

RAZVOJ DIGITALNIH SISTEMOV

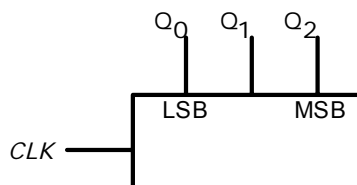
Izpit 27. 03. 2012

1. Realizirajte funkcijo f s čim manj izbiralniki 4/1.

$$f(a,b,c,d) = (a \cdot \bar{b} + b \cdot c \cdot \bar{d} + b \cdot c) \cdot ((a \cdot c \cdot d) \cdot (\bar{c} + d))$$

2. Pretvorite število 59_{16} v BCD zapis z uporabo "double dabble" algoritma.

3. Prikažite sintezo 3-bitnega sinhronnega števca navzgor po Graye-vi kodi s T flip-flopi in logičnimi vrati. Števec ima 3-bitni števeni izhod (Q_2, Q_1, Q_0) in vhod za signal ure (CLK). Uporabite poimenovanje signalov, kot je narisano na spodnji sliki.



4. Načrtajte diagram stanj Moore-ovega avtomata končnih stanj, ki krmili delovanje garažnih vrat: Garažna vrata imajo vhod VRATA ter vhod ZAŠČITA, ki postane '1' vedno, ko preko motorja steče dovolj velik tok. Z meritvijo toka na motorju obenem izdelamo funkcijo detekcije obeh končnih položajev, kot tudi zaščito proti oviram na poti vrat. Vezje ima 2-bitni izhod za enosmerni motor:

Koda operacije		Funkcija izhoda
OP ₁	OP ₀	
0	0	motor stoji
0	1	motor pomika vrata navzgor
1	0	motor pomika vrata navzdol

Če pritisnemo gumb VRATA, se vrata začno pomikati navzgor. Če na poti naletijo na oviro ali pridejo do zgornje končne lege, se motor ustavi. Če pritisnemo gumb VRATA ponovno, se začnejo gibati v smeri navzdol. Podobno je v obratni smeri: Če na poti naletijo na oviro ali pridejo do spodnje končne lege, se motor ustavi. Če pritisnemo gumb VRATA ponovno, se začnejo pomikati v smeri navzgor.

Čas pisanja je 60 minut. Vsaka naloga je vredna 10 točk.

Na list z rešitvami se podpišite in napišite še vpisno številko ter kateri predmet pišete (VSŠ, UNI).

Rezultati bodo objavljeni na: <https://estudent.fri.uni-lj.si>

Rešitev 1. naloge:

Funkcija f je podana v večnivojski (nenormalni) obliki:

$$f(a,b,c,d) = (a \cdot \bar{b} + b \cdot c \cdot \bar{d} + b \cdot c) \cdot ((a \cdot c \cdot d) \cdot (\bar{c} + d))$$

zato jo najprej poenostavimo z uporabo pravil Boole-ove logike. Izpišemo desni člen funkcije in uporabimo lastnost Boole-ove logike $x \cdot \bar{x} = 0$, lastnost $x \cdot x = x$ in lastnost $0 + x = x$.

$$f(a,b,c,d) = (a \cdot \bar{b} + b \cdot c \cdot \bar{d} + b \cdot c) \cdot (a \cdot c \cdot d \cdot \bar{c} + a \cdot c \cdot d \cdot d)$$

Nad rezultatom ponovno uporabimo lastnost Boole-ove logike $x \cdot \bar{x} = 0$ in lastnost $x \cdot x = x$.

$$f(a,b,c,d) = (a \cdot \bar{b} + b \cdot c \cdot \bar{d} + b \cdot c) \cdot (a \cdot c \cdot d)$$

Rezultat vnesemo v levi del funkcije in znova uporabimo omenjene lastnosti Boole-ove logike:

$$f(a,b,c,d) = (a \cdot \bar{b} \cdot a \cdot c \cdot d + b \cdot c \cdot \bar{d} \cdot a \cdot c \cdot d + b \cdot c \cdot a \cdot c \cdot d)$$

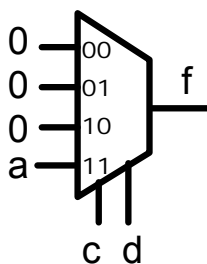
Dobimo dva člena in ju zapišemo v obliki PDNO, ki jo nato minimiziramo s pomočjo Veitch-evega diagrama ali z uporabo lastnosti združevanja Boole-ove algebre $x + \bar{x} = 1$:

$$f(a,b,c,d) = a \cdot \bar{b} \cdot c \cdot d + b \cdot a \cdot c \cdot d$$

$$f_{PDNO}(a,b,c,d) = V(11,15)$$

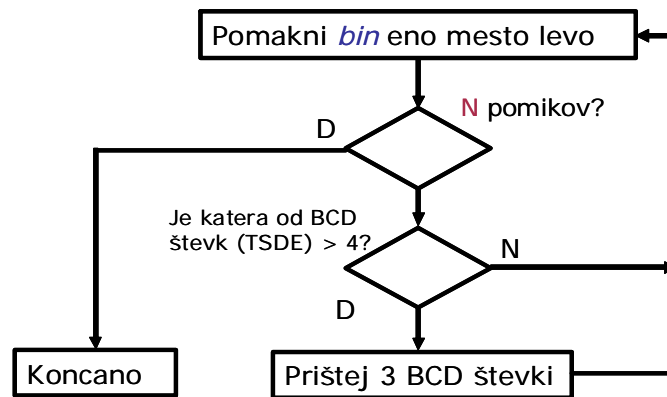
$$f_{MDNO}(a,b,c,d) = a \cdot c \cdot d \cdot (\bar{b} + b) = a \cdot c \cdot d$$

in jo realiziramo z enim izbiralnikom 4/1, tako da naredimo Shannon-ov razvoj funkcije. Glede na kombinacijo naslovnih vhodov izbiralnika dobimo 6 možnih rešitev (ac, ca, ad, da, cd, dc).



Rešitev 2. naloge:

Pretvorimo šestnajstiko vrednost $59_{16} = 89_{10}$. Zapis posameznih števk: $0101\ 1001_{BCD}$. Pretvorbo po "double dabble" algoritmu opravimo po spodnjem algoritmu:



DESETICE				ENICE				0	1	0	1	1	0	0	1	pomik 1
							0	1	0	1	1	0	0	1		pomik 2
						0	1	0	1	1	0	0	1			pomik 3
					0	1	0	1	1	0	0	1				pomik 4
				0	1	0	1	1	0	0	1					pomik 5
				1	0	0	0	1	0	0	1					+3
			1	0	0	0	1	0	0	1						pomik 6
		1	0	0	0	1	0	0	1							pomik 7
	1	0	0	0	1	0	0	1								pomik 8
1	0	0	0	1	0	0	1									
8_{10}				9_{10}												

Čas pisanja je 60 minut. Vsaka naloga je vredna 10 točk.

Na list z rešitvami se podpišite in napišite še vpisno številko ter kateri predmet pišete (VŠŠ, UNI).

Rezultati bodo objavljeni na: <https://estudent.fri.uni-lj.si>

Rešitev 3. naloge:

Postopek sinteze zahteva, da zapišemo tabelo prehajanja stanj števca navzgor po Gray-evi kodi. Desetiška števna sekvenca po 3-bitni Grayevi kodi se glasi:
 ... 0, 1, 3, 2, 6, 7, 5, 4, 0...

Števno sekvenco zapišemo v tabelo:

trenutno stanje			naslednje stanje			enačbe T-FF		
Q ₂	Q ₁	Q ₀	Q ₂	Q ₁	Q ₀	T ₂	T ₁	T ₀
0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	1	1	0	1	0
0	1	0	1	1	0	1	0	0
0	1	1	0	1	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	1
1	1	0	1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	0	1	0	1	0

Iz tabele prehajanja stanj števca določimo enačbe T-FF:

Za T₀ narišemo Veitchev diagram. Funkcija je funkcija linearna, zato jo bomo izrazili z XOR operacijami.

		Q ₂	
T ₀	Q ₁	0	1
	Q ₀	1	0

$$T_0 = \overline{Q_2} \cdot \overline{Q_1} \cdot \overline{Q_0} + \overline{Q_2} \cdot Q_1 \cdot Q_0 + Q_2 \cdot \overline{Q_1} \cdot Q_0 + Q_2 \cdot Q_1 \cdot \overline{Q_0}$$

$$T_0 = \overline{Q_2} \cdot (\overline{Q_1} \cdot \overline{Q_0} + Q_1 \cdot Q_0) + Q_2 \cdot (\overline{Q_1} \cdot Q_0 + Q_1 \cdot \overline{Q_0})$$

$$T_0 = \overline{Q_2} \cdot (\overline{Q_1} \oplus \overline{Q_0}) + Q_2 \cdot (Q_1 \oplus Q_0)$$

Uvedemo novo spremenljivko x:

$$x = Q_1 \oplus Q_0$$

in jo vstavimo v izraz za T₀:

$$T_0 = \overline{Q_2} \cdot \overline{x} + Q_2 \cdot x = \overline{Q_2} \oplus x$$

$$T_0 = 1 \oplus Q_2 \oplus Q_1 \oplus Q_0$$

Podobno za T₁ narišemo Veitchev diagram:

		Q ₂	
T ₁	Q ₁	0	1
	Q ₀	0	1

Iz diagrama za T₁ sledi:

$$T_1 = Q_2 \cdot Q_1 \cdot Q_0 + \overline{Q_2} \cdot \overline{Q_1} \cdot Q_0$$

$$T_1 = (Q_2 \cdot Q_1 + \overline{Q_2} \cdot \overline{Q_1}) \cdot Q_0$$

Operacija v oklepajih je ekvivalenca, zato enačbo lahko poenostavimo v:

$$T_1 = (\overline{Q_2} \oplus Q_1) \cdot Q_0$$

Podobno storimo še za T₂:

		Q ₂	
T ₂	Q ₁	0	1
	Q ₀	1	0

Iz diagrama za T₂ sledi:

$$T_2 = \overline{Q_2} \cdot Q_1 \cdot \overline{Q_0} + Q_2 \cdot \overline{Q_1} \cdot \overline{Q_0}$$

$$T_2 = (\overline{Q_2} \cdot Q_1 + Q_2 \cdot \overline{Q_1}) \cdot \overline{Q_0}$$

$$T_2 = (Q_2 \oplus Q_1) \cdot \overline{Q_0}$$

Operacija v oklepajih je negacija XOR, zato enačbo lahko poenostavimo v:

$$T_2 = (Q_2 \oplus Q_1) \cdot \overline{Q_0}$$

Manj potratno možnost realizacije predstavlja dvojiški 3-bitni sinhroni števec navzgor. Tak števec realiziramo s tremi T-FF in enimi AND vrati.

Nastalemu sinhronemu števcu na izhodu dodamo pretvornik kode iz dvojiškega v Gray-evo kodo z XOR vrati po enačbah:

$$G_{MSB} = B_{MSB}$$

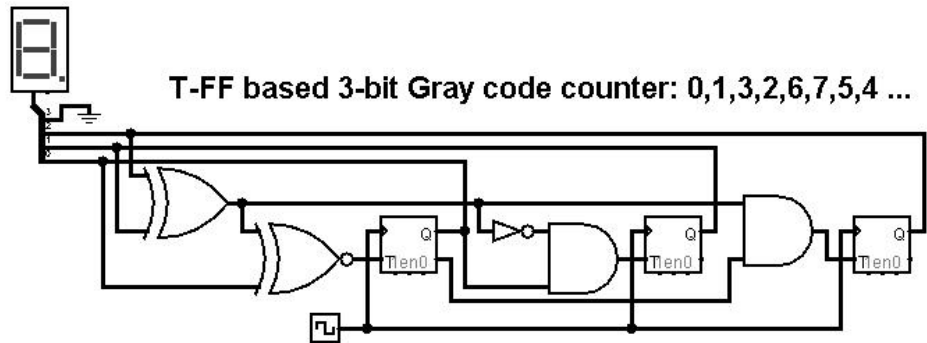
$$G_i = B_{i+1} \oplus B_i$$

Čas pisanja je 60 minut. Vsaka naloga je vredna 10 točk.

Na list z rešitvami se podpišite in napišite še vpisno številko ter kateri predmet pišete (VŠŠ, UNI).

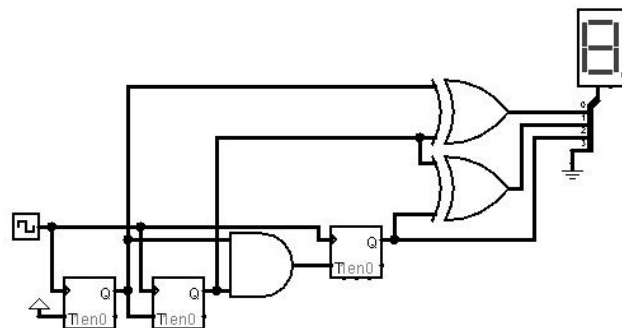
Rezultati bodo objavljeni na: <https://estudent.fri.uni-lj.si>

Vezje se nahaja v Logisim predlogah rešenih nalog na domači strani predmeta:
Logisim\counter\3-bit Gray code counter_revB.circ



Enostavnejšo izvedbo štetja dosežemo z uporabo sinhronnega 3 bitnega dvojiškega števca in pretvornika kode iz dvojiške v Gray–evo kodo.

T-FF based 3-bit Gray code counter: 0,1,3,2,6,7,5,4 ...



Vezje se nahaja v Logisim predlogah rešenih nalog na domači strani predmeta:
Logisim\counter\3-bit Gray code counter_revC.circ

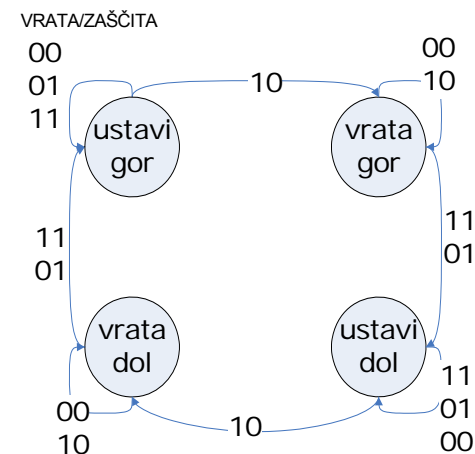
Čas pisanja je 60 minut. Vsaka naloga je vredna 10 točk.

Na list z rešitvami se podpišite in napišite še vpisno številko ter kateri predmet pišete (VSŠ, UNI).

Rezultati bodo objavljeni na: <https://estudent.fri.uni-lj.si>

Rešitev 4. naloge:

Narišemo Moore-ov diagram stanj:



ime stanja	OP ₁	OP ₀
ustavi gor	0	0
vrata gor	0	1
vrata dol	1	0
ustavi dol	1	1

Iz opisa naloge je razvidno, da stanje "ustavi" ni samo eno, ker si moramo zapomniti v katero smer so se gibala vrata, da bi lahko šli v nasprotni smeri. Glede na to imamo stanja "ustavi gor", ki določa, da se bodo vrata ob naslednjem pritisku na gumb gibala gor in stanje "ustavi dol", ki določa, da se bodo vrata ob naslednjem pritisku na gumb gibala dol. Če stanja ločimo tako, potem v stanju "ustavi gor" ostajamo toliko časa, dokler ne pritisnemo VRATA in jasno na motorju ni napake, se pravi kombinacija "10". Vrata se nato pomikajo gor (preidemo v stanje "vrata gor"). V tem stanju lahko tipko spustimo in vrata se pomikajo navzgor. To se dogaja toliko časa, dokler ne naletimo na pogoj ZAŠČITA='1' (se pravi kombinaciji "11" in "01". Ko postane pogoj ZAŠČITA='1' se postavimo v stanje "ustavi dol" in v tem stanju ostajamo dokler vztraja pogoj ZAŠČITA='1' oz. dokler ne pritisnemo tipke

VRATA='1' (kombinacija "10"). Takrat na podoben način preidemo v stanje "vrata dol", kjer ostanemo dokler ne naletimo na oviro (tla prostora recimo), ko preidemo v stanje "ustavi gor".