NEMESSZEGHY GYÖRGY—
FIALA TIBOR
Bánki Donát Műszaki Föiskola

Háromértékű elektronikus logikai áramkörök

ETO 619.716.32:621.382.3.681.325.6

A logikai áramkörök alkalmazási területe szédületes gyorsasággal növekszik. Felmerül a kérdés, lehet-e fokozni a haladás ütemét, szélesíteni az alkalmazás perspektíváit? Igen, lehet a háromértékű logika alkalmazásával, hiszen elméletileg ez a logikai rendszer a legalkalmasabb arra, hogy segítségével gazdaságos, jól felhasználható logikai áramköröket tervezzünk. Mindezek ellenére a háromértékű logika műszaki alkalmazására viszonylag kevés példa van. Az első háromértékű logikai rendszert, mint ismeretes, Lukasiewicz alkotta meg, de ez alkalmatlan volt arra, hogy elektronikus kapuáramkörökkel gazdaságosan realizálják. Az irodalomban az n értékű Rosser—Turquette-logikai rendszer kapuáramkörös megvalósítása ismert n = 3 esetre. Az irodalomban található realizálások azonban viszonylag bonyolultak, nem gazdaságosak, túlságosan erős a kötődésük a kétértékű logikához, és nem nyújtanak annyi előnyös lehetőséget, amely ezeket a rendszereket a jelenleg élő és fejlődő kétértékű környezetben életképessé tenné.

Úgy érezzük, hogy ezen a téren az alábbiakban vázolt munkánkkal lényeges előrehaladást sikerült elérnünk.

Új háromértékű logikai rendszert alkottunk meg, amelynek alapján, az általunk találmánynak bejelentett háromállású hidraulikus és elektromos kapcsolók felhasználásával, háromértékű hidraulikus és elektromos kombinációs hálózatokat tervezhetünk [1].

Mérésekkel kimutattuk, hogy a kétértékű diódás ÉS, illetve VAGY kapukkal realizálható a háromértékű diszjunkció és konjunkció, ha pozitív és negatív feszültséget is alkalmazunk.

A háromértékű logika realizálásakor előnyös, ha nincs egymástól elkülönülő pozitív, illetve negatív logikai rendszer: a NEM szintnek negatív feszültség felel meg, az IGEN szinthez pozitív feszültség tartozik, és a zérus feszültség a NEUTRÁLIS szintet realizálja.

Módosítottuk a Rosser—Turquette-logikai rendszert $n=3$ esetre, ez a módosított logikai rendszer integrált áramkörös kivitelben is elkészíthető, egyszerű kapuáramkörökkel realizálható.

A tanítható elektronikus áramkörök kifejlesztése érdekében újabb háromértékű logikai rendszert dolgoztunk ki, amely funkcionálisan teljes. Az általunk kidolgozott taníthatóság csak ezen újabb háromértékű logikánk felhasználásával lehetséges.

Ebben a rendszerben az állításokat három csoportba sorolhatjuk:

1. igaz állítások,
2. hamis állítások,
3. neutrális állítások, amelyekről nem tudjuk, hogy igazak-e vagy hamisak.

Beérkezett: 1977. VI. 30.

A tanulás éppen abban áll, hogy a neutrális állításokból a megismerés folyamán igazak vagy hamisak lesznek. Új elektronikus háromértékű logikai hálózatainkban az előfeszítések módosításával bárhol lehetőség adódik arra, hogy a neutrális szintből igen, illetve nem szint legyen [2].

Megalkottuk háromértékű elektronikus szekvenciális hálózatainkat, illetve háromértékű tároló áramköreinket, amelyek MOS integrált áramkörös kivitelben elkészíthetők. Előnyük, hogy gyors hozzáférés mellett növelik az információtárolási sűrűségét.

A háromállapotú érzékelők és beavatkozók felhasználásával logikai hálózataink a helyi szabályozásokat gazdaságosabban oldják meg, mint a kétértékű logika elvén működő berendezések. Megvan a lehetőség arra, hogy háromértékű logika elvén működő mikroprocesszorokat készítsünk, amelyek a fentiek szerint taníthatók.

Kidolgoztuk az információ átviteli sebességének a háromértékű logika elvén alapuló növelési lehetőségeit [3].

Módosított Rosser—Turquette-logikai rendszer

Meglepően hangzik, de igaz, hogy a kétértékű digitális technikában használatos diódás kapuáramkörök tulajdonképpen három állapotúak. Az 1. ábrán jól látható, hogy az ott felvázolt diódás kapuk a bemenetükre kapcsolt pozitív, zérus, illetve negatív feszültség hatására három különböző állapotba kerülnek.

Ezek után könnyen beláthatók méréseinknek a 2. ábrán közölt eredményei, amelyek bizonyítják, hogy a diódás ÉS, illetve VAGY kapuk realizálják a háromértékű diszjunkció (A), illetve konjunkció (K) függvényeket:

$$v[A(a, b)] = \max[v(a), v(b)]$$

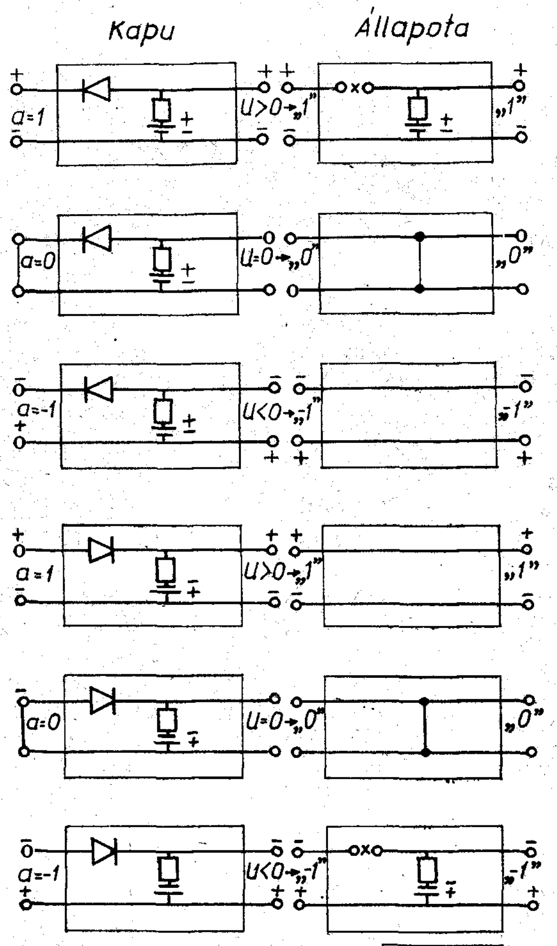
$$v[K(a, b)] = \min[v(a), v(b)],$$

ahol v betűvel az a, b változók, illetve A, K függvények értékét jelöltük.

Rosser—Turquette n = 3 értékű rendszerében az alap függvényeket az előbb definiált diszjunkció és konjunkció és az alábbi három egyváltozós karakterfüggvény adja:

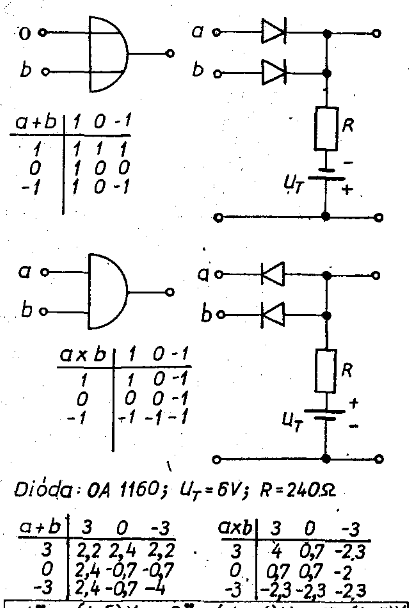
$$v[K_i(a)] = \begin{cases} 1 & \text{ha} \quad a = i \\ -1 & \text{ha} \quad a \neq i \end{cases}$$

Háromértékű logika esetében $i = 1, 0, -1$, vagyis három karakterfüggvényünk van, amelyek realizálá-



H 533-HG1

1. ábra



a+b	1	0	-1
1	1	1	1
0	1	0	0
-1	1	0	-1

axb	1	0	-1
1	1	0	-1
0	0	0	-1
-1	-1	-1	-1

Dióda: OA 1160; U_T = 6V; R = 240Ω

a+b	3	0	-3
3	2,2	2,4	2,2
0	2,4	-0,7	-0,7
-3	2,4	-0,7	-4

axb	3	0	-3
3	4	0,7	-2,3
0	0,7	0,7	-2
-3	-2,3	-2,3	-2,3

„1"→(1;5) V „0"→(-1;+1) V „-1"→(-1;-5) V

H 533-NG2

2. ábra

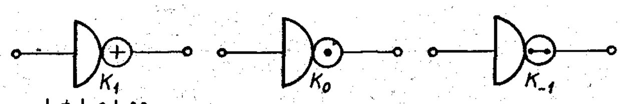
sára három különböző áramkör található az irodalomban [4, 5].

A karakterfüggvények igazságtábláit és az általunk bevezetett jelöléseit a 3. ábrán láthatjuk.

Annak érdekében, hogy gazdaságosabban realizálható logikai rendszert kapjunk, módosítottuk a Rosser—Turquette-rendszert. Meghagytuk alapfüggvénynek a diszjunkciót és a konjunkciót, amelyeket a 2. ábrán látható diódás kapukkal valósítottunk meg, de részben módosítottuk a karakterfüggvényeket, A K_{-1} karakterfüggvényt szintén meghagytuk, de a másik két karakterfüggvényt kicseréltük a Lukasiewicz-féle tagadásra *(NL)*, és általunk *B*-vel jelölt függvényre. Módosított rendszerünk három egyváltozós alapfüggvényének igazságtábláit és jelöléseit a 4. ábrán láthatjuk.

Módosításunk előnye az, hogy mindhárom egyváltozós alapfüggvényünk ugyanazzal, az 5. ábrán látható áramkörrel megvalósítható, csupán a tranzisztorok előfeszítését kell megváltoztatnunk.

Az 5. ábrán NPN—PNP komplementer tranzisztor-párt látunk. Amennyiben mindkét tranzisztor előfeszítése pozitív, a K_{-1} függvényt, amennyiben egyik

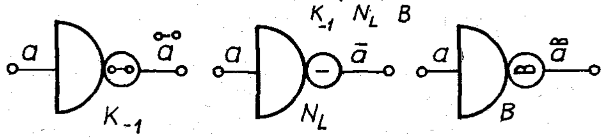


a	$\overset{+}{a}$	$\overset{\bullet}{a}$	$\overset{\infty}{a}$
1	1	-1	-1
0	-1	1	-1
-1	-1	-1	1
	K_1	K_0	K_{-1}

H 533-NG3

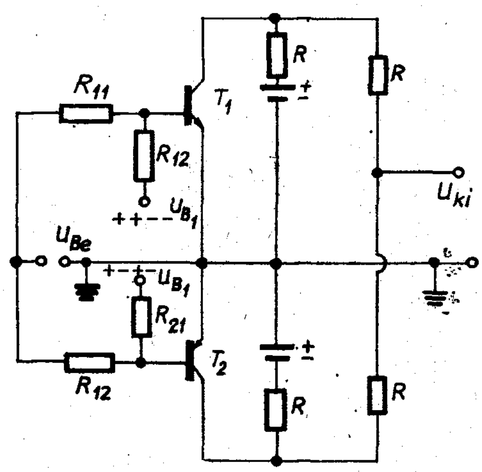
3. ábra

a	$\overset{\circ\circ}{a}$	$\bar{a}$	$\overset{\infty}{a}$
1	-1	-1	-1
0	-1	0	1
-1	1	1	1
	K_{-1}	N_L	B



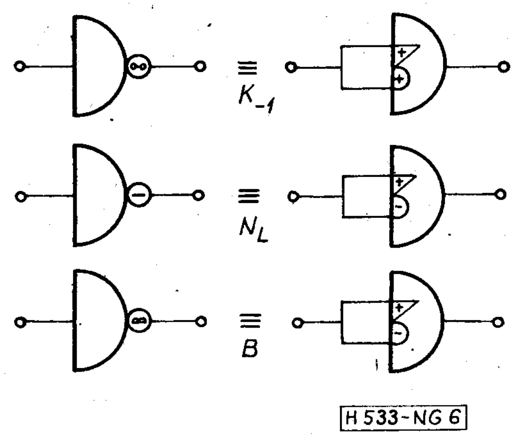
H 533-NG4

4. ábra

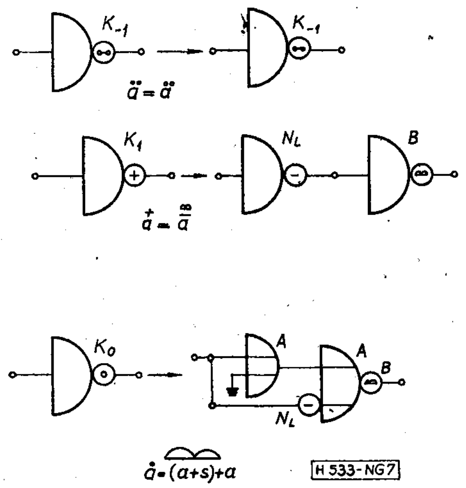


H 533-NG5

5. ábra



6. ábra



7. ábra

pozitív a másik negatív a Lukasiewicz-féle tagadást, viszont ha mindkettő negatív a *B* függvényt realizálja a kapcsolás. Áramkörünket úgy állítottuk össze, hogy az előfeszítések csak akkor éreztetik hatásukat, ha a bemeneten neutrális szint, azaz nulla feszültség van. A könnyű ábrázolás kedvéért a 6. ábrán új szimbólumokat is bevezettünk. A háromszögbe írt előjel az NPN tranzisztor, a félkörbe írt előjel pedig a PNP tranzisztor előfeszítését adja meg.

Mivel ismeretes, hogy Rosser—Turquette-rendszer funkcionálisan teljes, módosított rendszerünk funkcionális teljességéhez elegendő csupán azt kimutatni, hogy egyváltozós módosított alapfüggvényeinkkel a karakterfüggvények megkaphatók (7. ábra).

Tanítható áramköreink háromértékű logikai rendszere

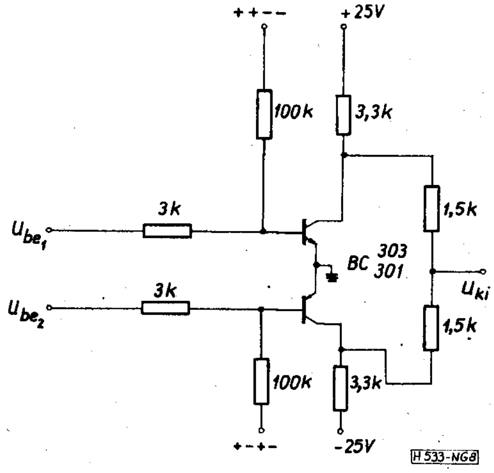
Új háromértékű rendszerünket az 5. ábrán látható kapcsolásra alapoztuk. A 8. ábrán felvázoltuk az 5. ábrán látható kapcsolás megépített kétbemenetű változatát. A kapcsolást Nagy Zoltán szigorló villamosmérnök állította össze és együtt mértük be.

Egyetlen áramkörrel négy fajta kétbemenetű kapuáramkört alakíthatunk ki attól függően, hogy milyen előfeszítéseket adunk a tranzisztoroknak. A 9. ábrán megadjuk az egyetlen áramkörünkkel megvalósítható négy, kétváltozós alapfüggvényünk igazságtábláit.

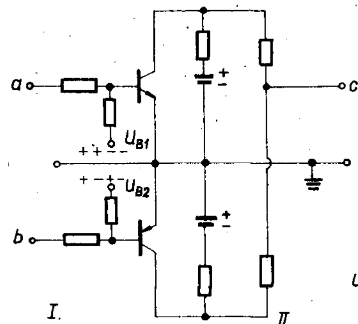
Bebizonyítottuk, hogy a 9. ábrán látható három alapfüggvénnyel funkcionálisan teljes rendszer kapható. Ezek lehetnek az I, II, IV, illetve I, III, IV függvények. A gyakorlatban azonban mind a négy függvényt felhasználjuk alapfüggvényként. A 8. ábrán látható alapáramkörrel felépített kombinációs hálózatainak előnye, hogy bármelyik tranzisztor előfeszítésének a megváltoztatásával már egy másik logikai függvényt realizál a kapcsolás.

A 8. ábrán látható kapuáramkör univerzális jellegű a következő értelemben:

Bármelyik háromértékű logikai függvény realizálható olyan hálózattal, amelyik a megadott kapuáram-



8. ábra



I.

b \ a	1	0	-1
1	-1	-1	0
0	-1	-1	0
-1	0	0	1

$U_{B_1} > 0$; $U_{B_2} > 0$

II.

b \ a	1	0	-1
1	-1	-1	0
0	0	0	1
-1	0	0	1

$U_{B_1} > 0$; $U_{B_2} < 0$

III.

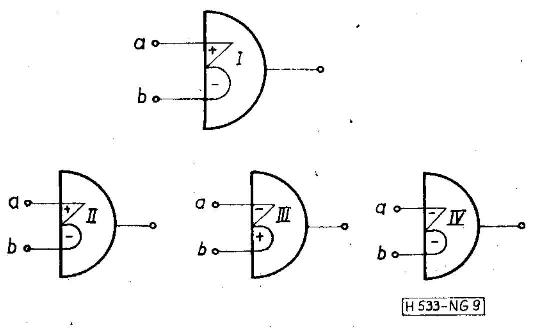
b \ a	1	0	-1
1	-1	0	0
0	-1	0	0
-1	0	1	1

$U_{B_1} < 0$; $U_{B_2} > 0$

IV.

b \ a	1	0	-1
1	-1	0	0
0	0	1	1
-1	0	1	1

$U_{B_1} < 0$; $U_{B_2} < 0$



9. ábra

kör több példányának az összekapcsolásával készíthető el, és ezenkívül más építőelemet nem tartalmaz.

Tetszőleges n természetes szám esetén elkészíthető egyetlen olyan kapcsolás, amely a fent említett kapuáramkörökből épül fel, és bármelyik n-változós háromértékű logikai függvény ralizálására alkalmas. Azt, hogy ez a kapcsolás melyik n-változós függvényt realizálja, az előfeszítések beállításával lehet szabályozni.

A fenti állításokat konstruktív módon fogjuk igazolni. Az említett kapcsolásokat a következő elemi konstrukciók segítségével fogjuk kapuáramköreinkből felépíteni:

1. A 9. ábrán látható négy kétbemenetű kapuáramkör bármelyikének két bemenetére csatoljunk két másik kaput. Például a III. kapu bemeneteire csatoljuk a II. és I. kapukat, ekkor négyváltozós függvényt realizál kapcsolásunk: I II x y III z w.

Mivel a II és III kapuk mátrixa a főátlóra nem szimmetrikus, a sorrendre vigyáznunk kell. Megállapodunk abban, hogy az elöl álló változónak megfelelő bemenet az NPN tranzisztor bázisára csatlakozik.

2. A szabad bemeneti vezetékek közül néhányat összekötünk. Például az első pontban említett x és z, illetve y és w változóknak megfelelő bemenetek összekapcsolásával az I II x y III x y kétváltozós függvényhez jutunk.

3. A szabad bemeneti vezetékek valamelyikére 1, 0, illetve -1 konstans jelet kapcsolunk. Az első pontban említett példa két szabad bemeneti vezetékére kapcsoljunk 0, illetve -1 logikai értéket: I II x 0 III z -1. A logikában elterjedt függvényjelölési módot használtuk, amely egyértelmű zárójelek használata nélkül is.

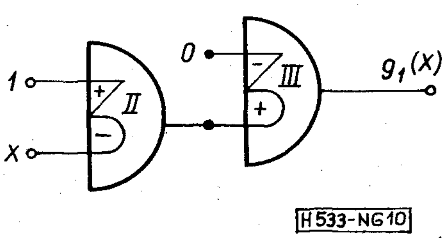
A továbbiakban ki fogjuk mutatni, hogy az előbb három alapkonstrukció ismételt alkalmazásával hogyan lehet tetszőleges $f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ n-változós háromértékű logikai függvényt realizálni.

Először azokat az egyváltozós függvényeket állítjuk elő, amelyek az értelmezési tartomány három helye közül csak az egyik helyen veszik fel az 1-et, a másik két helyen értékük 0, $g_1(x)$ az $x=1$ helyen, $g_0(x)$ az $x=0$ helyen, $g_{-1}(x)$ az $x=-1$ helyen veszi fel az 1 értékét.

$g_1(x)$ igazságtáblája:

x	$g_1(x)$
1	1
0	0
-1	0

A $g_1(x)=$ III 0 II 1 x függvény realizálása a 10. ábrán látható.

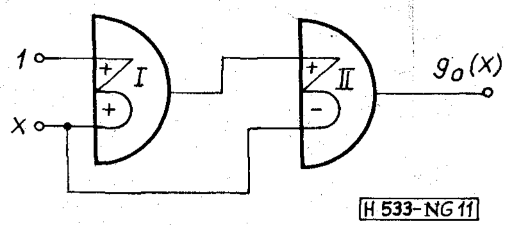


10. ábra

$g_0(x)$ igazságtáblája:

x	$g_0(x)$
1	0
0	1
-1	0

A $g_0(x)=$ II I 1 x x függvény realizálását a 11. ábrán láthatjuk.

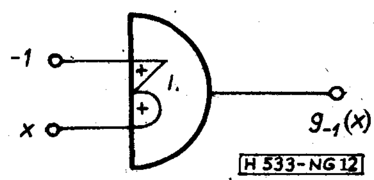


11. ábra

$g_{-1}(x)$ igazságtáblája:

x	$g_{-1}(x)$
1	0
0	0
-1	1

A $g_{-1}(x)=$ I -1 x függvényt a 12. ábrán látható kapcsolással realizáljuk.

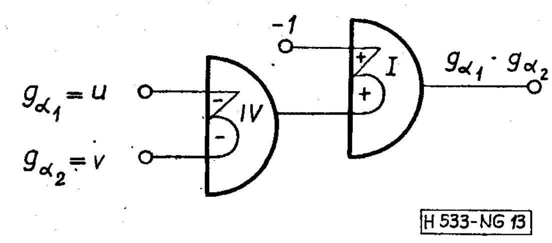


12. ábra

Ha a g_1, g_0, g_{-1} függvények közül néhányat a természetes számok körében értelmezett művelet szerint összeszorzunk, többváltozós függvényt kapunk. Legyen ugyanis $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ számok mindegyike 1, 0 vagy -1. Ekkor a $g_{\alpha 1}(x_1) \cdot g_{\alpha 2}(x_2) \cdot \ldots \cdot g_{\alpha n}(x_n)$ szorzat kizárólag akkor veszi fel az 1 értéket, ha mindegyik tényezője 1, azaz ha $x_1=\alpha_1$, $x_2=\alpha_2$, $x_3=\alpha_3, \ldots,$ $x_n=\alpha_n$. Ellenkező esetben a függvény értéke zérus. Az így kapott szorzatfüggvényt a továbbiakban $L_{\alpha 1 \alpha 2 \ldots \alpha n}$-nel fogjuk jelölni. Mivel L tényezői csupán 1 és 0 értéket vehetnek fel, az L függvény realizálhatóságát beláthatjuk úgy, hogy megmutatjuk hogyan lehet a következő szorzótáblát realizálni:

$u \backslash v$	1	0
1	1	0
0	0	0

Ennek a követelménynek megfelel az I -1 IV u v függvény, amelyhez tartozó kapcsolás a 13. ábrán látható. Ez csupán a $g_1(x_1)$ és $g_2(x_2)$ függvényeket szorozza össze, azonban könnyű belátni, hogy ezen kapcsolás ismételt alkalmazásával bármelyik $L_{\alpha 1 \alpha 2 \ldots \alpha n}$ függvény realizálható.



13. ábra

Ahhoz, hogy egy tetszőleges $f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ függvény előállítását megkapjuk, felhasználjuk a függvény következő felbontását:

$$f(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \\ = \sum_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n} f(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n) L_{\alpha 1 \alpha 2 \ldots \alpha n}(x_1, x_2, \ldots, x_n).$$

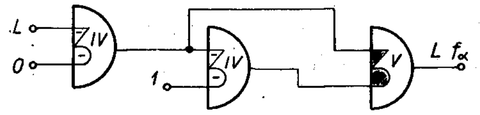
Itt az összegezés az összes olyan $\alpha_1\, \alpha_2 \ldots \alpha_n$ vektorra kiterjed, amelynek mindegyik koordinátája 1, 0 vagy -1.

Ahhoz, hogy e felbontás jobb oldalán álló függvényt realizáljuk, szükséges az ebben szereplő szorzás, illetve összeadás definiálása.

Ami a szorzást illeti, ebben az esetben a két tényező közül az egyik, az L, csak a 0 és az 1 közül vehet fel értékeket, a másik értéke viszont háromféle 1, 0, -1 lehet. Így a realizálandó szorzótábla alakja:

L \ $f(\alpha)$	1	0	-1
1	1	0	-1
0	0	0	0

A fenti szorzótáblát különleges módon valósítjuk meg. Olyan egyváltozós függvényt realizáló kapcsolást adunk meg a 14. ábrán, amelyben szereplő V-ös kapu az előfeszítéstől függően IV-es, III-as, illetve I-es kapuvá válik, és így rendre előállítja a fenti szorzótábla három oszlopát.



	$f_\alpha=-1$	$f_\alpha=0$	$f_\alpha=1$
L	V=IV	V=III	V=I
1	1	0	-1
0	0	0	0

14. ábra

A 14. ábrán látható kapcsolás a V IV x 0 IV IV x 0 1 függvényt állítja elő. Az V-ös kapu előfeszítésének a beállítását a következő szabály szerint kell elvégezni:

Ha $f(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n) = 1$, akkor V = IV,

ha $f(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n) = 0$, akkor V = III,

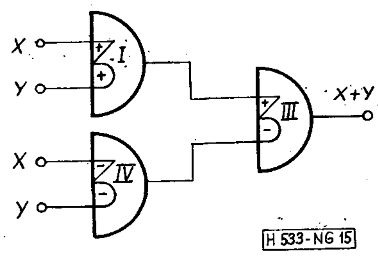
ha $f(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n) = -1$, akkor V = I.

Az összeadásnál az egyik tag mindig zérus, és az egész összegben legfeljebb egy zérustól különböző tag szerepelhet.

Ezért a realizálandó igazságtáblázat:

X \ Y	1	0	-1
1	?	1	?
0	1	0	-1
-1	?	-1	?

Ezt az igazságtáblázatot a II IV $x\, y$ I $x\, y$ függvény realizálja. A kapuáramkörös megvalósítás a 15. ábrán látható. Ezzel kapuáramköreink univerzális jellegére tett mindkét állításunkat igazoltuk.



15. ábra

Az ismertetett konstruktív bizonyítás alapján meg tudunk adni olyan kapcsolást, amelyik az n-változós függvény mindegyikét elő tudja állítani. Amennyiben egyetlen konkrét n-változós függvényt akarunk realizálni, akkor annak igazságtáblája alapján megállapíthatjuk, hogy a kapcsolásban szereplő V-ös kapuk milyen előfeszítést kapjanak, ezáltal I, II, III vagy IV kapuvá váljanak, és így a kapcsolás előállítja a kívánt n-változós függvényt.

Vegyes rendszerű logikai kapuáramköreink

Az előző fejezetben ismertetett egyetlen alapáramkörre épített rendszerünk funkcionálisan teljes. Adott esetben azonban előnyös lehet a 9. ábrán megadott kapuáramköreinket együtt használni a 2. ábrán felvázolt diódás kapukkal. Méréseink szerint a 9. ábrán látható kapuáramköreink jelfrissítést is végeznek, és illesztésük a passzív diódás kapukkal előnyös.

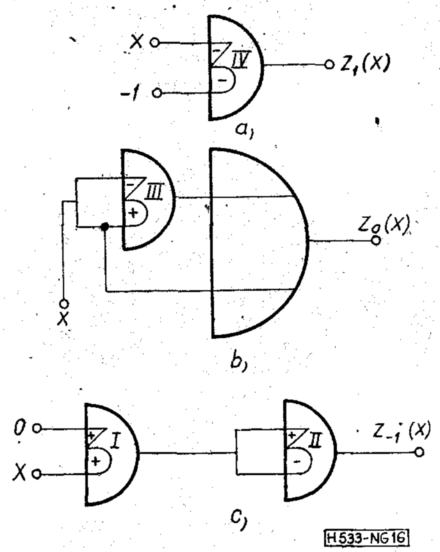
Vegyes rendszerünk funkcionális teljessége az elmondottakból következik, de azért példaképpen megadjuk azt az egyetlen áramkört, amelyik előállítja a 27 db egyváltozós háromértékű függvényt. Kapcsolásukban három darab V-ös kapu szerepel, ezek az előfeszítések változtatásával I, III vagy IV kapuvá válhatnak. Így a három elem harmadosztályú ismétléses variációja megadja a 27 fajta változatot. Tehát ugyanaz az áramkörünk más-más logikai függvényt realizál attól függően, hogy milyen az V-ös kapukra kapcsolt feszültségek polaritása.

Először realizáljuk azokat az egyváltozós függvényeket, amelyek egy adott helyen 0 értékűek, egyébként 1 értéket vesznek fel:

x	$Z_1(x)$
1	0
0	1
-1	1

x	$Z_0(x)$
1	1
0	0
-1	1

x	$Z_{-1}(x)$
1	1
0	1
-1	0



16. ábra

A Z függvények realizálását a 16. ábrán láthatjuk. Az összes egyváltozós függvényt ezután a következő alakban írhatjuk fel:

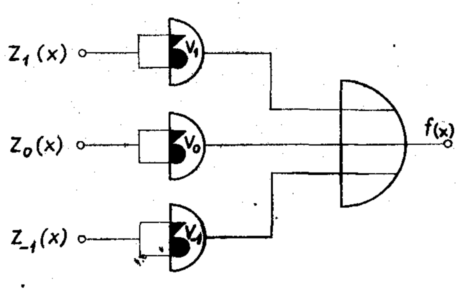
$$f(x)=\max[V_1Z_1,\ V_0Z_0,\ V_{-1}Z_{-1}],$$

ha $f(x)=1$, akkor V=IV,
ha $f(x)=0$, akkor V=III,
ha $f(x)=-1$, akkor V=I.

A kívánt egyváltozós függvény oszlopmátrixának első elemét a V_1, a második elemét a V_0, a harmadik elemét a V_{-1}, kapu előfeszítésével állítjuk be (17. ábra).

Tegyük fel, hogy a következő egyváltozós függvényt kívánjuk realizálni:

x	$f(x)$
1	0
0	−1
−1	1



V_1Z_1 \ Z_1	I.V.	* III.	I.	V_0Z_0 \ Z_0	IV.	III.	* I.	$V_{-1}Z_{-1}$ \ Z_{-1}	* IV.	III.	I.
1	+1	0	−1	1	−1	−1	−1	1	−1	−1	−1
0	−1	−1	−1	0	+1	0	−1	0	−1	−1	−1
−1	−1	−1	−1	1	−1	−1	−1	−1	+1	0	−1

A példához tartozó oszlopok „”-gal megjelölve.*

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \quad \textit{Mátrix soronkénti maximuma} \quad \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

H533-NG17

17. ábra

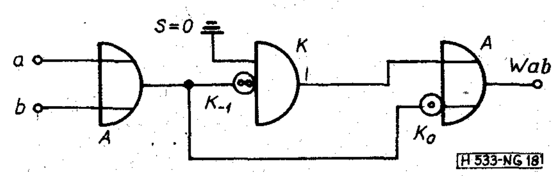
Ekkor V_1=III, V_0=I, V_{-1}=IV.

Vegyes rendszerünkkel viszonylag egyszerűen realizálhatjuk a Webb-függvényt is. Ismeretes, hogy a Webb-rendszerben egyetlen alapfüggvény szerepel és ez a Webb-függvény (W):

$v(Wab)=\max[v(a), v(b)]+1$, ahol a + jel értelmezése: $-1+1=0, 0+1=1, 1+1=-1$.

Wab	1	0	−1
1	−1	−1	−1
0	−1	1	1
−1	−1	1	0

A Webb-függvény realizálását a 18. ábrán láthatjuk.



18. ábra

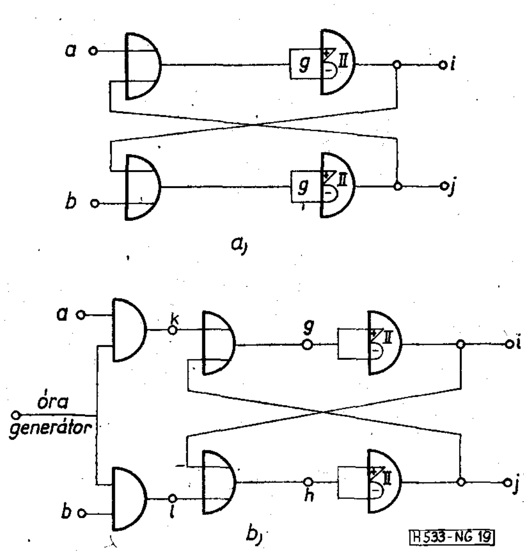
Vegyes rendszerű logikai áramköreinkkel nemcsak kombinációs hálózatok, hanem tároló áramkörök, szekvenciális hálózatok is viszonylag egyszerűen építhetők.

Háromértékű tároló áramköreink működhetnek aszinkron és szinkron üzemmódban. A 19*a* ábrán aszinkron üzemmódban működő háromértékű tároló áramkört láthatunk.

Az ábrán az is látható, hogy áramkörünk VAGY kapukból és a Lukasiewicz-féle tagadást realizáló kapukból van felépítve. Az áramkör működésének négy fázisa van:

1. Beírás: az a bemenet pozitív, a *b* bemenet negatív, ennek hatására a *j* kimenet pozitív és az *i* kimenet negatív polaritású lesz.

2. Fordított beírás: az *a* bemenet negatív, a *b* bemenet pozitív, ennek hatására a *j* kimenet negatív, az *i* kimenet pozitív polaritású lesz.

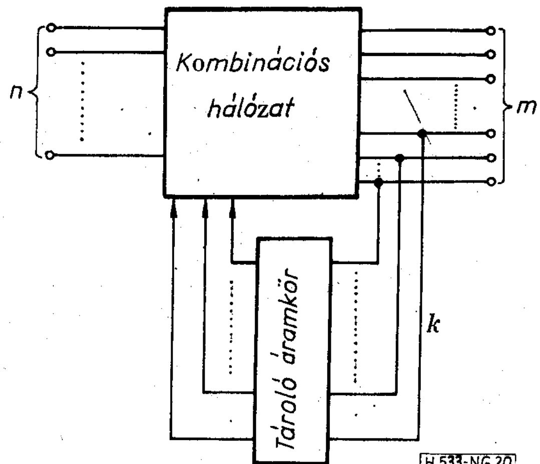


19. ábra

3. Törlés: az *a* és *b* bemenet is nulla feszültségű, mind az *i*, mind a *j* kimeneten nulla a feszültség.

4. Tartás: a beíróimpulzusok megszűnte után a tárolókat tartani kell a megfelelő állapotban. Ha az *a* bemenet és a *b* bemenet is negatív polaritású, akkor a tároló abban az állapotban marad, amelyikben volt.

A 19*b* ábrán szinkron üzemmódú tárolóáramkörünket tüntettük fel. Az óragenerátor jele negatív és pozitív impulzussorozatból áll. Amíg az órajel negatív, az *a* és *b* bemenetekre tetszés szerinti előkészítő szinteket lehet kapcsolni. Amikor az órajel pozitívba megy át, megtörténik az átbillenés, és az óra negatív feszültsége gondoskodik arról, hogy az áramkör a következő pozitív óraimpulzus érkezéséig maradjon átbillent állapotban.



20. ábra

Kombinációs és szekvenciális hálózatainkkal önmagukat korrigáló, tanulóáramkörök készíthetők a 20. ábra szerint.

A 20. ábrán látható logikai hálózatunknak n bemenete és m kimenete van. Az m kimenet közül *k* kimenet tárolóáramkörbe megy vissza, amelyik a kombinációs hálózatban levő tranzisztorok előfeszítéseit állítja be. Amennyiben az n bemenetre olyan jelek érkeznek, amelyek beavatkozást kívánnak, a *k* kimeneten megjelenő impulzusok átbillentik a tárolóáramköröket, és ez megváltoztatja a logikai hálózat tranzisztorainak az előfeszítését, és így az egész hálózat másképpen működik, a rendszer átprogramozta önmagát. Lényegében hardware változásokat tudunk így létrehozni csupán a feszültség polaritásának változtatásával.

IRODALOM

[1] *Nemesszeghy Gy.—Bencsik A.:* Háromállású hidraulikus és háromállású elektromos kapcsoló, valamint ezekkel kialakítható kapcsoló hálózatok. Találmányi bejelentés.

[2] *Nemesszeghy Gy.—Nagy L.-né:* Új háromállapotú elektronikus kapuáramkörök, valamint ezekkel kialakítható háromértékű kombinációs és szekvenciális hálózatok. Találmányi bejelentés.

[3] *Nemesszeghy Gy:* Többértékű logikai rendszerek alkalmazása az automatizálásban és a számítógépes folyamatirányításban. VIII. M. Automatizálási Konf. 1976.

[4] *Benesik A.:* A ternér logika realizálási kérdései. VIII. M Automatizálási Konf. 1976.

[5] *Rosser, I. B.—Turquette, A. R.:* Many-valued logics. Amsterdam, 1952.

[6] *Zinovjev, A. A.:* A logikai következményfogalom és a többértékű logikák. Akadémiai Kiadó.

[7] *Merill, R. D.:* Symmetric terrary switching functions their detection and realisation with thresold logic. Locked Missiles and Space Company, Sunnyvale, California.