

Дигитална логика и системи

7

Секвенцијална логика - II
Дизајн (синтеза) на секвенцијални
кола.

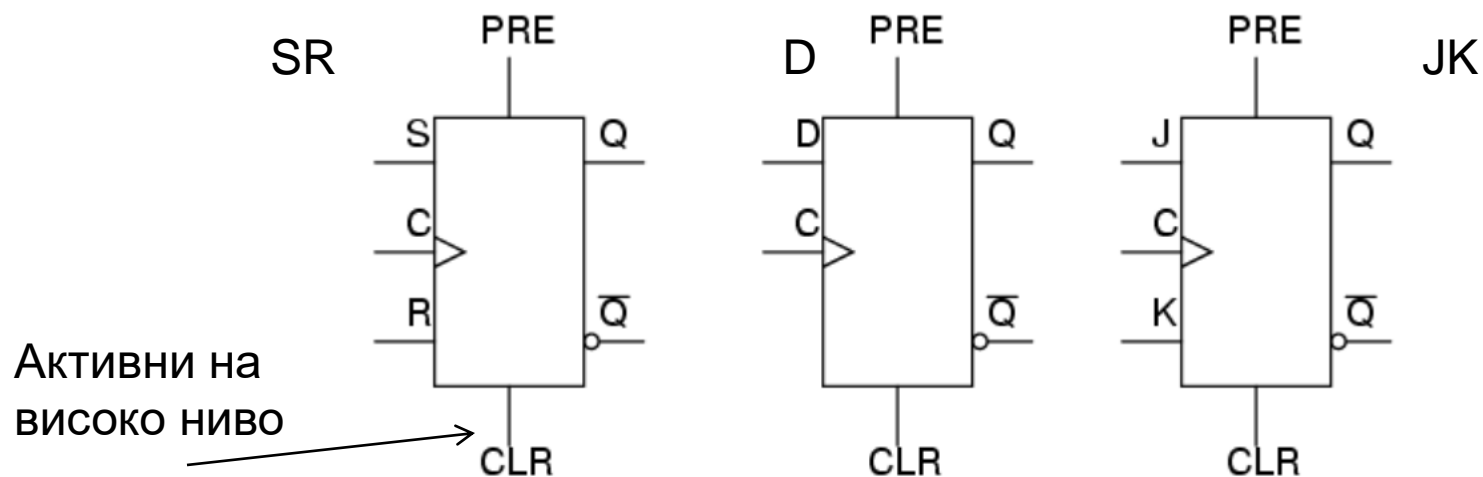
Автомати (Милиев, Муров)

Доц. д-р Никола Рендевски
nikola.rendevski@fikt.edu.mk

летен семестар, 2017/2018
ФИКТ, УКЛО, Битола

Флип-флопови со асинхрони влезови

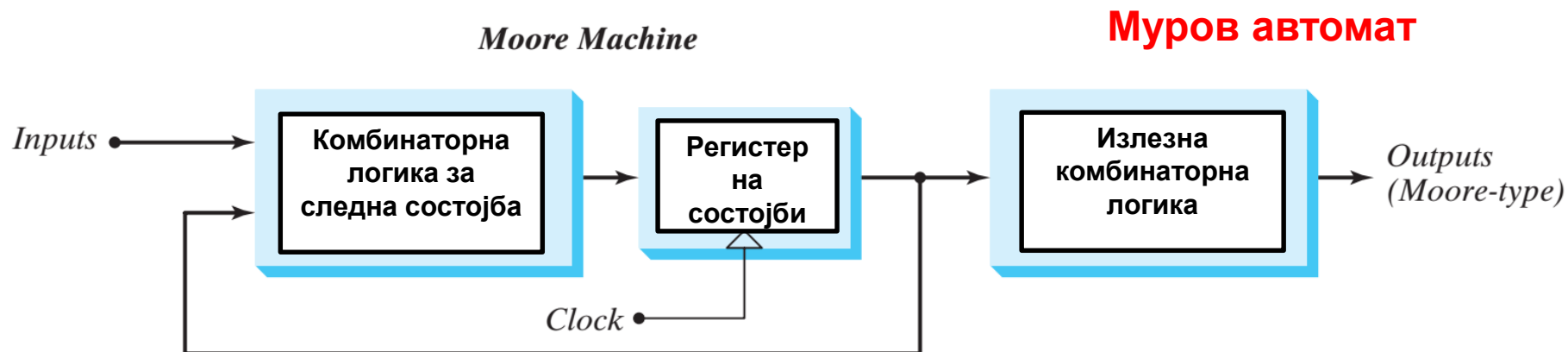
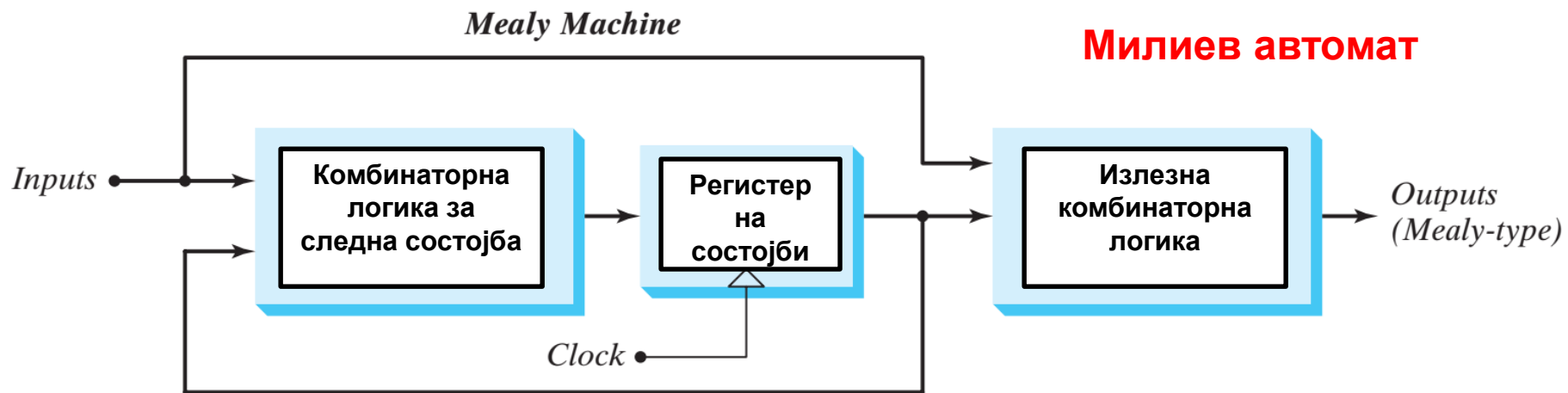
- Постојат ФФ кои имаат асинхрони влезови кои се користат за да го „присилат“ ФФ кон одредена состојба (НЕЗАВИСНО ОД ТАКТОТ!), можат да бидат активни на ниско или високо ниво
- Во ваквите изведби, влезот кој го поставува ФФ во 1 се нарекува Preset (PRE) или Direct Set (Set)
- Влезот кој го празни ФФ на 0 се означува со Clear (clr) или директно празнење т.е Direct Reset (Reset, rst,...итн)
- Кога дигиталниот систем ќе се приклучи, состојбата на ФФ е непозната
- Директните (асинхрони) влезови се користат да ги доведат сите употребени ФФ во секвенцијалното коло **во позната почетна состојба** пред да започне неговата работа според такт сигналот.



Милиев и Муров модел на автомати

- Најопштиот модел на секвенцијално коло поседува
 - **Влезови**
 - **Излези, и**
 - **Внатрешни состојби**
- Постојат два типа (модели) на секвенцијални кола
 - **МИЛИЕВ (Mealy)**
 - **МУРОВ (Moore)**
- Овие два модели се разликуваат само во начинот на кој се генерира излезот
- Кај Муровиот, излезот е функција само од тековната состојба
- Кај Милиевиот излезот е функција од тековната состојба и влезот
- Двата модели се нарекуваат автомати со конечен број на состојби (Finite State Machine – FSM) – Mealy FSM, Moore FSM (Милиев автомат, Муров автомат)
- Напомена: За да се синхронизира коло од Милиев тип, влезовите мора да се синхронизираат со тактот

Ми́лиев и Му́ров модел на автомати



Дизајн на системи со автомати (секв.)

- **Пример 1:** Да се дизајнира секвенцијално коло кое ќе детектира појава на 3 или повеќе последователни единици на сериски влез. Колото на излез дава 1 кога ќе се детектира таква секвенца, во спротивно дава 0.

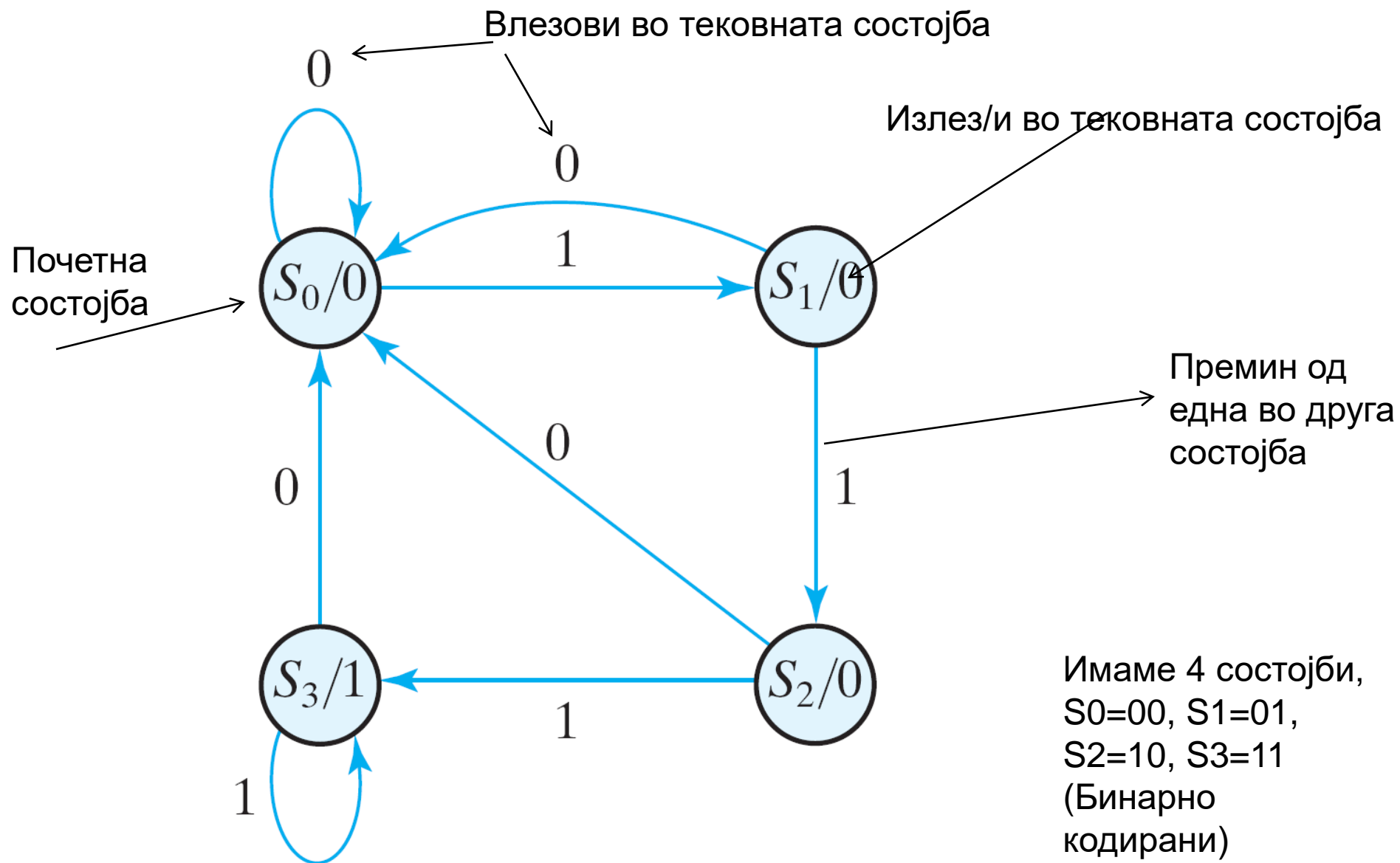
- Пример:

Влез:	0 1 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 1 0 1 ...
Излез:	0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 ...

- Процедура за дизајн на FSM

- ☐ Да го разбериме проблемот
- ☐ Да нацртаме дијаграм на состојби. Кога/како се преминува од една во друга состојба според влезот. Колку состојби имаме? Ќе треба да употребиме $\geq \log_2 N_s$ флип флопови, каде N_s е бројот на состојби.
- ☐ Да ги кодираме состојбите. (Пример ако имаме 3 состојби S1, S2, S3, S1=00, S2=01, S3=10). Да размислиме дали би можеле да го редуцираме бројот на состојби.
- ☐ Да креираме табела на премин на состојби
- ☐ Да избериме ФФ (доколку имаме избор)
- ☐ Да ги одредиме влезните равенки на FF и излезните равенки на автоматот.
- ☐ Да го нацртаме (реализираме) секвенцијалното коло

Дијаграм на состојби (за Пример 1)



Табела на состојби (Задача 1)

Тековна состојба		ВЛЕЗ	Следна состојба		ИЗЛЕЗ
Q_A	Q_B	x	Q_A^+	Q_B^+	y
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1
1	1	1	1	1	1

Кодирани состојби

Два бита за состојбите и еден бит за влез = 3 бита → 8 комбинации

Во која состојба излезот е 1

Избор на флип-флопови

- Изборот или достапноста на ФФ ја одредува комплексноста на комбинаторната логика потребна за дизајн на автоматот
- Како што претходно напомнавме, секој ФФ има своја карактеристична равенка

- SR ФФ

- $Q^+ = S + R'Q$

- JK ФФ

- $Q^+ = JQ' + K'Q$

- D ФФ

- $Q^+ = D$

- T ФФ

- $Q^+ = T'Q + TQ'$

Да избериме D ФФ за синтеза ($Q^+ = D$)

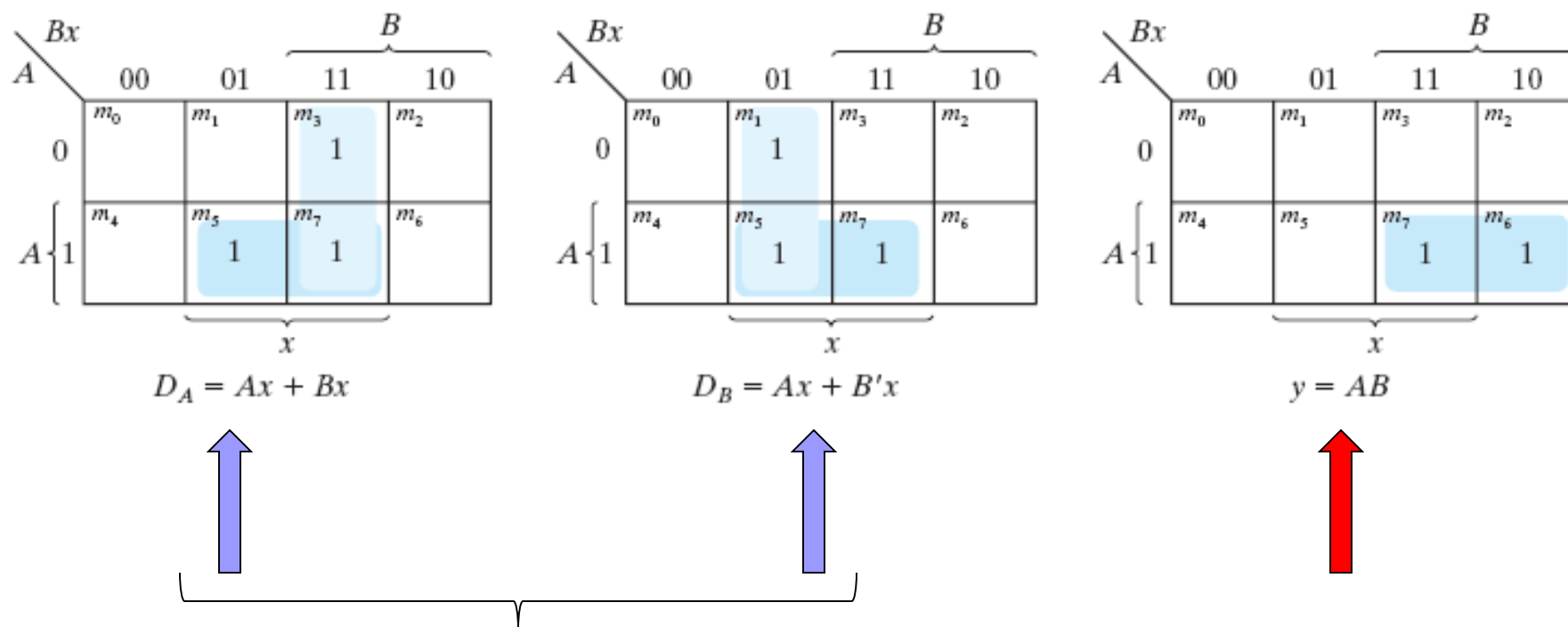
■ Задача 1

Тековна состојба		ВЛЕЗ	Следна состојба		Влез на D - ФФ	
Q_A	Q_B	x	Q_A^+	Q_B^+	D_A	D_B
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	1
0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1

возбуда

следна $Q^+ = D$ влез на ФФ (D)

Да ги најдеме влезните равенки на D фф-те и равенката на излезот во зависност од состојбите (за Пример 1)

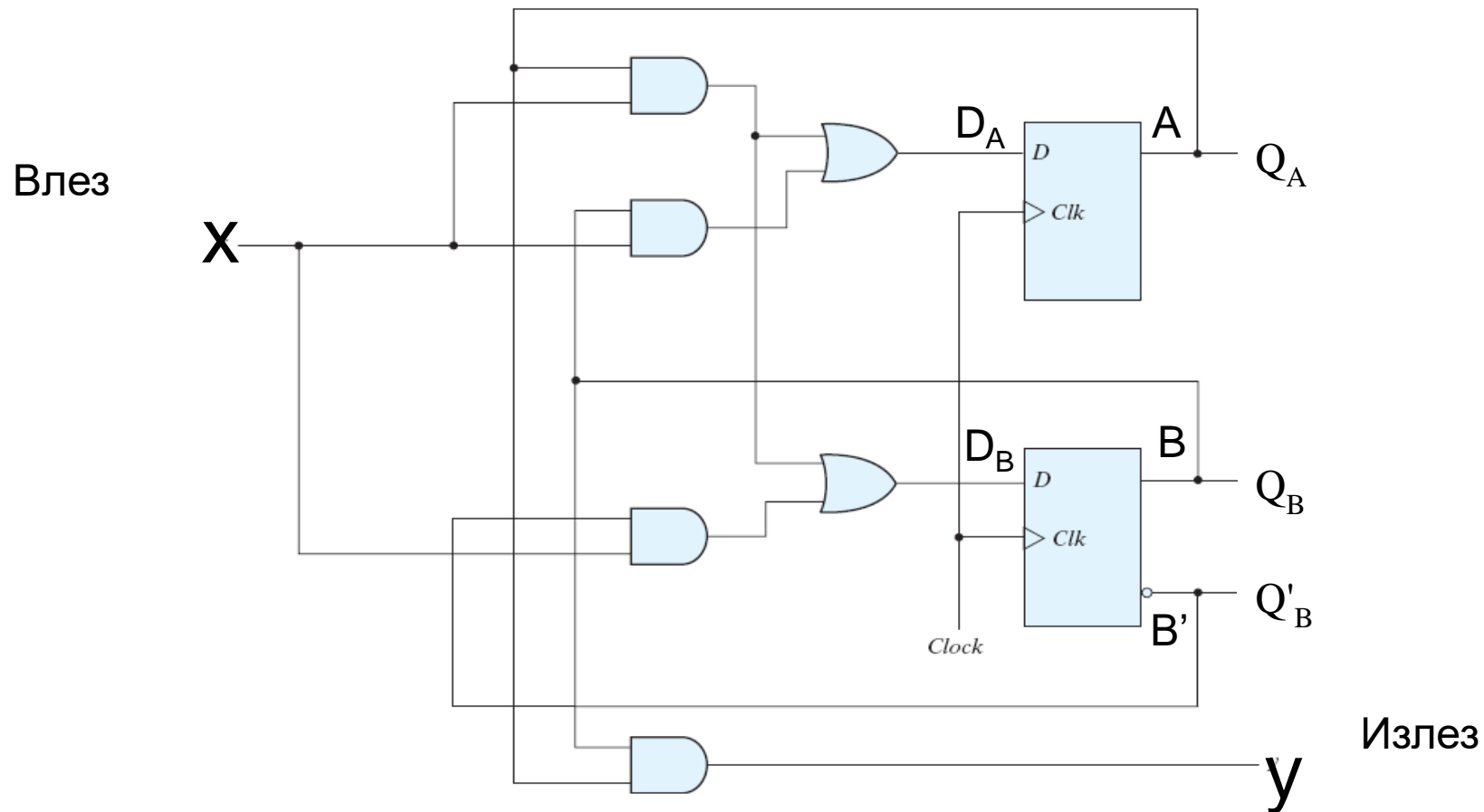


За секој ФФ кодиран со АВ и влезот x

Излезот у како функција од состојбите кодирани како АВ

Реализација (Синтеза) на автоматот од *Задача 1*

- Кога ги имаме влезните равенки и зависноста на излезот од состојбите (Муров автомат), можеме да го нацртаме секвенцијалното коло.



Карактеристични табели на ФФ

*може да се употребува на испит

***JK* Flip-Flop**

<i>J</i>	<i>K</i>	$Q(t + 1)$	
0	0	$Q(t)$	No change
0	1	0	Reset
1	0	1	Set
1	1	$Q'(t)$	Complement

***D* Flip-Flop**

<i>D</i>	$Q(t + 1)$	
0	0	Reset
1	1	Set

***T* Flip-Flop**

<i>T</i>	$Q(t + 1)$	
0	$Q(t)$	No change
1	$Q'(t)$	Complement

Карактеристични равенки

- Логичките својства на фф од к-к табелата може да се изразат алгебарски со користење на т.н. Карактеристична равенка

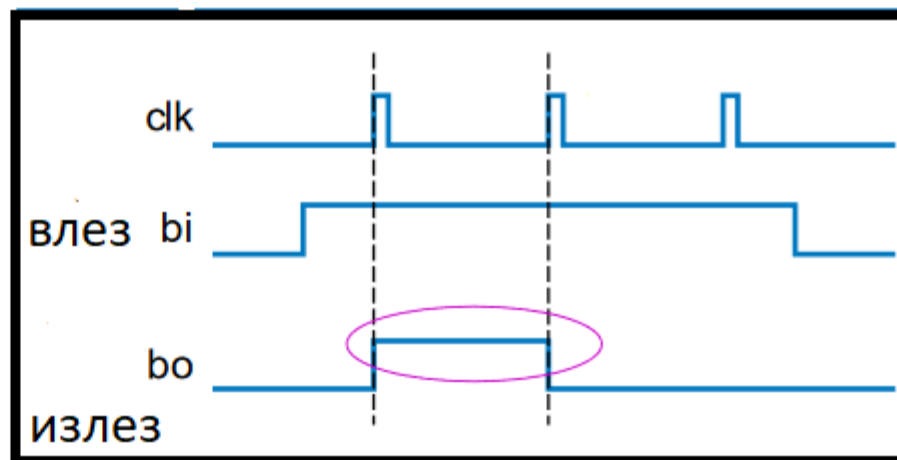
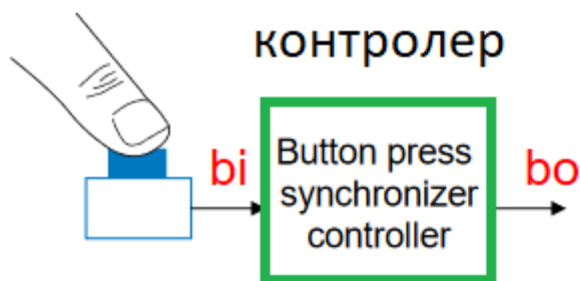
$$\text{За D фф: } Q(t + 1) = D$$

$$\text{За JK фф: } Q(t + 1) = JQ' + K'Q$$

$$\text{За T фф: } Q(t + 1) = T \oplus Q = TQ' + T'Q$$

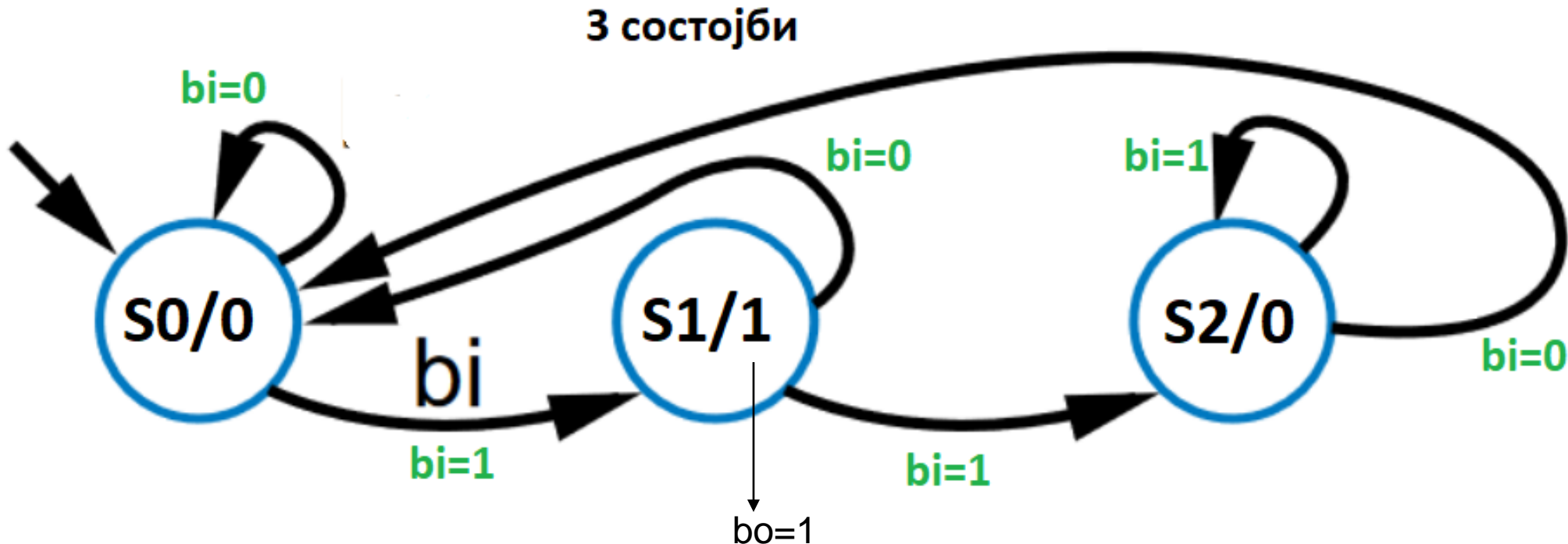
Пример 2. (Синхронизација на копче)

- Кога работиме со тактирани секвенцијални кола, секоја промена се случува на растечка или опаѓачка ивица на clock сигналот
- И влезовите во секвенцијалното коло, се земаат на растечка/опаѓачка ивица.
- На пример: Ако влезот е активен во текот на 3 такт циклуси, тоа значи дека во секвенцијалноо коло ќе влезат 3 единици (1).
- Што ако дизајнот на пример побарува при притискање на копче, без разлика колку време е притиснато, да значи високо ниво, но само во еден такт пулс?
- За таа цел, во практиката се реализира т.н синхронизатор на копче (Button Press Synchronizer). Ќе го реализираме како FSM.



Пример 2. (Синхронизација на копче)

- Да нацртаме дијаграм на состојби.
- Во почетната состојба, копчето не е притиснато $bi=0$, и системот останува во оваа состојба се до притискање на копчето ($bi=1$). Во тој момент системот оди во следна состојба S1 при следниот такт импулс и излезот $bo=1$. Доколку копчето е и понатаму притиснато во следниот такт импулс, системот оди во следна состојба S2, и излезот е 0 ($bo=0$). Автоматот останува во оваа состојба доколку и понатаму копчето е притиснато ($bi=1$). Кога копчето ќе се пушти, системот се враќа во почетната состојба S0.



Пример 2. (Синхронизација на копче)

- Да ја реализираме табелата на состојби. Ќе избереме D ФФ.
- Имајќи предвид дека системот е претставен со 3 состојби, ќе ни требаат 2 ФФ. Со 2 ФФ може да се претстават 4 состојби, што значи дека состојбата 11 ќе остане неискористена, и автоматот нема никогаш да се најди во таква состојба како следна. При реализацијата на ваков случај, вредностите на следните состојби на флип флоповите, излезот и влезовите во ФФ (D), во табелата на следни вредности ќе добијат X (Don't Care).

	QA	QB	bi	QA+	QB+	bo	DA	DB
S0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	1	0	1	0	0	1
S1	0	1	0	0	0	1	0	0
	0	1	1	1	0	1	1	0
S2	1	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	1	1	0	0	1	0
непостоечка состојба	1	1	0	x	x	x	x	x
	1	1	1	x	x	x	x	x

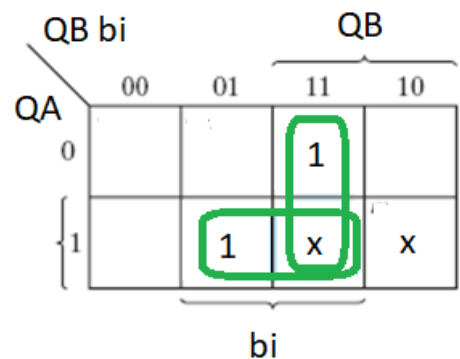
Пример 2. (Реализација)

- Изборот се D ФФ.
- Ќе ги најдеме равенките за премин на состојби, за влезовите во двата ФФ. DA и DB во зависност од QA, QB и влезот bi. Потоа ќе ја најдеме равенката за излезот bo во зависност од QA, QB и x. Со QA и QB кодирани се тековните состојби, а со QA+ и QB+ следните. QA+ и QB+ ќе ги искористиме за да ги најдеме вредностите на DA и DB за премин од тековна во следна состојба.

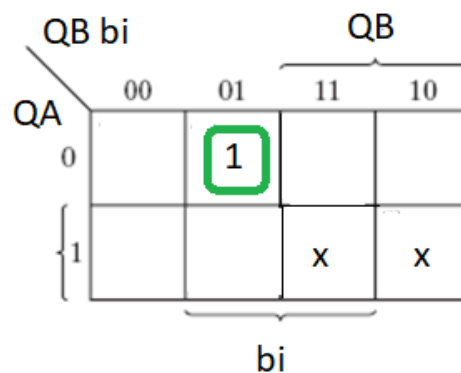
	QA	QB	влез bi	QA+	QB+	излез bo	DA	DB
S0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	1	0	1	0	0	1
S1	0	1	0	0	0	1	0	0
	0	1	1	1	0	1	1	0
S2	1	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	1	1	0	0	1	0
непостоечка состојба	1	1	0	x	x	x	x	x
	1	1	1	x	x	x	x	x

Пример 2. (Реализација)

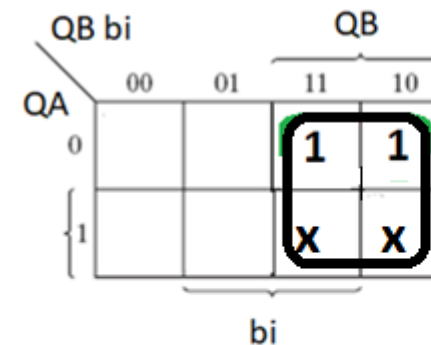
	QA	QB	bi	QA+	QB+	bo	DA	DB
S0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	1	0	1	0	0	1
S1	0	1	0	0	0	1	0	0
	0	1	1	1	0	1	1	0
S2	1	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	1	1	0	0	1	0
непостоечка состојба	1	1	0	x	x	x	x	x
	1	1	1	x	x	x	x	x



$$DA = QA \cdot bi + QB \cdot bi = bi(QA + QB)$$

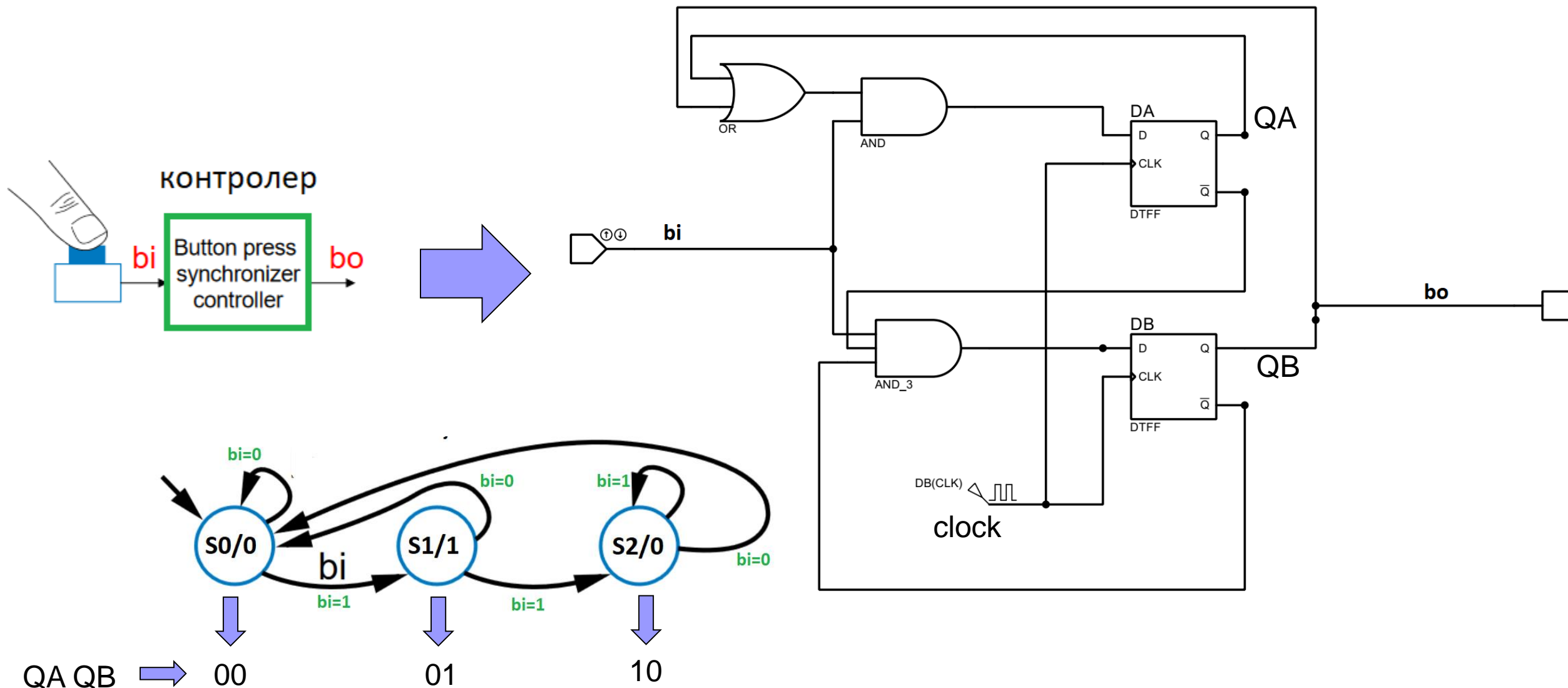


$$DB = QA' \cdot QB' \cdot bi$$



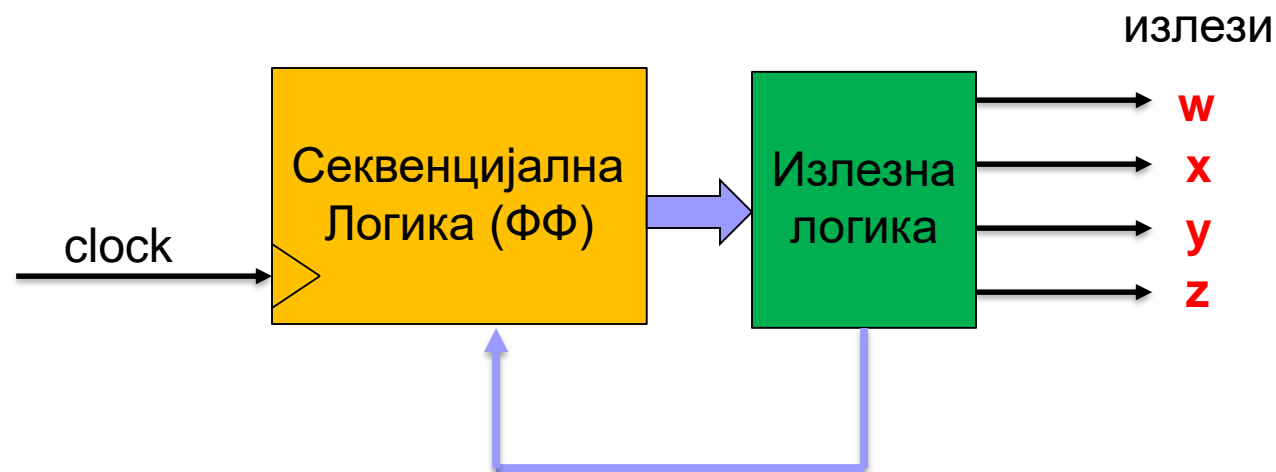
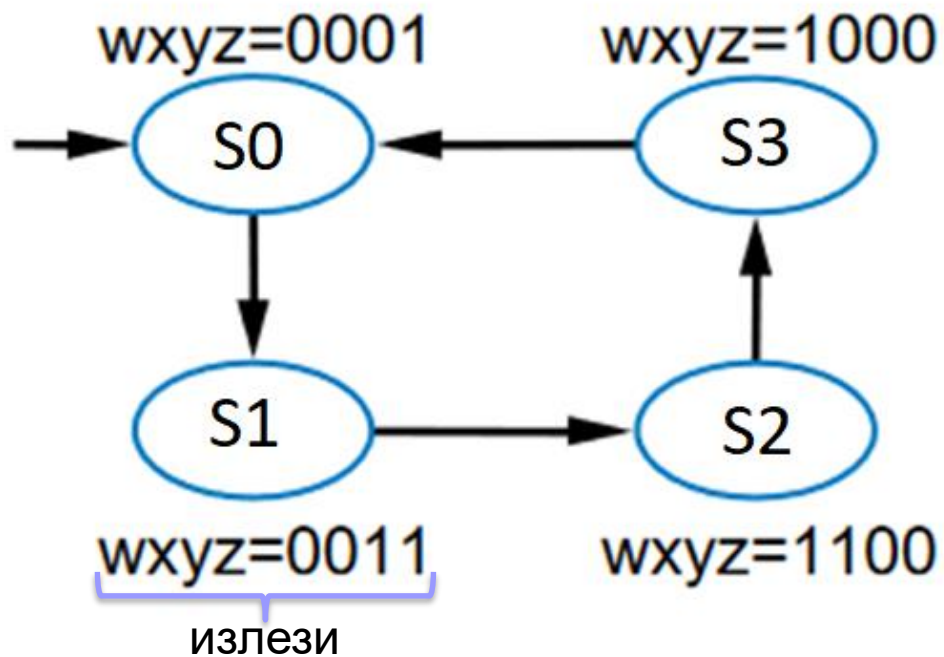
$$bo = QB$$

Пример 2. (Синтеза со D ФФ)



Пример 3. (Генератор на секвенца - контролер)

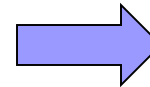
- Да се дизајнира систем кој на излез ќе генерира секвенци во следниот редослед: 0001,0011,1100,1000, (повторување) – (Како вовед во бројачи)
- Што е потребно за дизајн на ваков автомат?
 - Дали има влезови во системот (НЕ)
- Колку состојби има овој систем? 4 состојби (по една за секоја секвенца).
- Колку излези? (4 излези, по една линија за секој бит во секвенцата) w,x,y,z
- Да го нацртаме дијаграмот на состојби



Пример 3. (Генератор на секвенца - контролер)

- Да ја реализираме табелата на премин со соодветните вредности на излезите во секоја состојба т.е во секој clock циклус. Во секој нареден clock циклус на излез ќе се аплицира следната комбинација од бараната секвенца (0001,0011,1100,1000,0001,0011,1100,1000..)
- Бидејќи нема влез/влезови, екситацијата на ФФ за премин во следна состојба ќе биде зависна само од претходната состојба (DA и DB се логичка комбинација од QA и QB)
- Од табелата, за овој случај лесно може да се изведат зависностите без да се решаваат Карнови мапи (На испит: Доколку не сте сигурни, употребете Карнова мапа!)

	QA	QB	w	x	y	z	QA+	QB+	DA	DB
S0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
S1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0
S2	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1
S3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0



$$w = QA$$

$$x = QA \, QB'$$

$$y = QA' \, QB$$

$$z = QA'$$

$$DA = QA \oplus QB$$

$$DB = QB'$$

Пример 3. (Генератор на секвенца – синтеза со D ФФ)

$$W = QA$$

$$X = QA QB'$$

$$Y = QA' QB$$

$$Z = QA'$$

$$DA = QA \oplus QB$$

$$DB = QB'$$

