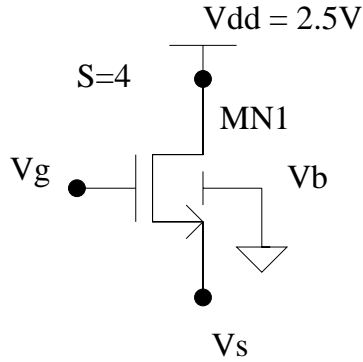


Cognome e nome	
Matricola	
Data	22 Luglio 2003
Corso di Laurea	Telecomunicazioni

Circuiti Elettronici Digitali L

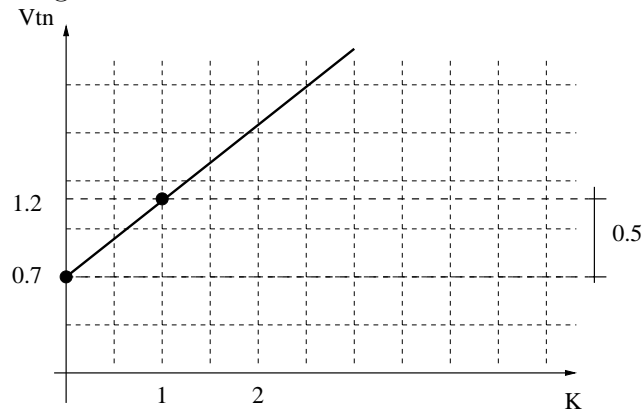
SCRIVERE I RISULTATI E LE ESPRESSIONI SUI FOGLI DEL COMPITO, UTILIZZANDO EVENTUALMENTE ANCHE IL RETRO.

1. Il transistor MN1 in figura è caratterizzato dai parametri tecnologici in tabella:



Parametro MN1	Valore
β'	$100 \mu A/V^2$
L_{min}	$0.25 \mu m$
λ	$0.0 V^{-1}$
Φ	$0.6 V$

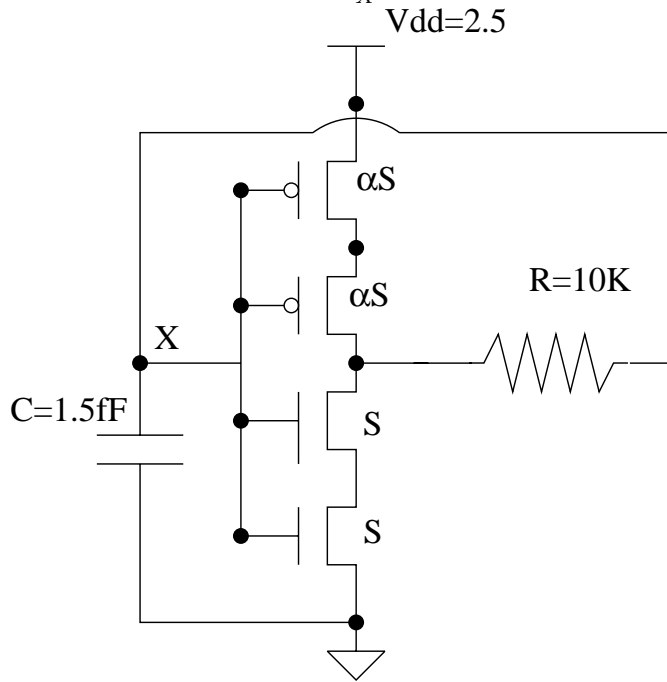
L'andamento della tensione di soglia V_{TN} in funzione della grandezza $k = (\Phi + V_{SB})^{0.5} - (\Phi)^{0.5}$ è rappresentato nella seguente figura.



Completare la seguente tabella (**motivando le risposte**)

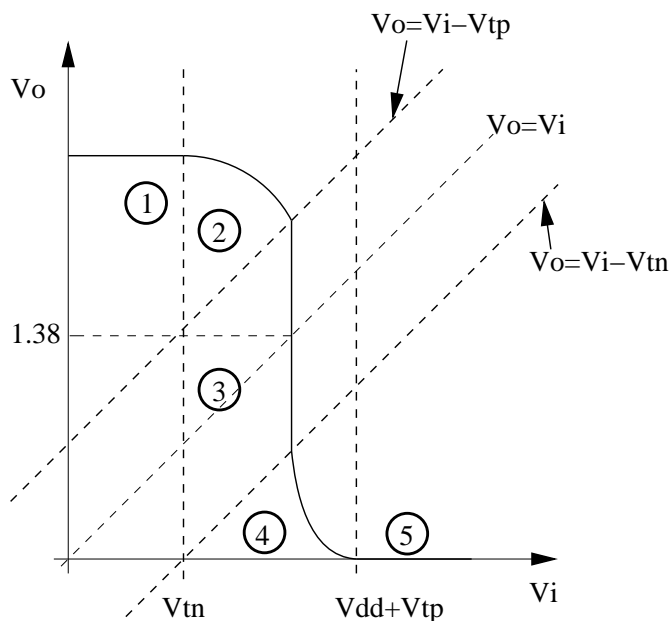
	$I_D(MN1)$	Regione di funzionamento MN1	V_{TN}	V_S	V_G
a				0.0V	0.4V
b				0.0V	1.0V
c				1.0V	2.5V
d				1.5V	1.8V

2. Con riferimento al circuito in figura, considerando i transistori caratterizzati dai parametri tecnologici riportati nella tabella, il fattore di forma dei transistori MOS a canale n pari a $S = 4$, $\alpha = 3$, calcolare il valore della tensione V_X al nodo X in condizioni di riposo.



	n-channel	p-channel
V_{TO}	0.5V	-0.5V
β'	$100 \mu A/V^2$	$50 \mu A/V^2$
γ	$0.5 V^{1/2}$	$0.5 V^{1/2}$
λ	$0.0 V^{-1}$	$0.0 V^{-1}$
C_{ox}	$4 \text{ fF}/\mu m^2$	$4 \text{ fF}/\mu m^2$
L_{min}	$0.25 \mu m$	$0.25 \mu m$
Φ	0.6 V	0.6 V

4. In figura rappresentata la caratteristica $V_O = f(V_I)$ di un invertitore CMOS pienamente complementare avente i parametri tecnologici dell' esercizio 2. Facendo riferimento alle regioni indicate in figura con 1,2,3,4,5:



(a) completare la seguente tabella (**motivare la risposta nello spazio sottostante**)

N. Regione	Reg. funz. MOS a canale n	Reg. funz. MOS a canale p
1		
2		
3		
4		
5		

(b) Facendo riferimento alla figura, ricavare il valore del parametro $\alpha = \frac{S_P}{S_N}$

5. Progettare la porta logica CMOS pienamente complementare che realizza la funzione logica $A \cdot (B + C + D)$

(a) considerando la capacità di carico della porta logica progettata pari a $C_L = 60fF$, dimensionare i transistori a canale n e quelli a canale p affinché sia verificata la relazione $T_{P,HL} = T_{P,LH}$ e che il tempo di carica sia la metà del tempo di carica di un invertitore CMOS pienamente complementare ad area minima e avente come carico la medesima capacità C_L . Si consideri per i transistori a canale n un fattore di forma pari a S_N , per quelli a canale p un fattore di forma $S_P = \alpha \cdot S_N$ ed esauriti i transistori al 90% dell'escursione logica ($f=0.8$).

(b) Calcolare l'espressione analitica e il valore numerico della potenza assorbita dall'alimentazione del circuito. Si assuma applicata all'ingresso B una forma d'onda periodica con fronti istantanei e frequenza $f = 250MHz$, e che gli altri ingressi siano $C = D = 1$ e $A = 0$.

Circuiti Elettronici Digitali L: soluzione prova 22 Luglio 2003

1. Soluzione esercizio 1

	I_D (MN 1)	Regione di funzionamento MN1	V_{TN}	V_S	V_G
a	0.0 A	OFF	0.7V	0.0V	0.4V
b	18 μ A	Saturazione	0.7V	0.0V	1.0V
c	61.5 μ A	Saturazione	0.94V	1.0V	2.5V
d	0 A	OFF	1.03 V	1.5V	1.8V

2. Soluzione esercizio 2

Il circuito è equivalente ad un invertitore CMOS pienamente complementare i cui transistori hanno fattore di forma pari a $S_N = S/2 = 2$ e $S_P = \alpha \cdot S_N \cdot 0.5 = 6$. Essendo la corrente I_R sulla resistenza $I_R = 0A$, il circuito è polarizzato sulla soglia logica V_{LT} .

$$V_{LT} = \frac{r(V_{DD} + V_{TP}) + V_{TN}}{1+r}$$

$$\text{con } r = \sqrt{\frac{\beta'_p \alpha S}{\beta'_n S}}$$

Si ricava $V_{LT} = V_X = 1.32V$.

4. Soluzione esercizio 4

Dall'espressione della tensione di soglia V_{LT} si ricava $\alpha = \frac{S_P}{S_N} = 4.02$.

5. Soluzione esercizio 5

$$(a) T_{P,HL} = \frac{2 \cdot C_L \cdot f}{\beta'_n \cdot S_{neq}}$$

$$S_{neq} = S_n/2$$

$$T_{P,LH} = \frac{2 \cdot C_L \cdot f}{\beta'_p \cdot S_{peq}}$$

$$S_{peq} = S_p/3$$

$$T_{P,HL} = T_{P,LH} \quad ? \quad \alpha = 3$$

$$T_{P,HL} (inv) = \frac{2 \cdot C_L \cdot f}{\beta'_n \cdot 1.0}$$

$$T_{P,HL} (inv)/2 = T_{P,HL} \quad ? \quad S_N = 4$$

(b) Con $A = 0$ e $C = D = 1$ la potenza dinamica dissipata è:

$$P_D = 0.0W$$