

Cognome _____

Posizione _____

Valutazione _____

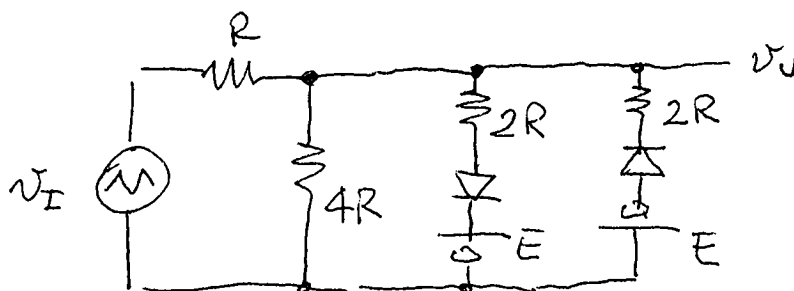
Nome _____

Tempo disponibile: 1 ora
 Durante la prova: NON è consentito uscire dall'aula, né consultare testi esclusi i data sheet
 NON usare il colore rosso
 Ricsegnare tutti i fogli ricevuti. I risultati devono essere motivati chiaramente.

ESERCIZIO N°1

7 punti

Si consideri il circuito seguente, dove il segnale di ingresso v_I è un'onda triangolare simmetrica di frequenza 1 kHz e ampiezza picco-picco di 10 V. Determinare l'andamento della tensione di uscita (diodi ideali).

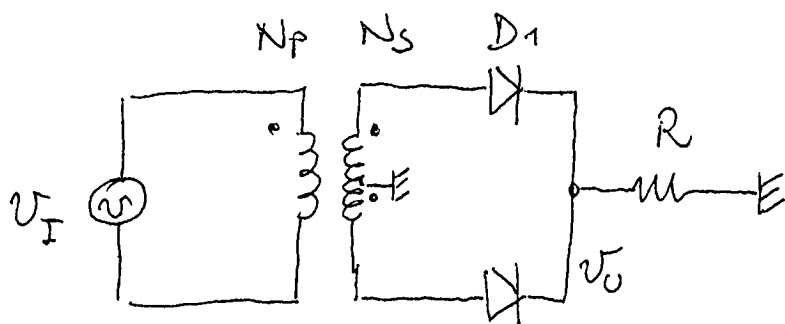


$R = 1\text{ k}\Omega$
 $E = 1\text{ V}$

ESERCIZIO N°2

7 punti

Nel circuito seguente, con $v_I = V_M \sin(2\pi ft)$, $V_M = 12\text{ V}$ e $f = 50\text{ Hz}$, determinare la tensione media di uscita. Determinare inoltre la minima tensione di breakdown che i diodi devono essere in grado di sopportare. Si considerino i diodi ideali.



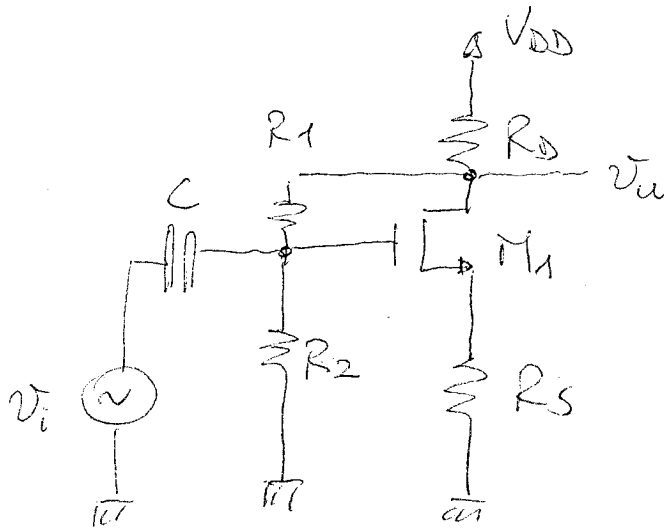
$R = 10\text{ k}\Omega$

$\frac{N_p}{N_s} = 0.1$

ESERCIZIO N°3

7 punti

Nel circuito seguente determinare il punto di riposo e il valore del parametro g_{fs} del transistoro M_1 .



$$\begin{aligned} V_{DD} &= 12V \\ R_D &= 1k\Omega \\ R_S &= 1k\Omega \\ R_1 &= 100k\Omega \\ R_2 &= 50k\Omega \\ K_M &= 6mA/V^2 \\ V_{TM} &= 1V \\ C &= 1\mu F \end{aligned}$$

ESERCIZIO N°4

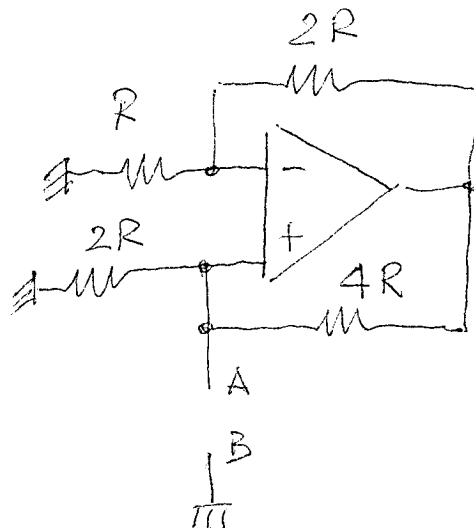
7 punti

Nel circuito dell'esercizio 3 si consideri ora $g_{fs} = 3 mA/V$. Determinare amplificazione a centro banda e singolarità della risposta in frequenza.

ESERCIZIO N°5

5 punti

Nel circuito seguente, determinare l'impedenza vista tra i punti A e B.



A.O. ideale

① la rete a diodi ha una caratteristica di trasferimento SIMMETRICA facilmente determinabile

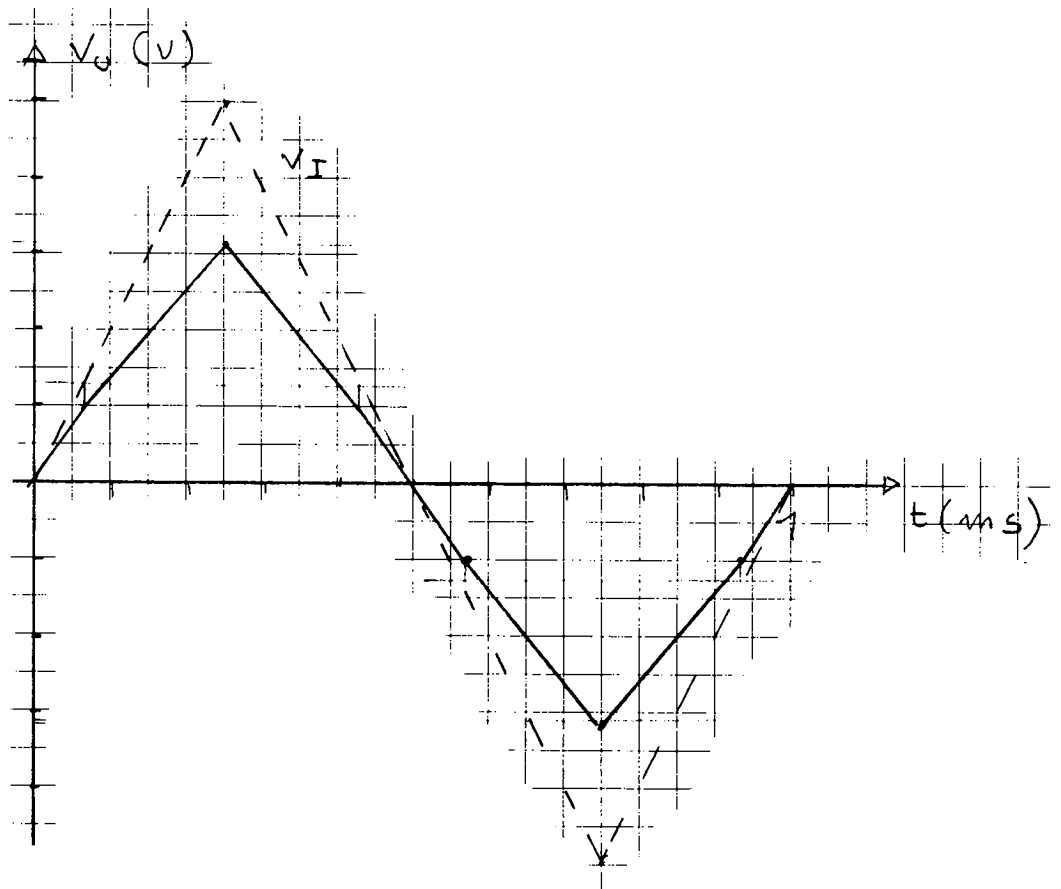
Pendenza iniziale $\frac{4}{5}$ per $-1.25 < V_I < 1.25$ V

Pendenza fuori dell'intervallo $\frac{\frac{4}{3}}{1 + \frac{4}{3}} = \frac{4}{7}$

Quindi si può determinare l'uscita richiesta considerando che per $V_I = 1.25$ V è $V_O = 1$ V e che per $V_I = 5$ V è $V_O = 3.143$ V

infatti

$$V_O(5V) = 1V + \frac{4}{7} (5 - 1.25)V = 3.143 V$$



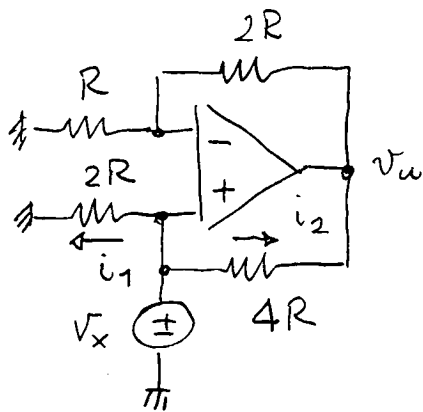
② la tensione media di uscita vale

$$\frac{2}{\pi} V_H \frac{N_s}{N_p} = 76.39V$$

la massima tensione inversa sui diodi è

$$2 V_H \frac{N_s}{N_p} = 240V$$

⑤ Impedenza vista



$$i_x = i_1 + i_2$$

$$i_1 = \frac{v_x}{2R}$$

$$i_2 = \frac{v_x - v_u}{4R} \quad \text{me}$$

$$v_u = v_x \left(1 + \frac{2R}{R} \right) = 3v_x$$

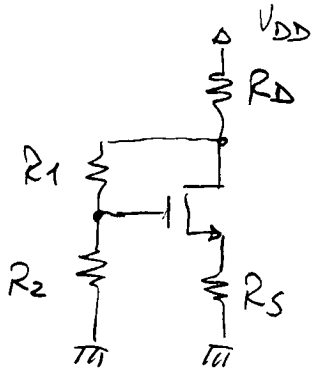
quindi

$$i_2 = -\frac{2}{4R} v_x$$

infine

$$i_x = v_x \left(\frac{1}{2R} - \frac{1}{2R} \right) = 0; \quad Z_{AB} = \infty$$

③ Punto di riposo e g_{fs}



hp: SATURAZIONE

$$V_{GD} < V_{TM}$$

Nel circuito si ha

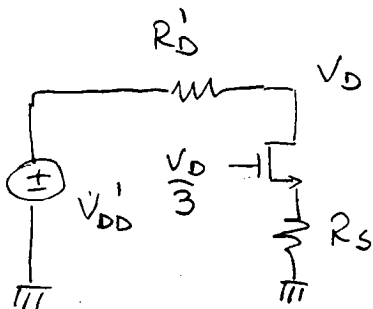
$$V_G = V_D \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{V_D}{3}$$

$$V_{GD} = -\frac{2}{3} V_D \text{ senz'altro } < V_{TM}$$

Verifica

$$I_{DS} = \frac{K_M}{2} (V_{GS} - V_{TM})^2$$

Avendo ricavato V_G in funzione di V_D , posso usare il circuito



$$R_D' = R_D \parallel (R_1 + R_2) = 0.993 \text{ k}\Omega$$

$$V_{DD}' = V_{DD} \frac{R_1 + R_2}{R_D + R_1 + R_2} = 11.92 \text{ V}$$

Quindi

$$V_D = V_{DD}' - R_D' I_{DS}$$

Pongo

$$V_{GS} - V_{TM} = x$$

$$\frac{V_{DD}' - R_D' I_{DS}}{3} - R_S I_{DS} - V_{TM} = x$$

$$I_{DS} = \frac{\frac{V_{DD}'}{3} - V_{TM} - x}{\frac{R_D'}{3} + R_S} = I_a - \frac{x}{R_e} \quad \text{con}$$

$$I_a = 2.2 \text{ }\mu\text{A}$$

$$R_e = 1.33 \text{ k}\Omega$$

Sostituisco nell'equazione

$$I_e - \frac{x}{R_e} = \frac{k_n}{2} x^2 \quad ; \quad x^2 + \frac{2}{k_n R_e} x - \frac{2 I_e}{k_n} = 0$$

$$x = -\frac{1}{k_n R_e} + \sqrt{\frac{1}{k_n^2 R_e^2} + \frac{2 I_e}{k_n}} = 0.7467 \text{ V}$$

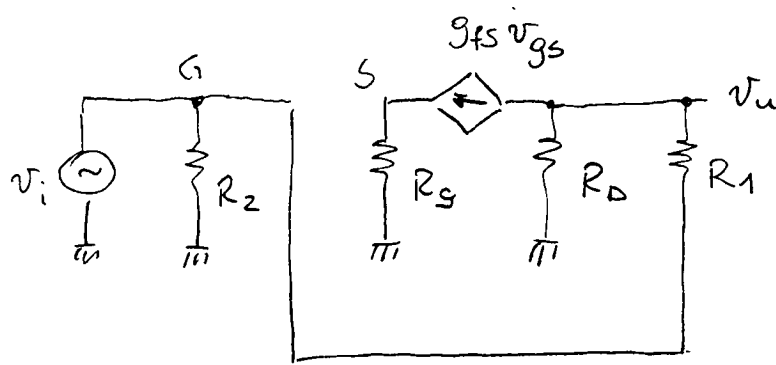
$$V_{GS} = 1.7467 \text{ V}$$

$$I_{DS} = 1.673 \text{ mA}$$

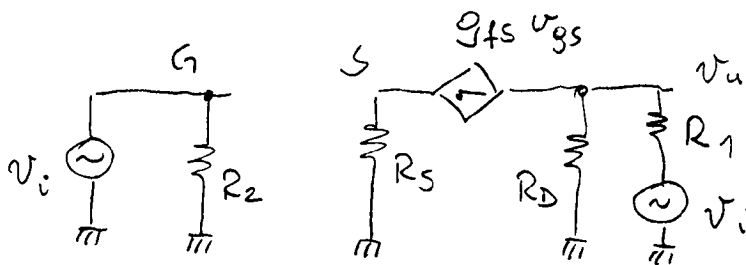
$$V_{DS} = V_{DD} - (R_S + R_D) I_{DS} = 8.586 \text{ V}$$

$$g_{fs} = \left. \frac{\partial I_{DS}}{\partial V_{GS}} \right|_{V_{DS} \text{ cost}} = k_n (V_{GS} - V_T) = 4.48 \text{ mA/V}$$

④ Ampli a centro banda e singolarità
 Circuito a centro banda per piccoli segnali



Osservo che il circuito coincide con quello per il calcolo di R_{vc} ($v_i \equiv v_u$). Osservo inoltre che $v_g = v_i$ in ogni caso. Sottraccio i generatori e sovrappongo gli effetti



$$v_s = R_s g_{fs} v_{gs}$$

$$v_s = v_g - v_{gs}$$

$$v_{gs} = v_g \frac{1}{1 + R_s g_{fs}}$$

$$R_D'' = R_D \parallel R_1 = 0,99 \text{ k}\Omega$$

$$\frac{v_u}{v_i} = - \frac{R_D'' g_{fs}}{1 + R_s g_{fs}} + \frac{R_D}{R_1 + R_D}$$

$$\frac{i_1}{v_i} = \frac{1}{R_{vc}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1} \frac{v_i - v_u}{v_i} =$$

$$= \frac{1}{R_2} + \frac{R_D'' g_{fs}}{1 + R_s g_{fs}} \cdot \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1 + R_D} = 37,38 \mu\text{S}$$

$$P = \frac{1}{C} \cdot \frac{1}{R_{vc}} = 37,38 \text{ rad/s}$$

$$f_P = \frac{P}{2\pi} = 5,94 \text{ Hz}$$

$z = 0$ (zero nell'origine)