

6. Projektovanje sekvencijalnih kola

6.1. Zadaci

Zadatak 1. Projektovati sekvencijalno kolo koje prepoznaje sekvencu 1010 na ulazu. Kada se ova sekvenca pojavi na ulazu, kolo na izlazu generiše 1, u suprotnom generiše 0. Projektovanje izvršiti pomoću:

- a) D flip flopova
- b) JK flip flopova

Rešenje.

Automat koji realizuje ovo sekvencijalno konstruišemo na sledeći način.

Neka je početno stanje A. Kada dodje na ulazu 1, prepoznat je prvi karakter u sekvenci i automat ide u stanje B. U suprotnom (ako je na ulazu 0) ostaje u istom stanju.

Iz stanja B, ako na ulazu dodje 0 ide u stanje C (prepoznat je drugi karakter), u suprotnom, ako je na ulazu 1 ostaje u stanju B (ta nova jedinica predstavlja prvi karakter sekvence).

Ako u stanju C dodje 1, prepoznat je i treći karakter i automat ide u stanje D. U suprotnom ide u stanje A (tada je ulaz ...100, pa se ponovo čeka prvi karakter).

Kada je automat u stanju D i na ulazu je 0, sekvenca je prepoznata i automat ide u stanje C (zato što je tada na ulazu ...1010 pa poslednje dve cifre mogu biti i prve dve cifre novog pojavljivanja sekvence), u suprotnom u stanje B (na ulazu je 1011, pa je jedina mogućnost da poslednja jedinica bude prva).

Što se izlaza tiče, on je uvek jednak 0 osim prilikom prelaza iz stanja D u stanje C kad je na ulazu 1, zato što se tada prepoznaje sekvenca.

Tablica prelaza-izlaza automata ima sledeći oblik

	A	B	C	D
0	A/0	C/0	A/0	C/1
1	B/1	B/0	D/0	B/0

Automat koji realizujemo ima 4 stanja koja redom kodiramo na sledeći način A-00, B-01, C-10, D-11 pomoću dva bita. Ulazni i izlazni simboli se predstavljaju jednim bitom. Sada formiramo tablicu u kojoj za svako stanje i ulazni simbol obeležavamo naredno stanje, izlaz kao i signale koje treba dovesti na J i K ulaze flip flopa da bi na izlazu bilo korektno stanje.

Q_1^n	Q_2^n	U	Q_1^{n+1}	Q_2^{n+1}	J_1	K_1	J_2	K_2	I
0	0	0	0	0	0	x	0	x	0
0	0	1	0	1	0	x	1	x	0
0	1	0	1	0	1	x	x	1	0
0	1	1	0	1	0	x	x	0	0
1	0	0	0	0	x	1	0	x	0
1	0	1	1	1	x	0	1	x	0
1	1	0	1	0	x	0	x	1	1
1	1	1	0	1	x	1	x	0	0

Očigledno da je automat Murov i da je izlaz upravo jednak stanju. Prema tome važi $I_1 = Q_1^{n+1}$ i $I_2 = Q_2^{n+1}$. Pošto je $D_1 = Q_1^{n+1}$ i $D_2 = Q_2^{n+1}$ vršimo minimizaciju prekidačkih funkcija zadatih ovim dvema kolonama. Metodom Karnoovih mapa dobijamo $D_1 = Q_1 + U_1$ a $D_2 = Q_2 + U_2$. Sada je samo potrebno nacrtati kolo, tj. dovesti odgovarajuće signale na ulaze flip floпова.

Zadatak 4. Projektovati brojač koji broji do 10 unapred pri čemu se kada izbroji automatski vraća u stanje 0 (znači stanja na izlazu brojača su redom 0, 1, 2, ..., 9, 10, 0, 1, 2 ...). Na raspolaganju su jedan 4 bitni registar i osnovna logička kola. Kolo ima posebni ulaz R (reset koji ako se postavi na 1 stanje brojača se dovodi na 0).

Zadatak 5. Projektovati brojač koji broji unazad od 9 do 0 u Ajkenovom kodu pri čemu kada stigne do stanja 0 ostaje u tom stanju. Na raspolaganju je jedan 4 bitni registar i osnovna logička kola. Kolo ima poseban ulaz R (reset) koji ako se postavi na 1 stanje brojača se dovodi na 0.

Rešenje.

Najpre formiramo sledeću tabelu u kojoj svakom dozvoljenom stanju brojača (stanje koje predstavlja zapis neke cifre u Ajkenovom kodu) dodeljujemo stanje koje predstavlja broj za 1 manji. Na primer, prvo stanje u tabeli kodira broj 9 (1111) i njemu dodeljujemo stanje koje kodira broj 8 (1110), itd. Jedino za stanju 0 dodeljujemo takodje stanje 0.

Q_1^n	Q_2^n	Q_3^n	Q_4^n	Q_1^{n+1}	Q_2^{n+1}	Q_3^{n+1}	Q_4^{n+1}
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	0	1	1	0	1
1	1	0	1	1	1	0	0
1	1	0	0	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1	0	0
0	1	0	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Ostalim stanjima dodelićemo vrednost xxxx pošto je njih nemoguće dobiti. Preuredjivanjem predhodne tabele i dodavanjem nepostojećih stanja dobijamo sledeću tabelu.

Q_1^n	Q_2^n	Q_3^n	Q_4^n	Q_1^{n+1}	Q_2^{n+1}	Q_3^{n+1}	Q_4^{n+1}
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0	1	1
0	1	0	1	x	x	x	x
0	1	1	0	x	x	x	x
0	1	1	1	x	x	x	x
1	0	0	0	x	x	x	x

1	0	0	1	x	x	x	x
1	0	1	0	x	x	x	x
1	0	1	1	0	1	0	0
1	1	0	0	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1	0	0
1	1	1	0	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1	0

Pošto sintezu vršimo pomoću D flip flopa, potrebno je izvršiti minimizaciju prekidačkih funkcija zadatih kolonama Q_i^{n+1} . Međutim, sada se D_i dobija kao $D_i = RQ_i^{n+1}$ pošto kada se na ulaz R (reset) dovede jedinica, u svaki flip flop se upiše 1 (tj upiše se početna kombinacija 1111). Minimizacijom metodom Karnoovih mapa dobijamo $D_1 = RQ_1Q_2$, $D_2 = RQ_1(Q_4 + Q_3)$, $D_3 = R(Q_2\overline{Q_3}Q_4 + \overline{Q_1}Q_3Q_4 + Q_2Q_3Q_4)$ i $D_4 = R(Q_2Q_3 + Q_3\overline{Q_4})$.