

Digitalna elektronika

Sekcija PFER u MG

Valentina Njaradi
Katarina Krivokuća

Milena Mičić

Logika

Logika je oblast matematike koja se bavi prikazivanjem tradicionalne logike univerzalnim simbolima i njenim proučavanjem.

Primer: Ako bude padala kiša, ja ću pokisnuti.

Pada kiša \Rightarrow Pokisnuću

Iskazi:

Pečenica koja ima istinitosnu vrednost, može biti tačna ili netačna.

Primer: Pada kiša.

Tablica istinitosti

Tablica istinitosti za dati izraz i svaku kombinaciju vrednosti promenljivih u njoj prikazuje vrednost izraza.

Na primer:

p	q	$p \wedge q$	$p \vee q$	$p \wedge q \rightarrow p \vee q$
T	T	T	T	T
T	F	F	T	T
F	T	F	T	T
F	F	F	F	T

Logičke operacije

Navešćemo osnovne logičke operacije koje su nam intuitivno poznate kao što su logičko ne, logičko i, logičko ili.

Logičko ne (NOT)

Oznaka je \sim (ili $\bar{}$) $\sim p$ (ili \bar{p})

p	$\sim p$
T	F
F	T

Logičko ili (OR)

Oznaka je \vee (ili $+$) $p \vee q$ (ili $p + q$)

p	q	$p \vee q$
T	T	T
T	F	T
F	T	T
F	F	F

Logičko i (AND)

Oznaka je \wedge (ili \cdot) $p \wedge q$ (ili $p \cdot q$)

p	q	$p \wedge q$
T	T	T
T	F	F
F	T	F
F	F	F

Vežba

Ako je izraz $p = \text{Pada kiša}$, $q = \text{Nosim kišobran}$ i $r = \text{Pokisnuću}$.

Napisati tablicu istinitosti za r u zavisnosti od p i q i naći logički izraz koji ih povezuje.

De Morganov zakon

$$\sim(A \wedge B) = \sim A \vee \sim B$$

$$\sim(A \vee B) = \sim A \wedge \sim B$$

$$\sim(A \cdot B) \rightarrow (\sim A + \sim B)$$

A	B	(A · B)	~(A · B)	~A	~B	(~A + ~B)
0	0	0	1	1	1	1
0	1	0	1	1	0	1
1	0	0	1	0	1	1
1	1	1	0	0	0	0



Još pravila

$$A \wedge 1 = A$$

$$A \wedge \sim A = 0$$

$$0 \wedge A = 0$$

$$A \wedge A = A$$

$$A \wedge B = B \wedge A$$

$$A \wedge (B \vee C) = (A \wedge B) \vee (A \wedge C)$$

$$A \vee 1 = 1$$

$$A \vee \sim A = 1$$

$$0 \vee A = A$$

$$A \vee A = A$$

$$A \vee B = B \vee A$$

$$A \vee (B \wedge C) = (A \vee B) \wedge (A \vee C)$$

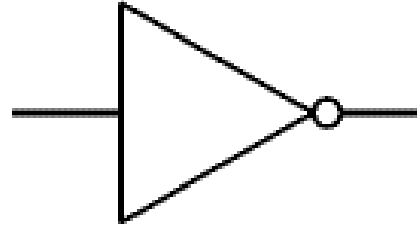
Gejtovi

Logika se u elektronici primenjuje pomoću gejtova.

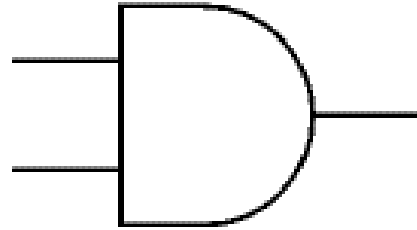
Gejtovi su fizičke komponente kola koje implementiraju funkcije Bulove algebre.

Svaki gejt ima ulaze i izlaze. Ako kroz izlaz prolazi struja, on se posmatra kao tačno; ako ne prolazi struja, netačno.

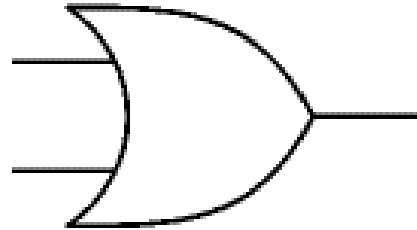
LOGIČKO NE (NOT)



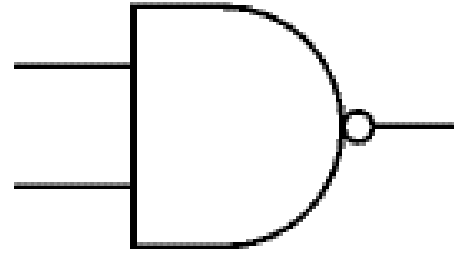
LOGIČKO I (AND)



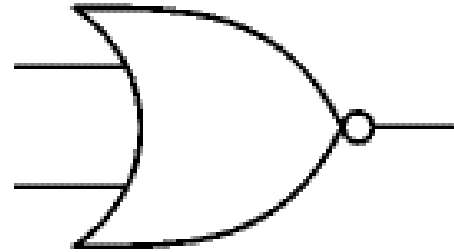
LOGIČKO ILI (OR)



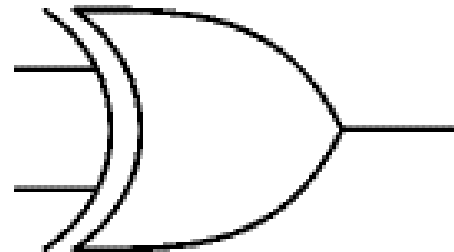
LOGIČKO NI (NAND)



LOGIČKO NILI (NOR)

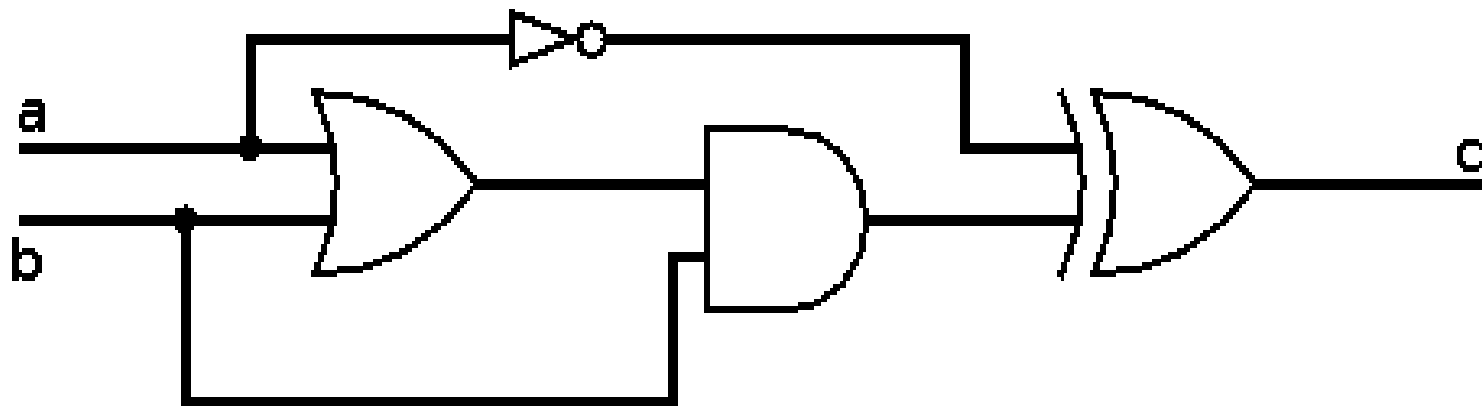


LOGIČKO EKSKLUZIVNO
ILI (XOR)



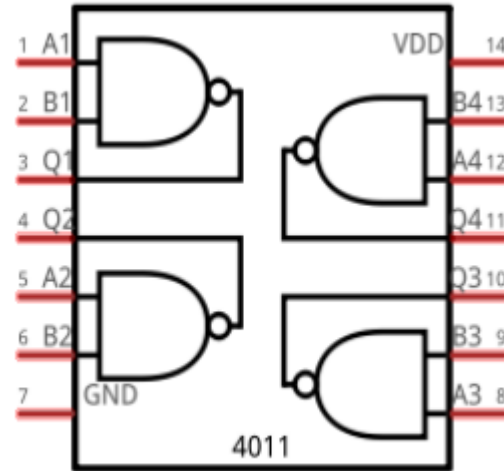
Primer kola

Hajde da nacrtamo kolo za funkciju $f(a,b,c) = ((a+b) \cdot b) \oplus \bar{a}$



NI čip

Ovako izgleda NI čip HEF4011B. Ima 4 NI gejšta u sebi i 14 pinova. Svaki od gejštova ima dva ulazna pina i jedan izlazni. Čip ima i još dva pina za napajanje (na pozitivan kraj se dovede 5V, a negativan se uzemlji).



Vežba

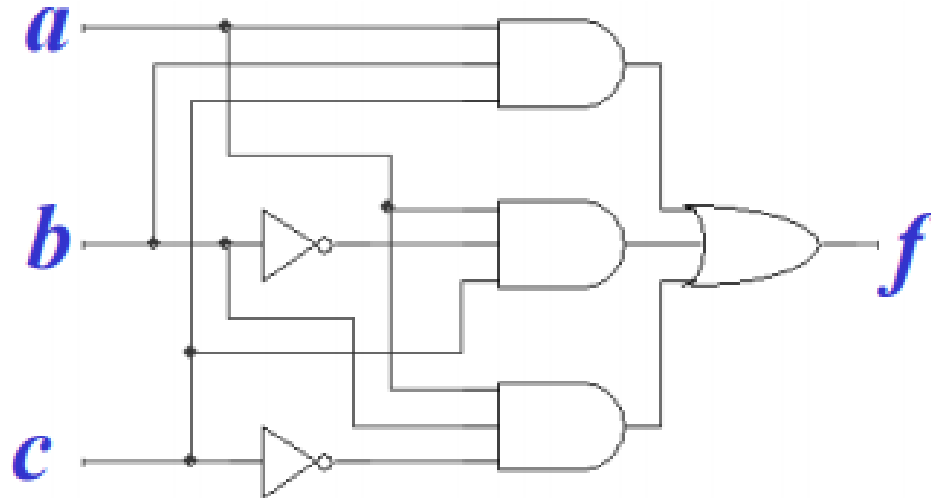
Nacrtajte šemu i sklopite logičko kolo AND koristeći samo NAND gejtove.
Testirajte ga koristeći LED diode.

p	q	$p \wedge q$
T	T	T
T	F	F
F	T	F
F	F	F

Tablica stanja za operaciju
i

Vežba

Nađite funkciju sa šeme i algebarski je minimalizujte. Potom nacrtajte novu, uprošćenu šemu.



Karnoove mape

Karnoova mapa (ili Karnoova karta) je metod za uprošćavanje izraza Bulove algebre. Vrednosti u Karnoovim mapama se popunjavaju iz tablice istinitosti.

Minimalna funkcija se određuje na osnovu sledećeg:

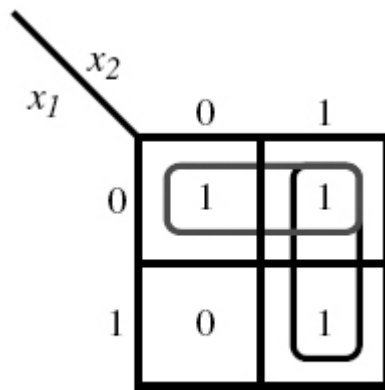
- Grupišu se jedinice na mapi u najveće moguće pravougaonike tako da njihov broj u grupi bude jednak stepenu dvojke
- Za svaku grupu se određuje logička funkcija koja je opisuje
- Minimalna funkcija je jednaka “zbiru” logičkih funkcija grupa

Karnoova mapa sa dve promenljive

Data je tabela istinitosti na slici. Potrebno je naći odgovarajuću funkciju (logički izraz).

x_1	x_2	f
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

$$f = \bar{x}_1\bar{x}_2 + \bar{x}_1x_2 + x_1x_2$$



$$f = \bar{x}_1 + x_2$$

Karnoova mapa sa četiri promenljive

		AB			
		00	01	11	10
CD	00	0	0	1	1
	01	0	0	1	1
	11	0	0	0	1
	10	0	1	1	1

Crvena grupa: $A\bar{C}$

Zelena grupa: $A\bar{B}$

Plava grupa: $BC\bar{D}$

Funkcija: $f = A\bar{C} + A\bar{B} + BC\bar{D}$

Vežba

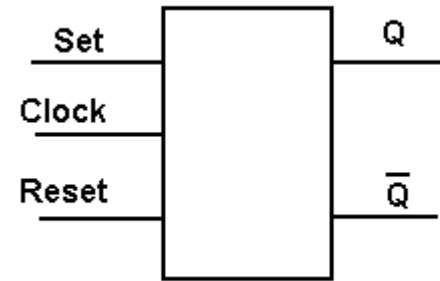
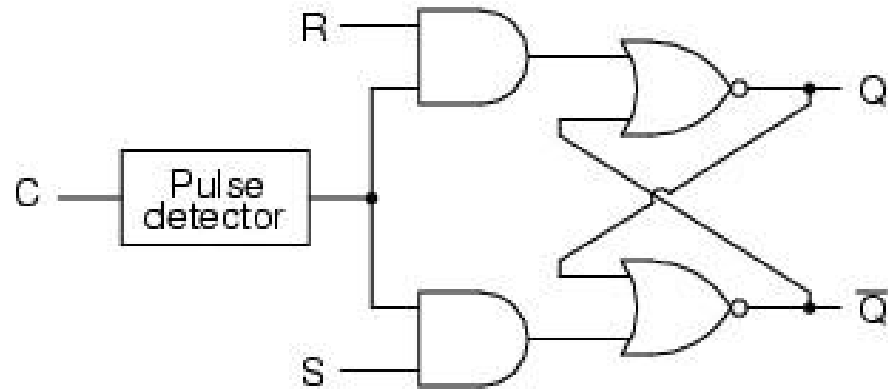
Data je tablica istinitosti sa 4 promenljive. Nacrtati karnoovu mapu, naći minimalnu funkciju i nacrtati šemu kola.

A	B	C	D	Result
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

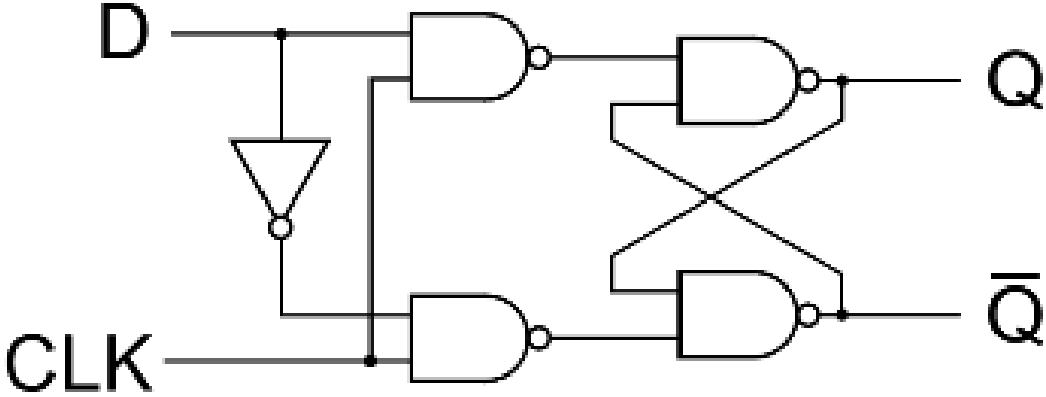
Bistabilna kola

- Imaju dva stabilna stanja 0 ili 1.
- Služe za memorisanje jednog bita.
- Mogu biti asinhroni (latch) i sinhroni (flip-flop).

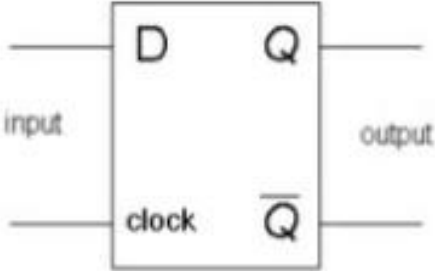
Clocked SR FlipFlop



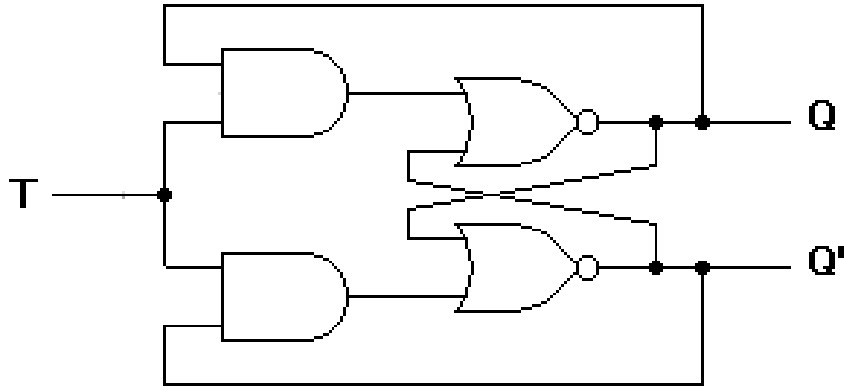
D FlipFlop



Q	D	Q(t+1)
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1



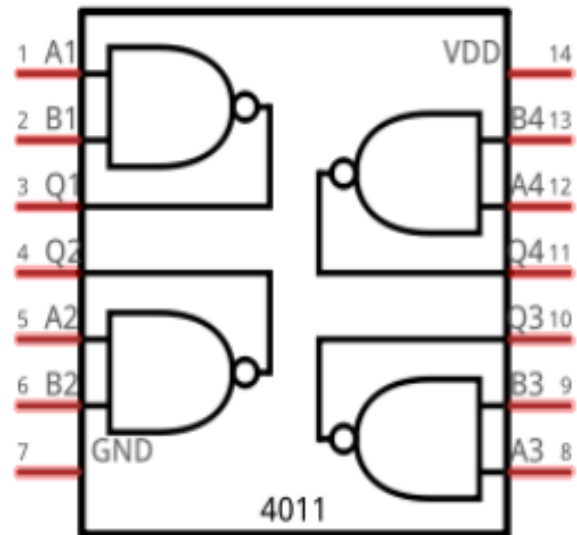
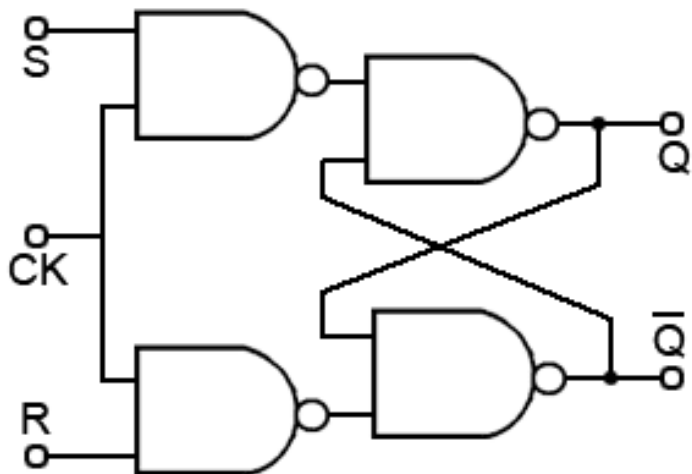
T FlipFlop



T	Q_n	Q_{n+1}
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Vežba

Napraviti SR flip-flop od NAND-ova



S	R	Q	Q'
1	0	1	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	0	0	1
1	1	0	0

After S = 1 and R = 0

After S = 0 and R = 1

Invalid

Dekoderi

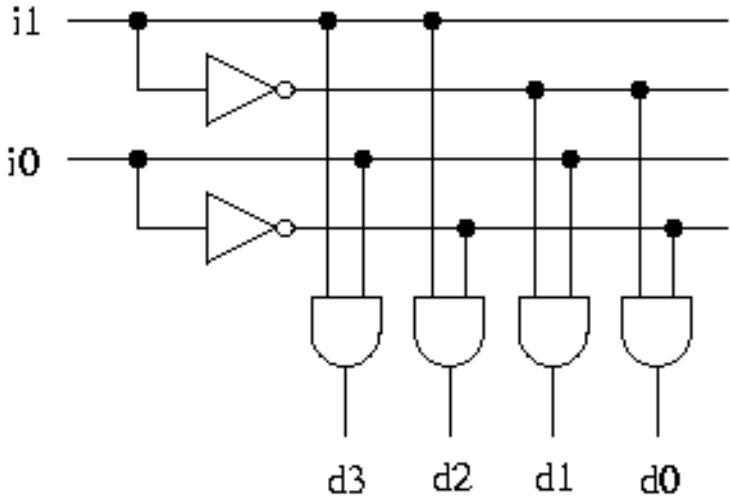
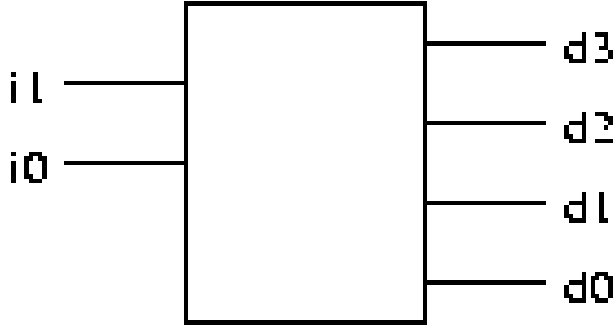
U digitalnoj elektronici, n-bitnim binarnim kodom može se kodirati do 2^n različitih simbola. Trobitnim kodom moguće je kodirati 8, a osmobitnim kodom 256 različitih elemenata.

Dekoder je kombinaciona mreža koja dekodira (pretvara) n-bitni binarni kod sa ulaza u m izlaznih bita, pri čemu je $m < 2^n$

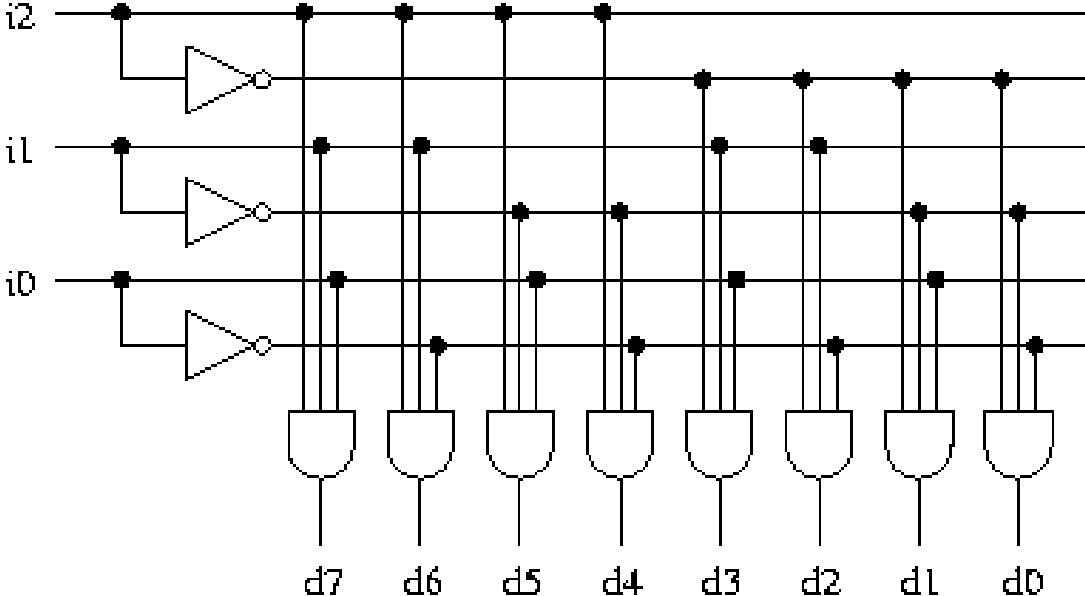
Npr dekoderi 2 u 4, 3 u 8, 4 u 16

Dekoderi mogu da imaju i ENABLE signal (ako je on 0 svi izlazi su 0)

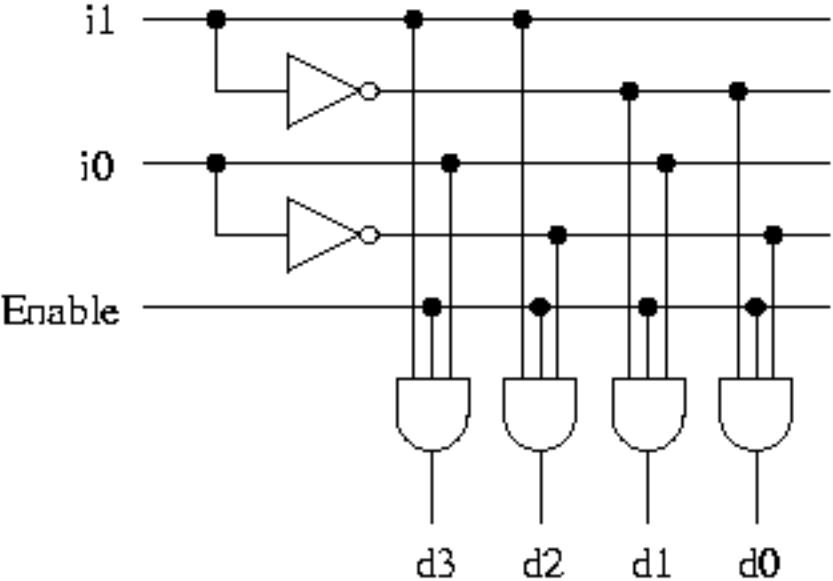
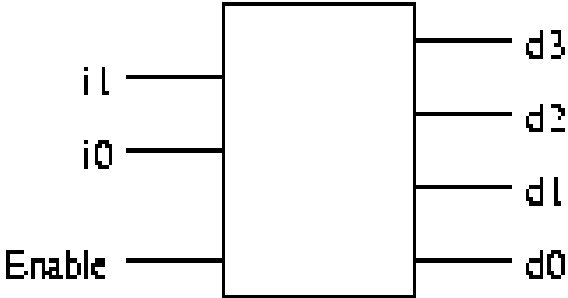
Dekoder 2u4



Dekoder 3u8



Dekoder sa enable signalom



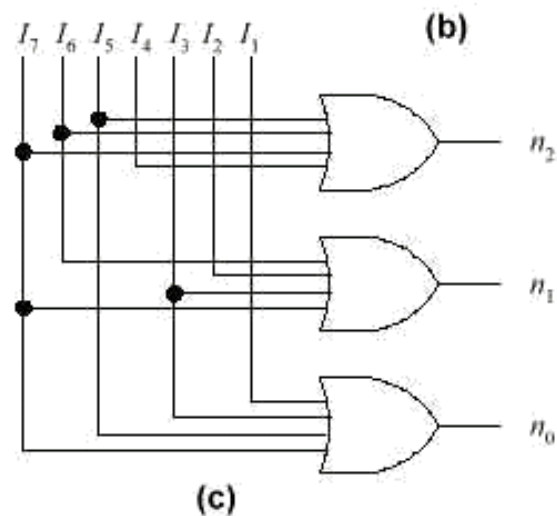
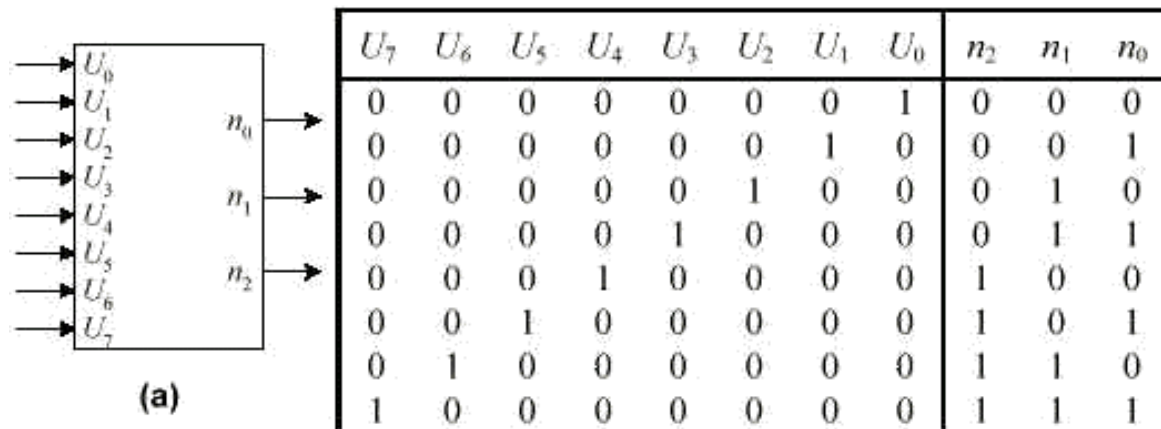
Koderi

Kodiranje je suprotna operacija od dekodiranja.

Koder je kombinaciona mreza koja u zavisnosti od m aktiviranih ulaza na izlazu daje n -bitni binarni kod ($m < 2^n$).

Npr koderi 4 u 2, 8 u 3....

Koder 8u3



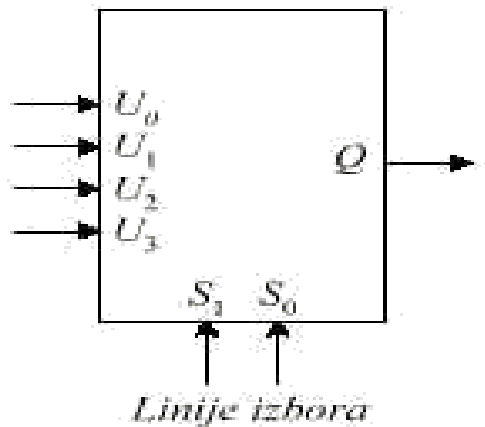
Multiplekseri

Multiplekser je kombinaciono kolo koje vrši ulogu elektronskog prekidača.

Sastoji se od jednog izlaza, n upravljačkih ulaza i 2^n informacionih ulaza. On odabira jedan od informacionih ulaznih signala i preusmerava ga na izlazni signal.

Multiplekser 4 u 1...

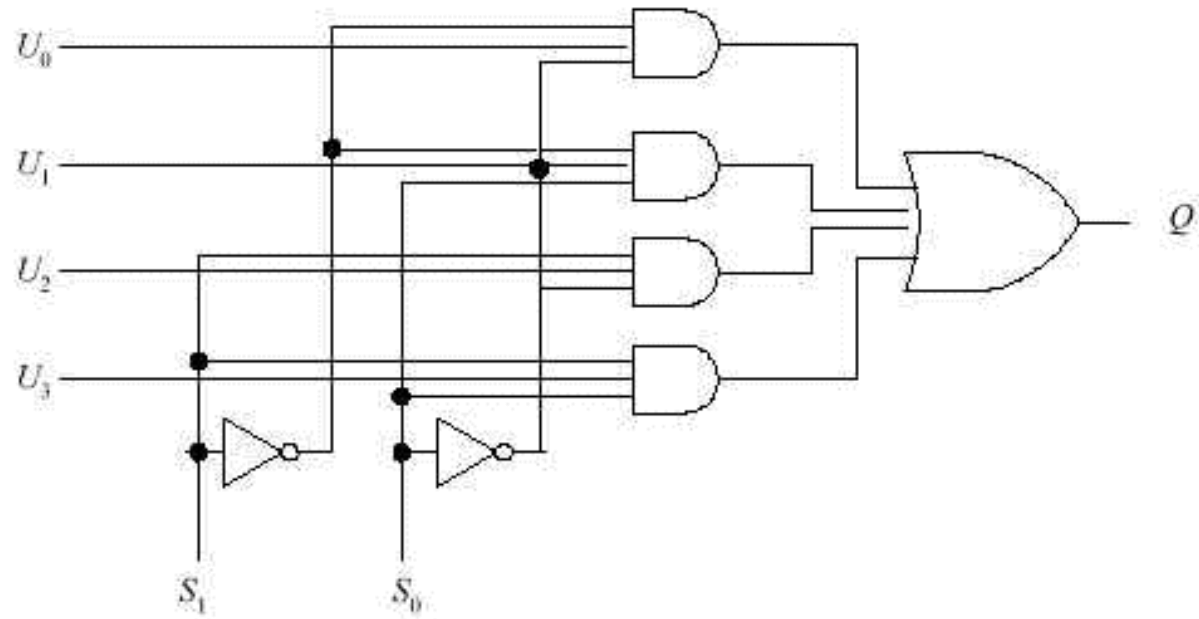
Multiplexeri



<i>Linije izbora</i>		<i>Izlaz</i>
S_1	S_0	Q
0	0	U_0
0	1	U_1
1	0	U_2
1	1	U_3

(b)

Multiplexeri



(c)