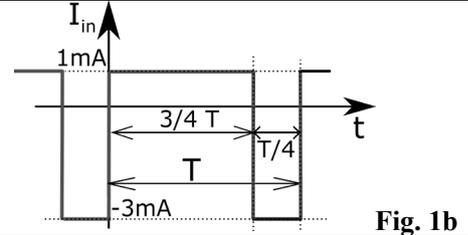
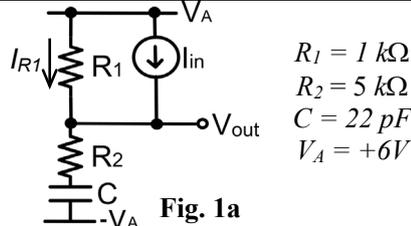


1. Riportare sulla prima pagina del foglio protocollo nome, cognome, numero di matricola, data, “1^a prova in itinere”, numero totale di fogli consegnati.
2. Numerare tutti i fogli e riportare su ciascuno almeno nome, cognome e numero di matricola.
3. Scrivere con grafia leggibile e con la penna.
4.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

ESERCIZIO 0 - DA RISOLVERE OBBLIGATORIAMENTE IN MANIERA ESATTA (pena la non correzione dei restanti esercizi)

Si consideri il circuito riportato nella Fig. 1a. Determinare la costante di tempo del circuito ed il valore medio della corrente che attraversa R_1 , quando in ingresso e' applicato il segnale (periodico) mostrato in Fig. 1b, se $T = 4 \mu s$.



Esercizio 1

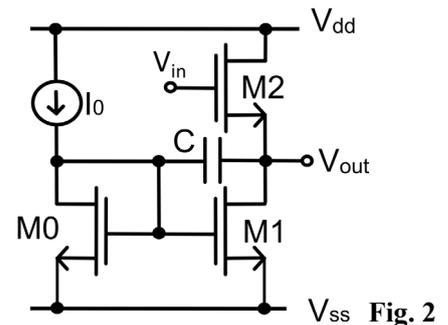
Si consideri nuovamente il circuito riportato nella Fig. 1a.

- a) Disegnare in un diagramma temporale, quotandone tutti i punti significativi, l'andamento della corrente che attraversa R_1 , quando in ingresso e' applicato il segnale di Fig. 1b. (periodico), se $T = 4 \mu s$. Si giustifichi la risposta.
- b) Disegnare in un diagramma temporale, quotandone tutti i punti significativi, l'andamento della tensione $V_{out}(t)$ quando in ingresso e' applicato il segnale di Fig. 1b. (periodico), se $T = 880 \text{ ns}$. Si assuma il circuito a regime e si giustifichi la risposta.

Esercizio 2

Si consideri il circuito a MOSFET riportato nella Fig. 2, in cui v_{in} e' un generatore di tensione di piccolo segnale ed I_0 un generatore di corrente DC.

- 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 guadagno di piccolo segnale v_{out}/v_{in} a bassa frequenza (capacita' circuito aperto), assumendo che i transistori siano caratterizzati da una resistenza di uscita $r_0 = 100 \text{ k}\Omega$.
- c) Determinare le singularita' introdotte dalla capacita' nel trasferimento di piccolo segnale v_{out}/v_{in} , assumendo $r_0 = 100 \text{ k}\Omega$ per tutti i transistori.
- d) Determinare l'espressione ed il valore della tensione di uscita v_{out} , assumendo che i transistori siano caratterizzati da una resistenza di uscita $r_0 = 100 \text{ k}\Omega$, se alla corrente I_0 e' sovrapposto un disturbo di ampiezza $10 \mu A$ e frequenza 50 Hz .

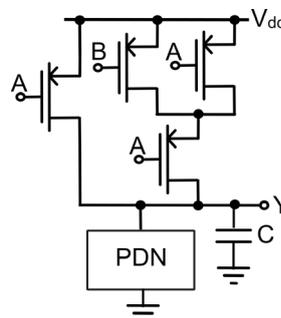


$\frac{1}{2} \mu_n C_{ox} = 80 \mu A/V^2$ $V_{Tn} = 0.6 \text{ V}$
 $(W/L)_0 = 1$ $(W/L)_1 = (W/L)_2 = 3$
 $V_{dd} = 2 \text{ V}$ $V_{ss} = -5 \text{ V}$
 $I_0 = 320 \mu A$ $C = 4.7 \text{ pF}$

Esercizio 3

Si consideri la porta logica in tecnologia CMOS mostrata in Fig. 3, di cui e' disegnata la rete di pull-up.

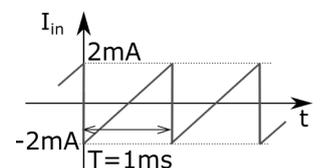
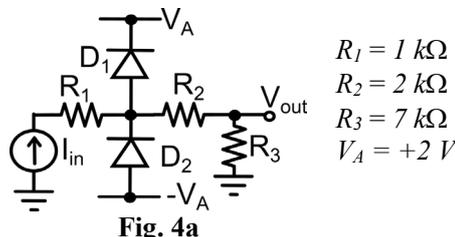
- a) Disegnare la porta logica complessa in tecnologia CMOS, esplicitando la rete di pull-up e la rete di pull down, che svolga tale funzione logica in forma minima. Si giustifichino le scelte effettuate.
- b) Determinare il rapporto tra il tempo di commutazione relativo alla transizione di A da 1 a 0 con $B = 1$, della porta in forma minima e quello della porta originale, disegnata in Fig. 3.



$V_{dd} = 1.7 \text{ V}$
 $\frac{1}{2} \mu_n C_{ox} (W/L)_n = 200 \mu A/V^2$
 $\frac{1}{2} \mu_p C_{ox} (W/L)_p = 100 \mu A/V^2$
 $|V_{Tp}| = V_{Tn} = 0.6 \text{ V}$
 $C = 580 \text{ fF}$

Esercizio 4

Si consideri il circuito riportato in Fig. 4a. I diodi conducono quando sono polarizzati in diretta con una tensione ai loro capi pari a 0.7 V . I_{in} e' un segnale di corrente con l'andamento mostrato in Fig. 4b. Tracciare in un diagramma, quotandone tutti i punti significativi, l'andamento della tensione di uscita. Si giustifichi la risposta.



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

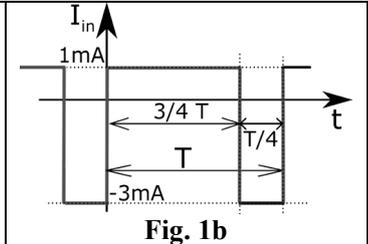
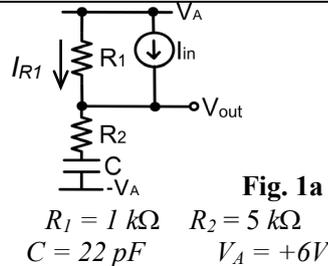
Appello Straordinario – 15 aprile 2024

1. Riportare sulla prima pagina del foglio protocollo nome, cognome, numero di matricola, data, “Appello Straordinario”, numero totale di fogli consegnati.
2. Numerare tutti i fogli e riportare su ciascuno almeno nome, cognome e numero di matricola.
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. La durata della prova e' 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. 1a.

- a) **Disegnare in un diagramma temporale, quotandone tutti i punti significativi, l'andamento della corrente che attraversa R_1 , quando in ingresso e' applicato il segnale di Fig. 1b. (periodico), se $T = 4 \mu s$. Si giustifichi la risposta.**
- b) Disegnare in un diagramma temporale, quotandone tutti i punti significativi, l'andamento della tensione $V_{out}(t)$ quando in ingresso e' applicato il segnale di Fig. 1b. (periodico), se $T = 880 ns$. Si assuma il circuito a regime e si giustifichi la risposta.



c)

Esercizio 2

Si consideri il circuito a MOSFET riportato nella Fig. 2, in cui v_{in} e' un generatore di tensione di piccolo segnale ed I_0 un generatore di corrente DC.

- 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 guadagno di piccolo segnale v_{out}/v_{in} a bassa frequenza (capacita' circuito aperto), assumendo che i transistori siano caratterizzati da una resistenza di uscita $r_0 = 100 \text{ k}\Omega$.**
- c) Tracciare il diagramma di Bode del modulo del trasferimento di piccolo segnale v_{out}/v_{in} , assumendo $r_0 = 100 \text{ k}\Omega$ per tutti i transistori.
- d) Determinare l'espressione ed il valore della tensione di uscita v_{out} , assumendo che i transistori siano caratterizzati da una resistenza di uscita $r_0 = 100 \text{ k}\Omega$, se alla corrente I_0 e' sovrapposto un disturbo di ampiezza $10 \mu A$ e frequenza 50 Hz .

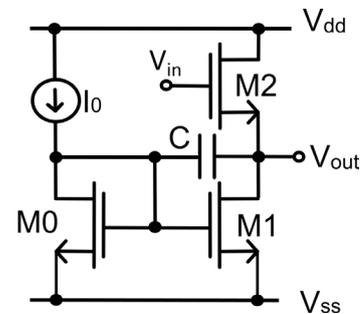


Fig. 2
 $\frac{1}{2} \mu_n C_{ox} = 80 \mu A/V^2$ $V_{Tn} = 0.6 V$
 $(W/L)_0 = 1$ $(W/L)_1 = (W/L)_2 = 3$
 $V_{dd} = 2 V$ $V_{ss} = -5 V$
 $I_0 = 320 \mu A$ $C = 4.7 \text{ pF}$

Esercizio 3

Si consideri la catena di acquisizione riportata nella Fig. 3. L'amplificatore operazionale saturi alle tensioni di alimentazione, V_{in} sia un generatore di tensione di segnale sinusoidale con ampiezza massima 100 mV . I diodi D_1 e D_2 sono diodi di protezione per l'ADC. Il convertitore analogico digitale sia del tipo a gradinata con un numero n di bits.

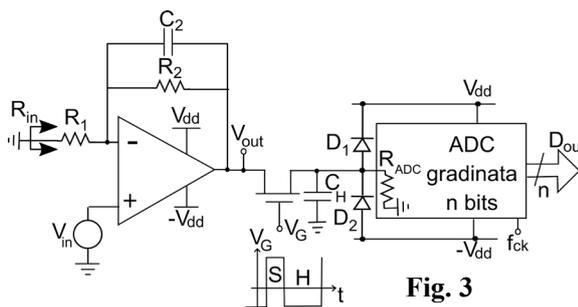


Fig. 3
 $V_{dd} = 5 V$
 $R_1 = 250 \Omega$
 $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$
 $C_2 = 22 \text{ pF}$
 $f_{ck} = 1 \text{ MHz}$
 $C_H = 0.5 \text{ nF}$
 $k_n = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} (W/L) = 4 \text{ mA/V}^2$
 $V_{Tn} = 1 V$
 $n = 13 \text{ bits}$

- a) **Determinare l'espressione ed il valore del trasferimento ideale V_{out}/V_{in} a bassa frequenza ed il minimo valore del guadagno ad anello aperto A_0 che l'amplificatore operazionale deve possedere perche' il guadagno reale sia pari ad almeno il 99.99% del guadagno ideale. Si determini, quindi, la risoluzione in ingresso ottenibile, assumendo l'amplificatore operazionale ideale.**
- b) **Determinare le tensioni di comando limite per il transistore nMOS del circuito di Sample&Hold, rispettivamente nella fase di Sample e di Hold, assumendo l'amplificatore operazionale ideale.**
- c) Nelle ipotesi che i diodi D_1 e D_2 siano caratterizzati da una corrente inversa (di leakage) pari a 200 nA , indipendente dalla tensione inversa ai loro capi, determinare il minimo valore che deve assumere la resistenza di ingresso dell'ADC per garantire la corretta conversione.
- d) Determinare il margine di fase dello stadio amplificatore, se l'amplificatore operazionale e' caratterizzato da un prodotto guadagno-larghezza di banda pari a 15 MHz (A_0 e f_0 non sono noti separatamente).
- e) Determinare l'espressione ed il valore della resistenza R_{in} , se l'amplificatore operazionale e' caratterizzato da una resistenza di ingresso differenziale pari a $2.5 \text{ M}\Omega$ e da un guadagno ad anello aperto $A_0 = 85 \text{ dB}$.