

## FONDAMENTI DI ELETTRONICA – INGEGNERIA BIOMEDICA

Il tempo a disposizione è 2 ore e 30 minuti.

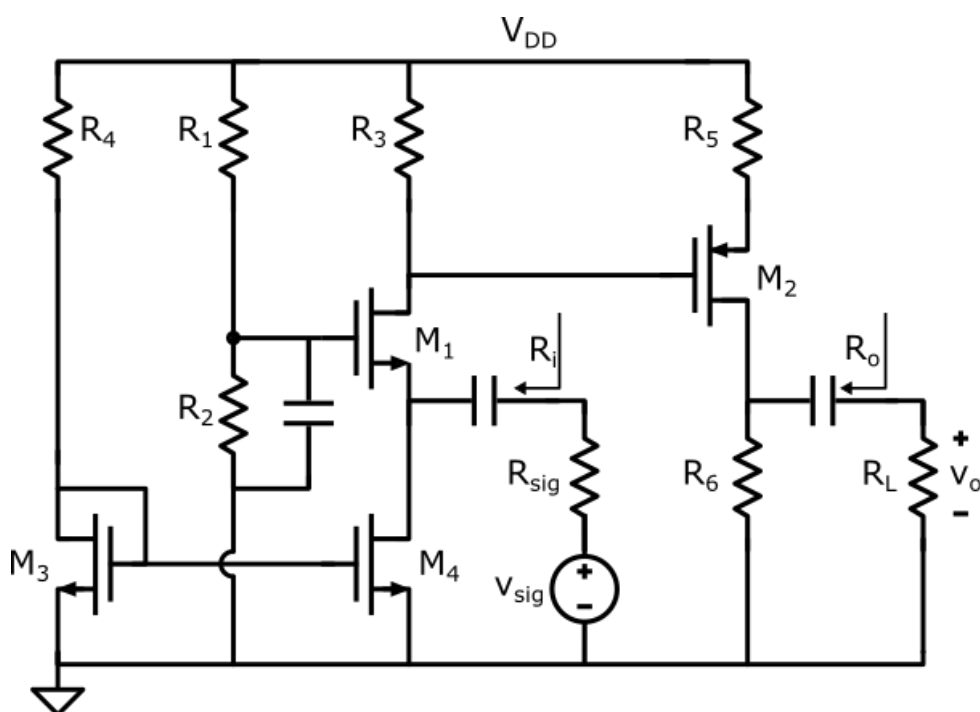
### PROBLEMA P1

Dato il circuito riportato nella figura sottostante, determinare:

- 1) il valore delle resistenze  $R_4$  e  $R_5$  in modo che le correnti di drain di  $M_1$  e  $M_2$  valgano rispettivamente  $I_{D1} = 1 \text{ mA}$  e  $I_{D2} = 5 \text{ mA}$ ;
- 2) il punto di lavoro dei transistor  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  e  $M_4$ ;
- 3) il guadagno di tensione ai piccoli segnali ac  $A_v = v_o/v_{sig}$ ;
- 4) le resistenze di ingresso e uscita ai piccoli segnali ac  $R_i$  e  $R_o$ .

Dati:  $V_{DD}=15 \text{ V}$ ,  $R_1=400 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2=200 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3=5 \text{ k}\Omega$ ,  $R_6=1.5 \text{ k}\Omega$ ,  $R_L=6 \text{ k}\Omega$ ,  $R_{sig}=500 \Omega$ ,

$M_{1,3,4}$ :  $k_n=2 \text{ mA/V}^2$ ,  $V_{tn}=1 \text{ V}$ ,  $\lambda_n=0 \text{ V}^{-1}$ ,  $M_2$ :  $k_p=10 \text{ mA/V}^2$ ,  $V_{tp}=-1 \text{ V}$ ,  $\lambda_p=0 \text{ V}^{-1}$



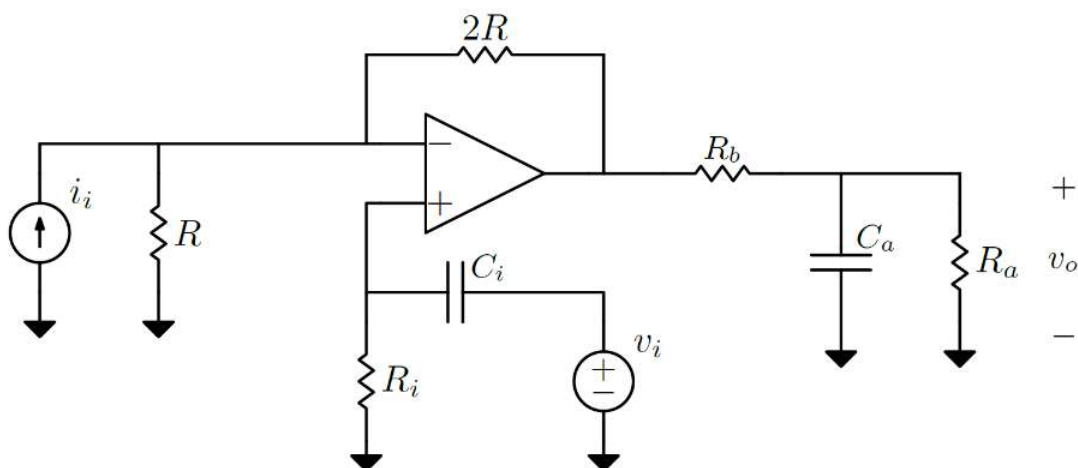
### PROBLEMA P2

Dato il circuito riportato in figura sottostante, che utilizza un amplificatore operazionale **ideale**:

- 1) Posto  $i_i = 0$ , ricavare l'espressione del guadagno di tensione  $A_v(s) = v_o/v_i$ .
- 2) Tracciare il diagramma di Bode asintotico di ampiezza e fase di  $A_v(s)$ .
- 3) Posto  $V_i = 5 \text{ V}$  ed  $I_i = 2 \text{ mA}$ , calcolare il valore di  $V_o$ .

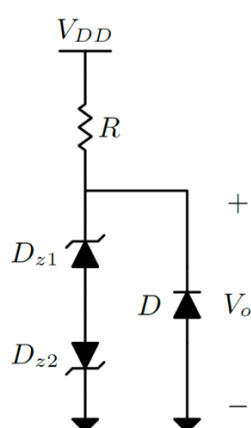
**Dati:**  $R = 4.7 \text{ k}\Omega$ ,  $R_i = 50 \text{ k}\Omega$ ,  $R_a = R_b = 100 \Omega$ ,  $C_i = 4 \text{ nF}$ ,  $C_a = 40 \text{ nF}$

(prosegue sul retro →)



### PROBLEMA Q1

Dato il circuito riportato nella figura sottostante, si calcoli il valore della tensione  $V_o$ , giustificando chiaramente la risposta.



Dati:

$$V_{DD} = 12 \text{ V}$$

$$R = 580 \, \Omega$$

$$D_{z1}, D_{z2}: \quad V_{z0} = 5.6 \text{ V}, r_z = 0 \, \Omega, V_{D,on} = 0.6 \text{ V}$$

$$D: \quad V_{D,on} = 0.6 \text{ V}$$

### ESERCIZIO Q2

Il circuito di figura impiega un amplificatore operazionale ideale. Determinare la potenza erogata dal generatore di tensione  $V_{IN}$  e la potenza erogata dall'amplificatore operazionale. Calcolare l'effetto di una tensione di offset pari a 5 mV sulla  $V_o$ .

Dati:  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 4 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 3 \text{ k}\Omega$ ,  $R_L = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $V_{IN} = 5 \text{ V}$ ,

