



# **Preklopna vezja**

## **5. poglavje: Programirljive odločitvene strukture**



# Programirljive odločitvene strukture

## Programirljivost

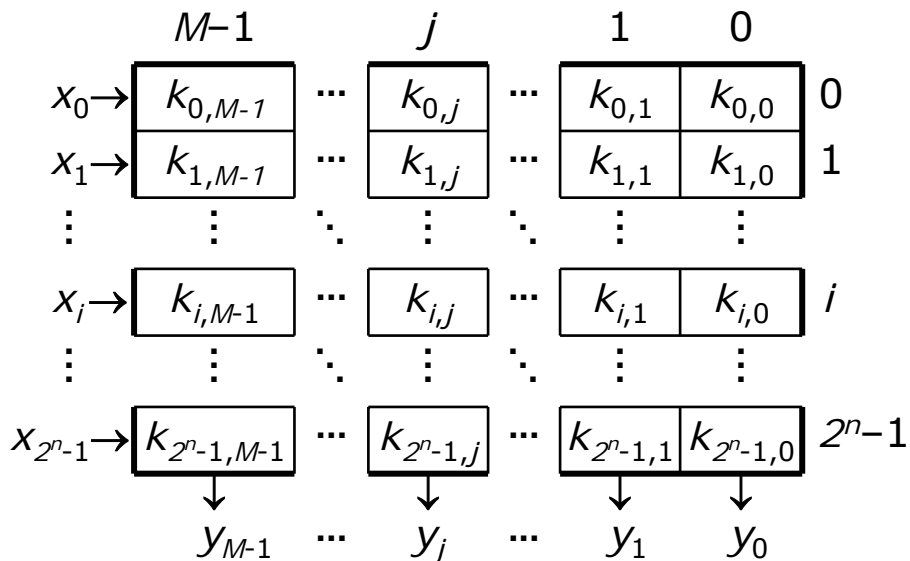
- v kombinacijskih vezjih, ki smo jih obravnavali v prejšnjem poglavju, so povezave med logičnimi vrati vnaprej določene in nespremenljive – pravimo, da vezja niso programirljiva
- v tem poglavju pa bomo spoznali več programirljivih vezij, v katerih nekatere povezave v notranjosti določa uporabnik:
  - programirljivi bralni pomnilnik (**PROM**),
  - izbrisljivi PROM (**EPROM**),
  - električno izbrisljivi PROM (**EEPROM**),
  - EEPROM s hitrim izbrisanom (**Flash**)
  - programirljivo logično mrežo (**PLA**),
  - programirljivo logično polje (**PAL**)



# Programirjive odločitvene strukture

## Pomnilna mreža

- pomnilna mreža je struktura, ki v notranjosti hrani urejeno  $M$ -terico  $M$ -bitnih besed, z zunanostjo pa jo povezuje  $M$  1-bitnih vhodov in  $M$  1-bitnih izhodov, ki delujejo kot en  $M$ -bitni (vektorski) izhod

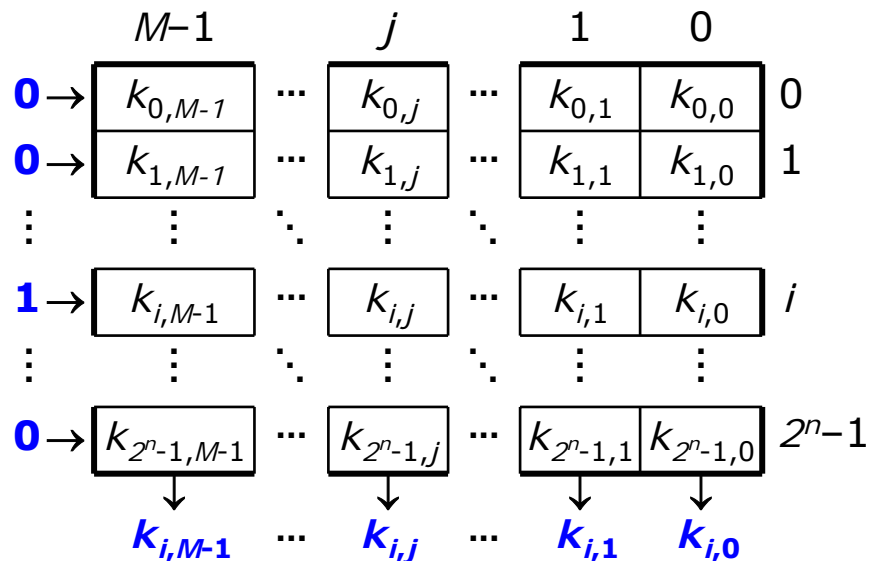




# Programirjive odločitvene strukture

## Pomnilna mreža

- pomnilna mreža je struktura, ki v notranjosti hrani urejeno  $N$ -terico  $M$ -bitnih besed, z zunanostjo pa jo povezuje  $N$  1-bitnih vhodov in  $M$  1-bitnih izhodov, ki delujejo kot en  $M$ -bitni (vektorski) izhod
- na izhodu dobimo tisto besedo, na vhodu katere je enica

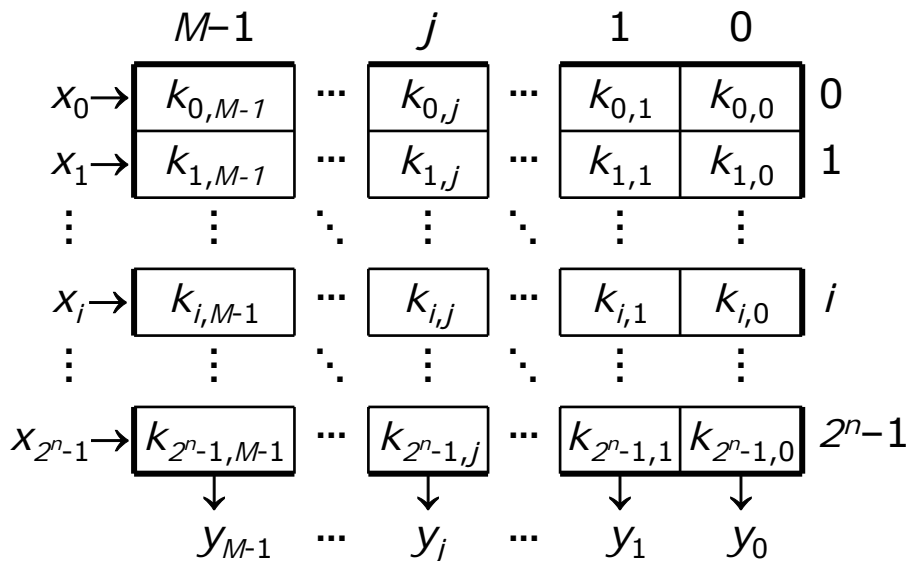




# Programirjive odločitvene strukture

## Pomnilna mreža

- pomnilna mreža je struktura, ki v notranjosti hrani urejeno  $N$ -terico  $M$ -bitnih besed, z zunanostjo pa jo povezuje  $N$  1-bitnih vhodov in  $M$  1-bitnih izhodov, ki delujejo kot en  $M$ -bitni (vektorski) izhod
- na izhodu dobimo tisto besedo, na vhodu katere je enica



- vhodno-izhodne povezave mreže torej podaja izraz

$$y_j = \sum_{i=0}^{N-1} x_i k_{i,j}$$

ali matrično

$$\underline{y} = \underline{x} \Sigma \& \underline{K}$$

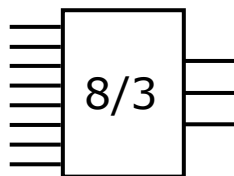
kjer ima lahko le eden od vhodov  $x_i$  vrednost 1



# Programirjive odločitvene strukture

## Pomnilna mreža

- spomnimo se, kako deluje kodirnik: če je na  $i$ -tem vhodu enica, na preostalih pa ničle, dobimo na izhodu  $M$ -bitni vektor, ki predstavlja  $M$ -bitni zapis kode (binarne, BCD, ...) za število  $i$



binarni kodirnik 8/3  
( $M=3$ ) in njegova  
pravilnostna tabela

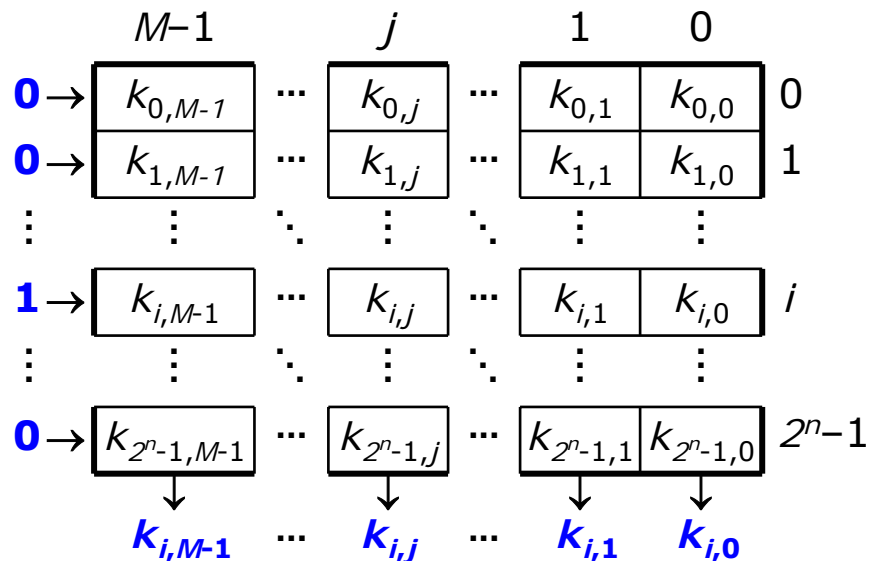
$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$y_2$	$y_1$	$y_0$
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1



# Programirjive odločitvene strukture

## Pomnilna mreža

- tudi **pomnilno mrežo lahko obravnavamo kot kodirnik**, le da izhodni vektor  $\{k_{i,0}, k_{i,1}, \dots, k_{i,M-1}\}$  v splošnem ni ena standardnih kod za število  $i$ , temveč poljubno zaporedje  $M$  bitov, ki smo ga zapisali (programirali) v  $i$ -to vrstico mreže



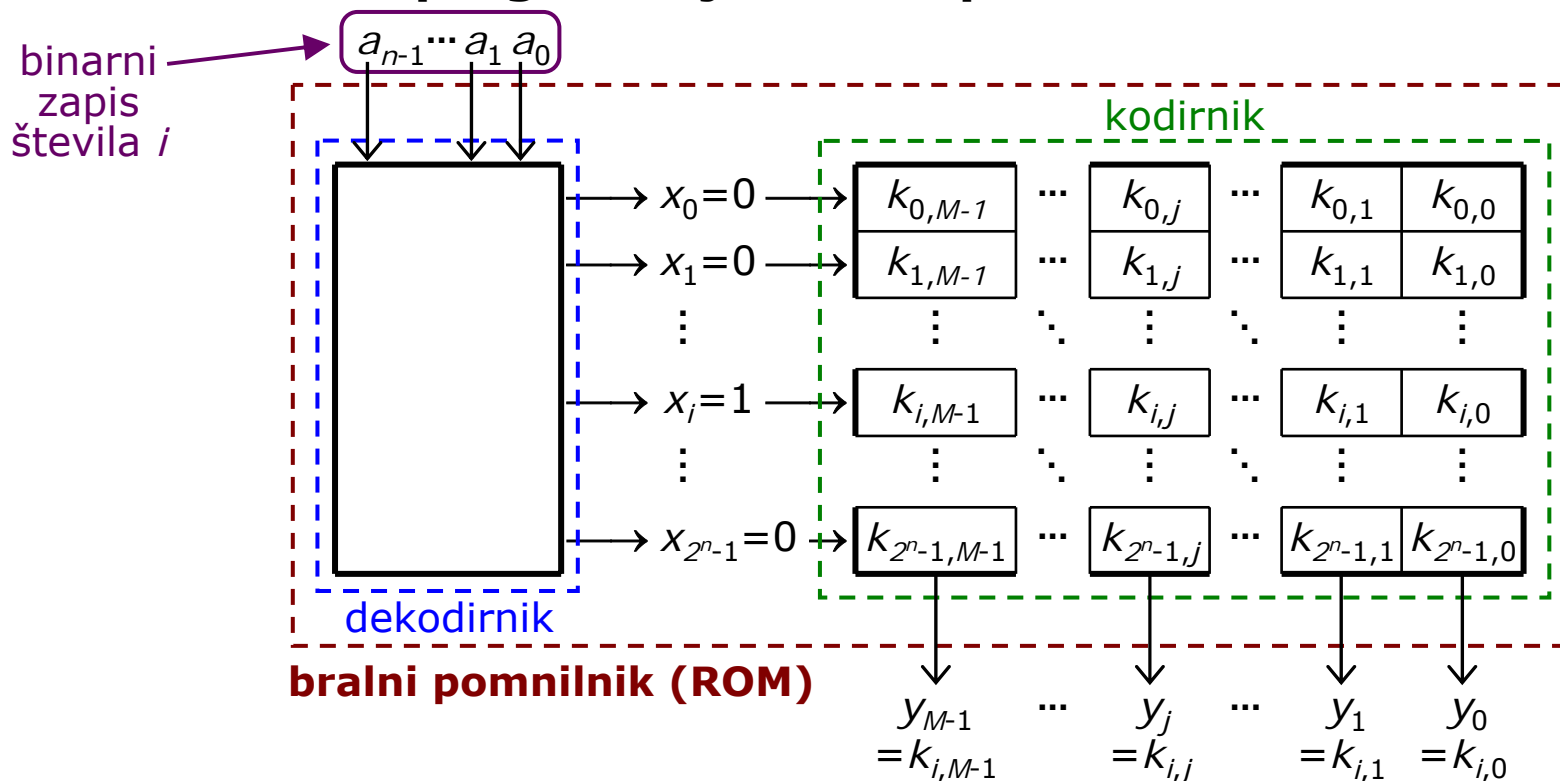
- zagotoviti moramo še, da bo v vhodnem vektorju  $\underline{x}$  enica le v  $i$ -ti vrstici, ki jo želimo brati
- vhode mreže povežemo na izhode dekodirnika iz binarne kode, na vhode le-tega pa pripeljemo binarni zapis števila  $i$



# Programirljive odločitvene strukture

## Programirljivi bralni pomnilnik (PROM)

- iz binarnega dekodirnika in splošnega, programirljivega kodirnika smo sestavili **programirljiv bralni pomnilnik**:

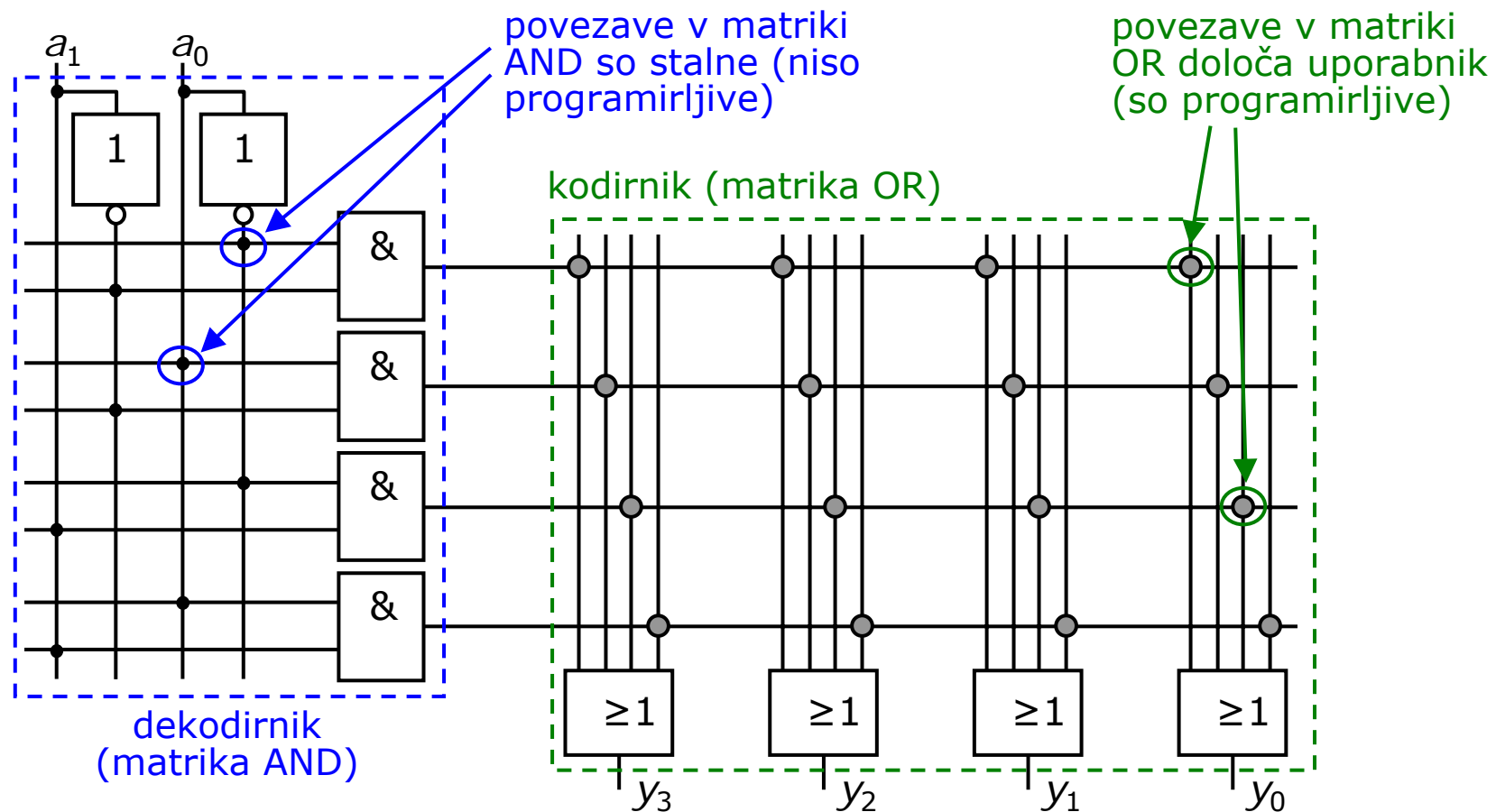






# Programirljive odločitvene strukture

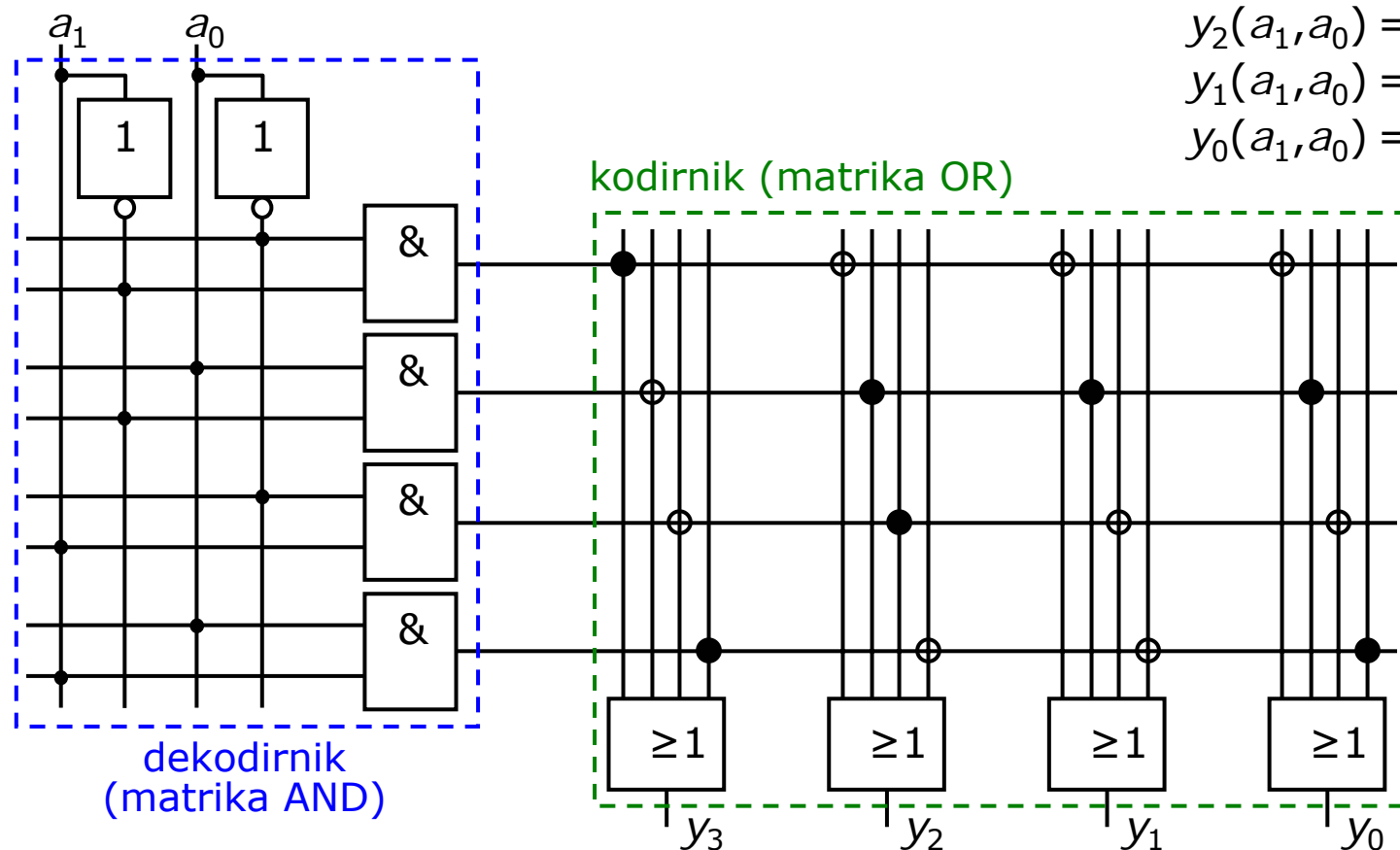
## Programirljivi bralni pomnilnik (PROM)





# Programirjive odločitvene strukture

## Programirljivi bralni pomnilnik (PROM)



$$y_3(a_1, a_0) = \bar{a}_1 \bar{a}_0 + a_1 a_0$$

$$y_2(a_1, a_0) = \bar{a}_1 a_0 + a_1 \bar{a}_0$$

$$y_1(a_1, a_0) = \bar{a}_1 a_0$$

$$y_0(a_1, a_0) = \bar{a}_1 a_0 + a_1 a_0$$



# Programirljive odločitvene strukture

## Izvedbe pomnilnika PROM

- prvotni **programirljivi bralni pomnilnik** (*angl. Programmable Read-Only Memory, PROM*) je enkrat električno zapisljiv: povezave so varovalke, ki jih prežgemo z visoko napetostjo (10-30 V); z vsako prežgano varovalko izbrišemo enega od mintermov v eni od izhodnih funkcij  $y_j(a_k, a_{k-1}, \dots, a_1, a_0)$
- v **izbrisljivem PROM** (*angl. Erasable PROM, EPROM*) so povezave unipolarni (MOS) tranzistorji, v katerih z visoko napetostjo (10 V) ustvarimo trajno neprevodno plast; ob izpostavitvi ultravijolični svetlobi (valovna dolžina  $\sim 235$  nm) se ta plast poruši, kar omogoči ponovno programiranje



32 KB (256 Kbit) EPROM  
M27C256B  
(ST Microelectronics)



# Programirjive odločitvene strukture

## Izvedbe pomnilnika PROM

- **električno izbrisljivi PROM** (*angl. Electrically Erasable PROM, EEPROM*) omogočajo brisanje z izpostavitvijo vezja električnemu polju, ki na tranzistorjih ustvari napetost nasprotne polaritete od tiste, ki jo uporabljamo za pisanje; tako pisanje kot brisanje poteka korakoma po zaporednih besedah (byte-ih) pomnilnika
- **EEPROM s hitrim izbriso (Flash)** omogoča pisanje in brisanje po blokih, npr. po 512 besed naenkrat; zaradi svoje hitrosti postopoma izrinja vse zgoraj naštete izvedbe iz uporabe; tipična primera sodobne uporabe sta vezje BIOS v osebni računalnik in pomnilniška enota USB ("USB ključ")



pomnilnik Flash  
K9K2068 (Samsung,  
vezje na desni) v  
pomnilniški enoti USB



# Programirljive odločitvene strukture

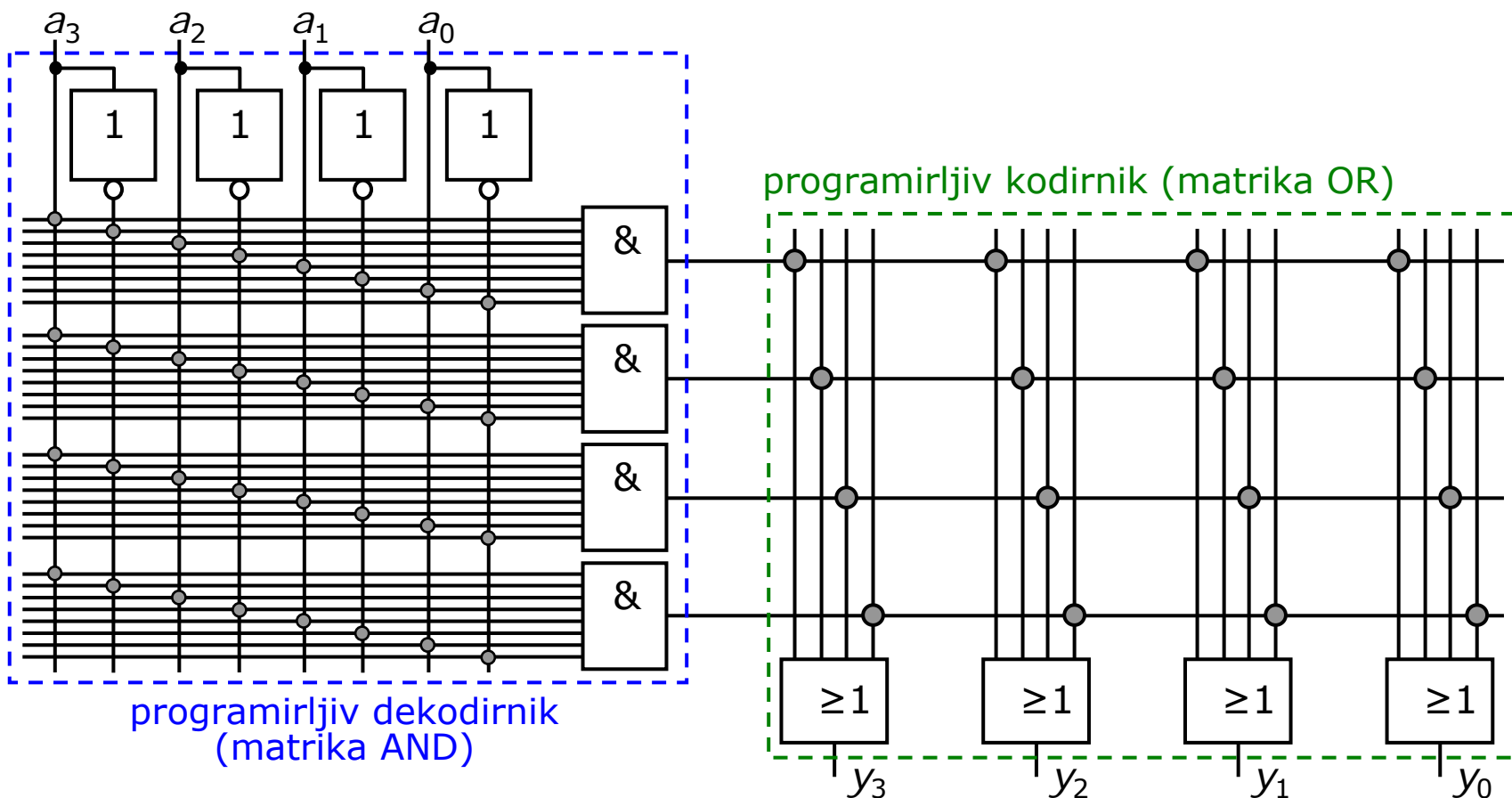
## PROM in PLA

- v vseh naštetih izvedbah PROM obsežnost dekodirnika eksponentno narašča s številom vhodnih spremenljivk
- bralni pomnilniki so zato veliki, dragi in hkrati počasni
- v **programirljivi logični mreži** (angl. **Programmable Logic Array, PLA**) sta prvi dve težavi zmanjšani tako, da je programirljiv tudi dekodirni del pomnilnika, t.j. matrika AND



# Programirjive odločitvene strukture

## Programirljiva logična mreža (PLA)

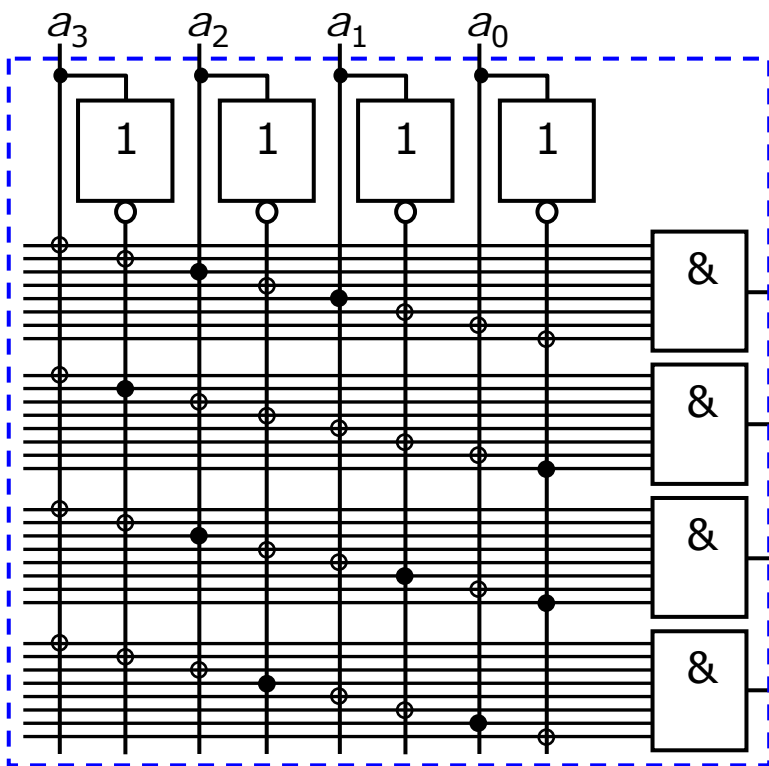




# Programirjive odločitvene strukture

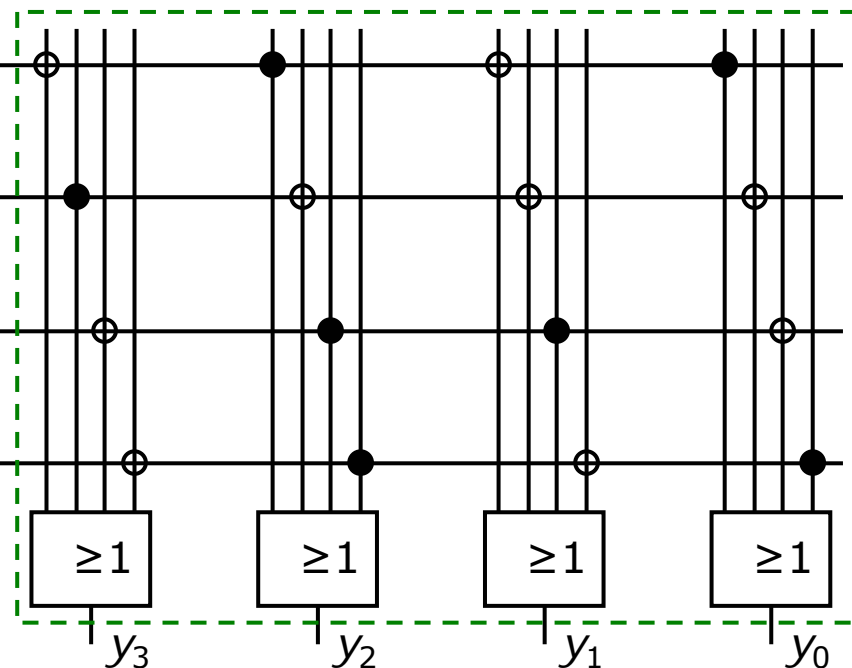
## Programirljiva logična mreža (PLA)

$$y_3(a_3, a_2, a_1, a_0) = \bar{a}_3 \bar{a}_0$$
$$y_2(a_3, a_2, a_1, a_0) = a_2 a_1 + a_2 \bar{a}_1 \bar{a}_0 + \bar{a}_2 a_0$$
$$y_1(a_3, a_2, a_1, a_0) = a_2 \bar{a}_1 \bar{a}_0$$
$$y_0(a_3, a_2, a_1, a_0) = a_2 a_1 + \bar{a}_2 a_0$$



programirljiv dekodirnik  
(matrika AND)

programirljiv kodirnik (matrika OR)





# Programirljive odločitvene strukture

## PLA in PAL

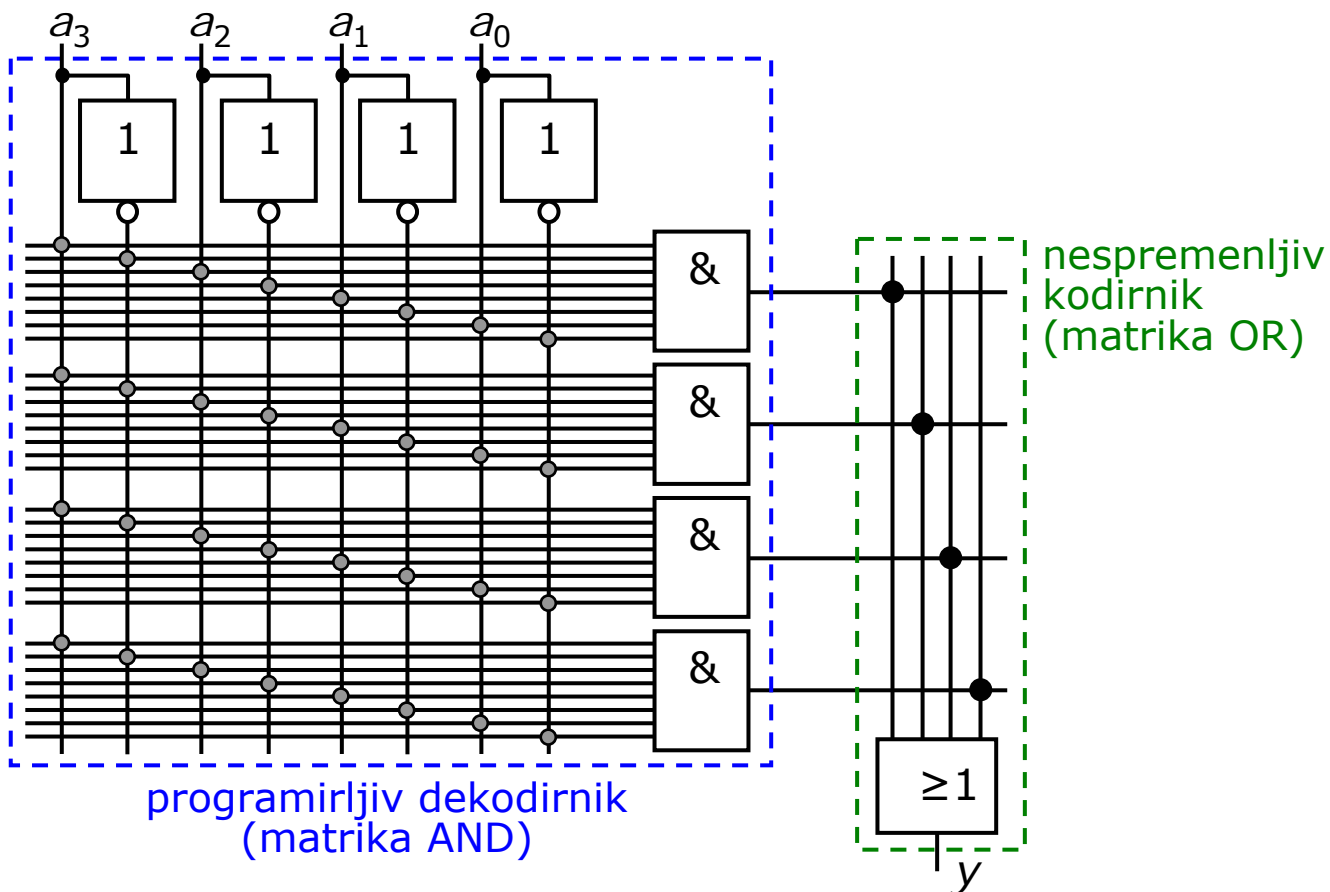
- z vezjem PLA lahko realiziramo bolj obsežne funkcije kot z vezjem PROM s primerljivim številom vrat, hitrosti obeh pa sta primerljivi
- v **programirljivem logičnem polju** (angl. **Programmable Array Logic, PAL**) je programirljiva le matrika AND, matrika OR pa je nespremenljiva; takšno vezje deluje hitreje kot PAL, a je precej manj fleksibilno





# Programirjive odločitvene strukture

## Programirljivo logično polje (PAL)





# Programirjive odločitvene strukture

## Programirljivo logično polje (PAL)

