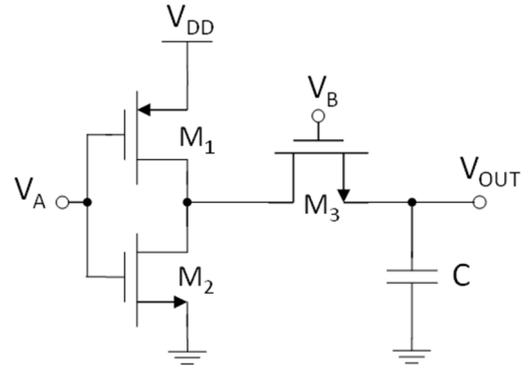


Esercizio A

Si consideri il circuito digitale di figura.

$k_1=1\text{mA/V}^2$; $k_2=2\text{mA/V}^2$; $k_3=5\text{mA/V}^2$; $V_T=0.5\text{V}$; $C=10\text{pF}$; $V_{DD}=3.3\text{V}$

- 1) Determinare la tensione di uscita V_{OUT} per i casi $V_A=V_B=0\text{V}$, $V_A=0\text{V}$ $V_B=V_{DD}$; $V_A=V_{DD}$ $V_B=0\text{V}$; $V_A=V_B=V_{DD}$ assumendo in ciascun caso il condensatore C inizialmente scarico.
- 2) Stimare il tempo richiesto da V_{OUT} a raggiungere $V_{DD}/2$ a seguito della transizione $V_A=0\text{V} \rightarrow V_A=V_{DD}$ con V_B costante a V_{DD} .
- 3) Siano A e B dei clock con frequenza 1MHz e 200kHz, rispettivamente. Tracciare l'andamento temporale qualitativo dell'uscita tra 0 e 10 μs assumendo i fronti dei due clock allineati a $t=0\text{s}$. Calcolare inoltre la potenza dissipata dal circuito.
- 4) Si assuma ora che i transistori in regime di interdizione abbiano una corrente di perdita modellizzabile con un resistenza tra source e drain di $R_p=10\text{G}\Omega$. Tracciare il diagramma temporale quotato dell'uscita a seguito della transizione $V_A=0\text{V}$, $V_B=V_{DD} \rightarrow V_A=V_{DD}$, $V_B=0\text{V}$ (*suggerimento*: si considerino i transistori accesi in regime ohmico).

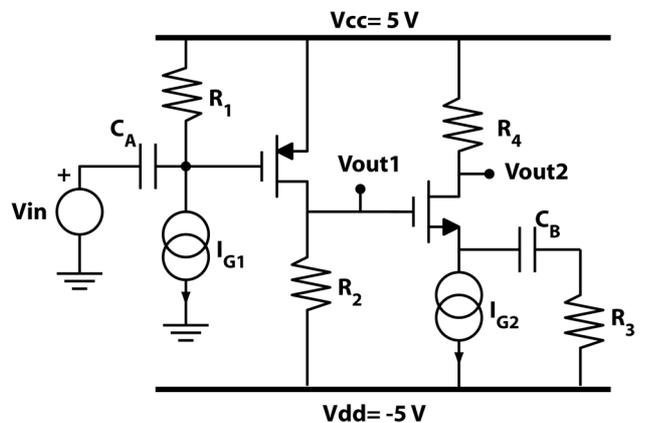


Esercizio B

Si consideri il circuito in figura:

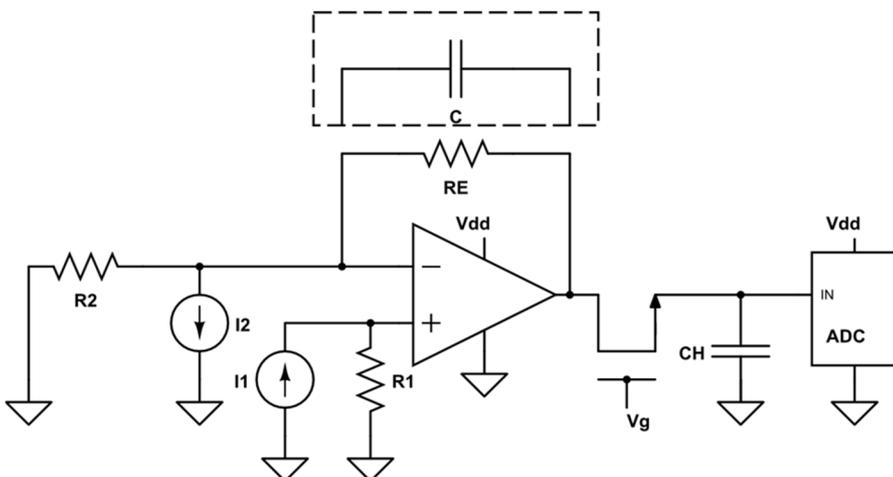
$R_1=5\text{ k}\Omega$ $I_{G1}=240\text{ }\mu\text{A}$ $V_{Tn}=1\text{V}$
 $R_2=12.5\text{ k}\Omega$ $I_{G2}=150\text{ }\mu\text{A}$ $k_n=0.6\text{mA/V}^2$
 $R_3=2\text{ k}\Omega$ $C_A=2\text{ }\mu\text{F}$ $|V_{Tp}|=0.8\text{V}$
 $R_4=20\text{ k}\Omega$ $C_B=5\text{ nF}$ $|k_p|=2\text{mA/V}^2$

- a) Determinare la polarizzazione del circuito (corrente in tutti i rami, tensione su tutti i nodi).
- b) Determinare il guadagno di piccolo segnale del primo stadio $G_1(s)=V_{OUT1}/V_{IN}$ a media (C_A chiusa, C_B aperta) e alta frequenza (C_A e C_B chiuse)
- c) Determinare il guadagno di piccolo segnale complessivo $G(s)=V_{OUT2}/V_{IN}$ a media (C_A chiusa, C_B aperta) e alta frequenza (C_A e C_B chiuse)
- d) Rappresentare in un diagramma di Bode quotato l'andamento del modulo del guadagno di piccolo segnale di $G(s)=V_{OUT2}/V_{IN}$.



Esercizio C

Il circuito in figura è usato per misurare l'energia proveniente da una sorgente. Tale scopo è ottenuto tramite la resistenza RE, la cui resistenza è dipendente dal numero di fotoni incidenti sulla stessa.



Dati:

$V_{dd}=5\text{V}$
 $I_1=I_2=0.5\text{mA}$
 $R_2=1\text{ k}\Omega, R_1=500\text{ }\Omega$
 $RE=R_0+\alpha E$ con $R_0=1\text{ k}\Omega$ e $\alpha=0.01\Omega/\text{eV}$
 $C=1\text{ nF}$
 $CH=1\text{ }\mu\text{F}$
 $V_t=0.6\text{V}$
 Numero bit ADC=10.

Trascurando per ora la capacità C e considerando l'OPAMP e l'interruttore MOS ideali:

- a) Determinare l'espressione della tensione di ingresso all'ADC in funzione dell'energia. Calcolare quindi il range di energie che è possibile campionare e l'LSB dell'ADC espresso in elettronvolt (eV)
- b) Calcolare l'effetto massimo, nell'intervallo di energie misurabili, dovuto ad un offset di $V_{os}=10\text{mV}$ e correnti di bias $I_b=100\text{nA}$ dell'OPAMP ed esprimere tale effetto sia in Volt sia in LSB.
- c) Dimensionare la tensione V_g , con un margine di 200 mV, per avere un corretto funzionamento del S&H

Collegare adesso a ponte della resistenza RE la capacità C e considerando non più l'OPAMP ideale ma con $A_o=10^6$ e $GBWP=10\text{ MHz}$:

- d) Valutare la stabilità del circuito quando l'interruttore MOS è aperto e l'energia $E=0\text{ eV}$