



Osnovi računarstva I

Osnovni digitalni sistemi (nastavak)

KOMPARATORI

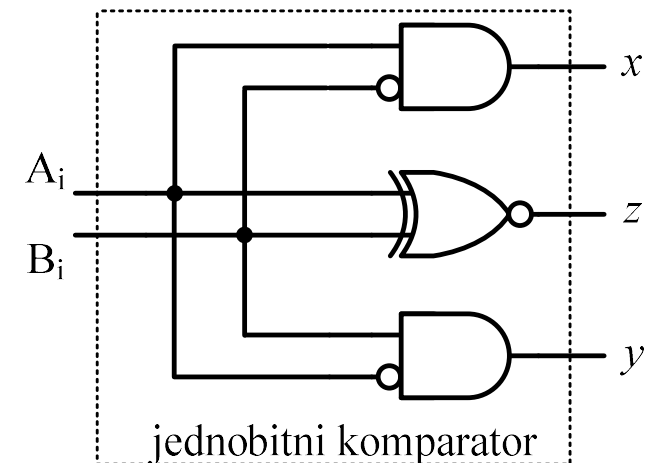
- Digitalni sistem koji omogućava poređenje dva binarna broja naziva se komparatorom
 - Poređenje binarnih brojeva svodi se na upoređivanje njihovih odgovarajućih bitova (bitova iste važnosti u brojevima koje poredimo), počev od MSB-ova ka manje značajnim bitovima
- ⇒ Neophodno je najprije realizovati **jednobitni** komparator (komparator namijenjen poređenju jednocifrenih binarnih brojeva):

A_i	B_i	x	y	z
0	0	0	0	1
0	1	0	1	0
1	0	1	0	0
1	1	0	0	1

$$x = A_i \cdot \bar{B}_i$$

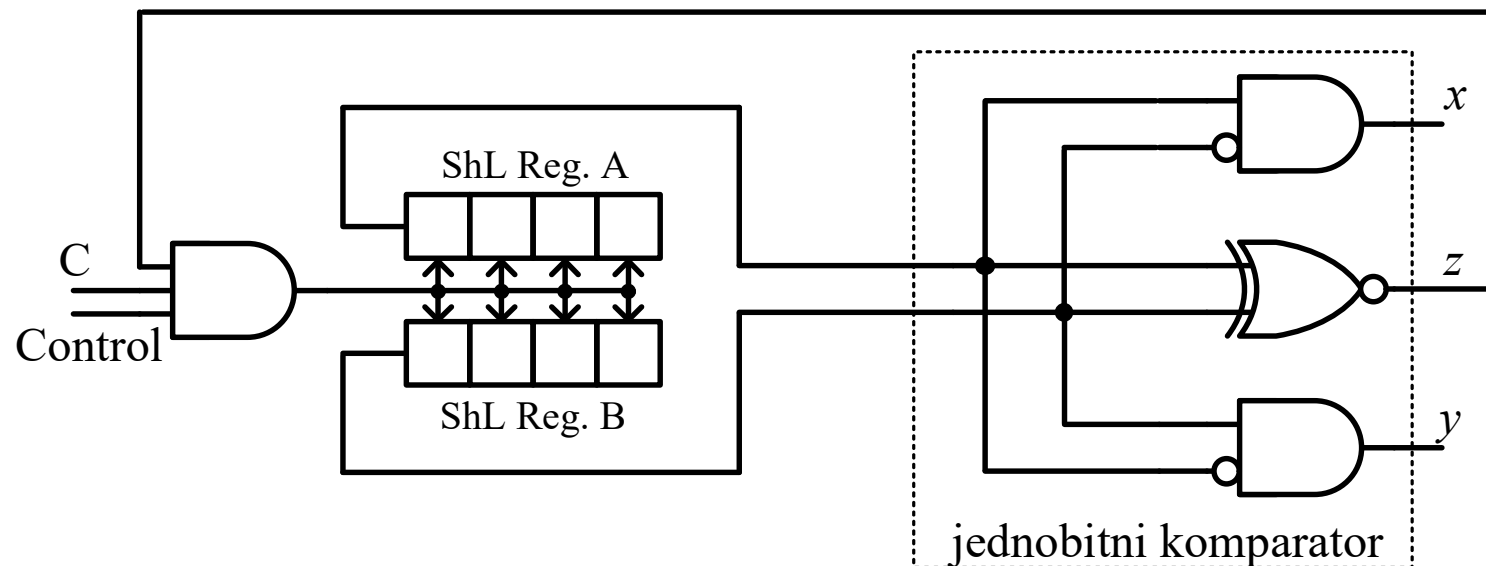
$$y = \bar{A}_i \cdot B_i$$

$$z = \bar{A}_i \cdot \bar{B}_i + A_i \cdot B_i = \overline{A_i \oplus B_i}$$



KOMPARATORI (NASTAVAK)

- Sistem za poređenje dva 4-cifrena binarna broja (tzv. 4-bitni komparator):



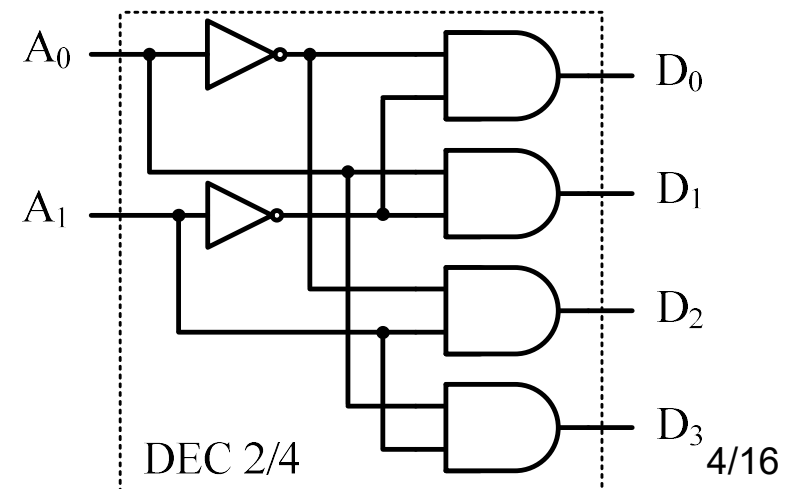
- Ukoliko se u bilo kom trenutku pojavi logička jedinica na izlazu x (odnosno, izlazu y) 1-bitnog komparatora, poređenje se obustavlja i zaključuje se da je višecifreni binarni broj A veći (odnosno, manji) od binarnog broja B
- Zaustavljanje poređenja se obavlja pomoću signala z , koji u tom trenutku poprima vrijednost logičke 0, pa onemogućava prolaz taktnog signala kroz logičko I kolo

DEKODER

- Dekoder je digitalno kolo koje ima n ulaza, na koje se dovode bitovi kodiranog podatka
- Kako se pomoću n bitova na ulazu dekodera može zapisati 2^n različitih potpunih binarnih kombinacija ovih bitova, dekodeer sadrži 2^n različitih izlaza
- Za svaku kombinaciju ulaznih bitova, samo jedan izlaz dekodera je na nivou logičke 1, dok su svi ostali izlazi dekodera na nivou logičke 0
- Na nivou logičke 1 je onaj izlaz čiji redni broj odgovara binarnoj kombinaciji sa ulaza dekodera

- DEC 2/4:

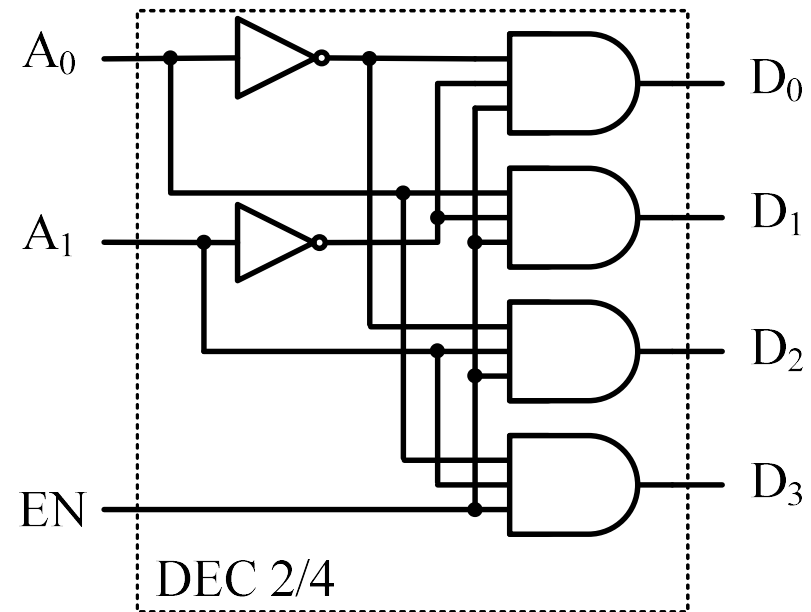
A_1	A_0	D_3	D_2	D_1	D_0
0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0



DEKODER (NASTAVAK)

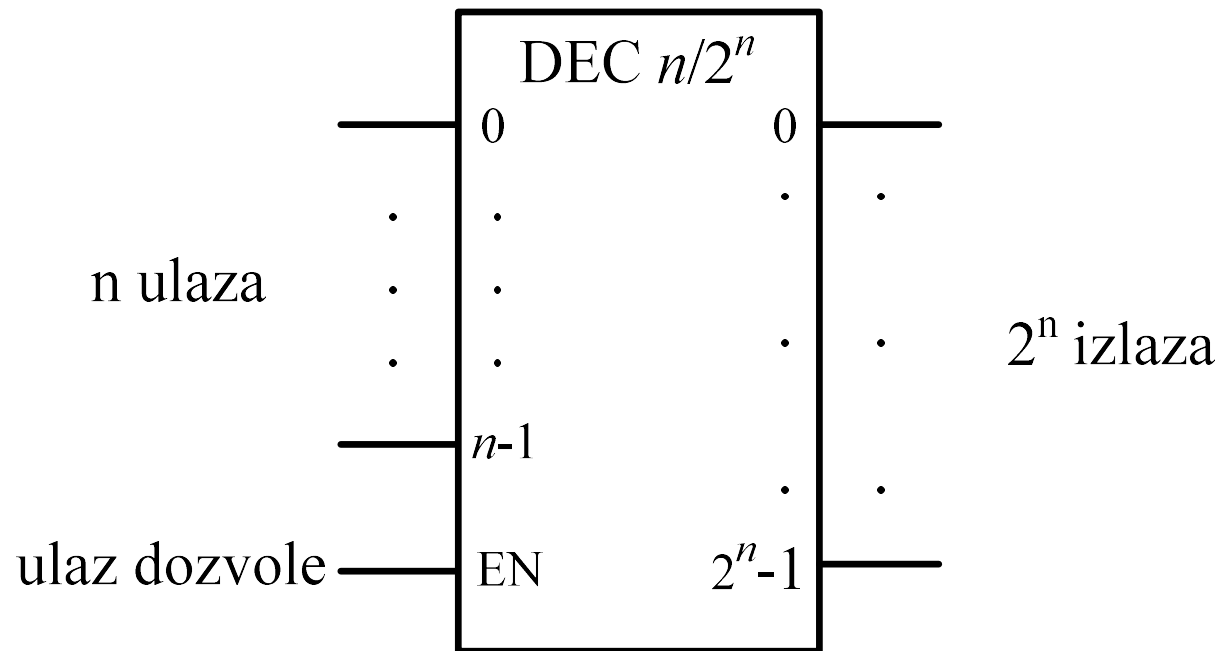
- Dekoder često ima dodatni ulazni signal (koji ćemo nazvati signal dozvole, *enable*), koji se u šematskom prikazu dekodera skraćeno označava sa EN
- Kada je signal EN na nivou logičke 1 omogućeno je funkcionisanje dekodera, na prethodno opisani način
- Kada je signal EN na nivou logičke 0 onemogućeno je funkcionisanje dekodera: svi njegovi izlazi su istovremeno na nivou logičke nule

EN	A ₁	A ₀	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
0	×	×	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0
1	1	0	0	1	0	0
1	1	1	1	0	0	0



DEKODER (NASTAVAK)

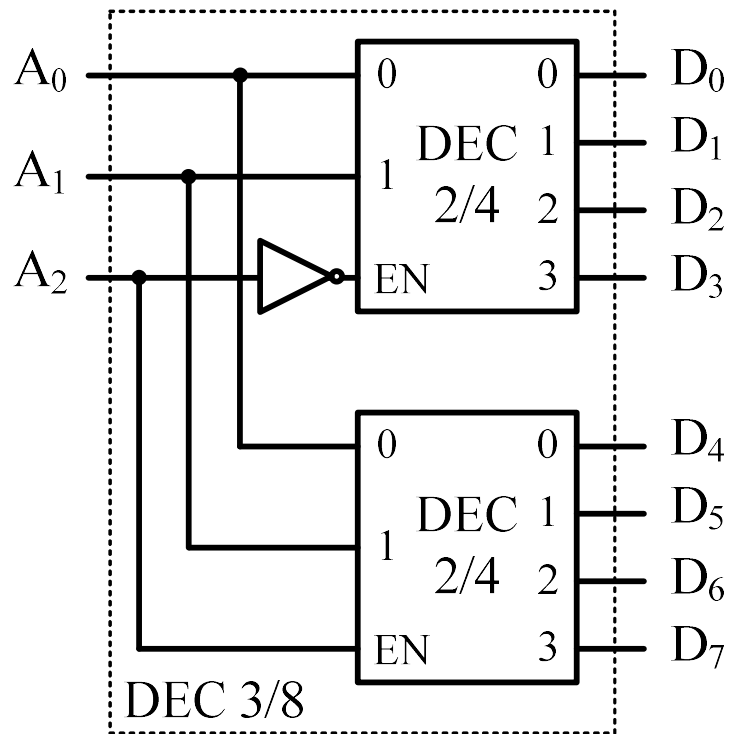
- Šematski prikaz dekodera DEC $n/2^n$ sa signalom dozvole EN:



- Dekoderi sa signalom dozvole EN mogu se kombinovati u cilju formiranja digitalnih kola čije funkcionisanje odgovara dekoderima sa većim brojem izlaza u odnosu na dekodere koji ga sačinjavaju

DEKODER (NASTAVAK)

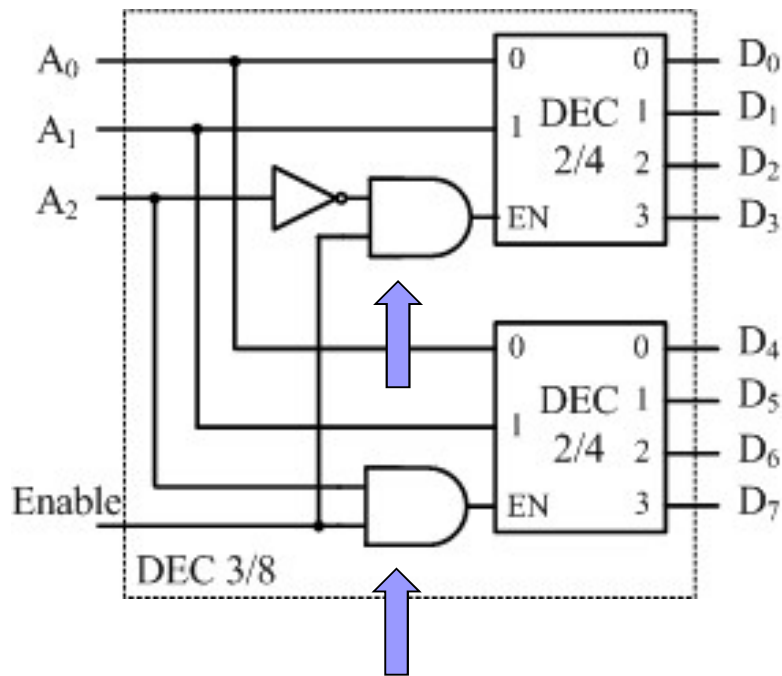
- *Primjer.* Realizovati dekodер DEC 3/8 bez signala dozvole, upotrebom dva dekodera DEC 2/4 sa signalom dozvole EN.
- *Rješenje:*



A ₂	A ₁	A ₀	D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D 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

DEKODER (NASTAVAK)

- *Primjer:* Realizovati dekodер DEC 3/8 sa signalom dozvole Enable, upotrebom dva dekodera DEC 2/4 sa signalom dozvole EN.
- *Rješenje:*



A ₂	A ₁	A ₀	D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D 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

(EN)KODER

- (En)koder je digitalno kolo koje funkcioniše inverzno u odnosu na dekoder
- Ovo kolo u opštem slučaju sadrži 2^n ulaza i n izlaza
- Suprotno funkcionisanju dekodera, u posmatranom trenutku samo jedan ulaz enkodera može imati vrijednost logičke jedinice, dok su ostali njegovi ulazi na nivou logičke nule
- Na svom izlazu, enkoder formira n -tobitni zapis koji odgovara rednom broju (ili nekom drugom kodu) onog njegovog ulaza čija se vrijednost nalazi na nivou logičke jedinice
- Primjer enkodera sa 4 ulaza i 2 izlaza:

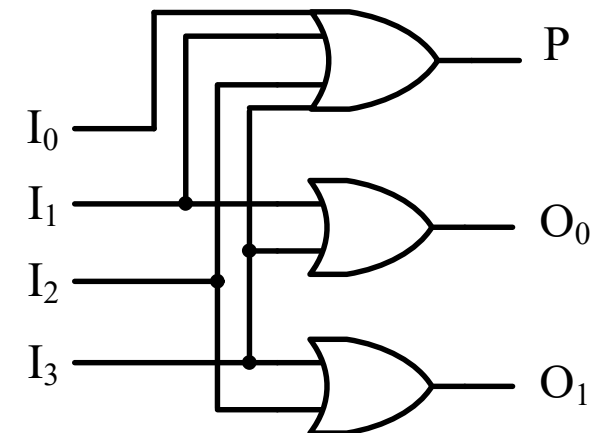
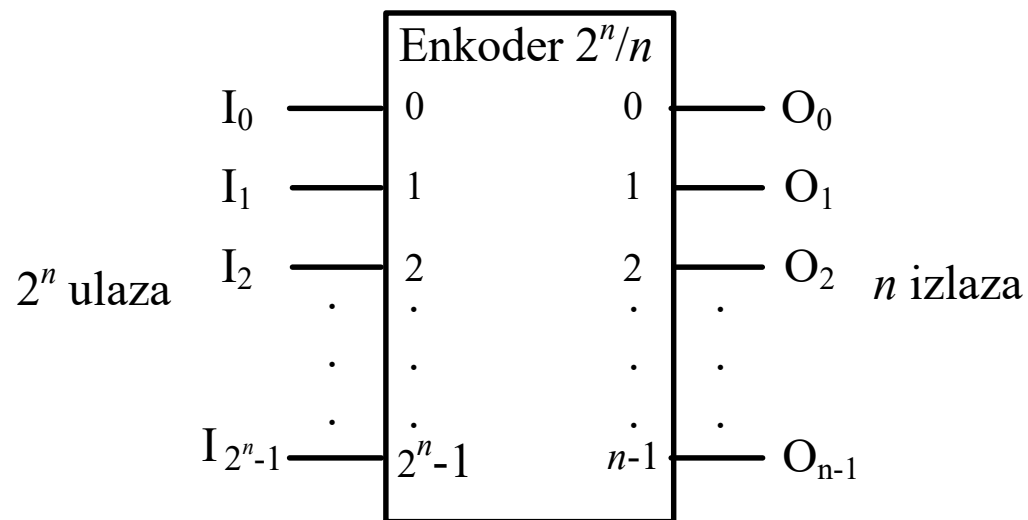
I_3	I_2	I_1	I_0	O_1	O_0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	0	1	1

$$O_1 = I_2 + I_3$$

$$O_0 = I_1 + I_3$$

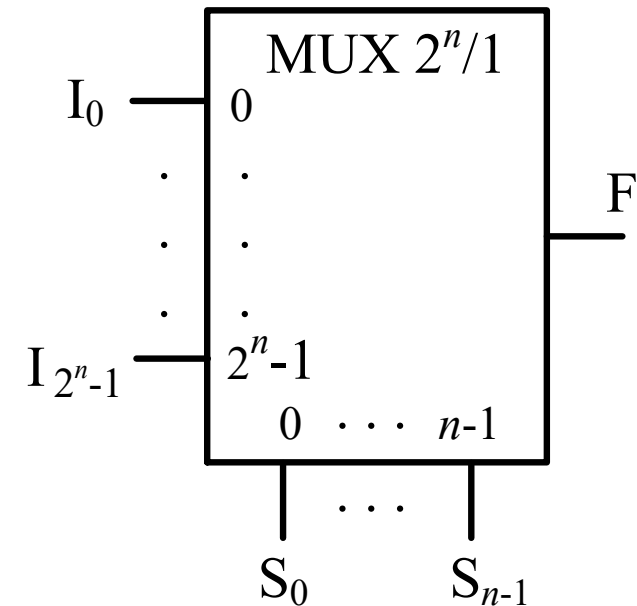
(EN)KODER (NASTAVAK)

- Izlazni bitovi enkodera jednaki su nuli ($O_1=0$, $O_0=0$) u dva slučaja:
 - Ukoliko je aktivan ulaz I_0 ($I_0=1$),
 - Ukoliko nijedan ulaz nije aktivan ($I_0=I_1=I_2=I_3=0$).
- Da bi se razlikovala ova dva slučaja, neophodno je osim izlaza O_1 i O_0 kreirati još jedan izlaz koji će detektovati da li je bilo koji ulaz enkodera aktivan: $P = I_3 + I_2 + I_1 + I_0$



MULTIPLEKSER

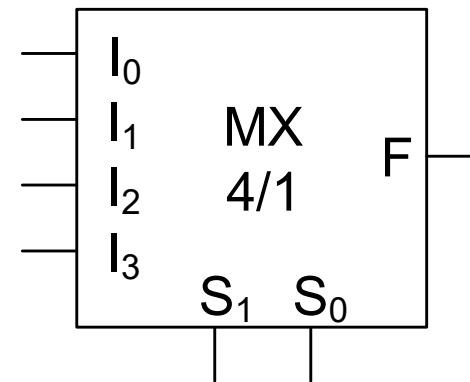
- Multiplekser je digitalno kolo koje omogućava selektovanje tačno jednog od 2^n ulaznih signala i obezbeđuje prosljeđivanje signala sa odabranog ulaza ka svom izlazu
- U opštem slučaju, multiplekser posjeduje 2^n ulaza, na koje se dovode ulazni signali, i samo jedan izlaz
- Odabiranje ulaza čiji se sadržaj prosljeđuje do izlaza multipleksera vrši se zadavanjem njegove adrese u vidu rednog broja odabranog ulaza
- Zadavanje adrese vrši se preko selekcionih (kontrolnih) ulaza multipleksera
- Adresiranje 2^n različitih ulaza multipleksera zahtijeva n adresnih bitova, odnosno n selekcionih ulaza multipleksera



MULTIPLEKSER (NASTAVAK)

- Funkcionisanje multipleksera može se prikazati tabelarno, što je u slučaju multipleksera MUX 4/1 učinjeno sljedećom funkcionalnom tabelom

S_1	S_0	F
0	0	I_0
0	1	I_1
1	0	I_2
1	1	I_3



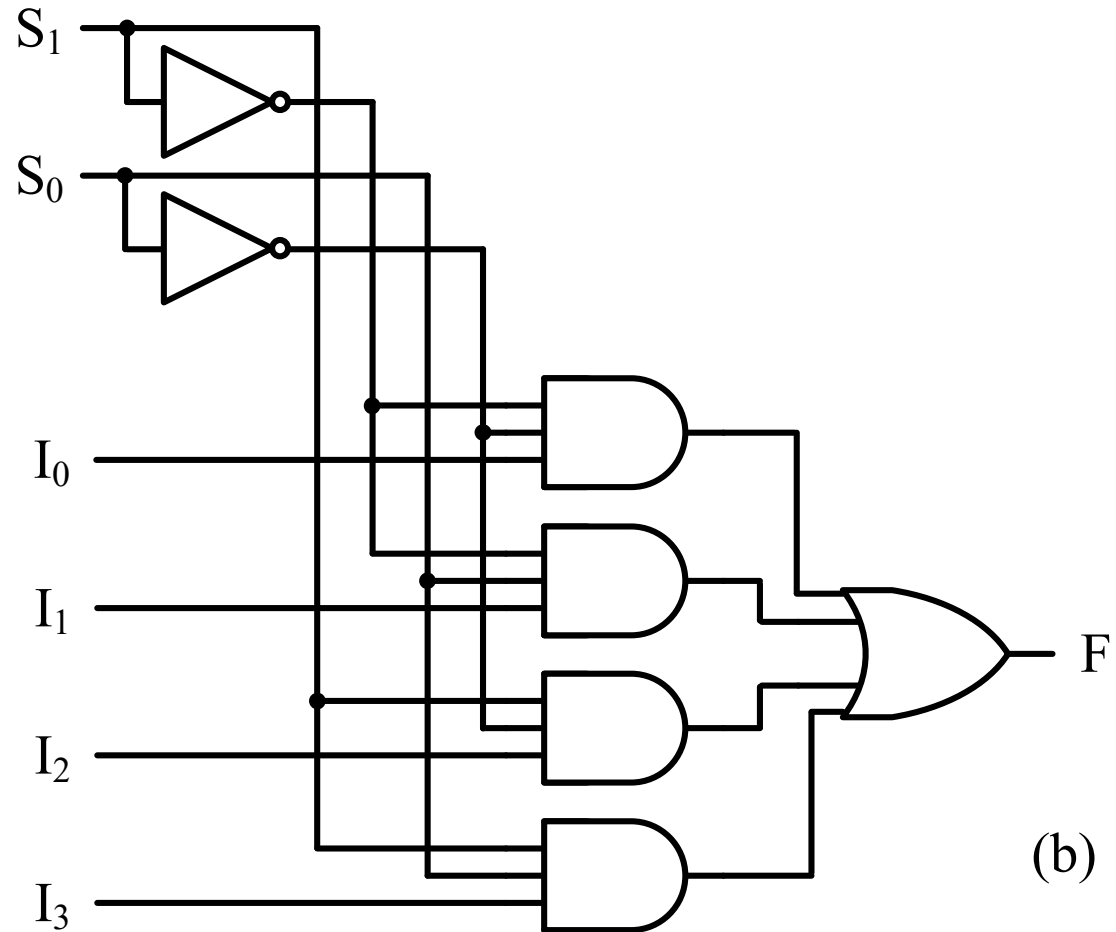
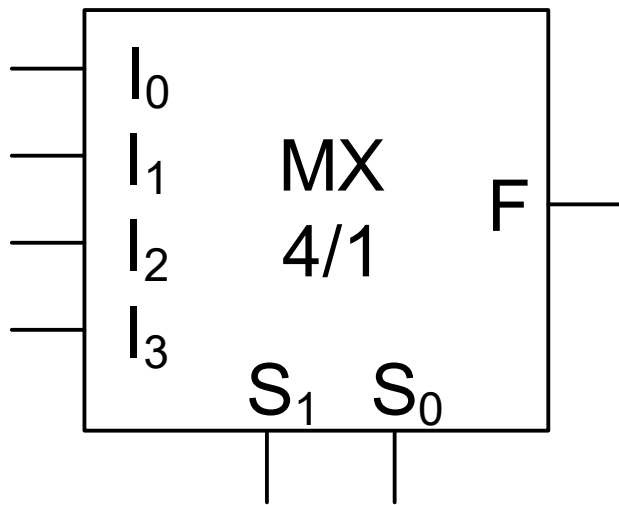
- Iz funkcionalne tabele jednostavno se izvodi logička struktura MUX 4/1
- Najprije se zapiše logički izraz kojim se opisuje funkcionisanje MUX 4/1,

$$F = I_0 \bar{S}_1 \bar{S}_0 + I_1 \bar{S}_1 S_0 + I_2 S_1 \bar{S}_0 + I_3 S_1 S_0$$

a potom se njegovom implementacijom dolazi do potpune logičke strukture MUX 4/1

MULTIPLEKSER (NASTAVAK)

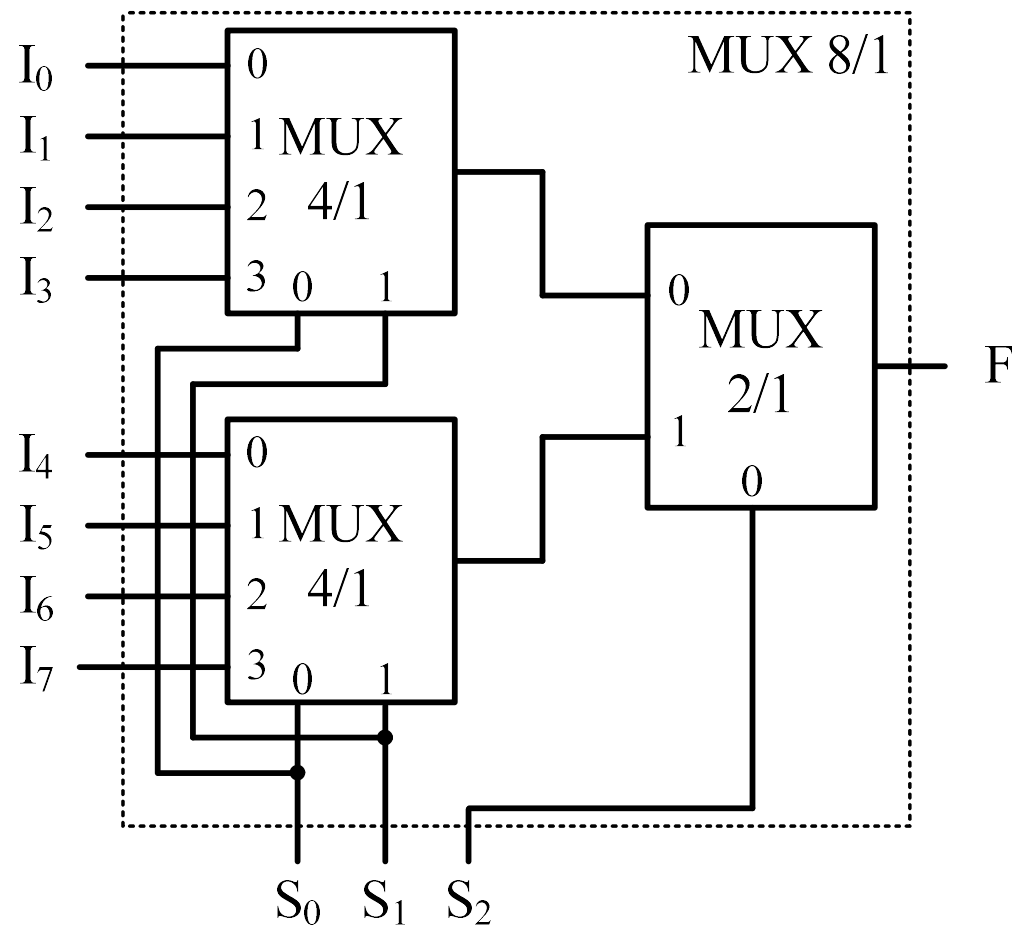
$$F = I_0 \bar{S}_1 \bar{S}_0 + I_1 \bar{S}_1 S_0 + I_2 S_1 \bar{S}_0 + I_3 S_1 S_0$$



MULTIPLEKSER (NASTAVAK)

Primjer: Realizacija MUX 8/1 uporebom dva multipleksera MUX 4/1 i jednog multipleksera MUX 2/1.

S ₂	S ₁	S ₀	F
0	0	0	I ₀
0	0	1	I ₁
0	1	0	I ₂
0	1	1	I ₃
MUX 4/1			
1	0	0	I ₄
1	0	1	I ₅
1	1	0	I ₆
1	1	1	I ₇
MUX 4/1			



DEMULTIPLIKSER

- Demultiplexer je digitalno kolo koje funkcioniše inverzno u odnosu na multiplexer
- Demultiplexer ima jedan ulaz i 2^n različitih izlaza. On omogućava da se ulazni podatak x , doveden na njegov ulaz, proslijedi do odabranog (jednog od 2^n) izlaza
- Odabir izlaza izvršava se pomoću n selekcionih (kontrolnih) ulaza
- Funkcionisanje demultipleksera može se prikazati tabelarno, na primjeru DMUX 1/4:

S_1	S_0	O_3	O_2	O_1	O_0
0	0	0	0	0	x
0	1	0	0	x	0
1	0	0	x	0	0
1	1	x	0	0	0

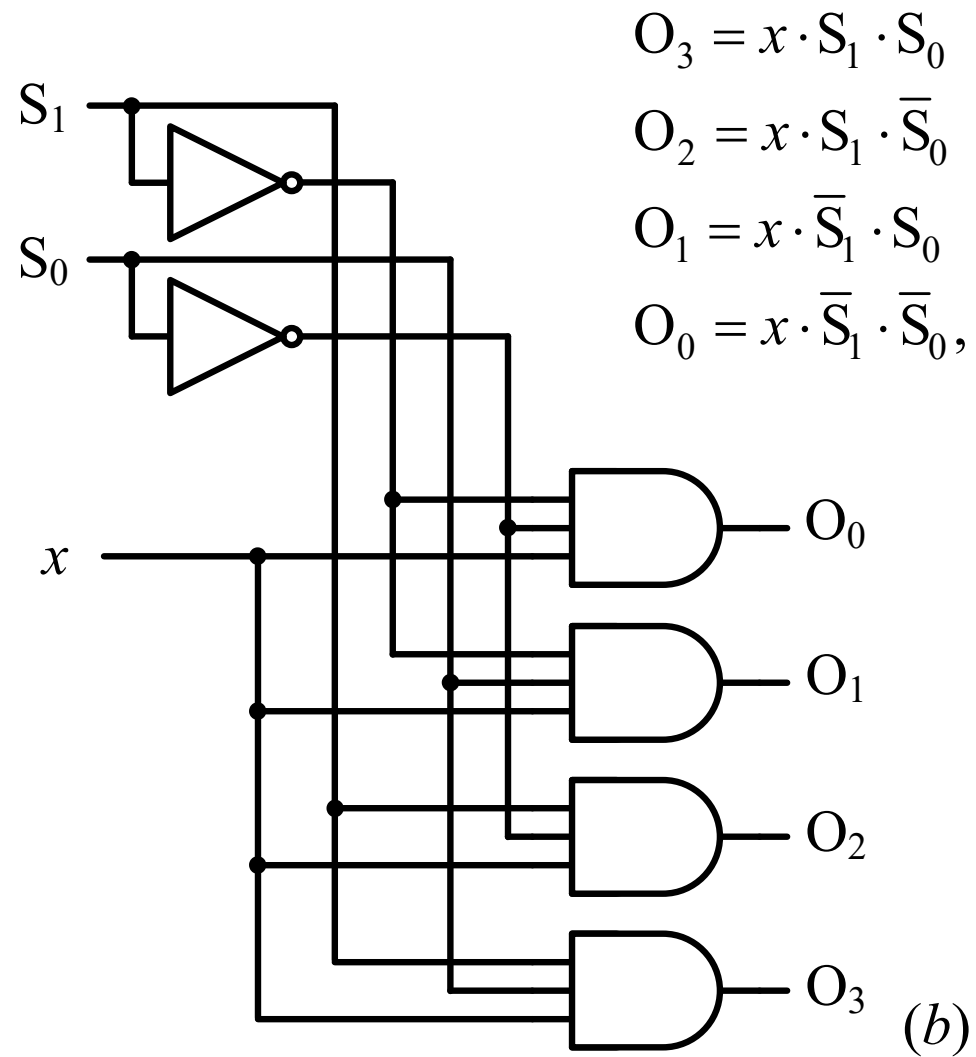
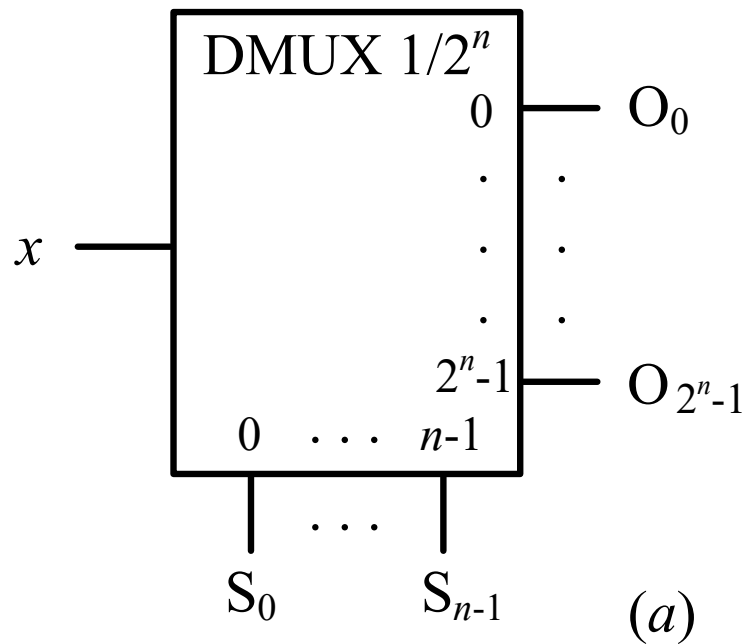
$$O_3 = x \cdot S_1 \cdot S_0$$

$$O_2 = x \cdot S_1 \cdot \bar{S}_0$$

$$O_1 = x \cdot \bar{S}_1 \cdot S_0$$

$$O_0 = x \cdot \bar{S}_1 \cdot \bar{S}_0,$$

DEMULTIPLESER (NASTAVAK)



$$O_3 = x \cdot \bar{S}_1 \cdot \bar{S}_0$$

$$O_2 = x \cdot \bar{S}_1 \cdot S_0$$

$$O_1 = x \cdot S_1 \cdot \bar{S}_0$$

$$O_0 = x \cdot S_1 \cdot S_0$$