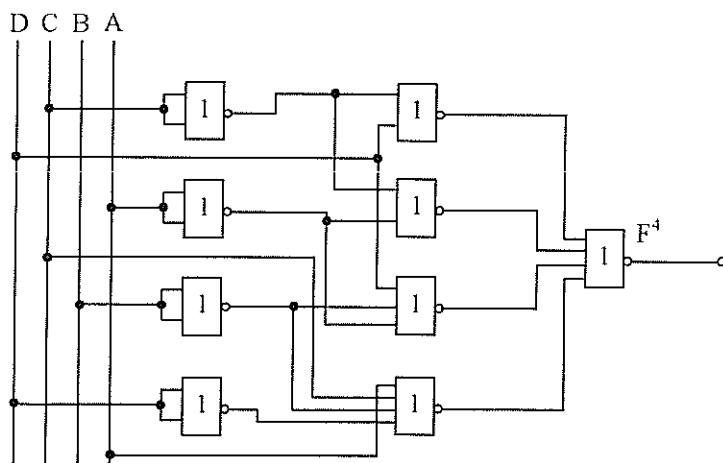


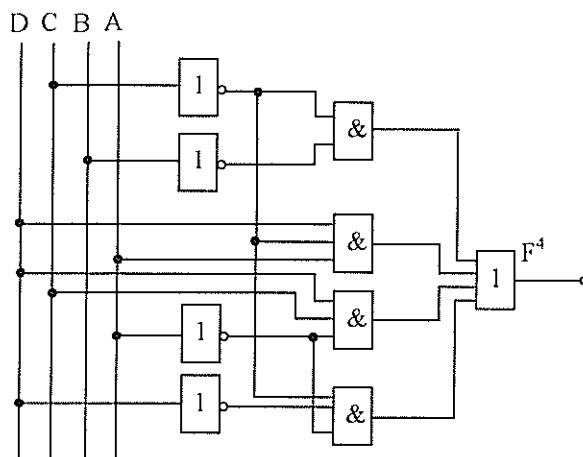
Az egyszerűsített függvény: $F^4 = (D + \bar{C}) \cdot (\bar{C} + \bar{A}) \cdot (D + \bar{B} + \bar{A}) \cdot (\bar{D} + C + \bar{B} + A)$.

A függvény NOR kapus realizálása a 6.7. ábrán látható.



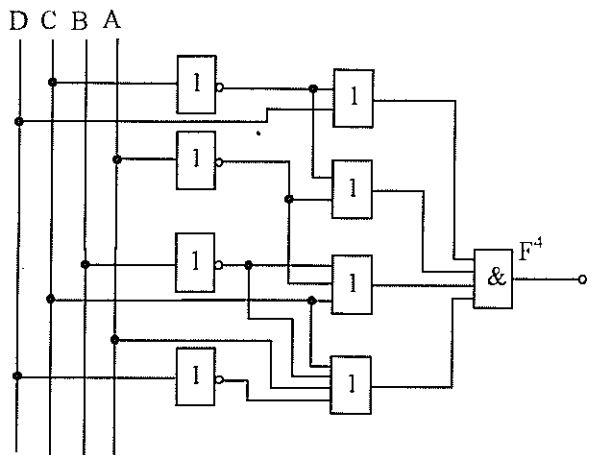
6.7. ábra

A két függvény NÉV rendszerben történő realizálása a 6.8. ábrán látható.



$$F^4 = \bar{C} \cdot \bar{B} + D \cdot \bar{C} \cdot A + D \cdot C \cdot \bar{A} + \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot \bar{A}$$

6.8. ábra (első egyenlet)



$$F^4 = (D + \bar{C}) \cdot (\bar{C} + \bar{A}) \cdot (D + \bar{B} + \bar{A}) \cdot (\bar{D} + C + \bar{B} + A)$$

6.8. ábra (második egyenlet)

3. példa

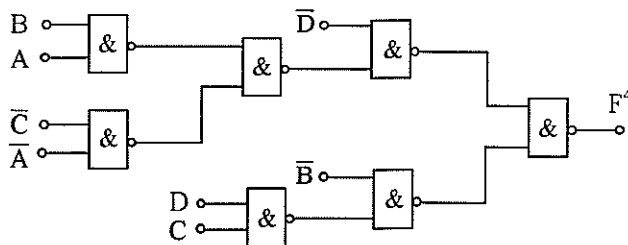
Realizáljuk egyszerűsítés után kétbemenetű NAND és kétbemenetű NOR kapukkal az $F^4 = \Sigma^4(0,2,3,4,5,7,8,9,12,13)$ függvényt! A változók ponált és negált formában is rendelkezésre állnak.

Megoldás

Az egyszerűsített függvény: $F^4 = \bar{D} \cdot B \cdot A + D \cdot \bar{B} + \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot \bar{A} + C \cdot \bar{B}$ (vagy: $F^4 = \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot B + D \cdot \bar{B} + \bar{B} \cdot \bar{A} + \bar{D} \cdot C \cdot A$).

A függvény kiemeléssel olyan alakra hozható, amely alkalmas kétbemenetű kapukkal történő realizálásra: $F^4 = \bar{D} \cdot (B \cdot A + \bar{C} \cdot \bar{A}) + \bar{B} \cdot (D + C)$.

A függvény realizálása NAND kapukkal 6.9. ábrán látható.

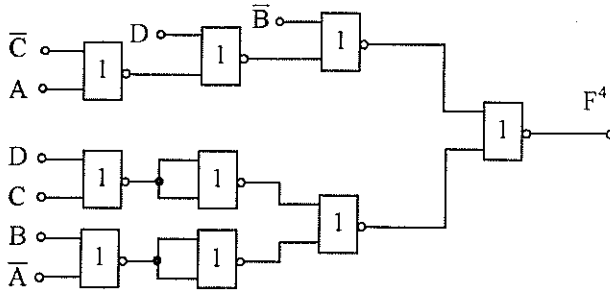


6.9. ábra

Átalakítás és egyszerűsítés után: $F^4 = (\bar{D} + \bar{B}) \cdot (\bar{C} + \bar{B} + A) \cdot (D + C + B + \bar{A})$.

Az első két változócsoporthot kiemeléssel alkalmassá lehet tenni a kétbemenetű kapukkal történő realizálásra. A harmadik változócsoporthot csak inverterrel történő szinteltolással realizálható. Az ehhez szükséges csoportosítást zárójelekkel mutatjuk: $F^4 = (\bar{B} + \bar{D} \cdot (\bar{C} + A)) \cdot ((D + C) + B + A)$.

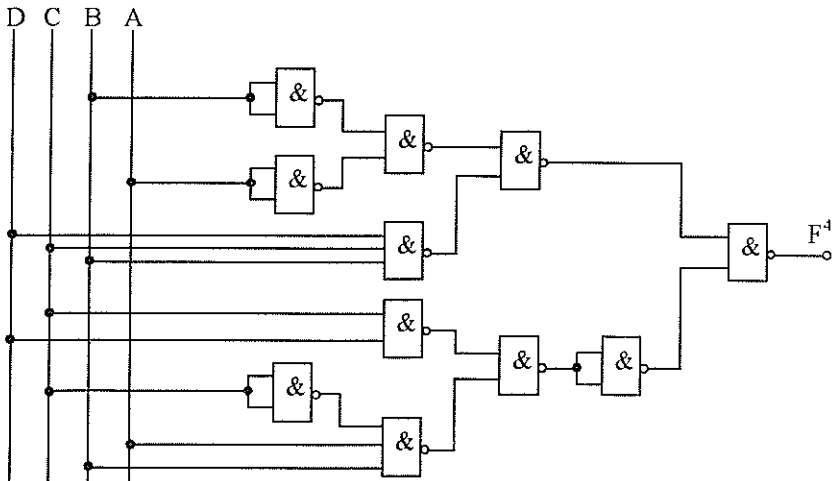
A függvény realizálása NOR kapukkal a 6.10. ábrán látható.



6.10. ábra

4. példa

Határozzuk meg, hogy milyen bemeneti vezérlés esetén keletkezik dinamikus hazárd a 6.11. ábrán látható kombinációs hálózatban! Alakítsuk át úgy az áramkört, hogy megszűnjön a hazárd!

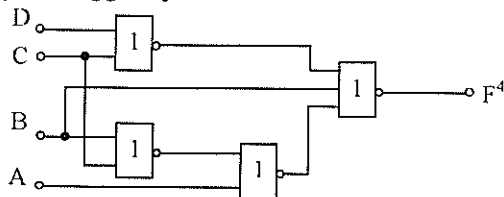


6.11. ábra

Megoldás

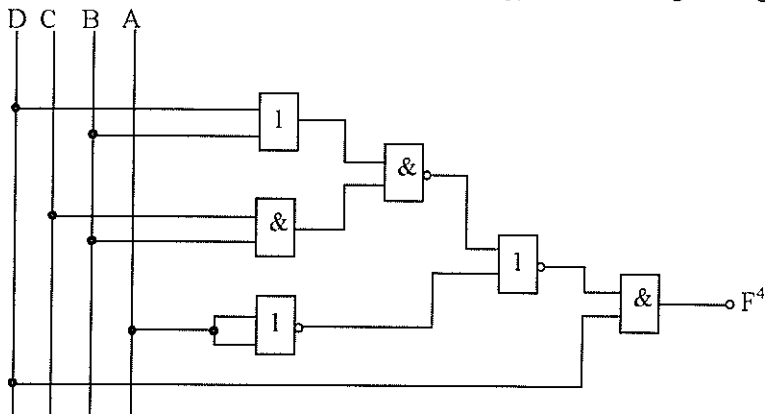
A felső logikai hálózat az $F^4 = \bar{B} \cdot \bar{A} + D \cdot C \cdot B$ függvényt, az alsó hálózat az $F^4 = D \cdot C + \bar{C} \cdot B \cdot A$ függvényt valósítja meg. A mintermtáblázatban ábrázolt függvények a 6.12. ábrán láthatók.

6.3.2. Írjuk fel a **6.14.** ábrán látható NOR kapukból álló kombinációs hálózat egyszerűsített logikai függvényét!



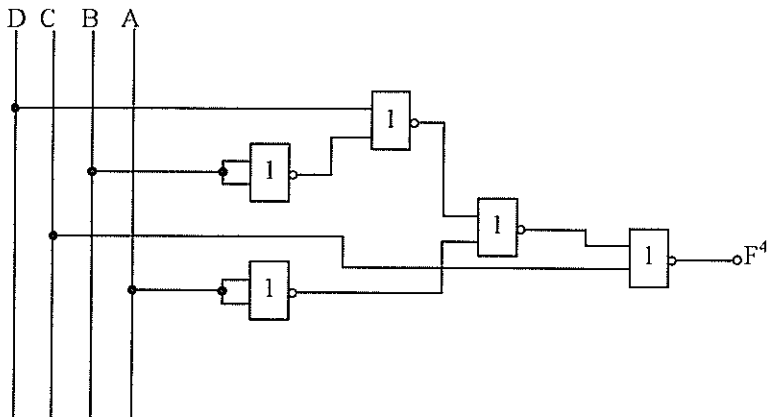
6.14. ábra

6.3.3 Írjuk fel a **6.15.** ábra kombinációs hálózatának egyszerűsített logikai függvényét!



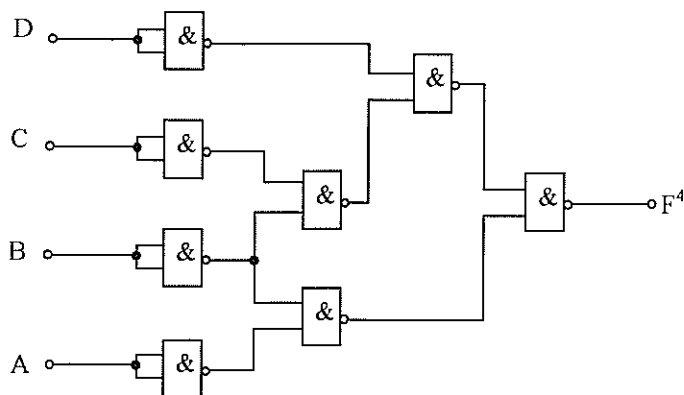
6.15. ábra

6.3.4. Írjuk fel a **6.16.** ábrán látható kombinációs hálózat logikai függvényének diszjunktív és konjunktív sorszámos alakját!



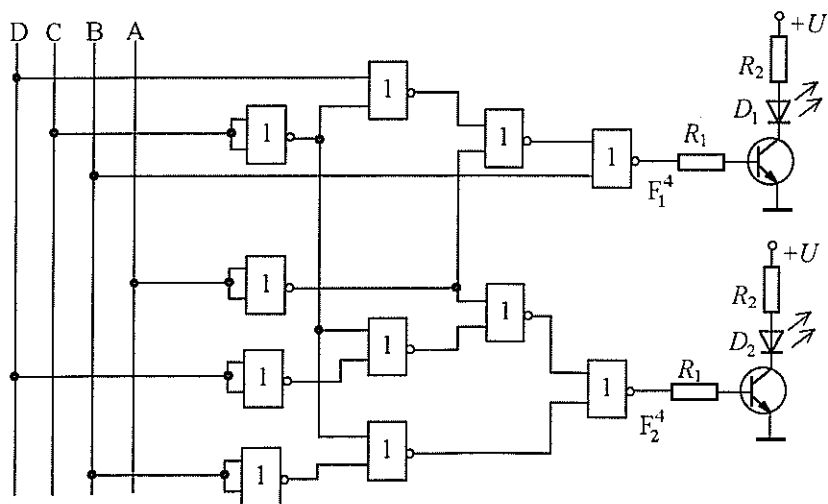
6.16. ábra

6.3.5. Írjuk fel a 6.17. ábrán látható kombinációs hálózat logikai függvényének konjunktív és diszjunktív sorszámos alakját!



6.17. ábra

6.3.6. Írjuk fel milyen logikai függvény szerint világít a 6.18. ábrán látható hálózatban a D_1 és D_2 LED.



6.18. ábra

6.3.7. Egyszerűsítés után realizáljuk NAND kapukkal a következő függvényeket! A változók ponált és negált formában is rendelkezésre állnak.

- a) $F^3 = \Sigma^3(0,1,2,5,6)$
- b) $F^3 = \Sigma^3(1,2,3,6,7)$
- c) $F^3 = \Pi^3(0,3,4,6,7)$
- d) $F^3 = \Pi^3(2,3,6,7)$
- e) $F^4 = \Pi^4(0,2,3,13,14,15)$
- f) $F^4 = \Pi^4(0,1,2,3,6,7,14,15)$
- g) $F^4 = \Pi^4(5,6,7,8,11,12,13)$
- h) $F^4 = \Pi^4(0,1,9,10,11,14,15)$
- i) $F^4 = \Pi^4(3,4,5,6,11,15; \text{hat.: } 7,8,10)$
- j) $F^4 = \Pi^4(2,3,10; \text{hat.: } 0,5,11)$

6.3.8. Egyszerűsítés után realizáljuk NOR kapukkal a következő függvényeket! A változók ponált és negált formában is rendelkezésre állnak.

- a) $F^3 = \Pi^3(0,1,3,7)$
- b) $F^3 = \Pi^3(1,3,4,6)$
- c) $F^3 = \Pi^3(1,3,5)$
- d) $F^3 = \Sigma^3(0,1,6,7)$
- e) $F^4 = \Sigma^4(1,5,7,9,13,15)$
- f) $F^4 = \Sigma^4(0,1,4,5,10,11,12)$
- g) $F^4 = \Sigma^4(1,2,3,9,10,11)$
- h) $F^4 = \Sigma^4(0,1,2,3,8,9,14,15)$
- i) $F^4 = \Pi^4(3,8,9,11; \text{hat.: } 1,2,5,10)$
- j) $F^4 = \Sigma^4(4,5,6,13,15; \text{hat.: } 0,1,2,7,9,10)$

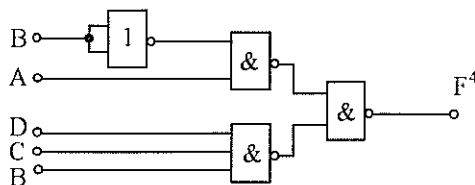
6.3.9. Egyszerűsítés után realizáljuk NÉV rendszerben a következő függvényeket! A változók ponált és negált formában is rendelkezésre állnak.

- a) $F^3 = \Pi^3(0,2,4,5)$
- b) $F^4 = \Sigma^4(0,1,4,5,10,11)$
- c) $F^4 = \Pi^4(0,2,5,8,10,13,15)$
- d) $F^4 = \Sigma^4(0,1,6,12; \text{hat.: } 2,4,5,14)$

6.3.10. Realizáljuk egyszerűsítés után kétbemenetű NAND és kétbemenetű NOR kapukkal a következő függvényeket! A változók ponált és negált formában is rendelkezésre állnak.

- a) $F^4 = \Sigma^4(0,2,5,7,8,10)$
- b) $F^4 = \Sigma^4(0,1,6,7,10,11)$
- c) $F^4 = \Sigma^4(0,1,2,4,8,10,11,12,13,14,15)$
- d) $F^3 = \Pi^3(1,3,7)$

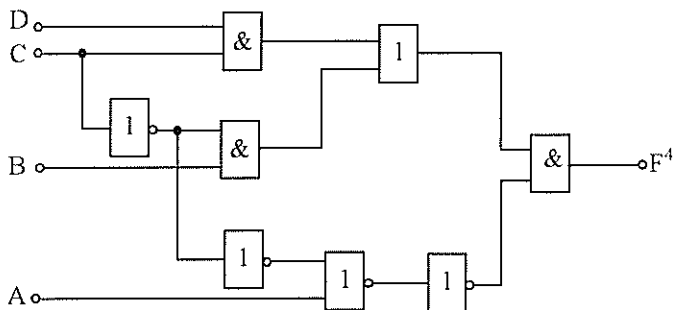
- 6.3.11.** Határozzuk meg, hogy milyen bemeneti vezérlésnél jelentkezik hazard a **6.19.** ábrán látható kombinációs hálózatonál! Végezzük el a hálózat hazardmentesítését!



6.19. ábra

- 6.3.12.** Határozzuk meg, hogy milyen bemeneti vezérlésnél fordul elő hazard az $F^4 = \Sigma^4(3,7,8,10,11,15)$ függvényt megvalósító kombinációs hálózatonál! Végezzük el a hazardmentesítést!

- 6.3.13.** Határozzuk meg azt a logikai függvényt, amely hazardmentessé teszi a **6.20.** ábrán látható kombinációs hálózatonál!



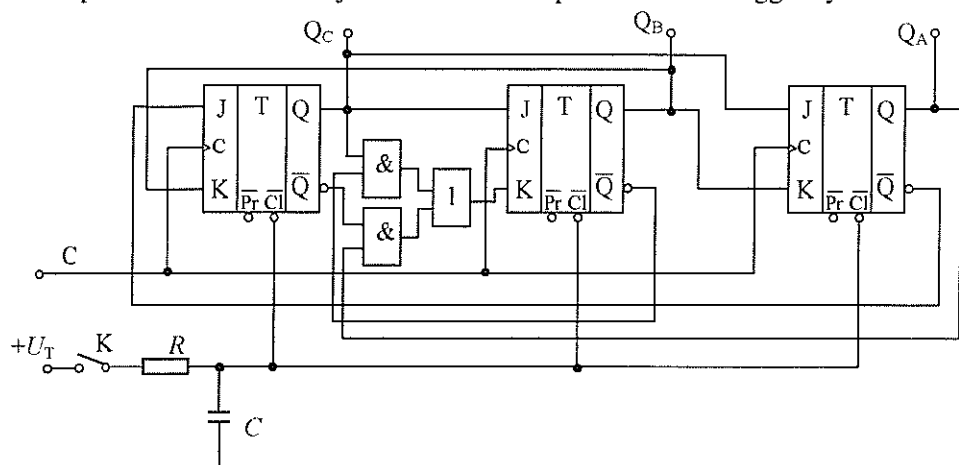
6.20. ábra

- 6.3.14.** Készítsünk olyan kombinációs hálózatonál, amely a kimenetén $F=1$ jelzést ad, ha a bemenetére a decimális 1,3,5,7 számnak megfelelő háromtöbblletes kódszám érkezik! A 0,2,4,6,8 decimális számoknak megfelelő háromtöbblletes kódszámok esetén a kimenet határozatlannak tekinthető, egyéb esetekben pedig $F=0$. A kombinációs hálózat felépítéséhez NAND kapukat használjunk!
- 6.3.15.** Készítsünk olyan kombinációs hálózatonál NAND, majd NOR kapukból, amely a kimenetén $F=0$ -val jelez, ha a négy bemeneti vonalára bináris kódban értelmezve páros szám, vagy a 7-es szám érkezik! A változók csak ponált formában állnak rendelkezésünkre.
- 6.3.16.** Készítsünk olyan kombinációs hálózatonál kétbemenetű NOR kapukkal, amely a kimenetén $F=1$ -gyel jelez, ha a négy bemeneti vonalára kettőnél több „1”-es érkezik! A változók ponált és negált formában is rendelkezésre állnak.

6.4. Sorrendi hálózatok analízise és realizálása

1. példa

Határozzuk meg a 6.21. ábrán látható szinkron sorrendi (szekvenciális) hálózat K kapcsolójának zárása után a Q_C , Q_B , Q_A kimeneteken az órajelek hatására kialakuló állapotsorozatot! Ábrázoljuk a kimeneti állapotokat az idő függvényében!



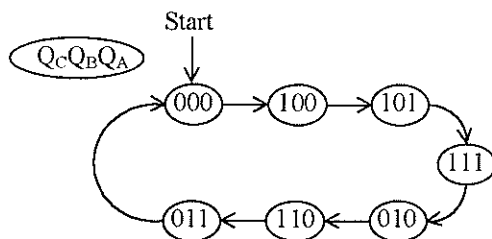
6.21. ábra

Megoldás

A K kapcsoló zárása után a tárolók a sztatikus törlőbemenetükön keresztül törlődnek, ezért a kiinduló állapot: $Q_C=0$; $Q_B=0$; $Q_A=0$. A vezérlési függvények: $J_C = \overline{Q_A}$; $K_C = Q_B$; $J_B = Q_A$; $K_B = Q_C \cdot \overline{Q_B} + \overline{Q_C} \cdot Q_A$; $J_A = Q_C$; $K_A = Q_B$. Az állapotátmeneti táblázat:

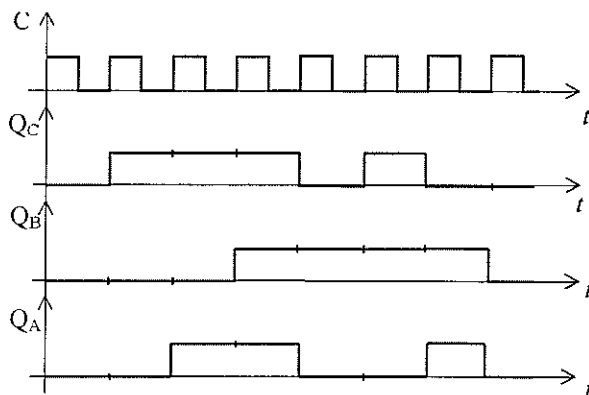
n									$n+1$		
Q_C	Q_B	Q_A	J_C	K_C	J_B	K_B	J_A	K_A	Q_C	Q_B	Q_A
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1
0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0
0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0
1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1
1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1
1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0

Az állapotátmeneti tábla alapján felrajzolható a 6.22. ábrán látható állapotdiagram.

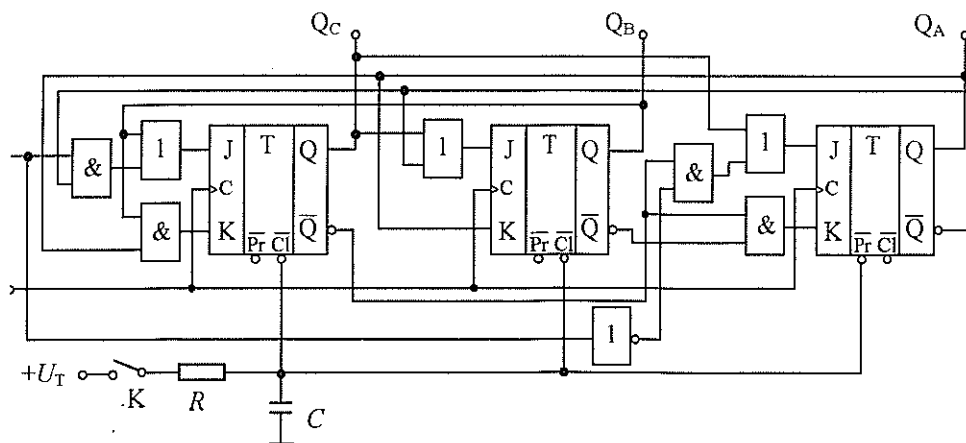


6.22. ábra.

Az idő függvényében az áramkör zárt ciklusát ábrázoljuk. Ez látható a 6.23. ábrán.



6.23. ábra



6.24. ábra

2. példa

Határozzuk meg a 6.24. ábrán látható szinkron sorrendi hálózat állapotdiagramját! Az F bit egy külső rendszerből érkező feltételbit.

Megoldás

A vezérlési függvények:

$$J_C = Q_B + F \cdot \overline{Q_A}; J_B = Q_C + \overline{Q_A}; J_A = Q_C + \overline{F} \cdot \overline{Q_C}.$$

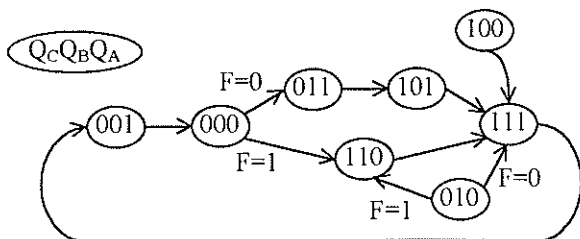
$$K_C = Q_B \cdot Q_A; K_B = Q_A; K_A = \overline{Q_C} \cdot \overline{Q_B}.$$

Az állapotátmeneti táblázat:

n			$J_C K_C$	$J_B K_B$	$J_A K_A$	$n + 1$					
Q_C	Q_B	Q_A				$Q_C Q_B Q_A$					
						$F=0$			$F=1$		
0	0	0	F 0	1 0	$\overline{F}$ 1	0 1 1			1 1 0		
0	0	1	0 0	0 1	$\overline{F}$ 1	0 0 0			0 0 0		
0	1	0	1 0	1 0	$\overline{F}$ 0	1 1 1			1 1 0		
0	1	1	1 1	0 1	$\overline{F}$ 0	1 0 1			1 0 1		
1	0	0	F 0	1 0	1 0	1 1 1			1 1 1		
1	0	1	0 0	1 1	1 0	1 1 1					
1	1	0	1 0	1 0	1 0	1 1 1					
1	1	1	1 1	1 1	1 0	0 0 1					

A hálózat az 100 és a 010 állapotokat soha nem veszi fel, mert bekapcsoláskor a sztatikus bemenetek vezérlése miatt a tárolók a 001 állapotba kerülnek. Az órajelek hatására ezután már az állapotdiagramon látható ciklikus működés jellemzi a hálózatot.

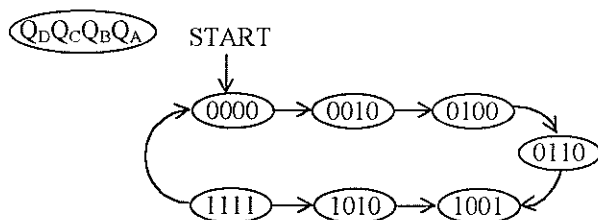
Az állapotdiagram az 6.25. ábrán látható.



6.25. ábra

3. példa

Készítsünk olyan szinkron sorrendi hálózatot, amely a 6.26. ábrán látható állapotdiagram szerint működik! A realizáláshoz J - K tárolókat és tetszőleges kapuáramköröket használhatunk.



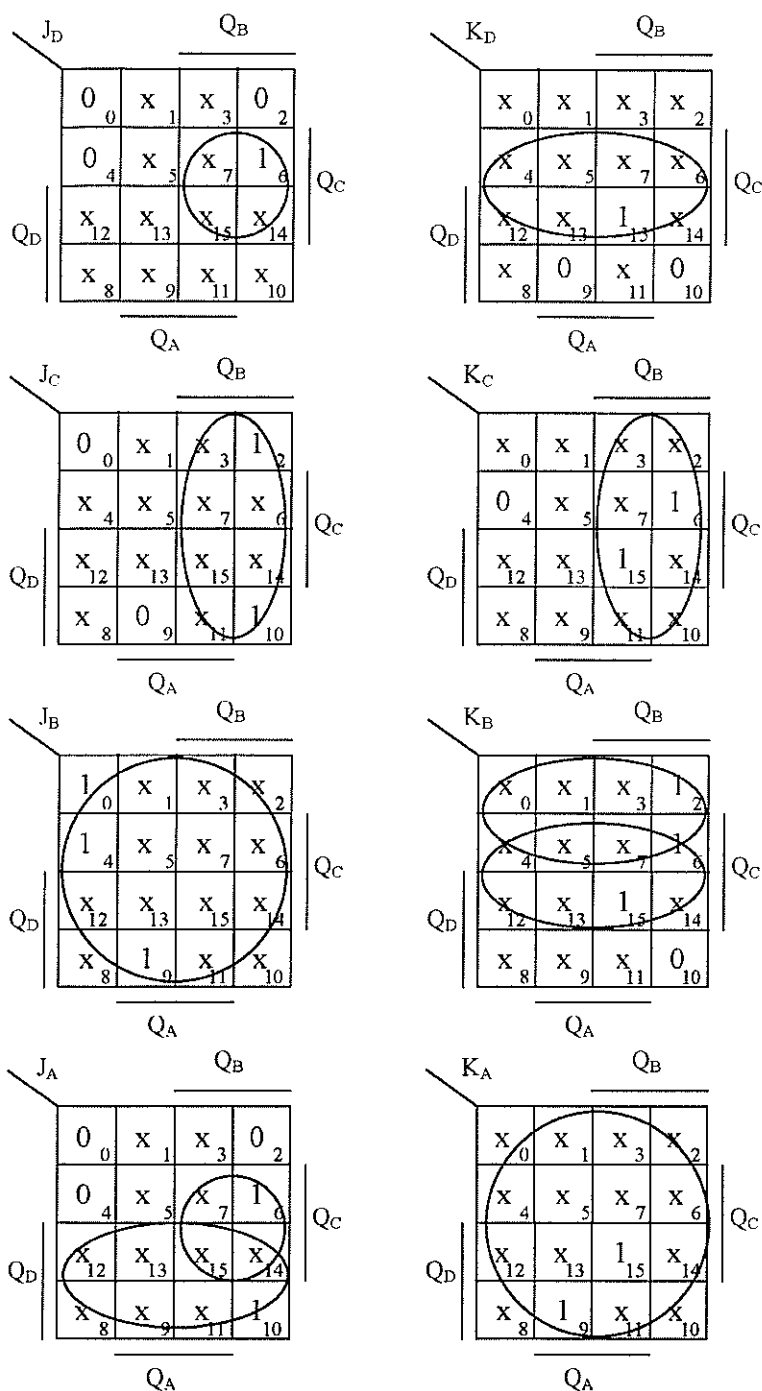
6.26. ábra

Megoldás

Az állapotdiagram alapján felírható az állapotátmeneti táblázat:

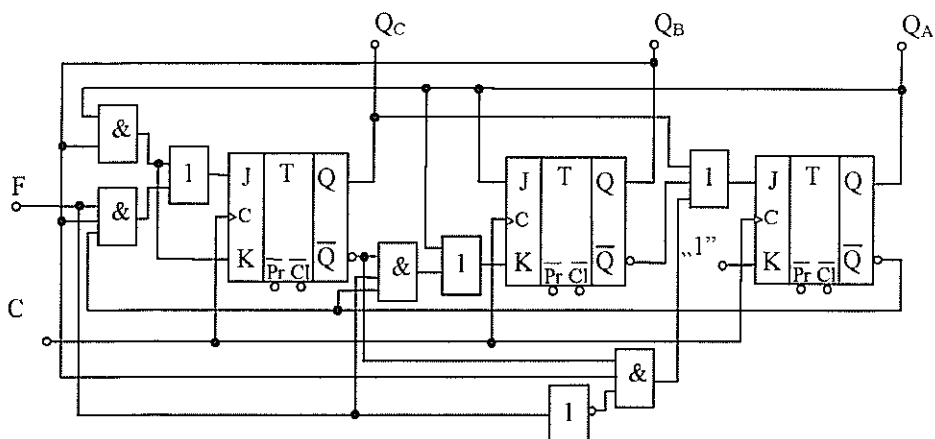
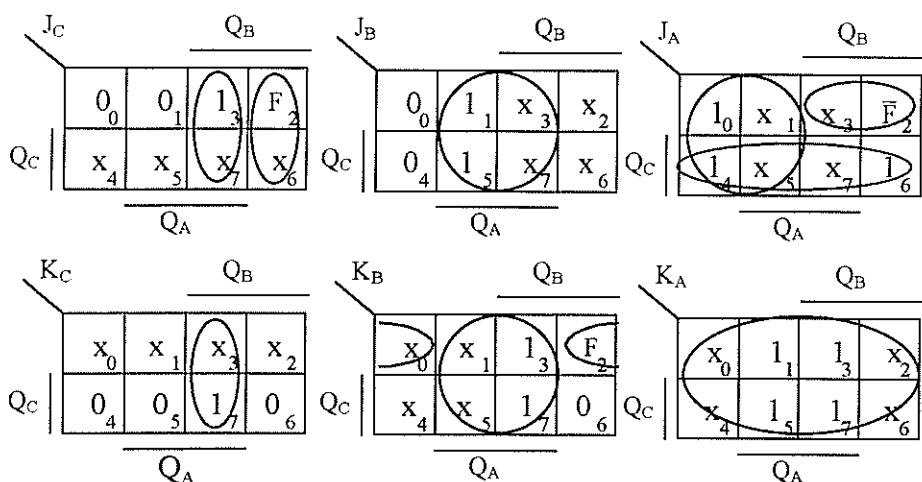
n				$n+1$											
Q_D	Q_C	Q_B	Q_A	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A	J_D	K_D	J_C	K_C	J_B	K_B	J_A	K_A
0	0	0	0	0	0	1	0	0	x	0	x	1	x	0	x
0	0	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
0	0	1	0	0	1	0	0	0	x	1	x	x	1	0	x
0	0	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
0	1	0	0	0	1	1	0	0	x	x	0	1	x	0	x
0	1	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
0	1	1	0	1	0	0	1	1	x	x	1	x	1	1	x
0	1	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	0	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	0	0	1	1	0	1	0	x	0	0	x	1	x	x	1
1	0	1	0	1	1	1	1	x	0	1	x	x	0	1	x
1	0	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	1	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	1	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	1	1	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	1	1	1	0	0	0	0	x	1	x	1	x	1	x	1

A J - K tárolók vezérlési függvényeinek V - K tábláit a 6.27. ábra mutatja.



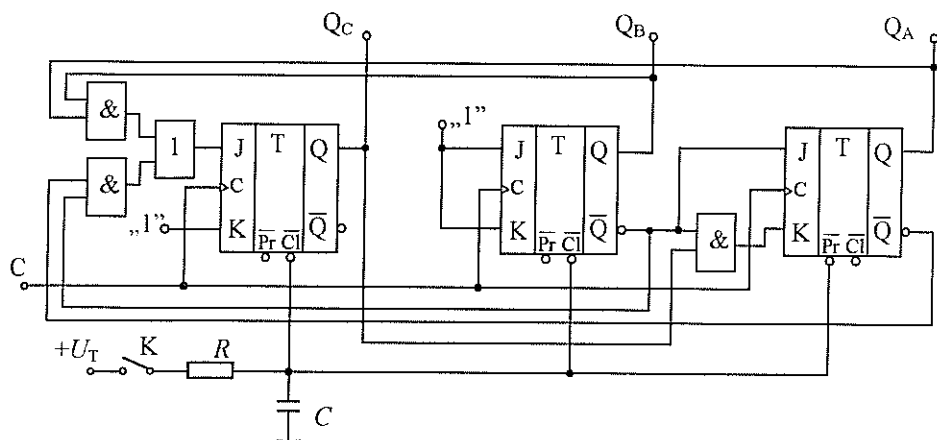
6.27. ábra

n	n+1			
$Q_C Q_B Q_A$	$Q_C Q_B Q_A$	$J_C K_C$	$J_B K_B$	$J_A K_A$
	$F=0 \quad F=1$			
0 0 0	0 0 1	0 x	0 x	1 x
0 0 1	0 1 0	0 x	1 x	x 1
0 1 0	0 1 1	F x	x F	$\bar{F}$ x
0 1 1	1 0 0	1 x	x 1	x 1
1 0 0	1 0 1	x 0	0 x	1 x
1 0 1	1 1 0	x 0	1 x	x 1
1 1 0	1 1 1	x 0	x 0	1 x
1 1 1	0 0 0	x 1	x 1	x 1



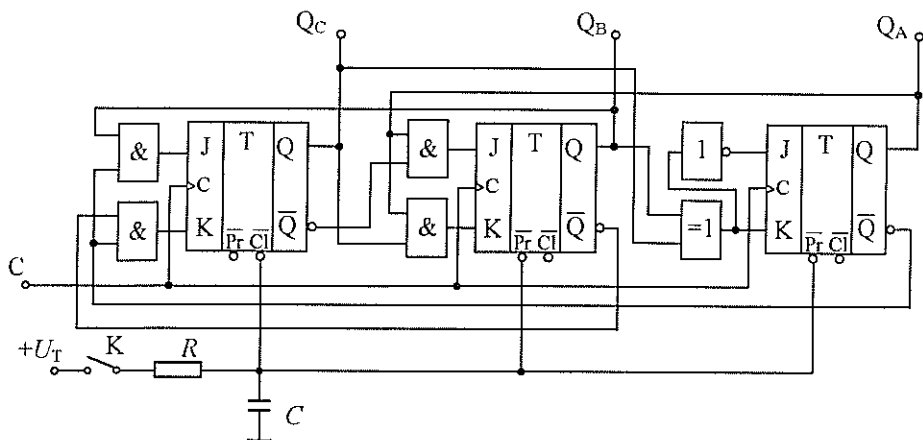
6.30. ábra

6.4.3. Határozzuk meg a 6.33. ábrán látható szinkron sorrendi hálózat állapotdiagramját!



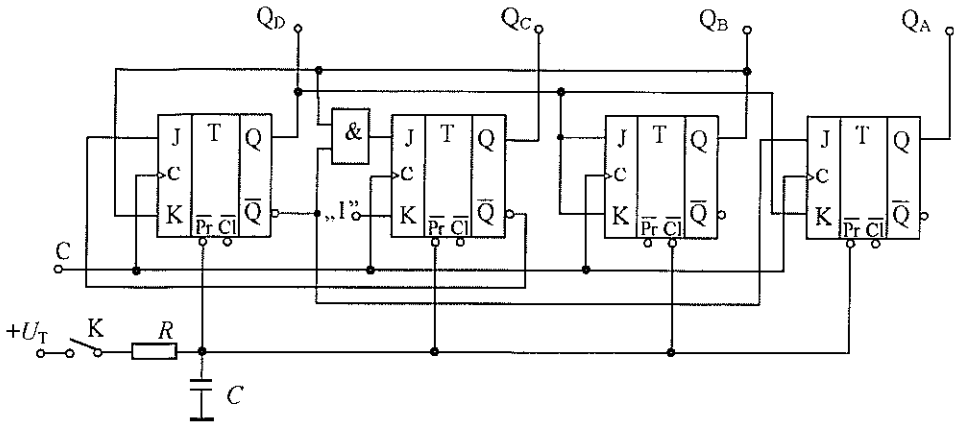
6.33. ábra

6.4.4. Határozzuk meg a 6.34. ábrán látható szinkron sorrendi hálózat állapotdiagramját!



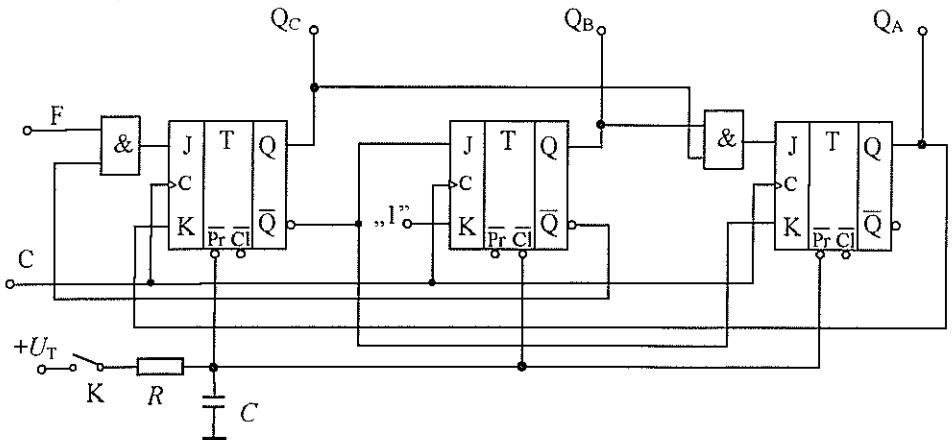
6.34. ábra

6.4.5. Határozzuk meg a 6.35. ábrán látható négybites szinkron sorrendi hálózat állapotdiagramját!



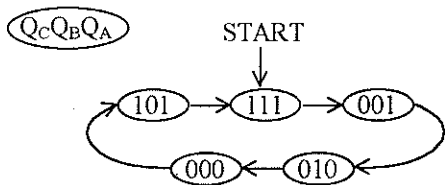
6.35. ábra

6.4.6. Határozzuk meg a 6.36. ábrán látható szinkron sorrendi hálózat állapotdiagramját!

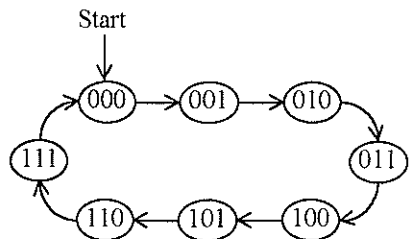


6.36. ábra.

6.4.7. Realizáljunk J - K tárolókból egy olyan szinkron sorrendi hálózatot, amely a 6.37. ábrán látható állapotdiagramot valósítja meg!



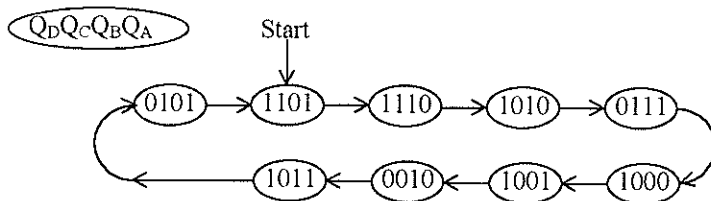
6.37. ábra



6.38. ábra

6.4.8. Realizáljunk J - K tárolókból 3 bites szinkron előre számlálót, amely a 6.38. ábrán látható állapotdiagram szerint működik!

6.4.9. Realizáljunk J - K tárolókból a 6.39. ábrán látható állapotdiagram szerint működő szinkron sorrendi hálózatot!

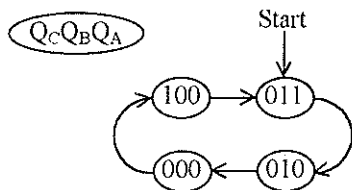


6.39. ábra

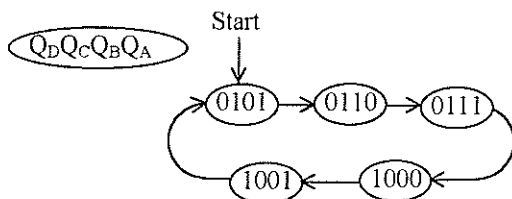
6.4.10. Írjuk fel annak a szinkron sorrendi hálózatnak a vezérlési függvényeit, amely a négy bites Gray-kódot állítja elő a kimenetén! A kezdőállapot a $Q_D = Q_C = Q_B = Q_A = 0$ legyen!

6.4.11. Realizáljunk J - K tárolókból olyan szinkron sorrendi hálózatot, amely 3-többlletes BCD kódban a páratlan számoknak megfelelő állapotokat veszi fel ciklikusan, növekvő sorrendben! A kezdőállapot: 1010.

6.4.12. Készítsünk olyan szinkron sorrendi hálózatot J - K tárolókból, amely a 6.40. ábrán látható bináris állapotok 3-többlletes kódját veszi fel a kimenetein!



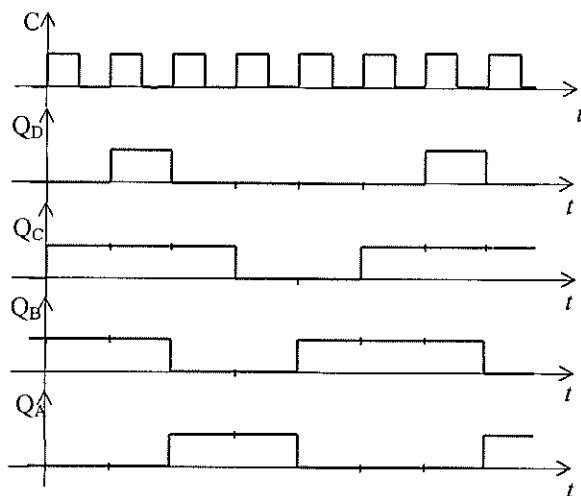
6.40. ábra



6.41. ábra

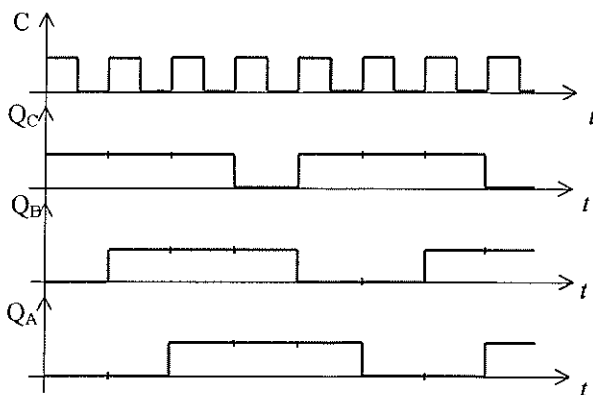
6.4.13. Realizáljunk J - K tárolókból olyan szinkron sorrendi hálózatot, amely Gray-kódban a 6.41. ábrán látható állapotdiagram állapotait veszi fel!

6.4.14. Készítsünk olyan szinkron sorrendi hálózatot J - K tárolókból, amely az órajelek hatására kimenetein a 6.42. ábrán látható impulzussorozatot állítja elő!



6.42. ábra

6.4.15. Készítsünk J - K tárolókból háromfázisú órajelgenerátort! A kimeneti jelalakok a 6.43. ábrán láthatók.



6.43. ábra

6.4.16. Készítsünk J - K tárolókból olyan sorrendi hálózatot, amely a 6.44. ábrán látható jelalakokat állítja elő a kimenetein!

6.4.17. Realizáljuk a 6.45. ábrán látható állapotdiagram szerint működő szinkron sorrendi hálózatot J - K tárolókból!

Feladatok

6.2.1. Algebrai módszerekkel egyszerűsítsük a következő logikai függvényeket

$$a) F^3 = C \cdot \bar{B} \cdot A + C \cdot B \cdot A + \bar{C} \cdot A$$

$$b) F^2 = \bar{A} + \bar{B} + \bar{B} \cdot A$$

$$c) F^2 = \bar{B} \cdot A + B \cdot \bar{A}$$

$$d) F^3 = \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot A + B \cdot A$$

$$e) F^3 = C \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} + \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} + C \cdot B \cdot A + C \cdot \bar{B} \cdot A$$

$$f) F^3 = \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} + C \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} + C \cdot \bar{B} \cdot A + C \cdot B \cdot A$$

$$g) F^3 = \bar{C} \cdot B \cdot A + \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot A + \bar{C} \cdot B \cdot \bar{A} + \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot \bar{A}$$

$$h) F^2 = B \cdot A + B \cdot \bar{A} + \bar{B} \cdot A + \bar{B} \cdot \bar{A}$$

$$i) F^3 = C \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} + C \cdot B \cdot \bar{A} + C \cdot B \cdot A$$

$$j) F^3 = (B + A) \cdot (\bar{C} + A) \cdot (C + A)$$

$$k) F^3 = \bar{B} \cdot (B + A) \cdot (C + \bar{A}) \cdot (\bar{C} + \bar{A})$$

$$l) F^4 = \overline{D \cdot C \cdot (B + A) + C \cdot \bar{B}}$$

$$m) F^4 = \overline{(D + C \cdot (\bar{B} + A)) \cdot \bar{B}}$$

$$n) F^4 = \bar{D} + \bar{A} + \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot \bar{B} + \bar{D} \cdot B \cdot \bar{A} + \bar{B} + (C + B + A) \cdot (D + B + A) + D \cdot C \cdot \bar{B} \cdot \bar{A}$$

6.2.2. Egyszerűsítsük a következő függvényeket grafikus módszerrel!

$$a) F^3 = \Sigma^3(0,2,4,6)$$

$$b) F^3 = \Sigma^3(2,3,4,5)$$

$$c) F^3 = \Sigma^3(1,3,7)$$

$$d) F^3 = \Sigma^3(1,4,6)$$

$$e) F^3 = \Sigma^3(1,2,4,7)$$

$$f) F^3 = \Sigma^3(1,3,5,7)$$

$$g) F^3 = \bar{C}\bar{B}\bar{A} + \bar{C}\bar{B}A + \bar{C}B\bar{A} + \bar{C}B\bar{A}$$

$$h) F^3 = \bar{C}\bar{B}\bar{A} + \bar{C}\bar{B}A + \bar{C}B\bar{A} + CBA$$

6.2.3. Egyszerűsítsük grafikus módszerrel a következő függvényeket!

$$a) F^3 = \Pi^3(4,5,6,7)$$

$$b) F^3 = \Pi^3(5,7)$$

$$c) F^3 = \Pi^3(1,3,5,7)$$

$$d) F^3 = \Pi^3(0,2,5,7)$$

$$e) F^3 = \Pi^3(0,2,4,5)$$

$$f) F^3 = \Pi^3(1,2,3,4)$$

$$g) F^3 = (\bar{C} + \bar{B} + A) \cdot (\bar{C} + B + \bar{A}) \cdot (C + \bar{B} + A)$$

$$h) F^3 = (\bar{C} + \bar{B} + A) \cdot (\bar{C} + B + \bar{A}) \cdot (C + \bar{B} + A) \cdot (C + B + \bar{A})$$

6.2.4. Írjuk fel az igazságtáblázatból (6.2. táblázat) a következő függvények diszjunktív és konjunktív sorszámos alakját és egyszerűsítsük grafikus módszerrel!

CBA	F
0 0 0	0
0 0 1	0
0 1 0	0
0 1 1	1
1 0 0	0
1 0 1	1
1 1 0	1
1 1 1	1

a)

CBA	F
0 0 0	1
0 0 1	1
0 1 0	1
0 1 1	0
1 0 0	0
1 0 1	1
1 1 0	1
1 1 1	0

b)

6.2. táblázat

6.2.5. Egyszerűsítsük grafikus módszerrel a következő függvényeket!

a) $F^4 = \Sigma^4(1,3,5,7)$

b) $F^4 = \Sigma^4(0,2,8,10)$

c) $F^4 = \Sigma^4(1,3,8,10,12,14)$

d) $F^4 = \Sigma^4(0,2,9,10,11)$

e) $F^4 = \Sigma^4(0,2,4,6,8,10,12,14)$

f) $F^4 = \Sigma^4(4,5,6,7,13,15)$

g) $F^4 = \Sigma^4(2,3,4,9,11,13,15)$

h) $F^4 = \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} + \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot B \cdot \bar{A} + \bar{D} \cdot C \cdot \bar{B} \cdot A + \bar{D} \cdot C \cdot B \cdot A + D \cdot \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} +$
 $+ D \cdot \bar{C} \cdot B \cdot \bar{A} + D \cdot C \cdot \bar{B} \cdot A + D \cdot C \cdot B \cdot A$

i) $F^4 = \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot A + \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot B \cdot A + \bar{D} \cdot C \cdot \bar{B} \cdot A + \bar{D} \cdot C \cdot B \cdot A + D \cdot C \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} +$
 $+ D \cdot C \cdot B \cdot \bar{A} + D \cdot \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} + D \cdot \bar{C} \cdot B \cdot \bar{A}$

6.2.6. Egyszerűsítsük grafikus módszerrel a következő függvényeket!

a) $F^4 = \Pi^4(8,9,10,11)$

b) $F^4 = \Pi^4(4,6,12,14)$

c) $F^4 = \Pi^4(5,7,9,11,13,15)$

d) $F^4 = \Pi^4(0,1,4,5,8,9)$

e) $F^4 = \Pi^4(0,2,4,5,6,7,12,13,14,15)$

f) $F^4 = \Pi^4(1,3,8,10,13,15)$

g) $F^4 = \Pi^4(0,2,5,8,10,15)$

h) $F^4 = (\bar{D} + C + \bar{B} + \bar{A}) \cdot (\bar{D} + C + B + \bar{A}) \cdot (\bar{D} + \bar{C} + \bar{B} + \bar{A}) \cdot (\bar{D} + \bar{C} + B + \bar{A}) \cdot$
 $\cdot (D + \bar{C} + \bar{B} + \bar{A}) \cdot (D + \bar{C} + \bar{B} + A) \cdot (D + \bar{C} + B + \bar{A}) \cdot (D + \bar{C} + B + A)$

i) $F^4 = (\bar{D} + C + B + \bar{A}) \cdot (\bar{D} + C + B + A) \cdot (\bar{D} + \bar{C} + B + A) \cdot (D + C + \bar{B} + A) \cdot$
 $\cdot (D + C + \bar{B} + \bar{A}) \cdot (D + \bar{C} + \bar{B} + A)$

6.2.7. Írjuk fel az igazságtáblázatból (6.3. táblázat) a következő függvények diszjunktív és konjunktív sorszámos alakját és egyszerűsítsük grafikus módszerrel!

$D C B A$	F
0 0 0 0	1
0 0 0 1	1
0 0 1 0	1
0 0 1 1	1
0 1 0 0	1
0 1 0 1	0
0 1 1 0	1
0 1 1 1	0
1 0 0 0	0
1 0 0 1	0
1 0 1 0	0
1 0 1 1	1
1 1 0 0	0
1 1 0 1	0
1 1 1 0	0
1 1 1 1	1

a)

$D C B A$	F
0 0 0 0	0
0 0 0 1	0
0 0 1 0	1
0 0 1 1	1
0 1 0 0	1
0 1 0 1	0
0 1 1 0	0
0 1 1 1	0
1 0 0 0	0
1 0 0 1	1
1 0 1 0	1
1 0 1 1	1
1 1 0 0	1
1 1 0 1	0
1 1 1 0	0
1 1 1 1	1

b)

6.3. táblázat

6.2.8. Hozzuk szabályos alakra algebrai és grafikus úton az $F^4 = B \cdot \bar{A} + \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot \bar{B} + D \cdot C \cdot A$ függvényt! Írjuk fel a függvény sorszámos alakját!

6.2.9. Hozzuk szabályos alakra algebrai úton a következő függvényeket és adjuk meg sorszámos alakjukat!

a) $F^3 = \bar{B} \cdot \bar{A} + \bar{C} \cdot A + C \cdot B$

b) $F^3 = C \cdot B \cdot A + \bar{C} \cdot \bar{A}$

c) $F^3 = \bar{B} + C \cdot A$

d) $F^3 = (\bar{C} + A) \cdot (\bar{B} + \bar{A})$

e) $F^3 = (B + \bar{A}) \cdot (C + B + A) \cdot (\bar{C} + \bar{A})$

f) $F^4 = \bar{D} \cdot \bar{C} + B \cdot \bar{A} + D \cdot \bar{B} \cdot A$

g) $F^4 = \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} + C + B \cdot A + \bar{D}$

h) $F^4 = C \cdot \bar{A} + \bar{B} \cdot A + \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot \bar{A}$

i) $F^4 = (\bar{D} + \bar{A}) \cdot (\bar{C} + B) \cdot (D + C + B)$

j) $F^4 = (\bar{C} + B + \bar{A}) \cdot D \cdot (\bar{D} + \bar{B})$

6.2.10. Hozzuk szabályos alakra grafikus úton a következő függvényeket!

$$a) F^3 = \bar{C} \cdot B \cdot A + C \cdot \bar{A} + \bar{B}$$

$$b) F^3 = B \cdot A + \bar{C} \cdot A + C \cdot B$$

$$c) F^3 = A + \bar{B} \cdot \bar{A} + C \cdot \bar{B} \cdot A$$

$$d) F^3 = (B + A) \cdot (C + B)$$

$$e) F^3 = (C + \bar{A}) \cdot (\bar{C} + \bar{B}) \cdot (\bar{C} + B)$$

$$f) F^4 = D \cdot B \cdot A + \bar{D} \cdot A + \bar{C} \cdot B \cdot \bar{A}$$

$$g) F^4 = \bar{D} + B \cdot A$$

$$h) F^4 = C \cdot \bar{A} + \bar{B} \cdot A + \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot \bar{A}$$

$$i) F^4 = (\bar{C} + A) \cdot (\bar{C} + \bar{B} + \bar{A}) \cdot (\bar{D} + B)$$

$$j) F^4 = (\bar{D} + \bar{C} + \bar{B}) \cdot (C + A) \cdot (D + \bar{B} + A) \cdot (C + B)$$

6.2.11. Alakítsuk át a következő konjunktív szabályos alakú függvényeket diszjunktív szabályos alakba! Végezzük el az átalakítást algebrai és grafikus úton is.

$$a) F^3 = \Pi^3(5,6,7)$$

$$b) F^3 = \Pi^3(0,5,7)$$

$$c) F^3 = \Pi^3(1,2,3,4,5)$$

$$d) F^4 = \Pi^4(3,4,5,6,11,12)$$

$$e) F^4 = \Pi^4(0,8,9,11,15)$$

$$f) F^4 = \Pi^4(7,8,9,14)$$

6.2.12. Alakítsuk át a következő diszjunktív szabályos alakú függvényeket konjunktív szabályos alakba! Végezzük el az átalakítást algebrai és grafikus úton is!

$$a) F^3 = \Sigma^3(5,6,7)$$

$$b) F^3 = \Sigma^3(0,5,7)$$

$$c) F^3 = \Sigma^3(1,2,3,4,5)$$

$$d) F^4 = \Sigma^4(3,4,5,6,11,12)$$

$$e) F^4 = \Sigma^4(0,8,9,11,15)$$

$$f) F^4 = \Sigma^4(7,8,9,14)$$

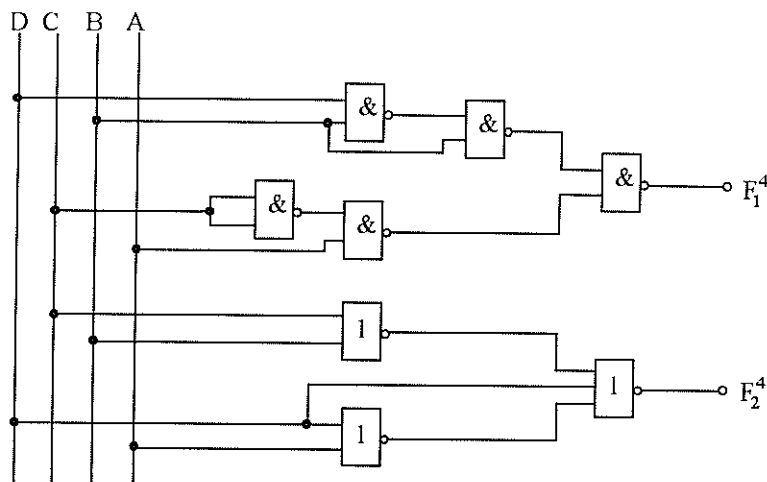
6.2.13. Írjuk fel az $F_3^4 = F_1^4 \cdot F_2^4$ függvény diszjunktív, valamint az $F_4^4 = F_1^4 + F_2^4$ függvény konjunktív szabályos alakját! Egyszerűsítsük grafikus módszerrel az F_3 és F_4 függvényeket!

$$F_1^4 = \Sigma^4(0,1,2,3,9,13,14); F_2^4 = \Pi^4(0,1,2,9,11,12,13,14).$$

6.3. Kombinációs hálózatok analízise és realizálása

1. példa

Írjuk fel a 6.3. ábrán látható kombinációs hálózatokkal megvalósított logikai függvényeket a legegyszerűbb formában!



6.3. ábra

Megoldás

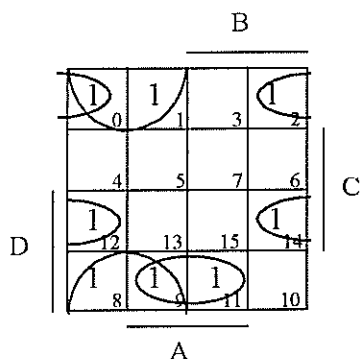
$$F_1^4 = \bar{D} \cdot B + \bar{C} \cdot A; \quad F_2^4 = C + B + A.$$

2. példa

Realizáljuk az $F^4 = \Sigma^4(0,1,2,8,9,11,12,14)$ logikai függvényt egyszerűsítés után NAND kapukkal, majd átalakítás és egyszerűsítés után NOR kapukkal! Valósítsuk meg mindkét egyszerűsített függvényt NÉV rendszerben is!

Megoldás

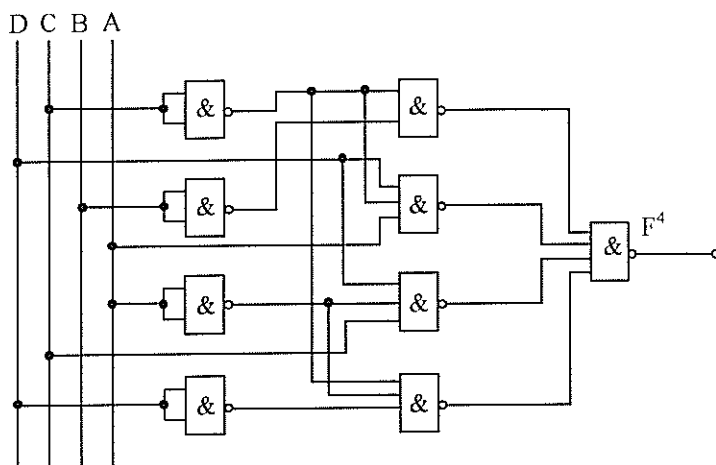
A diszjunktív függvény egyszerűsítése a 6.4. ábrán követhető.



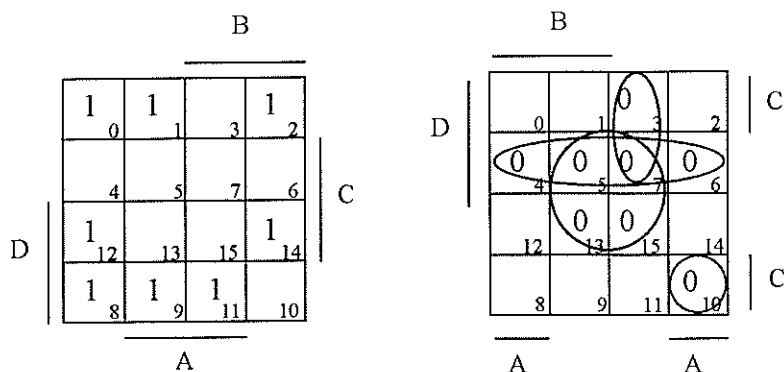
6.4. ábra

$$F^4 = \bar{C} \cdot \bar{B} + D \cdot \bar{C} \cdot A + D \cdot C \cdot \bar{A} + \bar{D} + \bar{C} + \bar{A}.$$

A függvény NAND kapus realizálása 6.5. ábrán látható.

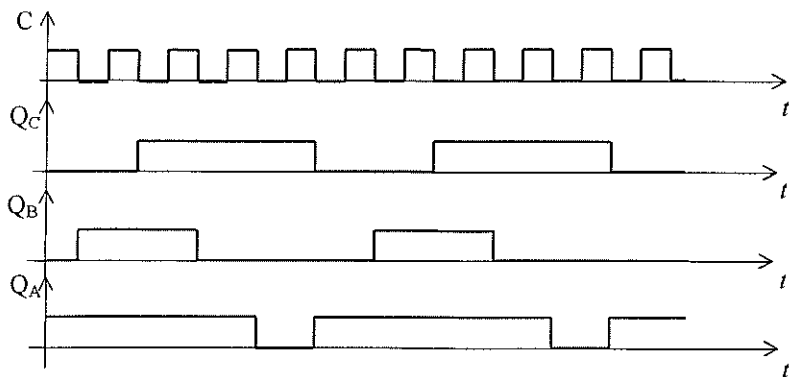


6.5. ábra

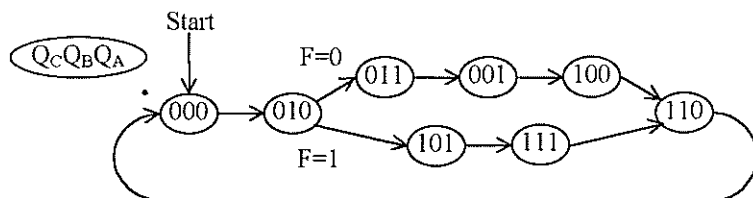


6.6. ábra

A függvény átalakítása és egyszerűsítése a 6.6. ábrán követhető.

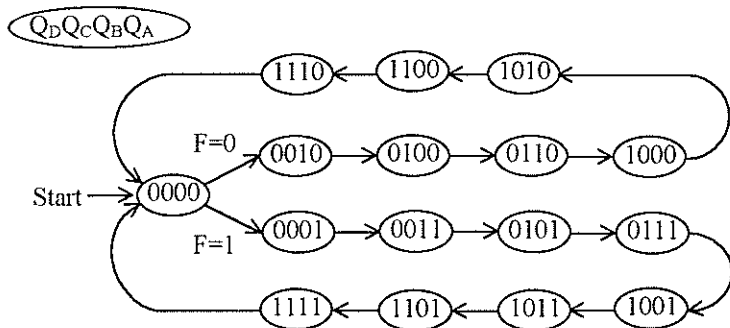


6.44. ábra



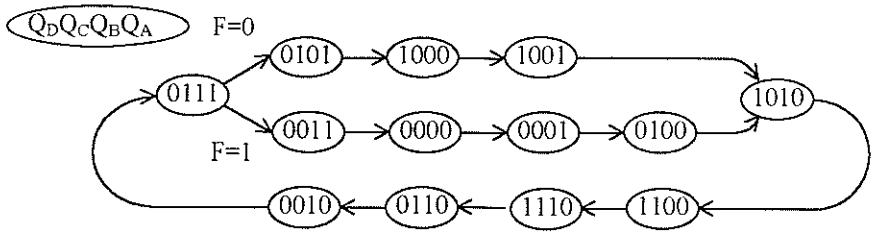
6.45. ábra

6.4.18. Valósítsuk meg J - K tárolókból azt a szinkron sorrendi hálózatot, amely a 6.46. ábrán látható állapotdiagram szerint működik!



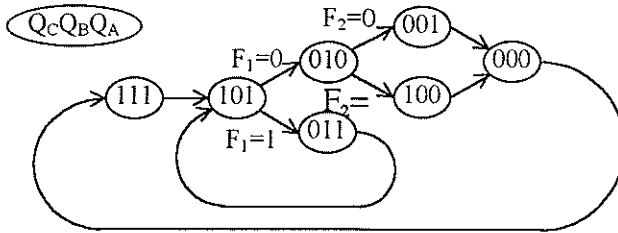
6.46. ábra

6.4.19. Írjuk fel a 6.47. ábrán látható állapotdiagram szerint működő, J - K tárolókból felépített, szinkron sorrendi hálózat vezérlési függvényeit!



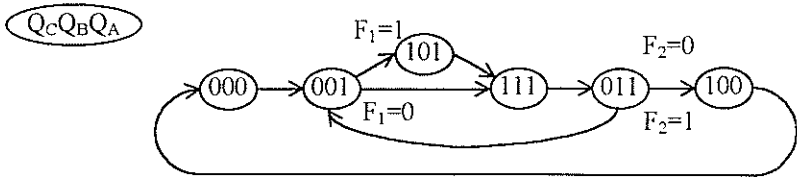
6.47. ábra

6.4.20. Írjuk fel annak a J - K tárolókból felépülő szinkron sorrendi hálózatnak a vezérlési függvényét, amely a 6.48. ábrán látható állapotdiagram szerint működik!



6.48. ábra

6.4.21. Írjuk fel annak a J - K tárolókból felépülő szinkron sorrendi hálózatnak a vezérlési függvényeit, amely a 6.49. ábrán látható állapotdiagram szerint működik!



6.49. ábra

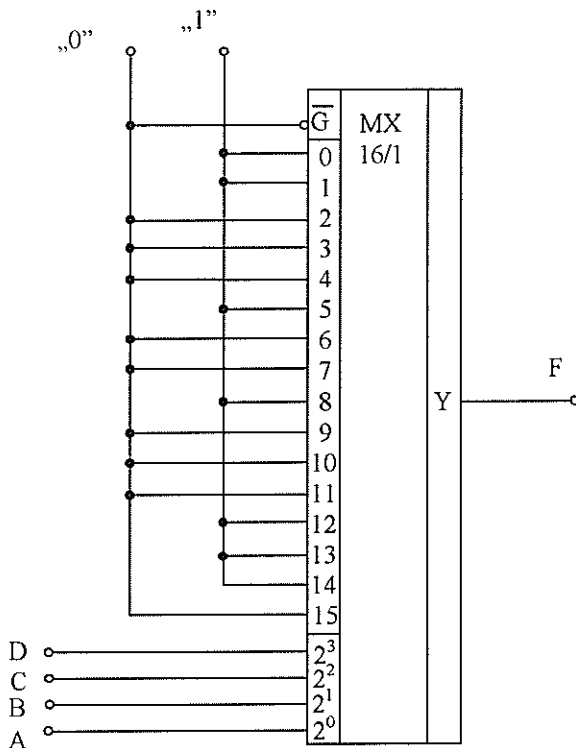
6.5. Funkcionális áramkörök

1. példa

Realizáljuk az $F^4 = \Sigma^4(0,1,5,8,12,13,14)$ logikai függvényt egy 16/1, majd két 8/1, végül egy 8/1 multiplexer felhasználásával!

Megoldás

A 16/1 multiplexerrel történő realizálásnak a függvény sorszámainak megfelelő bemenetekre „1”, a többi bemenetre „0” kötendő. A címzést a változók aktuális értéke végzi! A megvalósítás 16/1 MX-szel a **6.50.** ábrán látható.

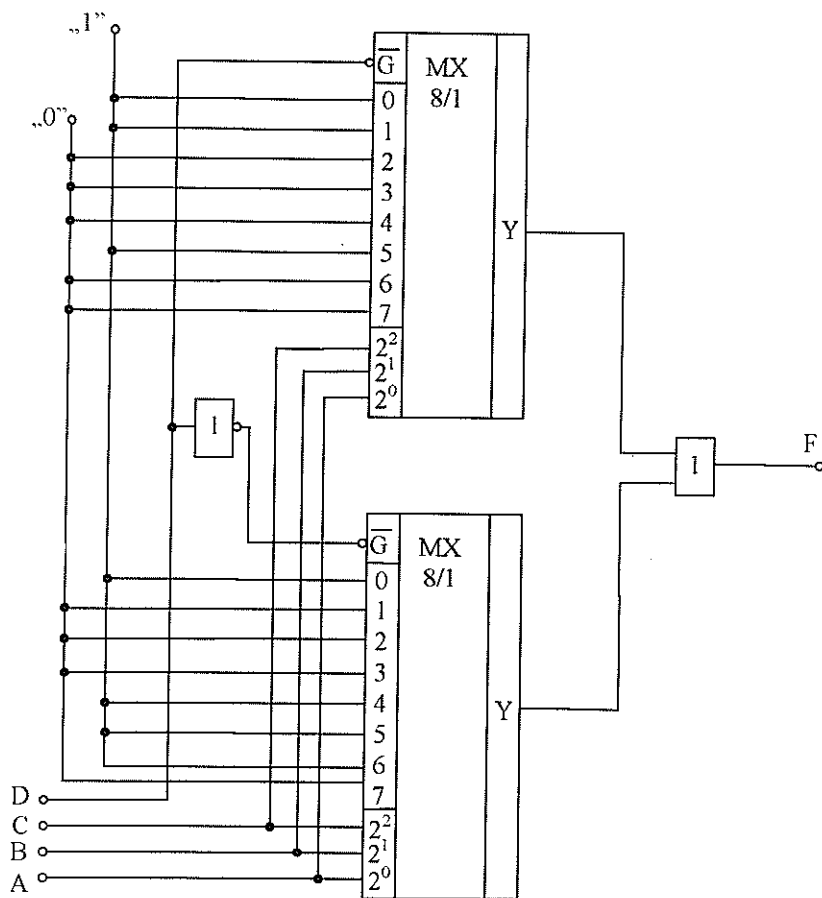


6.50. ábra.

A két 8/1 multiplexer kaszkádosításával létrehozható egy 16/1 multiplexer. A két multiplexer között, a G engedélyező bemeneteket felhasználva a legnagyobb helyiértékű változó választ. A multiplexerek belüli címzés az alacsonyabb helyiértékű változókkal történik. A kaszkádosítással kialakult a 16 adatbemenet, amelynek bekötése megegyezik a **6.50.** ábrán láthatóval. A megvalósított kapcsolást két 8/1 MX-szel a **6.51.** ábra szemlélteti.

Az egy 8/1 multiplexerrel történő realizálásnál az adatbemenetek aktuális értékének beállításához felhasználjuk a legkisebb, vagy a legnagyobb helyiértékű változót. A további három változó végzi a címzést. Példánkban a címzés a C, B, A változókkal történik. A D változó felhasználása az igazságtáblázat alapján követhető. Például az

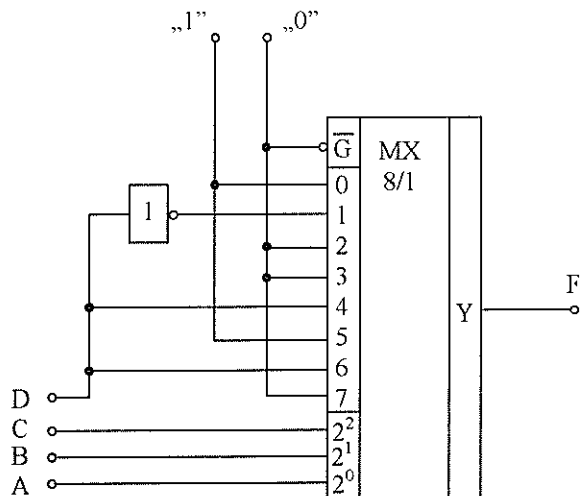
igazságtáblázat második és tizedik sorában $C B A$ változók értéke 001 (tehát az 1. sorszámu bemenetet címzik), a D értéke viszont a függvény értékének negáltja.



6.51. ábra

Ezért az 1. sorszámu bemenete a $\bar{D}$ kötendő. Hasonlóképpen elemezve az igazságtáblázat sorait, megállapítható a bemenetek bekötése. Az igazságtáblázat és a megvalósított kapcsolás 1 db 8/1 MX-szel a 6.52. ábrán látható.

DCBA	F
0 0 0 0	1
0 0 0 1	1
0 0 1 0	0
0 0 1 1	0
0 1 0 0	0
0 1 0 1	1
0 1 1 0	0
0 1 1 1	0
1 0 0 0	1
1 0 0 1	0
1 0 1 0	0
1 0 1 1	0
1 1 0 0	1
1 1 0 1	1
1 1 1 0	1
1 1 1 1	0



6.52. ábra

2. példa

Készítsünk olyan kódátalakító (dekódoló) áramkört, amely a D, C, B, A bemenetekre érkező NBCD kódszavakat 3-többlétes kódszavakká alakítja! A realizálást NÉV rendszerben végezzük (6.4. táblázat).

DCBA	F_1	F_2	F_3	F_4
0 0 0 0	0	0	1	1
0 0 0 1	0	1	0	0
0 0 1 0	0	1	0	1
0 0 1 1	0	1	1	0
0 1 0 0	0	1	1	1
0 1 0 1	1	0	0	0
0 1 1 0	1	0	0	1
0 1 1 1	1	0	1	0
1 0 0 0	1	0	1	1
1 0 0 1	1	1	0	0

6.4. táblázat

Megoldás

A két kódrendszer kódszavainak összerendelése a 6.4. táblázat szerinti.

A táblázat alapján a dekóderkimenetek logikai függvényei:

$$F_1^4 = \Sigma^4(5,6,7,8,9),$$

$$F_2^4 = \Sigma^4(1,2,3,4,9),$$

$$F_3^4 = \Sigma^4(0,3,4,7,8),$$

$$F_4^4 = \Sigma^4(0,2,4,6,8).$$

A függvények egyszerűsített alakjai:

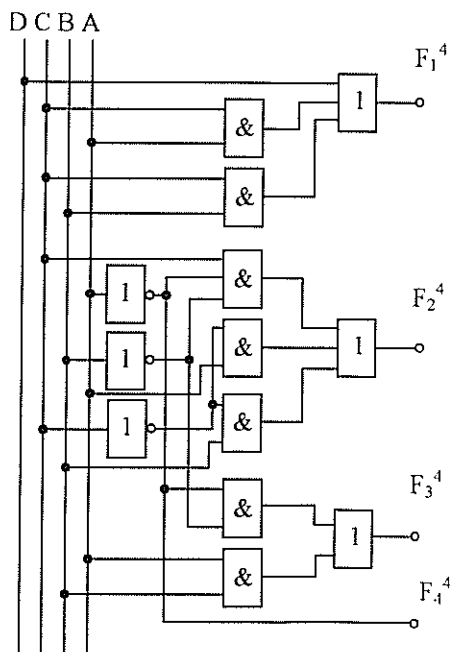
$$F_1^4 = D + C \cdot A + C \cdot B,$$

$$F_2^4 = C \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} + \bar{C} \cdot A + \bar{C} \cdot B,$$

$$F_3^4 = \bar{B} \cdot \bar{A} + B \cdot A,$$

$$F_4^4 = \bar{A}.$$

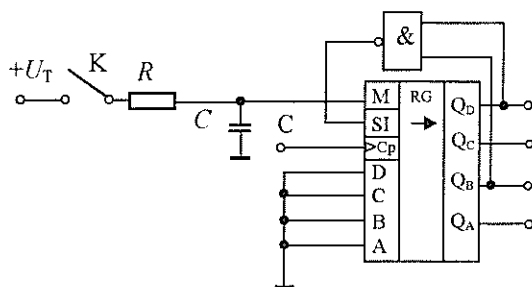
A NÉV rendszerben realizált hálózat a 6.53. ábrán látható.



6.53. ábra

3. példa

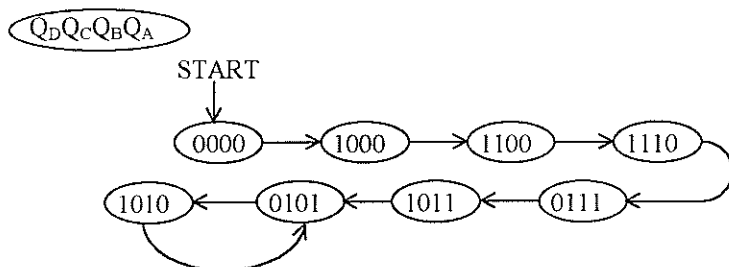
Írjuk fel a 6.54. ábrán látható gyűrűs számláló állapotdiagramját a K kapcsoló zárása után, majd alakítsuk át az áramkört úgy, hogy az 1010 állapotból a 0000 állapotba kerüljön! Az $M = 0$ vezérlésre párhuzamos beírás, az $M = 1$ vezérlésre léptetés történik szinkron módon.



6.54. ábra

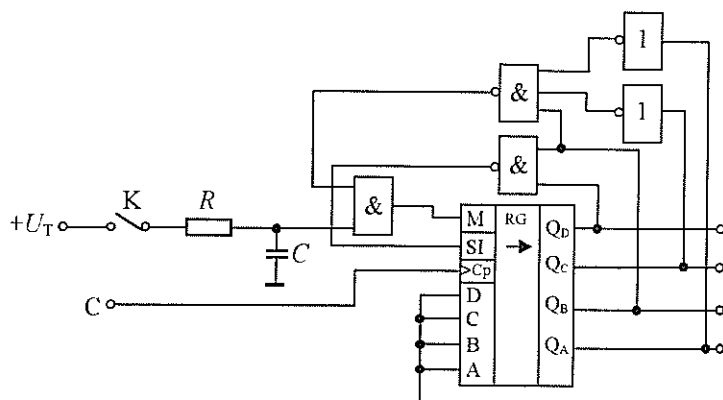
Megoldás

A soros bemenet vezérlési függvénye $SI = \overline{Q_D} \cdot \overline{Q_B}$. A K kapcsoló zárása után az M bemenetre egy rövid ideig „0” kerül, ezért a párhuzamos bemeneteken keresztül a regiszterbe 0000 íródik. A kondenzátor feltöltődése után $M = 1$, így az órajelek hatására a továbbiakban léptetés történik. A vezérlési függvény alapján felírható állapotdiagram a 6.55. ábrán látható.



6.55. ábra

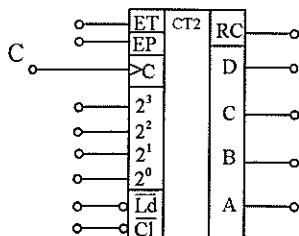
A ciklus módosításához figyelni kell az 1010 állapotot és ennek elérésekor az M bemeneten $M = 0$ vezérlést kell létrehozni. Így a párhuzamos bemeneteken keresztül újra 0000 íródik be. A ciklusban csak az 1010 állapotban vesz fel $Q_C = 0$; $Q_B = 1$; $Q_A = 0$ állapotot, ezért elegendő ezeket a kimeneteket figyelni. Mivel az M bemenetre ilyenkor „0” szükséges, ezért az $M = \overline{Q_C} \cdot Q_B \cdot \overline{Q_A}$ figyelése NAND kapuval történik. A módosított kapcsolást a 6.56. ábra mutatja.



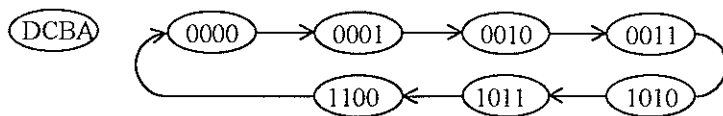
6.56. ábra

4. példa

Realizáljuk a 6.57. ábrán látható 4 bites szinkronszámlálóval a 6.58. ábra szerinti számlálási ciklust megvalósító áramkört! A számláló szinkron $\overline{Ld}$ párhuzamos beíró és aszinkron $\overline{Cl}$ törlőbemenetekkel rendelkezik. Az ET és EP bemenetek a számláló engedélyező bemenetei. Az RC kimenet az átvitelkimenet.



6.57. ábra



6.58. ábra

Megoldás

A szinkron módon történő párhuzamos beírás miatt a 0011 állapotot kell figyelni a kimeneten és megjelenésekor 1010 értéket beírni a párhuzamos beíró bemeneteken. Az aszinkron törlés miatt az 1100 után következő, tehát az 1101 állapotot kell figyelni és ennek hatására a $\overline{Cl}$ bemeneten törölve a számlálót, a 0000 állapotot előállítani.

A 0011 állapotot jelző F_3 függvény V-K táblája a 6.59. ábrán látható.

F_3		B			
D	C			1	
		0	1	3	2
		X	X	X	X
		4	5	7	6
			X	X	X
12		13	15	14	
	X	X			
		8	9	11	10
		A			

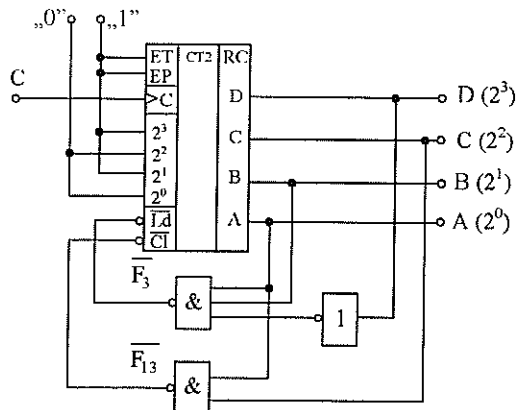
6.59. ábra. Az F_3 függvény V-K táblája

F_{13}		B				
D	C		0	1	3	2
		X	X	X	X	
		4	5	7	6	
		12	X	X	X	
		X	X			
8		9	11	10		
		A				

6.60. ábra

Az egyszerűsített függvény: $F_3 = \bar{D} \cdot B \cdot A$.

Az F_{13} függvény egyszerűsítése a 6.60. ábra szerint történik. Az egyszerűsített függvény: $F_{13} = C \cdot A$. A megvalósított kapcsolás a 6.61. ábrán látható.



6.61. ábra

F_{12}		B			
D	C	0	1	3	2
		X	X	X	X
		4	5	7	6
		12	X	X	X
		8	9	11	10
A					

6.62. ábra.

Az F_{12} függvény V-K táblája

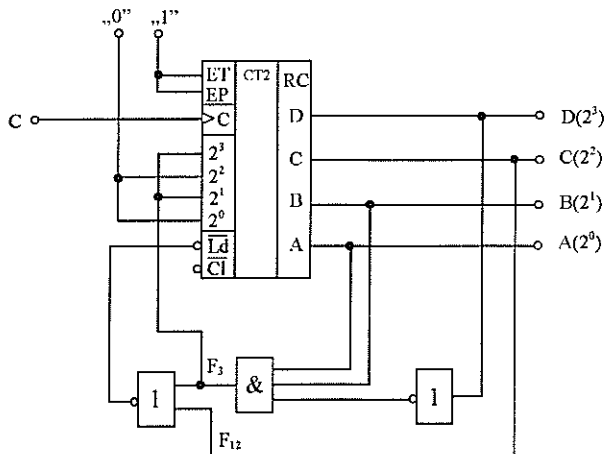
A feladat megoldható a $\bar{C}1$ bemenet felhasználása nélkül is, a 0000 állapot párhuzamos beírásával. Mivel az $\bar{Ld}$ bemenet szinkronműködésű, ezért a kimeneten megjelenő 1100 állapotot kell figyelni. Az egyszerűsített F_{12} függvény a 6.62. ábra alapján állapítható meg.

Az $\bar{Ld}$ bemenet vezérlése: a bemenetre „0” szintnek kell kerülni, ha az F_3 vagy az F_{12} jelez. A párhuzamos beíró bemenetek vezérlése:

	2^3	2^2	2^1	2^0
F_3	1	0	1	0
F_{12}	0	0	0	0

Tehát a 2^2 és 2^0 bemenetekre „0” szintet kell kapcsolni, a 2^1 és 2^3 bemenetekre pedig az F_3 függvényt megvalósító kapcsolás kimenetét kell kötni.

A realizált kapcsolást a 6.63. ábra mutatja.



6.63. ábra

5. példa

Készítsünk kaszkádosítással a 6.57. ábrán látható számlálóból 8 bitest és rövidítsük le a számlálási ciklusát úgy, hogy 190 egymástól különböző kimeneti állapota legyen! A törlő bemenet szinkron működésű.

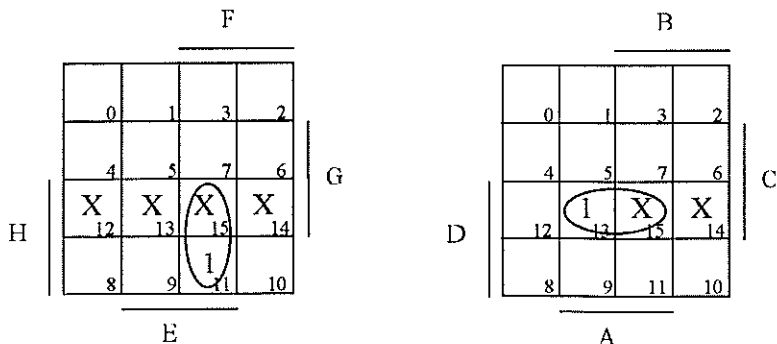
Megoldás

A 190 kimeneti állapothoz az szükséges, hogy a számláló 0-tól 189-ig számláljon. A szinkron törlés miatt a 189 bináris megfelelőjét kell figyelni a kimeneteken:

H G F E D C B A

$189_2 = 1 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1$

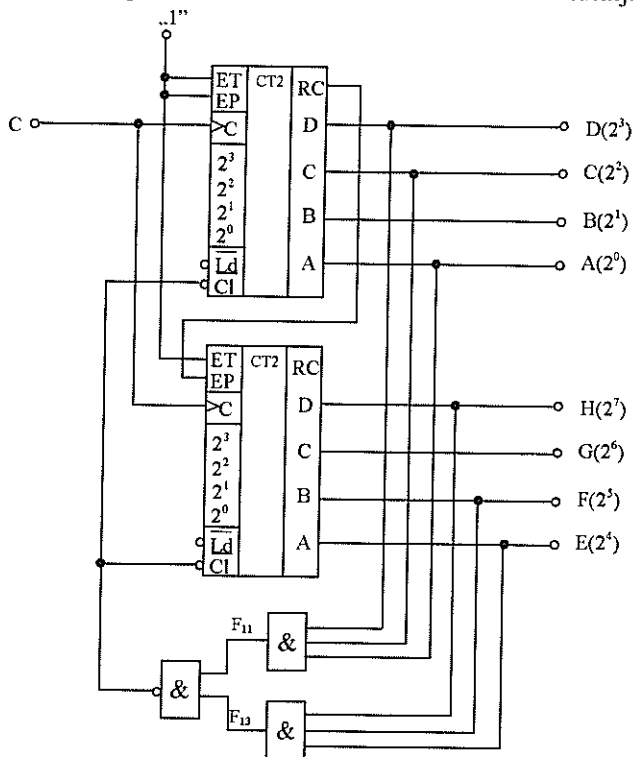
A két számláló kimeneteit figyelő függvények a 6.64. ábra alapján állapíthatók meg:



6.64. ábra

Az egyszerűsített függvények: $F_{11} = H \cdot F \cdot E$; $F_{13} = D \cdot C \cdot A$.

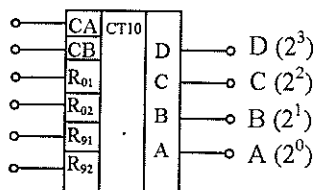
A kaszkádosítást és a kapuáramkörök bekötését a 6.65. ábra mutatja.



6.65. ábra

6. példa

Készítsünk a 6.66. ábrán látható decimális számlálóból 3 dekádos számlálót és rövidítsük le a számlálási ciklusát úgy, hogy a max. érték decimálisan 699 legyen! A számláló aszinkron működésű. A CA bemenet a számláló legkisebb helyiértékű flip-flopjának bemenete, a CB pedig a 2¹ helyiértékű tárolóbemenete. Az R₀₁ és R₀₂ bemenetekre egyszerre „1” szintet adva a számláló törlődik. Az R₉₁ és R₉₂ bemenetekre egyszerre „1” szintet adva a számláló a végértékét (bináris 9) veszi fel. A számlálás engedélyezéséhez legalább az egyik R₀ és az egyik R₉ bemenetre (vagy mindkettőre) „0” szintet kell adni. Az R bemenetek aszinkron működésűek.



6.66. ábra

Megoldás

A három aszinkron decimális számláló kaszkádosítása is aszinkron módon történik, tehát az előző számláló legnagyobb helyiértékű kimenete adja a következő számláló órajelét.

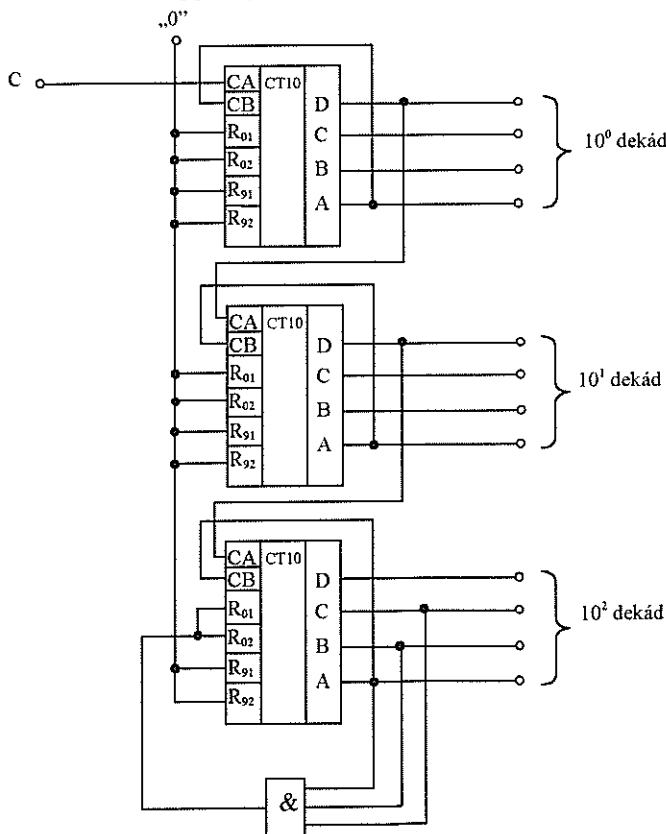
	B			
	0	1	3	2
	4	5	1	6
D	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₅	X ₁₄
	X ₈	X ₉	X ₁₁	X ₁₀
	A			

A token belül különálló A flip-flop kimenetét token kívül kell összekötni a B flip-flop CB bemenetével.

A háromdekádos számláló legnagyobb helyiértékű dekádjának ciklusát kell lerövidíteni. Az ehhez szükséges függvény a 6.67. ábra $V-K$ táblájából határozható meg.

6.67. ábra

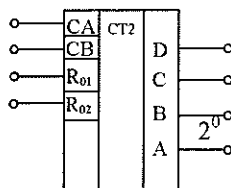
A táblázatból kiolvasható függvény: $F_7 = C \cdot B \cdot A$. A megvalósítás a 6.68. ábrán látható.



6.68. ábra

7. példa

Készítsünk frekvenciaosztót a 6.69. ábrán látható számláló felhasználásával. Az osztásviszony legyen $1/60$! A számláló 4 bites, aszinkron működésű, aszinkron R_{01} és R_{02} törlőbemenetekkel.



6.69. ábra

Megoldás

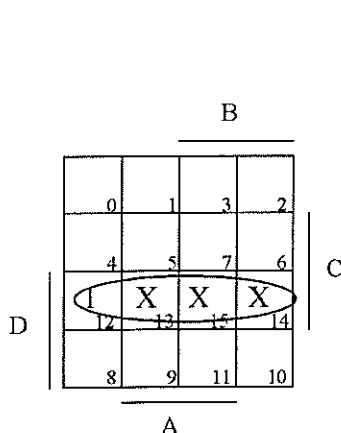
Az előírt osztásviszonyhoz az szükséges, hogy a számlálónak 60 egymástól különböző kimeneti állapota legyen. Ez teljesül, ha a számláló 0...59 ciklus szerint számol. Ehhez két számlálót kell kaszkádosítani és lerövidíteni a ciklusukat.

Az aszinkron törlés miatt a figyelt érték bináris 60.

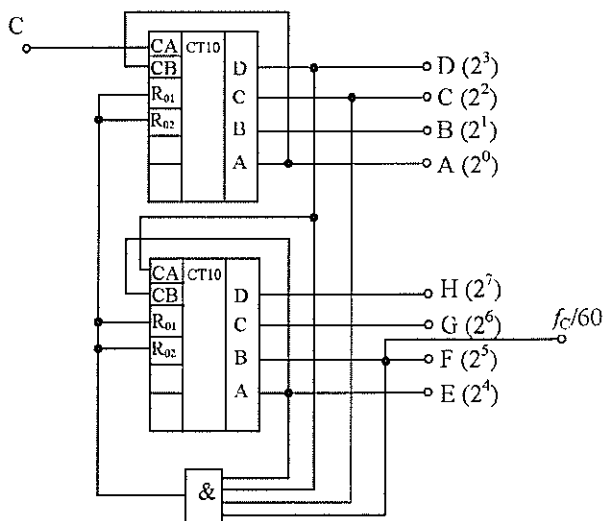
$$\begin{array}{rcccccc} & F & E & D & C & B & A \\ 60_2 = & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{array}$$

$$F_3 = F \cdot E$$

A 6.70. ábra V-K tábla alapján: $F_{12} = D \cdot C$. Az osztó kimenete a 2^6 helyiértékű kimenet.



6.70. ábra

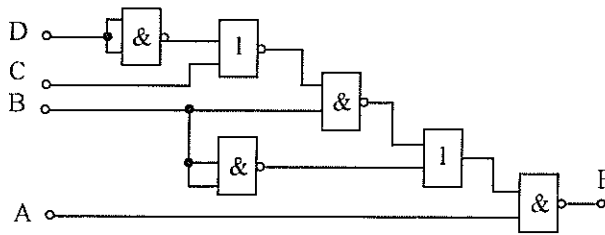


6.71. ábra

A realizált számláló a 6.71. ábrán látható.

Feladatok

- 6.5.1.** Realizáljuk az $F^3 = \Sigma^3(0,1,5,6)$ logikai függvényt egy 8/1, majd két 4/1, végül egy 4/1 multiplexerrel! Az utóbbi esetben a címzéshez a kisebb helyiértékű változókat használjuk!
- 6.5.2.** Realizáljuk az $F^3 = \Sigma^3(1,2,4,6,7)$ logikai függvényt egy 8/1, majd két 4/1, végül egy 4/1 multiplexerrel! Az utóbbi esetben a címzéshez a nagyobb helyiértékű változókat használjuk!
- 6.5.3.** Valósítsuk meg az $F^3 = \Pi^3(2,5,6,7)$ logikai függvényt egy 4/1 multiplexerrel! Címzéskor a kisebb helyiértékű változókat használjuk!
- 6.5.4.** Realizáljuk az $F^3 = \bar{B} \cdot A + C \cdot \bar{A} + \bar{C} \cdot B$ függvényt egy 8/1 és egy 4/1 multiplexerrel! Címzéskor a nagyobb helyiértékű változókat használjuk!
- 6.5.5.** Valósítsuk meg az $F^4 = \Pi^4(2,4,6,11,14,15)$ függvényt 16/1, majd két 8/1, végül egy 8/1 multiplexerrel! Az utóbbi esetben a kisebb helyiértékű változókat használjuk címzésre!
- 6.5.6.** Készítsünk olyan hálózatot egy 8/1 multiplexerrel, amely négy kapcsoló állásától függően akkor ad „1”-et a kimenetén, ha legalább két kapcsoló bekapcsolt („1”-es) állapotban van! A kapcsolókat jelöljük A, B, C, D -vel, súlyozásuk pedig $2^0 \cdot A; 2^1 \cdot B; 2^2 \cdot C; 2^3 \cdot D$. Címzéshez a nagyobb helyiértékű változókat használjuk!
- 6.5.7.** Készítsünk olyan hálózatot egy 8/1 multiplexerrel, amely a kimenetén „0”-val jelez, ha a négy bemenetére érkező bitek között páratlan az „1”-esek száma! Címzéshez a kisebb helyiértékű biteket használjuk!
- 6.5.8.** Realizáljuk a $F^4 = \Sigma^4(1,3,4,5,8,9,10,12,15)$ logikai függvényt egy 8/1 negált engedélyező bemenetű és negált kimenetű multiplexerrel, majd két 4/1 ponált engedélyezésű és negált kimenetű multiplexerrel! Címzéshez a nagyobb helyiértékű változókat használjuk!
- 6.5.9.** Helyettesítsük a 6.72. ábrán látható logikai hálózatot 8/1 multiplexerrel! A címzés a nagyobb helyiértékű változókkal történik.

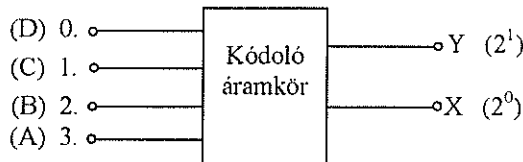


6.72. ábra

6.5.10. Készítsünk 3 bites bináris-decimális dekódolót NOR kapukból!

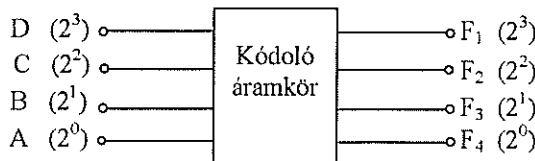
6.5.11. Írjuk fel annak a 4 bites dekódolónak a logikai függvényeit, amely az Aiken-kód kódszavait háromtöbbit-es kóddá alakítja!

6.5.12. Készítsünk 4 bites prioritáskódoló áramkört, amely a kimenetén annak a legmagasabb sorszámú bemenetnek a bináris kódját jeleníti meg, amelyre „0” kerül! A csak „1”-et tartalmazó bemeneti kód esetén a kimenetek határozatlannak tekinthetők. A realizáláshoz NAND kapukat használjunk! A kódoló be- és kimenetének jelöléseit a 6.73. ábra mutatja.



6.73. ábra

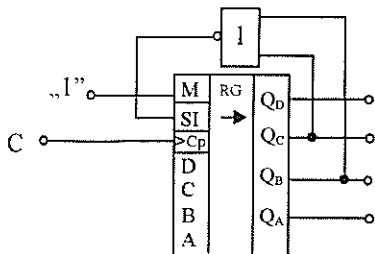
6.5.13. Készítsünk olyan négybites kódoló áramkört, amely a bináris kódszavak kettes komplementjét képezi! A be- és kimenetek jelöléseit a 6.74. ábra mutatja. A realizálást NÉV rendszerben végezzük el!



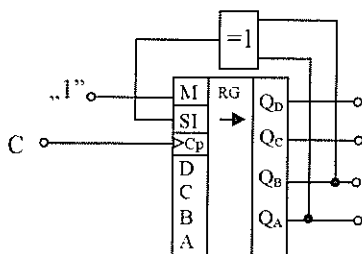
6.74. ábra

6.5.14. Vegyük fel a 6.75. ábrán látható gyűrűs számláló állapotátmeneti táblázatát és rajzoljuk fel az állapotdiagramot! Egészítsük ki a kapcsolást úgy, hogy a

0000 állapot is a ciklus része legyen! Az $M = 0$ vezérlésre szinkronpárhuzamos beírás, $M = 1$ vezérlésre léptetés történik.



6.75. ábra

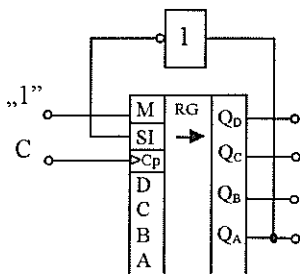


6.76. ábra

6.5.15. Írjuk fel a 6.76. ábrán látható max. szóhosszúságú gyűrűs számláló teljes állapotdiagramját, majd alakítsuk át úgy a kapcsolást, hogy a 0000 állapot is a ciklus része legyen a 0001 és az 1000 állapot között! Az átalakításhoz a párhuzamos beíró bemeneteket nem használhatjuk!

6.5.16. Alakítsuk át a 6.76. ábrán látható max. szóhosszúságú gyűrűs számlálót úgy, hogy az 1111 állapot kimaradjon a ciklusból! Az átalakításnál a párhuzamos beíró bemeneteket nem használhatjuk!

6.5.17. Írjuk fel a 6.77. ábrán látható Johnson-számláló két ciklusának állapotdiagramját! A kapcsolás átalakításával kapcsoljuk össze a két ciklust az 1100 → 0110 és az 1101 → 1110 átmenetek létrehozásával! Az átalakításhoz a párhuzamos beíróbemenetek nem használhatók!



6.77. ábra

6.5.18. Rövidítsük le a 6.57. ábrán látható számláló számlálási ciklusát úgy, hogy csak 12 db egymástól különböző kimeneti állapota legyen! Oldjuk meg a feladatot csak az aszinkron törlő és csak a szinkron párhuzamos beíróbemenetek felhasználásával!

- 6.5.19.** Készítsünk a **6.57.** ábrán látható számlálóból olyan áramkört, amely a 0-1-2-6-7-8-9-10-13-14-15-0... állapotok bináris megfelelőjét veszi fel ciklikusan a kimenetein. A megvalósításhoz használjuk a párhuzamos beíró és a törlő bemeneteket is, feltételezve, hogy szinkron működésűek.
- 6.5.20.** Készítsünk a **6.57.** ábrán látható számlálóból olyan áramkört, amely az 1-2-3-7-8-9-11-12-13-1... állapotok bináris megfelelőit veszi fel kimenetein ciklikusan! A párhuzamos beíró bemenet szinkron működésű.
- 6.5.21.** Rövidítsük le a **6.57.** ábrán látható számlálóból kaszkádosítással előállított 8 bites számláló számlálási ciklusát úgy, hogy a max. érték 183 legyen! A törlő bemenet aszinkron működésű.
- 6.5.22.** Készítsünk 4 dekádós aszinkron számlálót a **6.66.** ábra decimális számlálójából! A számláló max. értéke 1999 legyen BCD kódban.
- 6.5.23.** Készítsünk a **6.66.** ábra aszinkron decimális számlálójából olyan 2 dekádós számlálót, amely max. értéke 57.
- 6.5.24.** Készítsünk a **6.69.** ábrán látható számláló felhasználásával 1/100 osztásvi-szonyú számlálót!
- 6.5.25.** Készítsünk olyan frekvenciaosztót, amely az órajel frekvenciáját 73-ad ré-szére osztja! A megvalósításhoz a **6.69.** ábra számlálóját használjuk!

A feladatok megoldása

6.1.1.

- a) $3526_{10} = 110111000110_2$
b) $9735_{10} = 10011000000111_2$
c) $0,326_{10} = 0.01010011_2$
d) $0,0503_{10} = 0.00001100_2$
e) $0,1717_{10} = 0.00101011_2$
f) $3,696_{10} = 11.10110010_2$
g) $8,421_{10} = 1000.01101011_2$
h) $29,052_{10} = 11101.00001101_2$
i) $399,998_{10} = 110001111.11111111_2$
j) $7536,4125_{10} = 1110101110000.01101001_2$

6.1.2.

- a) $11001100110_2 = 1638_{10}$
- b) $10111011010_2 = 1498_{10}$
- c) $0.0111101_2 = 0,4765625_{10}$
- d) $0.111100001_2 = 0,939453125_{10}$
- e) $0,10111000_2 = 0,71875_{10}$
- f) $10101.11101_2 = 21,90625_{10}$
- g) $1111100001.00100011_2 = 993,13671875_{10}$
- h) $111111.11111_2 = 63,96875_{10}$

6.1.3.

- a) $14_{10} = E_{16}$
- b) $16_{10} = 10_{16}$
- c) $504_{10} = 1F8_{16}$
- d) $8666_{10} = 21DA_{16}$
- e) $2400_{10} = 960_{16}$
- f) $1024_{10} = 400_{16}$
- g) $65536_{10} = 10000_{16}$
- h) $7777_{10} = 1E61_{16}$
- i) $93517_{10} = 16D4D_{16}$
- j) $1048576_{10} = 100000_{16}$
- k) $0,328_{10} = 0.53F7CED9 \text{ H}$
- l) $0,093_{10} = 0.17CED916 \text{ H}$
- m) $736,477_{10} = 2E0.7A1CAC08 \text{ H}$
- n) $9099,999_{10} = 238B.FFBE76C8 \text{ H}$
- o) $1234,5678_{10} = 4D2.915B573E \text{ H}$

6.1.4.

- a) $8E \text{ H} = 142_{10}$
- b) $FFF \text{ H} = 4095_{10}$
- c) $300A \text{ H} = 12298_{10}$
- d) $ABCD \text{ H} = 43981_{10}$
- e) $E06C = 57452_{10}$
- f) $987FA \text{ H} = 624634_{10}$
- g) $4431 \text{ H} = 17457_{10}$
- h) $17D6E \text{ H} = 97646_{10}$

- i) $2000F H = 131087_{10}$
 j) $C4301 H = 803585_{10}$
 k) $0.9F6 H = 0,62255859_{10}$
 l) $0.FFF H = 0,99975585_{10}$
 m) $ACD.ABC H = 2765,06708984_{10}$
 n) $6002.012 H = 24578,00439453_{10}$
 o) $5379.00F H = 21369,00366210_{10}$

6.1.5.

- a) $101_2 = 5 H$
 b) $1100111110_2 = 33E H$
 c) $100000011110_2 = 40E H$
 d) $1010110011001_2 = 1599 H$
 e) $1111000011101_2 = 1E10 H$
 f) $0.1001101101_2 = 0.9B2 H$
 g) $0.1111000101_2 = 0.F14 H$
 h) $1011.01_2 = B.4 H$
 i) $10000110001.1000011_2 = 431.86 H$
 j) $1111111010.001001_2 = 3FA.24 H$

6.2.1.

- a) $F^3 = C \cdot \bar{B} \cdot A + C \cdot B \cdot A + \bar{C} \cdot A = A$
 b) $F^2 = \bar{A} + \bar{B} + \bar{B} \cdot A = \bar{A} + \bar{B}$
 c) $F^2 = \bar{B} \cdot A + B \cdot \bar{A} = 1$
 d) $F^3 = \bar{C} \cdot B \cdot A + B \cdot \bar{A} = 1$
 e) $F^3 = C \cdot B \cdot \bar{A} + \bar{C} \cdot B \cdot \bar{A} + C \cdot B \cdot A + C \cdot \bar{B} \cdot A = B \cdot \bar{A} + C \cdot A$
 f) $F^3 = \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} + C \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} + C \cdot \bar{B} \cdot A + C \cdot B \cdot A = \bar{B} \cdot \bar{A} + C \cdot A$
 g) $F^3 = \bar{C} \cdot B \cdot A + \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot A + \bar{C} \cdot B \cdot \bar{A} + \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} = \bar{C}$
 h) $F^2 = B \cdot A + B \cdot \bar{A} + \bar{B} \cdot A + \bar{B} \cdot \bar{A} = 1$
 i) $F^3 = C \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} + C \cdot B \cdot \bar{A} + C \cdot B \cdot A = C \cdot \bar{A} + C \cdot B$
 j) $F^3 = (B + A) \cdot (\bar{C} + A) \cdot (C + A) = A$
 k) $F^3 = \bar{B} \cdot (B + A) \cdot (C + \bar{A}) \cdot (\bar{C} + \bar{A}) = 0$
 l) $F^4 = \overline{\bar{D} \cdot C \cdot (B + A) + \bar{C} \cdot \bar{B}} = D \cdot C \cdot \bar{B} \cdot A$
 m) $F^4 = \overline{(D + C \cdot (\bar{B} + A)) \cdot \bar{B}} = B$
 n) $F^4 = \overline{\bar{D} + \bar{A} + \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot \bar{B} + \bar{D} \cdot B \cdot \bar{A} + \bar{B} + (C + B + A) \cdot (D + B + A) + D \cdot C \cdot \bar{B} \cdot \bar{A}} = \bar{D} + \bar{B} + \bar{A}$

6.2.2.

a) $F^3 = \bar{A}$

b) $F^3 = \bar{C} \cdot B + C \cdot \bar{B}$

c) $F^3 = \bar{C} \cdot A + B \cdot A$

d) $F^3 = \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot A + C \cdot \bar{A}$

e) $F^3 = \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot A + \bar{C} \cdot B \cdot \bar{A} + C \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} + C \cdot B \cdot A$

f) $F^3 = A$

g) $F^3 = C \cdot \bar{B} + \bar{C} \cdot B$

h) $F^3 = \bar{C} \cdot \bar{A} + C \cdot A$

6.2.3.

a) $F^3 = C$

b) $F^3 = C + A$

c) $F^3 = A$

d) $F^3 = (\bar{C} + \bar{A}) \cdot (C + A)$

e) $F^3 = (\bar{C} + \bar{A}) \cdot (C + \bar{B})$

f) $F^3 = (\bar{C} + A) \cdot (\bar{C} + B) \cdot (C + \bar{B} + \bar{A})$

g) $F^3 = (\bar{B} + A) \cdot (\bar{C} + B + \bar{A})$

h) $F^3 = \bar{A}$

6.2.4.

a) $F^3 = \Sigma^3(3,5,6,7); F^3 = B \cdot A + C \cdot A + C \cdot B$

$F^3 = \Pi^3(0,1,2,4); F^3 = (\bar{B} + \bar{A}) \cdot (\bar{C} + \bar{A}) \cdot (\bar{C} + \bar{B})$

b) $F^3 = \Sigma^3(0,1,2,5,6); F^3 = \bar{C} \cdot \bar{A} + \bar{B} \cdot A + \bar{C} \cdot \bar{B}$ (vagy az utolsó helyett: $B \cdot \bar{A}$)

$F^3 = \Pi^3(3,4,7); F^3 = (B + A) \cdot (C + \bar{B} + \bar{A})$

6.2.5.

a) $F^4 = \bar{D} \cdot A$

b) $F^4 = \bar{C} \cdot \bar{A}$

c) $F^4 = \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot A + D \cdot \bar{A}$

d) $F^4 = \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot \bar{A} + D \cdot \bar{C} \cdot A + \bar{C} \cdot B \cdot \bar{A}$ (vagy az utolsó helyett: $\bar{D} \cdot \bar{C} \cdot B$)

e) $F^4 = \bar{A}$

$$f) F^4 = \bar{D} \cdot C + C \cdot A$$

$$g) F^4 = \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot B + \bar{D} \cdot C \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} + D \cdot A$$

$$h) F^4 = \bar{C} \cdot \bar{A} + C \cdot A$$

$$i) F^4 = \bar{D} \cdot A + D \cdot \bar{A}$$

6.2.6.

$$a) F^4 = D + \bar{C}$$

$$b) F^4 = C + \bar{A}$$

$$c) F^4 = (C + A) \cdot (D + A)$$

$$d) F^4 = (\bar{D} + \bar{B}) \cdot (\bar{C} + \bar{B})$$

$$e) F^4 = C \cdot (\bar{D} + \bar{A})$$

$$f) F^4 = (\bar{D} + \bar{C} + A) \cdot (D + \bar{C} + \bar{A}) \cdot (D + C + A)$$

$$g) F^4 = (\bar{C} + \bar{A}) \cdot (\bar{D} + C + \bar{B} + A) \cdot (D + C + B + A)$$

$$h) F^4 = (\bar{D} + \bar{A}) \cdot (D + \bar{C})$$

$$i) F^4 = (\bar{D} + C + B) \cdot (\bar{D} + B + A) \cdot (D + C + \bar{B}) \cdot (D + \bar{B} + A)$$

6.2.7.

$$a) F^4 = \Sigma^4(0,1,2,3,4,6,11,15);$$

$$F^4 = \bar{D} \cdot \bar{C} + \bar{D} \cdot \bar{A} + D \cdot B \cdot A$$

$$F^4 = \Pi^4(5,7,8,9,10,12,13,14);$$

$$F^4 = (\bar{D} + C + A) \cdot (D + \bar{B}) \cdot (D + \bar{A})$$

$$b) F^4 = \Sigma^4(2,3,4,9,10,11,12,15);$$

$$F^4 = \bar{C} \cdot B + D \cdot \bar{C} \cdot A + D \cdot B \cdot A + C \cdot \bar{B} \cdot \bar{A}$$

$$F^4 = \Pi^4(0,1,5,6,7,8,13,14);$$

$$F^4 = (\bar{D} + C + B) \cdot (C + \bar{B} + A) \cdot (\bar{D} + \bar{C} + \bar{B}) \cdot (\bar{C} + \bar{B} + \bar{A}) \cdot (C + B + \bar{A})$$

6.2.8.

Szabályos alakra hozás algebrai úton:

$$\begin{aligned} F^4 &= B \cdot \bar{A} \cdot (D + \bar{D}) \cdot (C + \bar{C}) + \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot (A + \bar{A}) + D \cdot C \cdot A \cdot (B + \bar{B}) = D \cdot C \cdot B \cdot \bar{A} + D \cdot \bar{C} \cdot B \cdot \bar{A} + \\ &+ \bar{D} \cdot C \cdot B \cdot \bar{A} + \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot B \cdot \bar{A} + \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot A + \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} + D \cdot C \cdot B \cdot A + D \cdot C \cdot \bar{B} \cdot A \end{aligned}$$

A sorszamos alak: $F^4 = \Sigma^4(0,1,2,6,10,13,14,15)$.

Szabályos alakra hozás grafikus úton a 6.78. ábrán látható.

6.2.11.

a) $F^3 = \Sigma^3(0,1,3,5)$

b) $F^3 = \Sigma^3(0,1,6,7)$

c) $F^3 = \Sigma^3(2,3,4,5,6)$

d) $F^4 = \Sigma^4(0,1,2,3,4,5,6,9,10)$

e) $F^4 = \Sigma^4(3,4,5,6,7,8,11,12,13,14,15)$

f) $F^4 = \Sigma^4(1,3,5,7,9,11,13,15)$

6.2.12.

a) $F^3 = \Pi^3(3,4,5,6,7)$

b) $F^3 = \Pi^3(1,3,4,5,6)$

c) $F^3 = \Pi^3(0,1,7)$

d) $F^4 = \Pi^4(0,1,2,5,6,7,8,13,14,15)$

e) $F^4 = \Pi^4(1,2,3,5,8,9,10,11,12,13,14)$

f) $F^4 = \Pi^4(0,2,3,4,5,9,10,11,12,13,14,15)$

6.2.13.

$$F_3^4 = \Sigma^4(0,1,2,3,5,7,8,9,10,11,12,13,14); F_3^4 = \bar{C} + D \cdot \bar{B} + D \cdot \bar{A} + \bar{D} \cdot A$$

$$F_4^4 = \Pi^4(0,1,2,3,4,5,7,8,9,10,11,12,13,14); F_4^4 = \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot (D + \bar{A}) \cdot (\bar{D} + A)$$

6.3.1. $F^4 = D \cdot A + C \cdot \bar{B}.$

6.3.2. $F^4 = (D + C) \cdot (\bar{C} \cdot \bar{B} + A) \cdot \bar{B}.$

6.3.3. $F^4 = D \cdot C \cdot B \cdot A.$

6.3.4. $F^4 = \Pi^4(0,2,3,8,10); F^4 = \Sigma^4(0,1,2,3,4,6,8,9,10,11,14).$

6.3.5. $F^4 = \Sigma^4(0,4,5,6,7,8,12); F^4 = \Pi^4(0,1,2,4,5,6,12,13,14).$

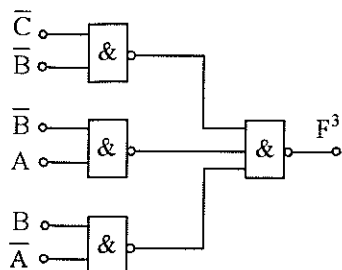
6.3.6. $F_1^4 = \bar{D} \cdot C \cdot \bar{B} + \bar{B} \cdot \bar{A}; F_2^4 = \bar{C} \cdot \bar{A} + D \cdot C \cdot \bar{B} + \bar{B} \cdot \bar{A}.$

6.3.7. a) $F^3 = \bar{C} \cdot \bar{B} + \bar{B} \cdot A + B \cdot \bar{A}.$

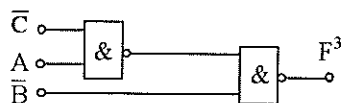
A 6.3.7.a) feladat áramköre a **6.79.** ábrán látható.

b) $F^3 = B + \bar{C} \cdot A.$

A 6.3.7.b) feladat áramköre a **6.80.** ábrán látható.



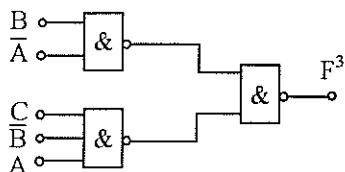
6.79. ábra



6.80. ábra

$$c) F^3 = B \cdot \bar{A} + C \cdot \bar{B} \cdot A.$$

A 6.3.7.c) feladat áramköre a 6.81. ábrán látható.



6.81. ábra



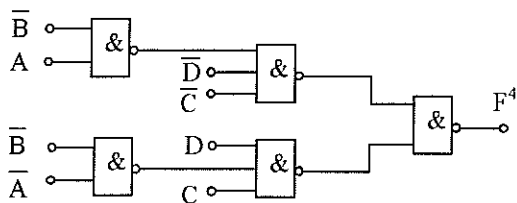
6.82. ábra

$$d) F^3 = B.$$

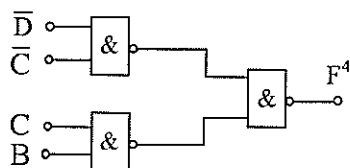
A 6.3.7.d) feladat áramköre a 6.82. ábrán látható.

$$e) F^4 = \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot (B + \bar{A}) + D \cdot C \cdot (B + A) \text{ (egy lehetséges megoldás).}$$

A 6.3.7.e) feladat áramköre 6.83. ábrán látható.



6.83. ábra



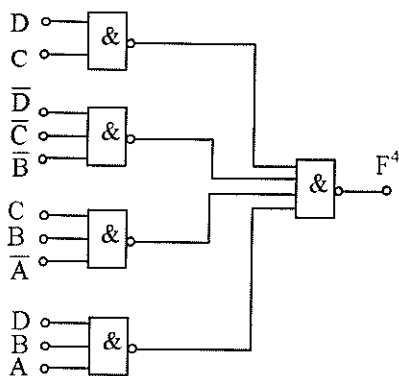
6.84. ábra

$$f) F^4 = \bar{D} \cdot \bar{C} + C \cdot B.$$

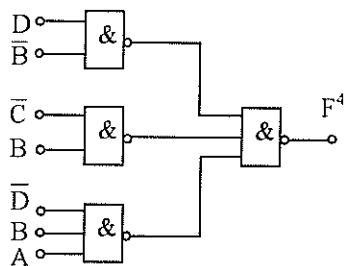
A 6.3.7.f) feladat áramköre a 6.84. ábrán látható.

$$g) F^4 = D \cdot C + \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot \bar{B} + C \cdot B \cdot \bar{A} + D \cdot B \cdot A.$$

A 6.3.7.g) feladat áramköre a 6.85. ábrán látható.



6.85. ábra



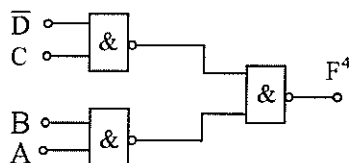
6.86. ábra

$$h) F^4 = D \cdot \bar{B} + \bar{C} \cdot B + \bar{D} \cdot B \cdot A.$$

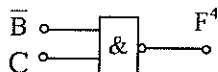
A 6.3.7.h) feladat áramköre 6.86. ábrán látható.

$$i) F^4 = \bar{D} \cdot C + B \cdot A.$$

A 6.3.7.i) feladat áramköre a 6.87. ábrán látható.



6.87. ábra



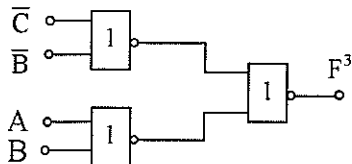
6.88. ábra

$$j) F^4 = B + \bar{C}.$$

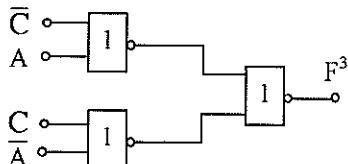
A 6.3.7.j) feladat áramköre a 6.88. ábrán látható.

$$6.3.8. a) F^3 = (\bar{C} + \bar{B}) \cdot (B + A).$$

A 6.3.8.a) feladat áramköre a 6.89. ábrán látható.



6.89. ábra



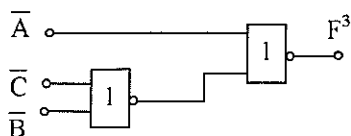
6.90. ábra

$$b) F^3 = (\bar{C} + A) \cdot (C + \bar{A}).$$

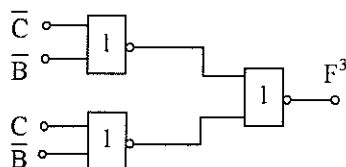
A 6.3.8.b) feladat áramköre a 6.90. ábrán látható.

$$c) F^3 = A \cdot (\bar{C} + \bar{B}).$$

A 6.3.8.c) feladat áramköre a **6.91.** ábrán látható.



6.91. ábra



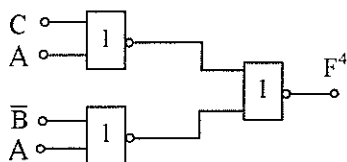
6.92. ábra

$$d) F^3 = (\bar{C} + B) \cdot (C + \bar{B}).$$

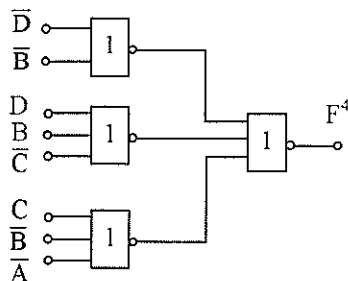
A 6.3.8.d) feladat áramköre a **6.92.** ábrán látható.

$$e) F^4 = (C + A) \cdot (\bar{B} + A).$$

A 6.3.8.e) feladat áramköre a **6.93.** ábrán látható.



6.93. ábra



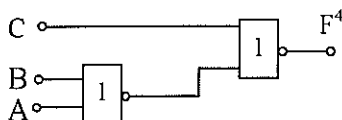
6.94. ábra

$$f) F^4 = (\bar{D} + \bar{B}) \cdot (D + B + \bar{C}) \cdot (C + \bar{B} + \bar{A}).$$

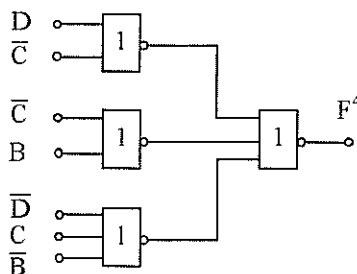
A 6.3.8.f) feladat áramköre a **6.94.** ábrán látható.

$$g) F^4 = \bar{C} \cdot (B + A).$$

A 6.3.8.g) feladat áramköre a **6.95.** ábrán látható.



6.95. ábra



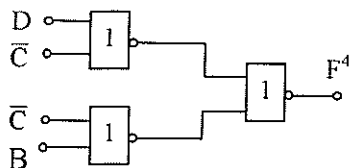
6.96. ábra

$$h) F^4 = (D + \bar{C}) \cdot (\bar{C} + B) \cdot (\bar{D} + C + \bar{B}).$$

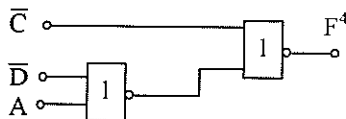
A 6.3.8.h) feladat áramköre a **6.96.** ábrán látható.

$$i) F^4 = (D + \bar{C}) \cdot (\bar{C} + B).$$

A 6.3.8.i) feladat áramköre a 6.97. ábrán látható.



6.97. ábra



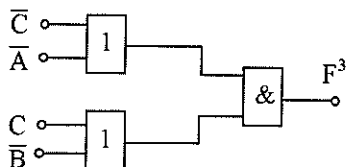
6.98. ábra

$$j) F^4 = C \cdot (\bar{D} + A).$$

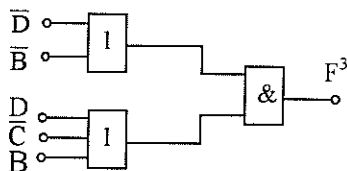
A 6.3.8.j) feladat áramköre a 6.98. ábrán látható.

$$6.3.9. a) F^3 = (\bar{C} + \bar{A}) \cdot (C + \bar{B}).$$

A 6.3.9.a) feladat áramköre a 6.99. ábrán látható.



6.99. ábra



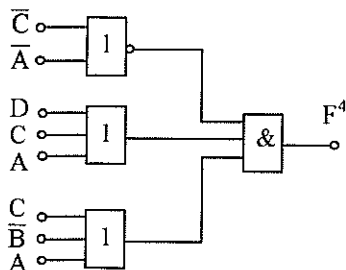
6.100. ábra

$$b) F^4 = \bar{D} \cdot \bar{B} + D \cdot \bar{C} \cdot B.$$

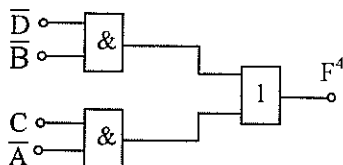
A 6.3.9.b) feladat áramköre a 6.100. ábrán látható.

$$c) F^4 = (\bar{C} + \bar{A}) \cdot (D + C + A) \cdot (C + \bar{B} + A).$$

A 6.3.9.c) feladat áramköre a 6.101. ábrán látható.



6.101. ábra



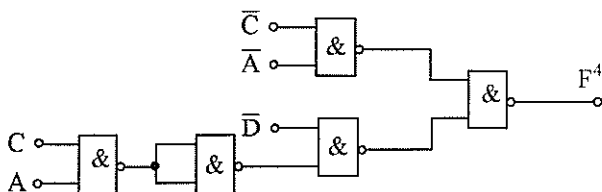
6.102. ábra

$$d) F^4 = \bar{D} \cdot \bar{B} + C \cdot \bar{A}.$$

A 6.3.9.d) feladat áramköre a 6.102. ábrán látható.

6.3.10. a) $F^4 = \bar{C} \cdot \bar{A} + \bar{D} \cdot C \cdot A$.

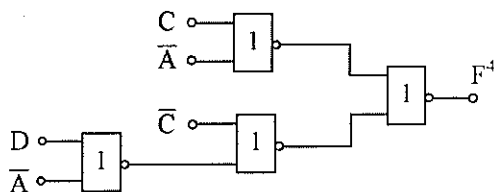
A 6.3.10.a) feladat NAND kapus realizálása a 6.103. ábrán látható.



6.103. ábra

$$F^4 = (C + \bar{A}) \cdot (\bar{C} + \bar{D} \cdot A).$$

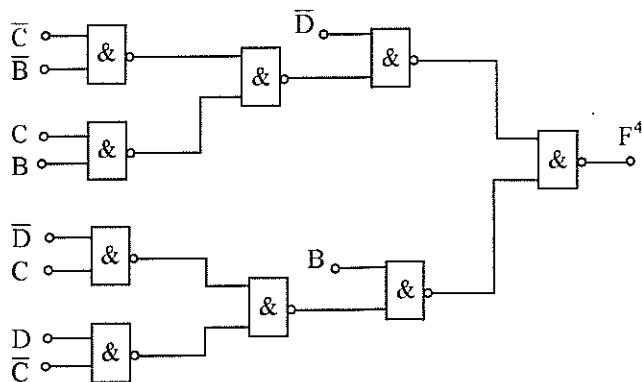
A 6.3.10.a) feladat NOR kapus áramköre a 6.104. ábrán látható.



6.104. ábra

$$b) F^4 = \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot \bar{B} + \bar{D} \cdot C \cdot B + D \cdot \bar{C} \cdot B = \bar{D} \cdot (\bar{C} \cdot \bar{B} + C \cdot B) + B \cdot (\bar{D} \cdot C + D \cdot \bar{C})$$

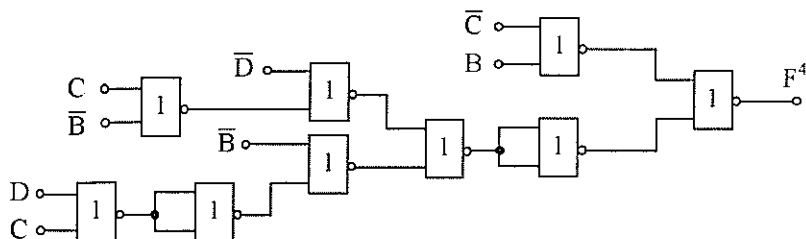
A 6.3.10.b) feladat NAND kapus realizálása a 6.105. ábrán látható.



6.105. ábra

$$F^4 = (\bar{D} + \bar{C}) \cdot (\bar{D} + B) \cdot (\bar{C} + B) \cdot (D + C + \bar{B}) = (\bar{D} + \bar{C} \cdot B) \cdot (\bar{C} + B) \cdot (D + C + \bar{B}).$$

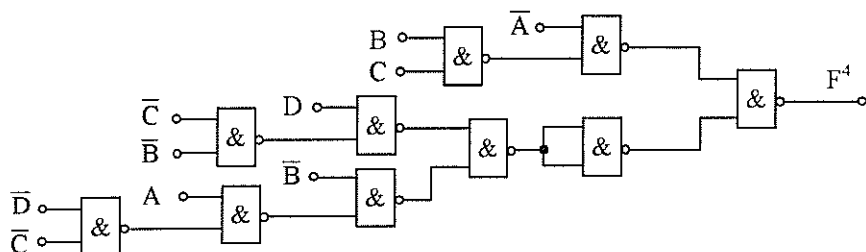
A 6.3.10.b) feladat NOR kapus realizálása a **6.106.** ábrán látható.



6.106. ábra

$$c) F^4 = \bar{B} \cdot \bar{A} + \bar{C} \cdot \bar{A} + D \cdot C + D \cdot B + \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot \bar{B} = \bar{A} \cdot (\bar{B} + \bar{C}) + (D \cdot (C + B) + \bar{B} \cdot (\bar{A} + \bar{D} \cdot \bar{C})).$$

A 6.3.10.c) feladat NAND kapus realizálása a **6.107.** ábrán látható.

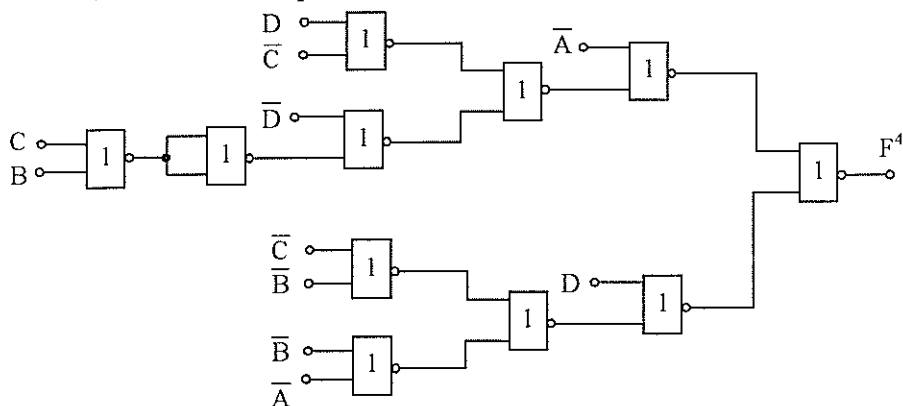


6.107. ábra

$$F^4 = (\bar{D} + C + B + \bar{A}) \cdot (D + \bar{C} + \bar{A}) \cdot (D + \bar{C} + \bar{B}) \cdot (D + \bar{B} + \bar{A}) =$$

$$(\bar{A} + (\bar{D} + C + B) \cdot (D + \bar{C})) \cdot (D + (\bar{C} + \bar{B}) \cdot (\bar{B} + \bar{A})).$$

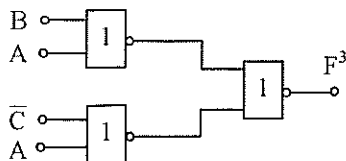
A 6.3.10.c) feladat NOR kapus realizálása a **6.108.** ábrán látható.



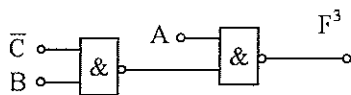
6.108. ábra

$$d) F^3 = (B + A) \cdot (\bar{C} + A).$$

A 6.3.10.d) feladat NOR kapus realizálása a **6.109.** ábrán látható.



6.109. ábra



6.110. ábra

$$F^3 = A + \bar{C} \cdot B.$$

A 6.3.10.d) feladat NAND kapus realizálása a **6.110.** ábrán látható.

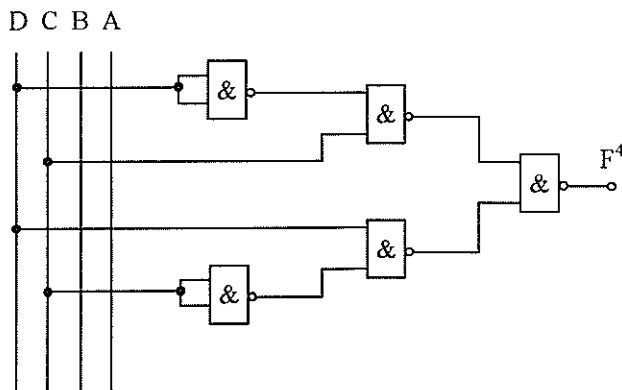
6.3.11. Sztatikus hazárd keletkezik, ha a bemeneti vezérlés 1101–1111 állapotok között változik. A hazárdmentesítéshez az eredeti $F^4 = \bar{B} \cdot A + D \cdot C \cdot B$ függvény helyett az $F^4 = \bar{B} \cdot A + D \cdot C \cdot B + D \cdot C \cdot A$ függvényt kell megvalósítani.

6.3.12. Sztatikus hazárd keletkezik a 1011–1010 átmenetnél. A hazárdmentesített függvény: $F^4 = B \cdot A + D \cdot \bar{C} \cdot \bar{A} + D \cdot \bar{C} \cdot B$.

6.3.13. Dinamikus hazárd keletkezik 1111–1011 bemeneti vezérlés esetén. A hazárdmentesített függvény: $F^4 = D \cdot C + \bar{C} \cdot B \cdot A + D \cdot B \cdot A$.

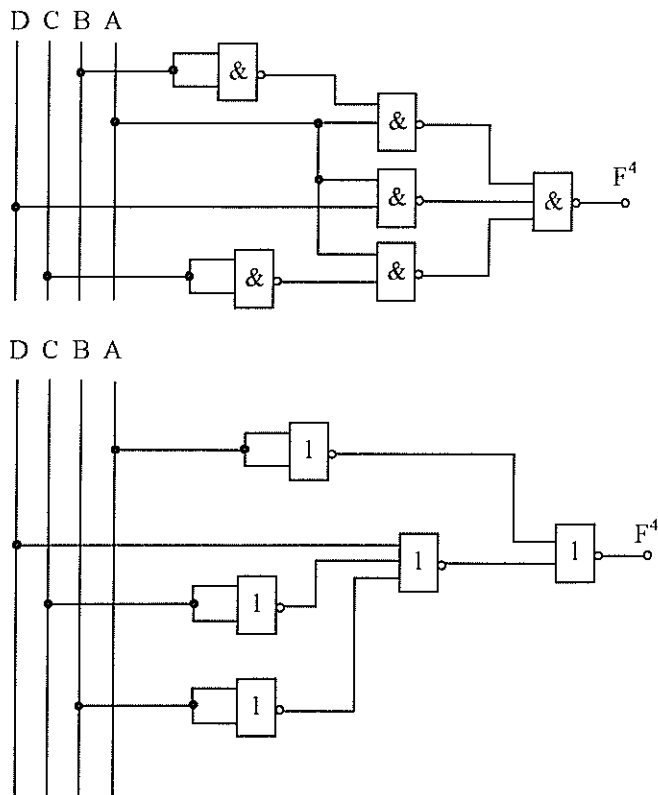
$$\mathbf{6.3.14.} \quad F^4 = \bar{D} \cdot C + D \cdot \bar{C}.$$

A kombinációs hálózat a **6.111.** ábrán látható.



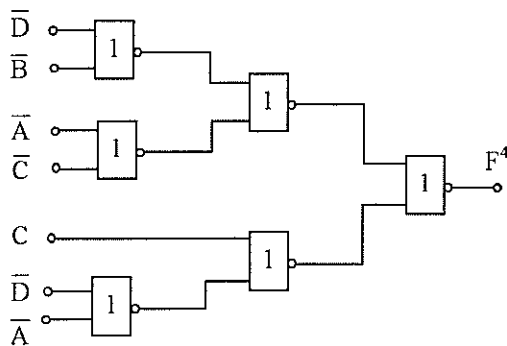
6.111. ábra

6.3.15. A hálózatok a 6.112. ábrán láthatók.



6.112. ábra

6.3.16. A feladat kombinációs hálózata a 6.113. ábrán látható.



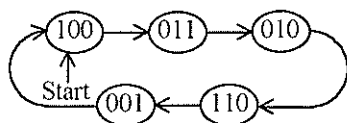
6.113. ábra

6.4.1. $J_C = K_C = \overline{Q_A} + \overline{Q_B}$; $J_B = K_B = Q_C$; $J_A = Q_C$; $K_A = 1$.

Az állapotátmeneti táblázat és az állapotdiagram a 6.114. ábrán látható.

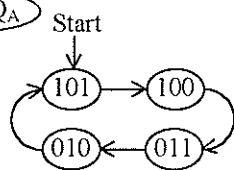
N	$Q_C Q_B Q_A$			$J_C K_C$	$J_B K_B$	$J_A K_A$	N+1
	Q_C	Q_B	Q_A				$Q_C Q_B Q_A$
0	0	0	0	1	1	0 0 0 1	1 0 0
0	0	0	1	1	1	0 0 0 1	1 0 0
0	1	0	0	1	1	0 0 0 1	1 1 0
0	1	1	0	0 0	0 0 0 1		0 1 0
1	0	0	0	1	1	1 1 1 1	0 1 1
1	0	1	0	1	1	1 1 1 1	0 1 0
1	1	0	0	1	1	1 1 1 1	0 0 1
1	1	1	1	0 0	1 1 1 1		1 0 0

$Q_C Q_B Q_A$



6.114. ábra

$Q_C Q_B Q_A$

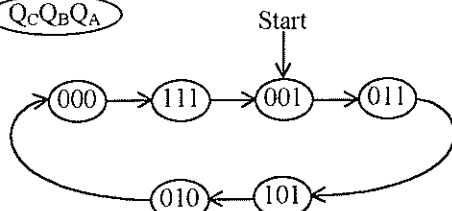


6.115. ábra

6.4.2. A hálózat állapotdiagramja a 6.115. ábrán látható.

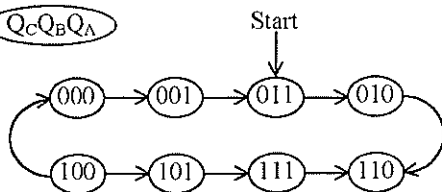
6.4.3. A hálózat állapotdiagramja a 6.116. ábrán látható.

$Q_C Q_B Q_A$



6.116. ábra

$Q_C Q_B Q_A$

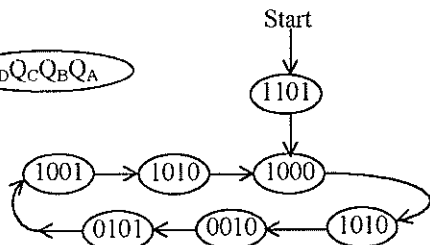


6.117. ábra

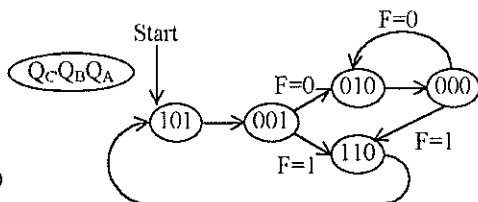
6.4.4. A hálózat állapotdiagramja a 6.117. ábrán látható.

6.4.5. A hálózat állapotdiagramja a 6.118. ábrán látható.

$Q_D Q_C Q_B Q_A$



6.118. ábra

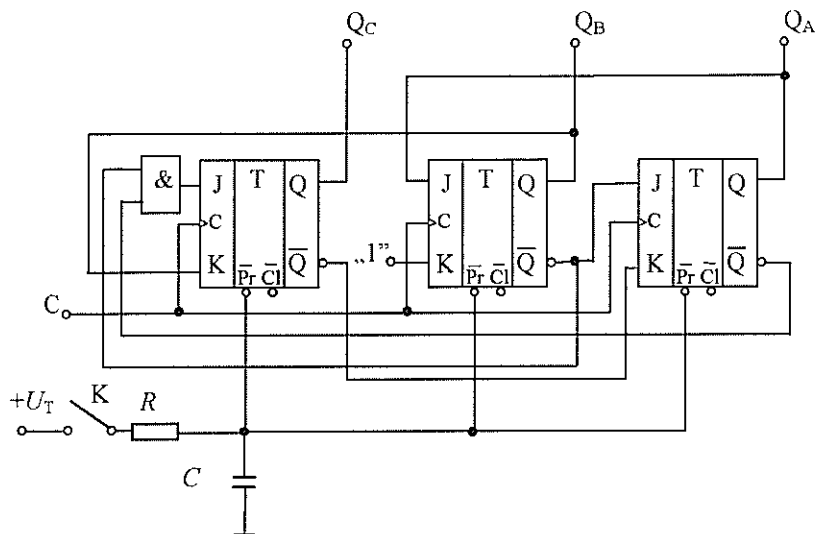


6.119. ábra

6.4.6. A hálózat állapotdiagramja a 6.119. ábrán látható.

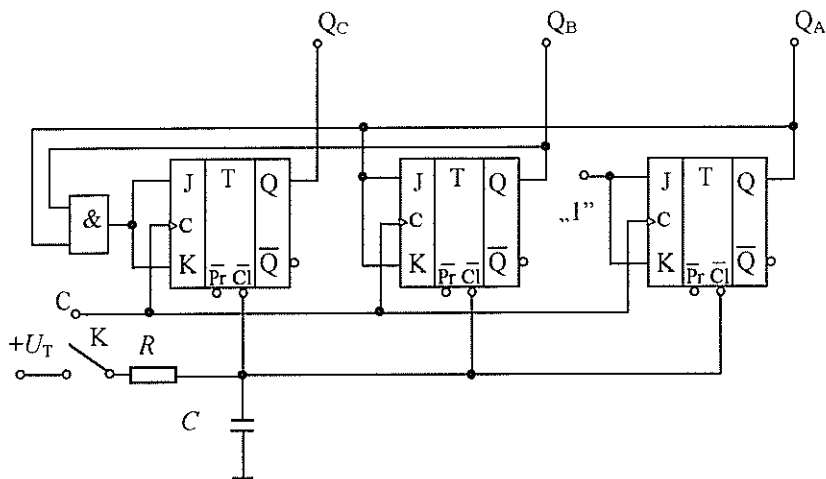
6.4.7.

$J_C = \overline{Q_B} \cdot \overline{Q_A}$; $J_B = Q_A$; $J_A = \overline{Q_B}$; $K_C = Q_B$; $K_B = „1”$; $K_A = \overline{Q_C}$. A hálózat a 6.120. ábrán látható.



6.120. ábra

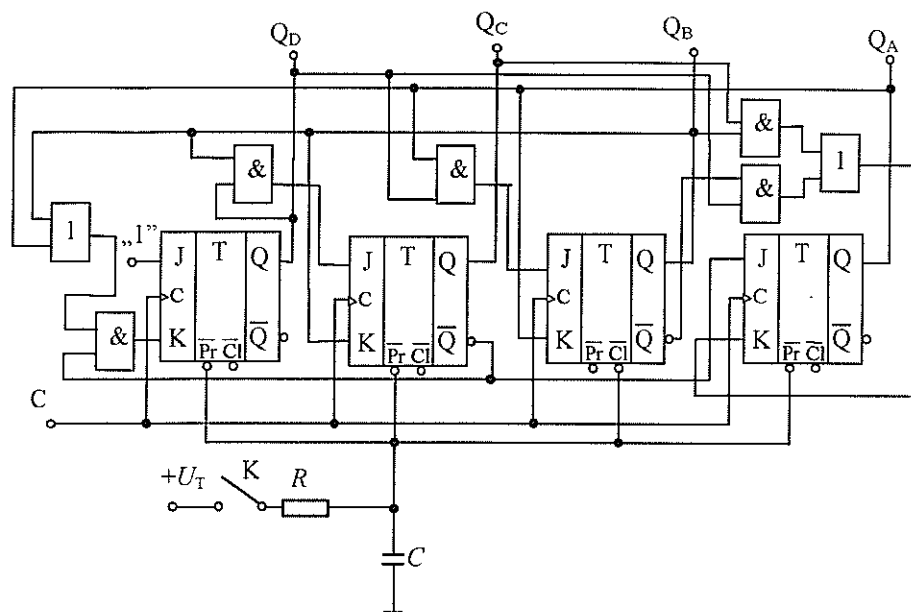
6.4.8. $J_C = Q_B \cdot Q_A$; $J_B = Q_A$; $J_A = „1”$; $K_C = Q_B \cdot Q_A$; $K_B = Q_A$; $K_A = „1”$ (6.121. ábra).



6.121. ábra

6.4.9. $J_D = 1$; $J_C = Q_D \cdot Q_B$; $J_B = Q_D \cdot Q_A$; $J_A = \overline{Q_C}$; $K_D = \overline{Q_C} \cdot Q_B + \overline{Q_C} \cdot Q_A$;

$K_C = Q_B$; $K_B = Q_A$; $K_A = Q_D \cdot \overline{Q_B} + Q_C \cdot Q_B$. A hálózat a 6.122. ábrán látható.



6.122. ábra

6.4.10. $J_D = \overline{Q_B} \cdot Q_C \cdot \overline{Q_A}$; $J_C = \overline{Q_D} \cdot Q_B \cdot \overline{Q_A}$; $J_B = \overline{Q_D} \cdot \overline{Q_C} \cdot Q_A + Q_D \cdot Q_C \cdot Q_A$;

$K_D = \overline{Q_C} \cdot \overline{Q_B} \cdot \overline{Q_A}$; $K_C = Q_D \cdot Q_B \cdot \overline{Q_A}$; $K_B = \overline{Q_D} \cdot Q_C \cdot Q_A + Q_D \cdot \overline{Q_C} \cdot Q_A$;

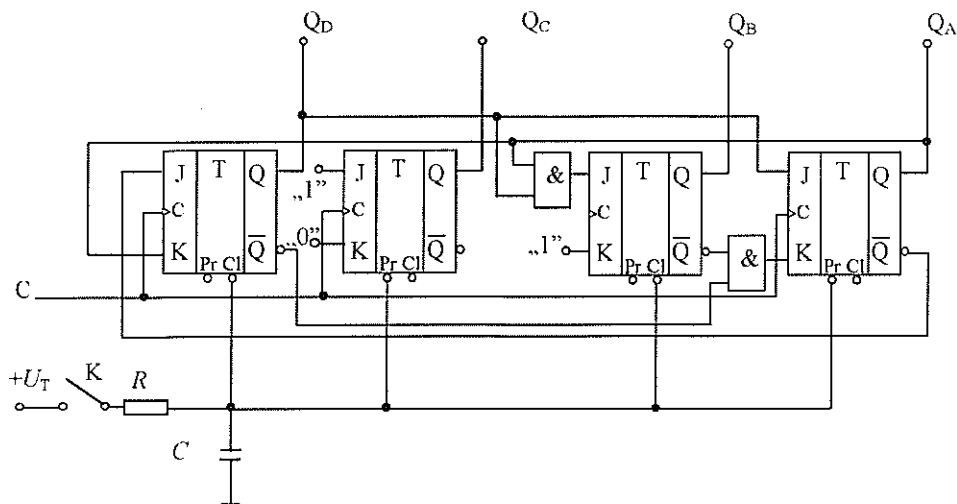
$J_A = \overline{Q_D} \cdot \overline{Q_C} \cdot \overline{Q_B} + \overline{Q_D} \cdot Q_C \cdot Q_B + Q_D \cdot Q_C \cdot \overline{Q_B} + Q_D \cdot \overline{Q_C} \cdot Q_B$;

$K_A = \overline{Q_D} \cdot \overline{Q_C} \cdot Q_B + \overline{Q_D} \cdot Q_C \cdot \overline{Q_B} + Q_D \cdot Q_C \cdot Q_B + Q_D \cdot \overline{Q_C} \cdot \overline{Q_B}$.

6.4.11. $J_D = Q_B$; $J_C = Q_B$; $J_B = \overline{Q_D} + \overline{Q_C}$; $J_A = „0”$;

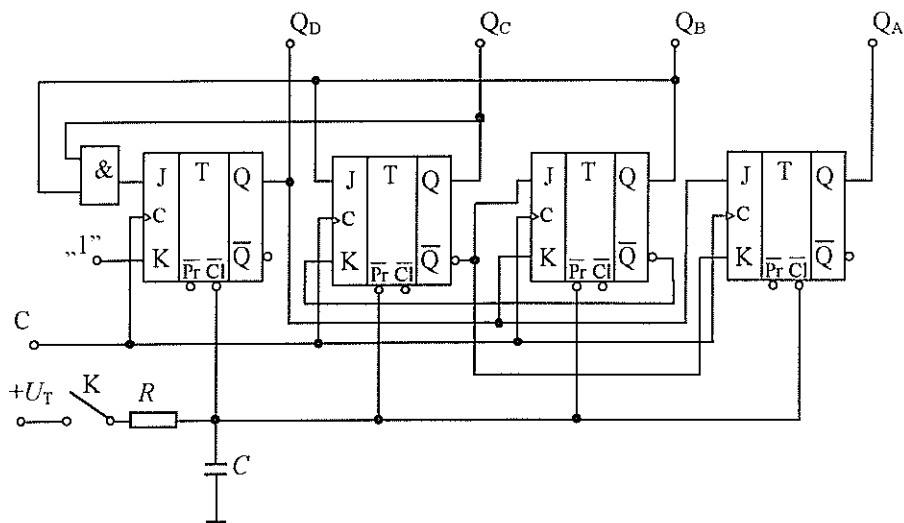
$K_D = Q_C$; $K_C = Q_B$; $K_B = „1”$; $K_A = „0”$.

A realizált hálózat a 6.123. ábrán látható.



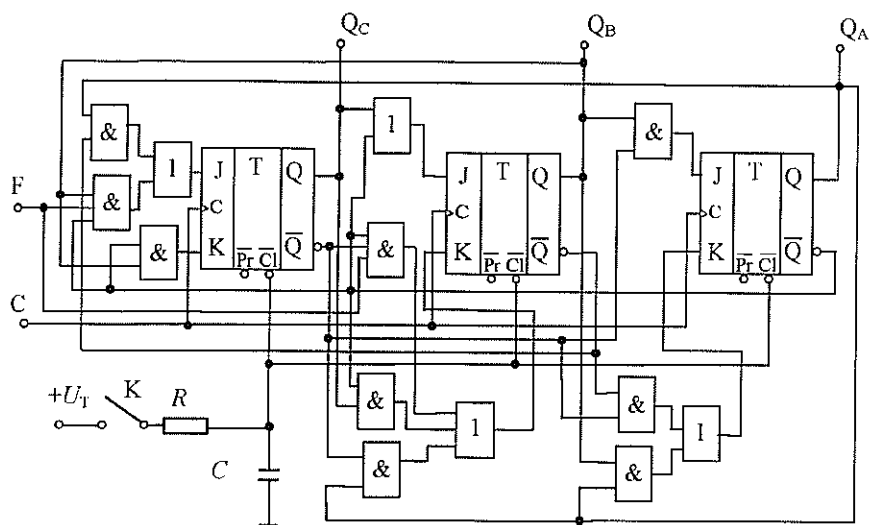
6.125. ábra

6.4.14. $J_D = Q_C \cdot Q_B$; $J_C = Q_B$; $J_B = \overline{Q_C}$; $J_A = Q_D$; $K_D = „1”$; $K_C = \overline{Q_B}$; $K_B = Q_D$; $K_A = \overline{Q_C}$. A realizált hálózat a 6.126. ábrán látható.



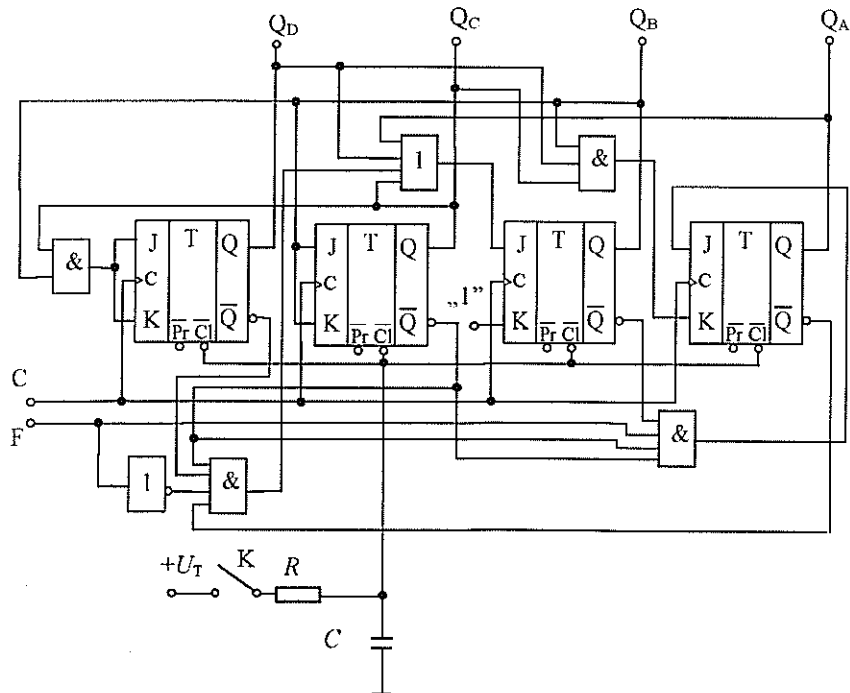
6.126. ábra

6.4.15. $J_C = „1”$; $J_B = \overline{Q_A}$; $J_A = Q_B$; $K_C = Q_B \cdot Q_A$; $K_B = \overline{Q_C}$; $K_A = \overline{Q_B}$. A realizált hálózat a 6.127. ábrán látható.



6.129. ábra

6.4.18. $J_D = Q_C \cdot Q_B$; $J_B = Q_B$; $J_C = Q_D + Q_C + Q_A + \bar{F} \cdot \bar{Q}_D \cdot \bar{Q}_C \cdot \bar{Q}_A$; $J_A = F \cdot \bar{Q}_D \cdot \bar{Q}_C \cdot \bar{Q}_B$; $K_D = Q_C \cdot Q_B$; $K_C = Q_B$; $K_B = „1”$; $K_A = Q_D \cdot Q_C \cdot Q_B$. A realizált hálózat a 6.130. ábrán látható.



6.130. ábra

$$6.4.19. J_D = Q_C \cdot \overline{Q_B}; J_C = Q_B \cdot \overline{Q_A} + \overline{Q_D} \cdot \overline{Q_B} \cdot Q_A;$$

$$K_D = Q_C \cdot Q_B; K_C = \overline{Q_D} \cdot \overline{Q_B} + \overline{Q_D} \cdot \overline{Q_A} + F \cdot Q_B \cdot Q_A;$$

$$J_B = Q_C \cdot \overline{Q_A} + Q_D \cdot Q_A; J_A = \overline{Q_D} \cdot \overline{Q_C} + \overline{Q_C} \cdot \overline{Q_B};$$

$$K_B = Q_D \cdot \overline{Q_C} + \overline{Q_C} \cdot Q_A + \overline{F} \cdot Q_C \cdot Q_A; K_A = \overline{Q_C} + \overline{Q_B}.$$

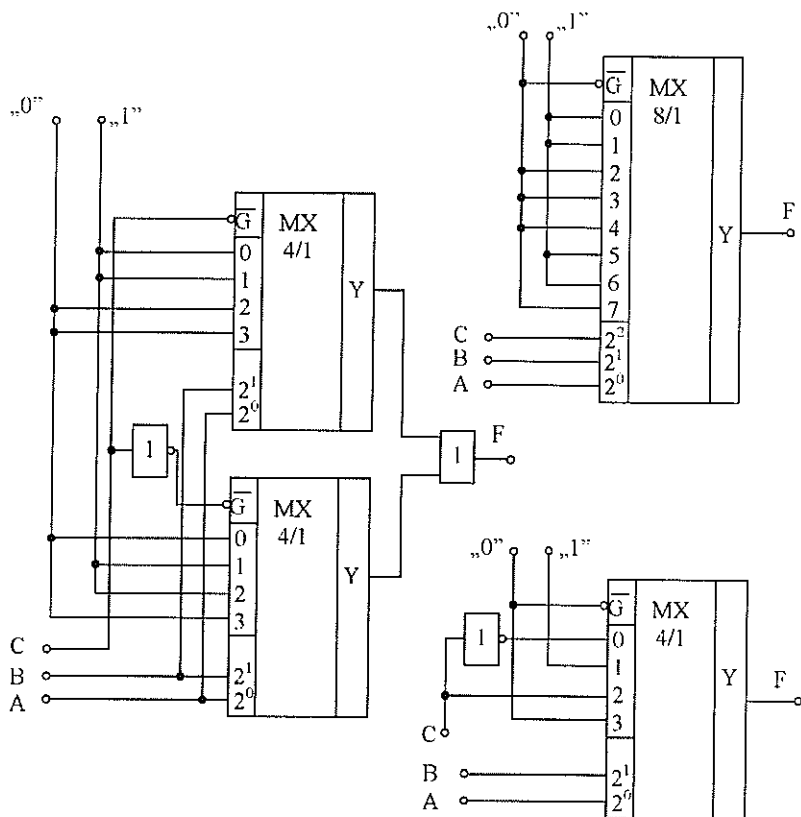
$$6.4.20. J_C = \overline{Q_B} \cdot \overline{Q_A} + Q_B \cdot Q_A + F_2 \cdot Q_B \cdot \overline{Q_A}; K_C = \overline{Q_B}; J_B = Q_C \cdot Q_A + \overline{Q_C} \cdot \overline{Q_A};$$

$$K_B = „1”; J_A = \overline{Q_C} \cdot \overline{Q_B} + \overline{F_2} \cdot Q_B; K_A = \overline{Q_C} \cdot \overline{Q_B} + \overline{F_1} \cdot Q_C \cdot \overline{Q_B}.$$

$$6.4.21. J_C = \overline{Q_B} \cdot Q_A + \overline{F_2} \cdot Q_B; J_B = Q_C \cdot Q_A + \overline{F_1} \cdot \overline{Q_C} \cdot Q_A; J_A = \overline{Q_C};$$

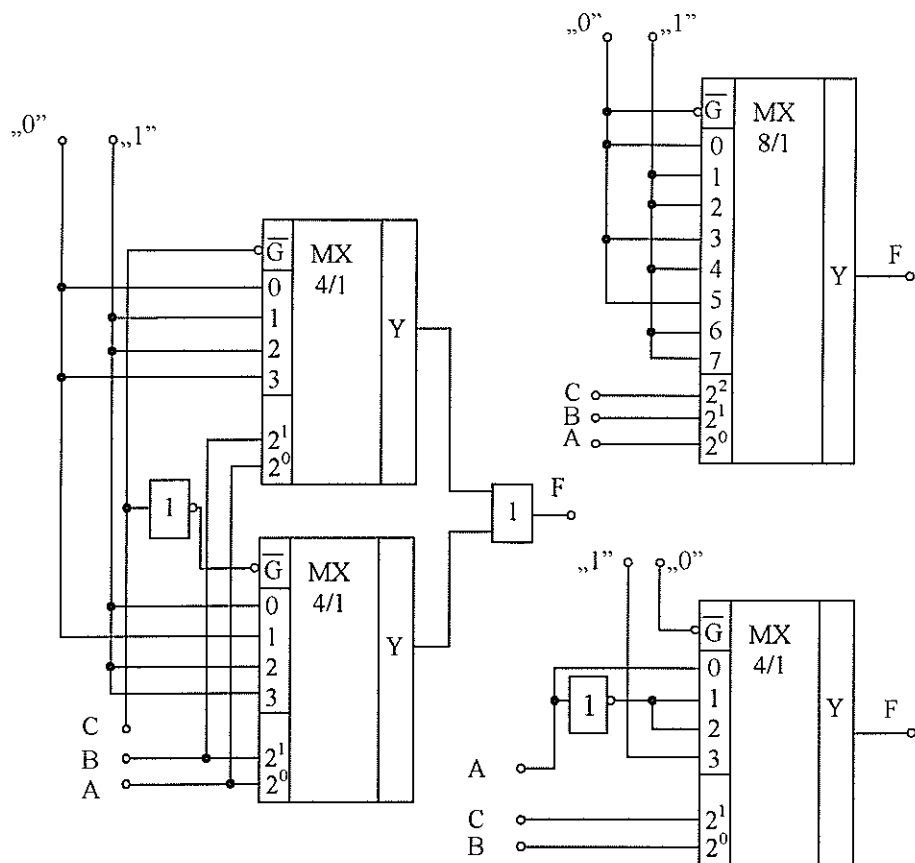
$$K_C = Q_B \cdot Q_A; K_B = \overline{Q_C}; K_A = \overline{F_2} \cdot \overline{Q_C} \cdot \overline{Q_B}.$$

6.5.1. A realizált hálózat a 6.131. ábrán látható.



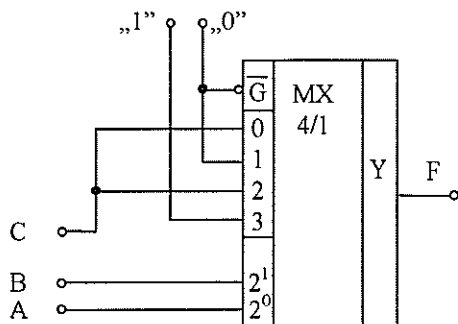
6.131. ábra

6.5.2. A realizált hálózat a 6.132. ábrán látható.



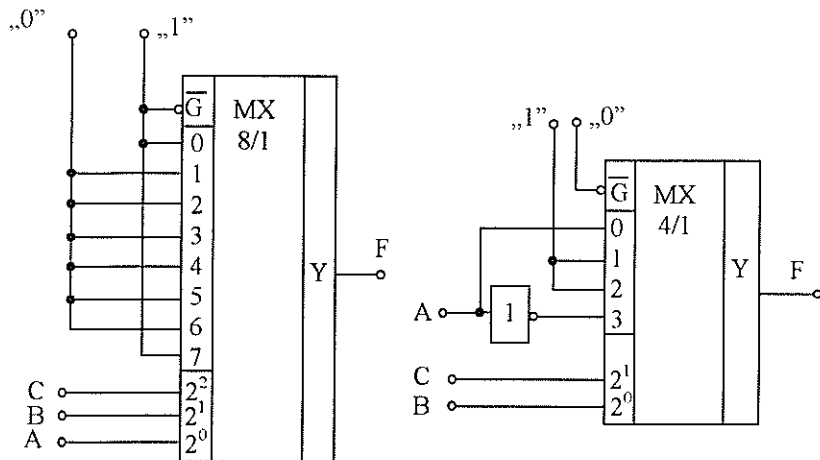
6.132. ábra

6.5.3. $F^3 = \sum^3 (3,4,6,7)$ A realizált hálózat a 6.133. ábrán látható.



6.133. ábra

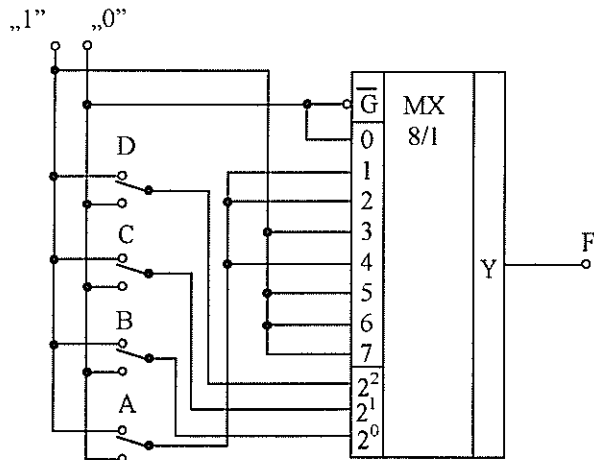
6.5.4. $F^3 = \sum^3 (1,2,3,4,5,6,.)$. A realizált hálózat a 6.134. ábrán látható.



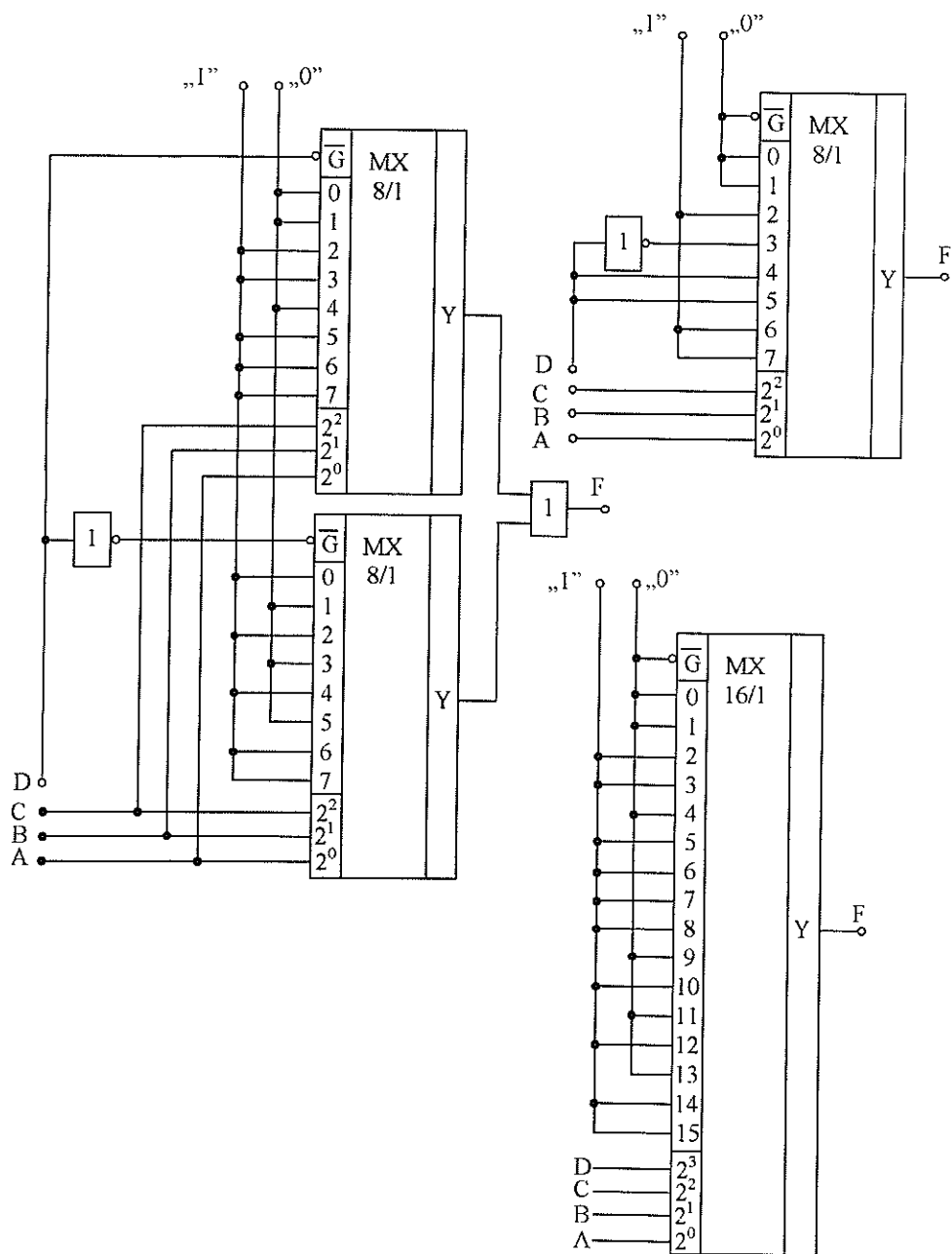
6.134. ábra

6.5.5. $F^4 = \sum^4 (2,3,5,6,7,8,10,12,14,15)$. A realizált hálózat a 6.135. ábrán látható.

6.5.6. A realizált hálózat a 6.136. ábrán látható.

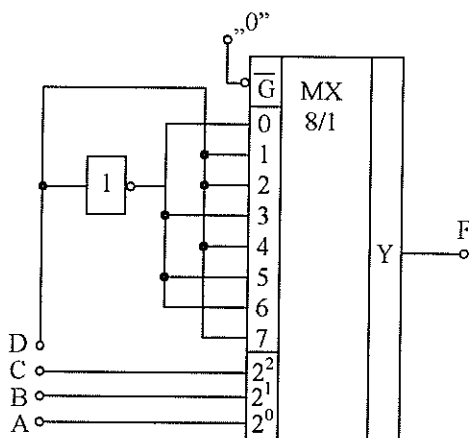


6.136. ábra



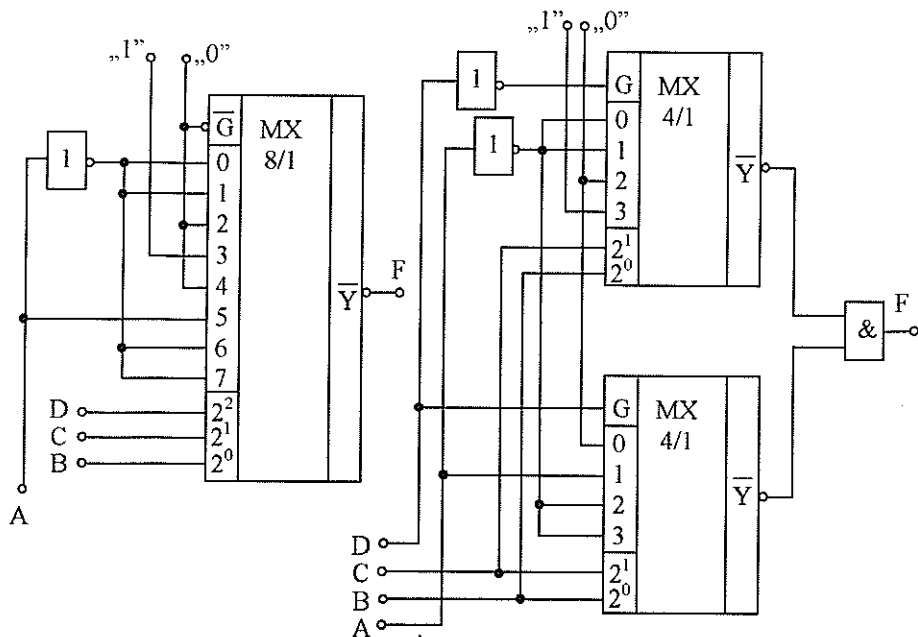
6.135. ábra

6.5.7. A realizált hálózat a 6.137. ábrán látható.



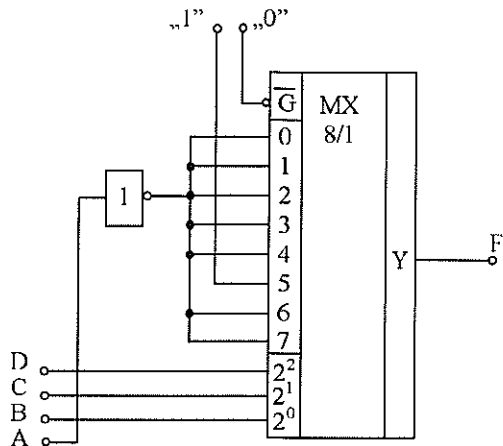
6.137. ábra

6.5.8. A realizált hálózat a 6.138. ábrán látható.



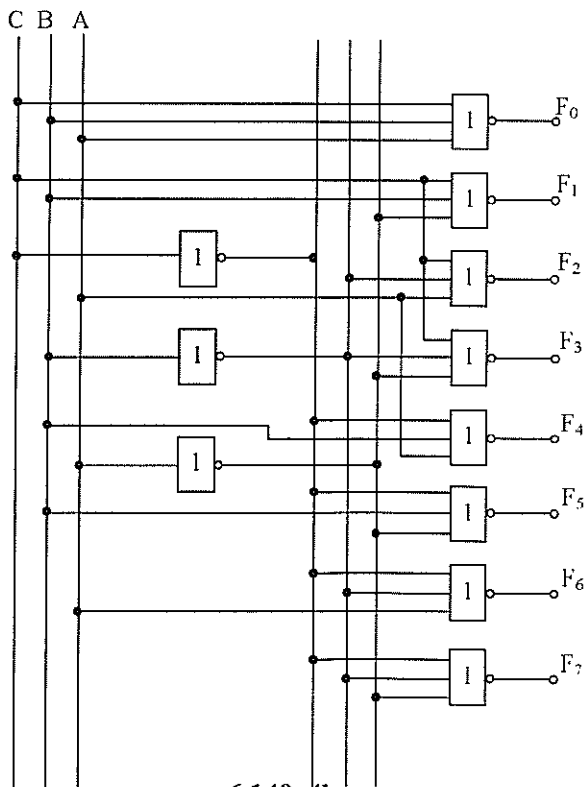
6.138. ábra

6.5.9. Az egyenértékű hálózat a 6.139. ábrán látható.



6.139. ábra

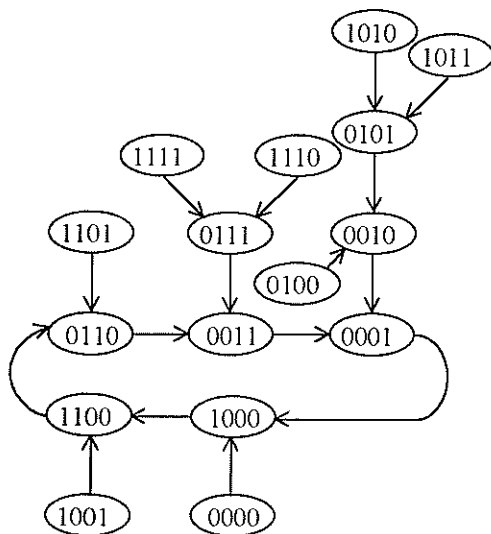
6.5.10. A dekódoló a 6.140. ábrán látható.



6.140. ábra

6.5.14. Az állapotátmeneti tábla és az állapotdiagram a **6.143.** ábrán látható.

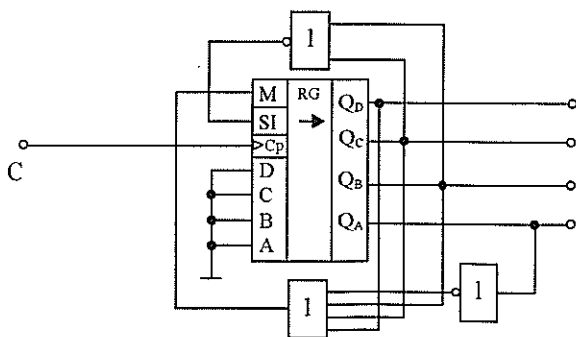
n				n+1			
Q_D	Q_C	Q_B	Q_A	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0	0	1
0	1	0	0	0	0	1	0
0	1	0	1	0	0	1	0
0	1	1	0	0	0	1	1
0	1	1	1	0	0	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	1	0	0
1	0	1	0	0	1	0	1
1	0	1	1	0	1	0	1
1	1	0	0	0	1	1	0
1	1	0	1	0	1	1	0
1	1	1	0	0	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1	1



6.143. ábra

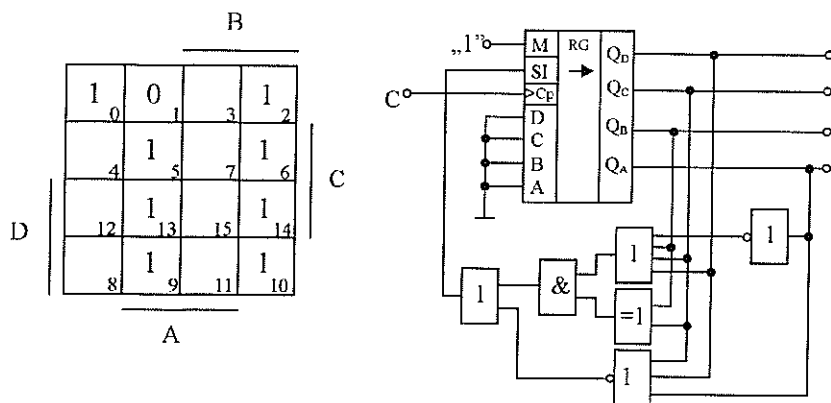
Az átalakításhoz a 0001 kimeneti állapotot kell figyelni: $F = \overline{Q_D} \cdot \overline{Q_C} \cdot \overline{Q_B} \cdot Q_A$. Mivel a párhuzamos beírás $M = 0$ -ra történik, ezért az M bemenetet az F függvény negáltja vezérli: $\overline{F} = \overline{Q_D} \cdot \overline{Q_C} \cdot \overline{Q_B} \cdot Q_A = Q_D + Q_C + Q_B + \overline{Q_A}$.

A figyelt kimeneti állapot elérésekor a párhuzamos beíró bemeneteken 0000 értéket kell beírni. Az átalakított kapcsolást a **6.144.** ábra szemlélteti.



6.144. ábra

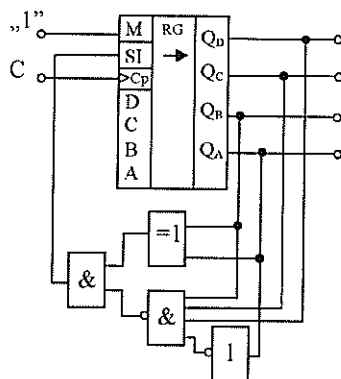
6.5.15. Az átalakított kapcsolás a **6.145.** ábrán látható.



6.145. ábra

$$SI = (B \cdot \bar{A} + \bar{B} \cdot A) \cdot (\bar{D} \cdot \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot A) + \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot \bar{A} = (B \oplus A) \cdot (D + C + B + \bar{A}) + \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot \bar{A} = \\ = (B \oplus A) \cdot (D + C + B + \bar{A}) + (\bar{D} + C + A).$$

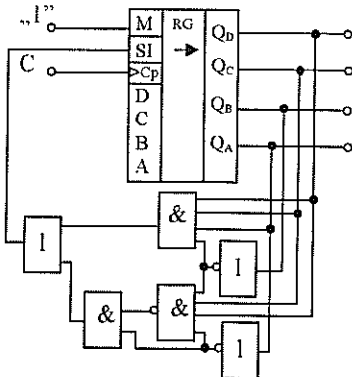
6.5.16. Az átalakított kapcsolás a 6.146. ábrán látható.



6.146. ábra

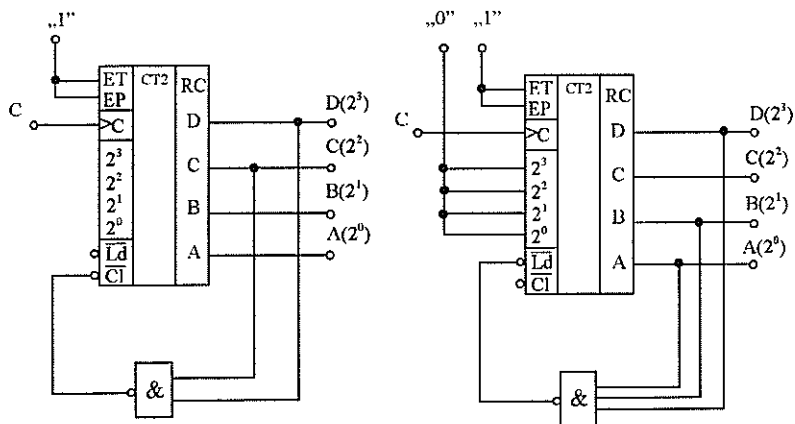
6.5.17. A számláló a 6.147. ábrán látható.

Q _D	Q _C	Q _B	Q _A	Q _D	Q _C	Q _B	Q _A
0	0	0	0	0	1	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1
1	1	0	0	0	1	0	1
1	1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	1	1	0	0	1
0	1	1	1	0	1	0	0
0	0	1	1	1	0	1	0
0	0	0	1	1	1	0	1
0	0	0	0	0	1	1	0
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.



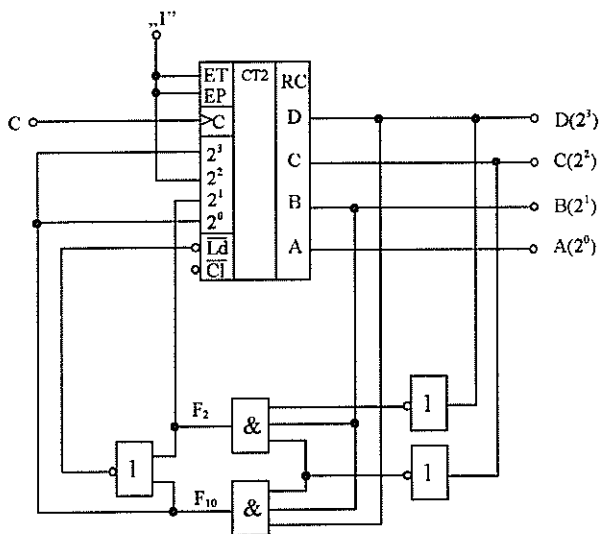
6.147. ábra

6.5.18. Az átalakított számláló a 6.148. ábrán látható.



6.148. ábra

6.5.19. A vezérlő logikai függvények: $F_2 = \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot B$; $F_{10} = D \cdot \bar{C} \cdot B$. Az áramkör a 6.149. ábrán látható.

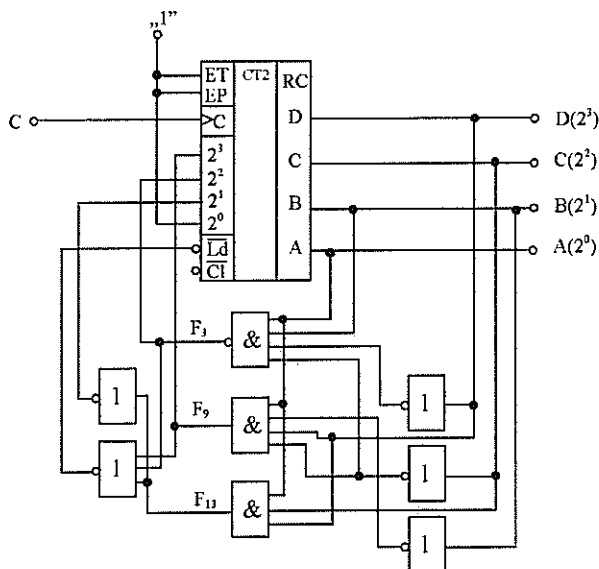


6.149. ábra

6.5.20. A vezérlő logikai függvények: $F_3 = \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot B \cdot A$; $F_9 = D \cdot \bar{C} \cdot \bar{B} \cdot A$; $F_{13} = D \cdot C \cdot A$.

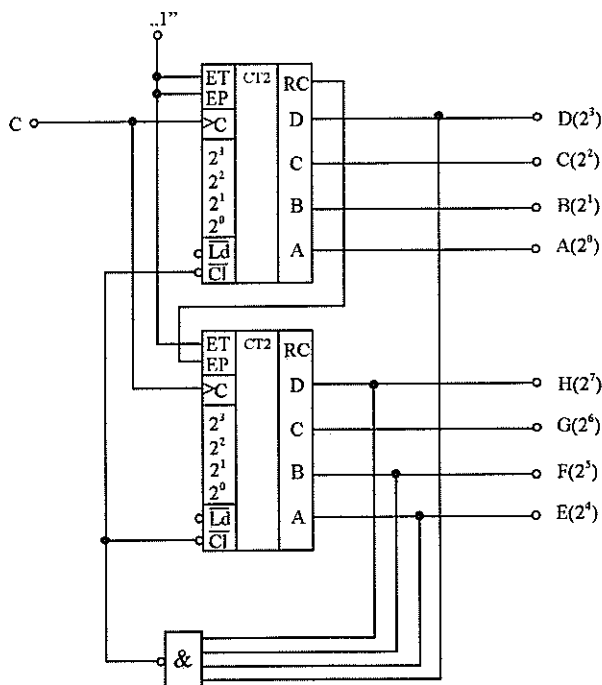
	2^3	2^2	2^1	2^0
F_3	0	1	1	1
F_9	1	0	1	1
F_{13}	0	0	0	1
F_9	F_3	$\bar{F}_{13}$	„1”	

Az áramkör a 6.150. ábrán látható.



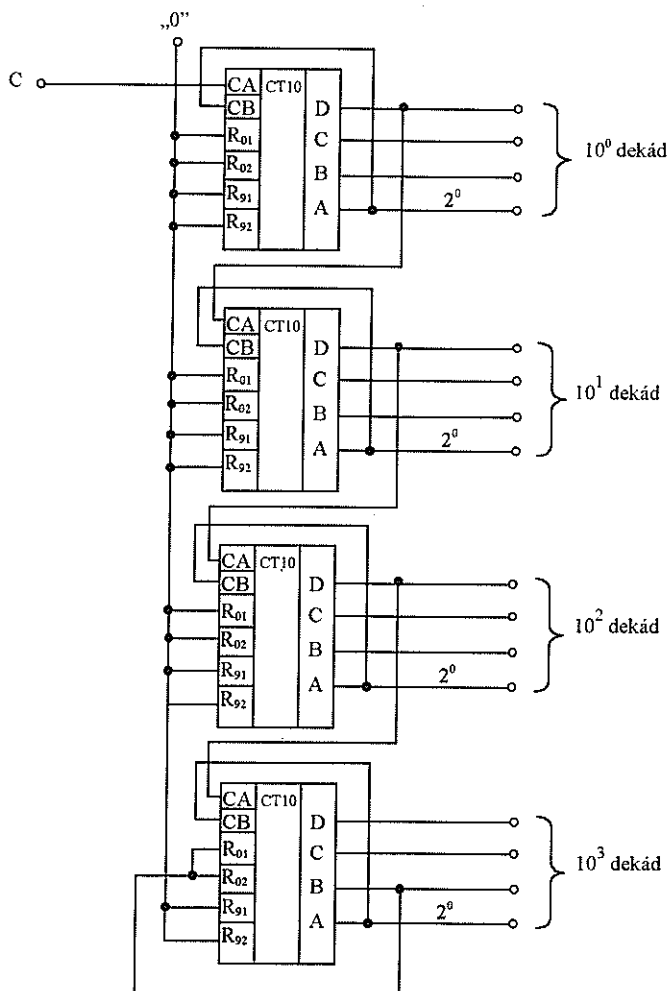
6.150. ábra

7.5.21. A függvények $F_8=D$; $F_{11}=H \cdot F \cdot E$. A kapcsolás a 6.151. ábrán látható.



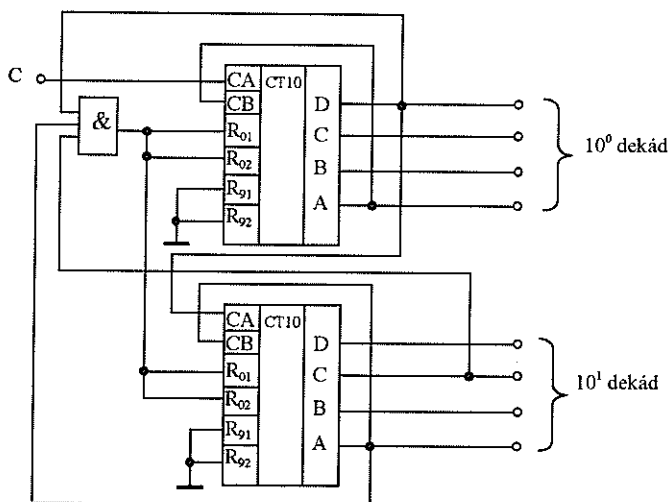
6.151. ábra

6.5.22. A függvény: $F_2 = B$. A számláló a 6.152. ábrán látható.



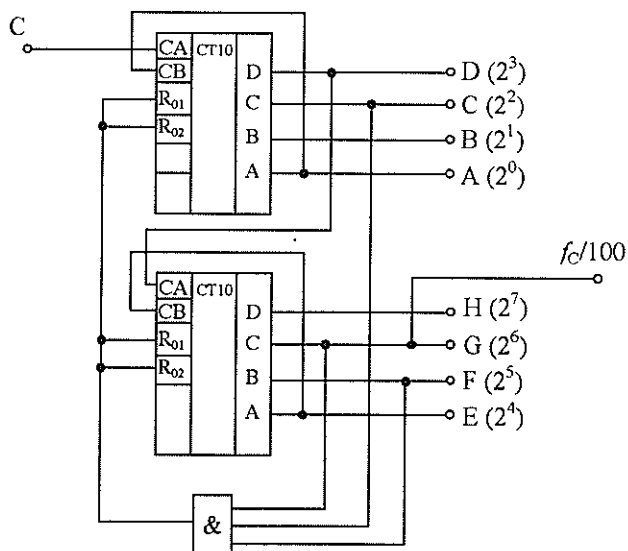
6.152. ábra

6.5.23. Törléshez a 10^1 dekádban: $F_6 = C \cdot B$, a 10^0 dekádban: $F_8 = D$. A számláló a 6.153. ábrán látható.



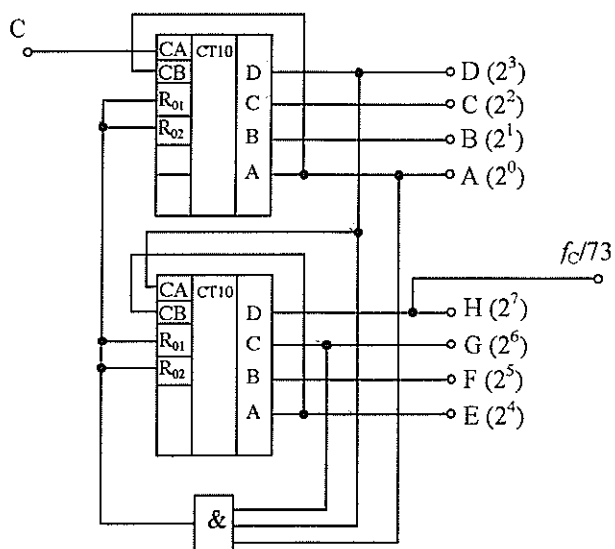
6.153. ábra

6.5.24. $F_6 = G \cdot F$; $F_4 = C$. A számláló a 6.154. ábrán látható.



6.154. ábra

6.5.25. $F_4 = G$; $F_9 = D \cdot A$. A kapcsolás a 6.155. ábrán látható.



6.155. ábra