

## Logikai hálózat

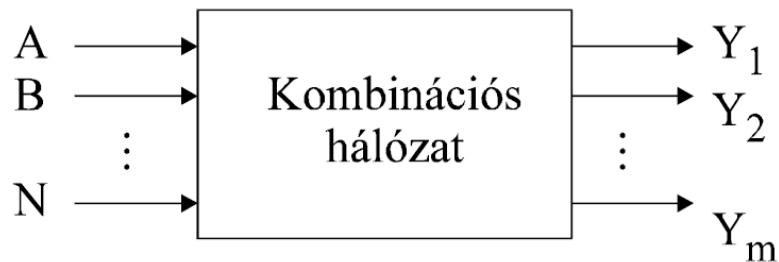
A digitális áramkörök működésének leírására logikai hálózatokszolgálnak. A logikai hálózatok tervezéséhez, leírásához a logikai algebrát (Boole algebrát, George Boole [http://hu.wikipedia.org/wiki/George\\_Boole](http://hu.wikipedia.org/wiki/George_Boole) XIX. sz-i matematikus által kidolgozott) használjuk (erről a 3. modulban lesz szó).

Logikai hálózatnak nevezzük, azokat a hálózatokat, amelyeknek bemenő jelei illetve a kimenő jelei is logikai jelek. A kimeneti jeleket a bemeneti jelek valamilyen egyszerű vagy bonyolultabb logikai műveletsorozat függvényében állítják elő. Logikai rendszernek nevezzük a logikai hálózatoknak egy adott feladat megoldása céljából együttműködő összességét.

A logikai hálózatoknak két nagy csoportja van:

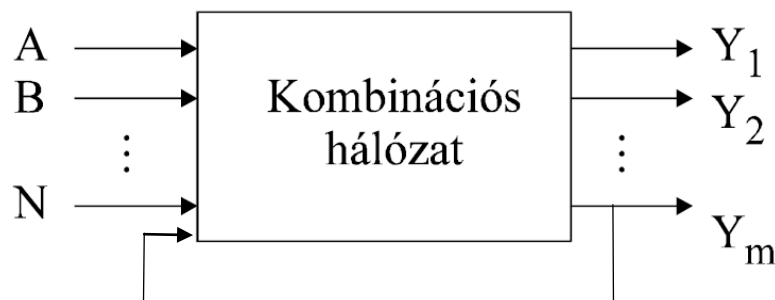
- **Kombinációs hálózatok**

Kombinációs hálózatoknak nevezzük azokat a logikai hálózatokat, amelyeknek a kimeneti jelei csak a bemeneti jelek adott időpillanatbeli értékétől függenek. A hálózat nem rendelkezik „emlékező” tulajdonsággal. Általános blokkvázlata:



- **Sorrendi hálózatok**

Sorrendi (szekvenciális) hálózatoknak nevezzük azokat a logikai hálózatokat, amelyek kimeneti jelei nemcsak a bemeneti jelek adott időpillanatbeli kombinációtól függenek, hanem attól is, hogy korábban a kimeneten milyen jelkombinációk voltak. A hálózat rendelkezik „emlékező” tulajdonsággal. A hálózatban van visszacsatolás, vagyis a kimenet vissza van valamilyen módon vezetve a bemenetre. Általános blokkvázlata:



A sorrendi hálózatoknak 2 nagy csoportja van, a szinkron és az aszinkron sorrendi hálózatok. Ha egy kombinációs hálózatot egyszerűen visszacsatolunk (a fenti ábrán), akkor aszinkron sorrendi hálózatról beszélünk. Ha a visszacsatolt jeleket csak bizonyos időközönként engedjük vissza a bemenetre – egy kitüntetett jel, az úgynevezett órajel mindegyik periódusában csak egyszer – akkor, szinkron sorrendi hálózatot kapunk.

Jelen kurzusban csak a kombinációs hálózatok működésével foglalkozunk.

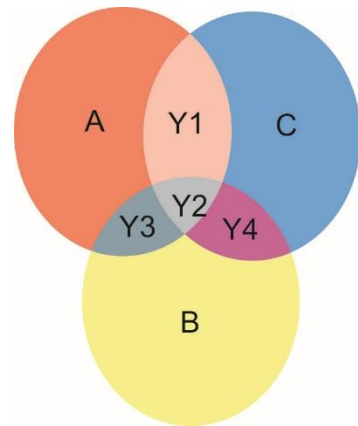
A kombinációs hálózatok meghatározásából következik, hogy a bemenetek (független változók), valamint a kimenetek jelei (függő változók) között egyértelmű logikai függvénykapcsolat van. A bemeneti változókat (független változók) az abc elejéről vett ékezet nélküli nagybetűkkel (A, B, C, D, E...), a kimeneti változókat (függő változók) pedig az abc végéről vett ékezet nélküli nagybetűkkel (X, Y, Z, V ...) jelöljük. A logikai függvénykapcsolatot az  $Y=F(ABCDA)$  alakban írhatjuk fel, ahol az Y a kimenetet jelöli, az F azt a függvénykapcsolatot, amely az A, B, C, D bemeneti változók között áll fenn, és egyértelműen meghatározza a kimenetet. A logikai feladatoknál két értékkel dolgozunk az egyik az IGAZ a másik a HAMIS érték, ezekhez a könnyebb kezelhetőség érdekében az 1, illetve a 0 számjegyeket rendeljük. Innen adódik, a digitális technikában a 2-es számrendszer használata. A számrendszerekről a 2. modulban lesz szó. A bemenetek száma határozza meg, a bementi kombinációk számát, vagyis, hogy a 0 és az 1 értékekkel hányféle kombináció állítható elő. 2 bementi változó esetén ez a szám 4. Általánosítva n db bemeneti változóval  $2^n$ -féle kombináció állítható elő.

A logikai függvények leírása változatos módszerekkel történhet. A leggyakrabban használt függvény leírási, megadási módok a következők:

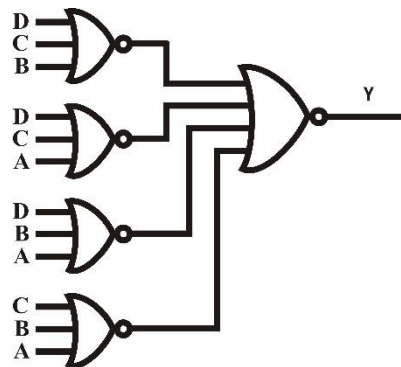
- Szöveges megadás: A bemenetek lehetséges értékeit, illetve az ezekből létrejövő kimeneti kombinációkat szöveges leírással adjuk meg. Pl.: 4 ember szavaz egy javaslatról, amit akkor tekintenek elfogadottnak, ha a 4 ember közül legalább 3 igennel szavaz.
- Táblázatos megadás: olyan táblázatot hozunk létre, amely megadja a bementi változók összes kombinációját, és a hozzájuk tartozó kimenet(ek) lehetséges értékeit. Bár itt most kombinációt írtam matematikailag helyesen variációról van szó, mégis a szakirodalomban a bitkombináció kifejezés terjedt el. Jelen kurzus során mindkettő kifejezést használjuk, remélhetőleg ez nem okoz majd a megértésben problémát. Az így létrejövő táblázatot igazságtáblázatnak nevezzük. Pl. egy 3 változós függvény táblázatos megadása:

C	B	A	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

- Halmazokkal történő leírás: a bemenetekhez tartozó kimeneti értékek közötti függvénykapcsolatot illeszkedő halmazokkal lehet szemléltetessé tenni. Pl.: 3 változós függvény 4 kimenetének szemléltetése halmazokkal. Az egyes halmazok a bemeneti változókat jelölik, a közös rész a kimeneteket szemlélteti.



- Logikai vázlat: a bemenetekhez tartozó kimeneti értékek közötti függvénykapcsolatot áramköri szimbólumokkal, logikai kapuk összekapcsolásával valósítják meg. Pl.:



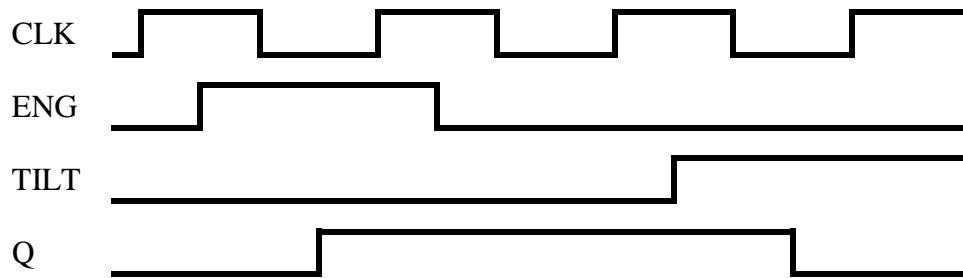
- Algebrai megadás: a bemenetekhez tartozó kimeneti értékek közötti függvénykapcsolatot a logikai algebra műveleti szimbólumaival írjuk le. Pl.:  $Y = A * B + \overline{C} * \overline{D} + E$
- Grafikus megadás: a műszaki gyakorlatban a Karnaugh tábla (a 6. modulban részletesen foglalkozunk a Karnaugh táblákkal) és a Veitch-tábla a legelterjedtebb. Egy táblázat segítségével szemléltetjük a bemenetek és a kimenet közötti kapcsolatot. Pl.: egy 4 változós függvény megadása Karnaugh tábla segítségével:

Y		B	
		A	
1	1		
	1		
	1		1
		1	1

C

D

- Idődiagram: a bemenetek és a kimenet közötti kapcsolatot idődiagram formájában adjuk meg. Főleg szekvenciális hálózatok működésének leírására használjuk.



A logikai hálózatok tervezésének menete:

1. Az adott feladatnak megfelelően meghatározzuk, hogy a bemenetek esetén a logikai 0 illetve 1 értékeknek mit feleltetünk meg. Ugyanezt a kimenet(ek) esetén is meg tesszük.
2. Felírjuk az igazságtáblát.
3. Az igazságtábla alapján felírjuk a logikai hálózat működését leíró logikai függvényt. (4. modul)
4. A kapott logikai függvényt valamilyen minimalizálási eljárás alkalmazásával, egyszerűbb alakra hozzuk. (6. és 7. modul)
5. A logikai hálózatot megvalósító egyszerűsített logikai függvényt felrajzoljuk a tanult logikai alapelemek felhasználásával. Így megkapjuk a kiinduló feladatunkat megvalósító logikai hálózatot.

Ebben a modulban csak az igazságtábla felírásával foglalkozunk, a többi pont részletezésére más modulokban kerül sor.

Nézzünk egy konkrét példát.

Adott 3 barát, akik arról döntenek, hogy a következő hétvégén elmenjenek-e kirándulni Zebegénybe, vagy moziba menjenek. Ha hármójuk közül legalább 2 Zebegényt választja, akkor a következő hétvégén kirándulni indulnak a településre. Adjuk meg a feladatot leíró logikai hálózat működési igazságtábláját.

1. lépés: a 0 és az 1 értékeket hozzárendeljük a bemeneti feltételekhez, és a kimenet lehetséges értékeihez.

A bemeneten a 0 értékhez „a nem mennek Zebegénybe, hanem moziba mennek” feltételt az 1-hez „a Zebegénybe mennek” feltételt rendeljük. A 3 személy mindegyike egy-egy bementi változót jelent, vagyis a logikai hálózatunk 3 változós. Ezzel a 3 változóval 8-féle kombináció (variáció) állítható elő. A kimeneten az 1 értékhez a „Zebegénybe mennek” feltételt a 0 értékhez a „moziba mennek” feltételt rendeljük. Ezek alapján a következő lépés, hogy felírjuk az igazságtáblát.

2. lépés: igazságtábla felírása

C	B	A	Y	szövegesen
0	0	0	0	moziba mennek
0	0	1	0	moziba mennek
0	1	0	0	moziba mennek
0	1	1	1	Zebegénybe mennek
1	0	0	0	moziba mennek
1	0	1	1	Zebegénybe mennek
1	1	0	1	Zebegénybe mennek
1	1	1	1	Zebegénybe mennek

Vannak olyan függvények, amelyek bizonyos bementi kombináció esetén nem meghatározott értékűek. Azt mondjuk, hogy a kimenet értéke közömbös ezeknél a bementi kombinációknál. A közömbös értéket X-szel jelöljük. Pl.: 4 ember szavazatát értékeltük ki, de közülük az egyik büntetett előéletű, ezért utólagosan semmisnek vesszük a szavazás eredményét, ha ő igennel szavazott. A javaslatot, amiről szavaznak, akkor tekintjük elfogadottnak, ha a 4 személy közül legalább 2 igennel szavazott. Írjuk fel a feladatot leíró logikai függvényt igazságtábla megadásával. 4 bementi változónk lesz, ezért az igazságtáblánknak 16 sora lesz, plusz a fejléc. A bementi változóink a 4 személy, akiket A, B, C, D betűkkel jelöljük. D lesz a büntetett előéletű személy. A bemeneten az igen szavazathoz a logikai 1-et, míg a nem szavazathoz a logikai 0 értéket rendeljük. A kimeneten a logikai 1 jelenti, hogy elfogadták a javaslatot, a 0 azt, hogy nem fogadták el. Ha a D-vel jelölt személy igennel szavazott, akkor a szavazás eredményét érdektelennek tekintjük. Egészítsük ki a táblánkat még egy oszloppal, ahol a sorokat indexeljük. Ezt úgy tesszük meg, hogy a 4 bemeneti változón előállt 2-es számrendszerbeli szám 10-es számrendszerbeli alakját írjuk az első oszlopba. Ahhoz, hogy ezt megtehessük, súlyozni kell a változókat. Tegyük ezt most meg:  $A=2^0$ ,  $B=2^1$ ,  $C=2^2$ ,  $D=2^3$ .

Ezek alapján a függvényt leíró igazságtáblázat:

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