

# Fondamenti di Elettronica - Ingegneria Elettronica – a.a. 2012/13

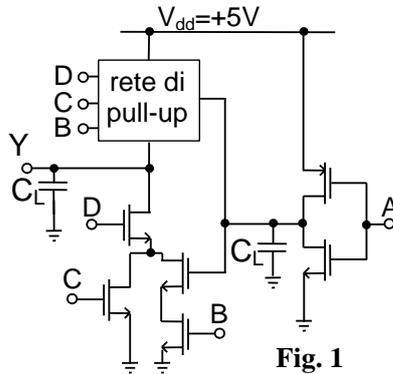
## Secondo appello – 18 settembre 2013

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

### Esercizio 1

Si consideri la porta logica mostrata in Fig. 1.

- a) **Determinare la funzione logica svolta e disegnare la corrispondente rete di pull-up, giustificando le scelte effettuate.**
- b) Determinare il tempo di commutazione relativo alla transizione  $ABCD = 0101 \rightarrow ABCD = 1101$ .
- c) Determinare la potenza complessiva dissipata dalla porta, quando  $B=D=1$ ;  $C=0$  e ad A e' applicato un segnale di clock di frequenza  $300\text{ MHz}$ .



$$k_n = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} (W/L)_n = 160 \mu\text{A/V}^2$$

$$|k_p| = \frac{1}{2} \mu_p C_{ox} (W/L)_p = 40 \mu\text{A/V}^2$$

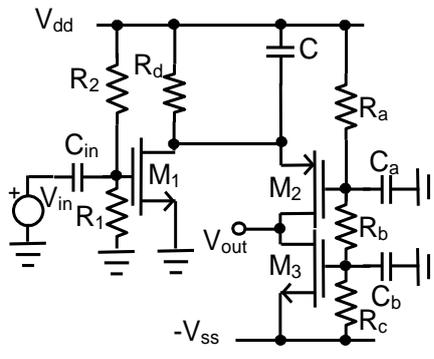
$$|V_{Tp}| = V_{Tn} = 0.68\text{V}$$

$$C_L = 4\text{ pF}$$

### Esercizio 2

Si consideri il circuito amplificatore a transistori mostrato in Fig. 2, in cui  $v_{in}$  e' un generatore di tensione di piccolo segnale.

- a) **Determinare la polarizzazione del circuito, calcolando le tensioni a tutti i nodi e le correnti in tutti i rami e determinando l'intervallo di tensioni DC entro cui deve trovarsi il nodo di uscita per il corretto funzionamento del circuito.**
- b) **Calcolare il guadagno di piccolo segnale  $v_{out}/v_{in}$  a media frequenza, se il transistore  $M_3$  e' caratterizzato da una resistenza di uscita  $r_0 = 50\text{ k}\Omega$ .**



$$V_{dd} = +6\text{V} \quad -V_{ss} = -6\text{V}$$

$$C_{in} = 4.7\mu\text{F} \quad C = 200\text{pF}$$

$$R_1 = 170\text{k}\Omega \quad R_2 = 430\text{k}\Omega$$

$$R_a = 498\text{k}\Omega \quad R_b = 532\text{k}\Omega$$

$$R_c = 170\text{k}\Omega \quad R_d = 820\Omega$$

$$C_a = C_b = 47\mu\text{F}$$

$$V_{Tn} = |V_{Tp}| = 0.7\text{V}$$

$$k_{n1} = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} (W/L)_{n1} = 3\text{ mA/V}^2$$

$$|k_{p1}| = \frac{1}{2} \mu_p C_{ox} (W/L)_{p1} = 1\text{ mA/V}^2$$

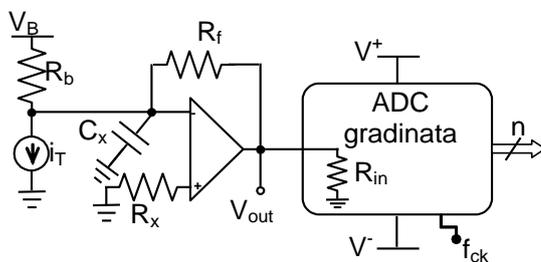
$$k_{n3} = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} (W/L)_{n3} = 1\text{ mA/V}^2$$

Fig. 2

- c) Tracciare il diagramma di Bode del modulo della funzione di trasferimento  $V_{out}(s)/V_{in}(s)$ , quotandone tutti i punti significativi, nelle ipotesi che il transistore  $M_3$  sia caratterizzato da una resistenza di uscita  $r_0 = 50\text{ k}\Omega$ .

### Esercizio 3

Si consideri la catena di acquisizione, mostrata in Fig. 3, per la misura della temperatura mediante un sensore AD590, in cui la relazione tra la corrente di uscita  $i_T(T)$  e la temperatura assoluta  $T$  e' data dalla relazione  $i_T(T) = \alpha T$  dove  $\alpha = 1\ \mu\text{A/K}$ , nell'intervallo di temperatura  $-55^\circ\text{C} - +150^\circ\text{C}$ . Il convertitore analogico digitale e' del tipo a gradinata.



$$V_B = +15\text{V}$$

$$V^+ = -V = 5\text{V}$$

$$R_{in} = 50\Omega$$

$$R_f = 100\text{ k}\Omega$$

$$C_x = 2.5\text{pF}$$

$$f_{ck} = 10\text{MHz}$$

$$n = 8\text{ bits}$$

Fig. 3

- a) **Determinare il valore della resistenza  $R_b$  che consenta di avere  $V_{out} = 0\text{V}$ , quando  $T = 0^\circ\text{C} = 273\text{K}$ . Determinare, quindi, la relazione tra la tensione di uscita e la temperatura in gradi centigradi, assumendo l'amplificatore operazionale ideale.**
- b) **Determinare il massimo ed il minimo valore di temperatura che possono essere correttamente misurati e la risoluzione minima ottenibile, assumendo che il sensore abbia una accuratezza e una precisione infinite.**
- c) Determinare il valore della resistenza  $R_x$  che garantisca di minimizzare l'effetto delle correnti di bias. Determinare, inoltre, il massimo offset ammissibile per le correnti di bias perche' l'effetto in uscita non pesi piu' di  $\text{LSB}/10$ .
- d) Determinare il margine di fase dello stadio a transimpedenza, se e' collegata una capacita'  $C = 1\text{pF}$  tra il morsetto invertente e l'uscita dell'amplificatore operazionale e l'amplificatore operazionale e' caratterizzato da un prodotto guadagno larghezza di banda  $GBWP = 10\text{ MHz}$ .