

Fondamenti di Elettronica - Ingegneria Elettronica -2005/06

Appello del 7 marzo 2006

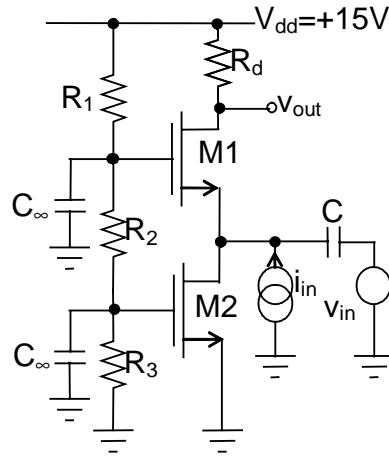
Indicare chiaramente la domanda cui si sta rispondendo. Ad esempio 1a)

Risolvere obbligatoriamente i punti in grassetto.

Esercizio 1

Si consideri il circuito a MOSFET riportato nella Fig. 1, nel quale i_{in} e' un generatore di corrente di segnale e v_{in} un generatore di tensione di segnale.

- Determinare le tensioni a tutti i nodi e le correnti in tutti i rami.**
- Determinare il trasferimento di piccolo segnale v_{out}/v_{in} a media frequenza (C circuito chiuso).**
- Determinare il trasferimento di piccolo segnale v_{out}/i_{in} a bassa frequenza (C aperta), assumendo per il solo transistor M2 una tensione di Early $|V_A|=75V$.
- Disegnare il diagramma di Bode del modulo del trasferimento v_{out}/v_{in} e del trasferimento v_{out}/i_{in} , quotandone tutti i punti significativi (transistore M2 tensione di Early $|V_A|=75V$).
- Determinare il numero di elettroni immagazzinati nel canale del transistor M1, quando e' polarizzato con una tensione V_{GS} pari a quella calcolata al punto a) ed una tensione $V_{DS}=0V$, assumendo che la larghezza di canale sia $W=48\mu m$ e la lunghezza $L=4\mu m$.



$$\begin{aligned}
 k_n &= \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} (W/L) = 1 \text{ mA/V}^2 \\
 V_{Tn} &= 0.5 \text{ V} \\
 R_1 &= 85 \text{ k}\Omega \\
 R_2 &= 50 \text{ k}\Omega \\
 R_3 &= 15 \text{ k}\Omega \\
 R_d &= 7 \text{ k}\Omega \\
 C &= 47 \mu\text{F} \\
 \epsilon_0 &= 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m} \\
 \epsilon_{ox} &= 3.9 \\
 t_{ox} &= 25 \text{ nm} \\
 q &= 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}
 \end{aligned}$$

Fig. 1

Esercizio 2

Si consideri la porta logica in tecnologia CMOS mostrata in Fig. 2, che svolge la funzione logica $Y = [(A \cdot B) + (C \cdot D)] \cdot E$.

- Disegnare la rete di pull-up e la rete di pull-down, giustificando le scelte effettuate.**
- Assumendo che tutti i transistori della porta siano caratterizzati dal medesimo fattore di forma (W/L), si determini il valore di fattore di forma necessario per garantire un tempo di propagazione pari a 10ns nella transizione degli ingressi: 10101 \Rightarrow 00111**
- Se si realizzasse la medesima porta logica in una tecnologia CMOS caratterizzata da tensione di alimentazione dimezzata, tensione di soglia dimezzata e spessore dell'ossido dimezzato, mantenendo i medesimi fattori di forma per i transistori, determinare come varia il ritardo di propagazione, nel caso piu' gravoso.

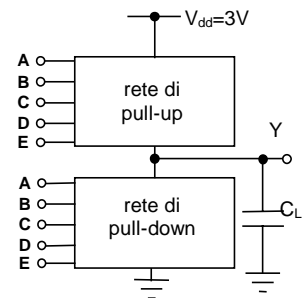


Fig. 2

$$\begin{aligned}
 \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} &= 0.4 \text{ mA/V}^2 \\
 \frac{1}{2} \mu_p C_{ox} &= 0.16 \text{ mA/V}^2 \\
 |V_{Tp}| &= V_{Tn} = 0.8 \text{ V} \\
 C_L &= 10 \text{ pF}
 \end{aligned}$$

Esercizio 3

Si consideri il circuito riportato nella Fig. 3, che sfrutta la dipendenza dalla temperatura della tensione ai capi di una giunzione pn (-1.8mV/°C) per misurare la temperatura. Si assuma $V_D=0.7V$ per una temperatura di 0°C.

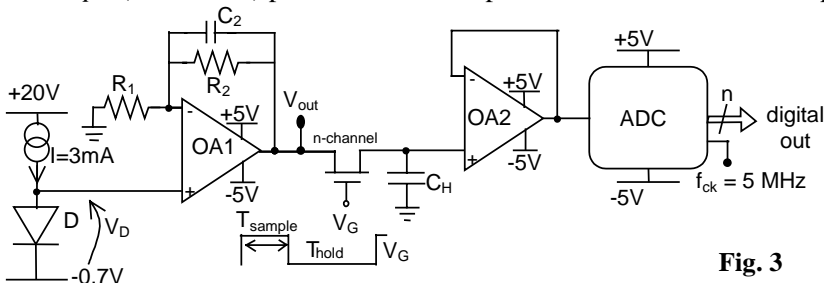


Fig. 3

- Scrivere l'espressione della tensione di uscita V_{out} in funzione della temperatura a bassa frequenza.**
- Determinare il numero minimo di bit dell'ADC necessario per garantire una risoluzione di $\pm 0.5^\circ\text{C}$.**
- Determinare l'errore dovuto al droop (espresso in LSB) se l'amplificatore operazionale 2 e' caratterizzato da una corrente di bias $I_b = 500 \text{ nA}$ e la fase di Hold ha una durata pari a $T_{hold} = 18 \mu\text{s}$.**
- Determinare la tensione di comando V_G da applicare al gate dell'interruttore NMOS per garantire una resistenza virtualmente infinita durante la fase di Hold ed una resistenza non superiore a $R_{ds,on} = 10 \Omega$ nella fase di Sample se la temperatura varia nell'intervallo $\pm 50^\circ\text{C}$.
- Determinare per via grafica l'andamento in frequenza del trasferimento reale V_{out}/V_D se l'amplificatore operazionale 1 e' caratterizzato da $GBWP = 30 \text{ MHz}$.

$$\begin{aligned}
 R_1 &= 1 \text{ k}\Omega \\
 R_2 &= 30 \text{ k}\Omega \\
 C_2 &= 10 \text{ pF} \\
 V_T &= 1.2 \text{ V} \\
 k_n &= \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} (W/L) = 5 \text{ mA/V} \\
 C_H &= 10 \text{ nF}
 \end{aligned}$$