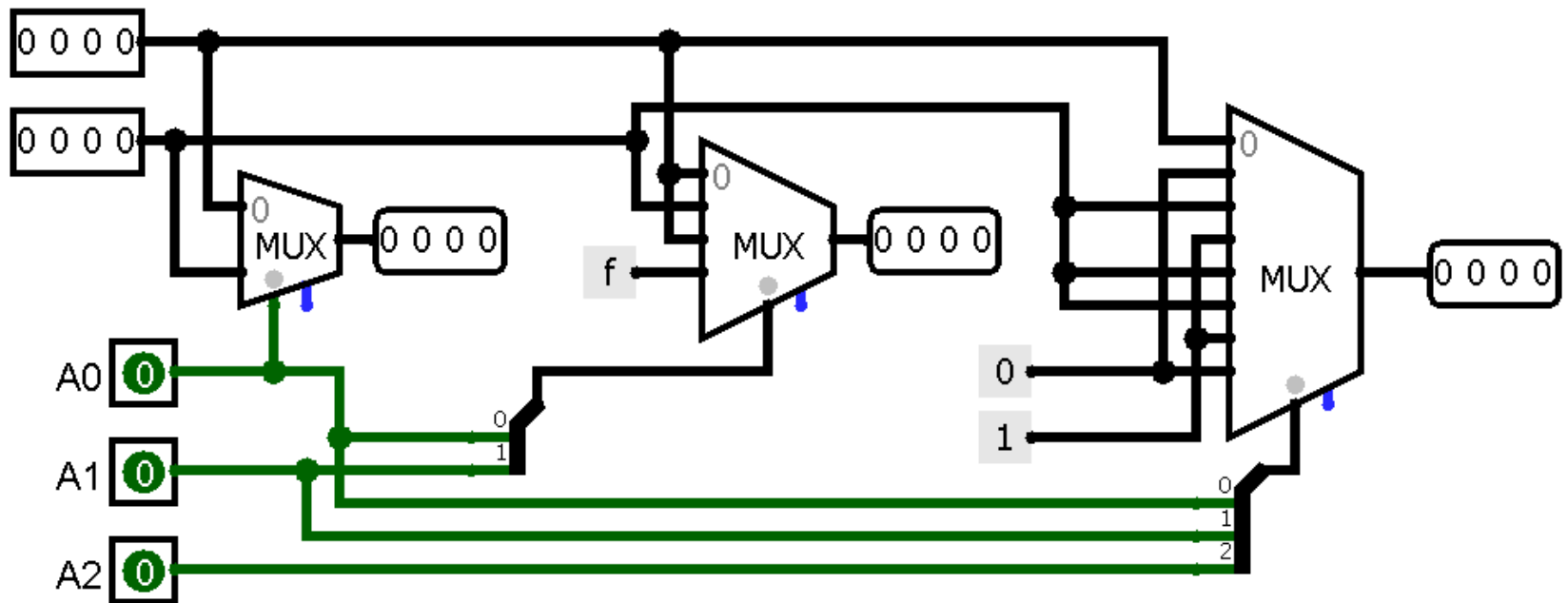
Primer:  $A_2 = 0, A_1 = 1, A_0 = 1$

Izhod:  $y = I_3$



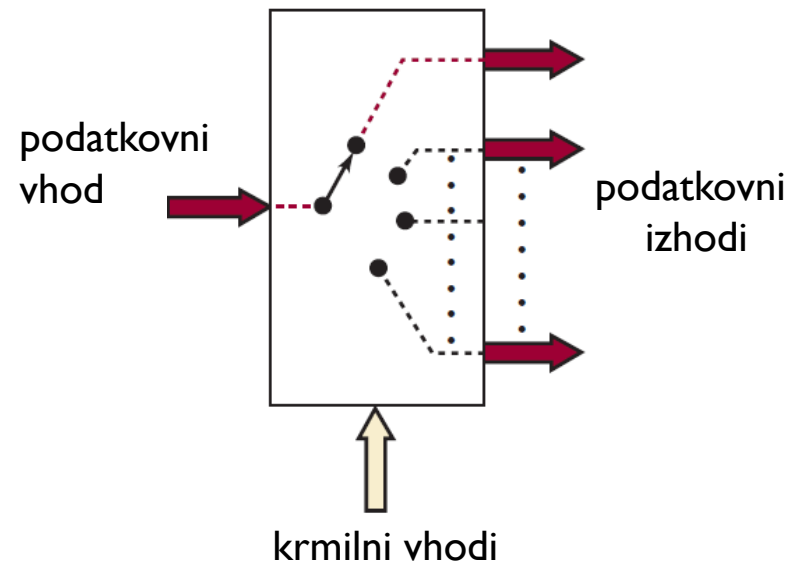
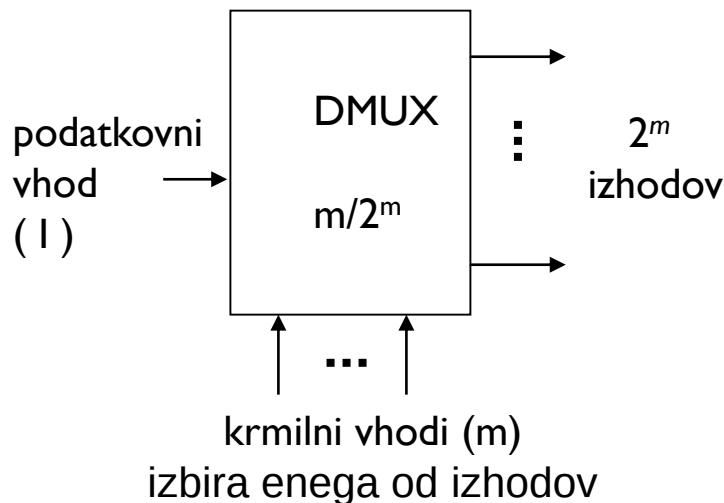
# Muxi v logisimu – primer delovanja

- ❑ 1-naslovni MUX (2/I MUX)
- ❑ 2-naslovni MUX (4/I MUX)
- ❑ 3-naslovni MUX (8/I MUX)



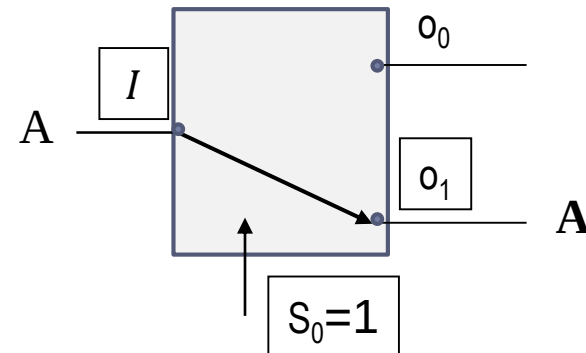
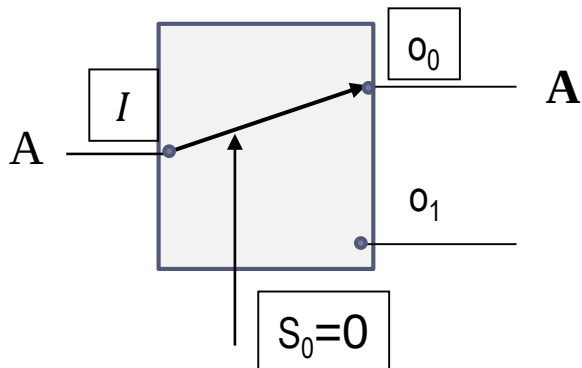
# 4 Demultiplekser (DMUX)

- ❑ Vezje, ki sprejme en vhodni signal in ga posreduje na izbran izhod.
  - Krmilni vhodi ( $m$ ) – omogočajo izbiro enega izhoda
  - Podatkovni vhod ( $I$ ) – vrednost 0 ali 1 (signal)
  - Izhodi ( $2^m$ ) – na izbrani izhod se preslika en podatkovni vhod
  - Delovanje (Funkcija) – kombinacija signalov krmilnih vhodov določa izbiro izhoda na katerega se preslika podatkovni vhod  $I$
- ❑ Oznaka:  $I/2^m$  DMUX



# 1/2 Demultiplexer (1/2 DMUX)

## □ Delovanje - Preklopno stikalo



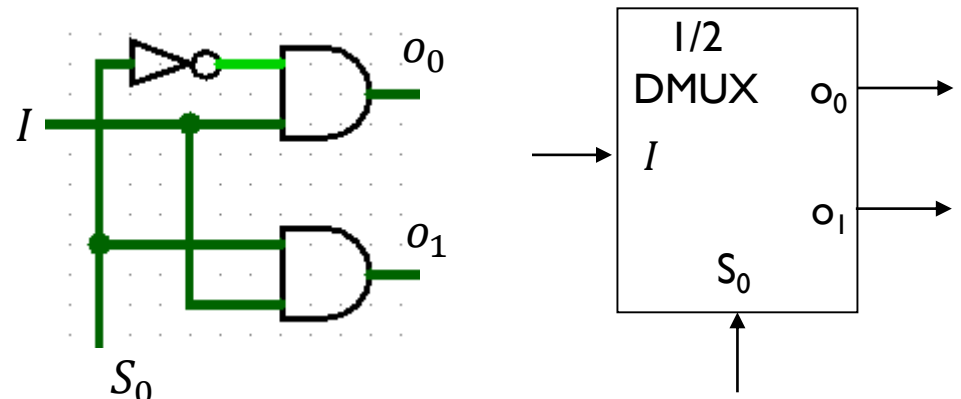
## □ Definicija

- Podatkovni vhod:  $I$
- Naslovni vhod:  $S_0$
- Izhoda:  $o_0, o_1$

| $S_0$ | $o_1$ | $o_0$ |
|-------|-------|-------|
| 0     | 0     | $I$   |
| 1     | $I$   | 0     |

$$o_0 = \overline{S_0} \cdot I$$

$$o_1 = S_0 \cdot I$$



## 1/4 Demultiplexer (1/4 DMUX)

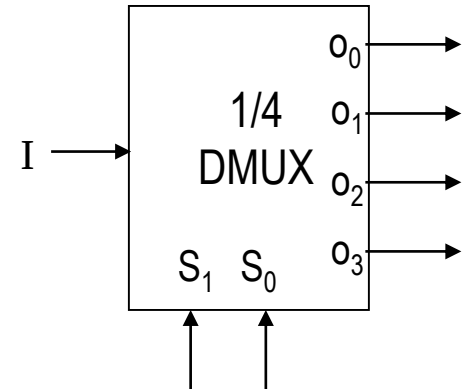
| $S_1$ | $S_0$ | $o_3$ | $o_2$ | $o_1$ | $o_0$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     |
| 0     | 1     | 0     | 0     | 1     | 0     |
| 1     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     |
| 1     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     |

$$o_0 = \bar{S}_1 \cdot \bar{S}_0 \cdot I$$

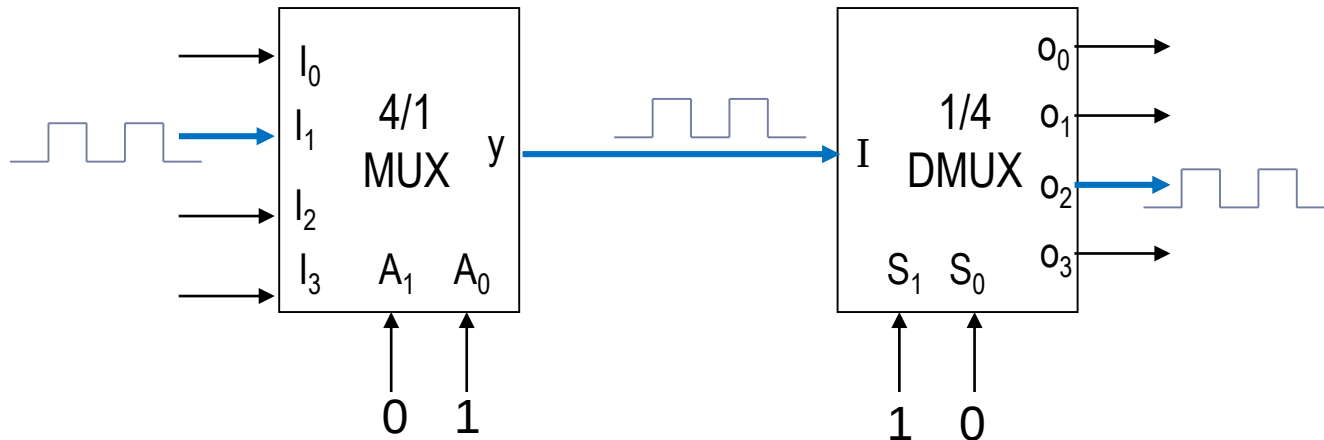
$$o_1 = \bar{S}_1 \cdot S_0 \cdot I$$

$$o_2 = S_1 \cdot \bar{S}_0 \cdot I$$

$$o_3 = S_1 \cdot S_0 \cdot I$$



## Primer uporabe : Povezava: MUX in DMUX

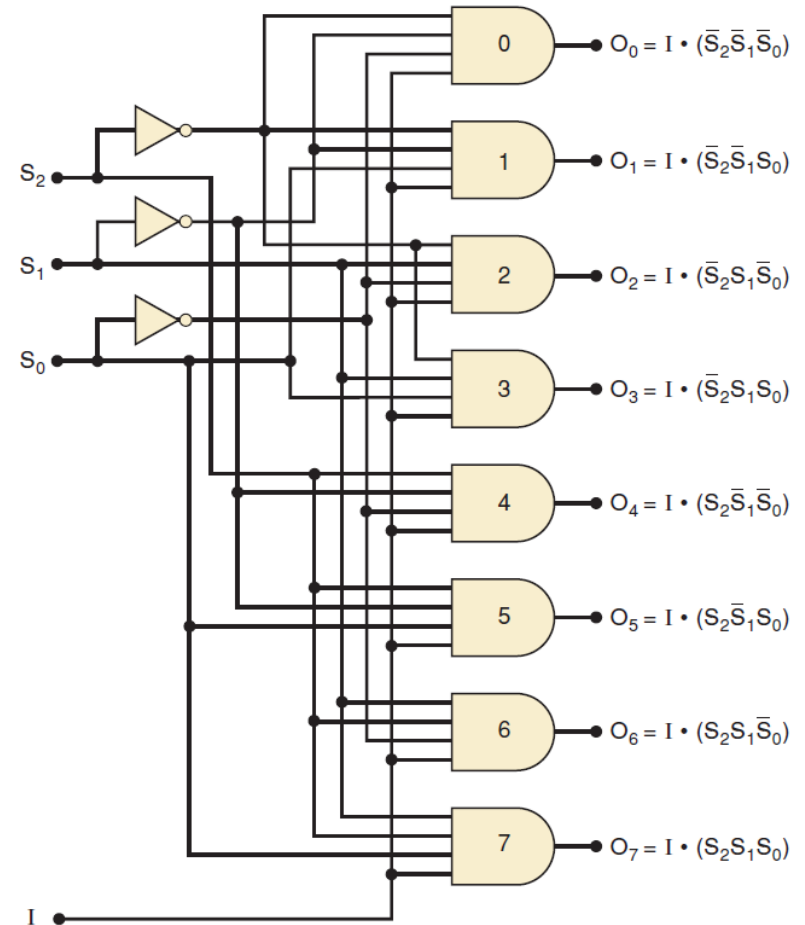
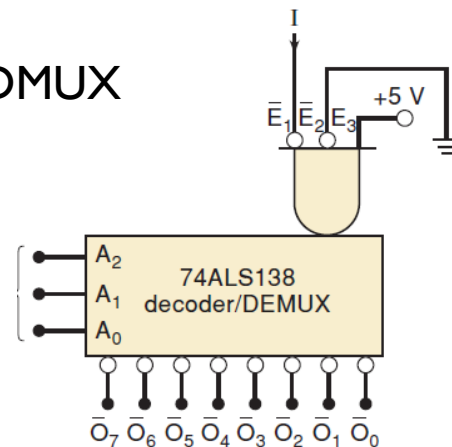


# 1/8 Demultiplexer (1/8 DMUX)

- Vhodi: Podatkovni vhod (I), Krmilni vhodi ( $S_2, S_1, S_0$ )
- Izhodi:  $O_0, O_1, O_2, O_3, O_4, O_5, O_6, O_7$ ,

| $S_2$ | $S_1$ | $S_0$ | $O_7$ | $O_6$ | $O_5$ | $O_4$ | $O_3$ | $O_2$ | $O_1$ | $O_0$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | I     |
| 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | I     | 0     |
| 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | I     | 0     | 0     |
| 0     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | I     | 0     | 0     | 0     |
| 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | I     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1     | 0     | 1     | 0     | 0     | I     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1     | 1     | 0     | 0     | I     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1     | 1     | 1     | I     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |

- Primer: 74LS138 DMUX



## 5 Uporaba multiplekserjev

---

### ❑ Realizacija logičnih funkcij

- ❑ **Trivialna rešitev** – število naslovnih vhodov multiplekserja je enako številu spremenljivk logične funkcije

Primeri:  $n=3 \rightarrow 3\text{-naslovni MUX}$ ,

$n=2 \rightarrow 2\text{-naslovni MUX}$

- ❑ **Optimalna rešitev** – število naslovnih vhodov multiplekserja je za ena manjše kot je število spremenljivk logične funkcije

Primeri:  $n=4 \rightarrow 3\text{-naslovni MUX}$ ,

$n=3 \rightarrow 2\text{-naslovni MUX}$ ,

$n=2 \rightarrow 1\text{-naslovni MUX}$

- ❑ **Minimalna rešitev** - število naslovnih vhodov multiplekserja je za dva ali več ena manjše kot je število spremenljivk logične funkcije

Primeri:  $n=4 \rightarrow 2\text{-naslovni MUX ali } 1\text{-naslovni MUX}$ ,

$n=3 \rightarrow 1\text{-naslovni MUX}$ .

- ❑ **Kaskadna rešitev** – večnivojska rešitev logične funkcije z uporabo večjega števila multiplekserjev, tako 1-naslovnih, 2-naslovnih, 3-naslovnih.

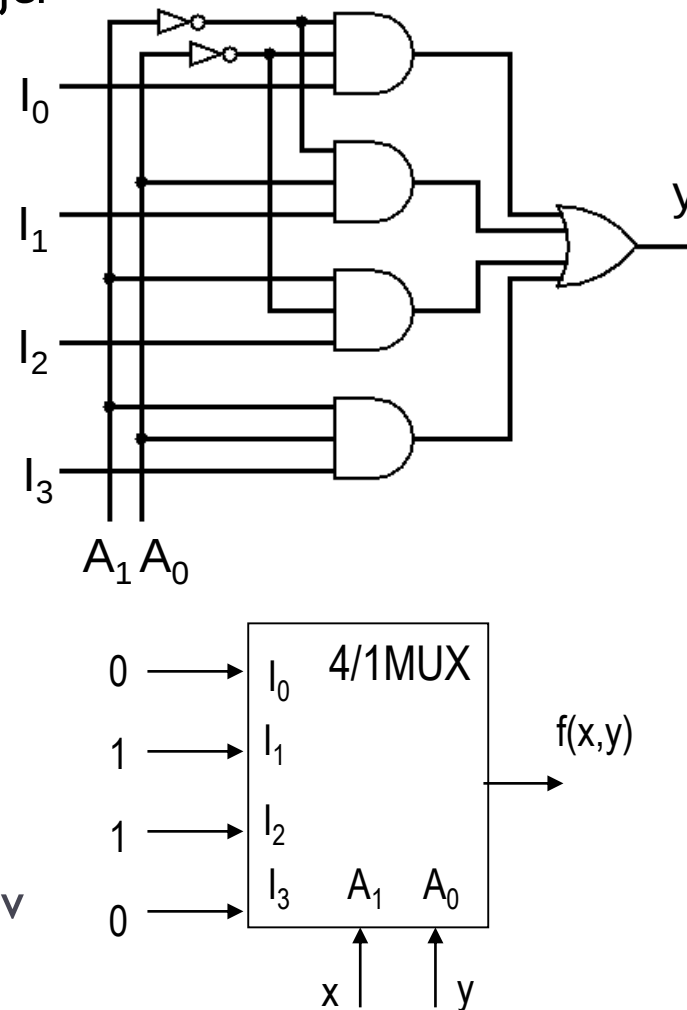
## 5.1 Trivialna rešitev funkcij z MUXi

### Realizacija funkcije ( $n=2$ ) s 2-naslovnim MUX-jem

- Naslovni vhodi - spremenljivki  $x, y$
- Podatkovni vhodi – konstanti 0 in 1

| Funkcija |   |        | 4/1 Multiplekser |                |                |
|----------|---|--------|------------------|----------------|----------------|
| x        | y | f(x,y) | A <sub>1</sub>   | A <sub>0</sub> | y              |
| 0        | 0 | 0      | 0                | 0              | I <sub>0</sub> |
| 0        | 1 | 1      | 0                | 1              | I <sub>1</sub> |
| 1        | 0 | 1      | 1                | 0              | I <sub>2</sub> |
| 1        | 1 | 0      | 1                | 1              | I <sub>3</sub> |

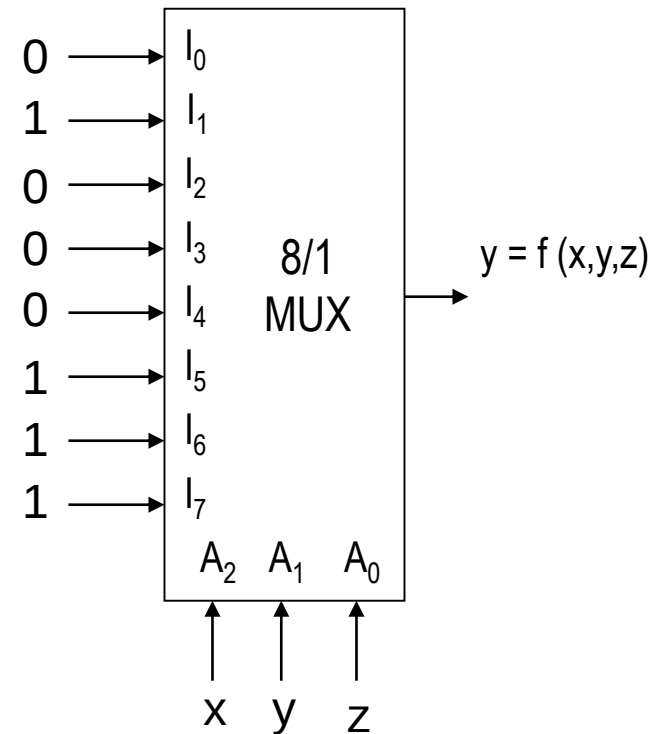
Rešitev



### ❑ Realizacija funkcije ( $n=3$ ) s 3-naslovnim MUX-jem

- Naslovni vhodi - spremenljivke  $x, y, z$
- Podatkovni vhodi – konstanti 0 in 1

| $A_2$ | $A_1$ | $A_0$ |       | $y$        |
|-------|-------|-------|-------|------------|
| $x$   | $y$   | $z$   | $I_i$ | $f(x,y,z)$ |
| 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     | $1 = I_7$  |

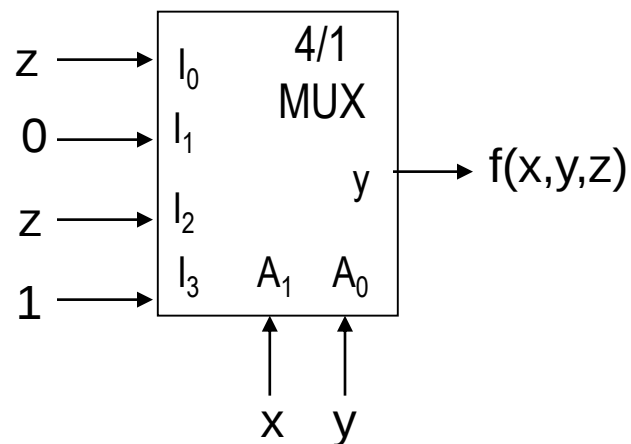
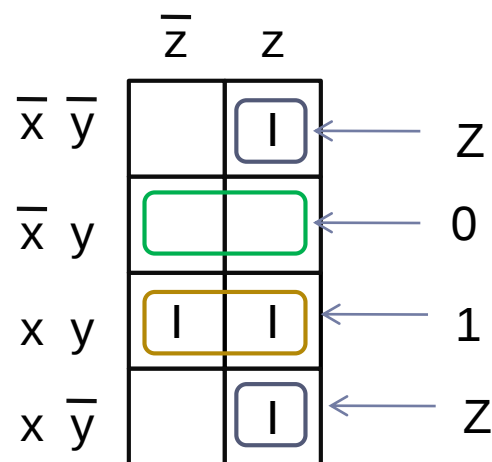


## 5.2 Optimalna rešitev funkcij z MUXi

❑ Realizacija funkcije ( $n=3$ ) z 2-naslovnim MUX-jem:

- Naslovni vhodi - spremenljivke  $x, y$
- Podatkovni vhodi – spremenljivka  $z$ , negirana  $z$  in konstanti 0 in 1

| $A_1$ | $A_0$ |     |       | $y$        |
|-------|-------|-----|-------|------------|
| $x$   | $y$   | $z$ | $I_i$ | $f(x,y,z)$ |
| 0     | 0     | 0   |       | 0 !        |
| 0     | 0     | 1   | $I_0$ | 1 ! $z$    |
| 0     | 1     | 0   |       | 0 !        |
| 0     | 1     | 1   | $I_1$ | 0 ! 0      |
| 1     | 0     | 0   |       | 0 !        |
| 1     | 0     | 1   | $I_2$ | 1 ! $z$    |
| 1     | 1     | 0   |       | 1 !        |
| 1     | 1     | 1   | $I_3$ | 1 ! 1      |

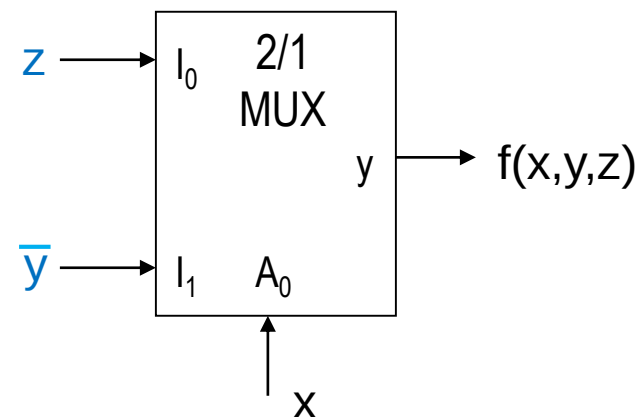
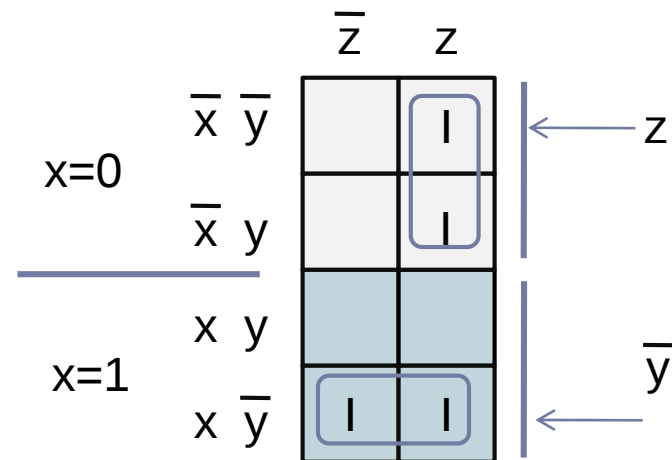


## 5.3 Minimalna rešitev funkcij z MUXi

❑ Realizacija funkcije ( $n=3$ ) z I-naslovnim MUX-jem:

- Naslovni vhodi - spremenljivka  $x$
- Podatkovni vhodi – spremenljivki  $y, z$  in negirani spremenljivki  $\bar{y}, \bar{z}$ , konstanti 0 in 1

| $A_0$ |     |     |       | $y$           |
|-------|-----|-----|-------|---------------|
| $x$   | $y$ | $z$ | $I_i$ | $f(x,y,z)$    |
| 0     | 0   | 0   | $I_0$ | 0 !           |
| 0     | 0   | 1   |       | 1 ! $z$       |
| 0     | 1   | 0   |       | 0 !           |
| 0     | 1   | 1   |       | 1 !           |
| 1     | 0   | 0   | $I_1$ | 1 !           |
| 1     | 0   | 1   |       | 1 ! $\bar{y}$ |
| 1     | 1   | 0   |       | 0 !           |
| 1     | 1   | 1   |       | 0 !           |

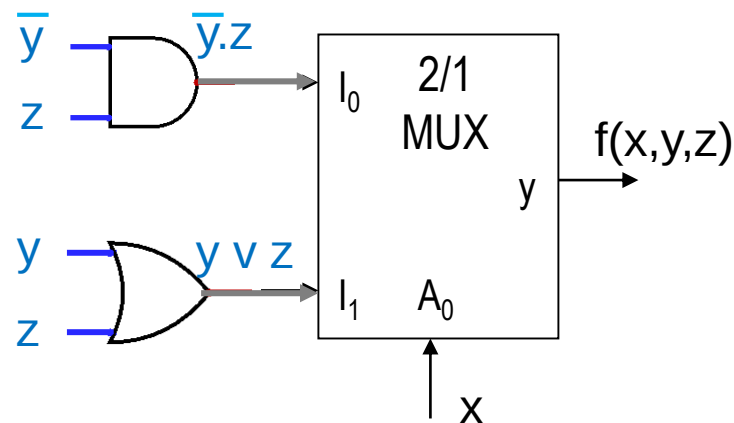
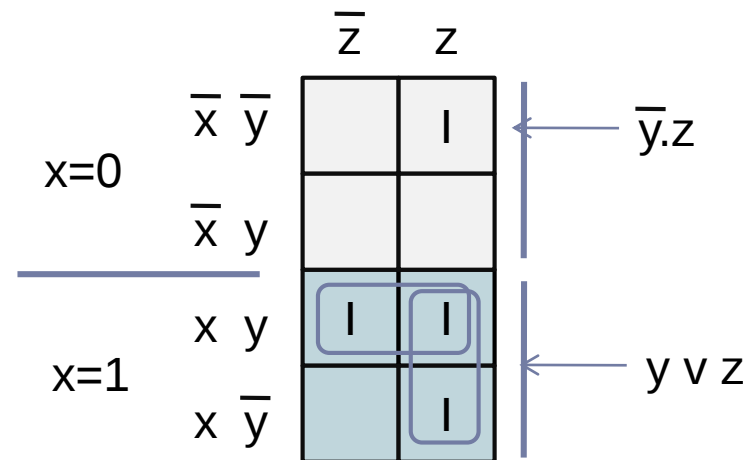


## 5.4 Kaskadna rešitev funkcij z MUXi

❑ Realizacija funkcije ( $n=3$ ) z 1-naslovnim MUX-jem in logičnimi vrati:

- Naslovni vhodi- spremenljivka  $x$
- Podatkovni vhodi – funkcija  $f(y,z)$  in konstanti 0 in 1

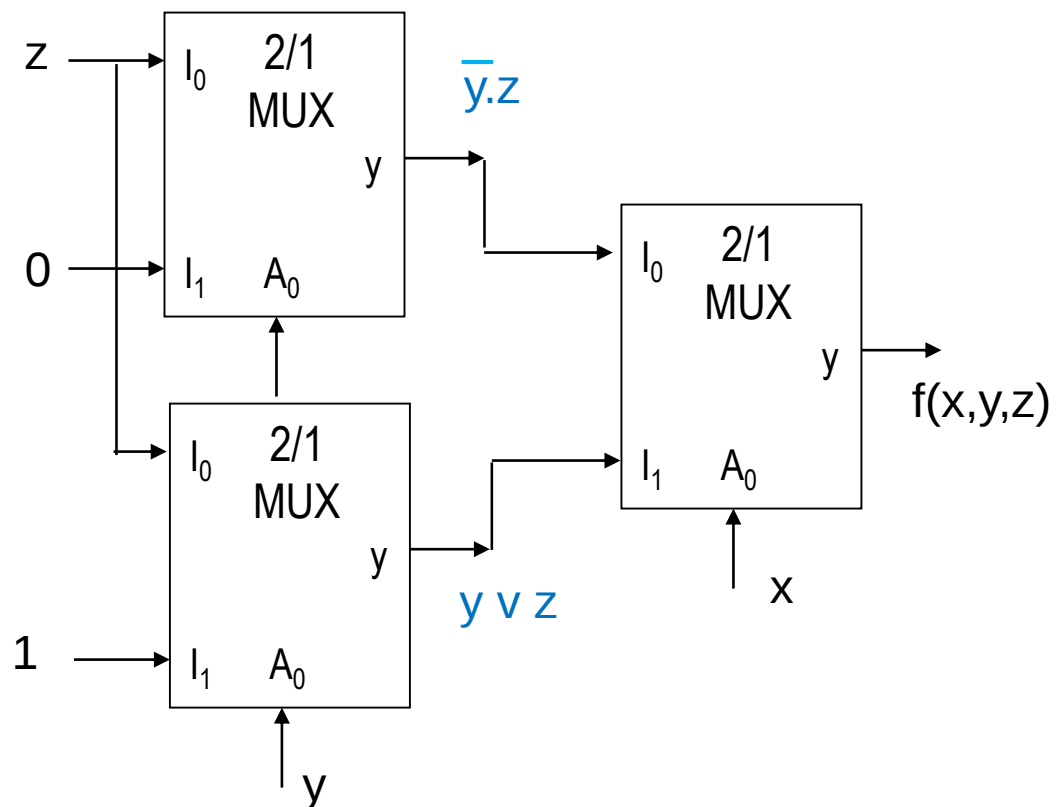
| $A_0$ |     |     |       | $y$             |
|-------|-----|-----|-------|-----------------|
| $x$   | $y$ | $z$ | $I_i$ | $f(x,y,z)$      |
| 0     | 0   | 0   |       | 0 ! $\bar{y}.z$ |
| 0     | 0   | 1   |       | 1 ! $y.z$       |
| 0     | 1   | 0   |       | 0 ! $\bar{y}.z$ |
| 0     | 1   | 1   | $I_0$ | 0 ! $y.z$       |
| 1     | 0   | 0   |       | 0 ! $\bar{y}.z$ |
| 1     | 0   | 1   |       | 1 ! $y.z$       |
| 1     | 1   | 0   |       | 1 ! $\bar{y}.z$ |
| 1     | 1   | 1   | $I_1$ | 1 ! $y.z$       |



- ❑ Realizirajmo še preostali funkciji ( $\bar{y} \cdot z$ ) in ( $y \vee z$ ) z multiplekserji.
- ❑ Obe funkciji (AND, OR) lahko realiziramo z 2/I MUX.

| y | z | $\bar{y} \cdot z$ | $y \vee z$ |
|---|---|-------------------|------------|
| 0 | 0 | 0                 | 0          |
| 0 | 1 | 1                 | 1          |
| 1 | 0 | 0                 | 1          |
| 1 | 1 | 0                 | 1          |

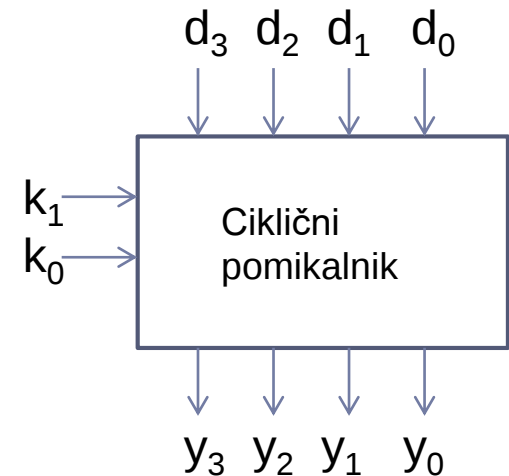
$I_0$  (rows 0, 1)  
 $I_1$  (rows 2, 3)



# Primer: Hitri ciklični (krožni) pomikalnik

- ❑ Vezje za ciklični pomik ali rotacijo za več mest v levo (CPL) ali desno (CPD)
  - ❑ Rotacija se opravi takoj (zakasnitev signalov skozi vezje)
  - ❑ Uporabimo ga lahko v Aritmetično Logični Enoti (ALE)
- ❑ Realizacija vezja, ki ima na vhodu podatek  $D=(d_3, d_2, d_1, d_0)$  in izhod  $Y=(y_3, y_2, y_1, y_0)$ , ki ga določajo štiri funkcije:
  - ni pomika, vsebina se ohrani
  - rotacija za 1 mesto levo
  - rotacija za 2 mesti levo
  - rotacija za 3 mesti levo
- ❑ Rešitev s primerom - določimo krmiljenje  $K=(k_1, k_0)$ 

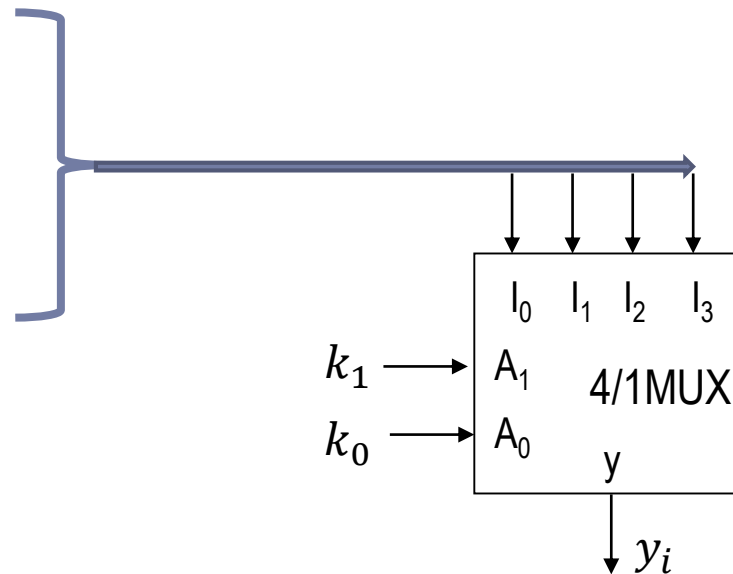
| $k_1$ | $k_0$ | vhod | izhod |                            |
|-------|-------|------|-------|----------------------------|
| 0     | 0     | 1001 | 1001  | - podatek se ne spremeni   |
| 0     | 1     | 1001 | 0011  | - rotacija za 1 mesto levo |
| 1     | 0     | 1001 | 0110  | - rotacija za 2 mesti levo |
| 1     | 1     | 1001 | 1100  | - rotacija za 3 mesta levo |



## ❑ Realizacija z multiplekserji

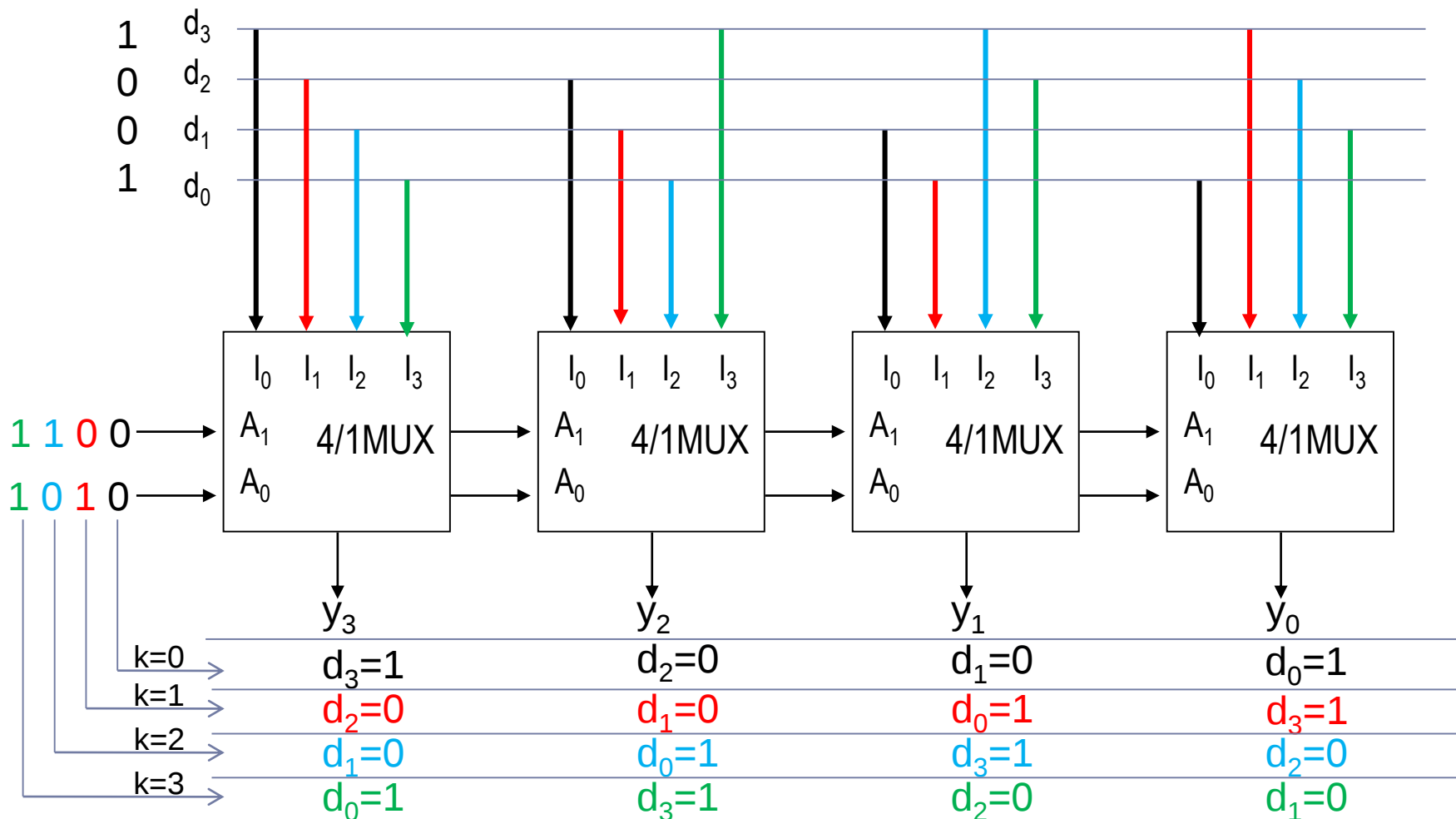
- 2-naslovni MUX (4/I MUX):
- $A_1=k_1, A_0=k_0$
- Za vsak izhod je uporabljen en 4/I MUX
- Izhod  $y_i$  je izbran v odvisnosti od  $d_i$  v tabeli

| $k_1$ | $k_0$ | $y_3$ | $y_2$ | $y_1$ | $y_0$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0     | 0     | $d_3$ | $d_2$ | $d_1$ | $d_0$ |
| 0     | 1     | $d_2$ | $d_1$ | $d_0$ | $d_3$ |
| 1     | 0     | $d_1$ | $d_0$ | $d_3$ | $d_2$ |
| 1     | 1     | $d_0$ | $d_3$ | $d_2$ | $d_1$ |



# Logična shema

❑ Multiplekser: 4/I MUX (2-naslovna vhod, 4 – podatkovni vhodi)



Realizacija krožnega pomikalnika (Logisim)

