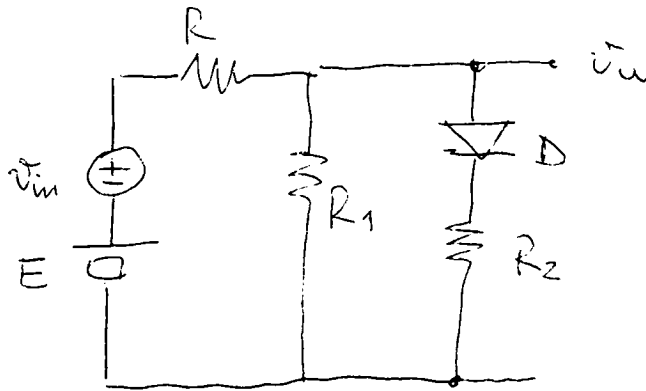


ESERCIZIO N°1

7 punti

Determinare il valore di R_2 in modo che la tensione statica ai capi del diodo (per il diodo la temperatura è tale che $V_T = 25 \text{ mV}$; inoltre $I_S = 10 \text{ nA}$ e il fattore di idealità $\eta = 1.848$) nel circuito seguente sia di 500 mV . Determinare quindi la tensione complessiva di uscita.



$R = 1 \text{ k}\Omega$

$R_1 = 2 \text{ k}\Omega$

$E = 2 \text{ V}$

$v_{in} = V_M \sin \omega t$

$\omega_0 = 2\pi f_0$

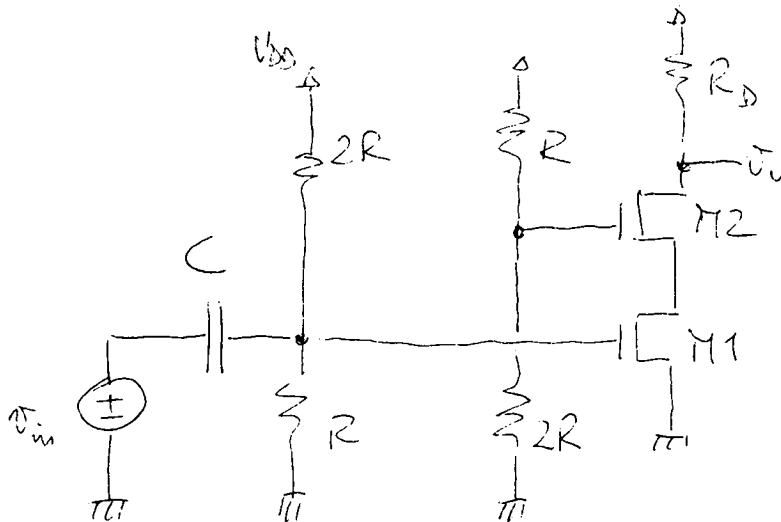
$f_0 = 100 \text{ Hz}$

$V_{OT} = 1 \text{ mV}$

ESERCIZIO N°2

7 punti

Determinare il punto di riposo del circuito seguente.



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

$R = 100 \text{ k}\Omega$

$C = 100 \text{ }\mu\text{F}$

$R_D = 1 \text{ k}\Omega$

$M1 = M2$

$V_{th} = 1 \text{ V}$

$K_n = 0.444 \text{ mA/V}^2$

ESERCIZIO N°3

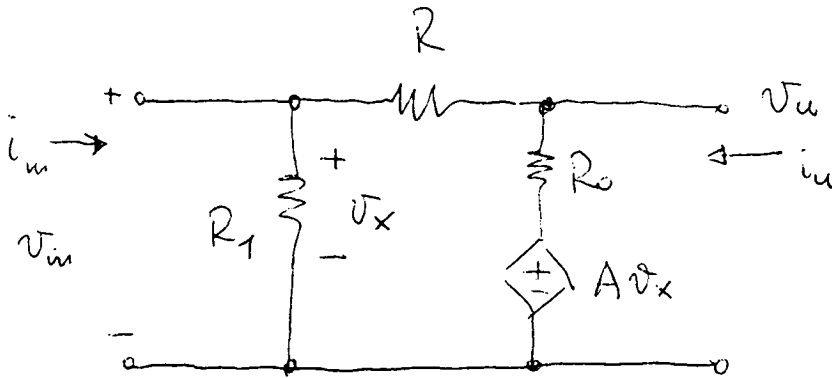
6 punti

Determinare la risposta in frequenza del circuito dell'esercizio 2 (si assumano per questo esercizio i g_{fs} dei MOSFET uguali tra loro e pari a 10 mA/V) e tracciarne i diagrammi asintotici di Bode.

ESERCIZIO N°4

6 punti

Determinare i parametri r_f e r_r del seguente amplificatore transresistivo.

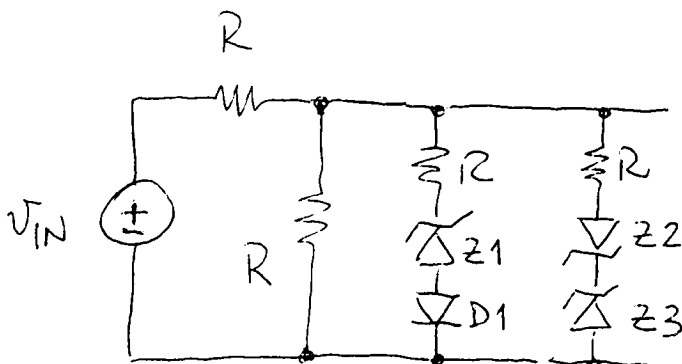


$$\begin{aligned} R &= 1 \text{ k}\Omega \\ R_1 &= 100 \text{ k}\Omega \\ R_o &= 100 \Omega \\ A &= -1000 \end{aligned}$$

ESERCIZIO N°5

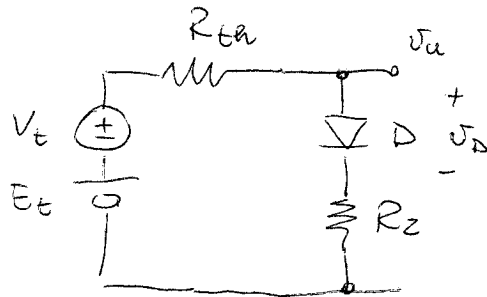
7 punti

Determinare la caratteristica di trasferimento del seguente circuito. Si considerino tutti i diodi, compresi i diodi Zener, ideali.



$$\begin{aligned} R &= 1 \text{ k}\Omega \\ \text{Tensioni di breakdown} \\ Z1 &= 3 \text{ V} \\ Z2, Z3 &= 6 \text{ V} \\ -10 \text{ V} &< v_{IN} < 10 \text{ V} \end{aligned}$$

① Posso applicare il teorema di Thevenin alla parte lineare del circuito



$$E_t = E \cdot \frac{R_1}{R_1 + R} = 1.333 \text{ V}$$

$$R_{th} = R // R_1 = 667 \text{ } \Omega$$

$$v_t = v_{in} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R}$$

Dall'equazione di Shockley:

$$I_D = I_S \left(e^{\frac{v_D}{n V_T}} - 1 \right) = 0.50136 \text{ mA}$$

$$V_U = E_t - R_{th} I_D = 1 \text{ V}$$

$$R_2 = \frac{V_U - V_D}{I_D} = 997 \text{ } \Omega$$

$$v_U = V_U + v_u$$

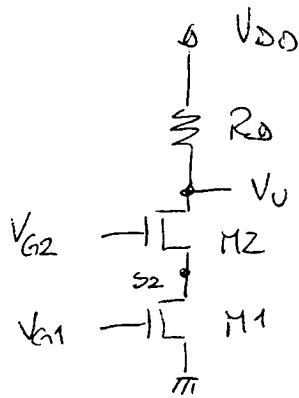
Per trovare la componente del piccolo segnale

$$r_d = \frac{n V_T}{I_D} = 92.15 \text{ } \Omega$$

$$v_u = v_{in} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R} \cdot \frac{R_2 + r_d}{R_2 + r_d + R_{th}}$$

(sinusoide di ampiezza
0.41 mV)

② Per la parte statica



$$V_{G1} = \frac{1}{3} V_{DD} = 4V$$

$$V_{G2} = \frac{2}{3} V_{DD} = 8V$$

hp: M1 e M2 in saturazione

Si sa che $I_{DS1} = I_{DS2} = I_{DS}$

Sarà anche $V_{GS1} = V_{GS2}$.

Inoltre
$$I_{DS} = \frac{\mu_n}{2} (V_{G1} - V_{th})^2 = 1,998 \text{ mA}$$

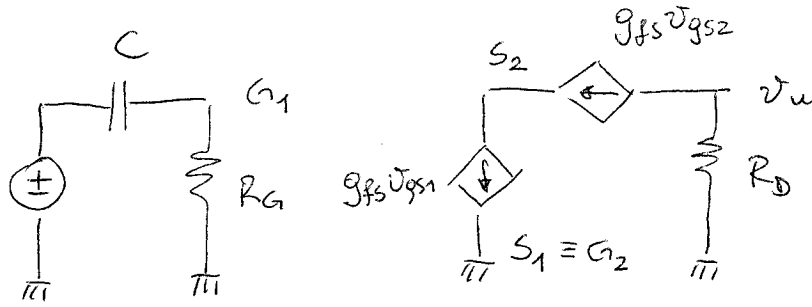
Quindi
$$V_U = V_{DD} - R_D I_{DS} = 10,002 \text{ V}$$

(verificata sat M2)

Essendo $V_{GS2} = V_{GS1} = 4V$ sarà $V_{S2} = V_{G2} - V_{GS2} = 4V$

(verificata SAT M1)

3



$$R_G = R // 2R$$

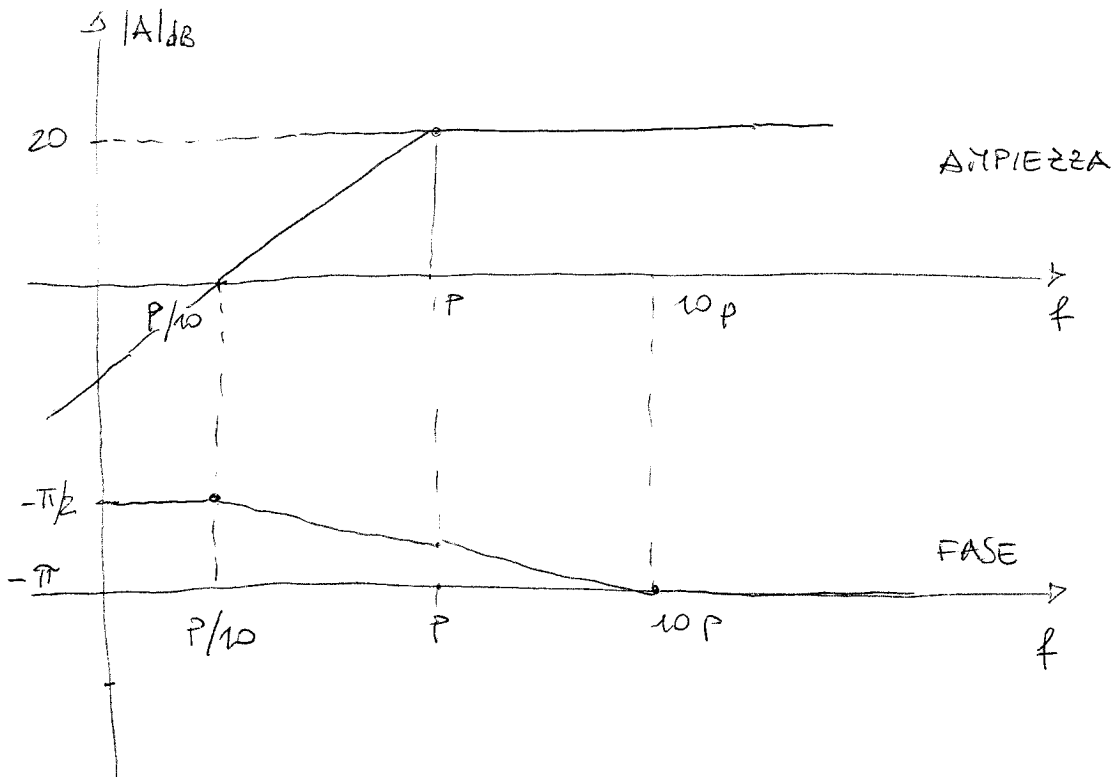
Deve essere $g_{fs} v_{gs2} = g_{fs} v_{gs1}$ da cui $-v_{s2} = v_{g1}$

Quindi

$$v_u = -g_{fs} v_{in} R_D \cdot \frac{R_G C S}{R_G C S + 1}$$

$$A_{CB} = 10 \quad (20 \text{ dB})$$

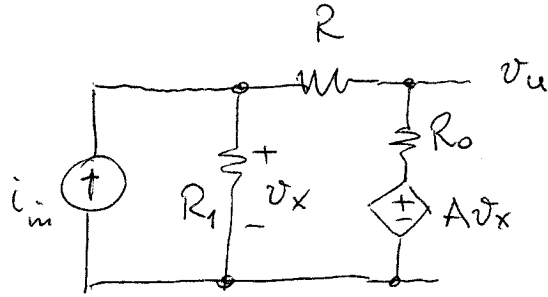
$$P = \frac{1}{2\pi R_G C} = 2.39 \text{ kHz}$$



④

$$\begin{cases} v_u = r_f i_{in} + r_o i_u \\ v_{in} = r_i i_{in} + R_r i_u \end{cases}$$

$$r_f = \frac{v_u}{i_{in}} \Big|_{i_u=0}$$

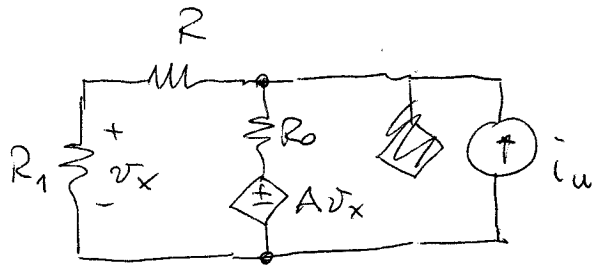


$$i_{in} = \frac{v_x}{R_1} + v_x \frac{(1-A)}{R+R_o}$$

$$v_u = A v_x + R_o \cdot v_x \frac{(1-A)}{R+R_o}$$

$$r_f = \frac{A + R_o \frac{(1-A)}{R+R_o}}{\frac{1}{R_1} + \frac{(1-A)}{R+R_o}} \approx \frac{AR + R_o}{1-A} \approx -R \quad (-1000) \Omega$$

$$r_o = \frac{v_{in}}{i_u} \Big|_{i_{in}=0}$$

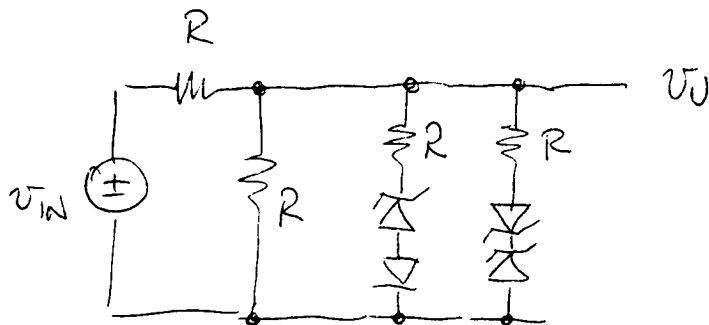


$$v_{in} = v_x$$

$$i_u = \frac{v_x}{R_1} + \frac{1}{R_o} \left\{ \frac{v_x}{R_1} (R+R_1) - A v_x \right\}$$

$$r_o = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{R+R_1}{R_o R_1} - \frac{A}{R_o}} = \frac{R_1 R_o}{R_o + R + R_1 (1-A)} \approx \frac{R_o}{1-A} \quad (0.1 \Omega)$$

⑤ Circuito di elaborazione e diodi



ramo
attivo
sempre

ramo
attivo
per $v_O > 3V$

ramo attivo per
 $v_O < -6V$ oppure $v_O > 6V$

