

Tantárgy: ANALÓG ELEKTRONIKA

Tanár: Dr. Burány Nándor

3. félév

Óraszám: 2+2

1

2.2. RÉSZ

A LOGIKAI ÁRAMKÖRÖK

- Olyan áramkörök, ahol a félvezető alkatrészek kapcsolóüzemben dolgoznak (logikai vagy digitális áramkörök, összetettebb funkciók esetén).
- Az áramkör kimenetén két érték lehetséges (0, 1).
- Ma ezek az áramkörök abszolút többségben vannak a más típusú (analóg) áramkörökhöz képest.
- A Kirchhoff törvények itt is érvényesek, de nem bajlódunk részletkérdésekkel – általában nem fontos a feszültségek értékének pontos ismerete.
- A logikai összefüggéseken van a hangsúly.

https://en.wikipedia.org/wiki/Logic_gate

2

2.2.1. A LOGIKAI ÁRAMKÖRÖK ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI - BEVEZETŐ

- A sokféle funkció ellenére vannak közös tulajdonságok:
 - logikai szintek,
 - zajtűrés,
 - a kimenet terhelhetősége,
 - sebesség,
 - fogyasztás.

http://www.cs.unipa.it/old/corsi/architetturi/MaterialeStudenti/Digital_Logic_Lab/N278L2A.pdf

3

2.2.1.1. A LOGIKAI ÁRAMKÖRÖK ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI – A LOGIKAI SZINTEK

- Kimeneti logikai szintek: feszültségértékek, amelyek létrejönnek az áramkör kimenetén, szabályos táplálás, terhelés stb. mellett:
 - alacsony kimeneti szint – V_{OL} ,
 - magas kimeneti szint – V_{OH} .
- Kritikus értékek: V_{OLmax} , V_{OHmin} .
- Bemeneti logikai szintek:
 - alacsony bemeneti szint – V_{IL} ,
 - magas bemeneti szint – V_{IH} .
- Kritikus értékek: V_{ILmax} , V_{IHmin} .

4

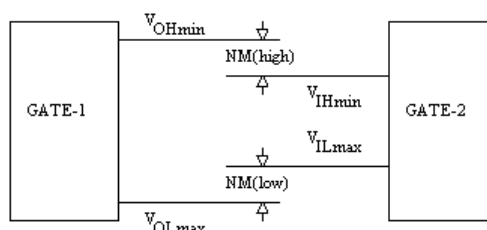
2.2.1.2. A LOGIKAI ÁRAMKÖRÖK ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI – A ZAJTŰRÉS

- Mekkora zavaró jelet lehet ráültetni a kimeneti alacsony szintre, hogy a szabványos bemenet még alacsony szintnek érzékelje?

$$NM(low) = V_{ILmax} - V_{OLmax}$$

- Mekkora zavaró jelet lehet ráültetni a kimeneti magas szintre, hogy a szabványos bemenet még magas szintnek érzékelje?

$$NM(high) = V_{OHmin} - V_{IHmin}$$



5

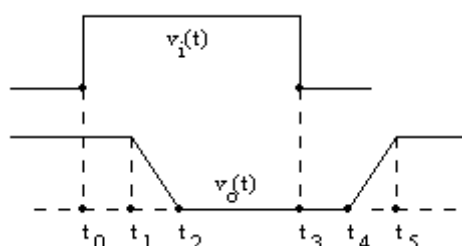
2.2.1.3. A LOGIKAI ÁRAMKÖRÖK ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI – A KIMENET TERHELHETŐSÉGE

- Meg lehet adni, hogy konkrét terhelési áramok mennyire tolják el a kimeneti logikai szinteket.
- Praktikusabb hozzáállás: hány szabványos bemenetet lehet kapcsolni az adott típusú kimenetre.
- A kapacitív terhelések nem egyforma hatást fejtenek ki különböző frekvenciákon.
- A terhelhetőség rendszerint nem azonos alacsony és magas logikai szintél – a rosszabb esetet kell figyelembe venni.

6

2.2.1.4. A LOGIKAI ÁRAMKÖRÖK ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI – A SEBESSÉG

- Véges felfutási és lefutási idők:
 - lefutási idő: $t_f = t_2 - t_1$
 - felfutási idő: $t_r = t_5 - t_4$
- Késések a bemeneti és a kimeneti jel élei között:
 - lefutási késés: $t_{dHL} = t_1 - t_0$
 - felfutási késés: $t_{dLH} = t_4 - t_3$
 - lefutási terjedési késleltetés: $t_{pLH} = t_{dLH} + \frac{1}{2}t_f$
 - felfutási terjedési késleltetés: $t_{pDLH} = t_{dLH} + \frac{1}{2}t_r$.



7

2.2.1.5. A LOGIKAI ÁRAMKÖRÖK ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI – A VESZTESÉGEK

- **Statikus veszteségek:** az egyes logikai szintek létrehozásából adódnak.
- **Kapcsolási veszteségek:** a tranzisztorok kapcsolásából adódnak (átfedés a vezetésben, parazita kapacitások töltése/ürítése).
- **A veszteség hővé alakul.**
- A logikai (digitális) áramkörök többségénél elég a **természetes hűtés**.
- A gyors és összetett áramkörökre **hűtőt** szerelnek és szükség szerint **ventilátorral** serkentik a hűlést.

8

2.2.2. LOGIKAI KAPCSOLÁSOK DIÓDÁKKAL

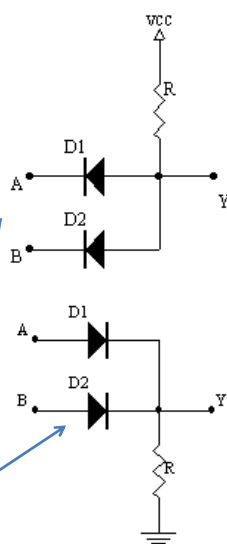
- A legegyszerűbb logikai áramkörök.

- Diódákból, ellenállásokból és tápegységekből épülnek fel.

https://en.wikipedia.org/wiki/Diode_logic

- Diódás ÉS kapu:

- Diódás VAGY kapu:



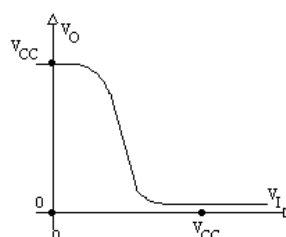
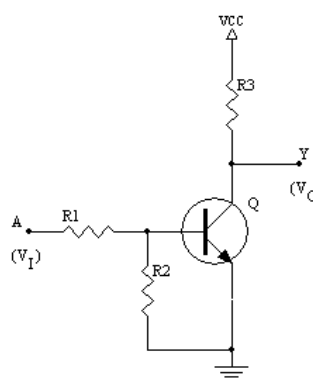
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

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

9

2.2.3. A TRANZISZTOROS LOGIKAI INVERTER

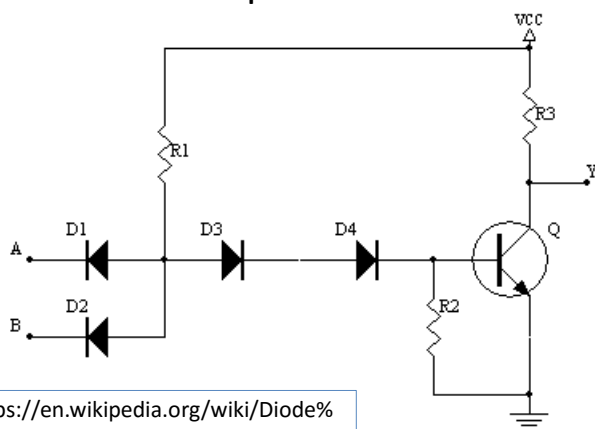
- *NEM* függvény megvalósítása – alacsony bemeneti szint-magas kimeneti szint és fordítva.
- Az átviteli jelleggörbe – a vízszintes szakaszok jelentik az egyes logikai állapotokat – stabil jelszintek.



10

2.2.4.1. A DTL ÁRAMKÖRÖK

- DTL áramkörök: kombináljuk a diódás ÉS és VAGY kapcsolásokat a tranzisztoros logikai inverterrel.
- DTL *NEM-ÉS* kapu:



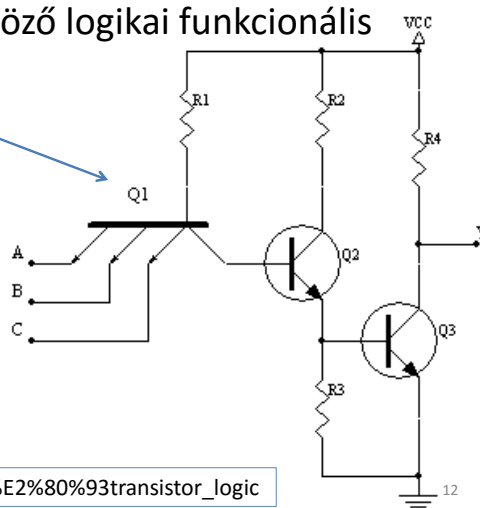
A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

https://en.wikipedia.org/wiki/Diode%E2%80%93transistor_logic

11

2.2.4.2. A TTL ÁRAMKÖRÖK

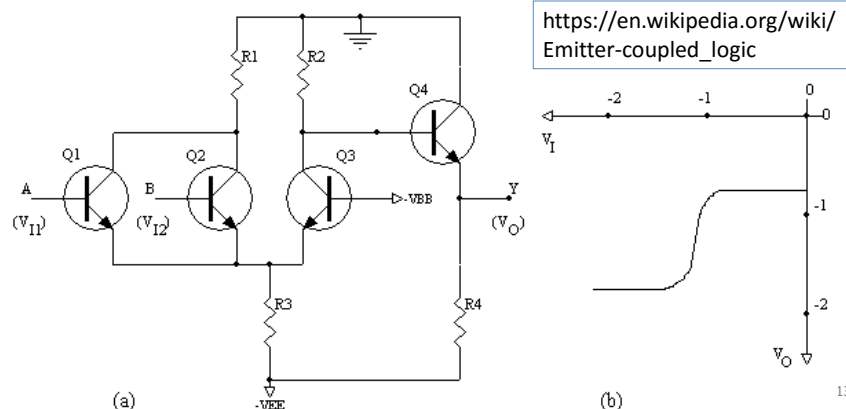
- Diódák nélkül, tisztán tranzisztorokkal oldjuk meg a logikai függvényt.
- Széles választék különböző logikai funkcionális egységekből.
- TTL *NEM-ÉS* kapu:
- Jellemzők:
 - tápfeszültség: 5V,
 - $V_{IHmin}=2V$,
 - $V_{ILmax}=0,8V$,
 - $V_{OHmin}=3,5V$,
 - $V_{OLmax}=0,3V$.



https://en.wikipedia.org/wiki/Transistor%E2%80%93transistor_logic

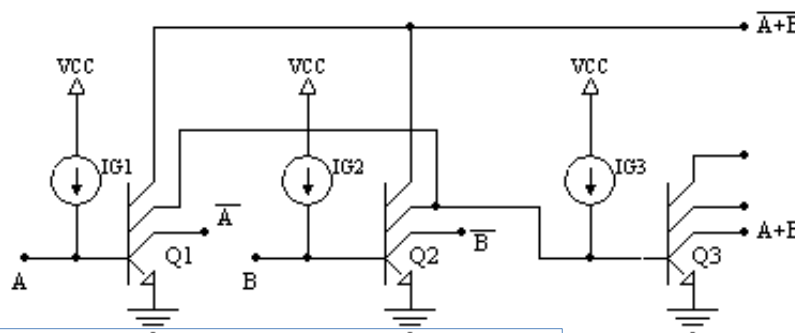
2.2.5. AZ ECL ÁRAMKÖRÖK

- Nem használják a telítést az egyik logikai szint megvalósításához sem – csak lezárás és aktív üzem – nagy sebesség érhető így el.
- VAGY áramkör ECL technikában:



2.2.6. AZ I²L ÁRAMKÖRÖK

- Több logikai függvény megvalósítása minimális számú alkatrészsel.
- Kis távolság a logikai szintek között: $V_{OL} = V_{CEsat} \approx 0,1V$, $V_{OH} = V_{BEsat} \approx 0,8V$.
- Nagy sebesség, de kis zajtűrés.



2.2.7. A MOS LOGIKAI ÁRAMKÖRÖK - ALAPOK

- NMOS technika: tisztán N csatornás MOSFET-ekkel valósítják meg a logikai függvényeket.
- CMOS (complementary MOS) technika: N és P csatornás MOSFET-ekkel valósítják meg a logikai függvényeket.

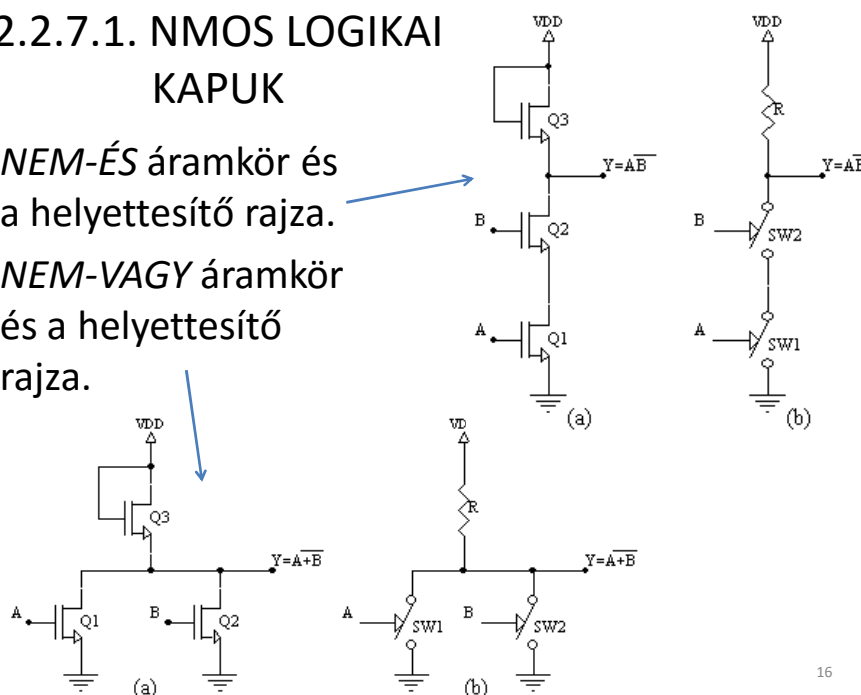
http://ftp.utcluj.ro/pub/users/dadarlat/circ_analognumeric-calc/Curs5-engl.pdf

<https://en.wikipedia.org/wiki/CMOS>

15

2.2.7.1. NMOS LOGIKAI KAPUK

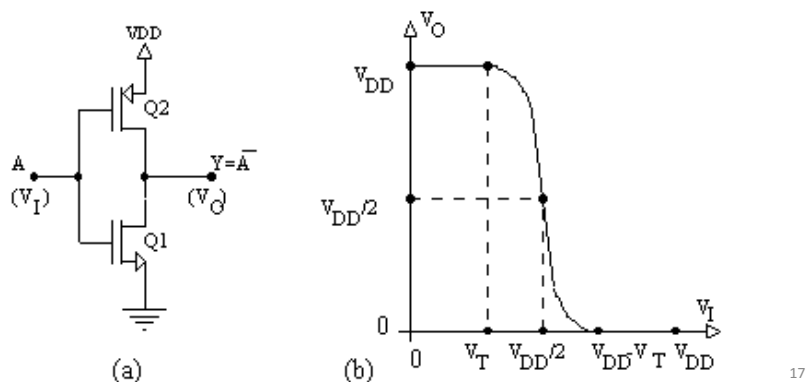
- *NEM-ÉS* áramkör és a helyettesítő rajza.
- *NEM-VAGY* áramkör és a helyettesítő rajza.



16

2.2.7.2. CMOS LOGIKAI INVETER

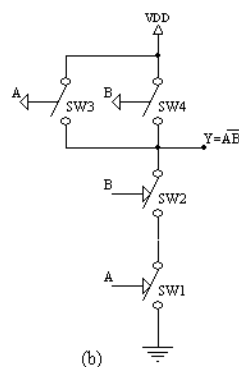
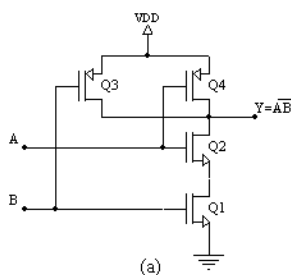
- Ez az alapáramkör a CMOS technikában.
- A logikai szintek képzésekor csak az egyik tranzisztor vezet – elenyésző fogyasztás.
- Az átmenet során mindkét tranzisztor vezet (nagy fogyasztás) – ez rövid ideig tart.



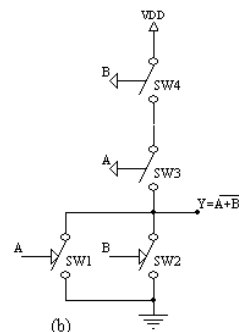
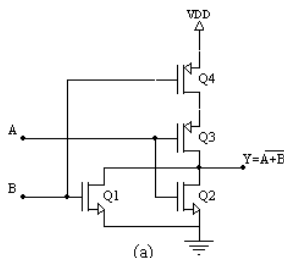
17

2.2.7.3. CMOS KAPUK

- CMOS *NEM-ÉS* kapu és helyettesítő rajza.



- CMOS *NEM-VAGY* kapu és helyettesítő rajza.



2.2.7.4. CMOS ÁRAMKÖRÖK TULAJDONSÁGAI

- Kis fogyasztás (de magas frekvencián sokkal nagyobb).
- Szimmetrikus jelleggörbe.
- Stabil logikai szintek.
- Nagy zajtűrés ($0,3V_{DD}$).

19

Vége a 2.2. résznek
(A LOGIKAI ÁRAMKÖRÖK)

20