

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 (učilnica)

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:

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

$$\overline{x \oplus y} = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$y \oplus z = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$y \uparrow z = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{4cm}} \quad (\text{dva zapisa})$$

$$y \downarrow z = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{4cm}} \quad (\text{dva zapisa})$$

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

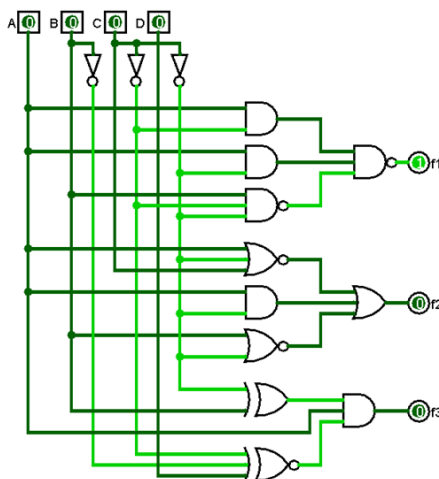
Zapišite funkcijo $f(x, y, z)$ v disjunktivni normalni obliki (vsota produktov, kjer je prvi nivo konjunkcija, drugi nivo disjunktija).

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:

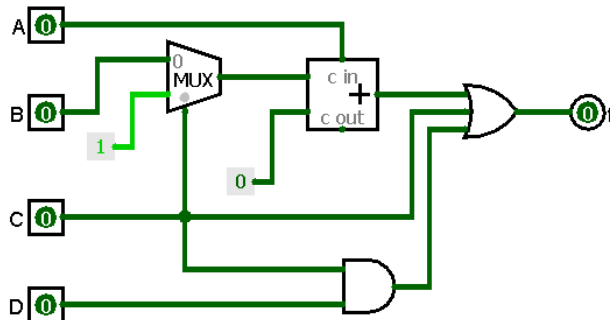
V Karnaughjevem diagramu sta podani logični funkciji z redundancami. Zapišite MDNO (Minimalno disjunktivno normalno obliko) oz minimalno obliko vsote produktov.

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	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:**

Podana je logična funkcija

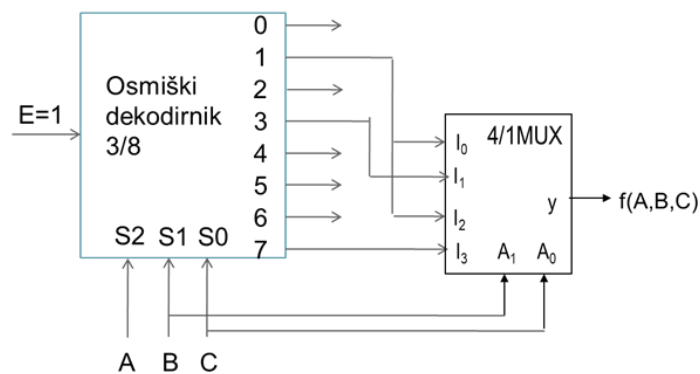
$$f(A,B,C,D) = A.B.\bar{D} \vee A.B.D \vee \bar{A}.\bar{B}.C \vee \bar{A}.\bar{B}.\bar{C}$$

Naoge:

- Zapišite funkcijo v Karnaughjev diagram
- Preverite, da je funkcija linearna
- Zapišite jo z operatorji XOR

Primer 6:

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



Primer 7:

Narišite dekodeer 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 dekodeerjem (3/8 DEK) in ustreznimi logičnimi vrati (OR, AND, NOT).

Primer 8:

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:

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

Primer 9:

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 10:

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

Primer 11:

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 a) logična vrata NAND; b) 2/1 MUX.
- Narišite logično vezje sinhronske D pomnilne celice.

Primer 12:

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 ($A=High$), če je:
 - o stikalo $S_2 = ON$ (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 13:

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 14:

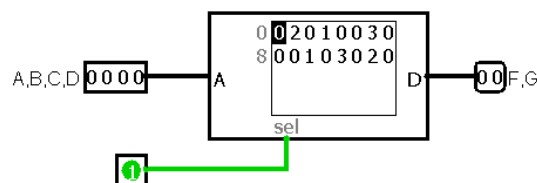
Realizirajte 3-bitni števec z množico izhodov $Q=(Q_2, Q_1, Q_0)$. S krmilnim vhodom A je določeno delovanje tako, da ima asinhronski vhod Reset, da se pri $A=0$ vpiše začetno stanje iz ROMa na naslovu 0, pri $A=1$ pa se stanje števca povečuje po modulu $M=6$.

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.

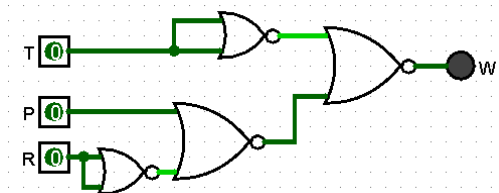
Primer 15:

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 16:

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°F. Digitalno vezje za kontrolo opozorilne luči v pilotski kabini prižge opozorilno luč z W=1.



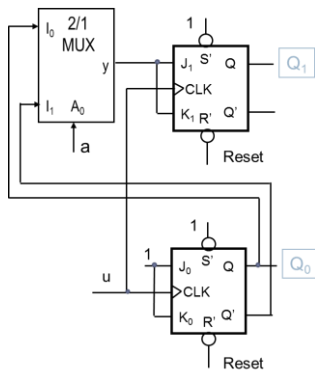
Nadgradite vezje tako, da se signal W shrani v 16-bitni pomikalni register v odvisnosti od urinega signala Clk. Dodajte dva števec, kjer eden šteje število period oz vpisov v pomikalni register in prekine izvedbo pomikanja, ko je register napolnjen, drugi pa pove kolikokrat je bil signal W=1.

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 17:

Podana ja logična shema Mooreovega avtomata z izhodoma Q_1 in Q_0 . Zapišite tabelo prehajanja stanj in diagram prehajanja stanj za podani avtomat.



Primer 18:

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 zaporednega 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.