

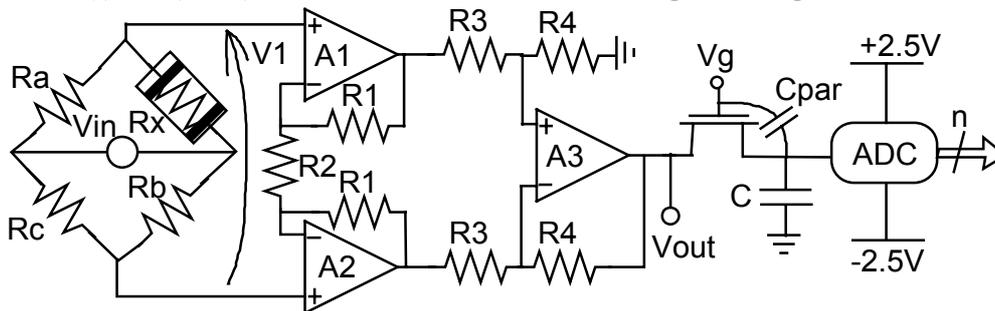
Indicare chiaramente la domanda a cui si sta rispondendo. Ad esempio 1a) ...

Risolvere obbligatoriamente i punti in grassetto

Esercizio 1

Si consideri la seguente catena per la misura della temperatura basata sul sensore resistivo R_x che mostra una resistenza di 100Ω a temperatura pari a 0°C e una variazione di resistenza di $0.384\Omega/^\circ\text{C}$.

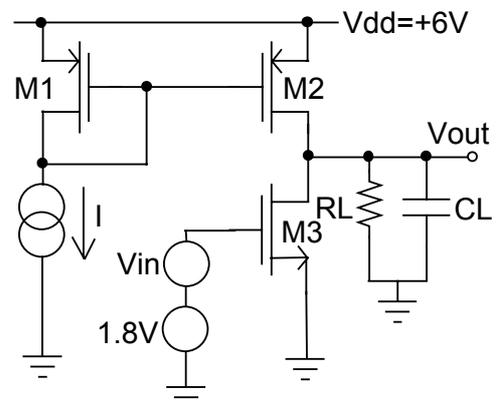
- a) **Determinare la relazione che lega la tensione V_1 alla variazione di temperatura ($V_1=V_1(\Delta T)$).**
- b) **Determinare la relazione che lega la tensione V_{out} alla variazione di temperatura ($V_{out}=V_{out}(\Delta T)$).**
- c) **Determinare il numero di bit minimo richiesto all'ADC per poter rilevare variazioni di temperatura di 1°C nell'intervallo $-25^\circ\text{C} - +50^\circ\text{C}$.**
- d) Se l'amplificatore operazionale A_3 presenta una tensione di *offset* di 25mV determinare l'errore massimo in gradi che si commette nella misura della temperatura, nell'intervallo $-25^\circ\text{C} - +50^\circ\text{C}$.
- e) Assumendo $C_{par}=2\text{pF}$, si calcoli l'errore espresso in LSB causato dall'iniezione di carica sulla capacita' C per effetto del comando V_g al *gate* pari a 10V .
- f) Assumendo che gli amplificatori operazionali A_1 e A_2 abbiano un guadagno ad anello aperto del tipo $A(s)=A_0/(1+s\tau_0)$ determinare l'effettiva banda dell'amplificatore per strumentazione.



- $V_{in}=2\text{V}$
- $R_a=R_b=R_c=100\Omega$
- $R_1=2\text{k}\Omega$
- $R_2=1\text{k}\Omega$
- $R_3=4\text{k}\Omega$
- $R_4=20\text{k}\Omega$
- $C=3.3\text{nF}$
- $A_0=90\text{dB}$
- $\tau_0=50\text{ms}$

Esercizio 2

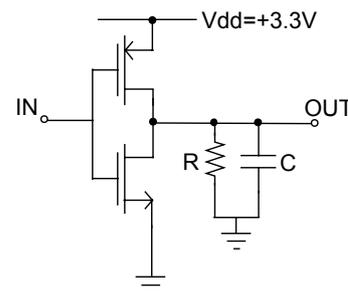
- a) **Determinare la polarizzazione del circuito (tensioni a tutti i nodi e correnti in tutti i rami).**
- b) **Determinare il guadagno di piccolo segnale v_{out}/v_{in} a bassa frequenza (C_L aperta).**
- c) Determinare il guadagno di piccolo segnale v_{out}/v_{in} a bassa frequenza (C_L aperta) nel caso in cui i transistori M_2 ed M_3 abbiano una resistenza di uscita finita $r_0=50\text{ k}\Omega$.
- d) Disegnare in un diagramma temporale, quotando tutti i punti significativi, la tensione di uscita $V_{out}(t)$ (segnale + polarizzazione) quando e' applicato in ingresso un gradino di tensione positivo di ampiezza 50 mV (si consideri $r_0=\infty$).
- e) Dimensionare il valore della resistenza R da sostituire al generatore di corrente I perche' non cambi la polarizzazione dello stadio.
- f) Nelle ipotesi di realizzare la resistenza R in tecnologia integrata, avendo a disposizione un'impiantazione di Boro (drogante di tipo p) con dose pari a $D=5 \times 10^{13}\text{ cm}^{-2}$, determinare il numero di quadri da cui deve essere costituita la resistenza. ($\mu_p=400\text{ cm}^2/(\text{Vs})$)



- $R_L=12\text{k}\Omega$
- $\frac{1}{2}\mu_n C_{ox}=0.1\text{mA/V}^2$
- $\frac{1}{2}\mu_p C_{ox}=0.025\text{mA/V}^2$
- $|V_{Tp}|=V_{Tn}=0.8\text{V}$
- $I=0.6\text{mA}$
- $C_L=47\text{pF}$
- $(W/L)_n=3$
- $(W/L)_p=24$
- $r_0=\infty$

Esercizio 3

- a) **Determinare a che tensione si porta l'uscita quando l'ingresso IN e' al livello logico basso.**
- b) **Determinare in che regione di funzionamento si trovano i due transistori MOSFET quando l'ingresso IN e' rispettivamente al livello logico alto e al livello logico basso.**
- c) Il segnale OUT puo' essere impiegato per pilotare un inverter che presenti due transistori identici a questi? Motivare la risposta. *Suggerimento: si calcoli la soglia di commutazione di questa famiglia di inverter.*



- $|V_{Tp}|=V_{Tn}=0.5\text{V}$
- $k_n=0.4\text{mA/V}^2$
- $k_p=0.16\text{mA/V}^2$
- $C=10\text{pF}$
- $R=200\Omega$