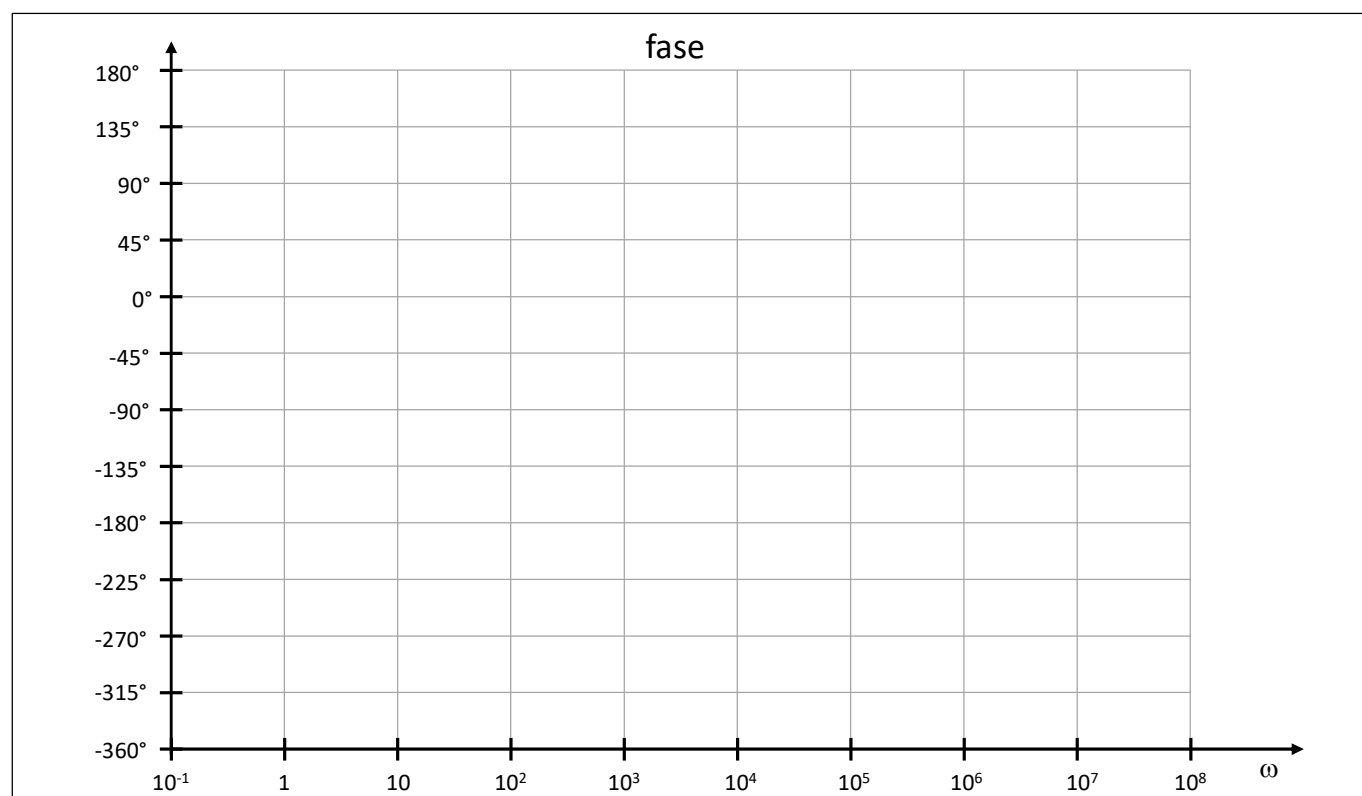
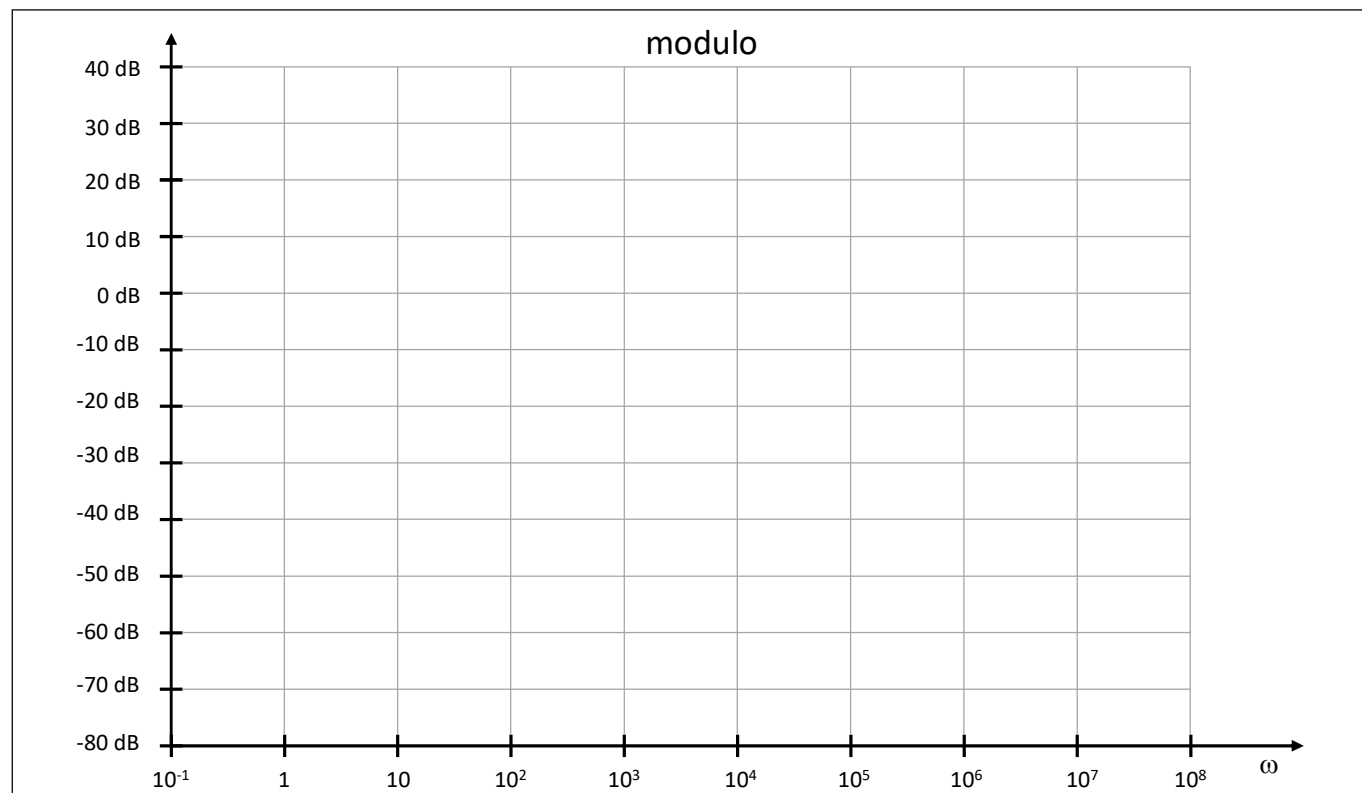


$W(s) =$

In entrambi i grafici indicare:

- a fianco di ogni punto della spezzata il corrispondente valore (in dB o gradi)
- a fianco di ogni segmento con pendenza non nulla il corrispondente valore di pendenza (in dB/dec o gradi/decade)







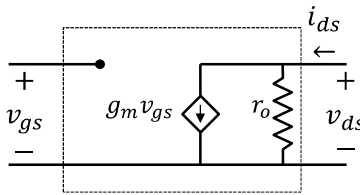
Fondamenti di elettronica

Corso di laurea in Ingegneria Biomedica

secondo appello - 15/07/2024 - A (0)

DA LEGGERE CON ATTENZIONE PRIMA DI INIZIARE LA PROVA

- 1) Verificare che nome e cognome siano corretti. Scrivere cognome e nome anche su tutti i fogli protocollo
- 2) Bisogna consegnare il testo del compito anche in caso di ritiro
- 3) Risposte non chiare o non adeguatamente giustificate saranno penalizzate
- 4) Nei conti e nei risultati, i valori numerici **DEVONO** essere accompagnati dalla **relativa unità di misura**. I risultati senza unità di misura saranno considerati sbagliati.
- 5) L'elaborato deve essere scritto e consegnato in **forma ORDINATA e COMPRENSIBILE**.
- 6) Il tempo a disposizione è di 2 ore

NMOSFET		PMOSFET	
			
E-nMOSFET $V_{TN} > 0$	D-nMOSFET $V_{TN} < 0$	E-pMOSFET $V_{TP} < 0$	D-pMOSFET $V_{TP} > 0$
Zona di saturazione			
$I_{DS} = \frac{k_n}{2} (V_{GS} - V_{TN})^2$ Condizioni: $V_{GS} > V_{TN}$ e $V_{DS} > V_{GS} - V_{TN}$		$I_{DS} = \frac{k_p}{2} (V_{GS} - V_{TP})^2$ Condizioni: $V_{GS} < V_{TP}$ e $V_{DS} < V_{GS} - V_{TP}$	
Zona lineare o triodo			
$I_{DS} = k_n \left(V_{GS} - V_{TN} - \frac{V_{DS}}{2} \right) V_{DS}$ Condizioni: $V_{GS} > V_{TN}$ e $V_{DS} < V_{GS} - V_{TN}$		$I_{DS} = k_p \left(V_{GS} - V_{TP} - \frac{V_{DS}}{2} \right) V_{DS}$ Condizioni: $V_{GS} < V_{TP}$ e $V_{DS} > V_{GS} - V_{TP}$	
Zona di interdizione			
$I_{DS} = 0$ Condizioni: $V_{GS} < V_{TN}$		$I_{DS} = 0$ Condizioni: $V_{GS} > V_{TP}$	
Modello ai piccoli segnali (in saturazione)			
			
$g_m = \frac{k_n (V_{GS} - V_{TN})}{2}$ $r_o = \frac{1}{k_n (V_{GS} - V_{TN})^2 \lambda_n}$		$g_m = -\frac{k_p (V_{GS} - V_{TP})}{2}$ $r_o = \frac{1}{k_p (V_{GS} - V_{TP})^2 \lambda_p}$	

Problema 1

Dato il circuito amplificatore in figura di cui sono noti:

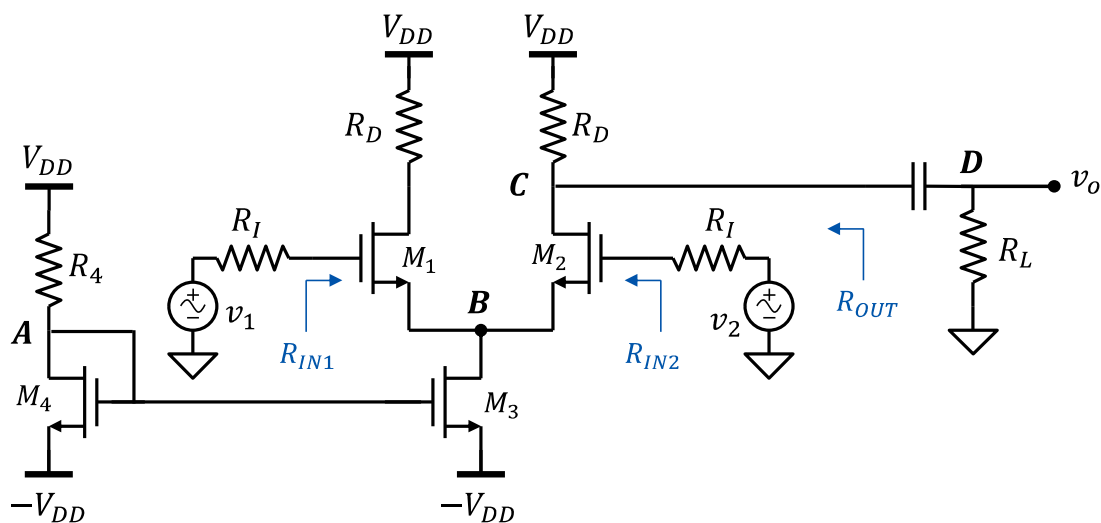
- I parametri dei MOSFET:
 - M_1 e M_2 : $k_1 = k_2 = 2\text{mA/V}^2$,
 - M_3 : $k_3 = 1\text{mA/V}^2$,
 - M_4 : $k_4 = 4\text{mA/V}^2$,
 - $V_{TN} = 2\text{V}$ per tutti i MOS
 - M_3 ha $\lambda_3 = 0.01\text{V}^{-1}$ (trascurare λ per tutti gli altri MOSFET)
- I valori delle resistenze: $R_i = 1\text{k}\Omega$, $R_L = 24\text{k}\Omega$, $R_D = 8\text{k}\Omega$.
- La tensione di alimentazione: $V_{DD} = 10\text{V}$

Dato il circuito in figura, sapendo che la tensione gate-source di M_4 è $V_{GS4} = 4\text{V}$, calcolare:

- 1) Il valore della resistenza R_4 e la corrente attraverso M_4 .
- 2) Il punto di polarizzazione di M_1 , M_2 e M_3 .
- 3) I potenziali dei nodi A, B, C, e D in condizioni DC. (Riportare i valori nello spazio sotto la figura)
- 4) Disegnare il modello ai piccoli segnali e calcolare le transconduttanze di M_1 e M_2 .

Dall'analisi ai piccoli segnali, calcolare:

- 5) Le resistenze di ingresso (R_{IN} e di uscita R_{OUT}) come evidenziate nel circuito.
- 6) Il guadagno di tensione di modo differenziale rispetto al segnale $v_1 - v_2$.
- 7) Il guadagno di tensione di modo comune
- 8) Il CMRR



$V_A = \dots\dots\dots$; $V_B = \dots\dots\dots$; $V_C = \dots\dots\dots$; $V_D = \dots\dots\dots$

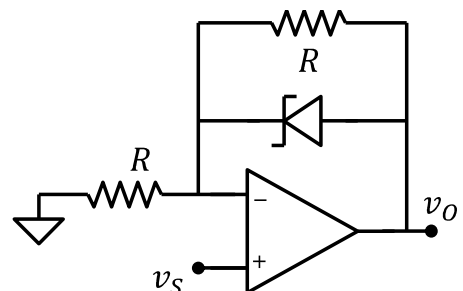
Problema 2

Dato il circuito in figura, realizzato con un amplificatore operazionale e un diodo zener ($V_{ON} = 0\text{V}$ e $V_Z = 4\text{V}$). Assumendo l'operazionale ideale e $R = 10\text{k}\Omega$:

1. Tracciare la transcaratteristica di v_O in funzione di v_S e riportarla nel grafico sulla pagina seguente.
2. Calcolare la tensione v_O , la corrente i_D attraverso il diodo e la tensione v_D ai capi del diodo con $v_S = -8\text{V}$.

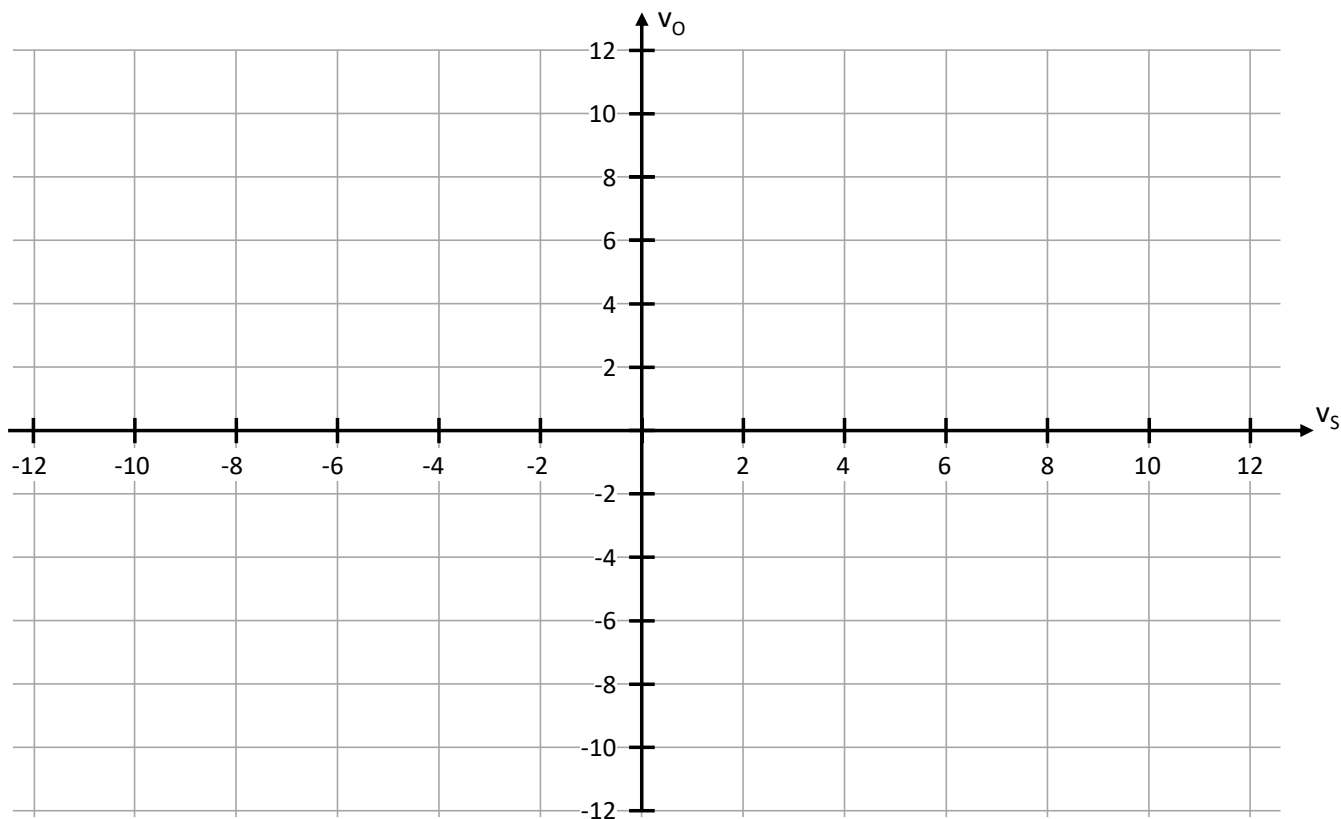
Assumiamo ora l'operazionale reale con tensione di offset $V_{OS} = -20\text{mV}$, correnti di bias $I_{BN} = 1\mu\text{A}$, $I_{BP} = 0.5\mu\text{A}$ e $\text{CMRR} = 100$:

3. Calcolare la tensione di uscita con $v_S = -1\text{V}$



A fianco di ciascun punto di spezzamento indicare i valori di tensione v_S e v_O corrispondenti.

A fianco di ciascun segmento indicare il valore della pendenza (dv_O/dv_S) e la regione di funzionamento dei diodi.



Problema 3

DATI: $R_1 = 2\text{k}\Omega$, $C_1 = 5\mu\text{F}$, $R_2 = 20\text{k}\Omega$, $C_2 = 0.5\text{nF}$, $R_3 = 1\text{k}\Omega$, $C_3 = 1\mu\text{F}$, $R_4 = 10\text{k}\Omega$, $C_4 = 1\text{nF}$

Dato il filtro in figure.

1. Trovare la funzione di trasferimento (riportare l'espressione della funzione di trasferimento nella scheda della quarta pagina)
2. Tracciare i diagrammi di bode asintotici di modulo e fase (usando i grafici in quarta pagina).

