

Fondamenti di Elettronica

Tutorato Dicembre 2024/Gennaio 2025

Terzo incontro

16 Dicembre 2024 ore 16:00 Aula 2.2.1 D.I. (edificio 2)

Dr. Maurizio Ghisetti

Esercizio 1

Si consideri il circuito a MOSFET riportato nella Fig. 4, in cui v_{in} e' un generatore di tensione di piccolo segnale e V_B e' un generatore di tensione DC.

- Determinare la tensione V_B necessaria perche' la transconduttanza del MOS M1 sia pari a $2mS$. Determinare, quindi, la polarizzazione del circuito (tensioni a tutti i nodi e correnti in tutti i rami) e indicare l'intervallo di valori permesso per la tensione di uscita in DC.
- Tracciare il diagramma di Bode del modulo del trasferimento di piccolo segnale v_{out}/v_{in} , quotandone tutti i punti significativi. Si assuma per il solo MOS M2, $r_0=100k\Omega$.

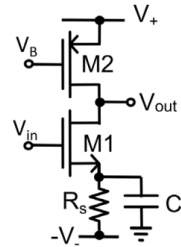


Fig. 4

$$\begin{aligned} V_+ &= 6V \\ V_- &= 3V \\ V_{Tn} &= -V_{Tp} = 1V \\ k_n &= |k_p| = 1 \text{ mA/V}^2 \\ R_s &= 1 \text{ k}\Omega \\ C_s &= 47 \text{ nF} \end{aligned}$$

Esercizio 2

Si consideri il circuito a MOSFET riportato nella Fig. 1, in cui i_{in} e' un generatore di corrente di piccolo segnale.

- Determinare il valore della resistenza R_s , necessario perche' la tensione di uscita in DC sia pari a $0V$. Determinare, quindi, la polarizzazione del circuito (tensioni a tutti i nodi e correnti in tutti i rami).
- Determinare l'espressione ed il valore del trasferimento di piccolo segnale v_{out}/i_{in} a bassa frequenza.
- Tracciare il diagramma di Bode del modulo del trasferimento di piccolo segnale v_{out}/i_{in} , quotandone tutti i punti significativi.

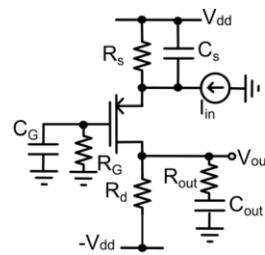


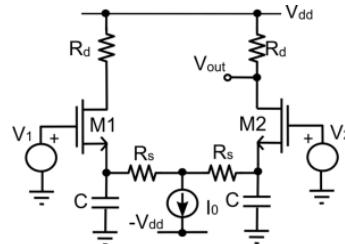
Fig. 1

$$\begin{aligned} V_{dd} &= 6V \\ V_{Tp} &= -0.7V \\ |k_p| &= 0.5 \text{ mA/V}^2 \\ R_G &= 100 \text{ k}\Omega \\ C_G &= 47 \text{ }\mu\text{F} \\ C_s &= 47 \text{ nF} \\ R_d &= 3 \text{ k}\Omega \\ R_{out} &= 1 \text{ k}\Omega \\ C_{out} &= 1 \text{ }\mu\text{F} \end{aligned}$$

Esercizio 3

Si consideri il circuito a MOSFET riportato nella Fig. 3, in cui v_1 e v_2 sono generatori di tensione di piccolo segnale.

- Determinare la polarizzazione del circuito (tensioni a tutti i nodi e correnti in tutti i rami).
- Determinare l'espressione ed il valore del guadagno differenziale di piccolo segnale $v_{out}/(v_2-v_1)$ a bassa frequenza.
- Tracciare il diagramma di Bode del modulo del trasferimento differenziale di piccolo segnale $v_{out}/(v_2-v_1)$, quotandone tutti i punti significativi.



$$\begin{aligned} V_{Tn} &= 1V \\ k_n &= 0.5 \text{ mA/V}^2 \\ V_{dd} &= 5V \\ R_d &= 8 \text{ k}\Omega \\ R_s &= 1 \text{ k}\Omega \\ C &= 22 \text{ pF} \\ I_0 &= 1 \text{ mA} \end{aligned}$$

Fig. 3

Esercizio 4

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

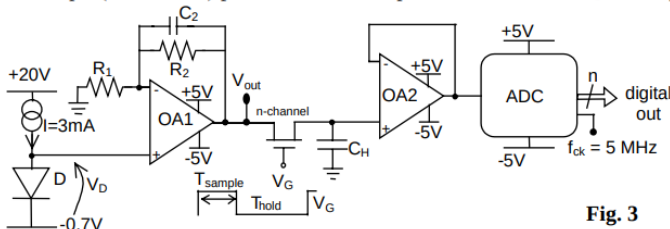


Fig. 3

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

- 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 $\pm 0.5^\circ C$.
- Determinare l'errore dovuto al droop (espresso in LSB) se l'amplificatore operazionale 2 e' caratterizzato da una corrente di bias $I_b = 500nA$ e la fase di Hold ha una durata pari a $T_{hold}=18\mu s$.
- 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 $\pm 50^\circ C$.
- Determinare per via grafica l'andamento in frequenza del trasferimento reale V_{out}/V_D se l'amplificatore operazionale 1 e' caratterizzato da $GBWP=30MHz$.