

Digitális technika I. (vimia102)

6. gyakorlat: Szinkron vége és az Aszinkron sorrendi hálózatok tervezése

Elméleti anyag:

- Hazárdjelenségek szinkron sorrendi hálózatokban, órajel-csúszás, master-slave elv
- Kettős élvezérelt master-slave FF (data lock out FF)
- Aszinkron hálózatok működése: állapotváltozás csak akkor, ha változik a bemenet
- A szinkron FF-ok belülről aszinkron hálózatok
- FMA (Fundamental Method of Asynchronous) feltételek
- Aszinkron FF-ok: általános visszacsatolt kombinációs hálózat, /R-/S, R-S, D-G flip-flop
- Előzetes (primitív) állapottábla felvétele: minden sorban csak egy stabil állapot
- Aszinkron hálózatok állapotkódolása: cél a kritikus versenyhelyzet elkerülése. Versenyhelyzet: stabil – stabil állapotátmenet során egynél több kódbit változik, kritikus, ha ettől nem a specifikált állapotba érkezik a rendszer.
- A kritikus versenyhelyzet elkerülésének módszerei:
 - Versenyhelyzet elkerülése
 - Van versenyhelyzet, de nem kritikus
 - Állapotátvezetés
- Lényeges hazárd fogalma: eltérő terjedési idők miatti hazárdos működés

Irodalom:

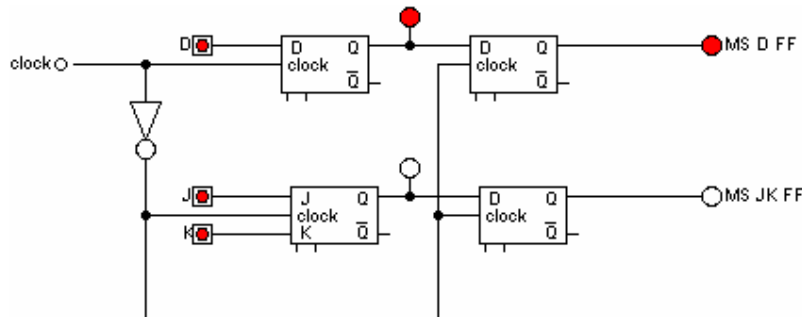
Benesóczky Zoltán: Aszinkron sorrendi hálózatok (elektronikus jegyzet, http://home.mit.bme.hu/%7Ebenes/oktatas/dig-jegyz_052/aszi_foliak.pdf)
 Arató Péter: Logikai rendszerek tervezése (jegyzet), 3.5.,3.6., 3.9.

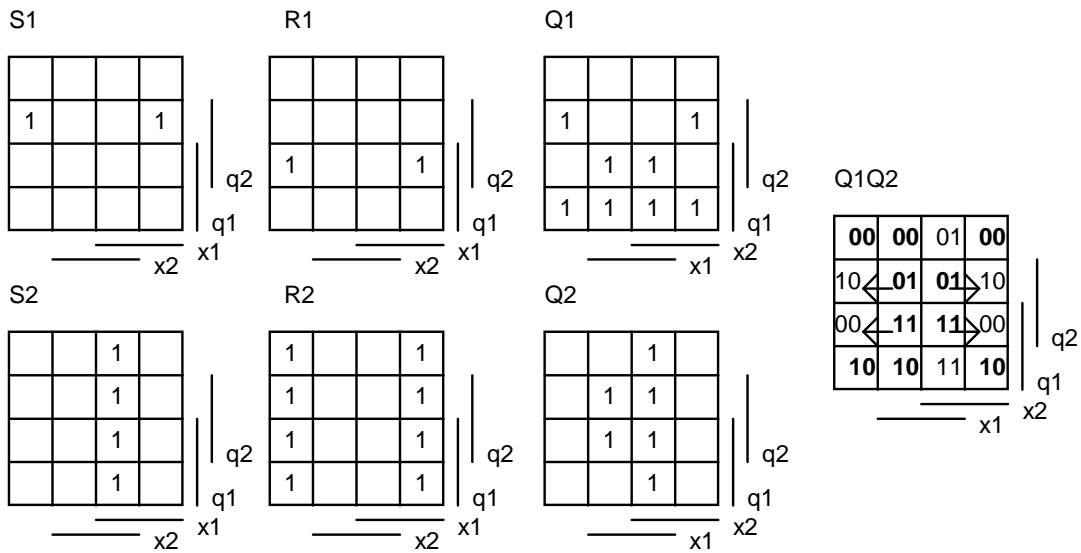
Gyakorló példák:

6.1. Rajzoljon kettős élvezérelt Master-Slave FF-okat!

Megoldás:

Az alábbi DW kapcsolásban a Master FF-ok felfutó élre, a Slave FF-ok lefutó élre működnek (MS_FF-ok):





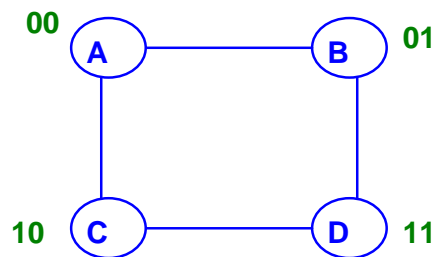
A kritikus versenyhelyzet jelen esetben megszüntethető az állapotok versenyhelyzet-mentes kódolásával, ehhez a régi hálózat 10 és 11 kódjait fel kell cserélni:

Q1Q2	00	01	11	10
00	00	00	01	00
01	11	01	01	11
11	11	11	10	11
10	00	10	10	00

6.4.. Adja meg az alábbi aszinkron állapottábla kritikus versenyhelyzetmentes állapot kódolását!

XY	00	01	11	10
A	A/0	B/-	-/-	C/0
B	A/-	B/1	D/1	-/-
C	A/-	-/-	D/0	C/0
D	D/1	D/1	D/1	C/-

Q1Q0 szomszédossági gráf



Megoldás:

A szomszédossági gráfot az ábra mutatja, látható hogy a négy állapot Gray kóddal „körbekódolható”!

Csupa 1 Hamming távolságú minden állapotátmenet, így versenyhelyzet sincs.

6.5. Adott az alábbi állapotátmeneti tábla. A feladat olyan állapotkód keresése, amellyel nem fordul elő kritikus versenyhelyzet.

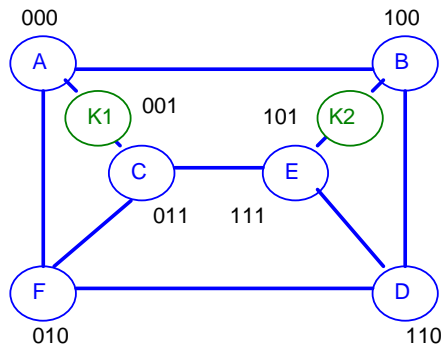
XY:	00	01	11	10
A	B	C	A	A
B	B	E	-	B
C	F	C	C	E
D	D	F	-	B
E	D	E	E	E
F	F	F	C	A

Megoldás:

A szomszédossági gráfon (alábbi ábra kék színű állapotai) látható, hogy az állapotok versenyhelyzet-mentesen nem kódolhatók.

Minden bemenetnél (minden oszlopban) több stabil állapot is van, ezért ránézésre olyan ötletünk sincs, hogy engedjük meg a “nem kritikus versenyhelyzetet”.

Marad az állapotátvezetés! Ezt mutatják a zöld színű K1, K2 állapotok. Megadtuk az így kapott új állapotátmeneti táblát is.



XY:	00	01	11	10
A	B	C K1	A	A
B	B	E K2	-	B
C	F	C	C	E
D	D	F	-	B
E	D	E	E	E
F	F	F	C	A
K1	-	C	-	-
K2	-	E	-	-

6.6. Tervezzen olyan aszinkron sorrendi hálózatot, amelyik a kétbites bemenetére érkező $X_1X_2 = 00, 01, 11$ sorozat hatására a utolsó 11 minta idejére 1-est ad ki a kimenetén. Ha az utolsó 11 minta megváltozik, akkor a kimenet újra 0 lesz, egészen a 00, 01, 11 minta ismételt felismeréséig. (A feladat megfelel az FMA feltételeknek, egyszerre csak egy bemenet változhat.)

Megoldás:

A feladathoz tartozó előzetes állapotábra:

	00	01	11	10
A	A/0	B/0	-/-	F/0
B	A/0	B/0	C/-	-/-

C	-/-	D/-	C/1	F/-
D	A/0	D/0	E/0	-/-
E	-/-	D/0	E/0	F/0
F	A/0	-/-	E/0	F/0

Minimalizálva NTSH hálózatként:

B	OK				
C	BD X	BD X			
D	BD X	BD,CE X	X		
E	BD X	BD,CE	X	OK	
F	OK	CE X	X	OK	OK
	A	B	C	D	E

A kompatibilis állapotpárok: AB, AF, BE, DE, DF, EF

Látható, hogy DEF páronként kompatibilis, tehát egy osztályba felnövelhető, C semmivel sem kompatibilis, így a maximális kompatibilitási osztályok:

(AB)(AF)(C)(DEF) .

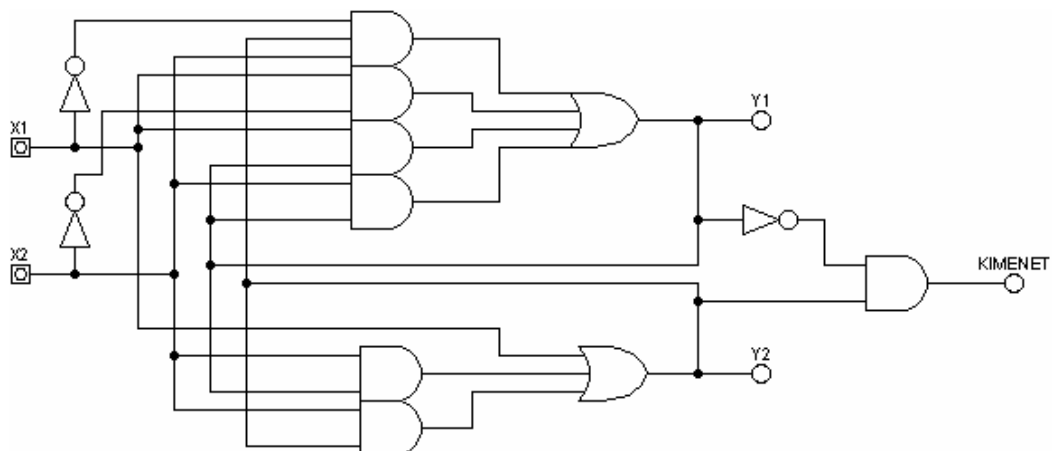
Felrajzolva az állapotgráfot, látjuk, hogy az AF osztály elhagyható. A maradék osztályokat rendre A, C, D-vel jelölve, a minimalizált állapotátmeneti tábla:

	00	01	11	10
A	A/0	A/0	C/-	D/0
C	-/-	D/0	C/1	D/-
D	A/0	D/0	D/0	D/0

Legyenek az állapotkódok: A:00, C:01, D:11. A nem használt negyedik, 10-ás állapotot a D-vel egyezően töltjük ki, a nem specifikált kimeneteket pedig a Moore modellnek megfelelően, és végül az alábbi kódolt állapotábrát kapjuk:

	00	01	11	10	kimenet
00	00	00	01	11	0
01	-/-	11	01	11	1
11	00	11	11	11	0
10	00	11	11	11	0

Ezekből már kiolvashatók a visszacsatolt kombinációs hálózatok Y1, Y2 kódbitjeinek logikai függvényei, amik alapján a kapcsolási rajz (1. Feladat6_6.dwm):



6.7. Válasszon állapotkódot az alábbi aszinkron állapotátmeneti táblához és tervezze meg a hálózatot!

KL	00	01	11	10
A	A/0	B	C	A/0
B	A	B/0	B/0	A
C	-	D	C/1	D
D	A	B/0	D/0	D/0

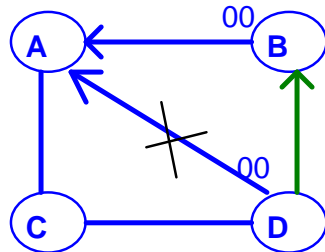
Megoldás:

A KL=00 oszlopban minden bejegyzés az A stabil állapotba vezet, itt tehát a versenyhelyzet nem lesz kritikus. Ugyan a stabil C állapotból az FMA feltételek miatt nem lehet átlépni a KL=00 oszlopba, biztonság kedvéért a C állapotnál is írjuk A átmeneti állapotot ide:

KL	00	01	11	10
A	A/0	B	C	A/0
B	A	B/0	B/0	A
C	A	D	C/1	D
D	A	B/0	D/0	D/0

Ennek az állapottáblának a szomszédossági gráfja:

Q1Q0 szomszédossági gráf



Ez az ACD ill. ABD háromszög miatt nem kódolható versenyhelyzet-mentesen. Ha meg tudnánk szüntetni az átlós (D-A) átmenetet, akkor viszont kódolhatóvá válna. A KL=00 oszlopban minden bejegyzés az A stabil állapotba vezet, tehát az ide koncentrált versenyhelyzet nem lesz kritikus.

Nehéz példák az érdeklődőknek:

6n.1. Tervezzon forgásirányjelző aszinkron hálózatot!

A hálózat kétbites Gray-kódú pozíciókódból állapítja meg az aktuális forgásirányt.

Megoldás:

A megoldásban a maximális sebességű változatot dolgozzuk ki, azaz amint lehet, azonnal jelezzük az irányváltást.

Az előzetes állapottábla (a stabil állapotokat színesen jelöltük):

X1X2	00	01	11	10
A	A/1	E/-	-/-	B/1
B	H/-	-/-	C/1	B/1
C	-/-	D/1	C/1	G/-
D	A/1	D/1	F/-	-/-
E	A/-	E/0	F/0	-/-
F	-/-	D/-	F/0	G/0
G	H/0	-/-	C/-	G/0
H	H/0	E/0	-/-	B/-

Itt jobbra forgás során (00>10>11>01>00) az A>B>C állapotokban kering a rendszer, míg balra forgáskor (01>11>10>00>01) az E>F>G>H>E állapotokban. Irányváltáskor az egyik körből azonnal át lép a másik körbe.

B	AH,X						
C	DE,BG	BG					
D	DE	AH,CF	CF				
E	OK	AH,CF	X X	X X			
F	DE,BG	X X	X X	OK	DE		
G	X X	X X	OK	X	AH,CF	CF	
H	X X	OK	X X	X	AH	DE,BG	BG
	A	B	C	D	E	F	G

A lépcsős táblát kitöltve, megállapítható, hogy a feltételes kompatibilitásokban szereplő feltételek mind inkompatibilisek, ezért csupán az eredetileg is feltétel nélkül kompatibilisek maradnak meg: az AE, BH, CG, DF állapotpárok, így egyben ezek a max. kompatibilis osztályok is.

A minimalizált állapottábla a választott állapotkóddal:

X1X2	00	01	11	10	Y1Y2 állapotkód
A	A/1	A/0	D/0	B/1	00
B	B/0	A/0	C/1	B/1	01
C	B/0	D/1	C/1	C/0	11
D	A/1	D/1	D/0	C/0	10

Innen a K táblák:

Y1						Y2						Z				
00	0	0	1	0		00	0	0	0	1		00	1	0	0	1
01	0	0	1	0		01	1	0	1	1		01	0	0	1	1
11	0	1	1	1		11	1	0	1	1		11	0	1	1	0
10	0	1	1	1		10	0	0	0	1		10	1	1	0	0
	00	01	11	10			00	01	11	10			00	01	11	10

Innen Y1 és Y2 hazárdmentes lefedése:

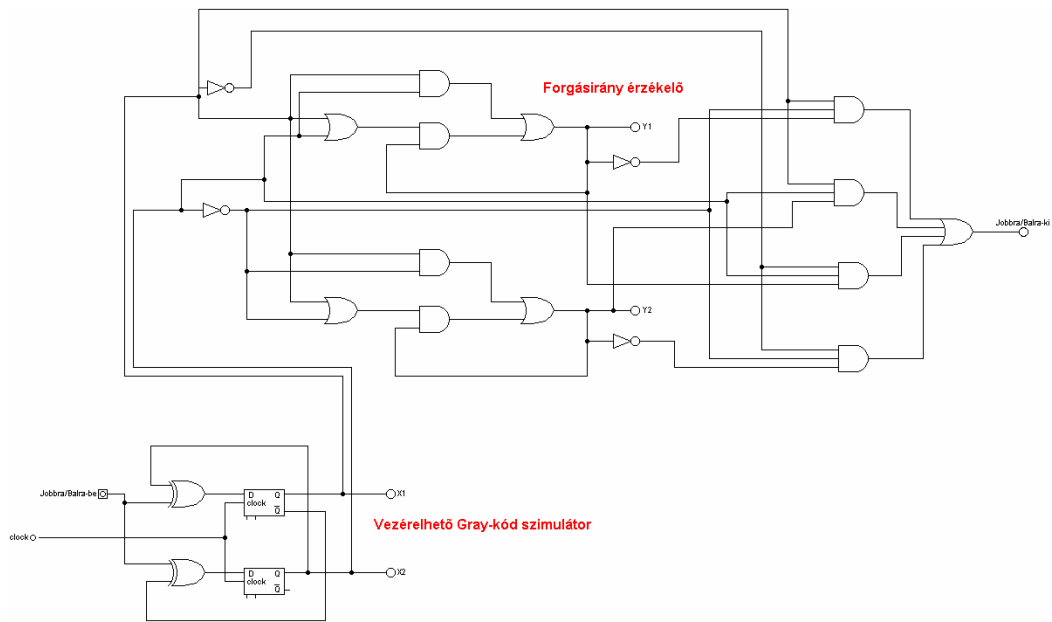
$$Y1 = X1.X2 + y1.(X1+X2)$$

$$Y2 = X1./X2 + y2.(X1+X2)$$

És a kimenet:

$$Z = X1./X2./y1 + X1.X2.y2 + /X1.X2.y1 + /X1./X2./y2$$

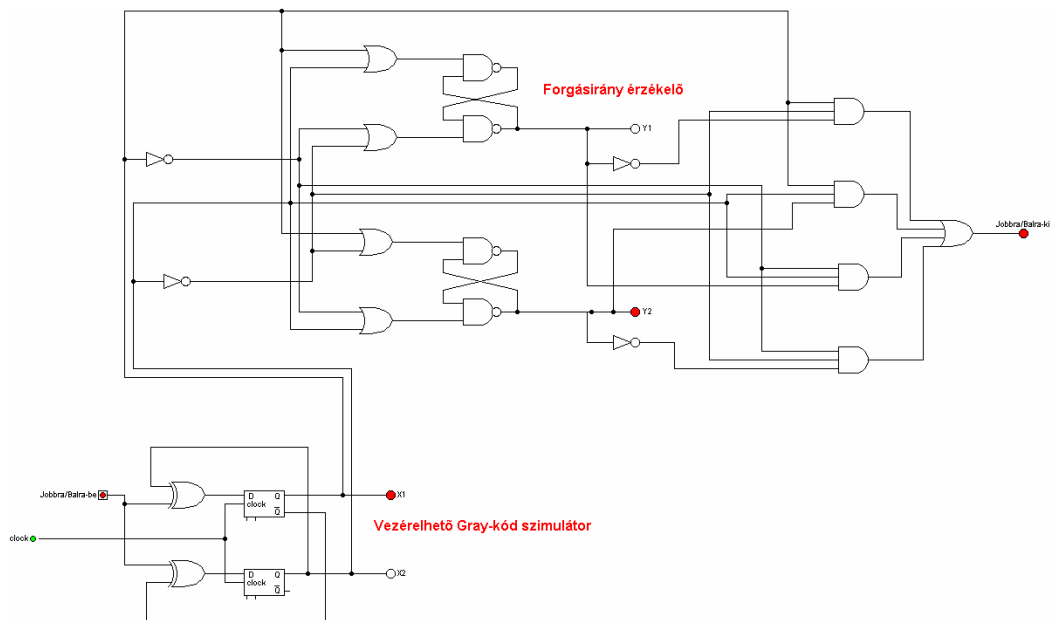
Végül a kapcsolás (Forgásirány.dwm)



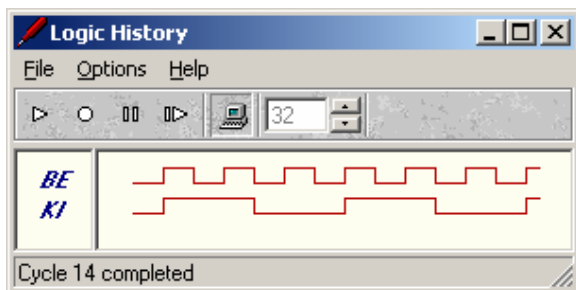
A kapcsolás bal alsó sarkában helyeztük el a „vezérelhető Gray kód szimulátort”, ami a egy kacsoló állásától függően jobb vagy bal irányú X1-X2 jeleket ad ki és ezzel segíti a forgásirány jelző kipróbálását.

További gyakorlási lehetőség az /R/S FF-os megvalósítás!

A végeredmény kapcsolási rajzot itt közöljük:



6n.2. Tervezzen frekvencia-harmadoló hálózatot, amelyik a bejövő órajel minden harmadik élére változtatja meg állapotát.



Megoldás:

Az előzetes állapotábra:

	X=0	X=1
A	A/0	B/0
B	C/0	B/0
C	C/0	D/0
D	E/1	D/1
E	E/1	F/1
F	A/1	F/1

A kimeneteket a C -> D és az F -> A átmenetek instabil állapotainál don't care-nek vehettük volna, de azért, hogy Moore modell szerint működő hálózatot kapjunk, a fenti szerint specifikáltuk.

Az állapotábrában zölddel jelöltük a stabil állapotokat.

Ez a minimális állapotszám, ezt akár particiófinomítással, akár lépcsős táblásan is meg lehet állapítani.

A hatállapotú gráfot kódoljuk Johnson kóddal körbe – ez versenyhelyzet-mentes kódolást eredményez:

Ezzel a kódolt állapotátmeneti tábla:

	Állapotkód	X=0	X=1	Kimenet
A	000	000	001	0
B	001	011	001	0
C	011	011	111	0
D	111	110	111	1
E	110	110	100	1
F	100	000	100	1

Innen a K táblák:

Yc						Yb						Ya				
YcYb																
00	0	0	0	0		00	0	1	0	0		00	0	1	1	1

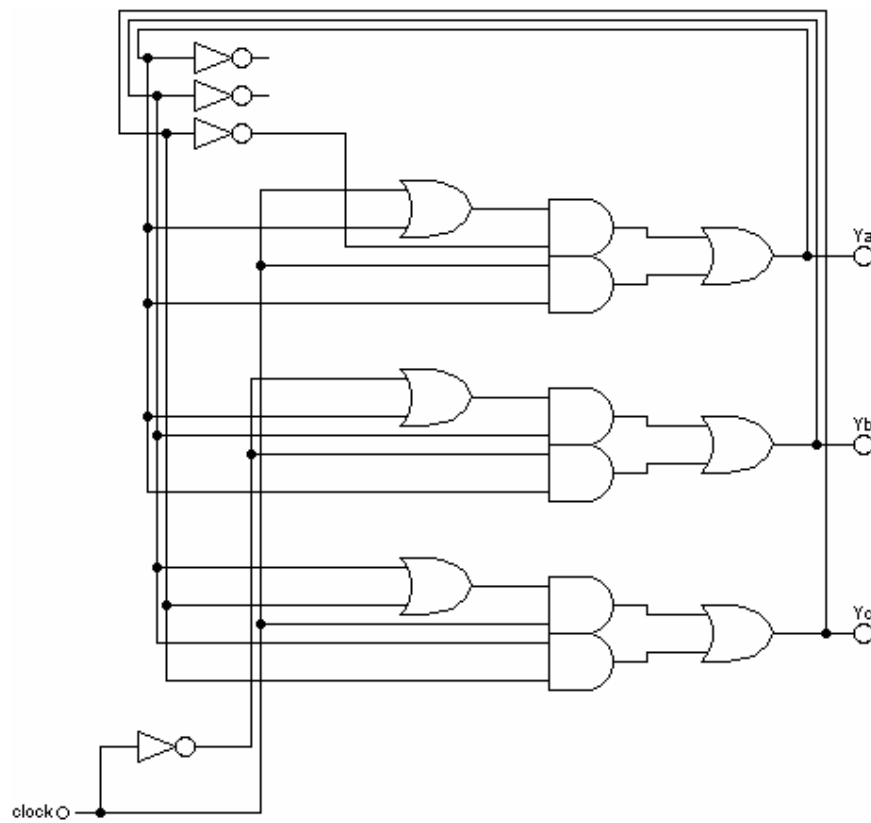
01	-	0	1	-		01	-	1	1	-		01	-	1	1	-
11	1	1	1	1		11	1	1	1	0		11	0	0	1	0
10	0	-	-	1		10	0	-	-	0		10	0	-	-	0
XYa	00	01	11	10			00	01	11	10			00	01	11	10

$$Yc^{t+1} = Yc.Yb + X.(Yc+Yb)$$

$$Yb^{t+1} = /X.Ya + Yb./(X+Ya)$$

$$Ya^{t+1} = X.Ya + /yc.(X+Ya)$$

És ezekkel a kapcsolás visszatolt kombinációs hálózatként (Frekvencia_harmadolo.dwm):



Kimenet az Yc, de bármelyik másik is lehetne!

További gyakorlási lehetőség az /R/S FF-os megvalósítás!