

Cognome e nome	
Matricola	
Data	
Corso di Laurea	Telecomunicazioni

Circuiti Elettronici Digitali L

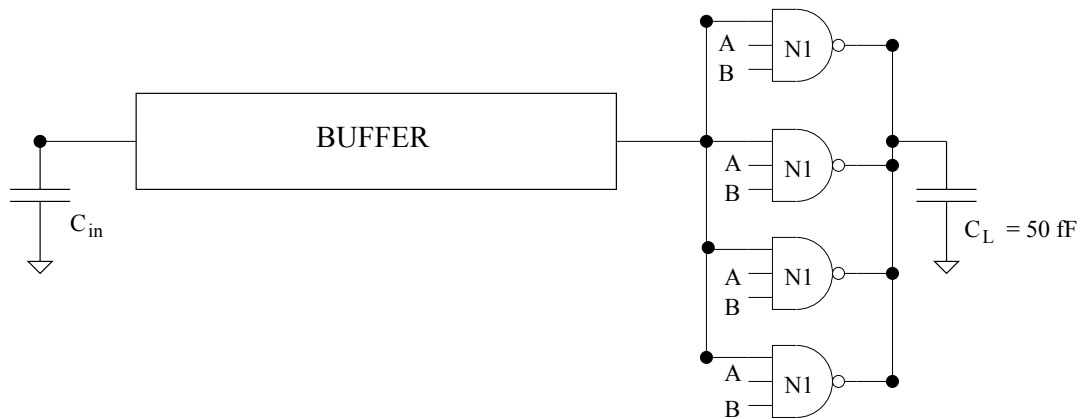
Parametri tecnologici

	n-channel	p-channel
V_{TO}	0.5V	-0.5V
β'	$100 \mu\text{A}/\text{V}^2$	$50 \mu\text{A}/\text{V}^2$
γ	$0.2 \text{ V}^{1/2}$	$0.2 \text{ V}^{1/2}$
λ	0	0
C_{ox}	$4 \text{ fF}/\mu\text{m}^2$	$4 \text{ fF}/\mu\text{m}^2$
L_{min}	$0.25 \mu\text{m}$	$0.25 \mu\text{m}$
Φ	0.6 V	0.6 V

$$V_{DD} = 2.5\text{V}$$

Utilizzare $f = f_r = f_f = 0.8$ nel calcolo dei transistori

1. Con riferimento al circuito in figura, ai parametri tecnologici riportati in tabella, considerando i transistori esauriti al 90% ($f = f_r = f_f = 0.8$), il fattore di forma dei transistori a canale che compongono i nand N1 CMOS pienamente complementari, progettati per avere $T_{P,LH}(N1) = T_{P,HL}(N1)$, pari a $S_n(N1) = 30$:



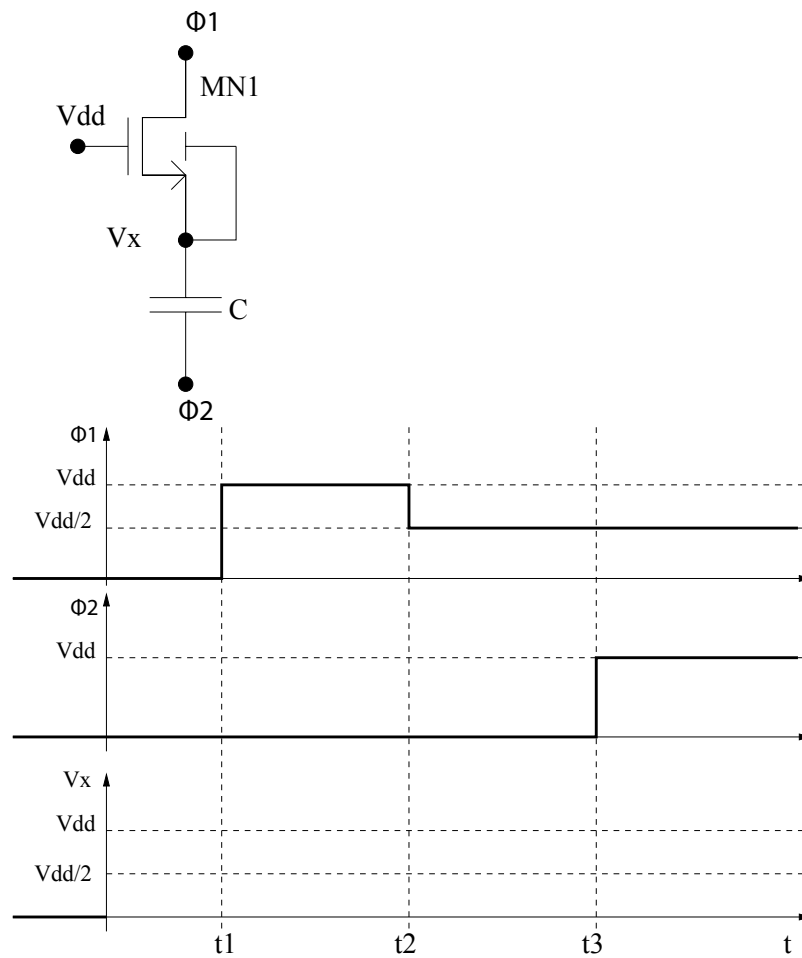
(a) Progettare (cio' e determinare il numero di stadi e il fattore di forma di ogni stadio) il buffer CMOS che minimizza il ritardo con cui viene caricata/scaricata la capacit' a che vede come carico . Si assuma $C_{in} = 1.5fF$ e uguali in ogni stadio la durata dei transistori di carica e scarica.

(b) Scrivere espressione analitica e valore numerico del tempo totale di propagazione del buffer valutato al 90% di escursione di tensione.

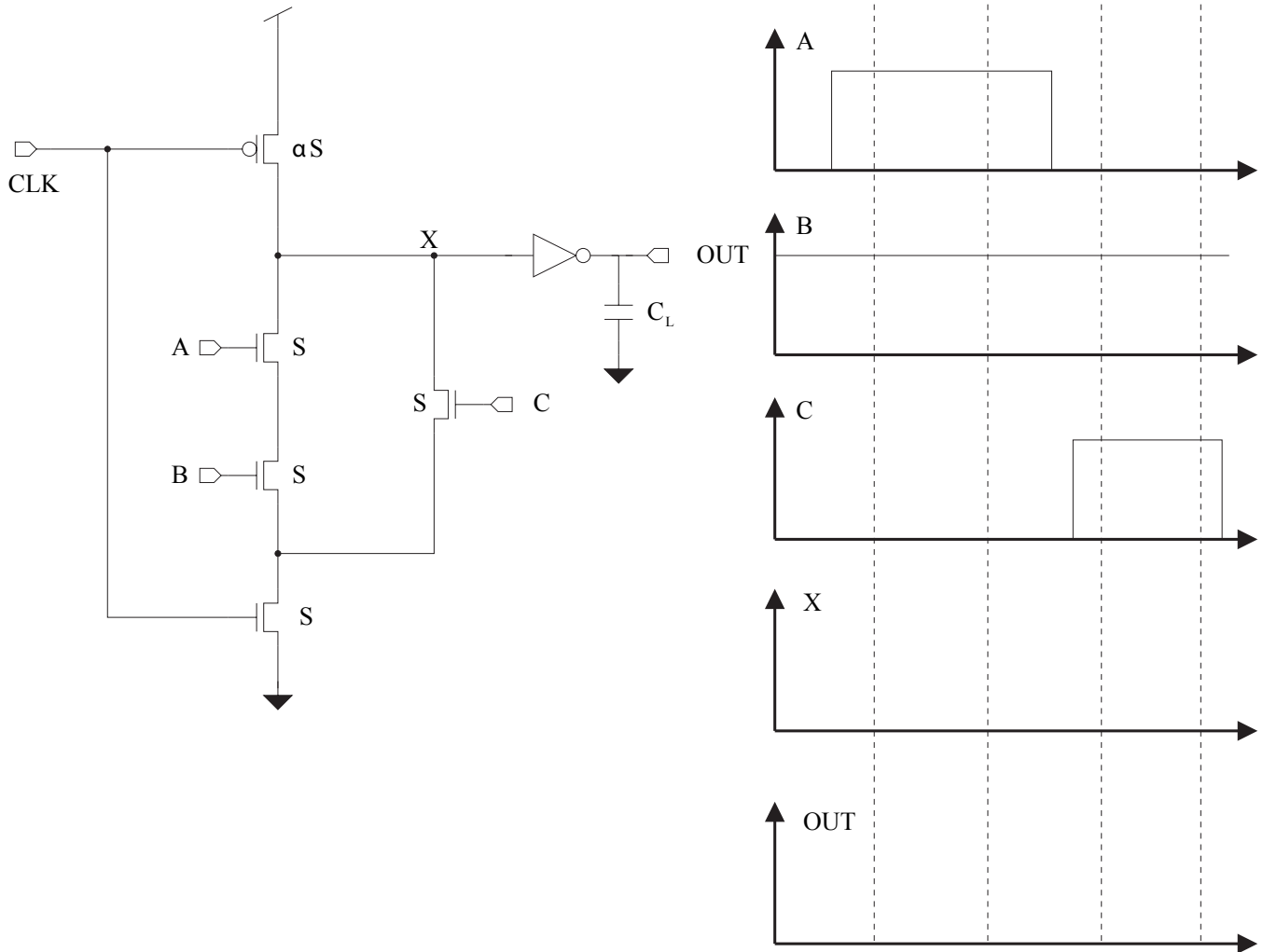
(c) Considerando gli ingressi dei nand N1 $A = B = 1$ e applicata all'ingresso del buffer una forma d'onda periodica con fronti istantanei e frequenza $f = 150MHz$, si scriva il valore e l'espressione analitica della potenza dinamica dissipata dall'intero circuito.

(d) Considerando gli ingressi dei nand N1 $A = B = 0$ e applicata all'ingresso del buffer una forma d'onda periodica con fronti istantanei e frequenza $f = 150\text{MHz}$, si scriva il valore e l'espressione analitica della potenza dinamica dissipata dall'intero circuito.

2. Con riferimento al circuito e alle forme d'onda in figura graficare qualitativamente l'andamento della tensione V_x . Si considerino già esauriti i transistori agli istanti di tempo t_1, t_2, t_3 . (Motivare inoltre la risposta).

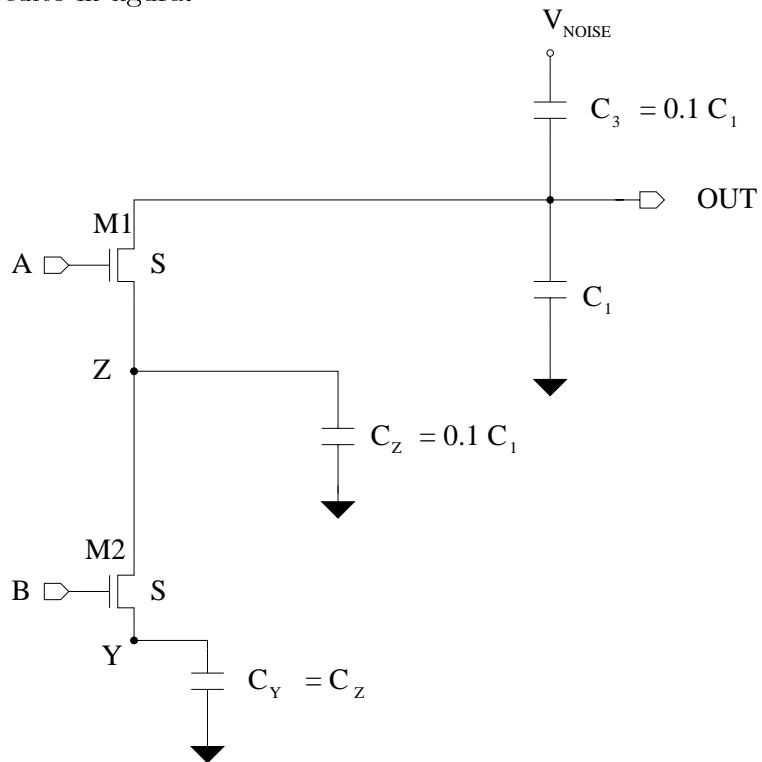


3. Con riferimento al circuito DOMINO di figura:



- (a) disegnare le forme d'onda che descrivono l'andamento qualitativo delle tensioni ai nodi X e OUT al variare degli ingressi come indicato in figura, supponendo $V_X = 0$ e $V_{OUT} = V_{DD}$ nell'istante $t = 0$.
 (b) indicare la funzione logica realizzata al nodo OUT .

4. Con riferimento al circuito in figura:



e assumendo le seguenti condizioni iniziali: $V_{OUT} = V_{DD} = 2.5 \text{ V}$ e $V_Z = V_Y = 0$, $V_A = V_B = 0$ e $V_{noise} = V_{DD} = 2.5 \text{ V}$ si calcoli il valore finale di tensione ai nodi Y, Z, OUT in seguito alla transizione di V_{noise} da $2.5 \rightarrow 0$ **Si consideri** $\gamma_n = 0$.

SOLUZIONI

1. Soluzione esercizio 1

$$C_L (\text{buffer}) = 4 \cdot C_{in} (N 1) = C_{OX} \cdot L^2 \cdot S_{n,N 1} (1 + \alpha(N 1))$$

$$\alpha(N 1) = 2/3 \Rightarrow C_{in} (N 1) = 12.5 \text{ fF} \Rightarrow C_L (\text{buffer}) = 50 \text{ fF}$$

$$N = \ln \frac{C_L}{C_{in}} = 3$$

$$f = \left(\frac{C_L}{C_{in}} \right)^{(1/N)} = 3$$

Dalla capacità in ingresso C_{in} si ricava

$$S_N (I 1) = 2$$

$$T = N \cdot f \cdot t_{p0}$$

$$t_{p0} = \frac{2 \cdot C_{OX} \cdot L^2 \cdot 3 \cdot f}{\beta'_n} = 12 \text{ ps}$$

$$T = 3 \cdot 3 \cdot 12 \cdot 10^{-12} = 115 \text{ ps}$$

Con la configurazione degli ingressi viene caricata e scaricata anche la capacità C_L . La potenza dinamica dissipata è:

$$P_d = V_{DD}^2 \cdot fr \cdot (C_{TOT} + C_L)$$

$$C_{TOT} = C_{OX} \cdot L^2 \cdot S_n (I 1) \cdot (1 + \alpha) \cdot (f + f^2 + f^3) = 58.5 \text{ fF}$$

$$P_d = 101 \mu\text{W}$$

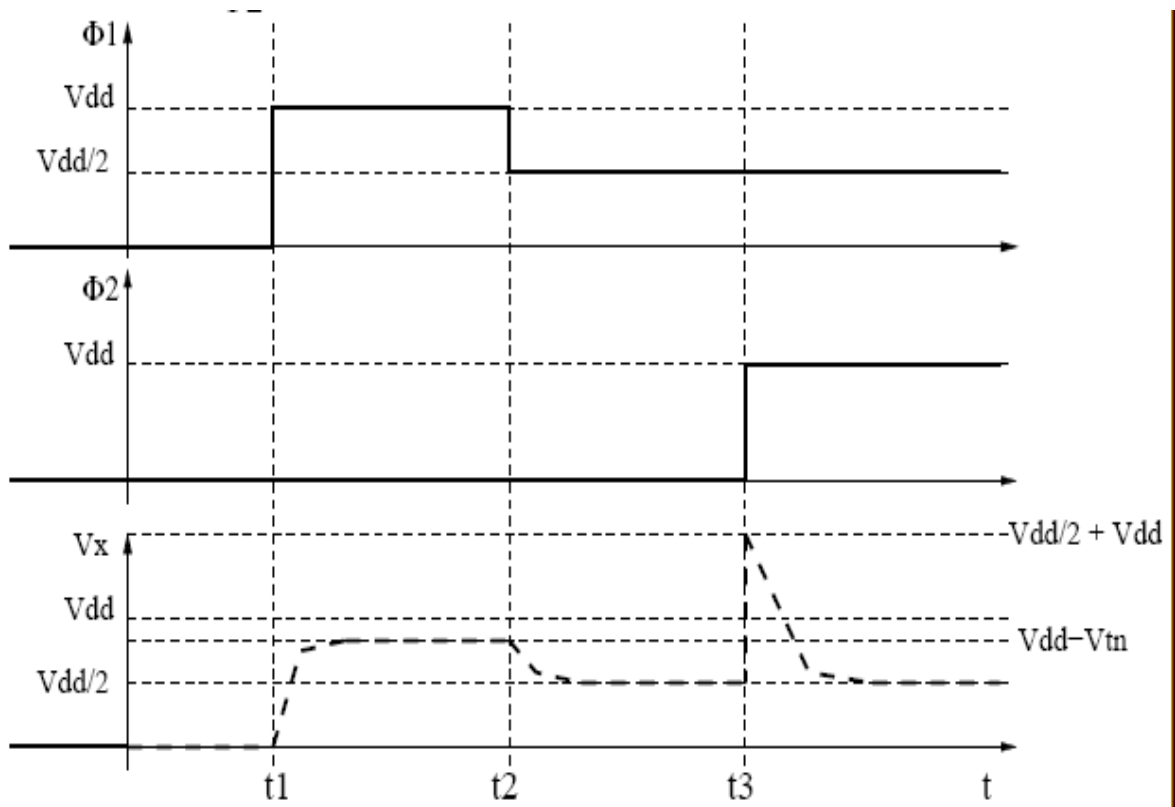
Con la configurazione degli ingressi non viene caricata e scaricata anche la capacità C_L . La potenza dinamica dissipata è

$$P_d = V_{DD}^2 \cdot fr \cdot (C_{TOT})$$

$$C_{TOT} = C_{OX} \cdot L^2 \cdot S_n (I 1) \cdot (1 + \alpha) \cdot (f + f^2 + f^3) \cong 58.5 \text{ fF}$$

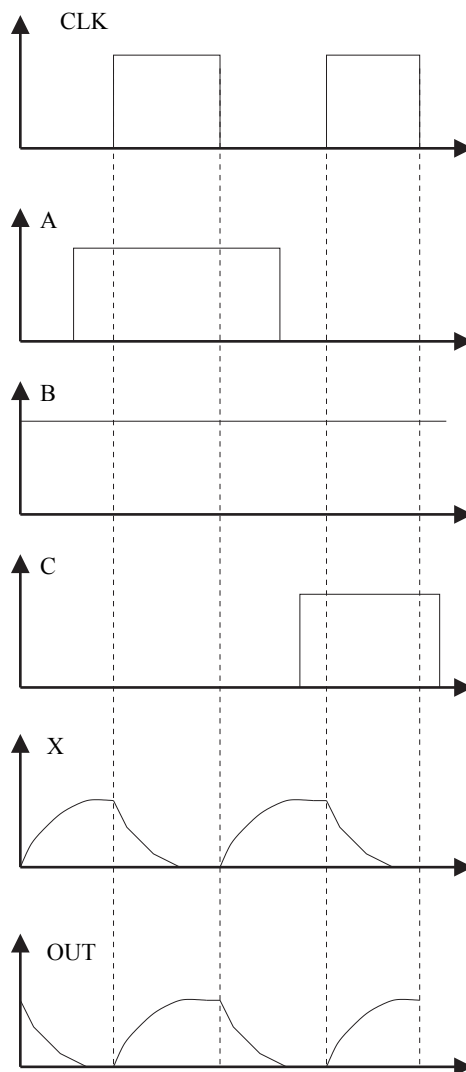
$$P_d = 54.8 \mu\text{W}$$

2. Soluzione esercizio 2



3. Soluzione esercizio 3.

a)



b) La funzione logica realizzata è $OUT=AB+C$

4. Soluzione esercizio 4.

M_1 e M_2 rimangono spenti: non si crea quindi nessun cammino conduttivo attraverso cui si possano caricare/scaricare le capacità C_Z e C_Y . Quindi $V_{Z,fin} = V_{Z,ini} = 0$ e $V_{Y,fin} = V_{Y,ini} = 0$. Imponendo la conservazione della carica al nodo OUT

$$C_1 V_{OUT,ini} + C_3 (V_{OUT,ini} - V_{noise,ini}) = C_1 V_{OUT,fin} + C_3 (V_{OUT,fin} - V_{noise,fin})$$

si ricava

$$V_{OUT,fin} = V_{OUT,ini} + \frac{C_3}{C_1 + C_3} (V_{noise,fin} - V_{noise,ini}) \simeq 2.27V$$