

Fondamenti di Elettronica - Ingegneria Elettronica – a.a. 2024/25

Seconda prova in itinere bis– 11 luglio 2025

1. Riportare sulla prima pagina del foglio protocollo nome, cognome, numero di matricola, cod. persona, data, “seconda prova in itinere bis”, 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 riportato nella Fig. 1. Gli amplificatori operazionali saturano alle tensioni di alimentazione. V_{in} sia un generatore ideale di tensione che eroga segnali ad onda quadra, con ampiezza $A = 100\text{ mV}$ e periodo $T = 1\text{ ms}$, duty cycle 50% e valor medio 50 mV . V_A e V_B siano generatori di tensione DC.

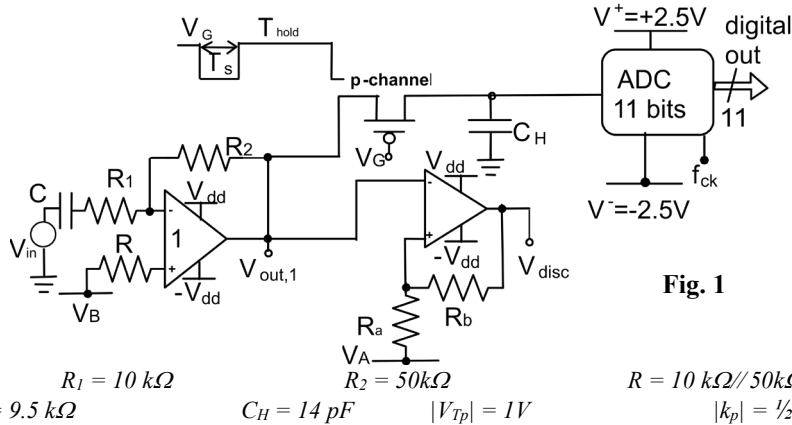


Fig. 1

$$\begin{array}{llll}
 V_{dd} = +2.5\text{ V} & R_1 = 10\text{ k}\Omega & R = 10\text{ k}\Omega // 50\text{ k}\Omega & C = 100\text{ pF} \\
 R_a = 0.5\text{ k}\Omega & R_b = 9.5\text{ k}\Omega & R_2 = 50\text{ k}\Omega & |k_p| = \frac{1}{2}\mu_p C_{ox}(W/L) = 8\text{ mA/V}^2 \\
 C_H = 14\text{ pF} & |V_{Tp}| = 1\text{ V} & &
 \end{array}$$

- a. **Tracciare il diagramma temporale dell'andamento della tensione di uscita ideale $V_{out,1}(t)$, quotandone tutti i punti significativi, assumendo $V_B = 0\text{ V}$.**
- b. **Determinare il valore ottimale della tensione V_B per sfruttare al meglio la dinamica dell'ADC.**
- c. **Determinare il valore che deve assumere la tensione V_A per poter discriminare il superamento di 300 mV in ingresso al trigger di Schmitt ed il massimo rumore che può essere sovrapposto al segnale in ingresso al trigger per evitare eccessive commutazioni spurie. Si facciano le dovute approssimazioni.**
- d. **Determinare i valori limite della tensione di comando che deve essere applicata all'elettrodo di gate del transistor $p\text{MOS}$ per garantire una resistenza $R_{ds,off}$ idealmente infinita nella fase di *Hold* e una resistenza $R_{ds,on}$ non superiore a $10\ \Omega$ nella fase di *Sample*, assumendo segnali di massima dinamica.**
- e. **Determinare il minimo valore dell'ampiezza del segnale in ingresso all'ADC che consenta di far commutare la parola digitale in uscita, se l'ADC ha un $SNR = SNR_{ideale} - 7\text{ dB}$.**
- f. **Determinare la frequenza di clock minima perché la catena di acquisizione sia in grado di digitalizzare correttamente segnali sinusoidali di frequenza compresa nell'intervallo $[10\text{ kHz} - 200\text{ kHz}]$, se l'ADC è ad approssimazioni successive. Si assuma il minimo tempo di *Sample* pari a un colpo di clock.**
- g. **Determinare il margine di fase del primo stadio, se l'amplificatore operazionale 1 è caratterizzato da un prodotto guadagno larghezza di banda $GBWP = 90\text{ MHz}$.**
- h. **Determinare il massimo valore della tensione di offset dell'amplificatore operazionale 1, perché l'effetto sull'uscita sia minore di 1 LSB .**
- i. **Calcolare il massimo valore di capacità di *Hold* che consenta di avere un errore minore di 1 LSB se la minima resistenza che l'amplificatore operazionale 1 può pilotare, con segnali di massima dinamica, è $100\ \Omega$ e il tempo di *Sample* è pari a 200 ns .**
- j. **Determinare il minimo valore della resistenza di ingresso dell'ADC, supposto a gradinata, perché il sistema possa funzionare con una frequenza di clock non inferiore a 10 MHz .**

Fondamenti di Elettronica - Ingegneria Elettronica – a.a. 2024/25

Appello Zero bis– 11 luglio 2025

1. Riportare sulla prima pagina del foglio protocollo nome, cognome, numero di matricola, cod. persona, data, “Appello Zero bis”, 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 riportato nella Fig. 1. Gli amplificatori operazionali saturano alle tensioni di alimentazione. V_{in} sia un generatore ideale di tensione che eroga segnali ad onda quadra, con ampiezza $A = 100\text{ mV}$ e periodo $T = 1\text{ ms}$, duty cycle 50% e valor medio 50 mV . V_A e V_B siano generatori di tensione DC.

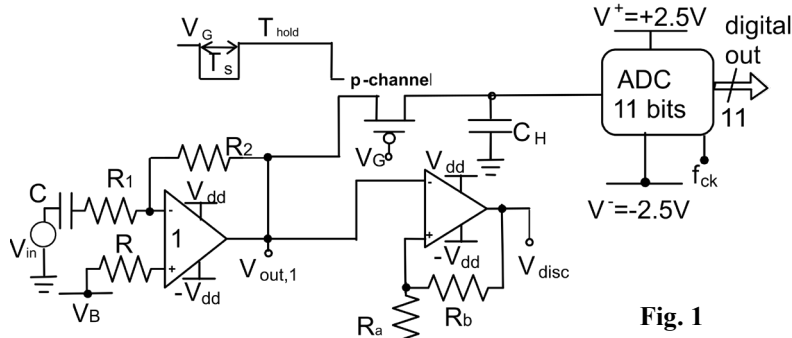


Fig. 1

$$\begin{aligned}
 V_{dd} &= +2.5\text{ V} & R_1 &= 10\text{ k}\Omega & R &= 10\text{ k}\Omega // 50\text{ k}\Omega & C &= 100\text{ pF} \\
 R_a &= 0.5\text{ k}\Omega & R_b &= 9.5\text{ k}\Omega & R_2 &= 50\text{ k}\Omega & |k_p| &= \frac{1}{2}\mu_p C_{ox}(W/L) = 8\text{ mA/V}^2 \\
 C_H &= 14\text{ pF} & |V_{Tp}| &= 1\text{ V}
 \end{aligned}$$

- a) **Tracciare il diagramma temporale dell'andamento della tensione di uscita ideale $V_{out,1}(t)$, quotandone tutti i punti significativi, assumendo $V_B = 0\text{ V}$.**
- b) **Determinare il valore ottimale della tensione V_B per sfruttare al meglio la dinamica dell'ADC.**
- c) Determinare il valore che deve assumere la tensione V_A per poter discriminare il superamento di 300 mV in ingresso al trigger di Schmitt ed il massimo rumore che può essere sovrapposto al segnale in ingresso al trigger per evitare eccessive commutazioni spurie. Si facciano le dovute approssimazioni.
- d) Determinare il margine di fase del primo stadio, se l'amplificatore operazionale 1 è caratterizzato da un prodotto guadagno larghezza di banda $GBWP = 90\text{ MHz}$.
- e) Calcolare il massimo valore di capacità di Hold che consenta di avere un errore minore di 1 LSB se la minima resistenza che l'amplificatore operazionale 1 può pilotare, con segnali di massima dinamica, è $100\ \Omega$ e il tempo di Sample è pari a 200 ns .

Esercizio 2

Si consideri il circuito a MOSFET riportato nella Fig. 2, in cui i_{in} è un generatore di corrente di piccolo segnale.

- a) **Determinare la polarizzazione del circuito (tensioni a tutti i nodi e correnti in tutti i rami).**
- b) **Determinare l'espressione ed il valore del trasferimento di piccolo segnale v_{out}/i_{in} a bassa frequenza, assumendo che il transistor sia caratterizzato da una resistenza di uscita r_0 infinita.**
- c) Tracciare il diagramma di Bode del trasferimento di piccolo segnale v_{out}/i_{in} , assumendo $r_0 = \infty$.
- d) Determinare la massima ampiezza di un segnale sinusoidale in uscita dall'amplificatore che ne consenta il corretto funzionamento.

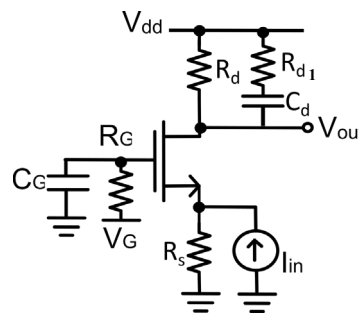
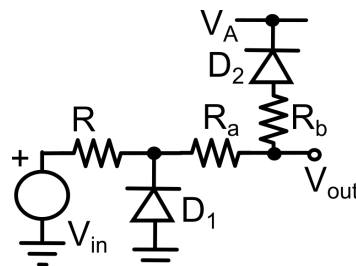


Fig. 2

$$\begin{aligned}
 k_n &= \frac{1}{2}\mu_n C_{ox}(W/L) = 1\text{ mA/V}^2 \\
 V_{Tn} &= 1\text{ V} \\
 V_{dd} &= 10\text{ V} \\
 V_G &= 3\text{ V} \\
 C &= 100\text{ nF} \\
 C_G &= 10\ \mu\text{F} \\
 R_s &= 1\text{ k}\Omega \\
 R_G &= 100\text{ k}\Omega \\
 R_d &= 6\text{ k}\Omega \\
 R_{d1} &= 4\text{ k}\Omega
 \end{aligned}$$

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 e vanno in breakdown se la tensione inversa ai loro capi in modulo supera i 9 V . V_{in} è un segnale di tensione con andamento sinusoidale di ampiezza 8 V e frequenza 100 Hz . **Disegnare in un diagramma, quotandone tutti i punti significativi, l'andamento temporale della tensione di uscita, V_{out} .** Si giustifichi la risposta.



$$\begin{aligned}
 R_a &= R_b = 2\text{ k}\Omega \\
 R &= 4\text{ k}\Omega \\
 V_A &= +4\text{ V}
 \end{aligned}$$

Fig. 3