

ESERCIZIO N°1

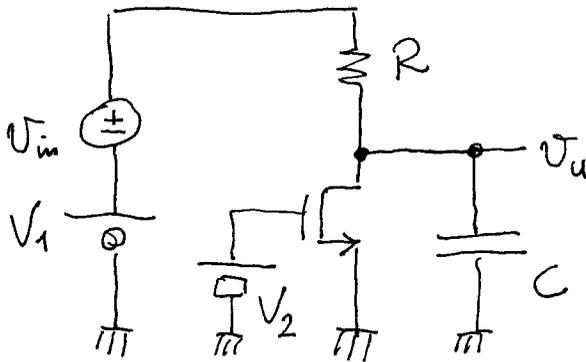
7 punti (4)

Disegnare lo schema elettrico e determinare la massima tensione inversa e la corrente massima e media in ciascuno dei 4 diodi (con caratteristica ideale) di un raddrizzatore a ponte di Graetz. L'ingresso è sinusoidale di ampiezza efficace pari a 125 V e frequenza di 60 Hz, il rapporto spire tra primario e secondario è pari a 10, e il carico è costituito da un resistore di 8 Ω. Determinare infine la potenza dissipata da ciascun diodo.

ESERCIZIO N°2

7 punti (4)

Determinare il punto di riposo del circuito seguente e, dopo aver trovato i parametri per piccoli segnali del MOS, disegnare il circuito per piccoli segnali.



$V_1 = 2V$
 $V_2 = 5V$
 $R = 1k\Omega$
 $C = 1\mu F$
 $V_{T_M} = 0,5V$
 $K_M = 0,25mA/V^2$

ESERCIZIO N°3

6 punti (4)

Determinare la risposta in frequenza e tracciare i relativi diagrammi asintotici di Bode del circuito dell'esercizio precedente.

ESERCIZIO N°4

6 punti (3)

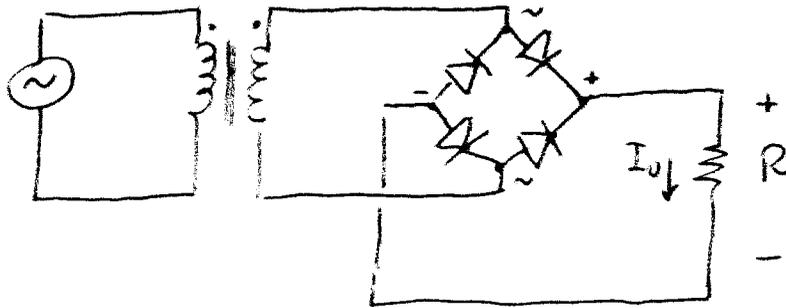
Determinare i parametri r di un amplificatore ottenuto ponendo in serie i circuiti di ingresso e di uscita di due amplificatore transresistivi uguali, di cui siano noti i 4 parametri descrittivi.

ESERCIZIO N°5

7 punti (4)

Realizzare un filtro passa-basso del secondo ordine, con guadagno in banda passante 20 dB, e poli complessi coniugati con fase di $\pm 3\pi/4$ e ampiezza di 2π krad/s. Realizzare il filtro in modo che le sue caratteristiche siano indipendenti dall'impedenza interna della sorgente e dal carico e, naturalmente, con pendenza nella regione di transizione di -40 dB/dec. Determinare il guadagno del filtro specificato alla frequenza di 1 kHz.

①



$$V_{M} = V_{eff} \sqrt{2}$$

La tensione di uscita è

$$v_u = V_M \frac{N_s}{N_p} |\sin \omega t| = V_s |\sin \omega t| ; V_s = \sqrt{2} V_{eff} \frac{N_s}{N_p} = 17,68V$$

$$i_u = \frac{v_u}{R}$$

Quindi

Massima tensione inversa sui diodi

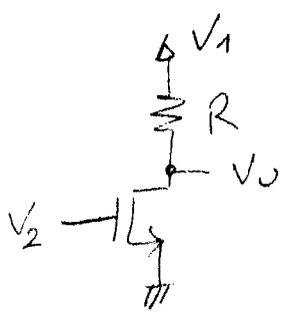
$$V_{rev} = V_s = 17,68V$$

$$I_{Dmax} = \frac{V_s}{R} = 2,210A$$

$$I_{Dm} = \left(\frac{2}{\pi} \frac{V_s}{R} \right) \cdot \frac{1}{2} = 0,7034A \quad (\text{la corrente si divide tra i due rami})$$

$$P_D = \emptyset \quad (\text{i diodi sono ideali: o è nulla la corrente, oppure la tensione})$$

② Circuito sintetico



Essendo

$$\begin{cases} V_{GS} = V_2 > V_{TM} \\ V_{GD} = V_G - V_1 > V_{TM} \end{cases}$$

il MOS è in zona TRIODO.

$$I_{DS} = \frac{k_n}{2} (V_1 - R I_{DS}) (V_2 + V_2 - V_1 + R I_{DS} - 2V_{TM})$$

Sostituendo i valori numerici e ponendo

$$I_{DS} = x \text{ (mA) si ha}$$

$$x = \frac{1}{8} (2-x)(7+x); \quad 8x = 14 - 5x - x^2$$

$$x^2 + 13x - 14 = 0 \quad x = 1; \quad x = -14$$

L'unica soluzione accettabile è $I_{DS} = 1 \text{ mA}$

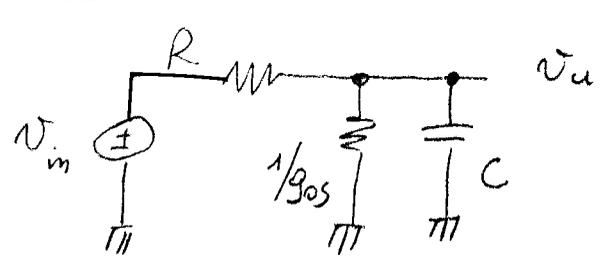
$$V_{DS} = V_0; \quad V_{D1} = V_1 - R I_{DS} = 1 \text{ V}$$

$$g_{os} = \frac{\partial I_{DS}}{\partial V_{DS}} = k_n (V_{GS} - V_{DS} - V_{TM}) = 0,4375 \text{ mS}$$

$$g_{fs} = \frac{\partial I_{DS}}{\partial V_{GS}} = k_n V_{DS} = 0,25 \text{ mS}$$

essendo

$$I_{DS} = \frac{k_n}{2} V_{DS} (V_{GS} + V_{GS} - V_{DS} - 2V_{TM}) = \frac{k_n}{2} (2V_{GS} - V_{DS} - 2V_{TM}) V_{DS}$$



circuit-PS

3

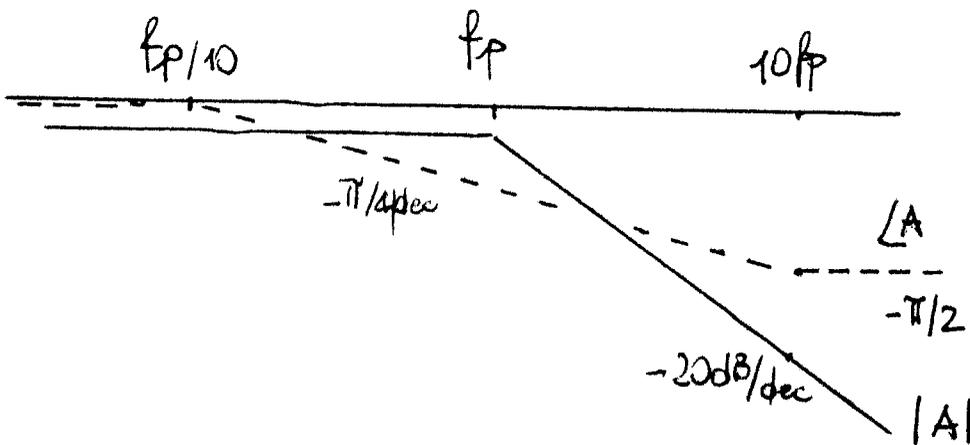
Partendo dal circuito per P.S. dell'esercizio precedente

$$V_u = V_{in} \cdot \frac{\frac{1}{Cs + g_{os}}}{R + \frac{1}{Cs + g_{os}}} = V_{in} \cdot \frac{1}{1 + Rg_{os} + RCs}$$

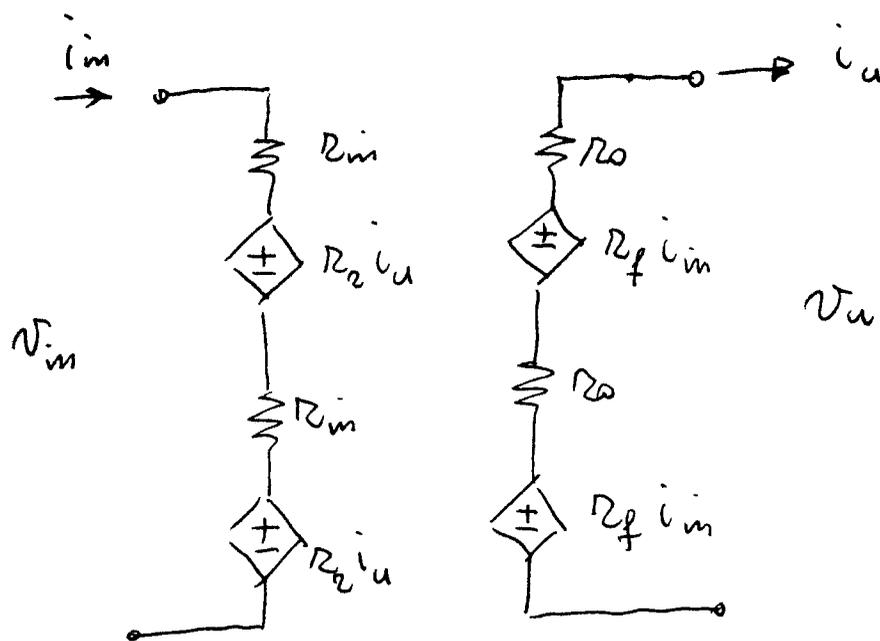
$$\frac{V_u}{V_{in}} = A_o \frac{P}{S + P} \quad A_o = \frac{1}{1 + Rg_{os}} = 0,6957 \quad (-3,15 \text{ dB})$$

$$P = \frac{1 + Rg_{os}}{RC} = 1,438 \text{ Krad/s} \quad (228,8 \text{ Hz})$$

Diagrammi di Bode



④ lo schema proposto è



in questo
 $i_{in1} = i_{in2} = i_{in}$
 $i_{u1} = i_{u2} = i_u$

Quindi, per l'amplificatore risultante

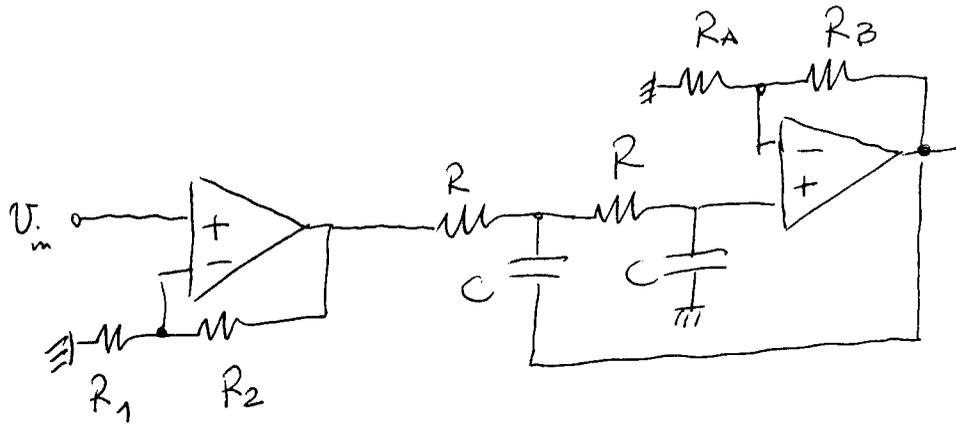
$$R'_m = 2R_{in}$$

$$R'_o = 2R_o$$

$$R'_f = 2R_f$$

$$R'_r = 2R_r$$

⑤ Per ottenere il filtro proposto si può ricorrere allo schema seguente, basato su celle di Golden Key



(dalla teoria)

$$\frac{V_u}{V_m} = G_1 G_2 \frac{1}{(RCs)^2 + (3 - G_2)RCs + 1}$$

$$G_1 = 1 + \frac{R_2}{R_1} ; \quad G_2 = 1 + \frac{R_B}{R_A}$$

Deve essere

$$\frac{1}{RC} = 2\pi \text{ krad/s} ; \quad RC = 159 \mu\text{s}$$

$$C = 159 \text{ nF}$$

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

$$-\frac{3 - G_2}{RC} = -2\pi\sqrt{2} \quad (\text{somma dei poli})$$

$$3 - G_2 = \sqrt{2} \quad G_2 = 1,5858$$

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

$$R_B = 5,858 \text{ k}\Omega$$

$$G_1 = \frac{10}{G_2} = 6,306$$

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 5,306 \text{ k}\Omega$$

Per $f = 1 \text{ kHz} \rightarrow \omega = 2\pi \text{ k rad/s}$ e quindi

$$\left| \frac{V_u}{V_m} \right|_{1 \text{ kHz}} = \frac{G_1 G_2}{\sqrt{2}} \quad \text{cioè } 17 \text{ dB}$$