

**Digitális technika I. (vimia102)**

**4. gyakorlat: Sorrendi hálózatok alapjai, állapot gráf, állapottábla**

**Elméleti anyag:**

- Amikor a hazard jó: élekből impulzus előállítás
- Sorrendi hálózatok alapjai, szinkron sorrendi hálózat
- Mealy és Moore modell
- Szinkron Flip-flopok: D, T, JK, RS (vezérlési egyenlet, állapotgráf, kapcsolási szimbólum), tervezés előírt FF típusal
- Formális specifikáció: állapotgráf, állapotátmeneti tábla
- Szöveges feladatból formális specifikáció, tipikus minta-felismerési és ciklikus feladatok

**Irodalom:**

Benesóczky Zoltán: Szinkron sorrendi hálózatok tervezése,  
[http://home.mit.bme.hu/%7Ebenes/oktatas/dig-jegyz\\_052/szinkron.pdf](http://home.mit.bme.hu/%7Ebenes/oktatas/dig-jegyz_052/szinkron.pdf)

Arató Péter: Logikai rendszerek tervezése (jegyzet), 3.1.-3.4.

**Gyakorló példák:**

**4.1** Egy autonóm (bemenet nélküli) logikai hálózat a Z0, Z1, Z2 kimenetein az alábbi jelsorozatot generálja:

Z0	Z1	Z2
0	0	0
0	1	0
1	0	0
0	1	0
0	0	1

és az utolsó után megint az első következik ciklikusan.

a/ Vegye fel a kódolt állapottáblát úgy, hogy a Z0, Z1, Z2 kimenetek jeleit közvetlenül a Q0, Q1, Q2 tárolók kimeneteiről vegye!

b/ Tervezze meg a hálózatot JK Ff-okkal!

**Megoldás:**

Q0,Q1,Q2 mellett egy további bitet is fel kell venni az állapotkódba, ennek egyetlen szerepe a sorozatban kétszer is előforduló 010 megkülönböztetése.

Válasszuk Q3-mat az alábbiak szerint:

Q0=Z0	Q1=Z1	Q2=Z2	Q3
0	0	0	0
0	1	0	0
1	0	0	0
0	1	0	1
0	0	1	1

Ekkor a szükséges állapotátmenetek Karnaugh táblán (decimális számokkal jelölve, Q3 az MSB), a nem jelölt helyek X-ek.:

	Q1Q0			
Q3Q2	00	01	11	10
00	2	10		1
01				
11	0			
10				12

Ezt szétszedjük 3 K táblára:

Q3:

	Q1Q0			
Q3Q2	00	01	11	10
00	0	1		0
01				
11	0			
10				1

J3:

K3:

Q3Q2	00	01	11	10		00	01	11	10
00	0	1	-	0		-	-	-	-
01	-	-	-	-		-	-	-	-
11	-	-	-	-		1	-	-	-
10	-	-	-	-		-	-	-	0

J3 = Q0

K3 = Q2 (lehetne /Q1 is)

Q2:

	Q1Q0			
Q3Q2	00	01	11	10
00	0	0		0
01				
11	0			
10				1

J2:

	Q1Q0					K2:			
Q3Q2	00	01	11	10		00	01	11	10
00	0	0	-	0		-	-	-	-
01	-	-	-	-		-	-	-	-
11	-	-	-	-		1	-	-	-
10	-	-	-	1		-	-	-	-

J2 = Q3

K2 = 1

Q1:

	Q1Q0			
Q3Q2	00	01	11	10
00	1	1		0
01				
11	0			
10				0

J1:

	Q1Q0					K1:			
Q3Q2	00	01	11	10		00	01	11	10
00	1	1	-	-		-	-	-	1
01	-	-	-	-		-	-	-	-
11	0	-	-	-		-	-	-	-
10	-	-	-	-		-	-	-	1

J1 = /Q3

K1 = 1

Q0:

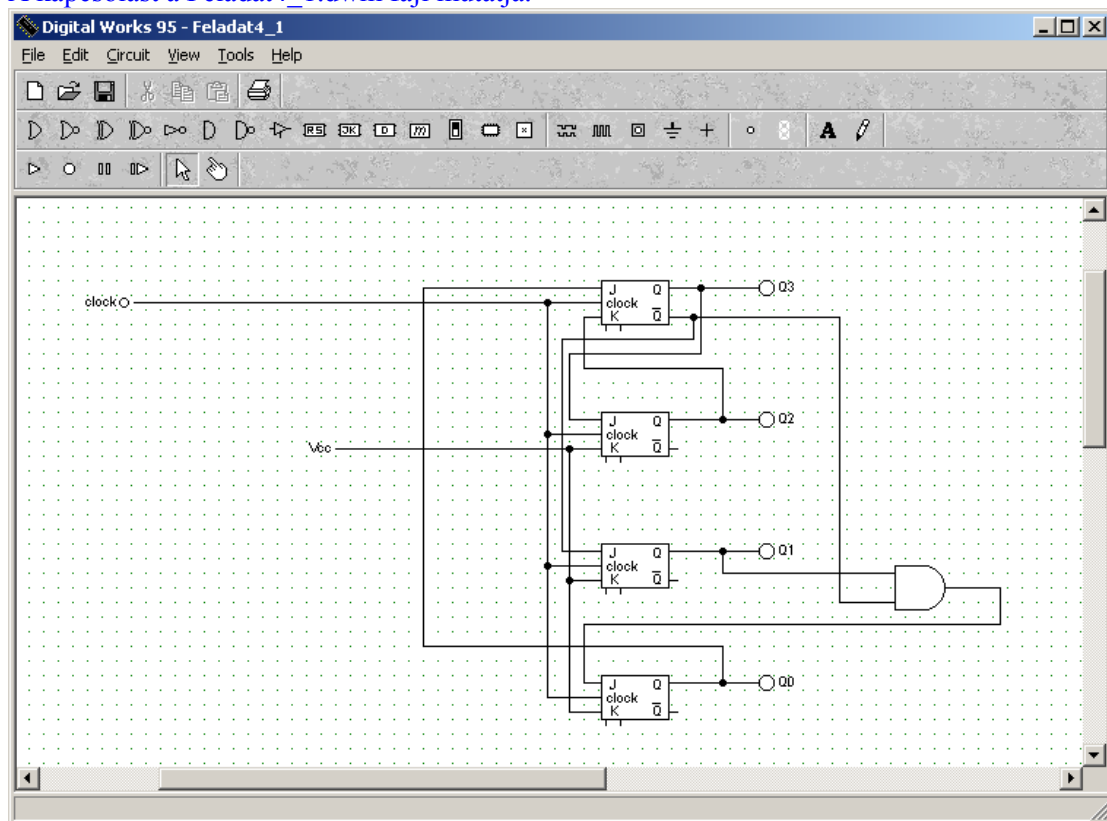
	Q1Q0			
Q3Q2	00	01	11	10
00	0	0		1
01				
11	0			
10				0

J0:

	J0:				K0:				
Q3Q2	00	01	11	10		00	01	11	10
00	0	-	-	1		-	1	-	-
01	-	-	-	-		-	-	-	-
11	0	-	-	-		-	-	-	-
10	-	-	-	0		-	-	-	-

$J0 = Q1./Q3 \quad K0 = 1$

A kapcsolást a Feladat4\_1.dwm fájl mutatja.



**4.2.** Egy szinkron sorrendi hálózat bemenetére ciklikusan négybites számok érkeznek, először mindig az MSB. A hálózat kimenete akkor 1 a 4. ütemben, ha a négybites bináris szám osztható hárommal vagy öttel.

Egyébként a kimenet 0.

Rajzolja fel a rendszer minimális állapotgráfját vagy állapotábráját!

Megoldás:

A felismerendő számok:

0000, 0011, 0101, 0110, 1001, 1010, 1100, 1111

Jó ha, észrevesszük, hogy ezek a páros paritású négybites számok, így az alábbi állapotábra a jól ismert paritásvizsgáló hálózatot írja le.

Persze, ha ezt nem vesszük észre, akkor is felrajzolható az egyes esetek végiggondolásával állapotgráf vagy állapotábra.

X=	0	1
a	b/0	c/0
b	d/0	e/0
c	e/0	d/0
d	f/0	g/0
e	g/0	f/0
f	a/1	a/0
g	a/0	a/1

Válasszuk a következő kódolást QcQbQa FF-okra!

a: 000

b: 001

c: 101

d: 010

e: 110

f: 011

g: 111

(Ez a HT partíció szerinti kódolás, az utolsó két bit valósítja meg a ciklusnak megfelelő négyes számlálót!

Ezekkel K táblán a megkívánt állapotátmenetek (oktálisan kódolva):

		X. Qa			
QcQb	00	01	11	10	
00	1	2	6	5	
01	3	0	0	7	
11	7	0	0	3	
10	-	6	2	-	

Qc:

		X. Qa			
QcQb	00	01	11	10	
00	0	0	1	1	
01	0	0	0	1	

11	1	0	0	0
10	-	1	0	-

Jc:

Kc:

		X.Qa							
QcQb	00	01	11	10		00	01	11	10
00	0	0	1	1		-	-	-	-
01	0	0	0	1		-	-	-	-
11	-	-	-	-		0	1	1	1
10	-	-	-	-		-	0	1	-

$$Jc = X.(Qa+Qb)$$

$$Kc = Qa.Qb + X$$

Qb:

		X. Qa			
QcQb	00	01	11	10	
00	0	1	1	0	
01	1	0	0	1	
11	1	0	0	1	
10	-	1	1	-	

Jb:

Kb:

		X.Qa							
QcQb	00	01	11	10		00	01	11	10
00	0	1	1	0		-	-	-	-
01	-	-	-	-		0	1	1	0
11	-	-	-	-		0	1	1	0
10	-	1	1	-		-	-	-	-

$$Jb = Kb = Qa$$

Qa:

		X. Qa			
QcQb	00	01	11	10	
00	1	0	0	1	
01	1	0	0	1	

11	1	0	0	1
10	-	0	0	-

Ja:

Ka:

		X.Qa							
QcQb	00	01	11	10		00	01	11	10
00	1	-	-	1		-	1	1	-
01	1	-	-	1		-	1	1	-
11	1	-	-	1		-	1	1	-
10	-	-	-	-		-	1	1	-

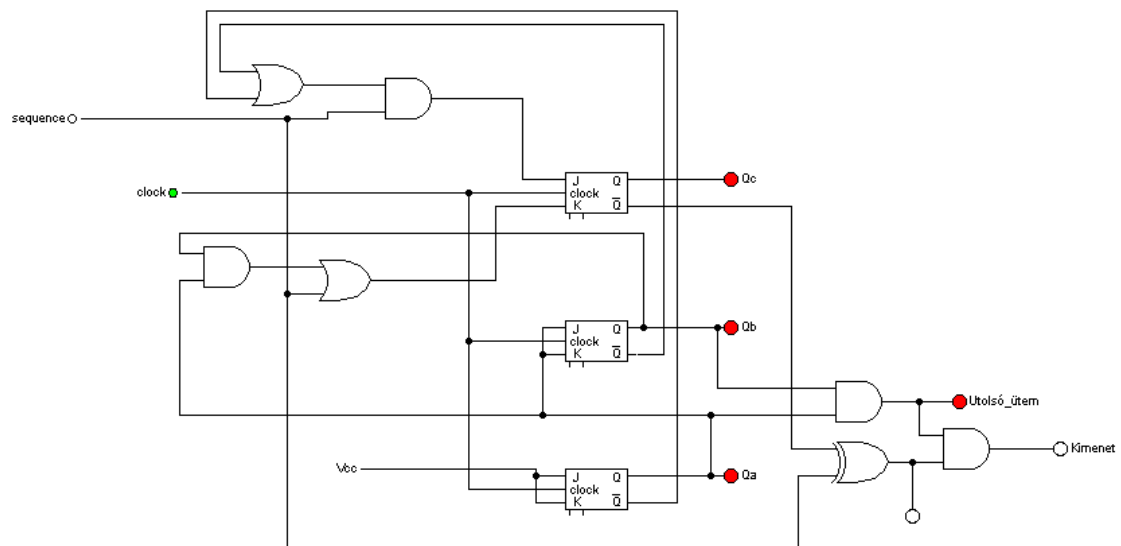
$$Ja = Ka = 1$$

A ,kimenet Karnaugh táblája.

		X. Qa			
QcQb	00	01	11	10	
00	0	0	0	0	
01	0	1	0	0	
11	0	0	1	0	
10	-	0	0	-	

$$Y = Qa.Qb.(/Qc \text{ mod } 2X)$$

A kapcsolást a Feladatok4\_2.dwm mutatja.



4.3. Rajzolja fel azt a kapcsolást, amely T-flip-flop felhasználásával D-flip-flopot valósít meg!

Megoldás:

$$T = Q \text{ mod} 2 D$$

Ezt „szabályosan” is végig lehet tervezni!

Az állapottábla:

	D= 0	D = 1	Y
a	a	b	0
b	a	b	1

Állapotkódolás: az a állapot kódja legyen Q=0, a b állapoté Q=1. Ekkor Y=Q.

A kódolt Karnaugh tábla:

Q <sup>t+1</sup>		D
0	0	1
1	0	1

Ebből a T-FF T vezérlőfüggvényét az alábbi segédtablából kapjuk meg:

Q <sup>t</sup>	Q <sup>t+1</sup>	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Végül:

T		D
0	0	1
1	1	0

Amiből:  $T = Q \text{ mod} 2 D$

Ez a feladat több más FF variációban is kiadható.

4.4. Rajzolja fel annak a sorrendi automatának az állapotgráfját, amelyik 1-gyel jelzi a kimenetén, ha a bemenetre érkező utolsó három bit között pontosan két egyes volt.

Megoldás állapotátmeneti táblán:

	Felismert minta	X = 0	X = 1
A	()	B/0	C/0
B	(0)	B/0	D/0
C	(1)	E/0	F/0
D	(01)	E/0	F/1
E	(10)	B/0	D/1
F	(11)	E/1	F/0



Ebből rajzoljuk fel az állapotgráfot!

Miben változik az állapotgráf vagy állapotátmeneti tábla, ha a legalább két egyest tartalmazó mintákat keressük?

A változás:

	Felismert minta	X = 0	X = 1
A	()	B/0	C/0
B	(0)	B/0	D/0
C	(1)	E/0	F/0
D	(01)	B/0	F/1
E	(10)	B/0	D/1
F	(11)	E/1	F/1

4.5. Dekódoljuk az alábbi változóhosszúságú kódot!

Üzenet	Tömörítő kód
A	00
B	01
C	10
D	110
E	111

A dekódoló sorra olvassa az egybites bemenetére érkező biteket és ha felismer egy kódot, akkor a hárombites kimenetén kiadja a dekódolt üzenetet.

Megoldás:

A felismerő automata végigjárja a gyökértől indulva a megadott prefix kód kódolási fáját, ha felismert kódszóhoz (a fa leveléhez) érkezik, akkor kiadja a megfelelő kimenetet és „gyökér” állapotba tér vissza. Állapotátmeneti táblán: (- : nincs kimeneti jelzés)

állapot	Q1Q2	X=0	X=1
a	00	01/-	10/-
b	01	00/A	00/B
c	10	00/C	11/-
d	11	00/D	00/E

A soronkövetkező állapotokat Karnaugh táblába rajzolva:

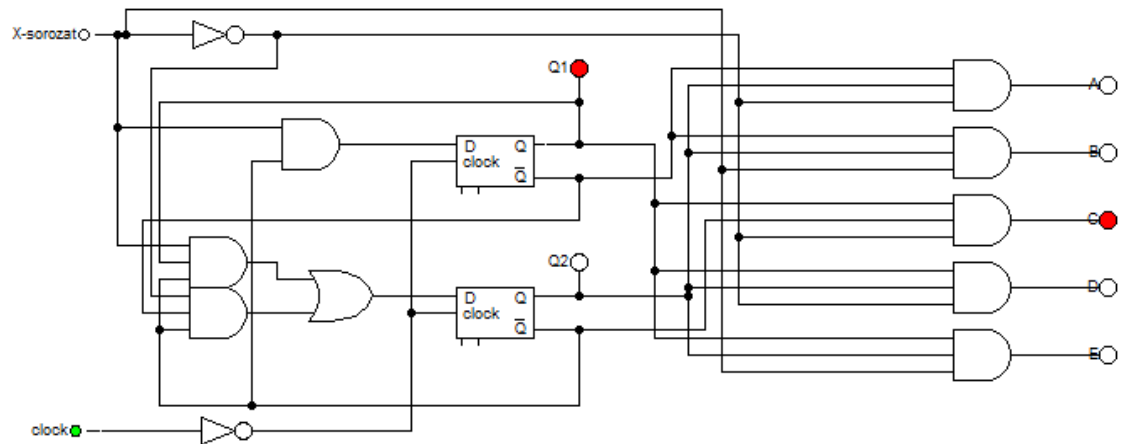
Q1Q2	Q1		Q2	
	X=0	X=1	X=0	X=1
00	0	1	1	0
01	0	0	0	0
11	0	0	0	0
10	0	1	0	1

Az egyes logikai egyenletek:

$$Q1(t+1) = X./Q2$$

$$Q2(t+1) = /X./Q1./Q2 + X.Q1./Q2$$

A kapcsolási rajz (Feladat4\_5.dwm):



Az X sorozatot „sequence” módban 000110110111 mintára programoztuk, ez azt jelenti, hogy folyamatosan az ABCDE karaktereket küldjük ciklikusan ismételve. Mindez az idődiagramon is követhető.

