

Digitaalelektronika

IV loeng

TTL loogika ja
edasiarendused



Meeldetuletus

- loogikalülitused
 - iseloomulikud suurused
 - esimesed lülituste tüübid
- loogikalülitused TTL baasil
 - baaslülitus



IV loengu sisu



- loogikalülitused TTL baasil
 - baaslülitus
 - inverteri tunnusjooned ja hilistumine
 - LS lülitus
 - kolme olekuga TTL ja avatud kollektoriga TTL
- ECL

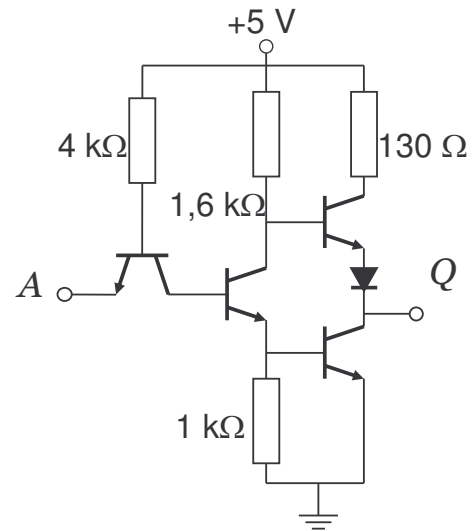
Transistor-transistor loogika



TTL – baaslülitus



- eelised eelnevate ees
 - väljundtakistus mõlemas asendis väike
 - voolutarve koormuse puudusel väike sest üks transistor suletud (ka diood aitab kaasa)
 - 130 Ω takisti piirab voolu lülitamise hetkel (38 mA)
 - esimeste lülituste kiirus 25 MHz



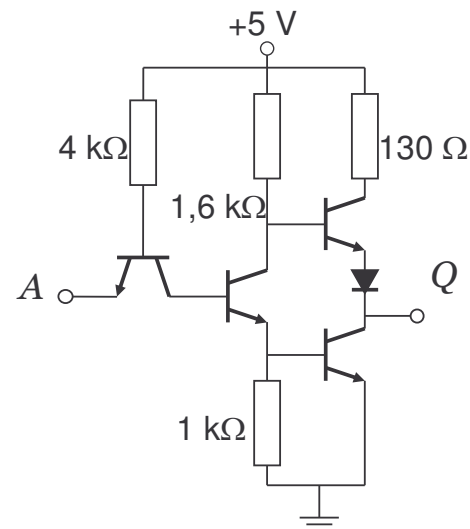
3/11/2009

5

TTL– baaslülitus



- TTL standard
 - pinge 5 V
 - lülitamiseks 10-20 ns
 - 50 ns on tagatud spetsifikatsioonides
 - kiirus kuni 50 MHz (pulss ise vähemalt 10 - 20 ns)
 - võimsustarve u. 10 mW
- tagatud 10 lülituse juhtimine väljundiga (“fan-out”)



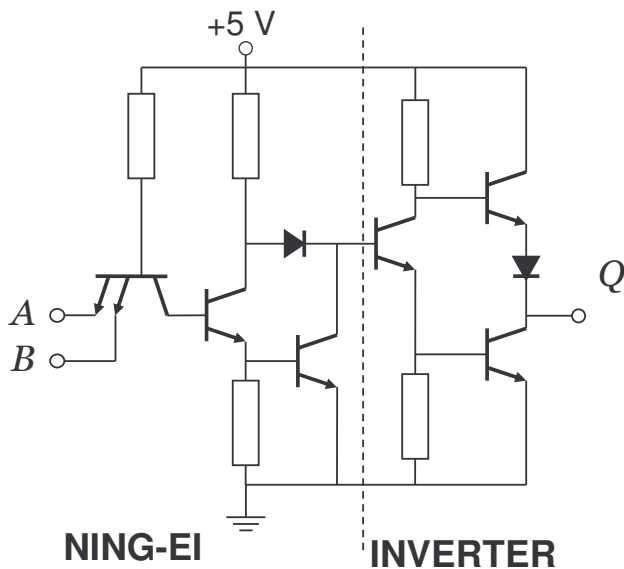
3/11/2009

6

TTL lülitused



NING

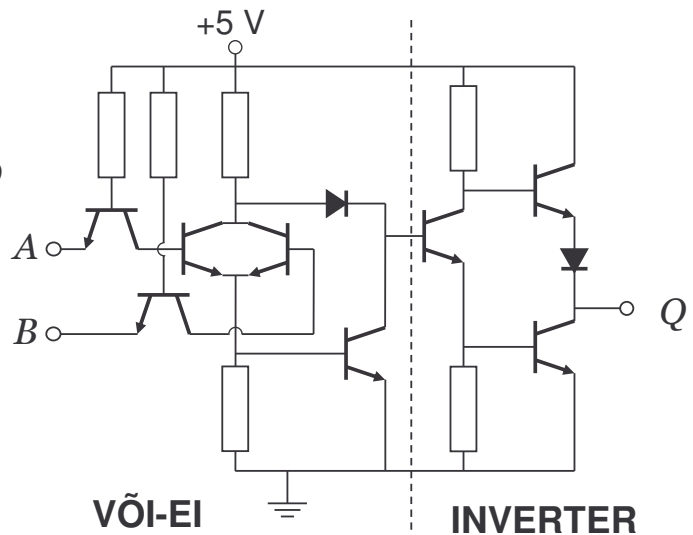


NING-EI

INVERTER

3/11/2009

VÕI



VÕI-EI

INVERTER

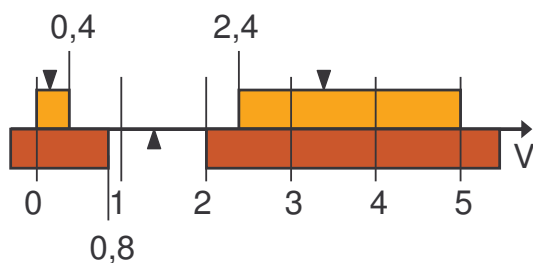
7

sisendite lisamine teeb keerukamaks

TTL – sisend ja väljundtunnusjooned



$$U_{CC} = +5 \pm 5\% V$$

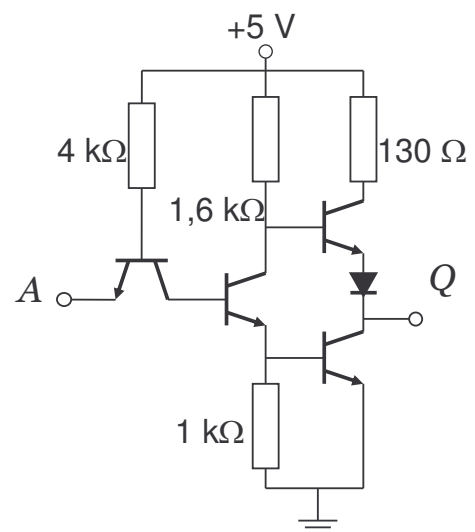


— väljundpinge

— sisendpinge

▼ – tüüpiline tegelik väärtus

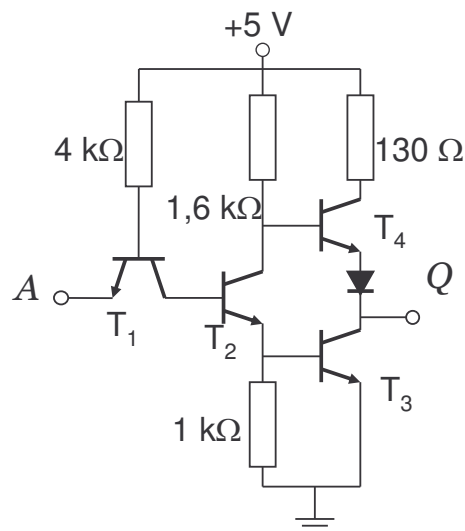
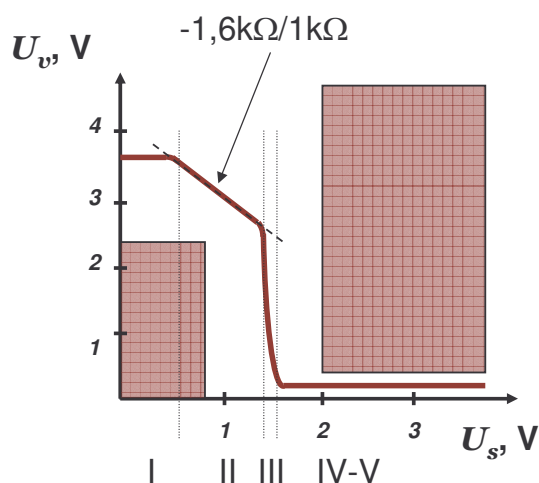
▲ – tüüpiline lävepinge



3/11/2009

8

TTL – sisend ja väljundtunnusjooned



Lävepinge ja U_{vK} mõningane sõltuvus temperatuurist

3/11/2009

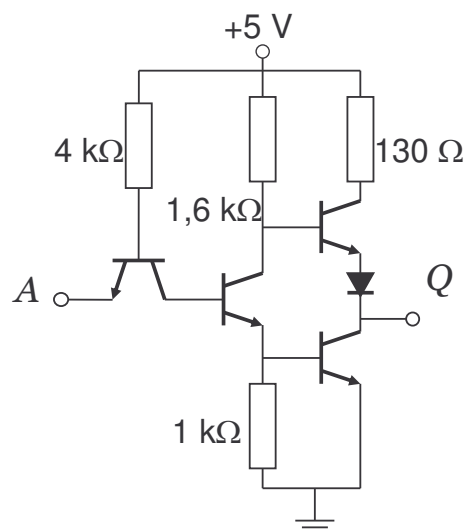
9

TTL – sisend ja väljundtunnusjooned



Kui sisend pingestamata (“floating”), siis sisendtransistor päripingestatud ja väljund madal

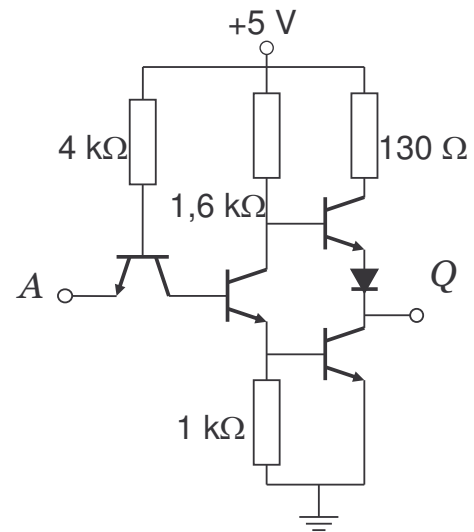
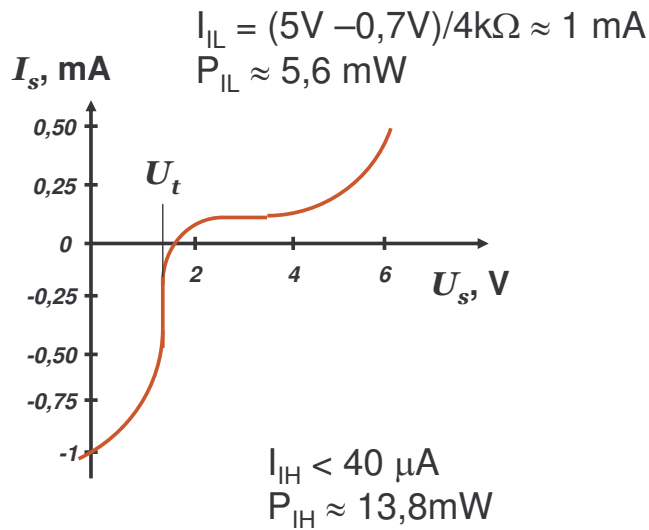
Saab ära kasutada andmesiinides



3/11/2009

10

TTL – sisend ja väljundtunnusjooned



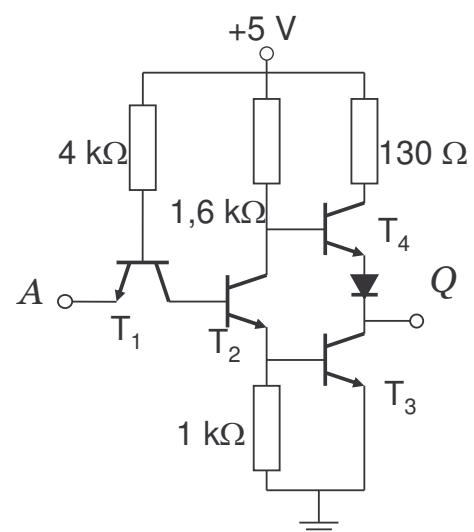
3/11/2009

11

TTL – väljundite arv



- Väljund kõrge
 - väljundist kuni 0,4 mA (T_4)
 - sisendvool 40 μA
- Väljund madal
 - väljundisse kuni 16 mA (T_3)
 - sisendvool kuni 1,6 mA (enamasti 1 mA)
- kokku 10 väljundit



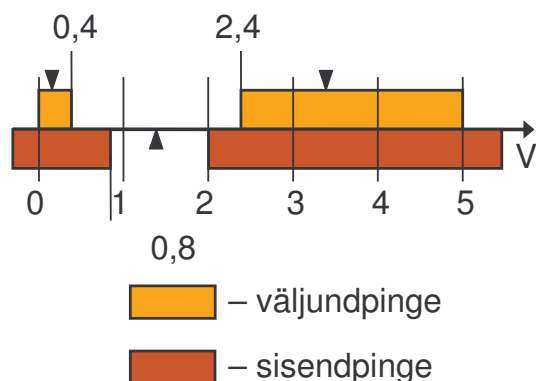
3/11/2009

12



TTL – müra taluvus

Sisend ja väljundpingete vahe 0,4 V



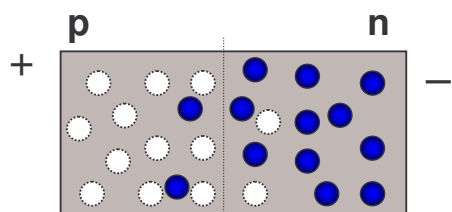
tagatud müra taluvus 0,4 V

reaalselt veelgi suurem, kuna lävepinge ka oluline

ajalised viited lülitamisel

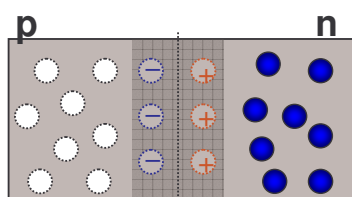


vähemuslaengukandjate arv siirde lähedal kasvab p-n siirde päripingestamisel eksponentsiaalselt



pinge kadumisel kulub selle laengu rekombineerimiseks aega – mahtvuslik efekt

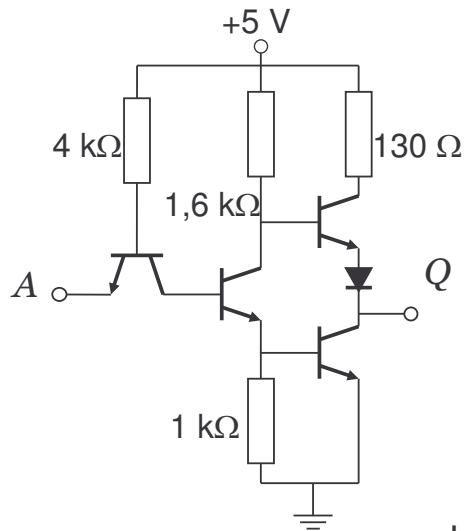
$$Q = I_F \tau \quad t_1 = \tau \cdot \ln(1 + I_F / I_R)$$



vaegalast eemaldatakse ka enamused laengukandjad

$$t_2 = R \cdot C_D$$

ajalised viited lülitamisel



$$t_2 = R \cdot C_D$$

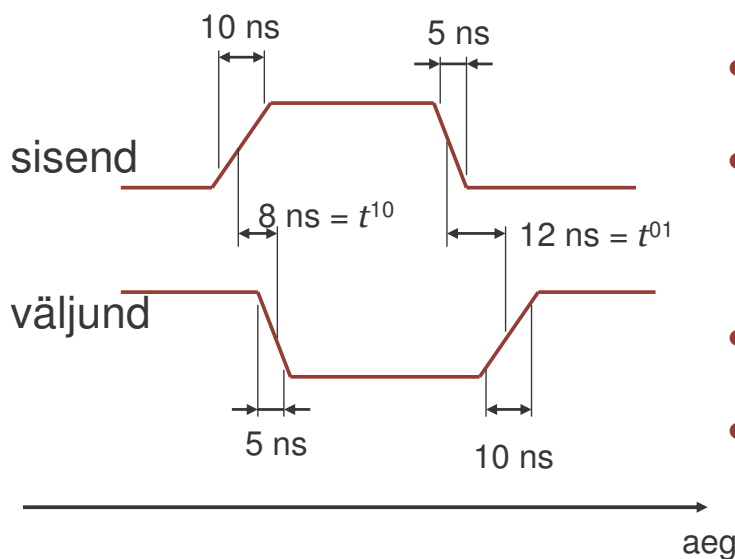
t_2 seotud takistitega – mida väiksem R, seda väiksem t_2

$$t_1 = \tau \cdot \ln(1 + I_F/I_R)$$

t_1 seotud päriverooga (baasivool) – mida suurem, seda suurem laeng

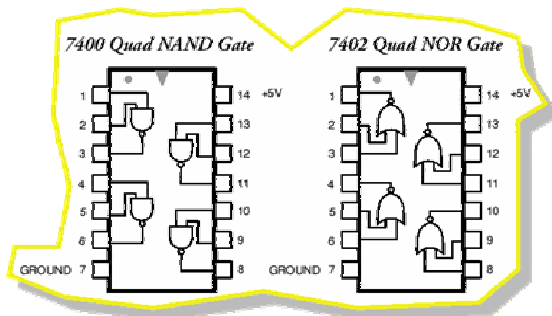
kasulik hoida baasivool küllastuseks vajaliku voolu lähedal

TTL - hilistumine



- tõusuaeg suurem, kui languse aeg
- hilistusaeg sisendi tõusu t^{10} ja sisendi languse t^{01} korral erinev
- hilistusaeg $t = (t^{10} + t^{01}) / 2$
- pulsi kestus min. 50 ns

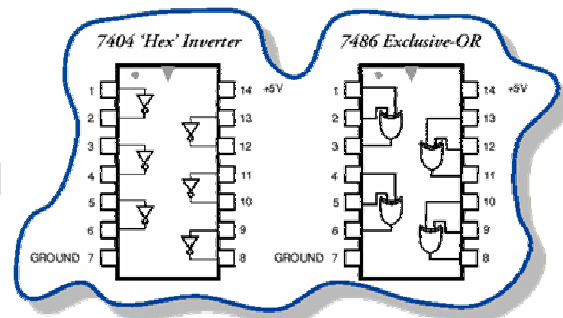
Transistor-transistor loogika baaslülitus



74xx seeria lülitused

xx näitab konkreetset loogikatehet

näiteks NING-EI ja VÕI-EI lülituste arv kivil varieerub sõltuvalt sisendite arvust ühel lülitusel



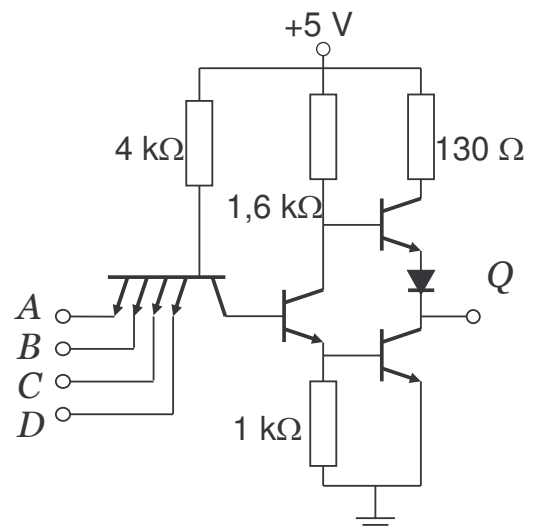
3/11/2009

17

Takistite varieerimine



- kiirust ja võimsustarvet saab muuta varieerides takistite väärtusi
- kiired lülitid (74H seeria)
 - 2x kiirem kuid ka 2x suurem võimsustarve
- madala võimsustarbega lülitid (74L)
 - 1/10 originaalvõimsusest ja 1/4 originaalkiirusest



3/11/2009

18

Schottky diodidel Transistor-transistor loogika



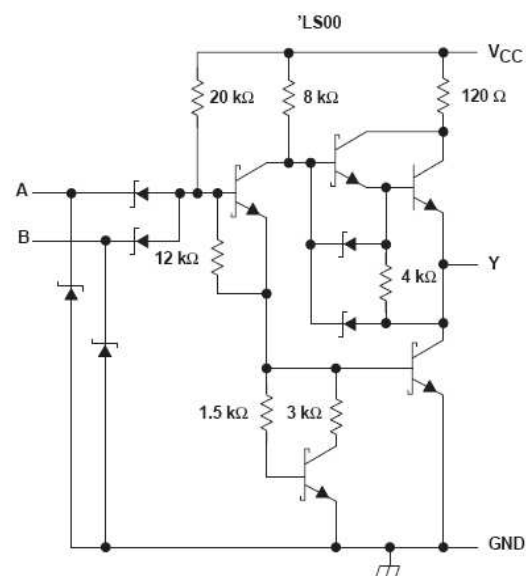
3/11/2009

19

Schottky diodid: LS-lülitus



- Low-power Schottky lülitused (74LS seeria)
 - madala võimsusega Schottky diodidel töötav lülitus
 - tavaline TTL aegunuks
 - 1/5 võimsusest (2 mW) suuremal kiirusel (9 ns)



Texas Instruments

3/11/2009

20

liigse baasivoolu ära juhtimine



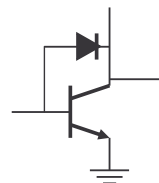
baasile kogunev laeng kasvab baasivooluga

avatud transistori korral:

$$U_{be} \approx 0,7 \text{ V}$$

$$U_{ke} \text{ kuni } 0,3 \text{ V}$$

baasi ja kollektori vahel päripinge 0,4 V



germaaniumdiodi avamiseks vajalik päripinge 0,2 V

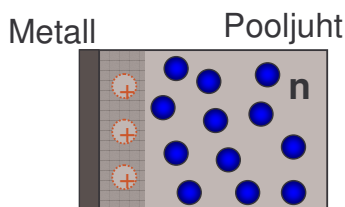
eraldi transistoridest koosnevate lülituste korral kasutatav integraalskeemide korral mitte

Schottky diood ja transistor

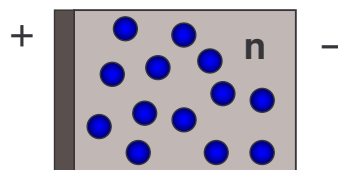


probleemid tekivad vähemuslaengukandjatega

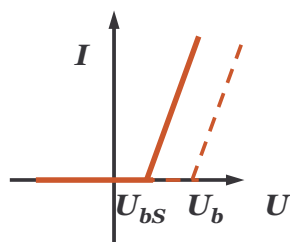
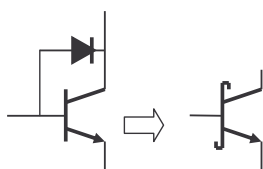
metalli ja pooljuhi pinnal tekib sageli ka vaegala



vaegala kaob teatud päripingel



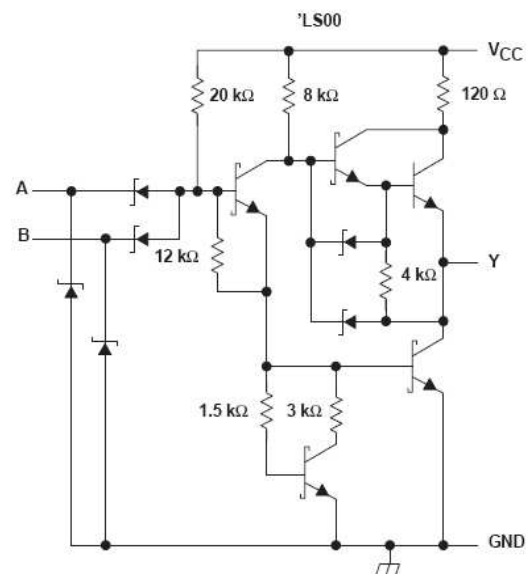
$$U_{bS} = 0,4 \text{ V}$$



Schottky diodid: LS-lülitus



- miks uuesti diodid?
 - Schottky diodid on väiksemad
 - väiksemad parasiitmahtuvused
 - järgmine aste ei küllastu ja seega ei vaja transistori laengu ära juhtimiseks
- takistused suuremad
- diodid darlingtoni astme juures koormusvoolu juhtimiseks (suurem kiirus)



3/11/2009

Texas Instruments

23

uuemad tüübid



- 74F (F – FAST: Fairchild Advanced Schottky)
 - kiirus 2x kiirem (< 5 ns 100 MHz)
 - võimsustarve 2x väiksem (5,4 mW)
- 74 ASL (Advance LS, TI)
 - kiirus 4 - 11 ns (34 MHz)
 - võimsustarve 1,3 mW

3/11/2009

24

Emitter-sidestatud loogika



3/11/2009

25

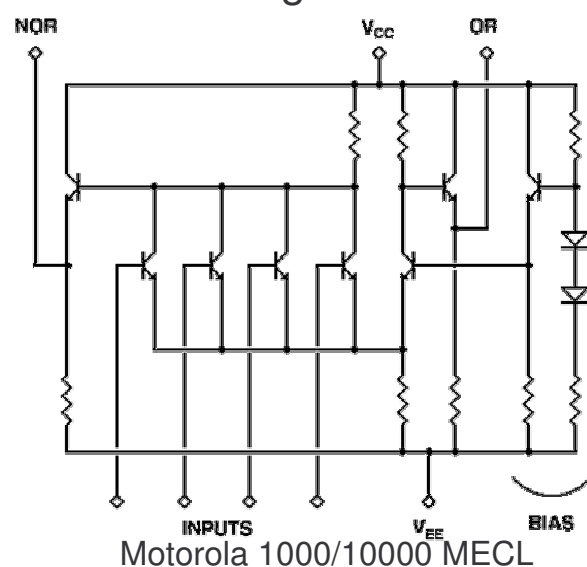
Emitter-sidestatud loogika (ECL)



ECL – emitter coupled logic

- TTL-l kiirus väike
- mitme sisendiga diferentsvõimendi signaalide liitmiseks ja emitterjärgijaid väljundsignaali tasemete seadmiseks
- ükski transistor ei küllastu ega lülitu välja (töötab aktiivses piirkonnas)
- ei ole vaja laenguid liigutada ja lülitused toimuvad palju suurematel kiirustel

4 sisendiga OR/NOR



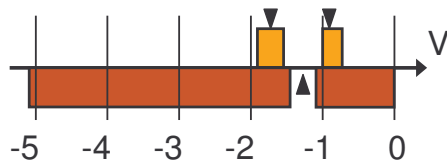
3/11/2009

26

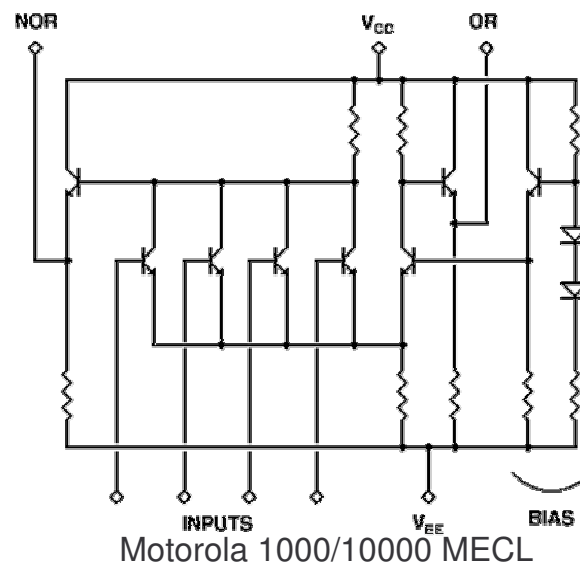
ECL



$$U_{EE} = -5,2 \pm 5 \% V$$



- BIAS suudab hoida pinget -1,175 V ka mitme sisendiga
- väljundpinge muutub vaid 0,85 V võrra (-1,6 V ja -0,75 V)
- kõik sisendid -1,6 V või U_{EE}



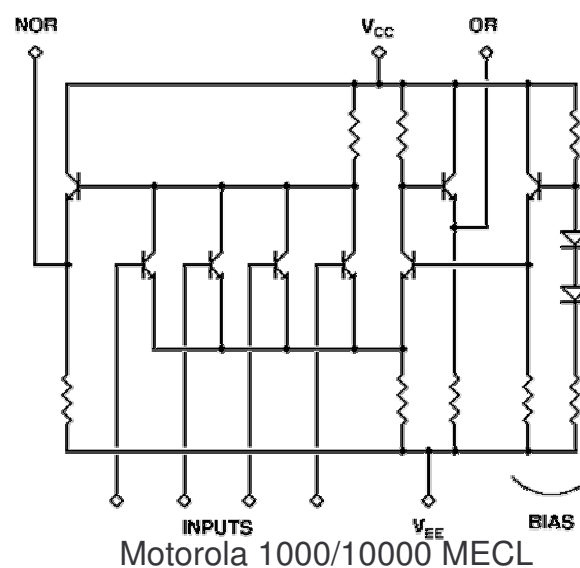
3/11/2009

27

ECL



- sisendtransistorid väljas
 - diferentstransistor juhib vähendades VÕI väljundi transistori baasivoolu ja väljundpinget -1,6 V-ni
 - VÕI-EI transistor on kõrges seisundis (0,75 V, mis ongi kõigi sisendtransistoride U_{BE})
- sisend transistor kõrges seisundis -0,75 V
 - diferentstransistor sulgub ja väljundid lülituvad ümber



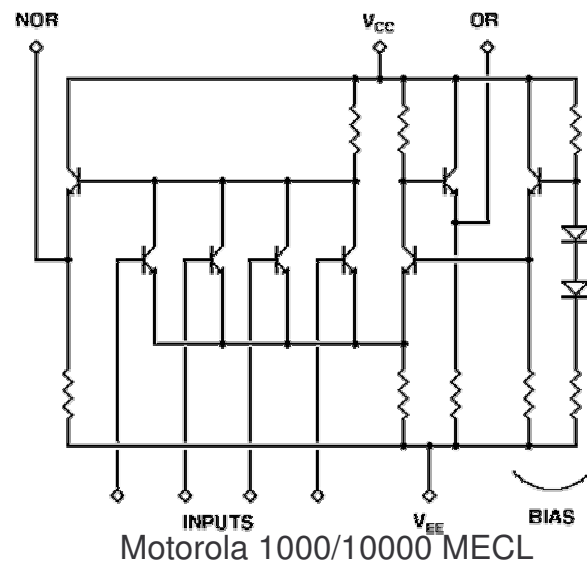
3/11/2009

28

ECL



- pingeerinevused väiksed ja seotud U_{BE} -ga
- Oluline on voolude muutus seisundite muutuse tõttu
- nimetatakse ka CML (current mode logic)
 - tarbib palju voolu ja seega võimsustarve suurem (kallim)
- kasutatakse sagedusloendurite esimeses astmes kus edasi juba TTL või CMOS



3/11/2009

•üleminek teisele loogikale keeruline

29

avatud seisundiga TTL



3/11/2009

30

avatud seisundiga TTL

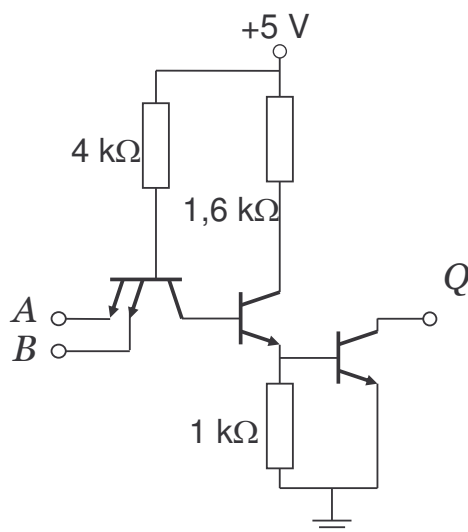


- probleem tekib, kui peab tüürima andmesiine
 - näiteks 16 bitine andmesiin, mis seotud kõigi seadmetega
 - vaid üks seade võib andmeid edastada, teised kuulavad
 - keegi peab andmesiini kasutamist juhtima
 - tavalisi aktiivse väljundastmega lülitusi ei saa kasutada kuna nad mõjutavad alati andmeliine
 - vajadus omada kolmandat, avatud, seisundit
- kolme olekuga (tri-state) TTL ja avatud kollektoriga TTL

3/11/2009

31

Avatud kollektoriga TTL



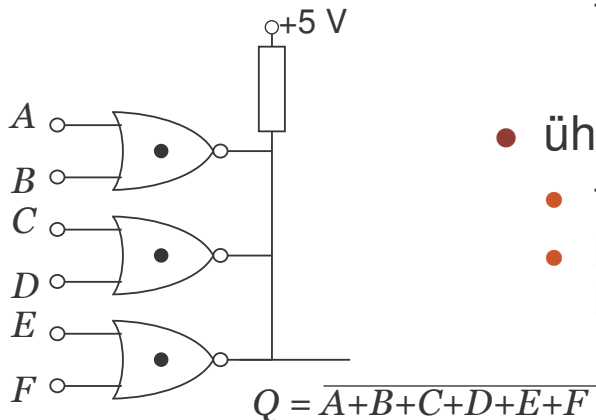
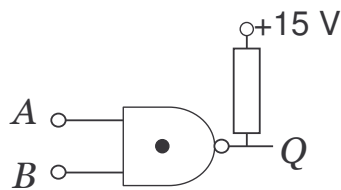
- toitega ühendatud väljundtransistor jäetakse ära
- väljund võib olla voolutarbija aga mitte voluallikas
- kusagil väljundis peab olema takisti (100-1000 Ω)
- kiirus ja mürakindlus vähenevad



3/11/2009

32

Avatud kollektoriga TTL



3/11/2009

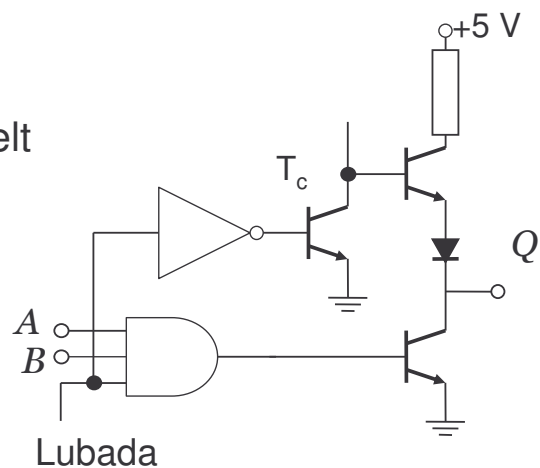
- sobib väliste seadmete ühendamiseks
 - väljundi toide võib olla teistsugune
- ühendatud-VÕI (“Wired OR”)
 - töötab nagu VÕI-EI
 - kasutusel ECL juures ja katkestites (“interrupt”)

33

kolme olekuga TTL



- lisasisend, mis lubab või keelab lüliti töö
- kui Lubada on 1
 - AND sõltub A-st ja B-st
 - kontrolltransistor T_c on suletud ning väljunud töötab normaalselt
- kui Lubada on 0
 - AND on 0
 - kontrolltransistor T_c on avatud ning väljund on lahti lülitatud



3/11/2009

34