



Test iz Projektovanja (Digitalnih) Integriranih Kola

1. Odrediti cenu jednog peleta (dela, *die*) čije su dimenzije $5 \times 5 \text{ mm}^2$, za proces u kome cena proizvodnje 1 mm^2 podloge (*wafers*), prečnika 8in, košta 1000€. Parametri procesa su $N_{DEF}=1 \text{ defekt/cm}^2$ i $\alpha=3$.

Poznato je $C_D = C_P/(N_D P_D)$, $N'_D = \pi d/\sqrt{2S_D}$, $P_D = (1 + N_{DEF}S_D/\alpha)^{-\alpha}$, gde je S_D površina peleta i d prečnik podloge.

$$C_D = \underline{\quad 34227 \quad} \text{ €.}$$

$$d = 8 \text{ in} \approx 200 \text{ mm}, S_D = 25 \text{ mm}^2, P_D = 0.786, S_P = (d/2)^2 \pi = 314.16 \text{ cm}^2, N'_D = 89, N_D = S_P/S_D - N'_D = 1167 \text{ 0.5}$$

$$C'_P = 1000 \text{ €/mm}^2, C_P = S_P C'_P = 3.14 \times 10^7 \text{ €. } C_D = C_P/(P_D \cdot N_D) \approx 34227 \text{ €. 0.5}$$

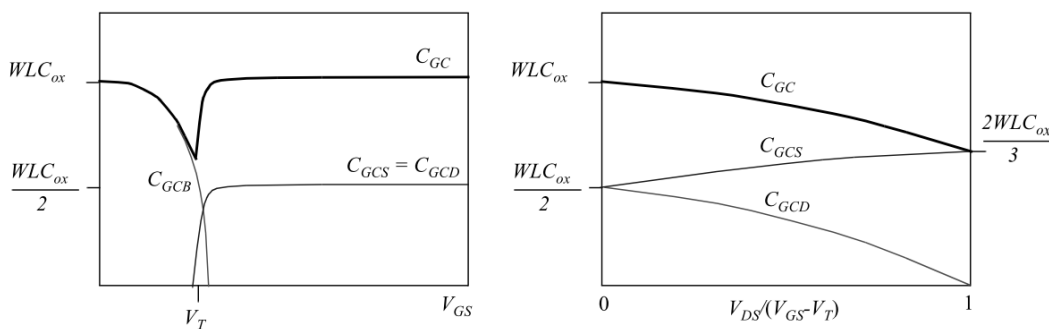
2. Šta je polikristalni silicijum i koji deo MOS-FET tranzistora se izrađuje od ovog materijala?

Polikristalni silicijumu, ili polisilicijumu, je silicijum u polikristalnoj formi i koristi se za izradu gejta MOS-FET tranzistora. **0.5 + 0.5**

3. Usled čega nastaje zasićenje brzine kretanja nosilaca naelektrisanja u sub-mirkonskim procesima?

Usled jakog električnog polja (red $1 \text{ V}/\mu\text{m}$). **1**

4. Skicirati zavisnost promene kapacitivnosti kanala od napona gejta-sors i napona drejn-sors. Koja kapacitivnost je dominantna u zasićenju?



C_GCS 0.4 + 0.4 + 0.2

5. Šta je DIBL?

Efekat smanjenja napona praga usled povećanja napona drejn-osnova. **1**

6. Odrediti podužnu kapacitivnost za metalnu traku visine $1 \mu\text{m}$ i širine $0.8 \mu\text{m}$, položenu na SiO_2 FOX debljine $2 \mu\text{m}$. Poznato je $C'_{fringe} = 2\pi\epsilon_{di}/\ln(t_{di}/H)$, $w = W - H/2$, gde je W širina, a H visina, trake.

$$C'_{wire} = \underline{\quad 318.05 \quad} [\text{aF}/\mu\text{m}].$$

$$w = 0.3 \mu\text{m}, t_{di} = 2 \mu\text{m}, \epsilon_{di} = \epsilon_{\text{SiO}_2} \epsilon_0 = 34.52 \text{ pF/m}, C'_{plate} = \epsilon_{di} w/t_{di} = 5.177 \text{ pF/m}, \text{ 0.5}$$

$$C'_{fringe} = 312.87 \text{ pF/m } \text{0.3}$$

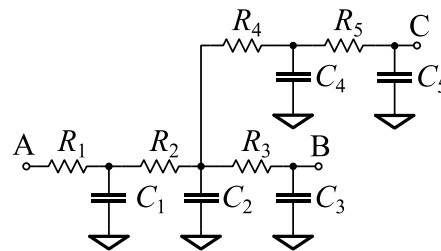
$$C'_{wire} = 318.05 \text{ aF}/\mu\text{m } \text{0.2}$$

7. Primenom Elmoreove formule proceniti kašnjenje signala za kolo sa Sl.1 od čvora A do,

a) čvora B,

$$t_{pAB} = 0.69 [R_1 C_1 + (R_1 + R_2)(C_2 + C_4 + C_5) + (R_1 + R_2 + R_3)C_3]$$

0.5



Sl. 1

b) i čvora C,

$$t_{pAC} = 0.69 [R_1 C_1 + (R_1 + R_2)(C_2 + C_3) + (R_1 + R_2 + R_4)C_4 + (R_1 + R_2 + R_4 + R_5)C_5]$$

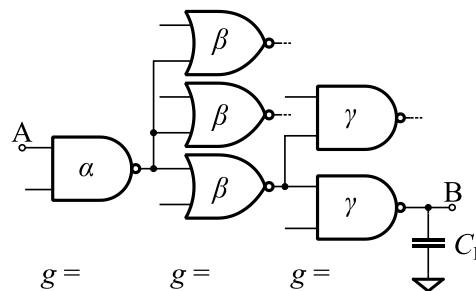
0.5

8. Šta je VTC CMOS invertora i koji je granični uslov za pojačanje CMOS invertora na osnovu koga se određuju margine šuma?

VTC je naponsko-naponska prenosna karakteristika ($V_{out} = f(V_{in})$). $g = -1$. **0.5 + 0.5**

9. Odrediti relativne dimenzije gejtova β i γ sa Sl. 2 tako da kašnjenje duž kritične putanje od čvora A do čvora B bude minimalno. Poznato je $\alpha = 5$ i $C_L = 70C_{SL}$, gde je C_{SL} standardno opterećenje. Relativni odnos dimenzija jediničnog invertora je 2/1.

$\beta = \underline{\underline{7.86}}$.
 $\gamma = \underline{\underline{14.84}}$.



$g =$ $g =$ $g =$
 $b =$ $b =$ $b =$

Sl. 2

$G = (4/3) \cdot (5/3) \cdot (4/3) = 80/27$, $B = 1 \cdot 3 \cdot 2 = 6$, $F = C_L / \alpha C_{SL} = 70/5$,
 $3 \times 0.05 + 3 \times 0.05 + 0.15$

$H = F \cdot G \cdot B = 248.89$, $h_\alpha = h_\beta = h_\gamma = h = H^{1/3} \approx 6.29$. **0.15**

$h_\gamma = g_\gamma f_\gamma = (4/3) \cdot (70/\gamma) \Rightarrow \gamma \approx 14.84$ **0.2**

$h_\beta = g_\beta f_\beta = (5/3) \cdot (2\gamma/\beta) \Rightarrow \beta \approx 7.86$ **0.2**

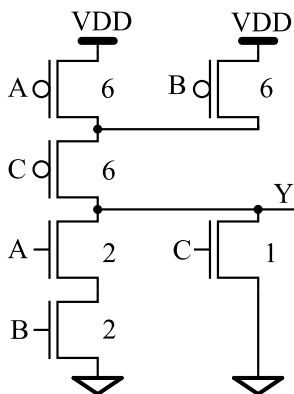
$g = 4/3$ $g = 5/3$ $g = 4/3$
 $b = 1$ $b = 3$ $b = 2$

10. Nacrtati električnu šemu na tranzistorskom nivou kojom se implementira logička funkcija:

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

Dimenzionisati tranzistore po kriterijumu $t_{pLH} \approx t_{pHL}$. Relativni odnos dimenzija jediničnog invertora je 3/1. Pod pretpostavkom da su svi ulazi statistički nezavisni, odrediti tranzijentnu aktivnost $\alpha_{0 \rightarrow 1}$.

$\alpha_{0 \rightarrow 1} = \underline{\underline{23.4}}$ [%].



ABC	Y
000	1
001	0
010	1
011	0
100	1
101	0
110	0
111	0

$M=3$, $N_0=5$, $\alpha_{0 \rightarrow 1} = N_0(2^M - N_0) / 2^{2M} = 0.234$ **0.5 + 6 × 0.05 + 0.2**