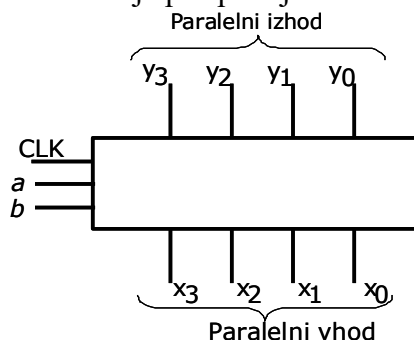


RAZVOJ DIGITALNIH SISTEMOV

2. kolokvij

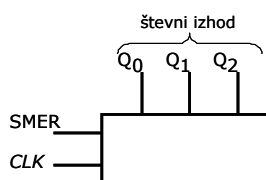
14.1. 2021

1. Realizirajte RS-flip flop z uporabo T flip flopa in logičnih vrat.
2. Z uporabo univerzalnih logičnih modulov prikažite sintezo univerzalnega 4-bitnega pomikalnega registra, ki ima dva funkcijska vhoda a in b in opravlja funkcije po spodnji tabeli.



a	b	<i>funkcija</i>
0	0	briše vsebino ($y_i = 0$)
0	1	rotira vsebino eno mesto desno ($y_0 \rightarrow y_1 \rightarrow y_2 \rightarrow y_3 \rightarrow y_0$)
1	0	negira vsebino ($y_i = \bar{y}_i$)
1	1	vpiše vsebino s paralelnega vhoda ($y_i = x_i$)

3. Prikažite sintezo dvosmernega sinhronnega 3-bitnega števca z uporabo D flip-flopov: Zapišite tabelo prehajanja stanj in določite enačbe flip-flopov. Števec ima vhod SMER, ki določa smer štetja: Če je SMER='0', števec šteje naraščajoče dvojiško, sicer šteje padajoče po Grayevi kodi. Imena signalov so razvidna iz spodnje slike.



4. Načrtajte diagram prehajanja stanj Moore-ovega avtomata, ki deluje kot krmilje za kavni avtomat. Kava stane 15 centov, plačujemo pa lahko s kovancema za 5 in 10 centov.

Krmilje ima:

- vhod *5cent*, ki postane '1', ko uporabnik vrže v avtomat kovanec za 5 centov,
- vhod *10cent* ki postane '1', ko uporabnik vrže v avtomat kovanec za 10 centov,
- izhod p , ki postane '1', ko uporabnik vrže v avtomat skupno 15 centov.

Avtomat ne vrača drobiža in se ob detekciji plačila 15 centov ne vrača nazaj v začetno stanje, ampak ostane v končnem stanju. Vnos dveh kovancev naenkrat ni mogoč.

Rešitev 1. naloge

Za vezje RS-FF narišemo pravilnostno tabelo, pri čemer na vhodni strani zberemo vhode R, S in trenutno stanje $Q(t)$, na izhodni pa naslednje stanje $Q(t+1)$. RS-FF opravlja tri funkcije (HOLD, RESET, SET) glede na kombinacijo vhodnih signalov, medtem ko T-FF opravlja samo dve (HOLD, INVERT).

S	R	$Q(t)$	$Q(t+1)$	T	funkcija RS	funkcija T
0	0	0	0	0	HOLD	HOLD
0	0	1	1	0	HOLD	HOLD
0	1	0	0	0	RESET	HOLD
0	1	1	0	1	RESET	INVERT
1	0	0	1	1	SET	INVERT
1	0	1	1	0	SET	HOLD
1	1	0	X	X	/	/
1	1	1	X	X	/	/

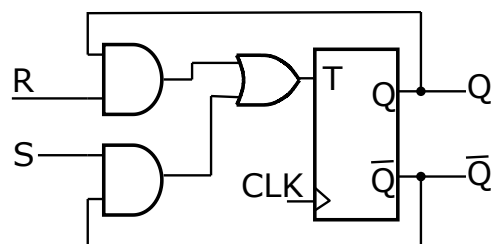
Iz tabele narišemo Veitchev diagram za vhod T v odvisnosti od vhodov R, S in trenutnega stanja $Q(t)$.

$$T = S \cdot \overline{Q(t)} + R \cdot Q(t)$$

Vezje narišemo.

T :

	S			
R	X	X	1	0
	1	0	0	0
	$Q(t)$			



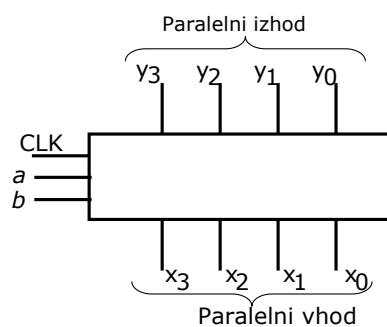
Rešitev 2. naloge:

Naloga zahteva realizacijo univerzalnega registra s funkcijami

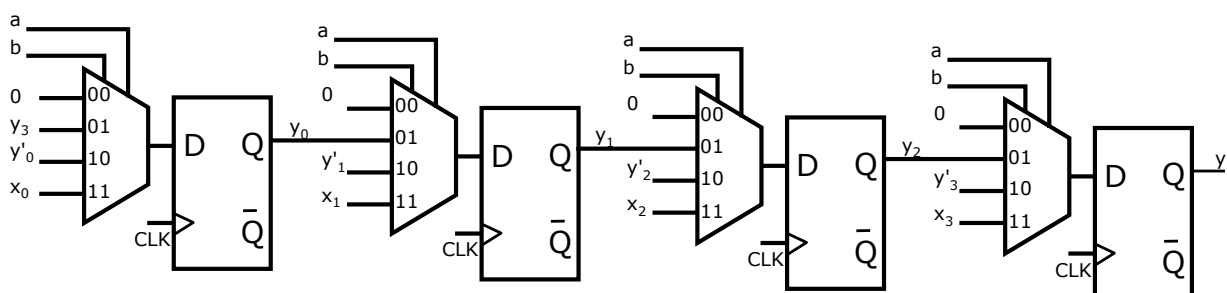
a	b	$funkcija$
0	0	briše vsebino registra (CLEAR)
0	1	rotira vsebino eno mesto desno (ROR)
1	0	negira vsebino (CPL)
1	1	vpiše vsebino s paralelnega vhoda (LOAD)

Vsako od operacij izpišemo v pravilnostno tabelo v kateri združimo funkcijska bita a , b in trenutno stanje na i -tem mestu registra $y_i(t)$. Realizacija z D flip-flopi nam analizo močno poenostavi, zaradi enačbe D flip-flopa: $D = y_{i+1}(t)$

a	b	$y_i(t)$	$y_i(t+1)$	D
0	0	0	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	$y_{i-1}(t)$	$y_{i-1}(t)$
0	1	1	$y_{i-1}(t)$	$y_{i-1}(t)$
1	0	0	y_i'	y_i'
1	0	1	y_i'	y_i'
1	1	0	x_i	x_i
1	1	1	x_i	x_i



Register izvaja rotacijo, torej nima serijskega vhoda in izhoda, ampak LSB bit y_3 vodimo na MSB bit y_0 . Naloga zahteva realizacijo z 4/1 izbiralniki, s katerimi ločimo 4 operacije registra.



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. Rezultati bodo objavljeni na <http://estudent.fri.uni-lj.si/fe.html>

Rešitev 3. naloge:

Postopek sinteze zahteva, da zapišemo tabelo prehajanja stanj števca. Navzgor (SMER=0) šteje normalno dvojiško, navzdol pa šteje po Grayevi kodi.

SMER	Trenutno			Naslednje		
	Q ₂	Q ₁	Q ₀	D ₂	D ₁	D ₀
				Q ₂	Q ₁	Q ₀
0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	1	0
0	0	1	0	0	1	1
0	0	1	1	1	0	0
0	1	0	0	1	0	1
0	1	0	1	1	1	0
0	1	1	0	1	1	1
0	1	1	1	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	1	1
1	0	1	1	0	0	1
1	1	0	0	1	0	1
1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	0	0	1	0
1	1	1	1	1	1	0

Naraščajoča 3-bitna Grayeva koda v desetiškem zapisu bi se glasila: 0,1,3,2,6,7,5,4,0.... Tabela prehajanja stanj števca za SMER='1' izpišemo tako, da gledamo prehode navedenega zaporedja v obratni smeri: 4→5→7→6→2→3→1→0...

Dodatnih stolpcev za vhode D-FF nam ni treba risati, saj velja da je $Q(t+1) = D$.

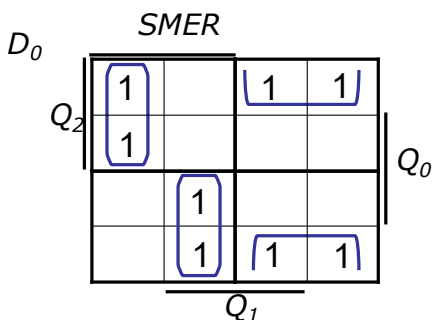
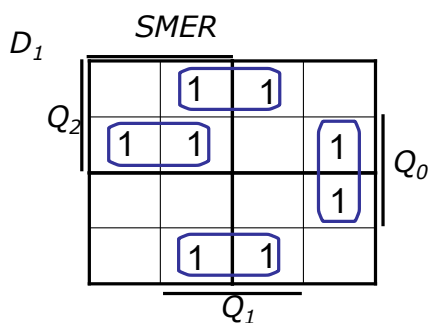
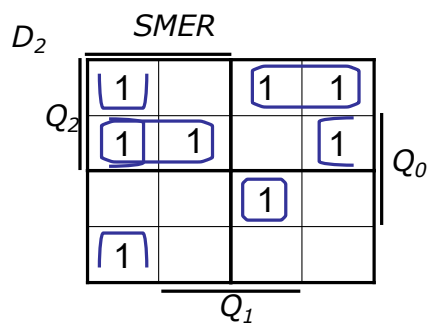
Iz tabele izrazimo funkcije za vse tri vhode:

$$D_2 = V(3 - 6, 8, 12, 13, 15)$$

$$D_1 = V(1, 2, 5, 6, 10, 13 - 15)$$

$$D_0 = V(0, 2, 4, 6, 10 - 13)$$

Izrišemo pripadajoče Veitcheve diagrame:



Funkcije v diagramih minimiziramo in dobimo:

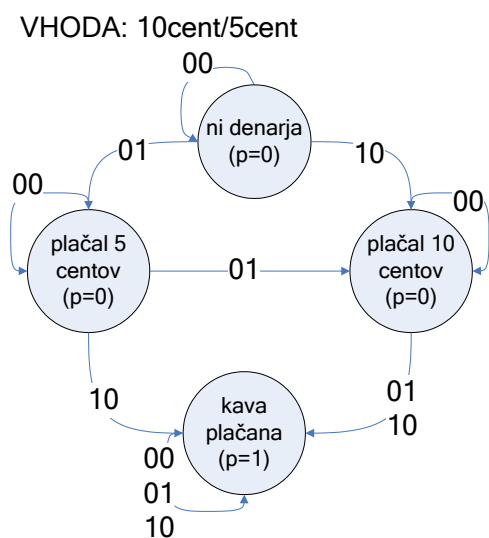
$$D_2 = SMER \cdot Q_2 \cdot Q_0 + SMER \cdot \overline{Q_1} \cdot \overline{Q_0} + Q_2 \cdot \overline{Q_1} \cdot Q_0 + \overline{SMER} \cdot \overline{Q_2} \cdot Q_1 \cdot Q_0$$

$$D_1 = SMER \cdot Q_2 \cdot Q_0 + Q_2 \cdot Q_1 \cdot \overline{Q_0} + \overline{Q_2} \cdot Q_1 \cdot \overline{Q_0} + \overline{SMER} \cdot \overline{Q_1} \cdot Q_0$$

$$D_0 = SMER \cdot Q_2 \cdot \overline{Q_1} + SMER \cdot \overline{Q_2} \cdot Q_1 + \overline{SMER} \cdot \overline{Q_0}$$

Rešitev 4. naloge:

Moore-ova realizacija avtomata končnih stanj. Opis diagrama stanj:



Na začetku se nahajamo v stanju "*ni denarja*", v katerem je izhod $p=0$. Vhoda v avtomat sta dva: 10cent in 5cent, kar na diagramu kodiramo kot 10cent/5cent. Mehanizem za vnos kovancev preprečuje hkraten vnos dveh kovancev, torej je kombinacija (10cent/5cent=11) nemogoča, zato bo avtomat od tu lahko prešel v poljubno stanje (X). Če uporabnik ni vrgel denarja v avtomat (10cent/5cent=00), potem ostaja v stanju "*ni denarja*". Če uporabnik vrže v avtomat 5 centov (10cent/5cent=01), potem preide v stanje "*plačal 5 centov*". Če uporabnik vrže v avtomat 10 centov

(10cent/5cent=10), potem preide v stanje "*plačal 10 centov*". Ne glede na to koliko je vrgel bo izhod v teh dveh stanjih enak $p=0$, ker še ni plačal celotne cene kave. Če smo v stanju "*plačal 5 centov*" in uporabnik vrže v avtomat 10 centov (10cent/5cent=10), potem preide v stanje "*kava plačana*", kjer postavimo izhod ($p=1$). Stanje "*kava plačana*" je končno in tam tudi ostanemo za vse možne kombinacije. Če smo v stanju "*plačal 10 centov*" in uporabnik vrže v avtomat 5 ali 10 centov (10cent/5cent=10 oz. 01), potem podobno preidemo v stanje "*kava plačana*", kjer postavimo izhod ($p=1$).