

# Fondamenti di Elettronica - Ingegneria Elettronica – a.a. 2010/11

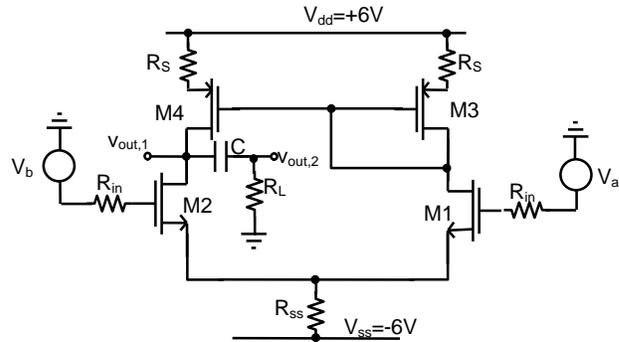
## Primo appello – 21 luglio 2011

Indicare chiaramente la domanda a cui si sta rispondendo. Ad esempio 1a) ....  
 Risolvere per primi i punti in grassetto. La durata della prova e' 3 ore.  
 Non sono ammessi libri o appunti o altro materiale, eccetto la calcolatrice.

### Esercizio 1

Si consideri l'amplificatore differenziale mostrato in Fig. 1.

- a) **Determinare il valore della resistenza  $R_{ss}$  che garantisce che la corrente circolante in ogni transistor della coppia differenziale sia  $0.2mA$ . Si determini, inoltre, l'intervallo di valori di tensione ammesso per la tensione  $V_{out,1}$  in polarizzazione.**
- b) **Disegnare il diagramma di Bode del guadagno differenziale di piccolo segnale  $G_{diff,2} = v_{out,2}/(v_a - v_b)$ .**
- c) Assumendo che i transistori  $M_1$  e  $M_2$  siano caratterizzati da una resistenza  $r_o = 50k\Omega$ , disegnare il diagramma di Bode del modulo del guadagno differenziale  $G_{diff,1} = v_{out,1}/(v_a - v_b)$ .
- d) Determinare, assumendo  $r_o = 50k\Omega$ , per il solo transistor  $M_3$ , il valore della tensione di uscita  $v_{out,1}$ , se agli ingressi  $v_a$  e  $v_b$  e' applicato un segnale di modo comune sinusoidale di ampiezza  $20 mV$  e frequenza  $100 Hz$ .



**Fig. 1a**

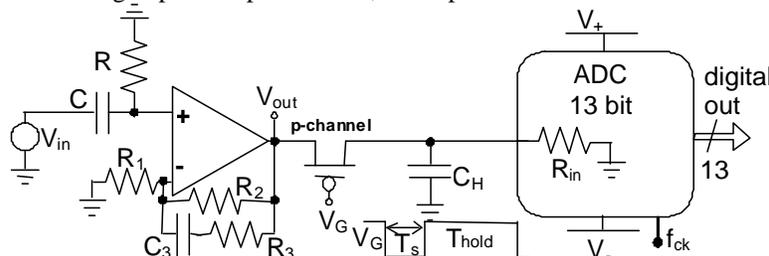
$$R_{in} = 50 \Omega \quad R_s = 5k\Omega \quad R_L = 20k\Omega$$

$$C = 1\mu F \quad V_{T,n} = |V_{T,p}| = 0.6V$$

$$k_n = \frac{1}{2}\mu_n C_{ox}(W/L)_n = |k_p| = \frac{1}{2}\mu_p C_{ox}(W/L)_p = 0.1mA/V^2$$

### Esercizio 2

Si consideri la catena mostrata in Fig. 2 per l'amplificazione, il campionamento e la conversione del segnale.



**Fig. 2**

$$R = 5 k\Omega \quad R_1 = 1 k\Omega \quad R_2 = 20 k\Omega \quad R_3 = 2 k\Omega \quad C = 470 nF \quad C_3 = 1 nF$$

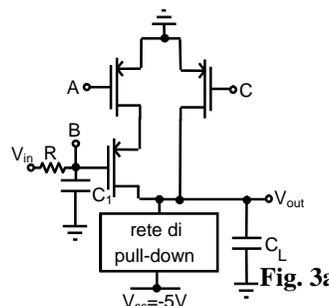
$$|V_{Tp}| = 0.7V \quad C_H = 5 nF \quad V_+ = |V_-| = 2.5 V$$

- a) **Determinare il guadagno ideale  $V_{out}/V_{in}$  a media frequenza ( $C$  circuito chiuso,  $C_3$  circuito aperto).**
- b) **Determinare il minimo valore della resistenza  $R_{in}$ , che garantisca un *droop rate* minore di  $1LSB/ms$ .**
- c) **Se  $v_{in}$  e' un'onda quadra di ampiezza picco-picco  $0.1V$  e frequenza  $10 kHz$ , a valor medio nullo, determinare le tensioni di comando del gate del transistor del circuito S&H, che garantiscano la completa accensione del transistor in fase di *Sample* e il completo spegnimento in fase di *Hold*, supponendo  $C_3$  sempre circuito aperto.**
- d) Se l'amplificatore operazionale e' caratterizzato da un prodotto guadagno-larghezza di banda  $GBWP = 250MHz$ , determinare la frequenza del polo ad anello chiuso introdotto dalla limitazione in banda dell'amplificatore operazionale.
- e) Se la frequenza di *clock* dell'ADC e' pari a  $f_{ck} = 50MHz$ , determinare se un ADC ad approssimazioni successive puo' essere usato per convertire correttamente i campioni di un segnale sinusoidale con frequenza pari a  $1kHz$  e ampiezza pari a  $FSR/2$ , che si presenti in ingresso all'ADC.

### Esercizio 3

Si consideri il circuito digitale mostrato in Fig. 3a.

- a) **Determinare la funzione logica svolta dal circuito e disegnare la rete di pull-down nella tecnologia CMOS proposta, motivando dettagliatamente le scelte effettuate.**
- b) Se  $A=C=0$  e a  $v_{in}$  e' applicato il segnale mostrato in Fig. 3b, disegnare l'andamento della tensione al nodo  $B$  e della tensione di uscita  $v_{out}$ , in due diagrammi separati, quotandone tutti i punti significativi.



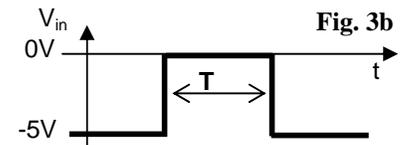
$$|V_{Tp}| = V_{Tn} = 0.8V$$

$$k_n = \frac{1}{2}\mu_n C_{ox}(W/L)_n = 0.8mA/V^2$$

$$|k_p| = \frac{1}{2}\mu_p C_{ox}(W/L)_p = 0.8mA/V^2$$

$$C_L = 1 pF \quad C_1 = 10 pF$$

$$R = 50 \Omega \quad T = 100ns$$



**Fig. 3b**