

## Digitalna vezja

Primeri nalog za izpit so objavljeni:

1.) Predavanja in vaje, ki so objavljene na učilnici.

2.) Učbenik: Mira Trebar, Osnove logičnih vezij, 2005

Poglavje 3: Booleova algebra

Poglavje 4: Logične funkcije

Poglavje 5: Minimizacija logičnih funkcij

Poglavje 6: Dvo- in več-nivojske logične funkcije (brez 6.3.2 Reed-Mullerjeva oblika)

Poglavje 7: Aritmetična vezja

Poglavje 8: Strukturalni gradniki

Poglavje 10: Sekvenčna vezja

Poglavje 11: Končni stroj stanj-avtomat

3.) Dodatne naloge

### Primer 1:

Podana je logična funkcija  $f(x, y, z) = ((\overline{x \oplus y}) \uparrow (y \oplus z)) \vee (\bar{x} \downarrow (y \cdot \bar{z}))$

a) Zapišite spodje funkcije z operatorji NOT, AND, OR:

$$\overline{x \oplus y} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$y \oplus z = \underline{\hspace{10em}}$$

$$y \uparrow z = \underline{\hspace{10em}} = \underline{\hspace{10em}} \quad (\text{dva zapisa})$$

$$y \downarrow z = \underline{\hspace{10em}} = \underline{\hspace{10em}} \quad (\text{dva zapisa})$$

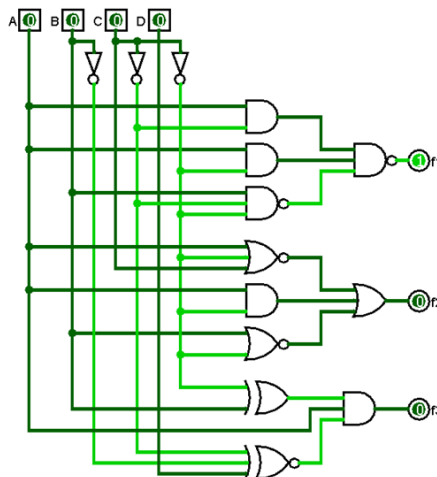
b) Zapišite funkcijo  $f(x, y, z)$  v disjunktivni normalni obliki (vsota produktov, kjer je prvi nivo konjunkcija, drugi nivo disjunkcija).

### Primer 2:

V logični shemi so podane logične funkcije  $f_1(A, B, C, D)$ ,  $f_2(A, B, C, D)$ ,  $f_3(A, B, C, D)$ .

a) Zapišite jih v Karnaughjev diagram.

b) Realizirajte logične funkcije z multiplekserji: 2/1 MUX, 4/1 MUX. V Karnaughjevem diagramu najprej preverite ali jo lahko rešite samo z enim MUXom. V primeru, da to ni možno, funkcijo realizirajte kot večnivojsko ali hierarhično povezavo MUXov.



**Primer 3:**

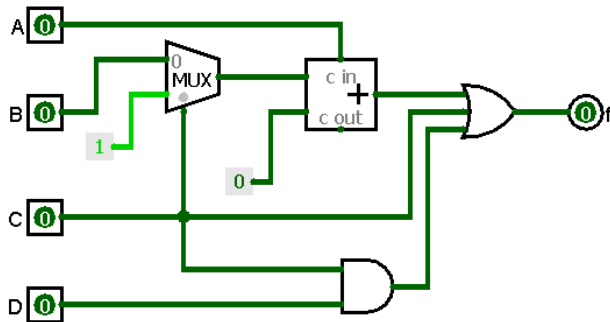
V Karnaughjevem diagramu sta podani logični funkciji z redundancami. Zapišite MDNO (Minimalno disjunktivno normalno obliko) oz minimalno obliko vsote produktov.

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	$CD$	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	x	1	x	
$\bar{A}B$	1	1	1	
$AB$	x	x		
$A\bar{B}$	1			

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	$CD$	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1		1	1
$\bar{A}B$		x	x	
$AB$		1		x
$A\bar{B}$	x		1	1

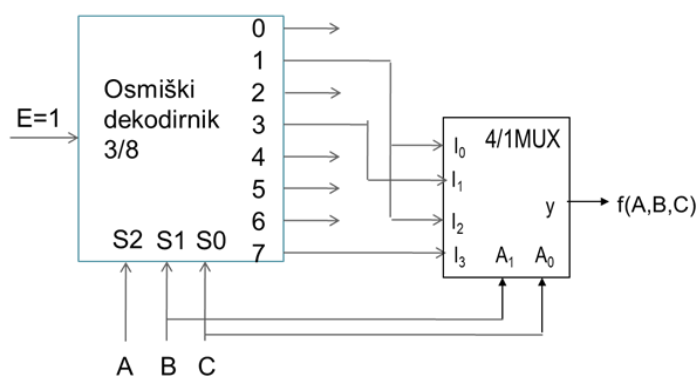
**Primer 4:**

Zapišite vsoto produktov (dvonivojska oblika, kjer so na prvem nivoju konjunkcije, na drugem nivoju pa je disjunkcija) za logično funkcijo  $f(A,B,C,D)$ .



**Primer 5:**

Podano je logično vezje, ki ga sestavljata dekodirnik in multiplekser. Zapišite funkcijo  $f(A,B,C)$  v disjunktivni normalni obliki (vsota produktov).



**Primer 6:**

Narišite dekodirnik s tremi krmilnimi vhodi in 8 izhodi (3/8 DEK) in signalom  $E=1$  ter označite vhode in izhode z ustreznimi indeksi. Naloge:

- Zapišite logično funkcijo  $f(x,y,z) = \bar{x} \cdot y \vee y \cdot \bar{z}$  v pravilnostno tabelo.
- Realizirajte zgoraj definirano logično funkcijo z definiranim dekodirjem (3/8 DEK) in ustreznimi logičnimi vrati (OR, AND, NOT).

**Primer 7:**

Realizirajte logično vezje za pretvorbo 3 - bitne vhodne vrednosti  $X = (x_1, x_2, x_3)$  v 4 - bitno izhodno vrednost, ki je podana kot  $Y = X+3$ , kjer je izhod označen kot  $Y = (y_1, y_2, y_3, y_4)$ . Naloge:

- a) Zapišite pravilnostno tabelo za določitev izhoda Y.
- c) Realizirajte izhodne funkcije z multiplekserji (8/1 MUX, 4/1 MUX, 2/1 MUX).

**Primer 8:**

Pomnilne celice:

- Narišite povratno vezavo NAND operatorjev in definirajte vhoda R, S in izhoda  $Q, \bar{Q}$ .
- Zapišite binarno aplikacijsko tabelo povratne vezave RS in določite izhod  $Q(t+1)$ .
- Zapišite pomnilno enačbo  $Q(t+1)$  v minimalni obliki, tako da je prepovedana kombinacija upoštevana kot redundanca (x).

**Primer 9:**

Z uporabo povratne vezave operatorjev NOR realizirajte sinhronsko pomnilno celico T tako, da vključite dodaten nivo operatorjev NOR in urin signal Clk.

**Primer 10:**

Realizirajte sinhronsko D pomnilno celico z uporabo sinhronske JK pomnilne celice.

Naloge:

- Zapišite binarno aplikacijsko tabelo za D pomnilno celico –  $Q(t+1)=f(D, Q(t))$ .
- Določite vzbujevalni funkciji J in K.
- Za realizacijo uporabite 2/1 MUX.
- Narišite logično vezje sinhronske D pomnilne celice.

**Primer 11:**

V kemijski tovarni imajo 8 cistern ( $C_0, C_1, \dots, C_7$ ) s senzorji za nadzor nivoja tekočine. V primeru, da je v posamezni cisterni presežen nivo tekočine glede na vnaprej podano višino, bo izhod senzorja  $S = \text{Low}$ . Izdelati je potrebno digitalno vezje, ki pravilno deluje takrat, ko sta stikali  $S_1 = \text{ON (High)}$  in  $S_2 = \text{OFF (Low)}$ , sicer pa izhod ni definiran (onemogočeno delovanje gradnika).

Delovanje je določeno z naslednjimi zahtevami:

- Stikali  $S_1$  in  $S_2$  omogočata posredovanje senzorskega signala v vezje za določitev izhoda A (Alarm).
- Alarm se sproži ( $A = \text{High}$ ), če je:
  - o stikalo  $S_2 = \text{ON (High)}$ .
  - o presežen nivo tekočine vsaj v eni cisterni.
  - o presežen nivo tekočine v cisterni  $C_7$ .

Naloge:

- Narišite blok shemo digitalnega vezja (ime vezja, vhodi, izhodi)
- Opišite funkcijo in določite izhode posameznih modulov vezja z gradniki (kodirniki, dekodirniki, multiplekserji, demultiplekserji), ki so na voljo v logisimu.
- Zapišite pravilnostne tabele in minimalne oblike za realizacijo z vrati (AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR).
- Narišite logično shemo digitalnega vezja.

### Primer 12:

Realizirajte 2-bitni sinhronski univerzalni register z izhodom  $Y=(y_1, y_0)$ , ki opravlja naslednje naloge:

- Vpis: V pomnilni celici se vpiše poljubna vrednost  $Y = X=(x_1, x_0)$ .
- Hold: Vrednost pomnilnih celic se ohrani  $Y(t+1) = Y(t)$
- CPL: ciklični pomik levo
- PD: pomik desno za eno mesto, tako da se v celico  $y_1$  zapiše konstanta 1.

Za realizacijo imate na voljo sinhronske D pomnilne celice in 2-naslovne MUX-je. Zapišite delovanje registra v tabelo stanj in narišite logično shemo (pomnilna celica ima dva vhoda: D in ura, MUX-i morajo imeti označene podatkovne in naslovne vhode).

### Primer 13:

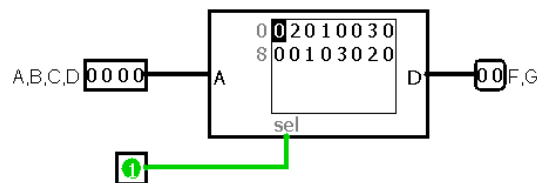
Realizirajte 3-bitni števec z množico izhodov  $Q=(Q_2, Q_1, Q_0)$ . S krmilnim vhodom A je določeno delovanje tako, da ima asinhronski vhod Reset, da se pri  $A=0$  vpiše začetno stanje iz ROMa na naslovu 0, pri  $A=1$  pa se stanje števca povečuje po modulu  $M=6$ .

Naloge so:

- Narišite blok shemo delovanja števca;
- Zapišite tabelo prehajanja stanj delovanja števca iz časa  $t$  v čas  $t+1$  v odvisnosti od vhoda A;
- v tabeli določite krmilne funkcije, če za realizacijo uporabite pomnilno celico JK, ki deluje tako, da je  $J=K$ ;
- Kombinacijsko vezje za krmiljenje realizirajte z logičnimi vrati NAND in narišite logično shemo.

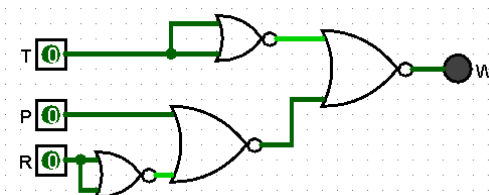
### Primer 14:

V programabilnem gradniku (ROM) sta shranjeni logični funkciji  $F(A,B,C,D)$  in  $G(A,B,C,D)$ . Naloge: a) Zapišite velikost ROMa (št besed X število bitov); b) zapišite logični funkciji v pravilnostno tabelo in v Karnaughjev diagram ter ju zapišite v minimalni obliki.



### Primer 15:

V letalu je sistem za pregled pritiska (P), temperature (T) in krožne hitrosti motorjev – RPM (ang. revolutions per minute) z uporabo senzorjev, ki imajo izhode določene kot: a) Signal  $R = 0$ , če je hitrost  $< 4800$  rpm; b) Signal  $P = 0$ , če je pritisk  $< 220$  psi; c) Signal  $T = 0$ , če je temperatura  $< 200^\circ\text{F}$ . Digitalno vezje za kontrolo opozorilne luči v pilotski kabini prižge opozorilno luč z  $W=1$ .



Nadgradite vezje tako, da se signal W shrani v 16-bitni pomikalni register v odvisnosti od urinega signala Clk. Dodajte dva števca, kjer eden šteje število period oz vpisov v pomikalni register in prekine izvedbo pomikanja, ko je register napolnjen, drugi pa pove kolikokrat je bil signal  $W=1$ .

Naloge:

- Gradnike poiščite v logisimu in jih ustrezno definirajte z vhodi in izhodi, ki jih boste krmilili.
- Narišite logično shemo z vhodi in izhodi, ki so potrebni za pravilno delovanje vezja ter določite vrednosti krmilnih signalov.

**Primer 16:**

Mooreov avtomat mora v poljubnem zaporedju črk angleške abecede, ki se nahajajo na vhodu, razpoznati besedi ROKA in NOGA tako, da se na izhodu pojavi število 1 ob besedi ROKA, število 2 ob besedi NOGA, sicer pa je na izhodu število 0.

Primeri pojavljanja črk z izhodi:

AR...NNOGA →2

AR...NNOGA...NRKROKA →1

AR...NNOGA...NRKROKAANOGA →2

Naloge:

- Definirajte diagram prehajanja stanj
- Zapišite vhodno množico X, množico stanj S in izhodno množico Y.

**Namig:** Najkrajša rešitev ima 8 stanj, v diagramu morajo vse oznake ustrezati elementom podanih množic.