

Digitális technika

XIII.

Sorrendi hálózatok tervezése
Sorrendi hálózatok elemzése

13.1. Sorrendi (szekvenciális) hálózat

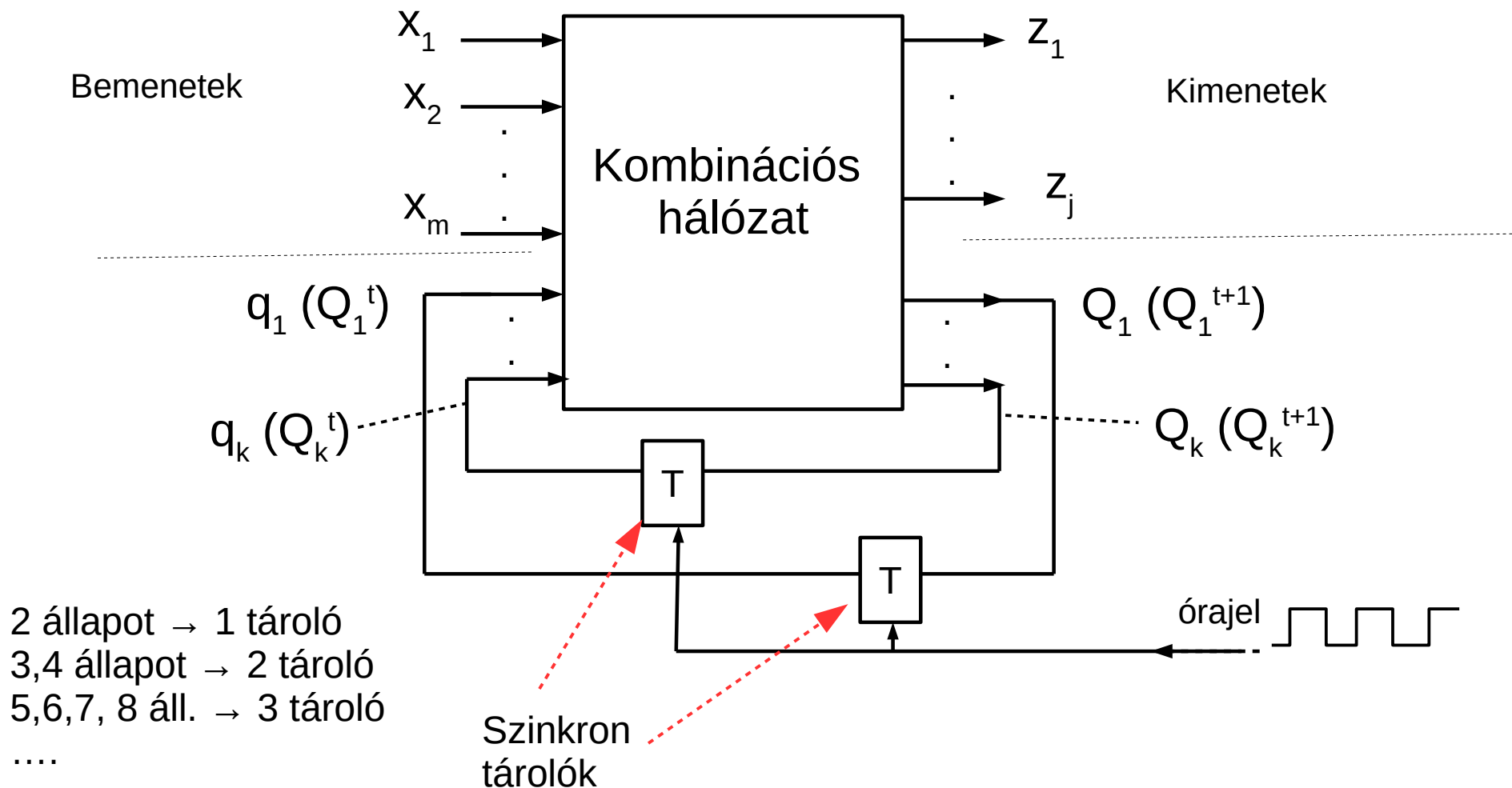
- időtől függ a hálózat viselkedése
- a kimenet nemcsak a bemenetektől függ, hanem a hálózat állapotától is
- A hálózat pillanatnyi állapotát viszont a régebbi állapotok és a bemeneti kombinációk határozzák meg → az állapotváltozók is logikai függvényekkel adhatók meg !
- A hálózati állapotok tárolására új változók bevezetése (a bemeneti és kimeneti mellé) → gyakori a Q , q vagy Q^{t+1} , Q^t (új állapot, régi állapot), több változó esetén sorszámozva ($Q_1, Q_2, Q_3, \dots, q_1, q_2, \dots$) vagy esetleg az Y , y (a kimenet ilyenkor más betűvel jelölve !) → elnevezésük állapotváltozók (vagy szekunder változók)
- két típusuk van ---> aszinkron és szinkron sorrendi hálózat

Az állapot megváltozása
azonnal visszajut a bemenetre

Az állapot megváltozása csak
meghatározott időpillanatokban juthat
vissza a bemenetre → órajellel ütemezve !

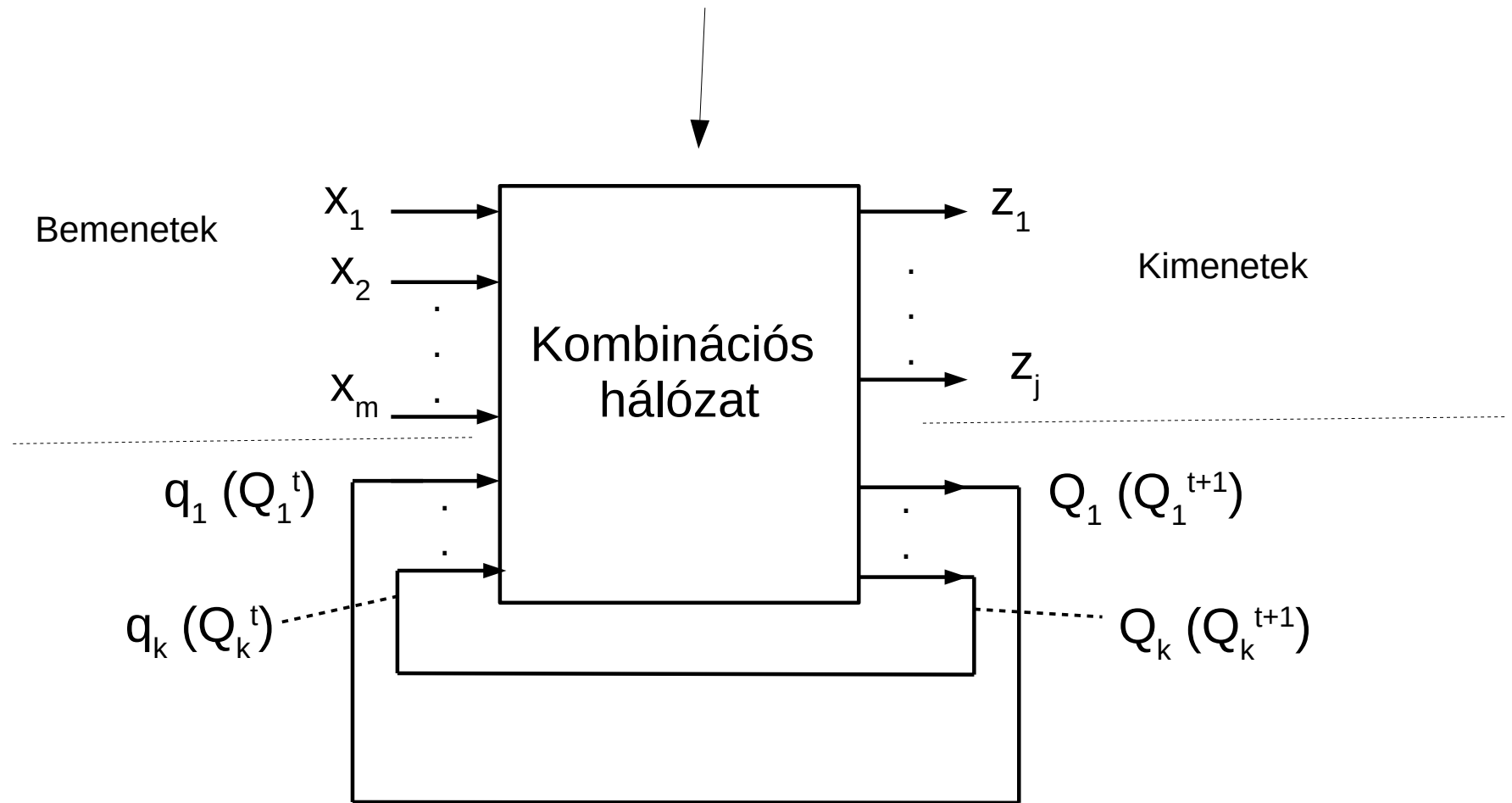
13.1. Sorrendi (szekvenciális) hálózat

Szinkron sorrendi hálózatok felépítéséhez szinkron tárolókat kell használni



13.1. Sorrendi (szekvenciális) hálózat

Aszinkron sorrendi hálózatok felépíthetők hasonlóan aszinkron tárolókkal, vagy egyszerűen visszacsatolt kombinációs hálózattal



13.2. Szinkron hálózatok tervezése

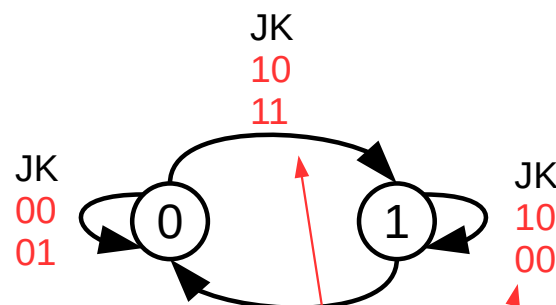
1. mintafeladat

Tervezd meg JK tároló felhasználásával!

| A | B | q | Q |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

állapot átmeneti
tábla

JK tároló állapot diagramja:



| A | B | q | Q | J | K | J | K |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 | ? | ? | 1 | x |
| 0 | 0 | 1 | 0 | ? | ? | x | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | ? | ? | 1 | x |
| 0 | 1 | 1 | 0 | ? | ? | x | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | ? | ? | 1 | x |
| 1 | 0 | 1 | 1 | ? | ? | x | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | ? | ? | 0 | x |
| 1 | 1 | 1 | 1 | ? | ? | x | 0 |

Meg kell határozni, hogy az adott sorokban lévő állapot átmenet ($q \rightarrow Q$) eléréséhez hogyan kell vezérelni a felhasználandó tároló bemeneteit (most J és K) → a tároló állapotdiagramja adja a segítséget !

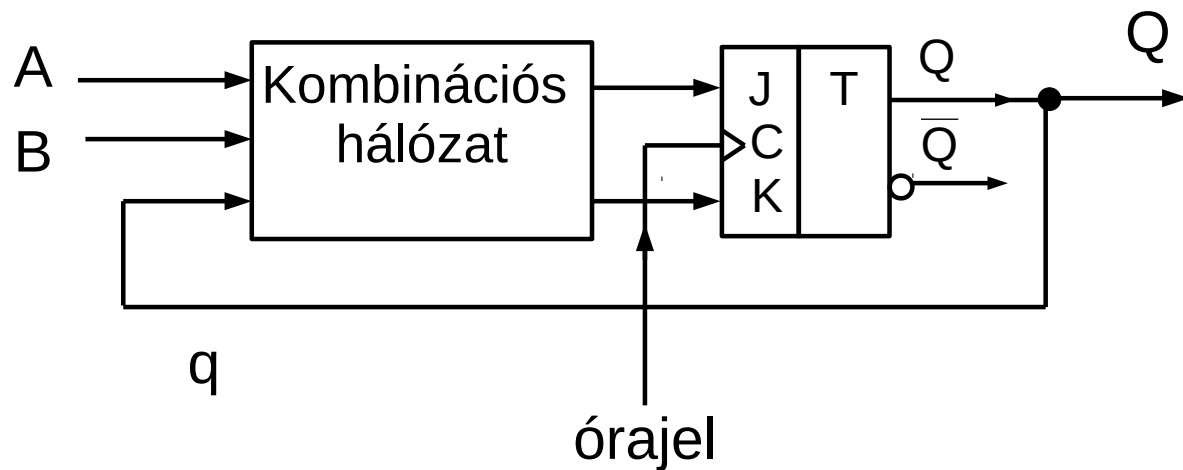
Ahol valamelyik bemenet 0 és 1 is lehet, az határozatlan ! → x (vagy -)

13.2. Szinkron hálózatok tervezése

1. mintafeladat, megoldás

A kitöltött állapot átmeneti tábla

| A | B | q | Q | J | K |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | x |
| 0 | 0 | 1 | 0 | x | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | x |
| 0 | 1 | 1 | 0 | x | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | x |
| 1 | 0 | 1 | 1 | x | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | x |
| 1 | 1 | 1 | 1 | x | 0 |



J

| | \bar{A} | | \bar{B} | |
|--------|-----------|----|-----------|----|
| q \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | x | x | x | x |

K

| | \bar{A} | | \bar{B} | |
|--------|-----------|----|-----------|----|
| q \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 0 | x | x | x | x |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

vezérlési táblák

13.2. Szinkron hálózatok tervezése

1. mintafeladat, megoldás

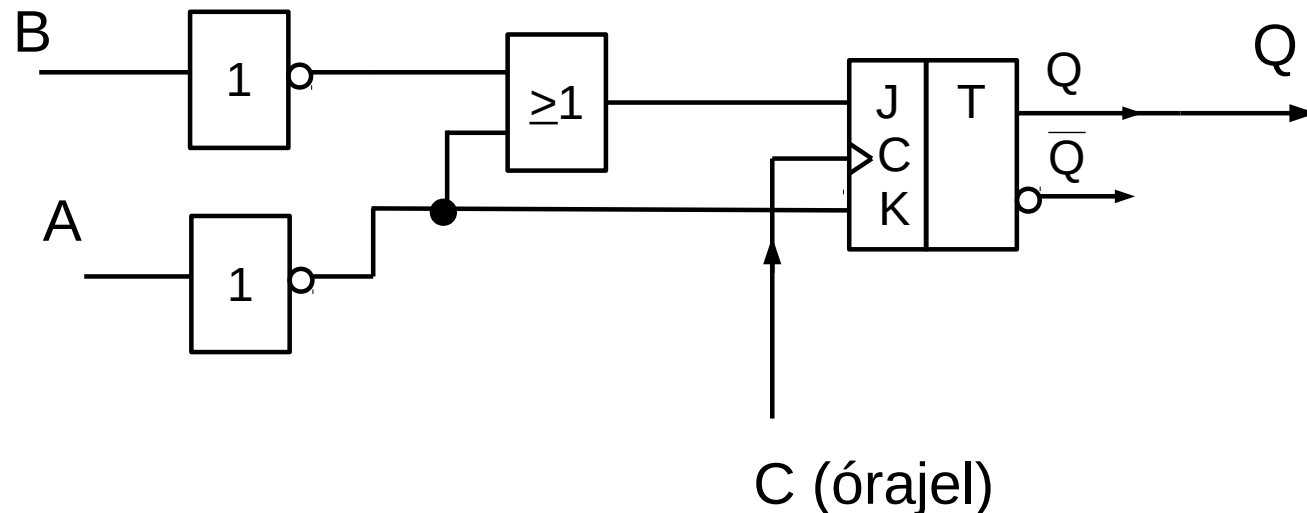
vezérlési függvények

$$J = \overline{B} + \overline{A}$$

$$K = \overline{A}$$

Most a kimenetről nincs q visszacsatolva (előfordul, hogy kiesik egyszerűsítéskor), De a JK tárolón belül van visszacsatolás !!

Kapcsolási rajz



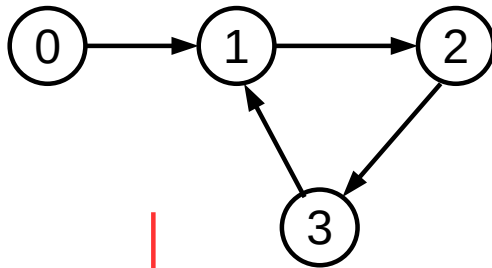
13.2. Szinkron hálózatok tervezése

2. mintafeladat

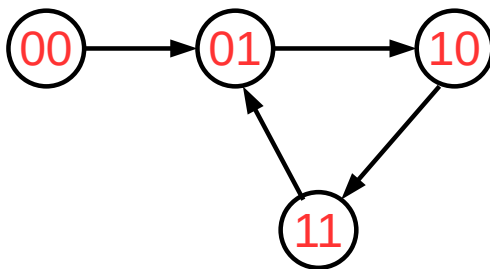
Tervezd meg a következő szinkron számlálót JK tárolók felhasználásával!

A számláló állapot diagramja:
(bemenet most nincs ! csak az órajel)

4 állapot → két tároló !!



↓
binárisan



állapot átmeneti tábla

| q ₂ | q ₁ | Q ₂ | Q ₁ | J ₂ | K ₂ | J ₁ | K ₁ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0 | 0 | 0 | 1 | ? | ? | ? | ? |
| 0 | 1 | 1 | 0 | ? | ? | ? | ? |
| 1 | 0 | 1 | 1 | ? | ? | ? | ? |
| 1 | 1 | 0 | 1 | ? | ? | ? | ? |

Kitöltésekor a tárolókat teljesen külön kell kezelni (függetlenek)

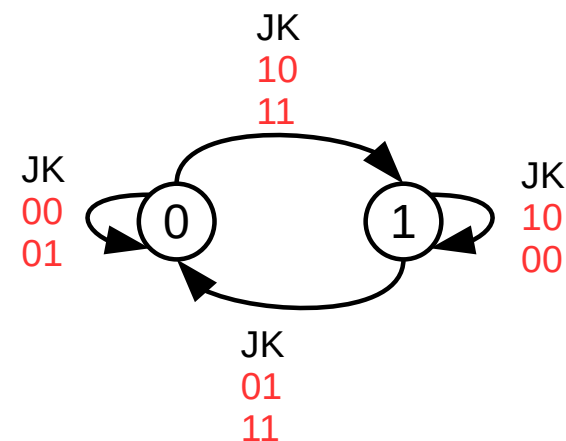
13.2. Szinkron hálózatok tervezése

2. mintafeladat, megoldás

állapot átmeneti tábla

| q ₂ | q ₁ | Q ₂ | Q ₁ | J ₂ | K ₂ | J ₁ | K ₁ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0 | 0 | 0 | 1 | ? | ? | ? | ? |
| 0 | 1 | 1 | 0 | ? | ? | ? | ? |
| 1 | 0 | 1 | 1 | ? | ? | ? | ? |
| 1 | 1 | 0 | 1 | ? | ? | ? | ? |

JK tároló állapot diagramja:



| q ₂ | Q ₂ | J ₂ | K ₂ | J ₂ | K ₂ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0 | 0 | ? | ? | 0 | x |
| 0 | 1 | ? | ? | 1 | x |
| 1 | 1 | ? | ? | x | 0 |
| 1 | 0 | ? | ? | x | 1 |

| q ₁ | Q ₁ | J ₁ | K ₁ | J ₁ | K ₁ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0 | 1 | ? | ? | 1 | x |
| 1 | 0 | ? | ? | x | 1 |
| 0 | 1 | ? | ? | 1 | x |
| 1 | 1 | ? | ? | x | 0 |

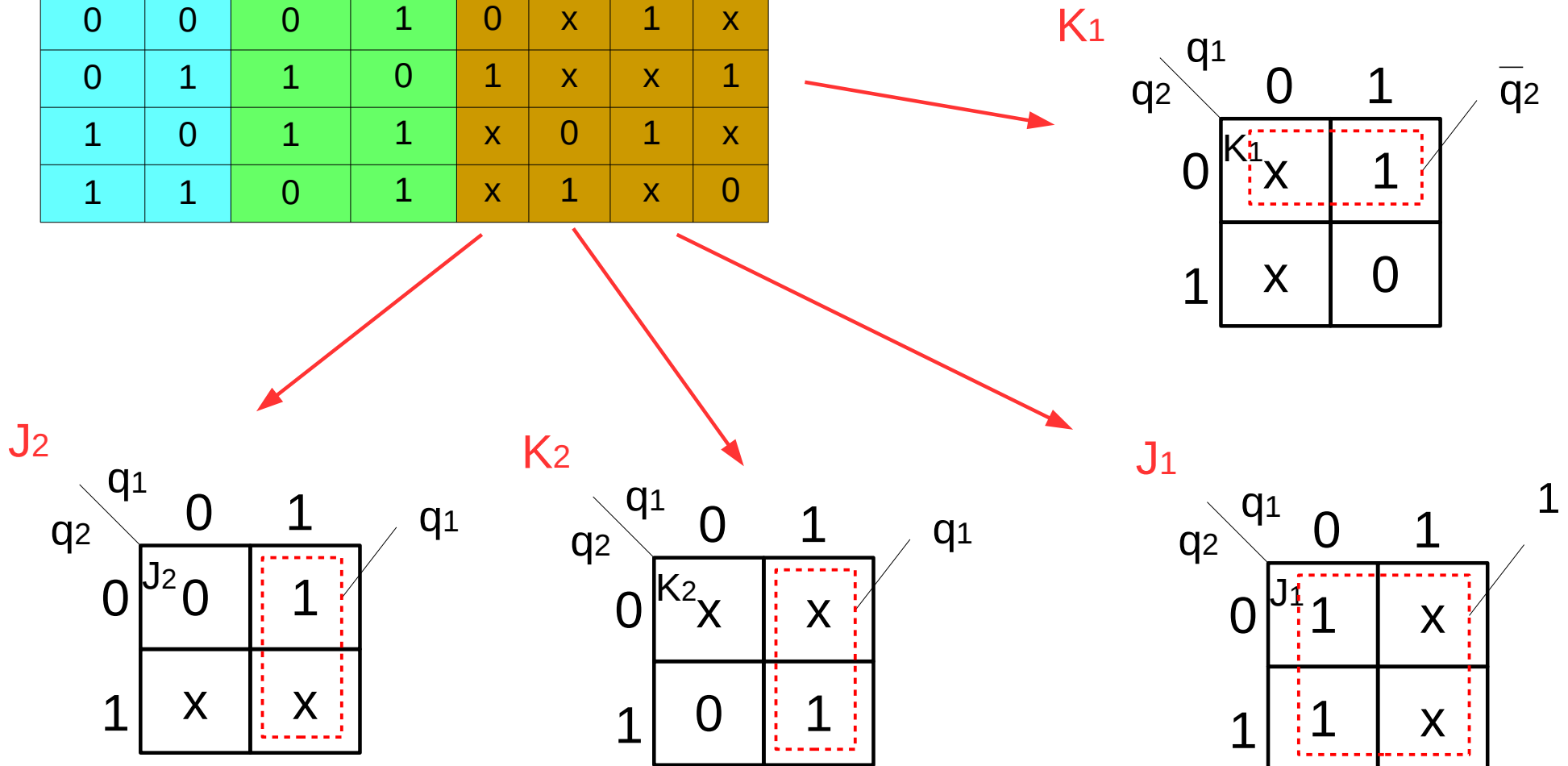
13.2. Szinkron hálózatok tervezése

2. mintafeladat, megoldás

állapot átmeneti tábla

| q ₂ | q ₁ | Q ₂ | Q ₁ | J ₂ | K ₂ | J ₁ | K ₁ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | x | 1 | x |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | x | x | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | x | 0 | 1 | x |
| 1 | 1 | 0 | 1 | x | 1 | x | 0 |

vezérlési táblák



13.2. Szinkron hálózatok tervezése

2. mintafeladat, megoldás

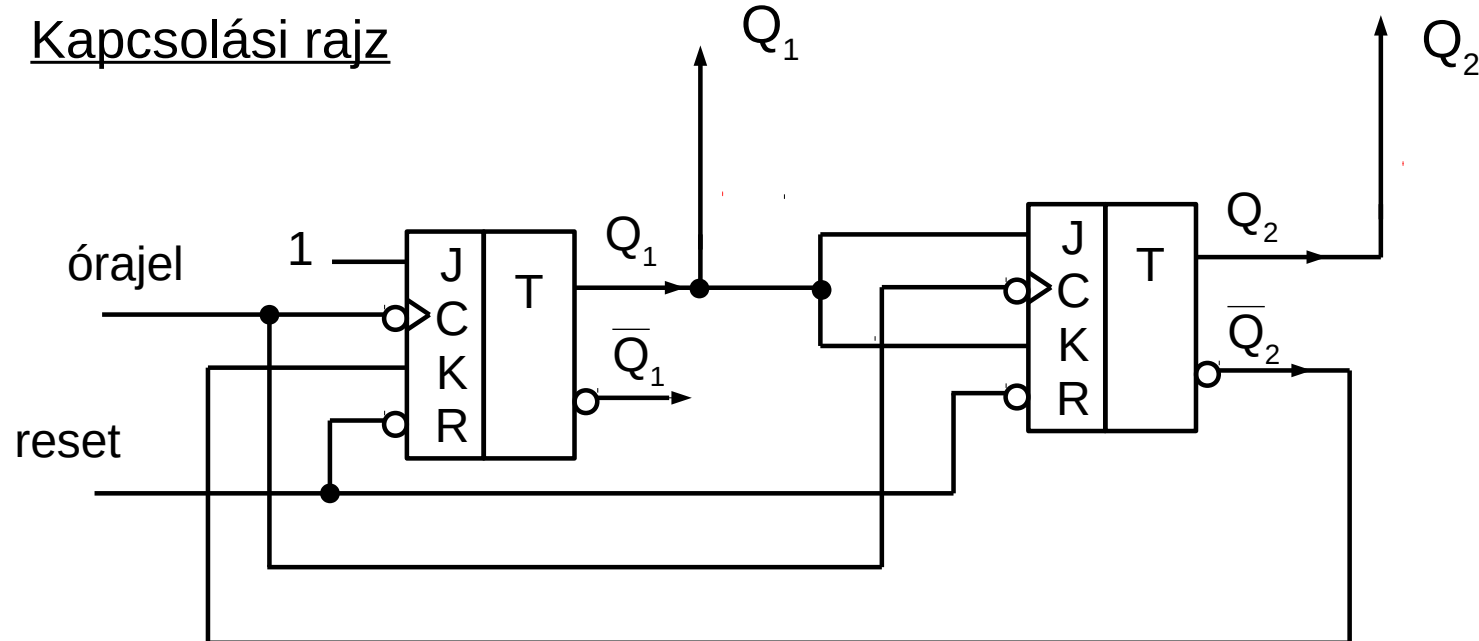
vezérlési függvények

$$J_2 = K_2 = q_1$$

$$J_1 = 1$$

$$K_1 = \bar{q}_2$$

Kapcsolási rajz



13.3. Szinkron hálózatok tervezése 2.

2. mintafeladat, megoldása másképp

az előző feladat megoldása D tárolókkal

állapot átmeneti tábla

| q ₂ | q ₁ | Q ₂ | Q ₁ | D ₂ | D ₁ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0 | 0 | 0 | 1 | ? | ? |
| 0 | 1 | 1 | 0 | ? | ? |
| 1 | 0 | 1 | 1 | ? | ? |
| 1 | 1 | 0 | 1 | ? | ? |

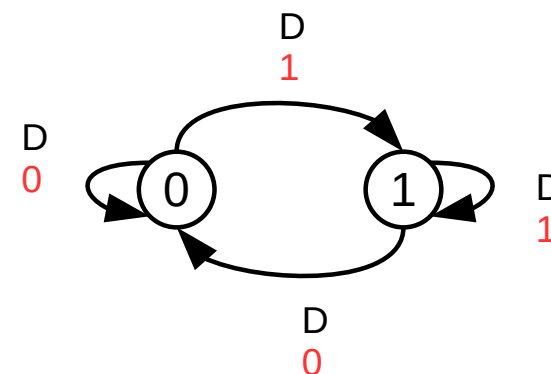
| q ₂ | Q ₂ | D ₂ |
|----------------|----------------|----------------|
| 0 | 0 | ? |
| 0 | 1 | ? |
| 1 | 1 | ? |
| 1 | 0 | ? |

D₂
0
1
1
0

| q ₁ | Q ₁ | D ₁ |
|----------------|----------------|----------------|
| 0 | 1 | ? |
| 1 | 0 | ? |
| 0 | 1 | ? |
| 1 | 1 | ? |

D₁
1
0
1
1

D tároló állapot diagramja:



Amilyen értékű az új állapot (Q) olyan értéket kell a D bemenetre adni

13.3. Szinkron hálózatok tervezése 2.

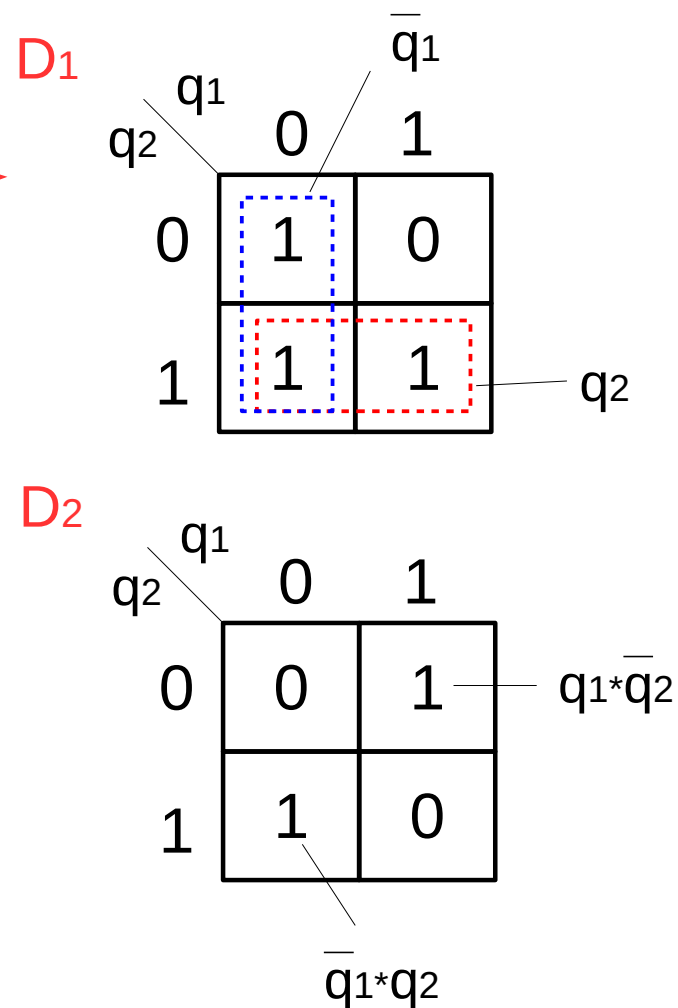
2. mintafeladat, megoldása másképp

megoldás D tárolókkal

állapot átmeneti tábla

| q ₂ | q ₁ | Q ₂ | Q ₁ | D ₂ | D ₁ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |

vezérlési táblák



vezérlési függvények

$$D_1 = \bar{q}_1 + q_2$$

$$D_2 = \bar{q}_1 * q_2 + q_1 * \bar{q}_2$$

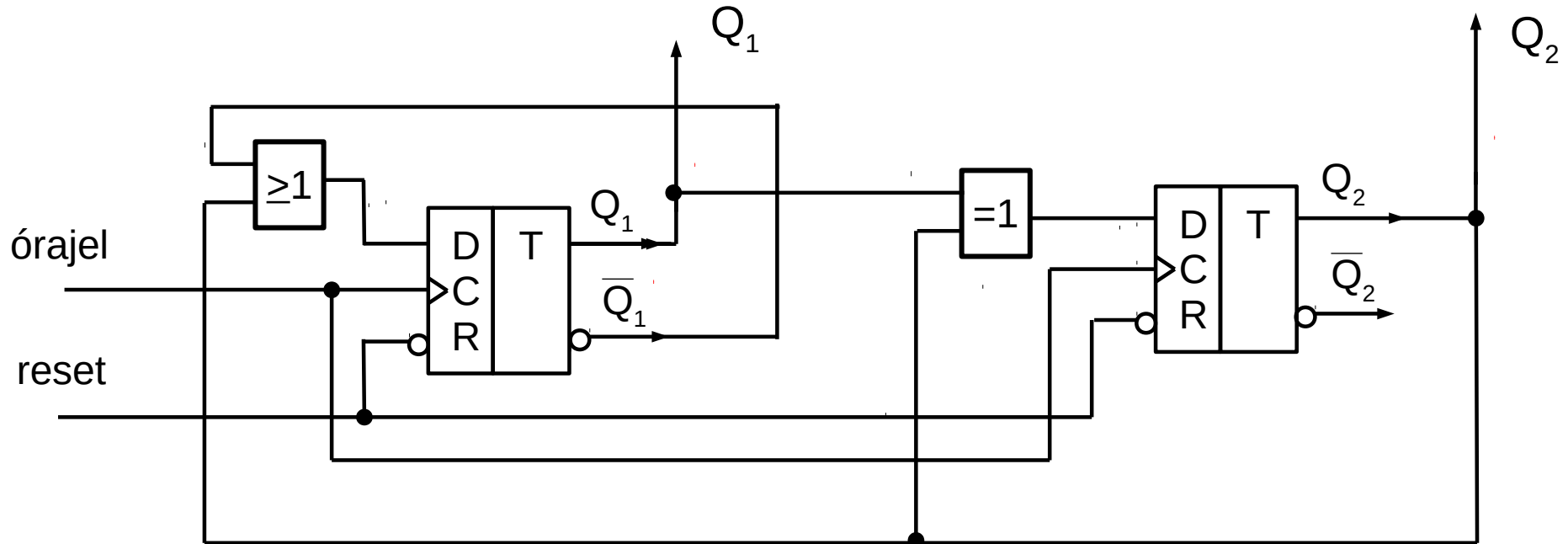
13.3. Szinkron hálózatok tervezése 2.

2. mintafeladat, megoldása másképp

$$D_1 = \bar{q}_1 + q_2$$

$$D_2 = \bar{q}_1 * q_2 + q_1 * \bar{q}_2 \rightarrow \text{XOR kapcsolat !}$$

Kapcsolási rajz



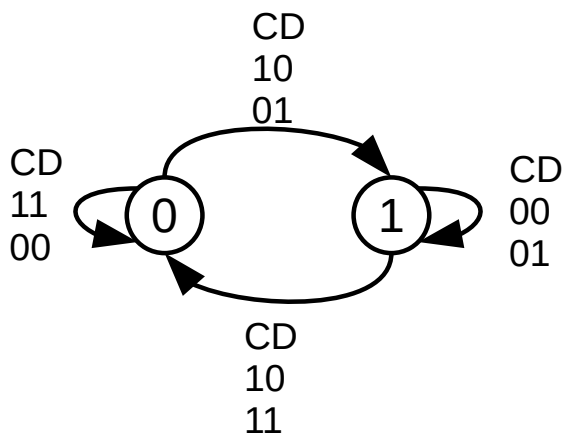
13.4. Gyakorló feladatok

1. Add meg az alábbi működésű tároló állapot diagramját

| A | B | Q^t | Q^{t+1} |
|---|---|-------|-----------|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

* Tervezd meg D tároló felhasználásával!

2. Add meg az alábbi működésű tároló igazságtáblázatát

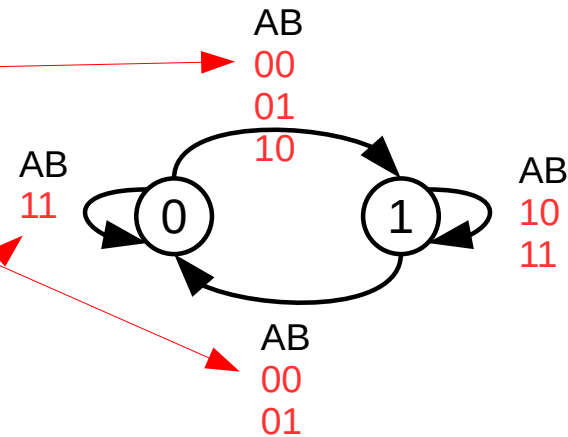


* Tervezd meg T tároló felhasználásával!

13.4. Gyakorló feladatok

1. Megoldás. Add meg az alábbi működésű tároló állapot diagramját

| A | B | Q^t | Q^{t+1} |
|---|---|-------|-----------|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |



* Tervezd meg D tároló felhasználásával!

D tároló esetén $Q^{t+1} = D$!! ezért úgy kell vezérelni, hogy D legyen egyenlő Q^{t+1} értékével

| A | B | Q^t | Q^{t+1} | D | |
|---|---|-------|-----------|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 | ? | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | ? | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | ? | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | ? | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | ? | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | ? | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | ? | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | ? | 1 |

13.4. Gyakorló feladatok

1. Megoldás. Megvalósítás D tárolóval

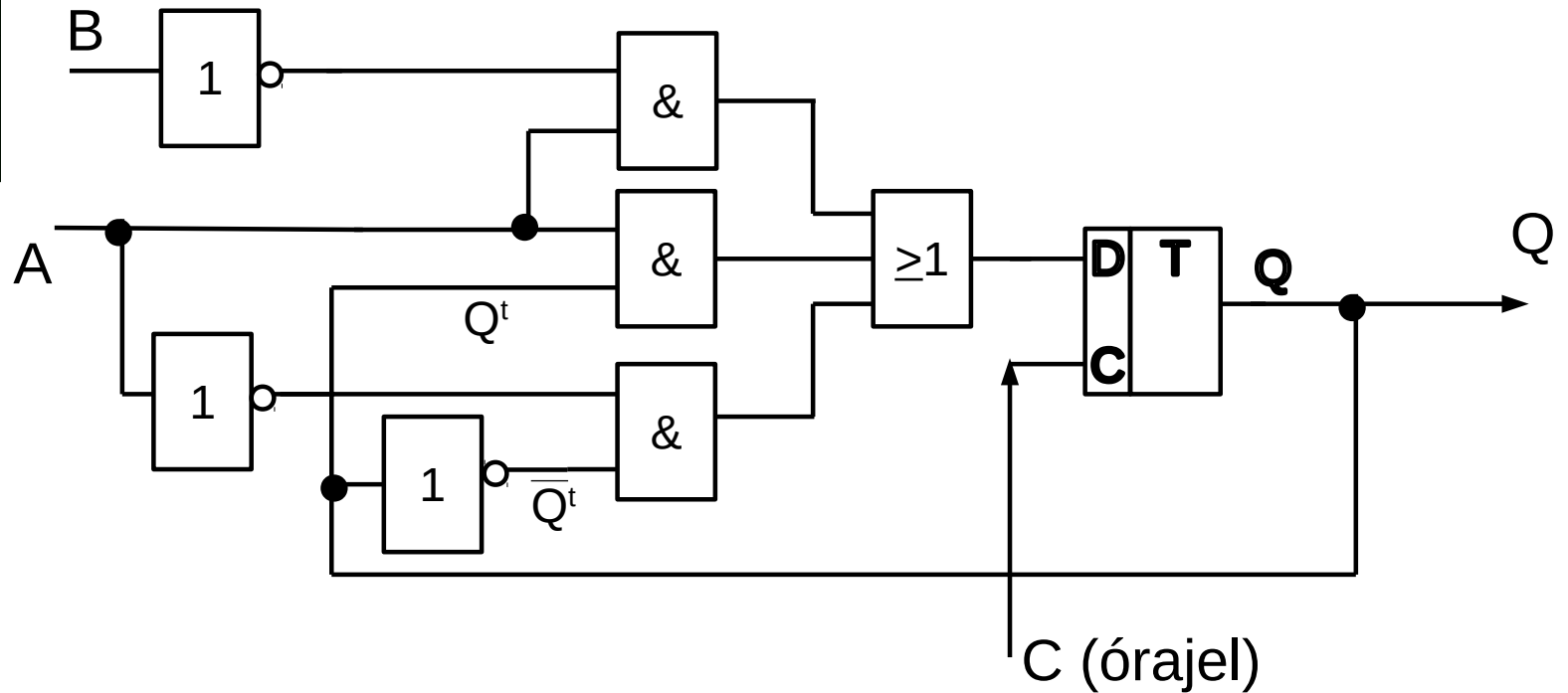
| A | B | Q^t | D |
|---|---|-------|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

vezérlési
tábla

$$D = A * \bar{B} + \bar{A} * \bar{Q}^t + A * Q^t$$

| AB | | 00 | 01 | 11 | 10 |
|-------|---|----|----|----|----|
| Q^t | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |

$\bar{A} * \bar{Q}^t$ (top-left 2x2 area)
 $A * \bar{B}$ (top-right 2x2 area)
 $A * Q^t$ (bottom-right 2x2 area)



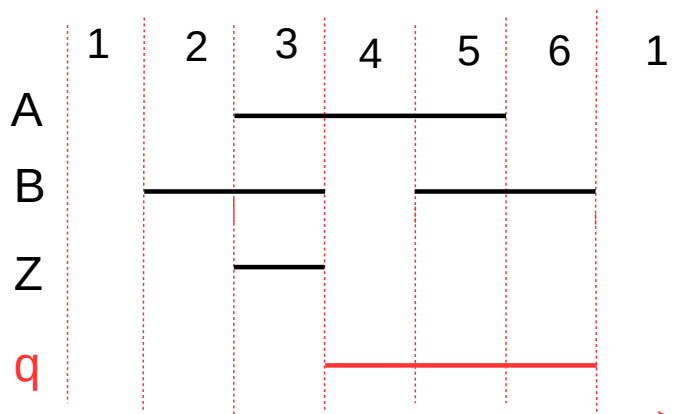
13.5. Aszinkron hálózatok tervezése

A folyamat, a lépések hasonlóak mint szinkron hálózatok esetén

- de nincs órajel !
- megvalósítás aszinkron tárolókkal, vagy egyszerűen visszacsatolt kombinációs hálózattal

1. mintafeladat

Az alábbi ütemdiagrammal megadott sorrendi hálózat megvalósítása RS tárolóval
Az ütemdiagram az idő diagramhoz hasonló, de itt vonal jelzi az 1-es és a vonal hiánya a 0-s szintet



A 3. és 5. ütemben azonos bemenetre eltér a kimenet → különböző állapot kell !!

Az $A=1, B=0$ bemenet fogja beállítani a $q=1$ állapot

Az $A=0, B=0$ bemenet fogja beállítani a $q=0$ állapot

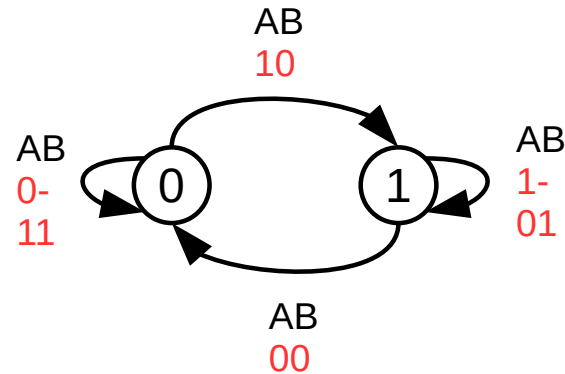
13.5. Aszinkron hálózatok tervezése

1. mintafeladat

igazságtáblázat

| A | B | q | Q | Z |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | — |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | — |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

állapot diagram



kimeneti tábla

| | | AB | | | |
|---|---|----|----|----|----|
| | | 00 | 01 | 11 | 10 |
| q | 0 | 0 | 0 | 1 | — |
| | 1 | — | 0 | 0 | 0 |

állapot tábla

| | | AB | | | |
|---|---|----|----|----|----|
| | | 00 | 01 | 11 | 10 |
| q | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |

Kimenet $\rightarrow Z = \bar{q} * A$

13.5. Aszinkron hálózatok tervezése

1. mintafeladat

Állapot átmeneti tábla

| A | B | q | Q | S | R |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | — |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | — |
| 0 | 1 | 1 | 1 | — | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | — | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | — |
| 1 | 1 | 1 | 1 | — | 0 |

vezérlési táblák

R

| q \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|--------|----|----|----|----|
| 0 | x | x | x | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

$$R = \overline{A} * \overline{B}$$

S

| q \ AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
|--------|----|----|----|----|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | x | x | x |

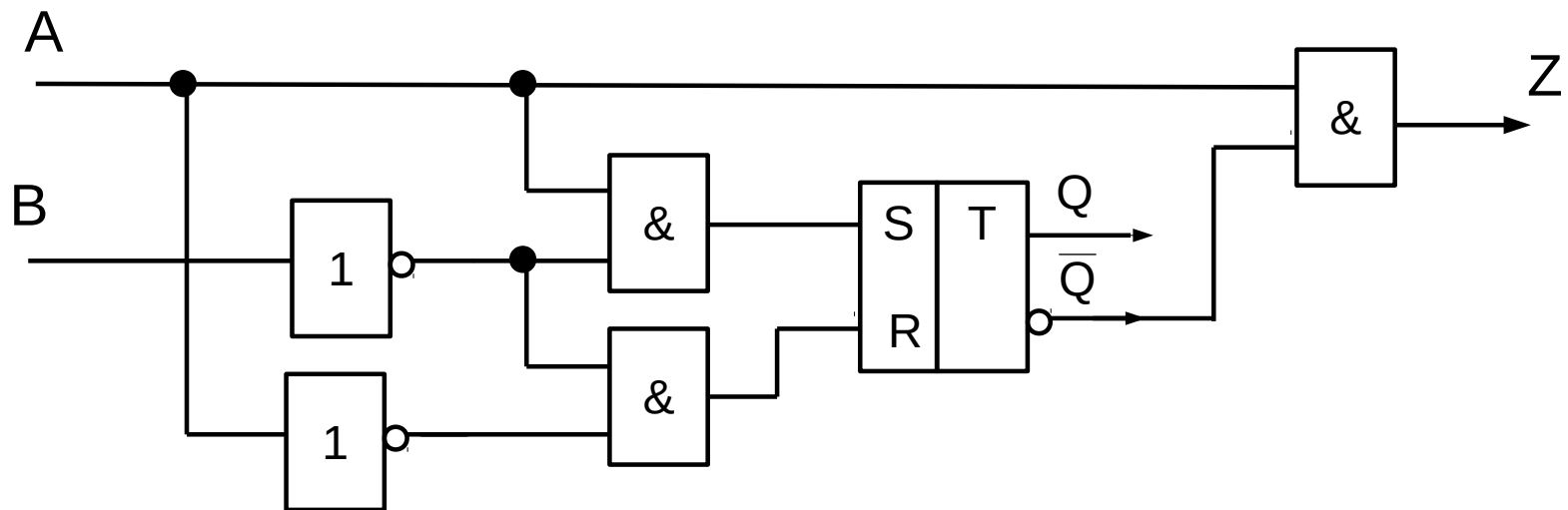
$$S = A * \overline{B}$$

13.5. Aszinkron hálózatok tervezése

1. mintafeladat

Kapcsolási rajz

$$S = A * \bar{B} \quad R = \bar{A} * \bar{B} \quad Z = \bar{q} * A$$



13.5. Aszinkron hálózatok tervezése

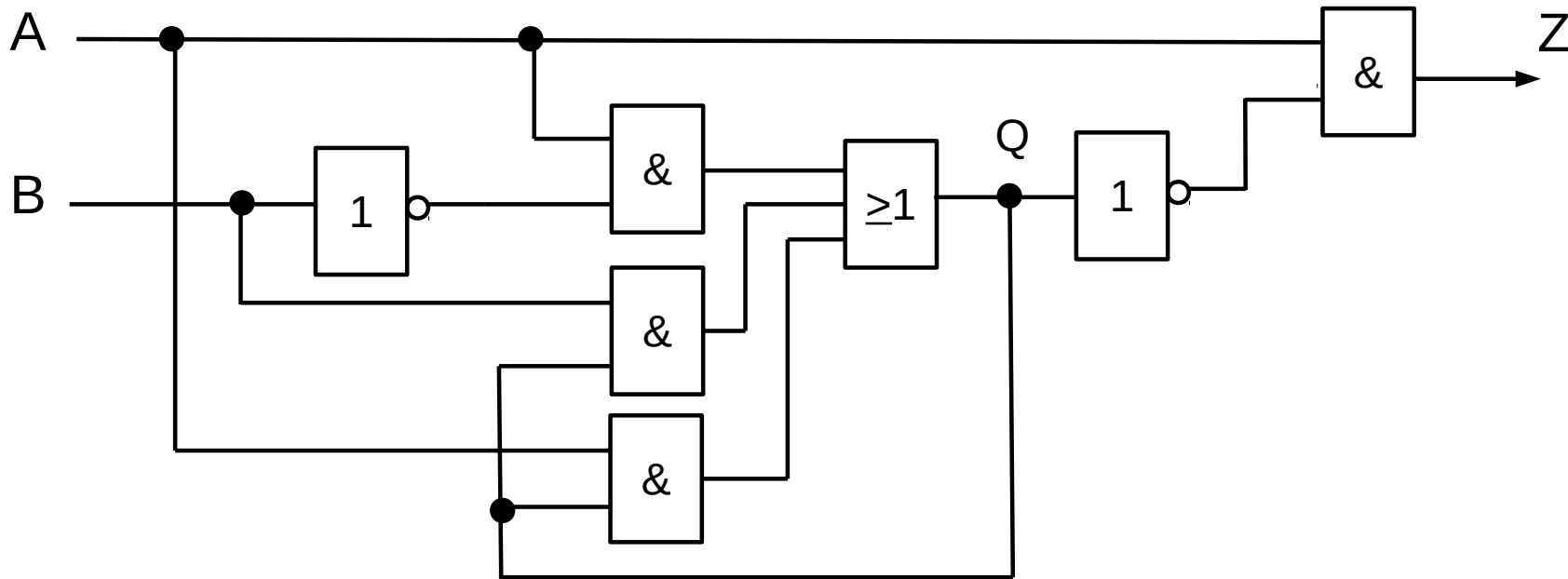
1. mintafeladat, b. verzió

Megoldás visszacsatolt kombinációs hálózattal → kiindulás közvetlenül az állapottáblából (és a kimeneti táblából)

| AB | | | | | |
|----|---|----|----|----|----|
| | | 00 | 01 | 11 | 10 |
| q | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |

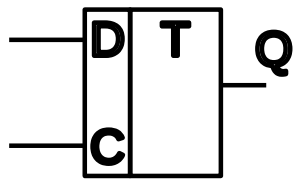
$$Z = \bar{q} * A$$

$$Q = A * \bar{B} + q * A + q * B$$



13.5. Aszinkron hálózatok tervezése

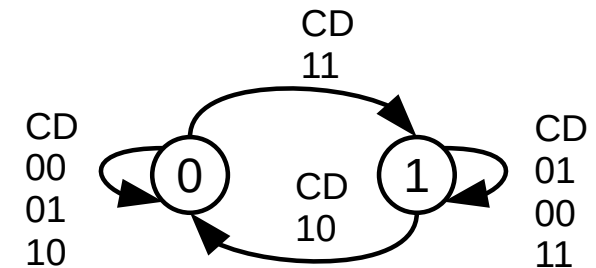
2. minta feladat: kapuzott D tároló tervezése



$C=0 \rightarrow D \text{ letiltva} \rightarrow Q = q$
 $C=1 \rightarrow D \text{ engedélyezve} \rightarrow Q = D$

C – clock \rightarrow órajel bemenet
 (vagy G , gate)

állapotdiagram



igazságtáblázata

| C | D | q | Q |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |



| | | | | | |
|---|---|----|----|----|----|
| | | CD | | | |
| | | 00 | 01 | 11 | 10 |
| q | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |



\rightarrow stabil állapotok \rightarrow lehet aszinkron is,
 mert minden bemeneti kombinációhoz
 tartozik stabil állapot

13.5. Aszinkron hálózatok tervezése

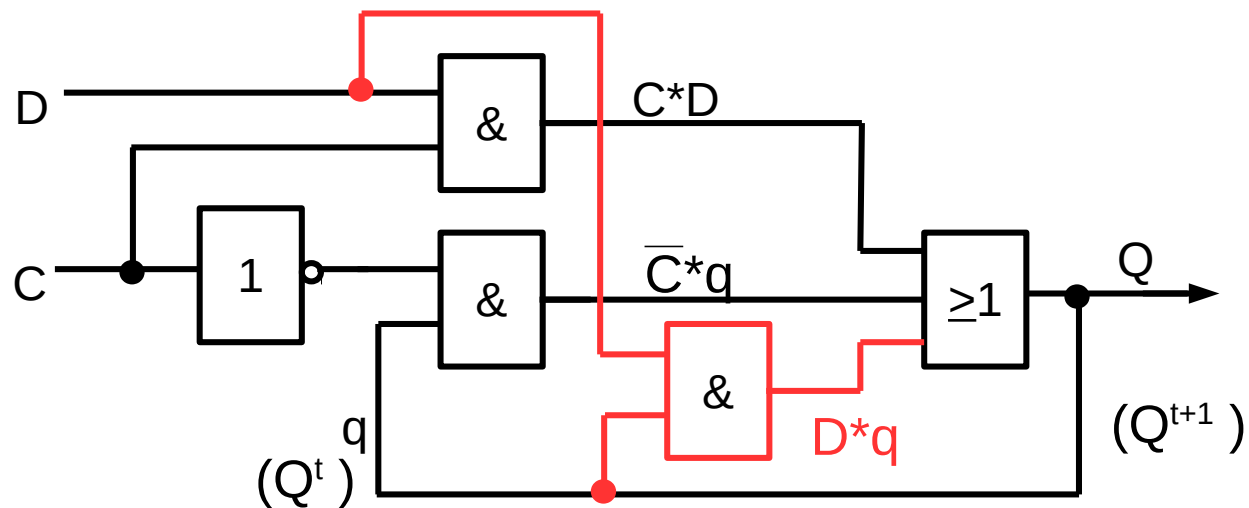
kapuzott D tároló tervezése

| | | | | | |
|----|---|----|----|----|----|
| CD | | 00 | 01 | 11 | 10 |
| q | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

$\bar{C} * q$ (points to the first column)
 $C * D$ (points to the top-right '1')
 $D * q$ (points to the bottom row)

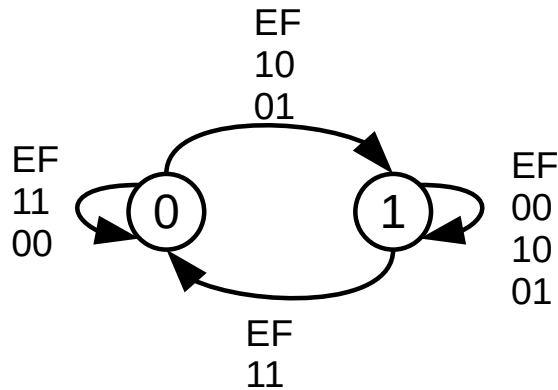
$$Q = C * D + \bar{C} * q \quad (+ D * q)$$

Hibamentes (hazárd mentes) megvalósítás miatt !!



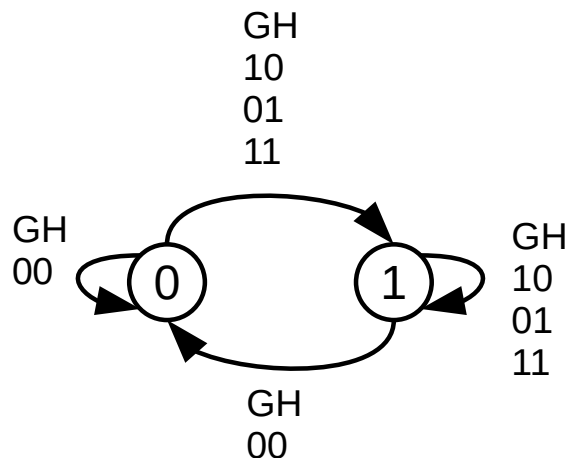
13.6. Gyakorló feladatok

1. Add meg az alábbi működésű tároló igazságtáblázatát



* Tervezd meg aszinkron hálózatként!
(visszacsatolt kombinációs hálózattal)

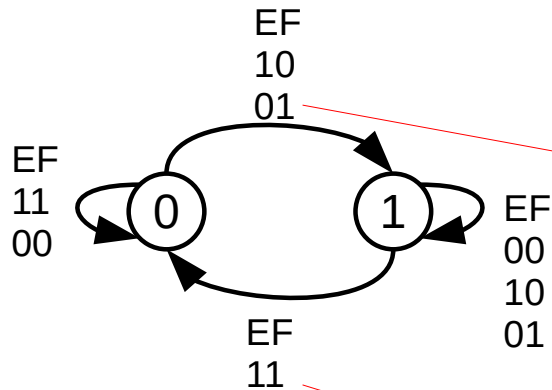
2. Add meg az alábbi működésű tároló igazságtáblázatát



* Tervezd meg aszinkron hálózatként,
aszinkron SR tárolóval !

13.6. Gyakorló feladatok

1. Megoldás. Add meg az alábbi működésű tároló igazságtáblázatát



| E | F | Q^t | Q^{t+1} |
|---|---|-------|-----------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 |

* Tervezd meg aszinkron hálózatként!
(visszacsatolt kombinációs hálózattal)

vezérlési
tábla

| | | $\bar{E} * F$ | | | | $E * \bar{F}$ | | | |
|-----------------|---|---------------|---|---|---|---------------|---|---|---|
| | | Q^t | | | | | | | |
| $\bar{E} * Q^t$ | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |

$$Q^{t+1} = E * \bar{F} + \bar{E} * F + \bar{E} * Q^t$$

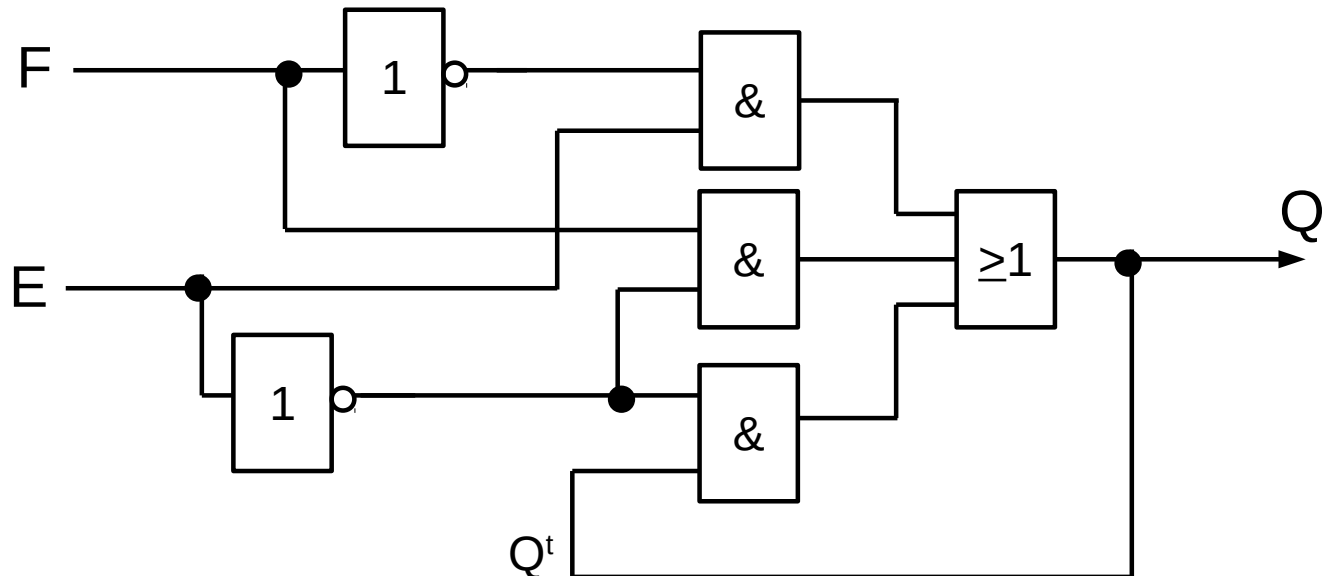
13.6. Gyakorló feladatok

1. Megoldás. Megvalósítás visszacsatolt kombinációs hálózattal

| EF | | 00 | 01 | 11 | 10 |
|----------------|---|----|----|----|----|
| Q ^t | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |

Megvalósítható, mert minden oszlopban van stabil állapot

$$Q^{t+1} = E \cdot \bar{F} + \bar{E} \cdot F + \bar{E} \cdot Q^t$$

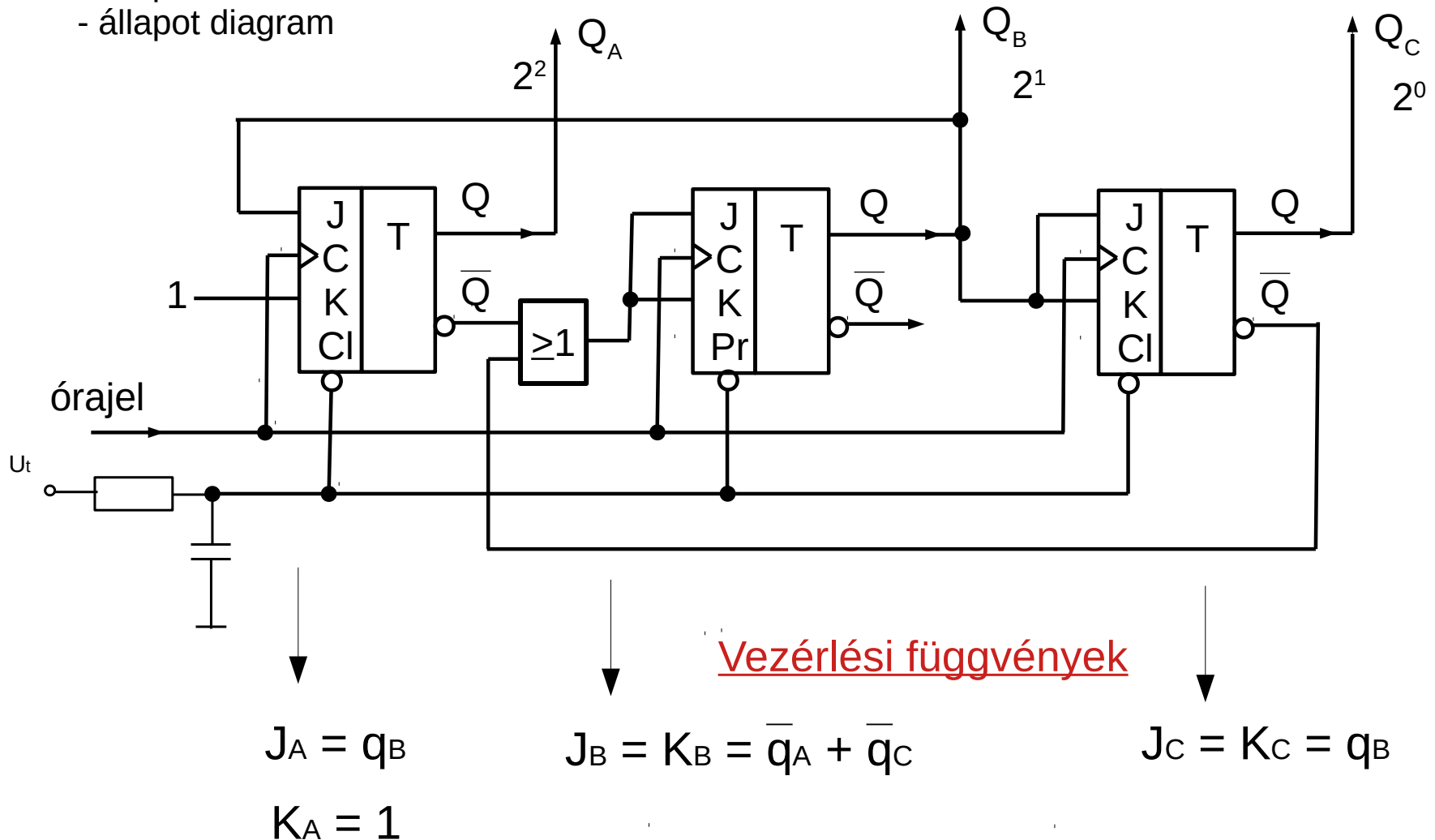


13.7. Szinkron hálózatok elemzése, analízise

1. mintapélda

az alábbi szinkron szekvenciális hálózat elemzése

- a tárolók bemeneteinek vezérlési függvényei
- állapot-átmeneti tábla
- állapot diagram



13.7. Szinkron hálózatok elemzése, analízise

1. mintapélda, megoldás

Állapot átmeneti tábla

- kitöltése a vezérlési függvények alapján
- bekapcsoláskor a kezdeti állapot $\rightarrow Q_A=Q_C=0$ és $Q_B=1$
(kondenzátor egy rövid ideig rövidzár, a feltöltődéséig !)

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | q_A | q_B | q_C | J_A | K_A | J_B | K_B | J_C | K_C | Q_A | Q_B | Q_C |
| | 0 | 0 | 0 | ? | ? 1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |
| | 0 | 0 | 1 | ? | ? 1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |
| Kezdés \rightarrow | 0 | 1 | 0 | ? 1 | ? 1 | ? 1 | ? 1 | ? 1 | ? 1 | ? 1 | ? 0 | ? 1 |
| | 0 | 1 | 1 | ? | ? 1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |
| | 1 | 0 | 0 | ? | ? 1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |
| | 1 | 0 | 1 | ? | ? 1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |
| | 1 | 1 | 0 | ? | ? 1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |
| | 1 | 1 | 1 | ? | ? 1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |

$$J_A = q_B$$

$$K_A = 1$$

$$J_B = K_B = \bar{q}_A + \bar{q}_C$$

$$J_C = K_C = q_B$$

$$q_A q_B q_C = 010$$

$$J_A = 1$$

$$J_B = K_B = \bar{0} + \bar{0} = 1$$

$$J_C = K_C = 1$$

Új állapotok számítása

$$q_A q_B q_C = 010$$

$$q_A = 0 \quad J_A = K_A = 1 \rightarrow Q_A = 1$$

$$q_B = 1 \quad J_B = K_B = 1 \rightarrow Q_B = 0$$

$$q_C = 0 \quad J_C = K_C = 1 \rightarrow Q_C = 1$$

13.7. Szinkron hálózatok elemzése, analízise

1. mintapélda, megoldás

A többi sor kitöltése hasonlóan:

- az aktuális állapotokat behelyettesítve a függvényekbe megkapjuk a bemenetek értékeit
- egy tároló új állapota pedig a jelenlegi állapota és a bemenetei alapján számítható

Következő →

| q _A | q _B | q _C | J _A | K _A | J _B | K _B | J _C | K _C | Q _A | Q _B | Q _C |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0 | 0 | 0 | ? | ? 1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |
| 0 | 0 | 1 | ? | ? 1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | ? | ? 1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |
| 1 | 0 | 0 | ? | ? 1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |
| 1 | 0 | 1 | ? 0 | ? 1 | ? 0 | ? 0 | ? 0 | ? 0 | ? 0 | ? 0 | ? 1 |
| 1 | 1 | 0 | ? | ? 1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |
| 1 | 1 | 1 | ? | ? 1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |

$$J_A = q_B$$

$$K_A = 1$$

$$J_B = K_B = \bar{q}_A + \bar{q}_C$$

$$J_C = K_C = q_B$$

$$q_A q_B q_C = 101$$

$$J_A = 0$$

$$J_B = K_B = \bar{1} + \bar{1} = 0$$

$$J_C = K_C = 0$$

Új állapotok számítása

$$q_A q_B q_C = 101$$

$$q_A = 1 \quad J_A = 0 \quad K_A = 1 \quad \rightarrow \quad Q_A = 0$$

$$q_B = 0 \quad J_B = K_B = 0 \quad \rightarrow \quad Q_B = 0$$

$$q_C = 1 \quad J_C = K_C = 0 \quad \rightarrow \quad Q_C = 1$$

13.7. Szinkron hálózatok elemzése, analízise

1. mintapélda, megoldás

Következő →

| q _A | q _B | q _C | J _A | K _A | J _B | K _B | J _C | K _C | Q _A | Q _B | Q _C |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0 | 0 | 0 | ? | ? 1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |
| 0 | 0 | 1 | ? 0 | ? 1 | ? 1 | ? 1 | ? 0 | ? 0 | ? 0 | ? 1 | ? 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | ? | ? 1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |
| 1 | 0 | 0 | ? | ? 1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | ? | ? 1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |
| 1 | 1 | 1 | ? | ? 1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |

$$q_A q_B q_C = 001$$

$$J_A = q_B = 0$$

$$J_B = K_B = \bar{q}_A + \bar{q}_C = \bar{0} + \bar{1} = 1$$

$$J_C = K_C = q_B = 0$$

Új állapotok számítása

$$q_A q_B q_C = 001$$

$$q_A = 0 \quad J_A = 0 \quad K_A = 1 \quad \rightarrow \quad Q_A = 0$$

$$q_B = 0 \quad J_B = K_B = 1 \quad \rightarrow \quad Q_B = 1$$

$$q_C = 1 \quad J_C = K_C = 0 \quad \rightarrow \quad Q_C = 1$$

13.7. Szinkron hálózatok elemzése, analízise

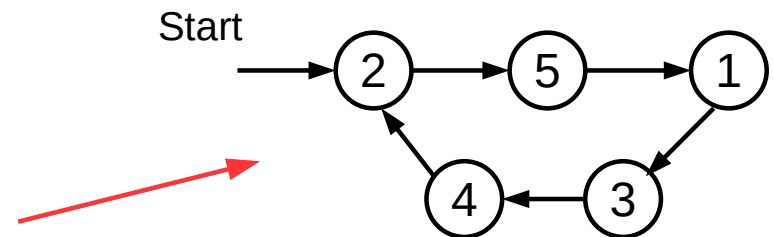
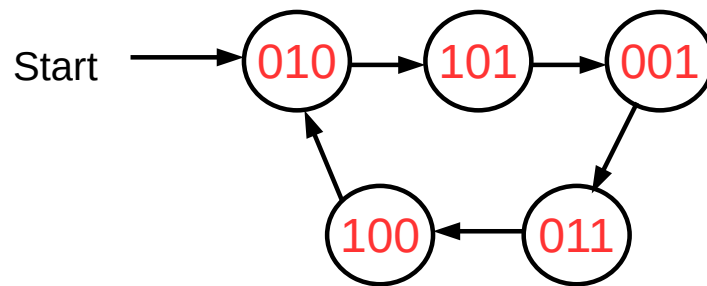
1. mintapélda, megoldás

Tovább számolva, 011 állapot után 100 jön majd újra 010 (kezdő állapot)

| q _A | q _B | q _C | J _A | K _A | J _B | K _B | J _C | K _C | Q _A | Q _B | Q _C |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0 | 0 | 0 | ? | ? 1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | ? | ? 1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |
| 1 | 1 | 1 | ? | ? 1 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |

Állapot diagram

Tehát csak öt állapotba kerülhet
elvileg 010 → 101 → 001 → 011 → 100



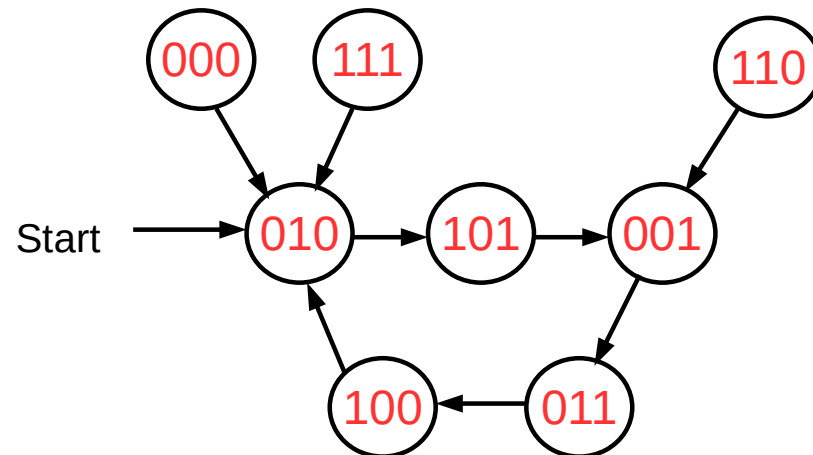
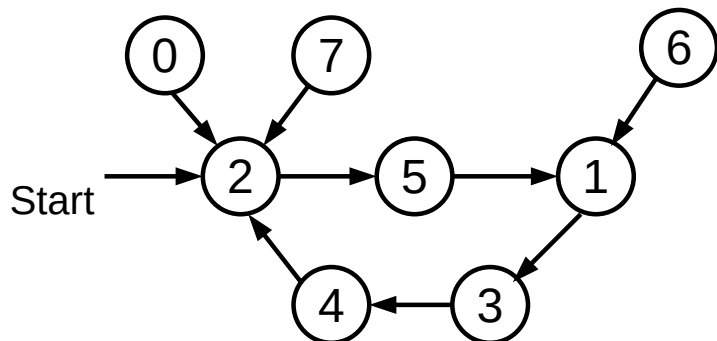
13.7. Szinkron hálózatok elemzése, analízise

1. mintapélda, megoldás

A teljes állapot diagramhoz a maradék 3 állapot átmenet kiszámolására is szükség van

| q _A | q _B | q _C | J _A | K _A | J _B | K _B | J _C | K _C | Q _A | Q _B | Q _C |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |

Állapot diagram (teljes)



13.8. Szinkron hálózatok tervezése 3.

1. minta feladat: számláló áramkör tervezése

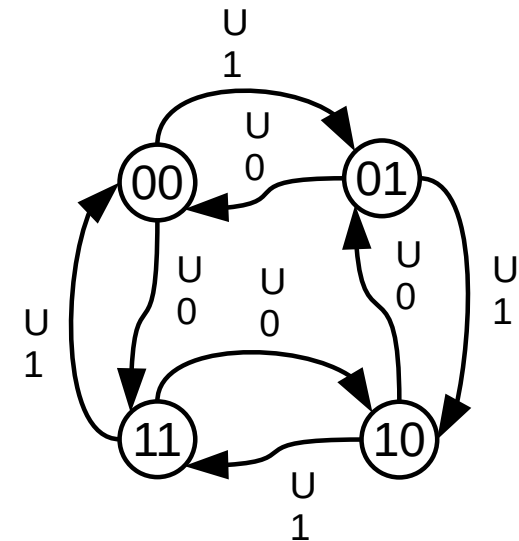
Tervezzünk 2 bites számlálót, amely felfelé számol ($00 \rightarrow 01 \rightarrow 10 \rightarrow 11 \rightarrow 00 \rightarrow \dots$) ha az U vezérlő bemenet 1-es, és visszafele számol ha $U=0$ értékű

4 állapot van \rightarrow 2 állapotváltozó (Q_1 és Q_2)

Igazságtáblázata (állapotátmeneti tábla)

| U | q ₂ | q ₁ | Q ₂ | Q ₁ |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

állapotdiagram



a. megtervezése JK tárolókkal !

b. megtervezése D tárolókkal !

13.8. Szinkron hálózatok tervezése 3.

1. mintafeladat, a. megoldás

JK tárolók vezérlési függvényeinek meghatározása

| U | q ₂ | q ₁ | Q ₂ | Q ₁ | J ₂ | K ₂ | J ₁ | K ₁ |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | ? | ? | ? | ? |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | ? | ? | ? | ? |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | ? | ? | ? | ? |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | ? | ? | ? | ? |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | ? | ? | ? | ? |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | ? | ? | ? | ? |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | x | 0 | 1 | x |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | ? | ? | ? | ? |

Hogyan kell vezérelni a tárolók bemeneteit, hogy a kívánt állapot átmenetek jöjjenek létre ?

$q_2 \rightarrow Q_2$ és $q_1 \rightarrow Q_1$ állapot változásokat most egymástól függetlenül kell vizsgálni !!

pl. $q_2 \rightarrow Q_2$ nem változik ($1 \rightarrow 1$) \rightarrow hogyan vezéreljük J₂ és K₂ bemeneteket ?
és $q_1 \rightarrow Q_1$ állapot változik ($0 \rightarrow 1$) \rightarrow hogyan vezéreljük J₁ és K₁ bemeneteket ?
Megoldás \rightarrow K₂ = 0 és J₂ = bármi, K₁ = bármi és J₁ = 1

13.8. Szinkron hálózatok tervezése 3.

1. mintafeladat, a. megoldás

JK tárolók vezérlési függvényeinek meghatározása

| U | q ₂ | q ₁ | Q ₂ | Q ₁ | J ₂ | K ₂ | J ₁ | K ₁ |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | x | 1 | x |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | x | x | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | x | 1 | 1 | x |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | x | 0 | x | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | x | 1 | x |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | x | x | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | x | 0 | 1 | x |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | x | 1 | x | 1 |

vezérlési táblák

J₁

| U \ q ₂ q ₁ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|-----------------------------------|----|----|----|----|
| 0 | 1 | x | x | 1 |
| 1 | 1 | x | x | 1 |

K₁

| U \ q ₂ q ₁ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|-----------------------------------|----|----|----|----|
| 0 | x | 1 | 1 | x |
| 1 | x | 1 | 1 | x |

J₂

| U \ q ₂ q ₁ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|-----------------------------------|----|----|----|----|
| 0 | 1 | 0 | x | x |
| 1 | 0 | 1 | x | x |

$\bar{U} \cdot \bar{q}_1$ (points to cell 00,0)
 $U \cdot q_1$ (points to cell 01,1)

K₂

| U \ q ₂ q ₁ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|-----------------------------------|----|----|----|----|
| 0 | x | x | 0 | 1 |
| 1 | x | x | 1 | 0 |

$\bar{U} \cdot \bar{q}_1$ (points to cell 00,0)
 $U \cdot q_1$ (points to cell 11,1)

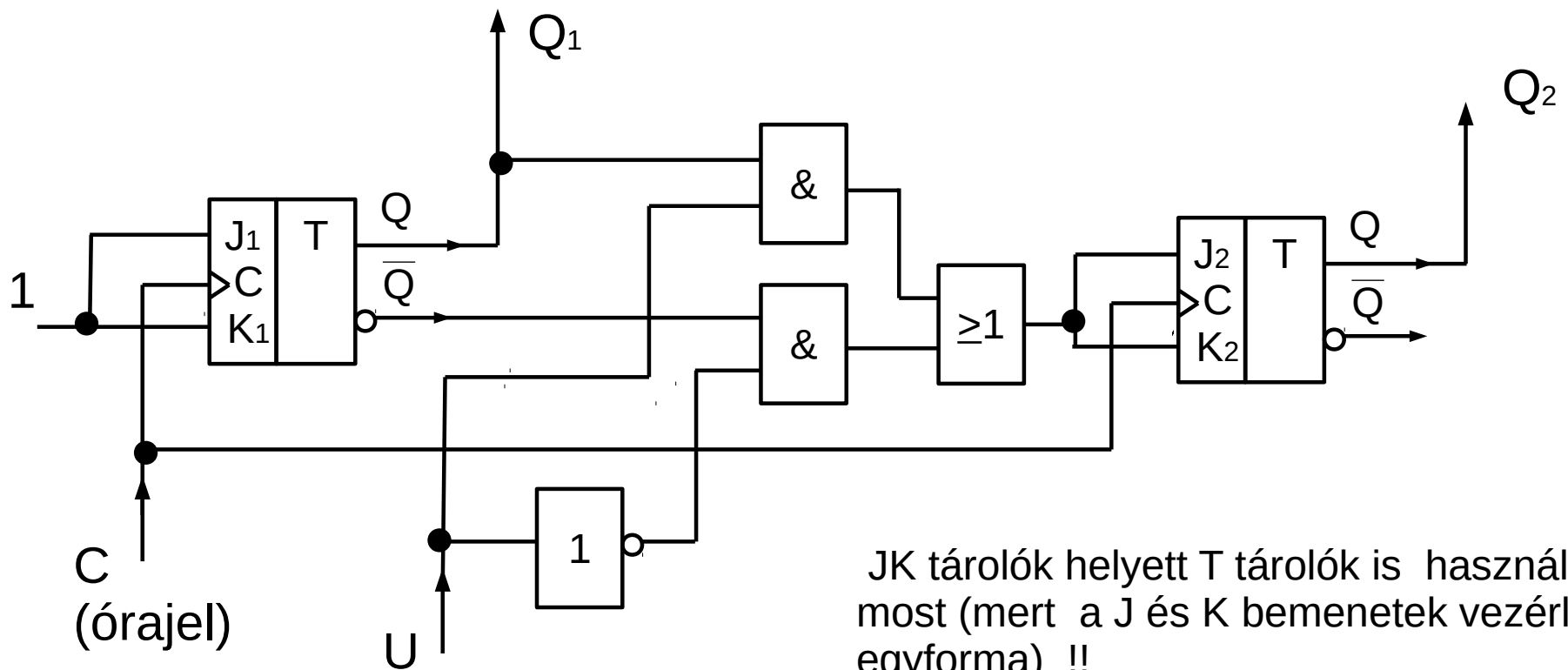
13.8. Szinkron hálózatok tervezése 3.

1. mintafeladat, a. megoldás

vezérlési függvények \longrightarrow $J_2 = K_2 = \bar{U} * \bar{q}_1 + U * q_1$

$$J_1 = K_1 = 1$$

Kapcsolási rajz



JK tárolók helyett T tárolók is használhatók most (mert a J és K bemenetek vezérlése egyforma) !!

13.8. Szinkron hálózatok tervezése 3.

1. mintafeladat, b. megoldás (D tárolókkal)

D tárolók vezérlési függvényeinek meghatározása

| U | q ₂ | q ₁ | Q ₂ | Q ₁ | D ₂ | D ₁ |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

vezérlési táblák

D₁

| | | | | | |
|-------------|---|-------------------------------|----|----|----|
| | | q ₂ q ₁ | | | |
| | U | 00 | 01 | 11 | 10 |
| \bar{q}_1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |

$$D_1 = \bar{q}_1$$

D₂

| | | | | | |
|---|---|-------------------------------|----|----|----|
| | | q ₂ q ₁ | | | |
| | U | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |

Nem lehet egyszerűsíteni !! → bonyolult

$$D_2 = \bar{U} \cdot \bar{q}_2 \cdot \bar{q}_1 + \bar{U} \cdot q_2 \cdot q_1 + U \cdot \bar{q}_2 \cdot q_1 + U \cdot q_2 \cdot \bar{q}_1$$