

COGNOME NOME	MATRICOLA	Corso

Prove scritta di Corsi di

Circuiti Elettronici Digitali LA - Anno Accademico 2003-2004
e

Elettronica II Vecchio Ordinamento

Sessione estiva, secondo appello: 23-07-04

Quesito 1

Dati:

V_{dd}	3.3 V
β'_n	100 $\mu\text{A}/\text{V}^2$
β'_p	50 $\mu\text{A}/\text{V}^2$
C_{ox}	3.45 fF/μm^2
L	0.35 μm
S_n	1
S_p	1
V_{Tn}	0.6 V
V_{Tp}	-0.6 V
γ	0 V

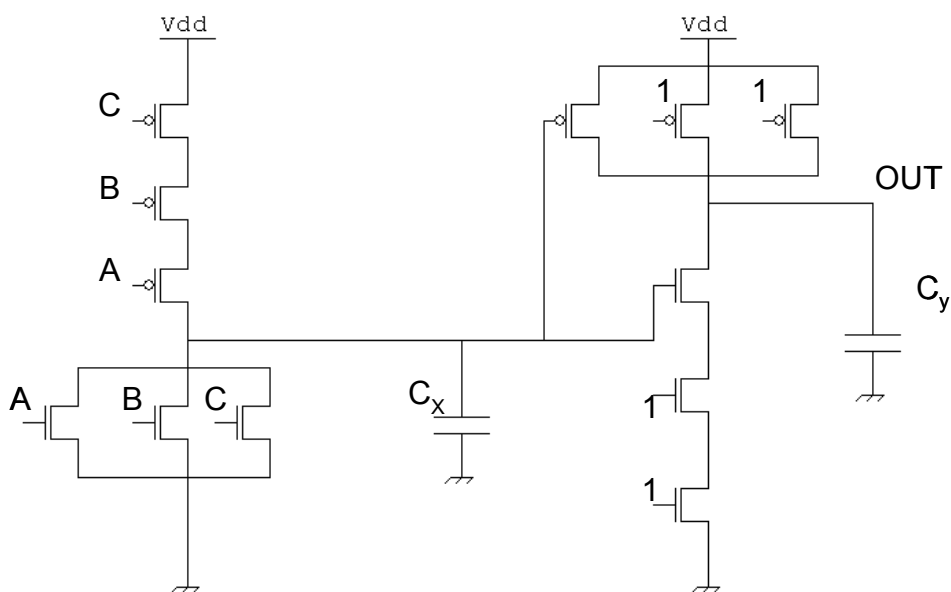


Figura 1

- (A) Determinare il valore della capacità al nodo X: C_x
- (B) Nell'ipotesi che $C_y = C_x$ determinare il tempo di transizione del nodo OUT a seguito della seguente transizione degli ingressi (A,B,C): (0,0,0) \rightarrow (0,1,1). Si calcoli il tempo totale come somma dei transitori al 90% dei due gate con ingressi supposti costanti.

Soluzione

A) $C_x = C_{ox} \times L^2 \times (1+1)$

B) Il primo gate compie una scarica con due transistori nMOS in parallelo, mentre il secondo gate compie una carica con un transistoro pMOS, quindi il tempo di transizione totale equivale a :

$$t = (2C_x F / \beta'_n 2) + (2C_y F / \beta'_p 1) = 24.86 \text{ psec}$$

Quesito 2

Si consideri un invertitore FCMOS. Si elenchino le proprietà della caratteristica statica $V_{OUT} = f(V_{IN})$ che massimizzano il margine di immunità ai disturbi

Soluzione

Simmetria (stessi fattori di conducibilità e soglie per i transistori pMOS e nMOS)

Alto guadagno

Swing Logico (alimentazione) elevato

Quesito 3

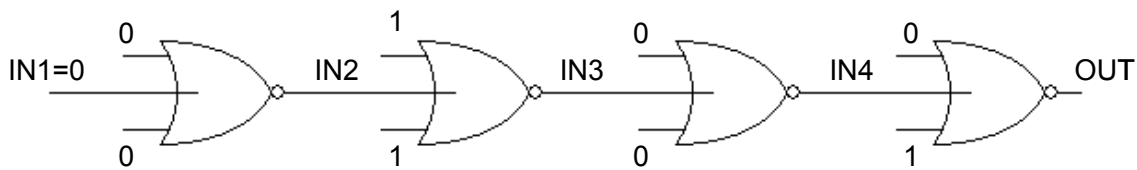


Figura 2

Si ipotizzi che ad un certo istante gli ingressi dei gate in figura assumano la configurazione indicata (Fig. 2). Si calcoli il tempo di commutazione dell'uscita OUT nelle seguenti ipotesi:

- A) I valori iniziali dei nodi intermedi prima della commutazione degli ingressi fossero:
IN1 = 1; IN2 = 0; IN3 = 1; IN4 = 0; OUT = 1.
- B) gli altri ingressi assumano il valore indicato solo in corrispondenza dell'arrivo dei fronti degli ingressi INX.
- C) tutti i gate abbiano uguale tempo di salita: $t_r = 100$ psec
- D) tutti i gate abbiano tempo di salita = tempo di discesa **nel caso peggiore**

N.B. per la risoluzione di questo esercizio non sono necessari altri dati numerici.

Soluzione

La variazione dell'ingresso IN1 causa la transizione di tutti i nodi INX e OUT.

IL primo NOR carica IN2 con la sua rete di PU che assume l'unica configurazione possibile (3 transistori in serie). Il tempo è 100 psec

Il secondo NOR scarica IN3 con un PU formato da 3 transistori nMOS in parallelo, che quindi impiegheranno un tempo pari ad un terzo del tempo di caso peggiore (corrispondente ad un solo transistorore nMOS acceso). Il tempo è 33.33 psec

Il terzo NOR carica IN4 con la rete di PU. IL tempo è 100 psec

Il quarto NOR scarica OUT con un PU avebte 2 transistori NMOS in parallelo. Il tempo è 50 psec.

Complessivamente il tempo per far variare OUT a seguito del transitorio di IN1 e degli altri ingressi vale circa :283.33 psec

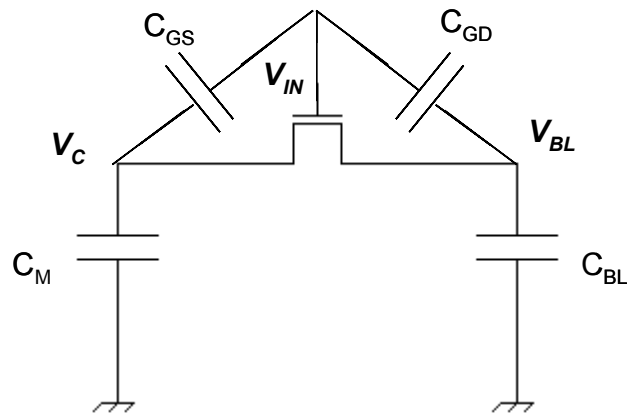
Quesito 4

Figura 3

Dati:

Vdd	3.3 V
C_M	25 pF
C_{BL}	1 nF
C_{GS}	1 pF
C_{GD}	1 pF

Si consideri il circuito in figura. Si supponga che all'istante 0^- in condizioni di equilibrio si abbiano le seguenti condizioni:

- la capacità C_{BL} sia precaricata a V_{dd}
- $V_C = V_{dd}/2$.
- $V_{IN} = 0$ V

All'istante 0^+ la tensione V_{IN} varia da 0 a V_{dd} . Supponendo di trovarsi al termine del transitorio che tale variazione comporta, calcolare il valore finale dei nodi V_C e V_{BL} .

Soluzione

Carica sul nodo di V_C al tempo 0^- :

$$Q_{C_Iniziale} = C_M V_{dd}/2 + (V_{dd}/2 - 0) C_{GS}$$

Carica sul nodo di V_{BL} al tempo 0^- :

$$Q_{BL_Iniziale} = (V_{dd} - 0) C_{GD} + C_{BL} V_{dd}$$

Carica sul nodo di V_C (coincidente con V_{BL}) al termine del transitorio:

$$Q_{C_Finale} = C_M V_C + (V_C - V_{dd}) C_{GS} + (V_C - V_{dd}) C_{GD} + C_{BL} V_C$$

Risulta: $V_C = 3.26$ V

Quesito 5

Calcolare il consumo di potenza “fisiologico” di una tecnologia CMOS da 0.25 μm , alimentata a 3.3 V con tensioni soglia simmetriche pari a 0.6 V e fattore di conducibilità tipico $\beta = 200 \mu\text{A}/\text{V}^2$. Si consideri il periodo di clock circa 50 volte il tempo di transizione tipico dei gate della tecnologia in esame.

Soluzione

$$P = f V_{\text{dd}}^2 C_L = (1/T) V_{\text{dd}}^2 C_L = (1/50 \tau_{\text{TIP}}) V_{\text{dd}}^2 C_L = \frac{1}{50 \frac{2C_L}{\beta} F} V_{\text{dd}}^2 C_L = 37.02 \mu\text{W}$$