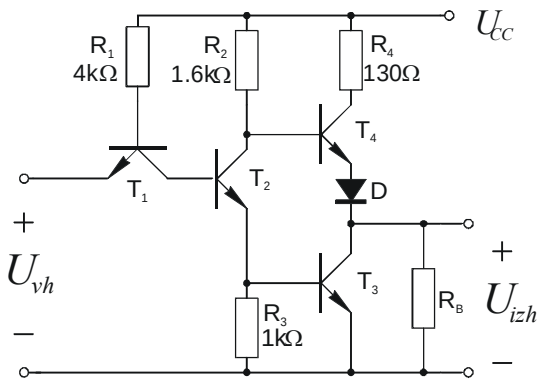
DIGITALNA TEHNIKA

(2. kolokvij)

1. 6. 2007

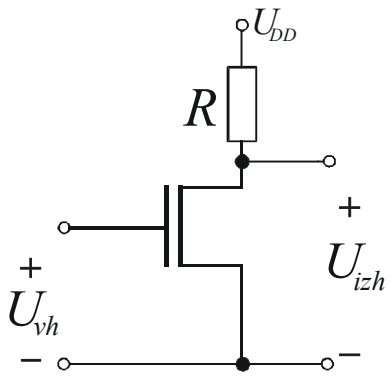
1. Izračunajte izhodno napetost logične enice U_{izh}, če je izhod TTL inverterja obremenjen z uporom $R_B = 40\Omega$. Ostali podatki vezja:

$U_{VH} = 0V$
$U_{CC} = 5V$
$U_{CEsat} = 0.2V$
$U_{BE0} = 0.7V$
$U_D = 0.7V$



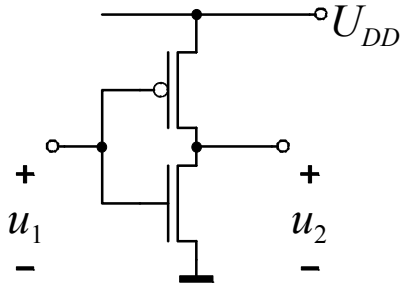
2. Izračunajte izhodno napetost logične nič U_{izh}, če je na vhodu inverterja z MOS tranzistorjem $U_{vh}=5V$.
Ostali podatki vezja:

$U_{DD}=5V$.
$W/L=10$
$k_N'=90\mu A/V^2$
$U_T = 0.5V$
$R=1k\Omega$



3. Določite napetost preklopa CMOS inverterja U_M.

U_{TP} = -0.74 V U_{TN} = 0.74 V
k_P' = 27 µA/V^2 k_N' = 80 µA/V^2
$(W/L)_P$ = 5.4/1.2 $(W/L)_N$ = 1.8/1.2
U_{DD} = 5V

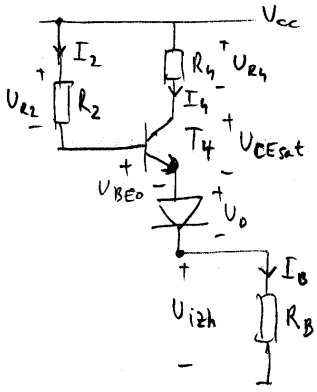


4. Narišite realizacijo logične funkcije $Y = A \cdot (B + \overline{C})$ v CMOS tehnologiji.
Pred realizacijo funkcijo poenostavite z uporabo pravil Booleove algebre.

Čas pisanja je 60 minut. Vsaka naloga je vredna 10 točk. Na list z rešitvami se podpišite in napišite svojo vpisno številko. Rešitve bodo objavljene na http://dt.fe.uni-lj.si ocene pa v sistemu e-študent.

① Logična „1" T_1 je v nasičenju, T_2 in T_3 sta zaprta, tj. je izhod

Vezje zato lahko prerišemo v:



Zapišemo KTZ za (E) sponko T_4

$$I_2 + I_4 = I_B$$

$$\frac{U_{R2}}{R_2} + \frac{U_{R4}}{R_4} = \frac{U_{izh}}{R_B}$$

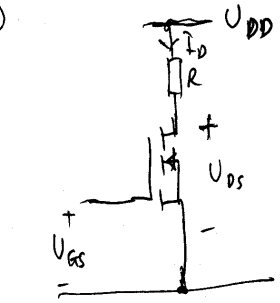
$$U_{R2} = V_{cc} - (U_{izh} + U_D + U_{BEO})$$

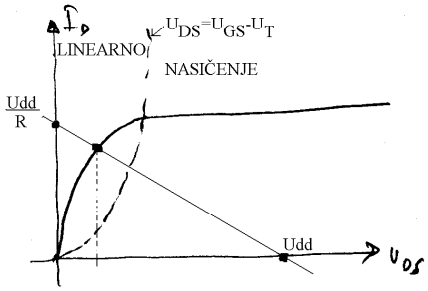
$$U_{R4} = V_{cc} - (U_{CEsat} + U_D + U_{izh})$$

$$\frac{U_{izh}}{R_B} = \frac{V_{cc} - (U_{izh} + U_D + U_{BEO})}{R_2} + \frac{V_{cc} - (U_{CEsat} + U_D + U_{izh})}{R_4}$$

$$\frac{U_{izh}}{R_B} + \frac{U_{izh}}{R_2} + \frac{U_{izh}}{R_4} = \frac{V_{cc} - U_D - U_{BEO}}{R_2} + \frac{V_{cc} - U_{CEsat} - U_D}{R_4}$$

$$U_{izh}\left[\frac{1}{40} + \frac{1}{1600} + \frac{1}{130}\right] = \frac{5 - 0{,}7 - 0{,}7}{1600} + \frac{5 - 0{,}2 - 0{,}7}{130} \rightarrow U_{izh} \doteq 0{,}95\,V$$

② 



$U_{Th} = U_{GS} = 5V$

$k_N = 900\mu A/V^2 = 0.9mA/V^2$

Predpostavimo, da je tranzistor nahaja v lin. p.

$U_{DD} = U_{DS} + I_D R \; ; \; I_D = k_N\left((U_{GS}-U_T)U_{DS} - \frac{U_{DS}^2}{2}\right)$

$U_{DD} = U_{DS} + k_N\left[(U_{GS}-U_T)U_{DS} - \frac{U_{DS}^2}{2}\right]\cdot R$

$5V = U_{DS} + 0.9mA/V^2\left[(5V-0.5V)U_{DS} - \frac{U_{DS}^2}{2}\right]\cdot 1k\Omega$

$5V = U_{DS} + 0.9\cdot 4.5\, U_{DS} - 0.45\, U_{DS}^2$

$0V = 0.45\, U_{DS}^2 - 5.05 U_{DS} + 5$

$U_{DS} = \begin{cases} 1.097V \\ 10.12V \rightarrow \text{nelogično!} \; U_{DD} = 5V \end{cases}$

Preverimo: $U_{DS} < U_{GS} - U_T \Rightarrow 1.097 < 5V - 0.5V$ OK

T je res v lin. p.

---

③ Mesto preklopa U_M (NMOS in PMOS sta v nasičenju):

$\frac{k_N}{2}[U_{GSN}-U_{TN}]^2 = \frac{k_P}{2}[U_{GSP}-|U_{TP}|]^2 \Rightarrow \frac{k_N}{2}[U_M-U_{TN}]^2 = \frac{k_P}{2}[U_{DD}-U_M-|U_{TP}|]^2$

$U_M = \frac{r(U_{DD}-|U_{TP}|)+U_{TN}}{1+r} \; ; \; r = \sqrt{\frac{k_P}{k_N}} \quad r = \sqrt{\frac{k_P'(\frac{W}{L})_P}{k_N'(\frac{W}{L})_N}} = 1.01$

$U_M = 2.51V$

---

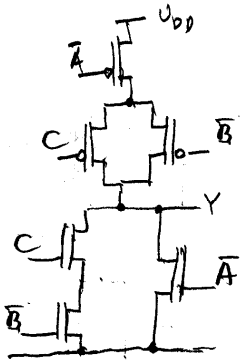
④ $Y = A\cdot(B+\bar{C})$

$\overline{X+Y} = \bar{X}\cdot\bar{Y}$

$\overline{X\cdot Y} = \bar{X}+\bar{Y}$

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

Realiziramo PDN (pull-down network) z NMOS za $\bar{Y}$



Čas pisanja je 60 minut. Vsaka naloga je vredna 10 točk. Na list z rešitvami se podpišite in napišite svojo vpisno številko. Rešitve bodo objavljene na http://dt.fe.uni-lj.si ocene pa v sistemu e-študent.