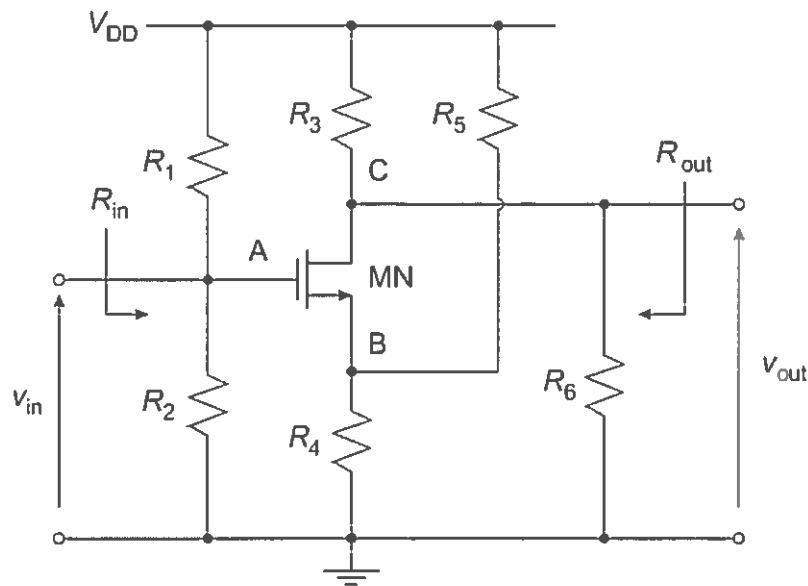


Domande a risposta multipla

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| a | | X | | | | |
| b | | | | | X | X |
| c | | | X | | | |
| d | X | | | X | | |

- In un amplificatore invertente basato su operazionale ideale, il resistore che collega l'uscita con l'ingresso invertente è sostituito da un diodo, con anodo collegato all'ingresso invertente e catodo collegato all'uscita. Per $v_{in} > 0$ circuito che si ottiene
 - si comporta come amplificatore esponenziale e presenta resistenza d'ingresso infinita
 - si comporta come amplificatore esponenziale e presenta resistenza d'ingresso finita
 - si comporta come amplificatore logaritmico e presenta resistenza d'ingresso infinita
 - si comporta come amplificatore logaritmico e presenta resistenza d'ingresso finita
- La transconduttanza di piccolo segnale g_m di un transistor MOS nel punto di lavoro Q è definita come:
 - $g_m = \left. \frac{\partial i_D}{\partial v_{GS}} \right|_Q$
 - $g_m = \left. \frac{\partial i_D}{\partial v_{DS}} \right|_Q$
 - $g_m = \left. \frac{\partial i_G}{\partial v_{GS}} \right|_Q$
 - $g_m = \left. \frac{\partial v_{GS}}{\partial i_D} \right|_Q$
- Un amplificatore di tensione è descritto dai parametri A_v , R_{in} , R_{out} . Collegando l'ingresso ad una data sorgente di segnale, la tensione d'uscita dell'amplificatore a vuoto è una sinusoide a frequenza 100Hz di ampiezza di picco pari a 2V. Con la stessa sorgente in ingresso, collegando una resistenza di carico $R_L = 1k\Omega$, la tensione d'uscita è una sinusoide a frequenza 100Hz con ampiezza di picco pari a 1V. Si può concludere che:
 - $R_{in} = 1k\Omega$
 - La dinamica della tensione d'uscita dell'amplificatore è limitata a $\pm 1V$
 - $R_{out} = 1k\Omega$
 - $R_{in} \rightarrow \infty$ e non si ha effetto di carico in ingresso.
- In uno stadio amplificatore *drain comune*, descritto dai parametri A_v , R_{in} e R_{out} :
 - è sempre $A_v < 0$ (stadio invertente)
 - R_{out} è indipendente dalla transconduttanza g_m del transistor MOS.
 - l'ingresso è applicato al terminale di *source* e l'uscita è prelevata al terminale di *drain* del transistor
 - è sempre $|A_v| < 1$
- La banda di un amplificatore destinato ad amplificare un segnale a banda limitata:
 - deve essere la più ampia possibile, per evitare perdita di informazione
 - deve includere la banda del segnale con un certo margine, ma non è opportuno che non sia molto più ampia, per evitare di amplificare rumore fuori banda
 - deve essere più ampia della banda del rumore in ingresso, per evitare che il rumore sia distorto.
 - deve essere inclusa nella banda del segnale ed è opportuno che sia decisamente più stretta della banda del segnale, così da non amplificare né il rumore fuori banda, né il rumore in banda
- La tensione di offset in ingresso (input offset voltage) di un amplificatore operazionale (indicare quale delle seguenti affermazioni è errata)
 - è un parametro particolarmente critico se l'operazionale è utilizzato in un amplificatore di precisione per grandezze continue o variabili lentamente
 - è la tensione che si misura in uscita cortocircuitando gli ingressi non-invertente ed invertente
 - coincide in modulo con la tensione che si misura all'uscita di un operazionale in configurazione *voltage follower*, per segnale d'ingresso nullo
 - assume valori diversi da esemplare ad esemplare ed i dati di targa ne riportano il valore in modulo nel caso peggiore

Esercizio 1.



$R_1=340\text{k}\Omega$
 $R_2=160\text{k}\Omega$
 $R_3=2.5\text{k}\Omega$
 $R_4=625\Omega$
 $R_5=15\text{k}\Omega$
 $R_6=10\text{k}\Omega$

per MN:
 $\beta=25\text{mA/V}^2$
 $V_{TH}=0.9\text{V}$
 $\lambda=0$

$V_A=1.6\text{V}$
 $V_B=500\text{mV}$
 $V_C=3\text{V}$
 $V_{DD}=5\text{V}$

Con riferimento al circuito in figura, in cui sono date le tensioni continue ai nodi A, B e C:

1. verificare la regione di funzionamento di MN e determinarne i parametri del modello per il piccolo segnale;
2. valutare l'amplificazione di tensione $A_v = \frac{v_{out}}{v_{in}}$, la resistenza d'ingresso R_{in} e la resistenza d'uscita R_{out} in condizioni di piccolo segnale [sono richiesti: il circuito equivalente per il piccolo segnale, le espressioni simboliche (passaggi essenziali) ed i valori numerici].
3. supponendo che la porta d'ingresso dell'amplificatore analizzato sia accoppiata in AC ad un sensore, rappresentabile come un generatore di tensione v_s con resistenza interna $R_S = 1\text{k}\Omega$, e che la porta d'uscita sia accoppiata in AC ad un carico resistivo $R_L = 10\Omega$, valutare in banda l'amplificazione di transconduttanza $G_m = \frac{i_L}{v_s}$ dove i_L è la corrente che scorre in R_L [sono richiesti: il circuito considerato, con indicazione della convenzione di segno adottata per i_L , l'espressione simbolica e il valore numerico di G_m].

$$1) \quad V_{GS} = V_A - V_B = 1.1\text{V} > 0.9\text{V} = V_{TH}$$

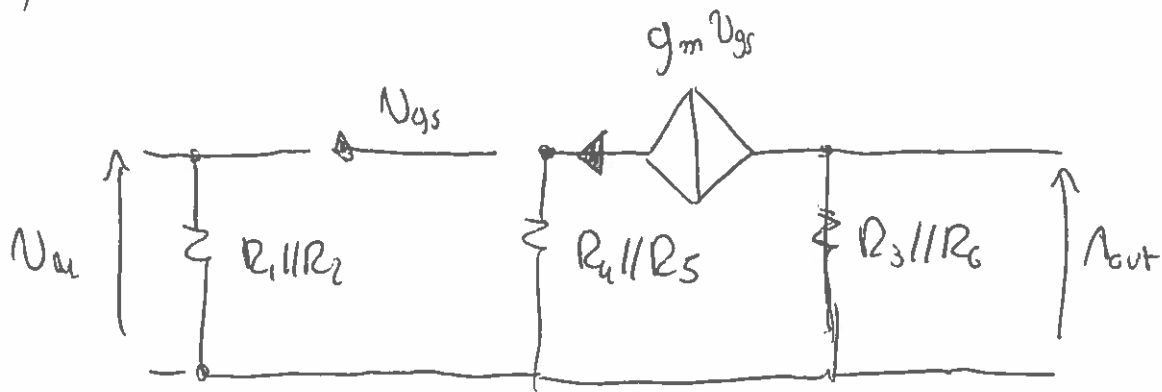
$$V_{DS} = V_C - V_B = 3\text{V} - 0.5\text{V} = 2.5\text{V} > V_{GS} - V_{TH} = 0.2\text{V}$$

REG. DI SATURAZIONE

$$g_m = \beta (V_{GS} - V_{TH}) = 25\text{mA/V}^2 \cdot 0.2\text{V} = 5\text{mS}$$

$$g_o = \lambda I_D = 0$$

2)



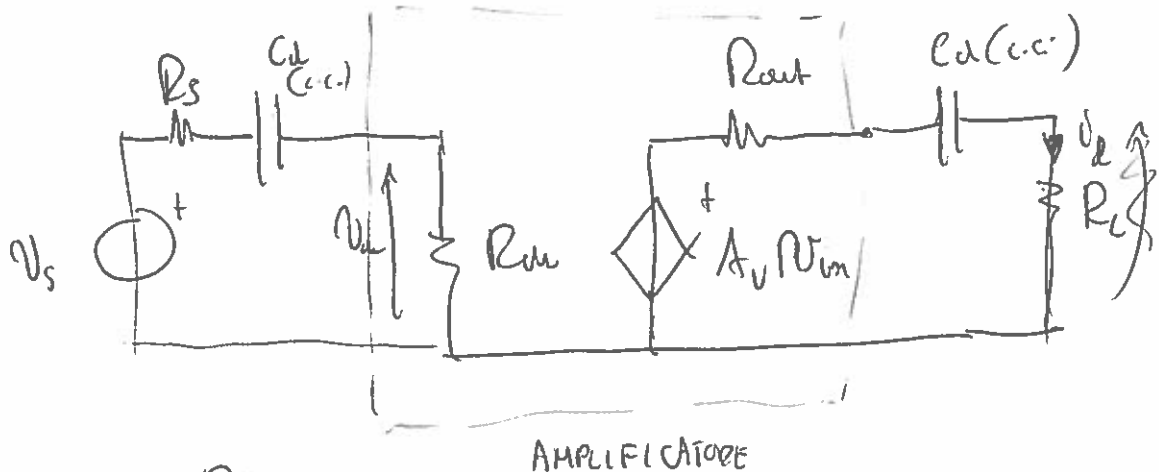
$$V_{in} = V_{gs} + g_m V_{gs} (R_4 \parallel R_5) \rightarrow V_{gs} = \frac{V_{in}}{1 + g_m (R_4 \parallel R_5)}$$

$$V_{out} = \frac{-g_m (R_3 \parallel R_6)}{1 + g_m (R_4 \parallel R_5)} = \frac{-5 \text{ mS} \cdot 2 \text{ k}\Omega}{1 + 5 \text{ mS} \cdot 600} = -2,5 \quad (\sim \text{BWP})$$

$$R_{in} = R_1 \parallel R_2 = 108,8 \text{ k}\Omega$$

$$R_{out} = R_3 \parallel R_6 = 2 \text{ k}\Omega$$

3)

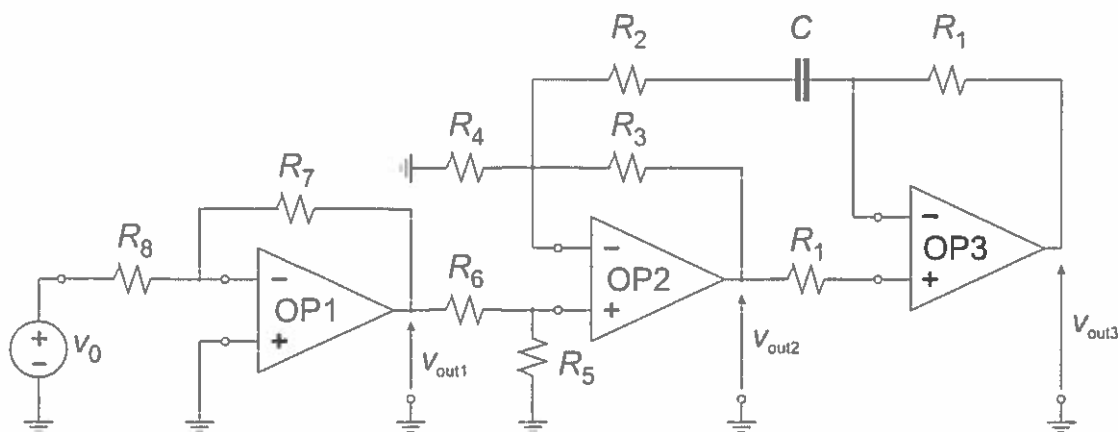


$$V_{in} = V_s \cdot \frac{R_{in}}{R_S + R_{in}}$$

$$V_L = A_v \cdot V_{in} \cdot \frac{R_{out} \parallel R_L}{R_{out} + R_L} = V_s \cdot \frac{R_{in}}{R_{in} + R_S} \cdot A_v \cdot \frac{1}{R_{out} + R_L}$$

$$G_m = \frac{V_L}{V_s} = \frac{R_{in}}{R_{in} + R_S} \cdot A_v \cdot \frac{1}{R_{out} + R_L} = -1,23 \text{ mS}$$

Esercizio 2.



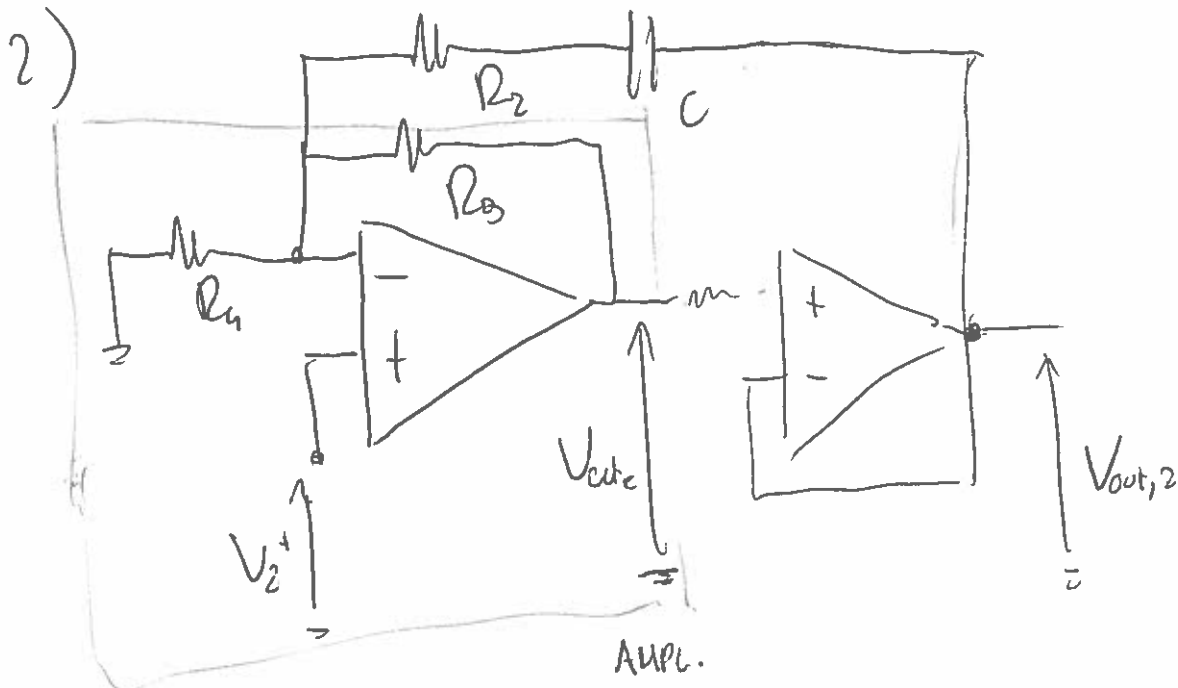
Con riferimento al circuito in figura si assumano: $v_0 = 10V$, $R_0 = R_1 = \dots = R_8 = R = 1k\Omega$, $C = 1nF$

1. Si supponga che gli amplificatori operazionali OP_1, OP_2, OP_3 siano ideali e che il condensatore C si comporti come un circuito aperto. Determinare le tensioni $v_{out,1}$, $v_{out,2}$ e $v_{out,3}$ [sono richieste le espressioni simboliche (passaggi essenziali) ed i valori numerici].
2. Assumendo che gli operazionali OP_1, OP_2, OP_3 siano ideali, determinare l'espressione della funzione di trasferimento $H(s) = \frac{v_{out,2}}{v_0}$.
3. (OPZIONALE) Considerando il condensatore C come un circuito aperto, si supponga ora che per l'amplificatore OP_2 la resistenza differenziale di ingresso sia finita e pari a $R_{in,d} = 100M\Omega$ e il guadagno di tensione sia finito e pari a $A_d = 10^4$. Determinare come si modificano le tensioni $v_{out,1}$, $v_{out,2}$ e $v_{out,3}$ rispetto al punto 1.

$$1) \quad v_{out,1} = v_0 \cdot \left(-\frac{R_7}{R_8} \right) = -v_0 = -10V$$

$$v_{out,2} = v_{out,1} \cdot \frac{R_5}{R_5 + R_6} \cdot \left(1 + \frac{R_3}{R_4} \right) = -v_0 = -10V$$

$$v_{out,3} = v_{out,2} = -10V$$



$$V_2^+ = -\frac{R_7}{R_8} \cdot \frac{R_5}{R_5 + R_6} \quad Z_2 = R_2 + \frac{1}{sC}$$

$$V_{out,2} = V_2^+ \left(1 + \frac{R_3}{R_4 \parallel Z_2} \right) - \frac{R_3}{Z_2} V_{out,2}$$

$$V_{out,2} \left(\frac{R_2 + \frac{1}{sC} + R_3}{R_2 + \frac{1}{sC}} \right) = V_2^+ \left(1 + \frac{R_3 (R_4 + R_2 + \frac{1}{sC})}{R_4 (R_2 + \frac{1}{sC})} \right)$$

$$V_{out,2} \frac{sC(R_2 + R_3) + 1}{sC R_2 + 1} = V_2^+ \frac{sC(R_3 R_4 + R_3 R_2 + R_2 R_4) + R_3 + R_4}{R_4 (sC R_2 + 1)}$$

$$V_{out,2} \frac{sC(R_2 + R_3) + 1}{sC R_2 + 1} = V_2^+ \left(1 + \frac{R_3}{R_4} \right) \cdot \frac{sC(R_2 + R_3 \parallel R_4) + 1}{sC R_2 + 1}$$

$$H(s) = \frac{V_{out2}}{V_o} =$$

$$= - \underbrace{\frac{R_7}{R_8} \cdot \frac{R_5}{R_5 + R_6} \left(1 + \frac{R_3}{R_4} \right)}_{-1} \cdot \frac{sC(R_2 + R_3 \parallel R_4) + 1}{sC(R_2 + R_3) + 1}$$

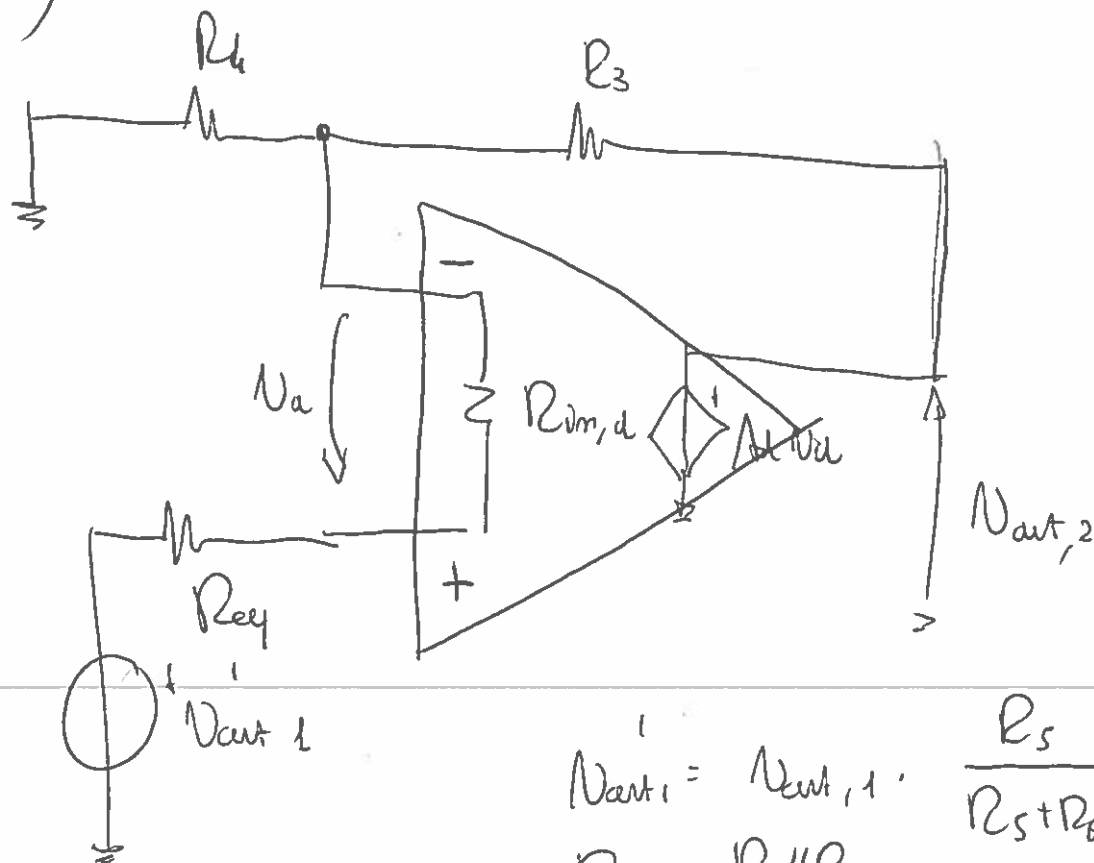
=

$$= - \frac{1 + \frac{3}{2} RC s}{1 + 2 RC \cdot s} = - \frac{1 - \frac{s}{s_z}}{1 - \frac{s}{s_p}}$$

$$s_z = - \frac{1}{3 RC} = -966 \text{ rad/s}$$

$$s_p = - \frac{1}{2 RC} = -95 \text{ rad/s}$$

3)



$$V_{out,1} = V_{out,1} \cdot \frac{R_5}{R_5 + R_6}$$

$$R_{eq} = R_5 \parallel R_6$$

$$N_a = V_a' + V_a''$$

\downarrow \downarrow
 $N_{out,1}$ $Ad V_a = \hat{e}$

$$N_d' = V_{out,1} \cdot \frac{R_{m,d}}{R_{m,d} + R_4 \parallel R_3} = \hat{e} N_{out,1}$$

$$\hat{e} = 0,999995$$

$$N_a'' = -\hat{e} \cdot \frac{R_4 \parallel (R_{eq} + R_{m,d})}{R_4 \parallel (R_{eq} + R_{m,d}) + R_4} \cdot \frac{R_{m,d}}{R_{m,d} + R_{eq}}$$

$$= -\beta \hat{e}$$

$$\beta = 0,4999975$$

$$V_d = \alpha V_{in} - \beta A_d V_d$$

$$(1 + \beta A_d) V_d = \alpha V_{in}$$

$$V_d = \frac{\alpha}{1 + \beta A_d} V_{in}$$

$$V_{out,2} = A_d V_d = \frac{A_d \alpha}{1 + \beta A_d} V_{in} = 0,9998 V_{out,1}$$

↓

$$\frac{V_{out,1}}{2}$$

DA CUI:

$$V_{out,1} = -10V$$

(NON RISERVE DI A_d FINITO DI CPE)

$$V_{out,2} = -9,998V$$

$$V_{out,3} = V_{out,2} = -9,998V$$