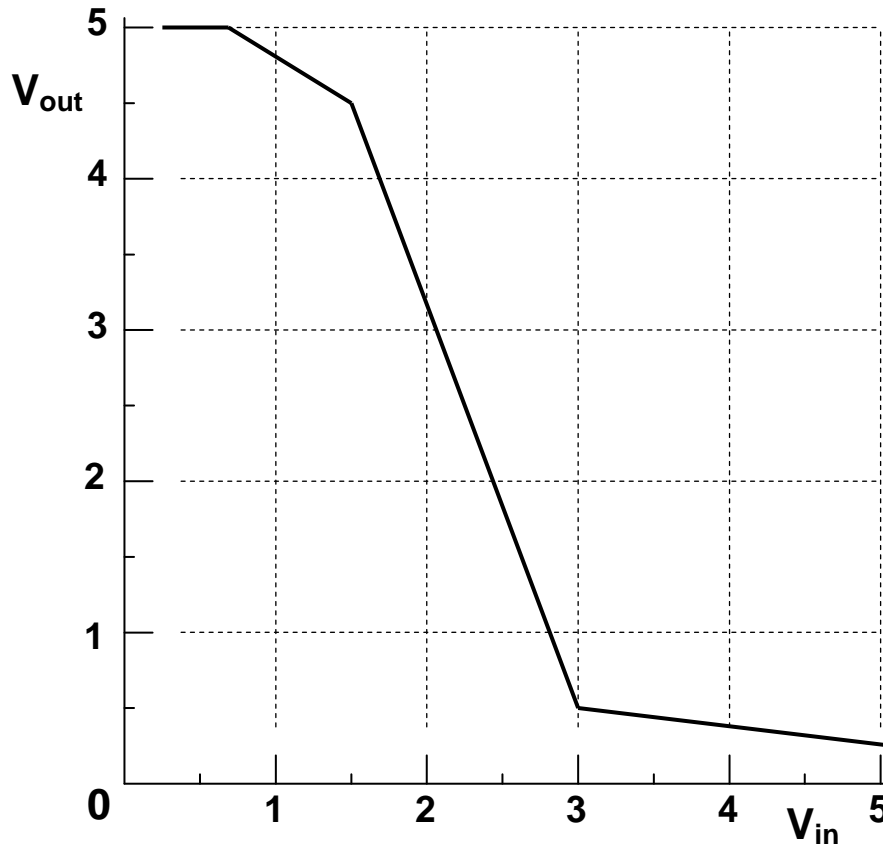


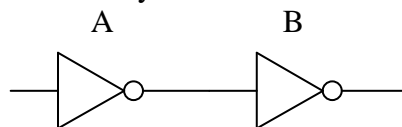
# DIGITAALIELEKTRONIIKKA FYSE410

16.03.2012

1. Alla olevassa kuvassa on esitetty **invertterin A** siirtofunktio. Määritä siirtofunktiosta arvot seuraaville parametreille:  $V_{OH}$ ,  $V_{OL}$ ,  $V_{IH}$  ja  $V_{IL}$ . Laske myös häirömarginaalien  $NM_H$  ja  $NM_L$  arvot.



**Invertteri A** ohjaa **B-invertteriä**, jonka parametrit :  $V_{OH}$ ,  $V_{OL}$ ,  $V_{IH}$  ja  $V_{IL}$  on esitetty alla olevassa kuvassa. Toimiiko kytkentä? Perustele vastaus.

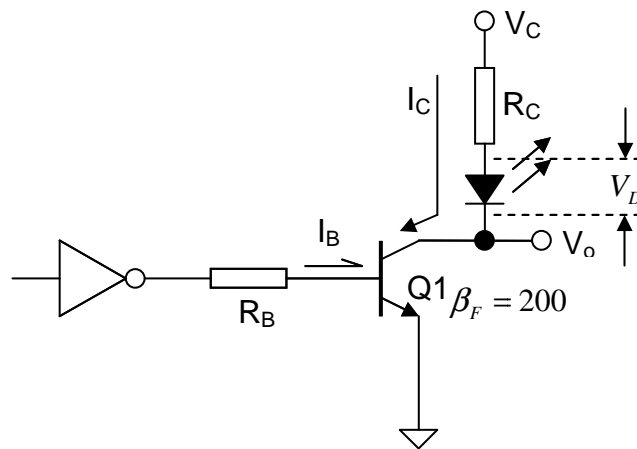


$V_{OH} = 4.5V$   
 $V_{OL} = 1.7V$   
 $V_{IH} = 3V$   
 $V_{IL} = 2V$

2. Alla olevassa kuvassa on esitetty ledin ohjaus kytkentä. TTL-inverterille on annettu seuraavat parametrit :

$$V_{OL\max} = 0.4V$$

$$V_{OH\min} = 2.4V$$



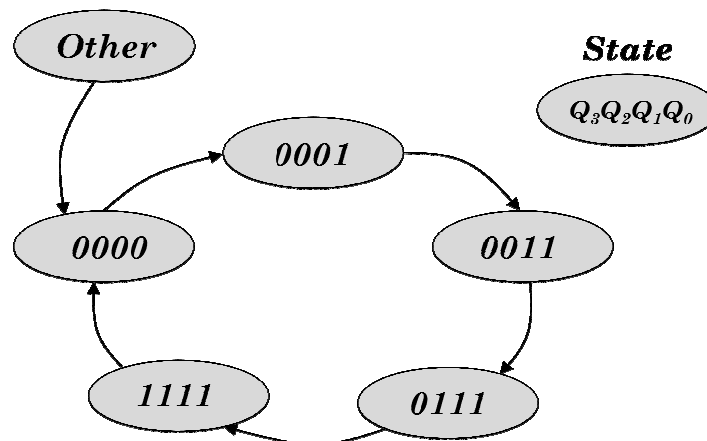
Määritä  $R_C$  siten, että Q1 on saturoitunut ( $V_{CE} = 0.2V$ ), kun ledissä on valo, jolloin ledin  $I_d = 20mA$  ja  $V_D = 2V$ .

Mikä on vastuksen  $R_B$  suurin sallittu arvo jolla Q1 on vielä saturaatiossa, kun inverterin antojännite on  $V_{OH} = 2.4V$ . Käytä arvoa  $V_{BE} = 0.8V$  transistorin ollessa saturaatiossa. Käyttäjännite  $V_C = 5V$ .

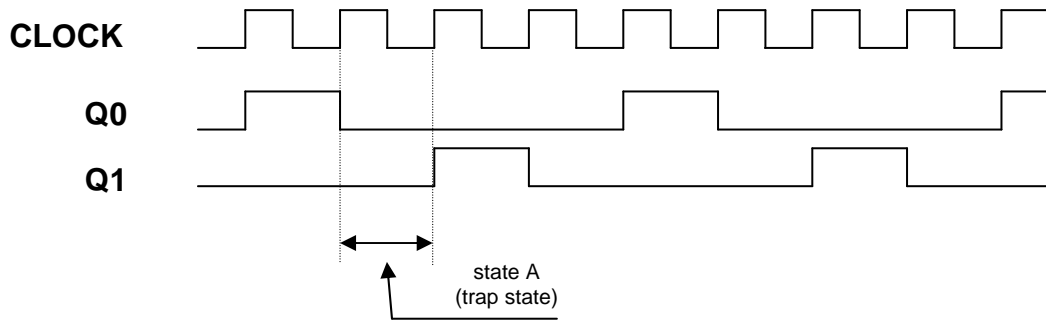
3. Toteuta Boolean funktio  $f_3$  pienimmällä portti määrällä. Käytä vain samaa 2-tuloista porttipiiri tyyppiä ( **2-input gates** ). Piirrä piirikaavio.

$$f_3(D, C, B, A) = \sum (0,1,2,3,5,7,8,9,10,11,13,15)$$

4. Toteuta alla kuvatun sekvenssin tuottava synkroninen laskuri. Käytä T-kiikkua toteutuksessa. Lähdöt olkoon suoraan kiikkujen annoista Q. Piirrä kytkentään T-kiikut ja niiden väliset kytkennät kello-signaalin osalta. Anna minimoidut herätefunktion vain Boolean funktioina. Muista itsestään käynnistyvyys.



5. Alla olevassa kuvassa on esitetty toteutettavan synkronisen laskurin antosekvenssi, jossa Q0 ja Q1 ovat suoraan laskurin tilakiikkujen ( D flip-flop) antoja, Q0 ja Q1.



Kuvassa on merkitty sekvenssiin alkutilaksi A, joka on myös ns. trap-state, johon tarpeettomilta tiloilta on hypättävä jos niille joudutaan jostain syystä. Muut tilat olkoon : B, C, ... . **Piirin rakenne tulee olla toteutettu siten, että sekvenssiinannot otetaan suoraan tilakiikkujen Q-lähdöistä.** Huomioi tämä ehto määrittäessäsi tarvittavien tilakiikkujen lukumäärää.

Anna vastauksessasi tarvittavat herätefunktiot Boolean funktioina (siis älä piirrä kombinaatiologiikkaa porttipiireillä) piirikaaviossa. Ainoastaan **D-kiikkujen** väliset kytkennät on piirrettävä.

6.

(a) Selitä lyhyesti, mutta kattavasti ,Boolean-funktion realisointi CMOS logiikalla (pull-up/pull-down networks) .

(b) Toteuta alla oleva Boolean funktio CMOS-logiikalla. Käytä alla annettuja pelkistettyjä p/n-tyypin mosfetin symboleja hyväksesi.

$$Y = (\overline{A} + \overline{B})(\overline{C} \cdot \overline{D} + \overline{B})$$

