

Fondamenti di Elettronica - Ingegneria Elettronica – a.a. 2023/24

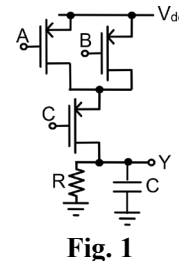
Primo appello – 15 luglio 2024

1. Riportare sulla prima pagina del foglio protocollo nome, cognome, numero di matricola, cod. persona, data, “Primo Appello”, numero totale di fogli consegnati.
2. Numerare tutti i fogli e riportare su ciascuno almeno nome, cognome, numero di matricola, cod. persona.
3. Scrivere con grafia leggibile e con la penna
4. Indicare chiaramente la domanda a cui si sta rispondendo. Ad esempio 1a)...
5. Risolvere per primi i punti in grassetto, perché ritenuti più facili. La durata della prova è 2.5 ore.
6. Non sono ammessi libri o appunti o altro materiale, eccetto la calcolatrice.

Esercizio 1

Si consideri il circuito logico riportato nella Fig. 1.

- a) **Determinare la funzione logica svolta dal circuito logico e disegnare la rete di pull-down da sostituire alla resistenza R per realizzare la corrispondente porta in tecnologia CMOS.**
- b) Determinare il tempo di transizione 20%-80% della tensione di uscita V_{out} nel circuito logico di Fig. 1 e nella corrispondente porta logica CMOS, a seguito della commutazione $A = B = C = 0 \rightarrow A = B = C = 1$.
- c) Determinare il valore logico ed il corrispondente valore analogico di V_{out} per $A = C = 1$ e $B = 0$ e per $A = B = C = 0$.

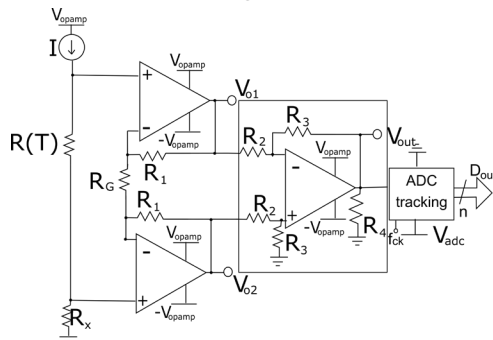


$$\begin{aligned}
 V_{dd} &= 2.7 \text{ V} \\
 R &= 4 \text{ k}\Omega \\
 C &= 4.2 \text{ pF} \\
 k_n &= 0.7 \text{ mA/V}^2 \\
 |k_p| &= 0.7 \text{ mA/V}^2 \\
 V_{Tn} &= - \\
 V_{Tp} &= 0.65 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Fig. 1

Esercizio 2

Si consideri la catena di acquisizione per la misura di temperatura tramite un sensore resistivo $R(T) = R_0 + \alpha T(^{\circ}\text{C})$ con $R_0 = 100\Omega$ e $\alpha = 0.39\Omega/^{\circ}\text{C}$, mostrata in Fig. 2. L'ADC sia del tipo *tracking*. Gli amplificatori operazionali saturino alle tensioni di alimentazione e I sia un generatore di corrente DC.



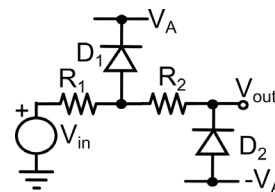
$$\begin{aligned}
 R_G &= 1 \text{ k}\Omega & R_x &= 1 \text{ k}\Omega \\
 R_1 &= 10 \text{ k}\Omega & I &= 100 \mu\text{A} \\
 R_2 &= 2 \text{ k}\Omega & V_{adc} &= -6 \text{ V} \\
 R_3 &= 20 \text{ k}\Omega & V_{opamp} &= 18 \text{ V} \\
 R_4 &= 1 \text{ k}\Omega & n &= 13 \text{ bits}
 \end{aligned}$$

Fig. 2

- a) **Determinare l'espressione letterale e con i coefficienti numerici della tensione V_{out} in funzione della temperatura T espressa in gradi centigradi ($^{\circ}\text{C}$).**
- b) Determinare la variazione di temperatura erroneamente misurata se tutti gli amplificatori operazionali sono caratterizzati da una tensione di *offset* pari a $\pm 0.2 \text{ mV}$.
- c) Con solo riferimento al circuito nel riquadro tratteggiato, determinarne il margine di fase, se fosse presente una capacità di carico pari a 80 pF in parallelo alla resistenza di carico R_4 e se l'amplificatore operazionale fosse caratterizzato da una resistenza di uscita ad anello aperto $r_0 = 10 \Omega$ e da un prodotto guadagno larghezza di banda $GBWP = 20 \text{ MHz}$.
- d) Determinare la minima frequenza di *clock* (f_{ck}) che possa garantire una risoluzione di 0.1°C e possa seguire una variazione di temperatura pari a 10°C/s per temperature nell'intervallo $[0^{\circ}\text{C}, 100^{\circ}\text{C}]$.

Esercizio 3

Si consideri il circuito riportato in Fig. 3. I diodi conducono quando sono polarizzati in diretta con una tensione ai loro capi pari a 0.7 V . V_{in} sia un generico segnale di tensione con valori che variano nell'intervallo $[-5 \text{ V}, +5 \text{ V}]$. **Tracciare, quotandone tutti i punti significativi, l'andamento della caratteristica di trasferimento statica V_{out} vs V_{in} . Si giustifichi la risposta.**



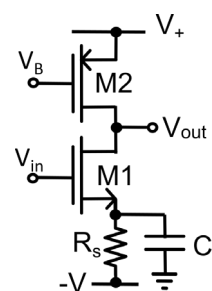
$$\begin{aligned}
 V_A &= 4 \text{ V} \\
 R_1 &= 4 \text{ k}\Omega \\
 R_2 &= 10 \text{ k}\Omega
 \end{aligned}$$

Fig. 3

Esercizio 4

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

- a) **Determinare la tensione V_B necessaria perché la transconduttanza del MOS M1 sia pari a 2 mS . 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.**
- b) 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, $r_0 = 100 \text{ k}\Omega$.



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

Fig. 4