



Tordai György

Kombinációs logikai hálózatok I.

NSZFI
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

Elektronikai áramkörök tervezése, dokumentálása

A követelménymodul száma: 0917-06 A tartomelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-018-50



KOMBINÁCIÓS LOGIKAI HÁLÓZATOK I.

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Ön egy középfokú villamos végzettséggel rendelkező szakember és egy elektronikai áramköröket gyártó és összeszerelő üzemben dolgozik. Munkahelyére egy gyengeáramú szakközépiskolából tanulók érkeznek üzemi gyakorlatra. Munkahelyi vezetőjétől azt a feladatot kapta, hogy a tanulókkal ismétlje át az iskolában az elméleti órán tanult ismereteket a kombinációs logikai hálózatok felépítéséről, működéséről és jellemzőiről.

Az információk megbeszélését követően az Ön feladata annak bemutatása, hogyan lehet a gyakorlatban mérésekkel igazolni a kombinációs logikai hálózatokat felépítő kapuáramkörök működését. Hogyan milyen módszerekkel lehet megmérni a különböző kapuáramkörök legfontosabb jellemzőit. Önnek dokumentációk alapján mérési eljárást, villamos kapcsolási rajzot, mérési utasítást kell értelmeznie és elemeznie a megvalósíthatóság szempontjából. A kombinációs logikai hálózatokat felépítő kapuáramkörök mérési feladataihoz mérőműszereket, mérőeszközöket kell kiválasztania a mérési előírások és a rendelkezésre álló műszerek paramétereinek figyelembevételével.

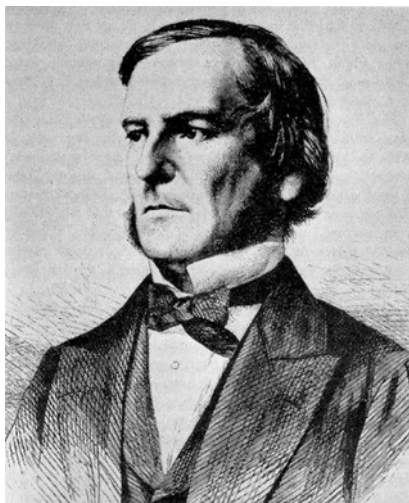
SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A tanulókkal történő elméleti ismétlés információtartalmának vázlata és a gyakorlati bemutatásra tervezett mérések témakörei

1. Logikai elméleti alapok
2. Kombinációs logikai hálózatokat felépítő logikai alapáramkörök. Jellemző adatok.
3. Logikai kapuáramkörök méréséhez, vizsgálatához szükséges eszközök
4. Logikai kapuáramkörök igazságtáblázatának és jellemző áramainak mérése

1. Logikai elméleti alapok

A logikai feladatok megoldásához a Boole-algebrát használjuk, amely lehetőséget ad arra, hogy a logikai kapcsolatokat matematikai úton kezeljük. A Boole-algebra alaptétele szerint ugyanis bármely bonyolult logikai kapcsolat kifejezhető megfelelően megválasztott alpműveletek segítségével. A Boole-algebra a kétértékű jelekkel végzett logikai műveletek algebrai leírását teszi lehetővé. A „Boole-algebrát” George Boole tiszteletére nevezték el, aki autodidakta angol matematikus volt.



1. ábra. George Boole¹

George Boole (1815–1864) Lincolnban, Angliában született egy szegény cipész fiaként. Az iskolában nem kapott elég képzést, ezért autodidakta módon tanult. Kezdetben a nyelvek érdekelték, de húsz éves korában saját iskolát alapított, ekkor kezdett el komolyan foglalkozni a matematikával. 1847-ben jelent meg *A logika matematikai analízise* című munkája, amelyben először mutatta meg, hogy az arisztotelészi logika algebrai egyenletekként is leírható. Maga Boole ezt így fogalmazta meg: többé nem a logikát és a metafizikát kell összekapcsolnunk, hanem a logikát és a matematikát. 1849-ben az írországi Corkban a Queen College matematika professzora lett, itt tanított élete hátralevő részében. 1854-ben megjelentette *A gondolkodás törvényeinek vizsgálata* című művét, amelyen a logika és a valószínűség matematikai teóriái alapulnak. Ez a mű tartalmazza azokat a koncepciókat, amelyek ma Boole-algebra néven ismeretesek.

A LOGIKAI ALGEBRA SZABÁLYAI

A Boole algebra a következő axiómákra épül:

- Az algebra kétértékű elemek halmazára értelmezett.
- A halmaz minden elemének létezik a komplemente is, amely ugyancsak eleme a halmaznak.
- Az elemek között végezhető műveletek a konjunkció (logikai ÉS), illetve a diszjunkció (logikai VAGY).
- A logikai műveletek:
 - kommutatívak (a tényezők felcserélhetők),
 - asszociatívak (a tényezők csoportosíthatók),
 - disztributívak (a két művelet elvégzésének sorrendje felcserélhető).

¹ Forrás: http://en.wikipedia.org/wiki/George_Boole, 001.jpg (2010. július 23.)

- A halmaz kitüntetett elemei az egység elem (értéke a halmazon belül mindig IGAZ), és a nulla elem (értéke a halmazon belül mindig HAMIS).

A logikai algebra a felsorolt axiómákra épül. A logikai feladatok technikai megvalósításához a halmaz egy elemének komplementjét képező művelet is szükséges. Ezért a műveletek között a logikai TAGADÁS is szerepel.

Kommutatív szabály: a változók sorrendje felcserélhető

$$A + B = B + A$$

$$A \cdot B = B \cdot A$$

Asszociatív szabály: a logikai összeadás és a szorzás átzárójelezhető, a sorrend tetszőleges

$$(A + B) + C = (B + C) + A = (A + C) + B$$

$$(A \cdot B) \cdot C = (B \cdot C) \cdot A = (A \cdot C) \cdot B$$

Disztributív szabály: a változók átcsoportosíthatóak

$$A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$$

$$A \cdot (B + C) = (A \cdot B) + (A \cdot C)$$

A LOGIKAI ALGEBRA ALAPTÉTELEI

A legfontosabb tételek, azok részletes bizonyítása nélkül.

Kitüntetett elemekkel végzett műveletek:

$$1 \cdot 1 = 1$$

$$1 \cdot A = A$$

$$1 + 1 = 1$$

$$1 + A = 1$$

$$0 \cdot 0 = 0$$

$$0 \cdot A = 0$$

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + A = A$$

Azonos változókkal végzett műveletek:

$$A \cdot A = A$$

$$A \cdot \overline{A} = 0$$

$$A + A = A$$

$$A + \overline{A} = 1$$

De Morgan tételei:

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

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

A logikai tervezés során megoldandó feladatokat logikai függvénné alakítjuk át. A logikai függvényeket megvalósító áramköröket logikai kapuknak nevezzük.

A logikai függvényeket megvalósító logikai hálózatok két csoportra osztható, időfüggetlen és időfüggő.

Kombinációs hálózatok: időfüggetlen logikai hálózat

A logikai felépítéstől függően, tehát a logikai kapuk lehetnek kombinációs vagy szekvenciális (sorrendi) áramkörök. A kombinációs hálózatok ki- és bemenetei közötti összefüggések logikai függvényekkel írhatók fel. Ehhez a matematikai alapot a Boole-algebra adja. A Boole-algebrában a bemeneti változókat és a kimeneti függvényt, függvényeket nagybetűkkel jelöljük. Ha a logikai eredmény igaz, akkor „1”-gyel, ha nem igaz, tehát hamis, akkor „0”-val jelöljük. A logikai áramköröket megvalósító kapukban a logikai „1” és „0” értékek a gyakorlatban feszültségértéket jelentenek.

A logikai áramkörökben a logikai értéket hordozó villamos jellemző leggyakrabban a villamos feszültség.

Mindkét logikai értékhez egymástól jól elválasztva egy-egy feszültségtartományt rendelünk. A logikai értékhez rendelt feszültségértékeket logikai feszültség szinteknek, vagy rövidebben logikai szinteknek nevezzük. Az egyes logikai értékekhez rendelt szintek egy-egy feszültségsávot jelentenek. E sávon belüli bármely feszültségérték ugyanazon elemi információt (logikai értéket) jelent.

A logikai IGAZ értékhez rendelt szintet 1 szintnek, vagy IGEN szintnek nevezzük.

A logikai HAMIS értékhez rendelt szintet 0 szintnek, vagy NEM szintnek nevezzük.

Az angol nyelvű elnevezés miatt a szakirodalomban (pl. műszaki leírás, jegyzet, katalógus stb.) a pozitív logikai feszültségszintet magas vagy H (High) szintnek, a negatív feszültségszintet pedig alacsony vagy L (Low) szintnek is szokás nevezni. A választott feszültségszintek egymáshoz viszonyított elhelyezkedése, valamint a megengedett feszültségsáv (szint) nagysága szerint többféle logikai szintrendszerről beszélünk.

A szintek egymáshoz való viszonya szerint megkülönböztethetők:

- pozitív logika
- negatív logika

Pozitív logikai szint rendszeréről akkor beszélünk, ha az IGAZ értékhez rendeljük a pozitívabb feszültségsávot. A HAMIS értéknek ekkor a negatívabb feszültségsáv felel meg.

A pozitív feszültségszintű logikában a logikai „1” értéket „H” szintnek, a logikai „0” értéket „L” szintnek nevezzük.

A negatív logikai szint rendszerében a negatívabb feszültségsávhoz (szinthez) tartozik az IGAZ érték és a pozitívabb szinthez rendeljük a HAMIS értéket.

A negatív feszültségszintű logikában a logikai „1” értéket „L” szintnek, a logikai „0” értéket „H” szintnek nevezzük.

2. Kombinációs logikai hálózatokat felépítő logikai alapáramkörök. Jellemző adatok

A logikai feladatok megoldásához a Boole-algebrát használjuk, amely lehetőséget ad arra, hogy a logikai kapcsolatokat matematikai úton kezeljük. A Boole-algebra alaptétele szerint ugyanis bármely bonyolult logikai kapcsolat kifejezhető megfelelően megválasztott alapműveletek segítségével. A Boole-algebrát megvalósító kapuáramkörök olyan egy vagy több bemenetű logikai áramkörök, amelyek egy meghatározott logikai műveletet valósítanak meg. A logikai felépítéstől függően a kapuk lehetnek kombinációs vagy szekvenciális (sorrendi) áramkörök. A kombinációs áramkör olyan logikai áramkör, amely nem tartalmaz tárolóelemet, és amelynek kimeneti értékei csakis a bemeneti értékektől függenek.

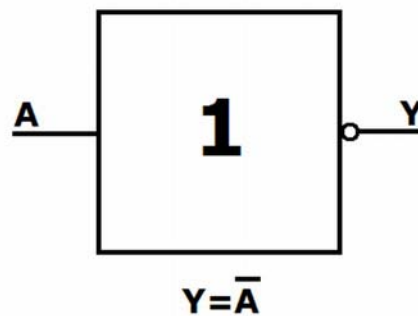
Tekintsük át a legfontosabb logikai alapműveleteket megvalósító kapuáramköröket.

Negáció (tagadás, invertálás)

Negáláskor valamely esemény, logikai változó vagy logikai függvény igazságtartalmának ellenkezőjét vesszük figyelembe. Egyváltozós művelet, amellyel egy logikai jel 0 és 1 értékét felcseréljük, invertáljuk. Az invertált változót negált változónak nevezzük. Az invertálást megvalósító áramkör az INVERTER. Az inverter igazságtáblázatát a 2. ábrán, a rajzjelét a 3. ábrán láthatjuk.

A	Y
0	1
1	0

2. ábra. Inverter igazságtáblázata



3. ábra. Inverter rajzjele

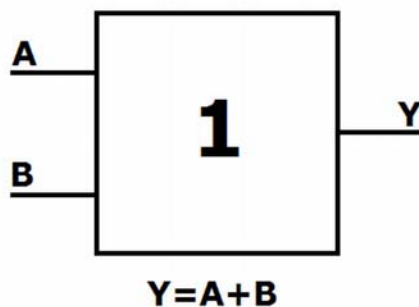
Logikai VAGY kapcsolat

A VAGY kapuáramkör 2 vagy több bemenetű logikai elem. A VAGY kapcsolatban, ha bármely bemeneti változó 1-es értékű, akkor a függvény kimeneti értéke 1-es lesz.

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

4. ábra. VAGY kapu igazságtáblázata

Ahhoz hogy kimeneti függvényérték nulla legyen, minden változónak 0-nak kell lennie. A VAGY kapcsolat műveleti jele az algebraiban használatos „+” jel. A VAGY kapu igazságtáblázatát a 4. ábrán, a rajzjelét az 5. ábrán láthatjuk.



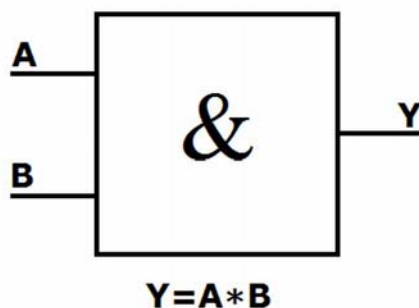
5. ábra. Logikai VAGY kapu rajzjele

Logikai ÉS kapcsolat

Az ÉS kapuáramkör 2 vagy több bemenetű logikai elem. Az ÉS kapcsolat kimeneti eredménye csak akkor 1-es, ha valamennyi bemeneti változó egyidejűleg 1-es. Minden más esetben a kimeneti függvény értéke 0 lesz. Az ÉS kapcsolat műveleti jele a szorzópont. Az ÉS kapu igazságtáblázatát a 6. ábrán, a rajzjelét a 7. ábrán láthatjuk.

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

6. ábra. ÉS kapu igazságtáblázata



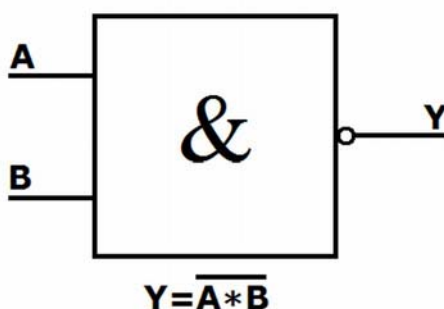
7. ábra. Logikai ÉS kapu rajzjele

Logikai NEM-ÉS kapcsolat (NAND)

A NEM-ÉS (NAND) kapuáramkör 2 vagy több bemenetű logikai elem. A NEM-ÉS kapcsolat kimenetén csak akkor jelenik meg 0 szint, ha az összes bemenetén 1-es van. Minden más esetben a kimeneti függvény értéke 1 lesz. A NAND kapu igazságtáblázatát a 8. ábrán, a rajzjelét a 9. ábrán láthatjuk.

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

8. ábra. NAND kapu igazságtáblázata



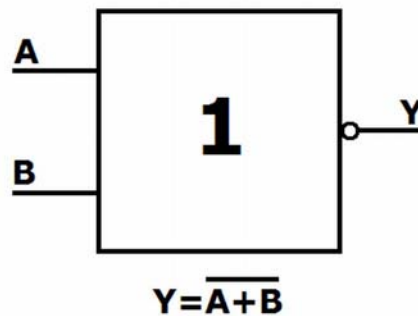
9. ábra. NAND kapu rajzjele

NEM-VAGY kapcsolat (NOR)

A NEM-VAGY (NOR) kapuáramkör 2 vagy több bemenetű logikai elem. A NOR kapu kimenetén akkor és csak akkor jelenik meg 1, ha mindkét bemenetén 0 van. Minden más esetben a kimeneti függvény értéke 0 lesz. A NOR kapu igazságtáblázatát a 10. ábrán, a rajzjelét a 11. ábrán láthatjuk.

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

10. ábra. NOR kapu igazságtáblázata



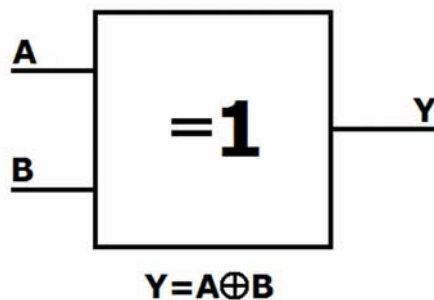
11. ábra. NOR kapu rajzjele

KIZÁRÓ VAGY kapcsolat (XOR)

A KIZÁRÓ VAGY (XOR) kapuáramkör 2 bemenetű logikai elem. Akkor ad a kimenetén logikai 1-et, ha vagy az $A = 1$ és $B = 0$, vagy ha a $B = 1$ és $A = 0$. Az eredmény, tehát a kimenet akkor 1-es, ha a változók különböző értékűek, ezért ezt a kapcsolatot a szakirodalomban antivalenciának nevezik. Műveleti jele: $\oplus$. Az XOR kapu igazságtáblázatát a 12. ábrán, a rajzjelét a 13. ábrán láthatjuk.

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

12. ábra. XOR kapu igazságtáblázata



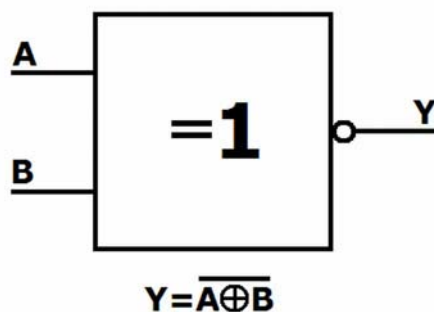
13. ábra. Kizáró VAGY kapu rajzjele

KIZÁRÓ NEM-VAGY kapcsolat

A KIZÁRÓ NEM-VAGY (XNOR) kapuáramkör 2 bemenetű logikai elem, a KIZÁRÓ VAGY függvény negáltja és ekvivalenciának nevezzük. Akkor ad a kimenetén logikai 1-et, ha a két bemeneti változó egyező értékű, tehát mind a kettő 1-es vagy mind a kettő 0 értékű. Ezt a logikai kapcsolatot a szakirodalom ekvivalenciának nevezi. Az XNOR kapu igazságtáblázatát a 14. ábrán, a rajzjelét a 15. ábrán láthatjuk.

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

14. ábra. XNOR kapu igazságtáblázata



15. ábra. Kizáró NEM-VAGY kapu rajzjele

A logikai algebra alapáramköreinek az ismételése keretében foglalhatjuk össze a legfontosabb kétváltozós logikai kapcsolatot, függvényt.

Az összefoglaló táblázat (lásd 16. ábra) bal oldalán a logikai kapcsolat műveletét és elnevezését láthatjuk.

A táblázat közepén az igazságtáblázatban A és B változók lehetséges értékeinek kombinációit és az ezekhez tartozó kimeneti Y függvény értékeit láthatjuk.

A táblázat jobb oldalán a logikai kapuk ma használatos szabványos rajzi jelölései láthatóak.

Logikai kapcsolat		Igazságtáblázat			Rajzjel	
művelet	elnevezés	B	A	Y	angol	nemzetközi
$A \cdot B$	ÉS (AND)	0 0 1 1	0 1 0 1	0 0 0 1		
$A + B$	VAGY (OR)	0 0 1 1	0 1 0 1	0 1 1 1		
$\bar{A}$	NEM (NOT)		0 1	1 0		
$\overline{A \cdot B}$	NEM-ÉS (NAND)	0 0 1 1	0 1 0 1	1 1 1 0		
$\overline{A + B}$	NEM-VAGY (NOR)	0 0 1 1	0 1 0 1	1 0 0 0		
$A \oplus B$	ANTIVALENCIA (XOR)	0 0 1 1	0 1 0 1	0 1 1 0		
$\overline{A \oplus B}$	EKVIVALENCIA (XNOR)	0 0 1 1	0 1 0 1	1 0 0 1		

16. ábra. Összefoglaló táblázat

Jellemző adatok

Tápfeszültség

A tápfeszültség a logikai áramkörök működtetéséhez szükséges feszültség.

Logikai szint

Olyan feszültség szintekről van szó, amelyekhez hozzárendeljük a logikai 0 és 1 értékeket. A logikai szintek olyan feszültségtartományok, amelyek a logikai 1 és logikai 0 értékre jellemző feszültséget engednek meg. A két szint jelölése:

L: low

H: high

A hozzárendelés kétféle módon történhet:

$0 \rightarrow L, 1 \rightarrow H$: pozitív logika

$0 \rightarrow H, 1 \rightarrow L$: negatív logika

Az L és H szintek a valóságban egy-egy feszültségtartomány alsó és felső határát jelölik ki, biztosítva, hogy a ki- és bemenetek összekapcsolásakor bizonyos zaj megengedhető legyen.

Zajtartalék, AC–zajtávolság:

A zavaró jelnek bizonyos energiatartalommal kell rendelkeznie ahhoz, hogy hatása legyen. A zajtartalék azt jelenti, hogy van egy feszültségtartomány, amin belül a feszültség megváltozása nem változtatja meg a kapu logikai állapotát. Ha nagyon rövid ideig áll fent a jel, nagyobb amplitúdó is megengedhető.

Bemeneti terhelhetőség:

Az a maximális áramérték, amelyik az áramkör bementén átfolyhat. Egységterhelésnek is nevezik. Egységterhelés, azaz angol nyelven Fan–input. A logikai áramkör családotokban előfordulhatnak a család többi tagjától eltérő bemeneti áramú elemek is. Az egységterhelés azt adja meg, hogy az adott logikai elem áramfelvétele hányszorosa a család többi tagjának áramfelvételének.

Kimeneti terhelhetőség:

Azon bemenetek számát jelenti, amelyeket a kimenet képes károsodás nélkül meghajtani. Terhelhetőség, azaz angol nyelven Fan–output. Minden logikai áramkör családra meg van adva, hogy egy logikai elem kimenetére legfeljebb hány bemenet csatlakoztatható. Ezt a leadott illetve felvett áramok nagysága határozza meg.

Jelkésleltetési idő:

A logikai kapu bementére adott jel és a kimenetén megjelenő kimenő jel között eltelt időt nevezik jelkésleltetési időnek.

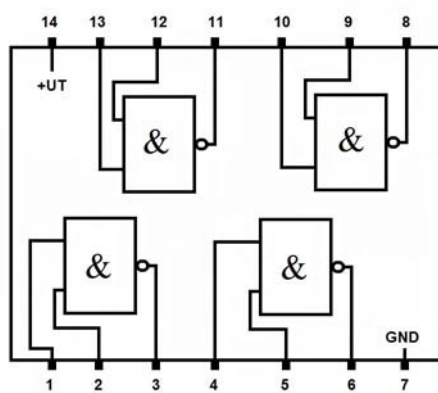
Egyéb jellemzők:

- Disszipáció: az a teljesítmény, amely 50% kitöltésű tényezőjű vezérlés esetén hővé alakul. Ez frekvenciafüggő lehet.
- Jósági tényező: átlagos késleltetési idő szorozva a disszipációval.
- Maximális és minimális megengedhető tápfeszültség, bemeneti és kimeneti feszültség. Tápfeszültség–tolerancia (a legnagyobb megengedhető feszültség ingadozás százalékban).
- Az üzemi működéshez előírt hőmérsékleti tartomány.
- Tokozás: Dual–in–line, flat, stb.

3. Logikai kapuáramkörök méréséhez, vizsgálatához szükséges eszközök

A logikai kapuáramkörök igazságtáblázatát méréssel úgy vesszük fel, hogy kézbe vesszük az adott logikai kapukat tartalmazó IC-t. A mérőkapcsolás utasításai alapján összeállítjuk a mérőkört. Kiválasztjuk a mérés elvégzéséhez szükséges eszközöket és műszereket. A mérési eredményeket táblázatba foglaljuk és jegyzőkönyvet készítünk a mérésről. TTL, illetve CMOS IC-t használunk a mérésen.

A mérési gyakorlatok célja az, hogy a tanulók jártasságot szerezzenek a különböző logikai kapu alapáramkörök működésének az ellenőrzésében. Megismerjék a leggyakrabban használt integrált áramkörök tokbekötését és belső felépítését. A 17. ábrán például a 7400 NAND kapu IC belső kialakítását láthatjuk.



17. ábra. 7400 IC belső felépítése



18. ábra. DIP tokozású logikai IC

DIP (Dual In-Line Package)

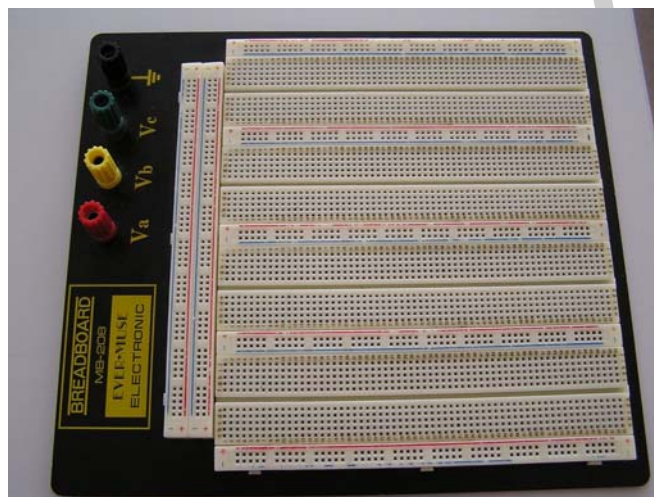
Ez a legismertebb integrált áramköri tokozás, amely a 18. ábrán látható.

- Lábtávolsága: 0,1" (2,54 mm), sortávolsága: 3" (7,62 mm) vagy 5" (12,7 mm);
- felhasználása: közvetlenül furatba forrasztva vagy IC foglalatban;
- jellemzője: igen távol levő lábai miatt nagyon könnyű forrasztani.

A MÉRÉSEK ELVÉGZÉSÉHEZ JAVASOLT ÉS HASZNÁLHATÓ ESZKÖZÖK:

BREADBOARD próbapanel

A breadboard próbapanel univerzális panel elektronikai (analóg, digitális) alapáramkörök és kapcsolások összeállításához. Egy board soros panel (+-) tápbuszt is tartalmaz. Az elektronikai alkatrészek, vezetékek csatlakoztatása dugaszolással történik, ezért nem igényel forrasztást. Az elektronikai alkatrészek többször is felhasználhatók. Használata gyors és egyszerű. A raszterhálóban elhelyezett érintkezőkkel oldalirányban sorolható és bővíthető.



19. ábra. Breadboard panel – 3 soros

Logikai IC-TESZTER

A digitális IC-teszterek használatakor az alapvető cél az, hogy gyorsan és egyszerűen ellenőrizzük azt, hogy a logikai kapu, illetve a logikai kapukat tartalmazó integrált áramkör (IC) funkciói az igazságtábla szerint rendben működnek-e. A mérés célja alapvetően az, hogy az esetleges működési hibát megállapítsuk. A logikai IC-teszter kijelzi a logikai szinteknek megfelelő értéket, amelyből a mérést végző meg tudja állapítani a helyes működést. Külön kapható logikai szintvizsgáló a TTL és a CMOS áramkörökhöz. A 20. ábrán egy TTL logikai IC-teszter látható.



20. ábra. TTL logikai IC-teszter

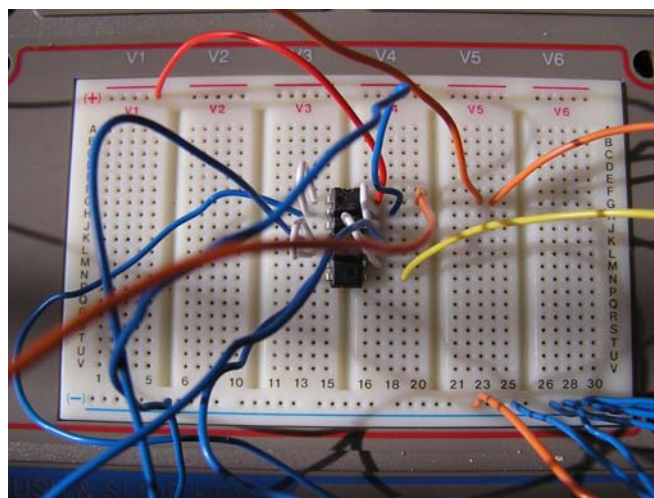
Electronic Lab elektronikai oktatókészlet

Könnyen kezelhető és a hagyományos áramköri elemekből nagyon sok féle áramkör alakítható ki a 21. ábrán látható Electronic Lab oktatókészlet segítségével.



21. ábra. Elektronikai oktatókészlet

500 különböző áramköri kísérlet leírása van a minta példatárban, és a hozzá való alkatrészek miatt az iskolák elektronikai laborjában is ideális oktatóeszköz. A készüléket egy kazettatáskába építették, ezáltal jól tárolható és könnyű a mozgatása. Az összeállított áramkörök működéséhez 6 db 1,5 V-os hagyományos elemre van szükség. Az elektronikai alkatrészek elhelyezése dugaszolással történik. Az oktatókészleten összeállított áramkört a 22. ábrán láthatjuk. A logikai alapáramkörök megtanulása az eszköz segítségével egyszerű és gyors.

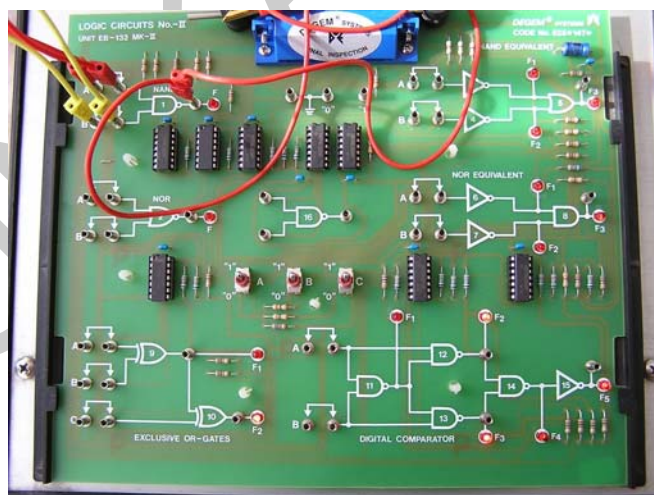


22. ábra. Az oktatókészlet BOARD panelján összeállított logikai mérés

Elektronikai tanulói mérőhely

Az elektronikai tanulói mérőhely két fő részből áll. Az oktatórendszer alapegysége a tápegység, ez biztosítja a csatlakozási lehetőséget és a tápfeszültségeket a mérőkártyák részére.

Az áramköri mérőkártyák – 23. ábra – egy 36 pólusú csatlakozóval egyszerűen rögzíthetők a mérőhelyhez. A különféle mérőkártyák analóg és digitális áramkörök működésének vizsgálatát és a jellemző paraméterek mérését teszik lehetővé.

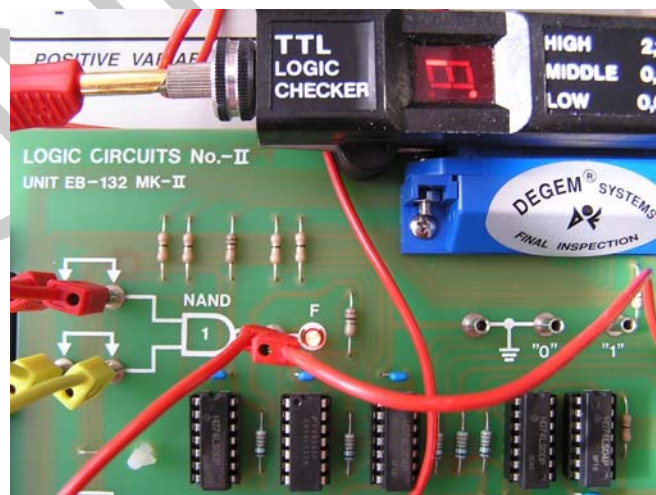


23. ábra. Mérőpanel – logikai alapáramkörök



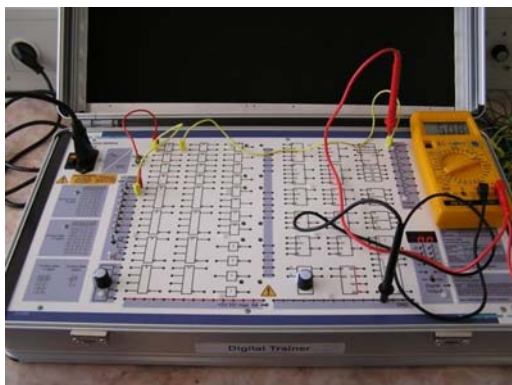
24. ábra. SYSTEMS tanulói komplex mérőhely

A 24. ábrán a teljes komplex elektronikai mérőhely látható. A 25. ábrán pedig egy logikai kapu (NAND) működésének a mérését láthatjuk.

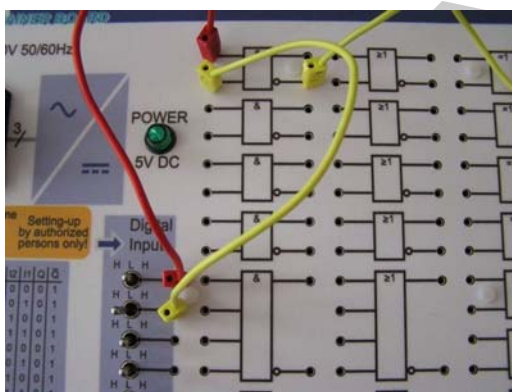


25. ábra. TTL NAND kapu logikaiszint-vizsgálás

Az elektronikai oktatóbőrönd – 26. ábra – legfőbb előnyei közé tartozik a bőröndkialakítás, mert minden egyben van, hordozható, tehát a tanterembe is bevihető, nincs helyhez kötve.



26. ábra. Digital Trainer digitális oktatóbőrönd



27. ábra. Digitális oktatóbőrönd – logikai kapu mérése

Egyszerű a kezelhetősége, ezért könnyű megtanulni a használatát. Kreatív szemléletet ad a diákok számára az áramkörök összeállításakor. A Digitális oktatóbőrönd a logikai alapáramköröktől a bonyolultabb logikai hálózatokig tartalmazza a teljes középiskolás tananyagot. A 27. ábrán egy kétbemenetű logikai kapu mérése látható.

Jegyzőkönyv

A villamos mérések elvégzéséről jegyzőkönyvet kell készíteni. A jegyzőkönyv szerepe, hogy minden lényeges mérési és számítási eredményt rögzítsen, amelyhez a mérést végző személy a mérési feladat elvégzése során hozzájutott.

4. Logikai kapuáramkörök igazságtáblázatának és jellemző áramainak a mérése

A logikai kapuáramkörök igazságtáblázatát méréssel úgy vesszük fel, hogy kézbe vesszük az adott logikai kapukat tartalmazó IC-t. A mérőkapcsolás utasításai alapján összeállítjuk a mérőkört. Kiválasztjuk a mérés elvégzéséhez szükséges eszközöket és műszereket. A mérési eredményeket táblázatba foglaljuk és jegyzőkönyvet készítünk a mérésről. A TTL 7400 és a CMOS 4011 IC-t használjuk fel a mérésre, amelyek 4 db kétbemenetű NAND kaput tartalmaznak. A mérési gyakorlat célja az, hogy jártasságot szerezzenek a tanulók a logikai áramkörök statikus jellemzőinek a mérésében. Megismerjék az alapvető integrált áramkörök legfontosabb katalógusadatait és a tokbekötéseket.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Az elméleti információk megbeszélése, összefoglalása után az Ön feladata annak bemutatása, hogyan lehet méréssel igazolni az alapvető logikai kapuk igazságtáblázatát és meghatározni a jellemző áramokat és feszültségeket.

A logikai alapáramkörök méréstechnikai vizsgálatához ki kell választania azokat az eszközöket és műszereket, amelyek segítségével a mérést el lehet végezni. A mérési adatokat, eredményeket mérési jegyzőkönyvbe kell rögzítenie.

A logikai alapáramkörök igazságtáblázatának az ellenőrzéséhez és a főbb jellemzők méréséhez (tápfeszültség, tápáramfelvétel, teljesítményfelvétel, logikai szintek) a megadott mérőkapcsolásokhoz önállóan elektronikai alkatrészt, mérőeszközt és mérőműszert kell választania.

Annak érdekében, hogy össze tudjon állítani és méréseket tudjon végezni egy-egy bonyolultabb logikai hálózatban, gyakorlásképpen az alábbi méréseket kell elvégeznie.

1. Logikai kapu igazságtáblájának felvétele

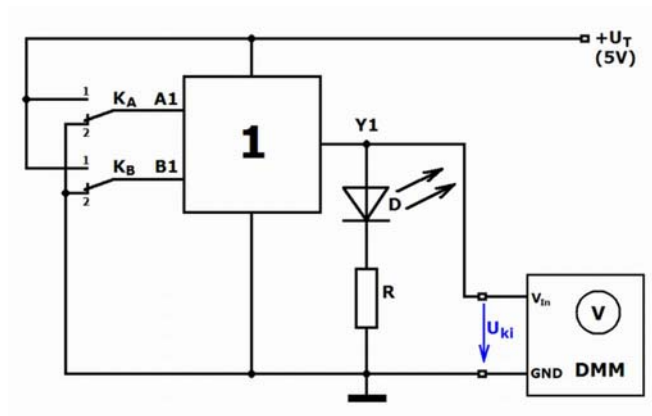
Logikai VAGY kapu igazságtáblájának felvétele méréssel

Mérés tárgya: logikai VAGY kapu (7432 IC) vizsgálata

Mérés célja:

- logikai VAGY kapu működésének az ellenőrzése,
- igazságtábla felvétele,
- kimeneti logikai szint megállapítása.

Mérés kapcsolási rajza:



28. ábra. Logikai VAGY kapu vizsgálata

Mérés táblázata:

B	A	U _{ki} (V)	Y
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

29. ábra. Igazságtáblázat a méréshez

Mérési feladatok:

1. Állítsa össze a kapcsolást a 28. ábra alapján!
2. A tápfeszültség bekapcsolása után az A₁ és B₁ bemenetre a K_A és K_B kapcsolók segítségével állítsa be a táblázatban megadott logikai szinteket, és mérje meg feszültségmérővel a logikai VAGY kapu kimeneti feszültség szintjeit! A kimenetre kapcsolt D LED világít, ha logikai 1 értékű a kapu kimeneti feszültsége.
3. A mért feszültség szinteket írja be a táblázatba (29. ábra) és ez alapján határozza meg a vizsgált logikai kapu kimeneti (Y) szintjeit!

2. Logikai kapu igazságtáblájának felvétele

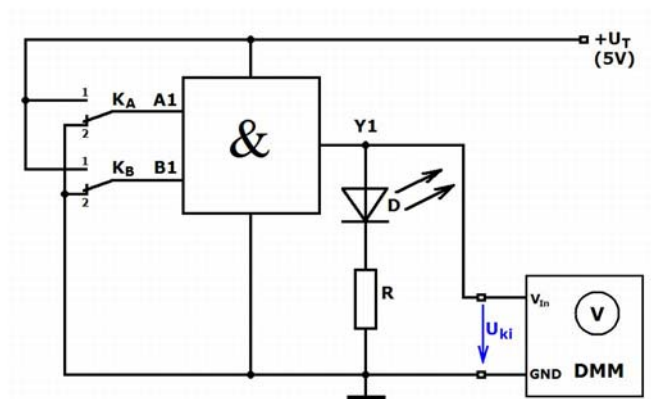
Logikai ÉS kapu igazságtáblájának felvétele méréssel

Mérés tárgya: logikai ÉS kapu (7408 IC) vizsgálata

Mérés célja:

- logikai ÉS kapu működésének az ellenőrzése, igazságtábla felvétele méréssel.

Mérés kapcsolási rajza:



30. ábra. Logikai ÉS kapu vizsgálata

Mérési feladatok:

1. Állítsa össze a kapcsolást a 30. ábra alapján!
2. A tápfeszültség bekapcsolása után az A_1 és B_1 bemenetre a K_A és K_B kapcsolók segítségével állítsa be a táblázatban megadott logikai szinteket, és mérje meg feszültségmérővel a logikai ÉS kapu kimeneti feszültségszintjeit! A kimenetre kapcsolt D LED világít, ha logikai 1 értékű a kapu kimeneti feszültsége.
3. Készítsen igazságtáblázatot a 31. ábrának megfelelően és a mért feszültségszinteket írja be a táblázatba, és ez alapján határozza meg a logikai kapu kimeneti (Y) szintjeit!

B	A	$U_{ki}(V)$	Y
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

31. ábra. Igazságtáblázat a méréshez

3. Logikai kapu igazságtáblájának felvétele

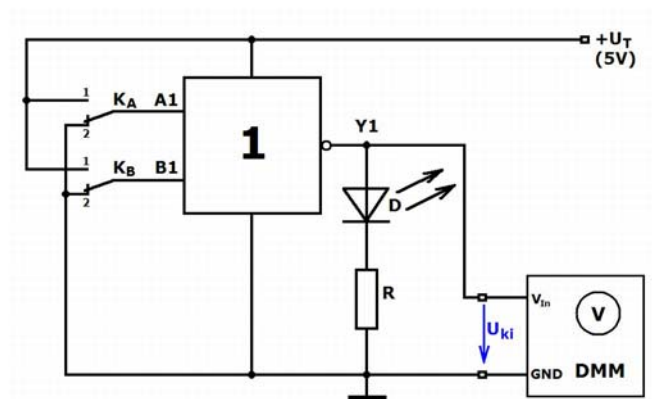
Logikai NEM-VAGY (NOR) kapu igazságtáblájának felvétele méréssel

Mérés tárgya: logikai NEM-VAGY (NOR) kapu (7402 IC) vizsgálata

Mérés célja:

- logikai NEM-VAGY (NOR) kapu működésének az ellenőrzése,
- igazságtábla felvétele,
- kimeneti logikai szint megállapítása.

Mérés kapcsolási rajza:



32. ábra. Logikai NEM-VAGY (NOR) kapu vizsgálata

Mérési feladatok:

1. Állítsa össze a kapcsolást a 32. ábra alapján!
2. A tápfeszültség bekapcsolása után az A₁ és B₁ bemenetre a K_A és K_B kapcsolók segítségével állítsa be a táblázatban megadott logikai szinteket, és mérje meg feszültségmérővel a logikai NEM-VAGY (NOR) kapu kimeneti feszültség szintjeit! A kimenetre kapcsolt D LED világít, ha logikai 1 értékű a kapu kimeneti feszültsége.
3. Készítsen igazságtáblázatot! A mért feszültség szinteket írja be a táblázatba és ez alapján határozza meg a vizsgált logikai kapu kimeneti (Y) szintjeit!

4. Logikai kapu igazságtáblájának felvétele

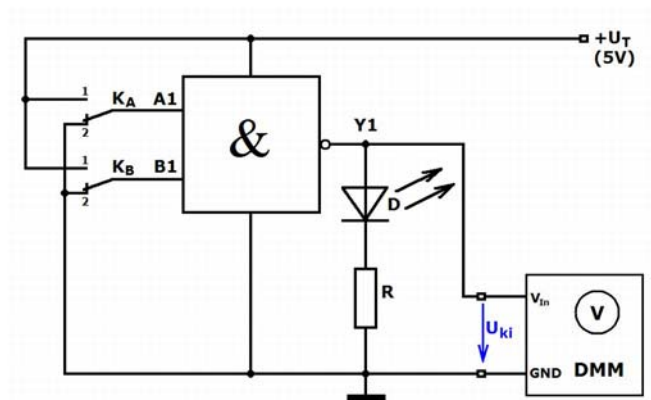
Logikai NEM-ÉS (NAND) kapu igazságtáblájának felvétele méréssel

Mérés tárgya: logikai NEM-ÉS (NAND) kapu (7400 IC) vizsgálata

Mérés célja:

- logikai NEM-ÉS (NAND) kapu működésének az ellenőrzése,
- igazságtábla felvétele,
- kimeneti logikai szint megállapítása.

Mérés kapcsolási rajza:



33. ábra. Logikai NEM-ÉS (NAND) kapu vizsgálata

Mérési feladatok:

1. Állítsa össze a kapcsolást a 33. ábra alapján!
2. A tápfeszültség bekapcsolása után az A_1 és B_1 bemenetre a K_A és K_B kapcsolók segítségével állítsa be a táblázatban megadott logikai szinteket, és mérje meg feszültségmérővel a logikai NEM-ÉS (NAND) kapu kimeneti feszültség szintjeit! A kimenetre kapcsolt D LED világít, ha logikai 1 értékű a kapu kimeneti feszültsége.
3. Készítsen igazságtáblázatot! A mért feszültség szinteket írja be a táblázatba és ez alapján határozza meg a vizsgált logikai kapu kimeneti (Y) szintjeit!

5. Logikai kapukból kialakított kombinációs áramkör igazságtáblájának felvétele

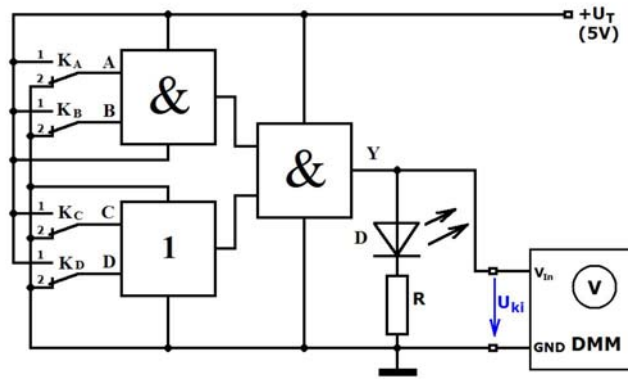
Kombinációs áramkör igazságtáblájának felvétele méréssel

Mérés tárgya: logikai ÉS (7408) és VAGY (7432) kapukból álló áramkör vizsgálata

Mérés célja:

- kombinációs áramkör működésének az ellenőrzése,
- igazságtábla felvétele,
- kimeneti logikai szint megállapítása.

Mérés kapcsolási rajza:



34. ábra. Kombinációs áramkör vizsgálata méréssel

Mérési feladatok:

1. Állítsa össze a kapcsolást a 34. ábra alapján!
2. A tápfeszültség bekapcsolása után az A, B, C és D bemenetekre a K_A , K_B , K_C , és K_D kapcsolók kombinációjának segítségével állítsa be a négyváltozós táblázatban megadott logikai szinteknek megfelelő feszültségeket. Minden A, B, C, D kombinációnál mérje meg feszültségmérővel a kombinációs logikai hálózat kimeneti feszültség szintjeit! A kimenetre kapcsolt D LED világít, ha logikai 1 értékű a kapu kimeneti feszültsége.
3. Készítsen igazságtáblázatot! A kimeneten megmért feszültségértékeket írja be a táblázatba és ez alapján határozza meg a vizsgált logikai kapu kimeneti (Y) szintjeit.

6. Logikai kapukból kialakított kombinációs áramkör igazságtáblájának felvétele

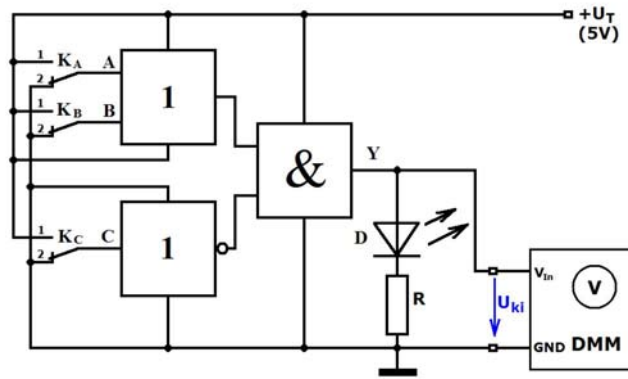
Kombinációs áramkör igazságtáblájának felvétele méréssel

Mérés tárgya: logikai ÉS (7408), VAGY (7432) és Inverter (7404) kapukból álló áramkör vizsgálata.

Mérés célja:

- kombinációs áramkör működésének az ellenőrzése,
- igazságtábla felvétele,
- kimeneti logikai szint megállapítása.

Mérés kapcsolási rajza:



35. ábra. Kombinációs áramkör vizsgálata méréssel

Mérési feladatok:

1. Állítsa össze a kapcsolást a 35. ábra alapján!
2. A tápfeszültség bekapcsolása után az A, B, és C bemenetekre a K_A , K_B és K_C kapcsolók kombinációjának segítségével állítsa be a négyváltozós táblázatban megadott logikai szinteknek megfelelő feszültségeket. Minden A, B és C kombinációnál mérje meg feszültségmérővel a kombinációs logikai hálózat kimeneti feszültség szintjeit! A kimenetre kapcsolt D LED világít, ha logikai 1 értékű a kapu kimeneti feszültsége.
3. Készítsen igazságtáblázatot! A kimeneten megmért feszültségértékeket írja be a táblázatba és ez alapján határozza meg a vizsgált logikai kapu kimeneti (Y) szintjeit!

7. Jellemző áramok mérése TTL és CMOS áramkörökben

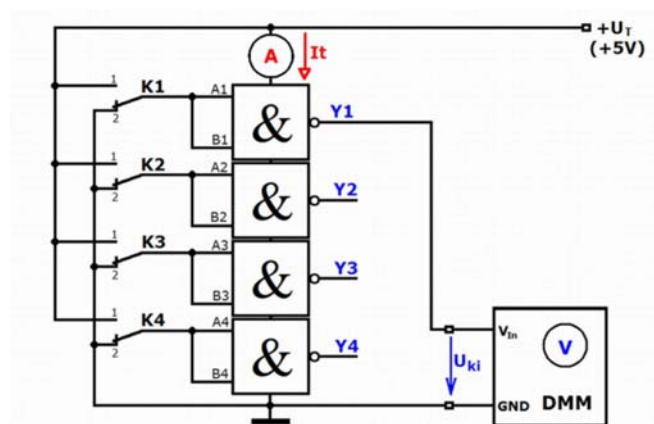
Logikai 1 értékhez tartozó tápáram mérése

Mérés tárgya: meghatározni a kimeneti logikai 1 értékhez tartozó tápáramfelvételt

Mérés célja:

- logikai kapuk működésekor az áramfelvétel megmérése,
- a tápáramfogyasztásból a felvett teljesítmény kiszámítása.

Mérés kapcsolási rajza:



36. ábra. Mérési összeállítás a tápáram meghatározásához

Mérési feladatok:

1. Állítsa össze a 36. ábrán látható mérési kapcsolást TTL 7400 IC-vel!
2. A K kapcsolókat állítsa 2-es állásba, azaz az IC tok valamennyi bemenete logikai 0 szinten, azaz 0 V-on legyen!
3. A rajznak megfelelően kösse be az árammérő műszert!
4. Ellenőrizze feszültségmérő műszerrel a kimeneti (Y_1 , Y_2 , Y_3 , Y_4) logikai 1 szinteknek megfelelő feszültségértékeket, és olvassa le a tápáram értékét az ampermérő műszerről! A mérési eredményeket írja be a 37. ábrán található táblázatba!
5. Ismételje meg a 2., a 3. és a 4. mérési feladatot 4011 CMOS IC-vel!
6. Hasonlítsa össze a TTL és a CMOS IC által felvett áramot! Számítsa ki a teljesítményeket! Mit tapasztalt?

IC típusa	Y1	Y2	Y3	Y4	I_t	P
	V	V	V	V	mA	mW
7400						
4011						

37. ábra. Táblázat

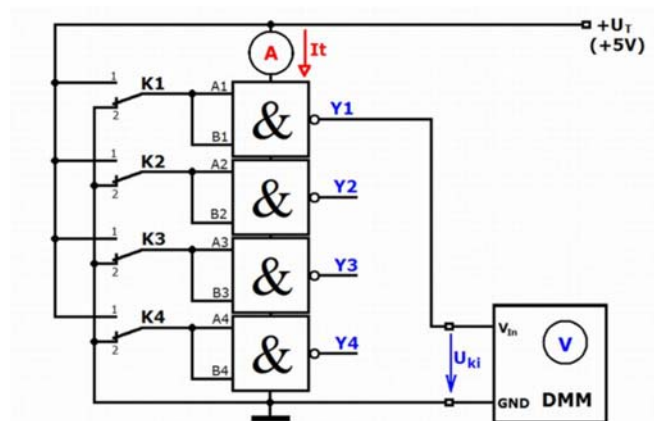
8. Logikai 0 értékhez tartozó tápáram mérése

Mérés tárgya: meghatározni a kimeneti logikai 0 értékhez tartozó tápáramfelvételt

Mérés célja:

- logikai kapuk működésekor az áramfelvétel megmérése,
- a tápáramfogyasztásból a felvett teljesítmény kiszámítása.

Mérés kapcsolási rajza:



38. ábra. Mérési összeállítás a tápáram meghatározásához

Mérési feladatok:

1. Állítsa össze a 38. ábrán látható mérési kapcsolást TTL 7400 IC-vel!
2. A K kapcsolókat állítsa 1-es állásba, azaz az IC tok valamennyi bemenete logikai 1 szinten, azaz 5 V-on legyen!
3. A rajznak megfelelően kösse be az árammérő műszert!
4. Ellenőrizze feszültségmérő műszerrel a kimeneti logikai 0 szinteknek megfelelő feszültségértékeket és olvassa le a tápáram értékét az ampermérő műszerről! A mérési eredményeket írja be a 39. ábrán látható táblázatba!
5. Ismételje meg a 2., a 3. és a 4. mérési feladatot 4011 CMOS IC-vel!
6. Hasonlítsa össze a TTL és a CMOS IC által felvett áramot! Számítsa ki a teljesítményeket! Mit tapasztalt?
7. Készítsen jegyzőkönyvet a mérésről! Az előírások alapján szerepeljenek benne a következők:

- a kapcsolási rajz vagy mérési elrendezés vázlata,
- a mérési feladat rövid leírása,
- a mérésnél felhasznált eszközök, mérőműszerek, vizsgált alkatrészecskék felsorolása,
- a mérés menete, a tevékenységek sorrendje,
- a mérési és számítási eredmények táblázata,
- az eredmények kiértékelése, elemzése, észrevételek és megjegyzések.

Mérés táblázata:

IC típusa	Y1	Y2	Y3	Y4	I_T	P
	V	V	V	V	mA	mW
7400						
4011						

39. ábra. Táblázat a mérésekhez

9. Bemeneti áram mérése

Mérés tárgya: meghatározni a bemeneti logikai 0 és 1 értékhez tartozó bemeneti áramot

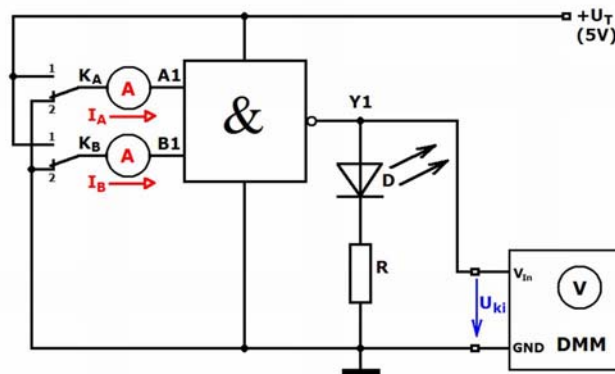
Mérés célja:

- megmérni, hogy egy logikai kapu bemeneti 0 értékéhez mekkora áram tartozik,
- megmérni, hogy egy logikai kapu bemeneti 1 értékéhez mekkora áram tartozik.

Mérési feladatok:

1. Állítsa össze a 40. ábrán látható mérési kapcsolást TTL 7400 IC-vel!
2. A kapu egyik bemenetét ampermérő műszeren keresztül kösse +5 V-ra! (K_1 kapcsoló 1-es állás.)
3. A kapu másik bemenetét ampermérő műszeren keresztül kösse 0 V-ra! (K_2 kapcsoló 2-es állás.)
4. Olvassa le a bemeneti áramok értékét az ampermérő műszerekről! Készítsen táblázatot és a mérési eredményeket írja be a táblázatba!
5. Ismétlje meg a 2., a 3. és a 4. mérési feladatot 4011 CMOS IC-vel!
6. Hasonlítsa össze a TTL és a CMOS IC által mért bemeneti áramokat! Mit tapasztalt?
7. Készítsen jegyzőkönyvet a mérésről!

Mérés kapcsolási rajza:



40. ábra. Bemeneti áram méréséhez szükséges kapcsolás

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK**1. feladat**

Ismertesse az Asszociatív szabályt!

2. feladat

Végezze el az alábbi logikai műveleteket!

$1 \cdot 1 =$
 $1 \cdot A =$
 $1 + 1 =$
 $1 + A =$

3. feladat

Írja le, hogy a pozitív feszültségű logikában milyen logikai szintek vannak, és hogyan nevezzük őket?

4. feladat

Rajzolja le a logikai VAGY kapcsolat rajzjelét!

5. feladat

Rajzolja fel egy kétváltozós NEM–VAGY (NOR) kapuáramkör igazságtáblázatát! Az A változó a legkisebb helyi értéken legyen!

6. feladat

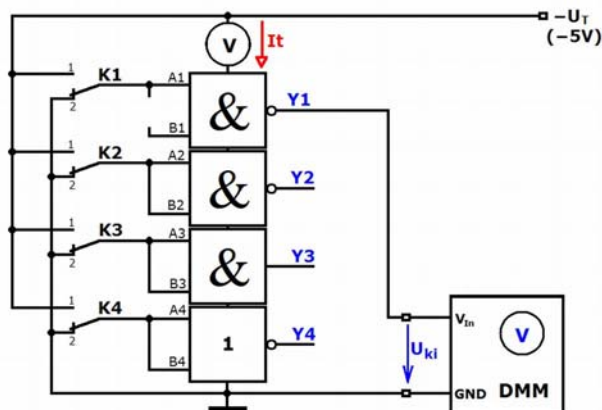
Rajzolja le a logikai ÉS kapu igazságtáblájának felvételéhez szükséges mérési összeállítást és írja le röviden a mérés menetét!

Mérőkapcsolás rajza:

Mérés menete:

7. feladat

NEM-ÉS (NAND) kapu logikai 1 értékhez tartozó tápáram mérésének az összeállítási rajzát látja a 41. ábrán. Öt hibát rejtettünk el a rajzon? Karikázza be és sorolja fel a hibákat!



41. ábra. Logikai 1 érték méréséhez tartozó hibás mérőkapcsolás

Megtalált hibák felsorolása:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

MEGOLDÁSOK

1. feladat

Asszociatív szabály: a logikai összeadás és a szorzás átzárójelezhető, a sorrend tetszőleges

$$(A + B) + C = (B + C) + A = (A + C) + B$$

$$(A \cdot B) \cdot C = (B \cdot C) \cdot A = (A \cdot C) \cdot B$$

2. feladat

A helyesen megadott logikai értékek:

$$1 \cdot 1 = 1$$

$$1 \cdot A = A$$

$$1 + 1 = 1$$

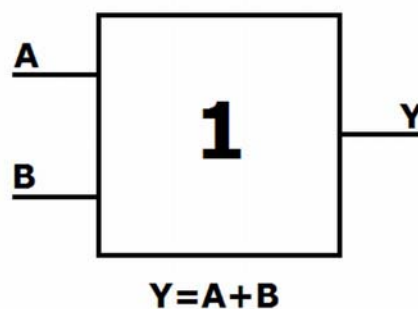
$$1 + A = 1$$

3. feladat

A pozitív feszültségű logikában a logikai „1” értéket „H” szintnek, a logikai „0” értéket „L” szintnek nevezzük.

4. feladat

A logikai VAGY kapcsolat rajzjele (42. ábra)



42. ábra. Logikai VAGY kapu rajzjele

5. feladat

A kétváltozós NEM-VAGY (NOR) kapuáramkör igazságtáblázata (43. ábra):

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

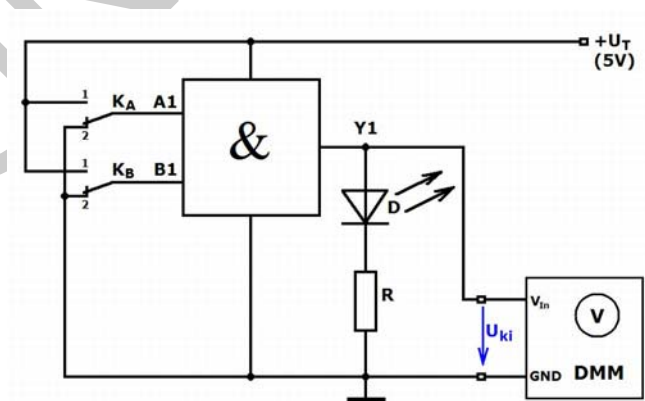
43. ábra. NAND kapu igazságtáblázata

6. feladat

A logikai ÉS kapu igazságtáblájának felvételéhez szükséges mérési feladatok:

1. A mérési vázlat szerint összeállítom a kapcsolást.
2. A +5 V tápfeszültség bekapcsolása után az A és B bemenetre a K_1 és K_2 kapcsolók segítségével logikai 0 és logikai 1 értéknek megfelelő feszültséget kapcsolok, és megmértem feszültségmérővel a logikai ÉS kapu kimeneti feszültség szintjét.
3. A mért feszültség szinteket beírom az igazságtáblázatba, és a szakirodalomban előírt logikai feszültség szintek alapján meghatározom a vizsgált logikai kapu kimeneti (Y) szintjeit.

A logikai ÉS kapu igazságtáblájának felvételéhez szükséges mérés a 44. ábrán látható.



44. ábra. Logikai ÉS kapu mérése

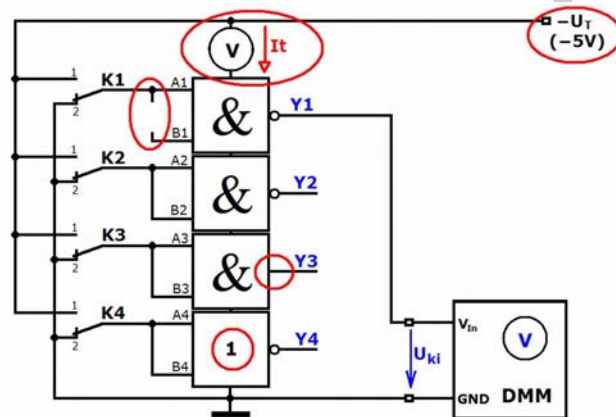
7. feladat

A NEM-ÉS (NAND) kapu logikai 1 értékhez tartozó tápáram mérésének az összeállítási rajzában (45. ábra) bekarikázott és felsorolt öt hiba:

A mérési összeállításban megtalált hibák felsorolása:

1. Ampermérő helyett voltmérő van bekötve.
2. Egy ÉS kapu van a NAND kapu helyett.
3. Egy NOR kapu van NAND kapu helyett.
4. B_1 nincs hozzákötve az A_1 -hez.
5. A tápfeszültség +5 V helyett hibásan -5 V.

Hibák bejelölése:



45. ábra. Hibás mérőkapcsolás, jelölve a hibákkal

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Kovács Csongor: Digitális elektronika. General Press Kiadó, Budapest, 2002.

Magyari-Theisz-Glofák: Digitális IC-atlasz. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981.

AJÁNLOTT IRODALOM

Gergely István: Elektronikus műszerek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999.

Major László: Villamos mérés technika. KIT Képzőművészeti Kiadó és Nyomda, Budapest, 1999.

A(z) 0917-06 modul 018-as szakmai tankönyvi tartalomeleme
felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 523 01 0000 00 00	Elektronikai technikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
10 óra

MUNKANYAG

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató