SCHEDA A08_03		Data: 13 Febbraio 2008
Cognome	Nome	Matricola

ESERCIZIO N°1

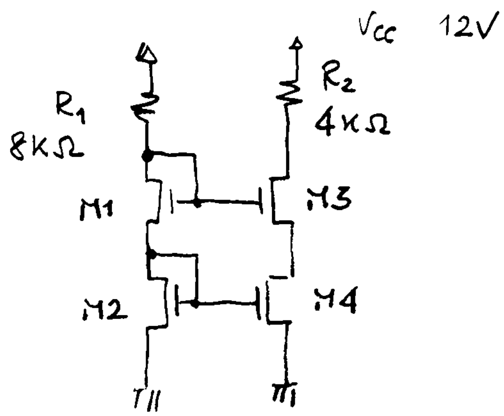
7 punti

Un raddrizzatore a ponte di Graetz (diodi quasi ideali, con $V_F = 0{,}7$ V) con filtro capacitivo ha in ingresso una tensione alternata di frequenza 50 Hz e valore efficace pari a 15 V ed eroga sul carico una corrente da 1 A. Disegnare lo schema elettrico e determinare C in modo che la tensione di uscita non scenda sotto 12 V, facendo in modo che la massima corrente nei diodi sia minima. Determinare quindi il valore di tale corrente massima.

ESERCIZIO N°2

7 punti

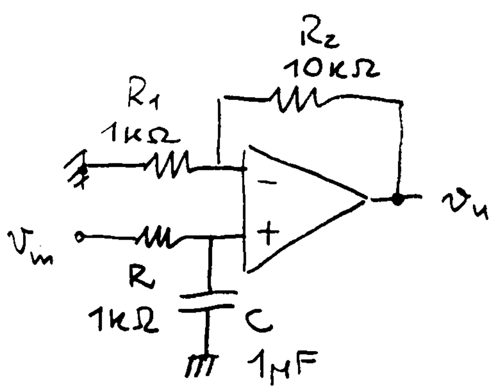
Determinare il punto di riposo del circuito seguente in cui i 4 NMOS sono identici ($V_T = 1$ V, $k = 2$ mA/V^2).



ESERCIZIO N°3

6 punti

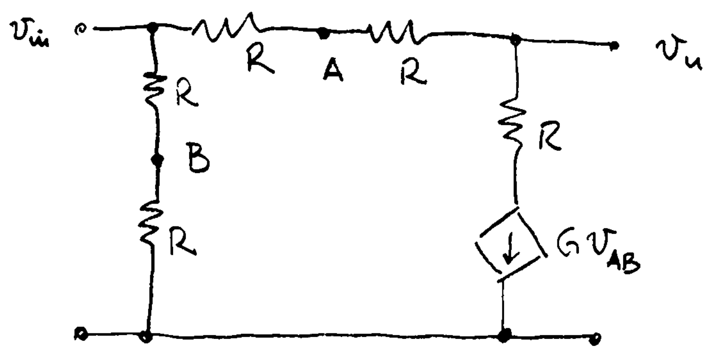
Determinare la risposta in frequenza del circuito seguente e tracciarne i diagrammi asintotici di Bode.



ESERCIZIO N°4

6 punti

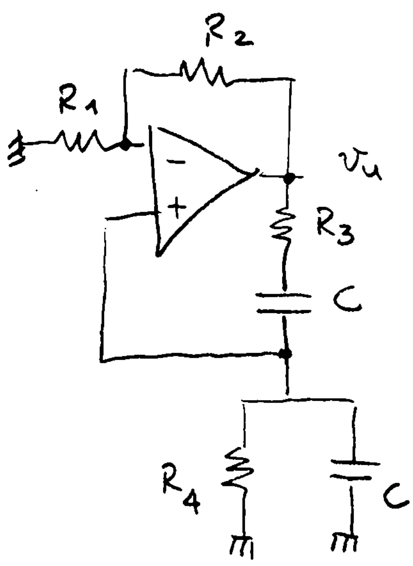
Determinare i parametri g_i e g_f del seguente circuito.



ESERCIZIO N°5

7 punti

Determinare C e R_4 in modo che la frequenza a regime del seguente oscillatore sia 1 kHz.
Determinare P_0 in modo che l'ampiezza dell'oscillazione a regime sia 1 V.



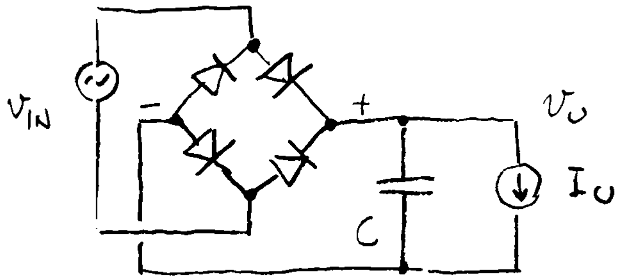
$R_2 = 4R_1$

$R_3 = R_4\left(1 + \frac{P_3}{P_0}\right)$

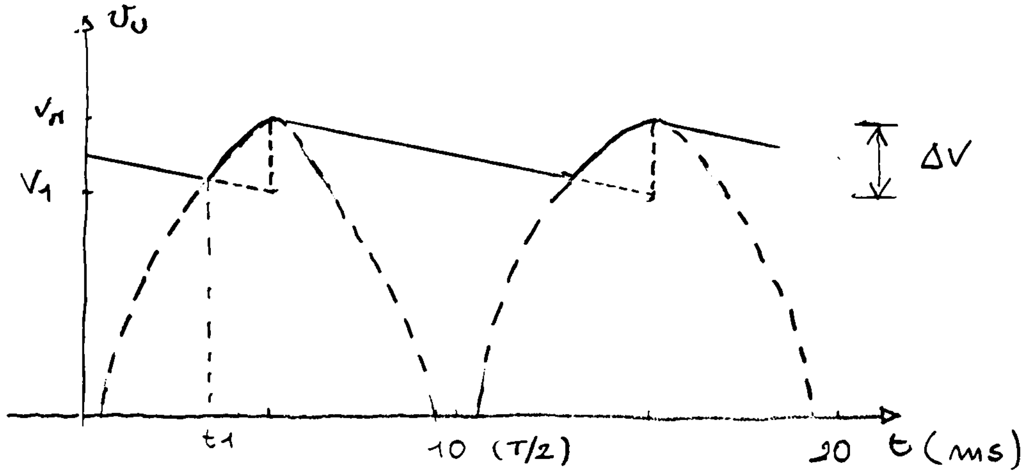
P_3 è la potenza media dissipata su R_3

(1)

Schema



Forme d'onda



$$V_M = \sqrt{2}\, V_{eff} - 2 V_\gamma = 19{,}81$$

$$V_1 = 12\ V$$

$$\Delta V = 7{,}81$$

$$\Delta V \simeq \frac{1}{C}\, I_U \cdot \frac{T}{2} \qquad \text{da cui} \qquad C = \frac{I_U}{\Delta V} \cdot \frac{T}{2} = 1{,}28\ mF$$

Un valore di C maggiore garantisce una V_{min} superiore a V_1, ma a scapito della massima corrente dei diodi.

In conduzione

$$i_D = I_U + C \frac{d v_U}{dt} = I_U + C \sqrt{2}\, V_{eff}\, \omega \cos \omega t$$

la corrente massima NON ripetitiva si ha per $\cos \omega t = 1$

$$i_{DMAX(NR)} = 9{,}53\ A$$

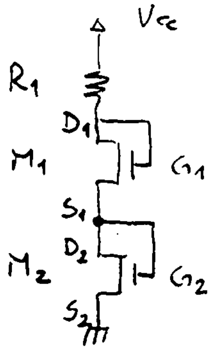
Quella ripetitiva si può stimare ponendo

$$\cos \omega t_1 \simeq \sqrt{1 - \frac{(V_1 + 2V_\gamma)^2}{2 V_{eff}^2}} = 0{,}775$$

$$i_{DMAX(R)} = 7{,}61\ A$$

(2)

Posso studiare inizialmente solo R_1, M_1 e M_2, poiché M_3 e M_4 non hanno effetto sul punto di riposo



$V_{GD_1} = \emptyset$
$V_{GD_2} = \emptyset$ } M_1 e M_2 saturi

$I_{DS1} = I_{DS2} = I_{DS}$ Kirchoff al nodo $S_1 \equiv D_2$

Poiché in saturazione I_{DS} dipende solo da V_{GS}

$V_{GS1} = V_{GS2} = V_{GS}$

$$I_{DS} = \frac{V_{cc} - 2V_{GS}}{R_1} = \frac{k_n}{2}\left(V_{GS} - V_{Tn}\right)^2$$

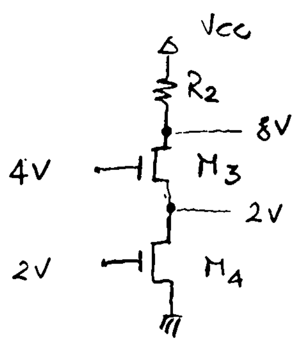
$$12 - 2x = 8\,(x-1)^2$$

$$8x^2 - 14x - 4 = 0 \quad ; \quad 4x^2 - 7x - 2 = \emptyset$$

$$x = \frac{7 + \sqrt{49+32}}{8} = 2$$ (l'altra soluzione, negativa, non è accettabile)

$V_{GS} = 2\,V$ $\qquad I_{DS} = 1\,mA$

Esaminiamo ora l'altro ramo, ipotizzando i due M_3 M_4 in saturazione



$V_{GS4} = V_{GS} = 2V$ quindi

$I_{DS4} = I_{DS} = 1\,mA$

$I_{DS3} = I_{DS4}$ (Kirchoff al nodo $D_4 \equiv S_3$) da cui

$V_{GS3} = V_{GS4} = 2V$ (hp saturazione)

$V_{DS4} = V_{G3} - V_{GS3} = 2V$

$V_{DS3} = V_{cc} - R_2 I_{DS} - V_{S3} = 6V$

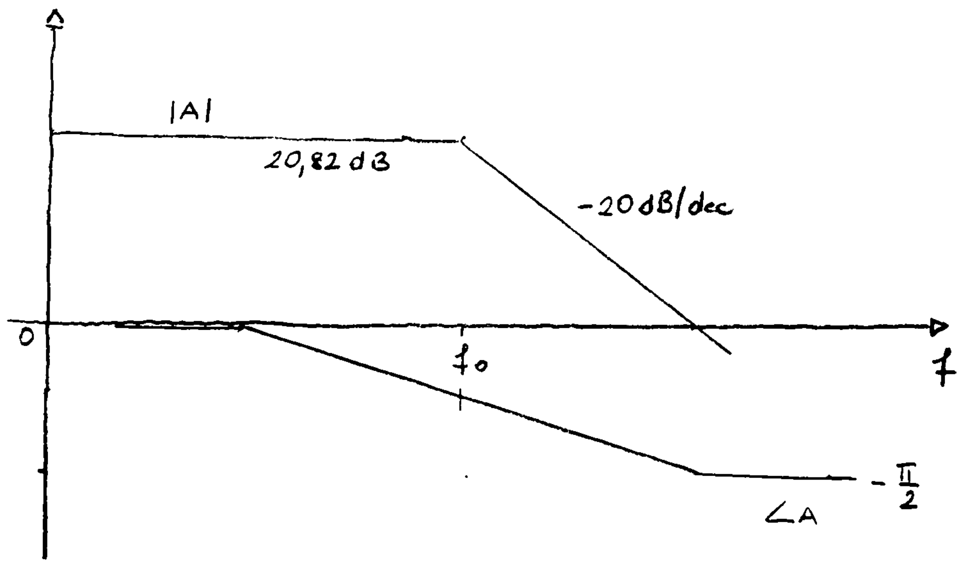
$V_{GD4} = \emptyset$
$V_{GD3} = -4V$ } ok saturazione

(3) Si tratta di un amplificatore non invertente con filtro passa-basso del 1° ordine

$$A(s) = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \frac{1}{RCs+1} = A_0 \frac{\omega_0}{s+\omega_0}$$

con $A_0 = 11$ e $\omega_0 = \frac{1}{RC} = 1$ Krad/s (159 Hz)

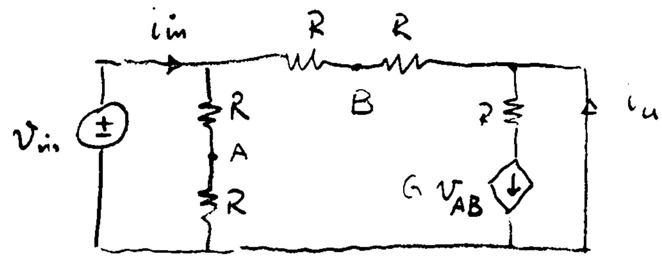
Diagrammi di Bode



④ Definizione

$$g_i = \left.\frac{i_{in}}{v_{in}}\right|_{v_u=0} \quad ; \quad g_f = \left.\frac{i_u}{v_{in}}\right|_{v_u=0}$$

Dallo schema, con v_u in corto circuito



Si ha $v_{AB} = \frac{v_{in}}{2} - \frac{v_{in}}{2} = \phi$. Quindi

$$g_i = \frac{1}{R} \quad ; \quad g_f = -\frac{1}{2R}$$

⑤

Il bA del circuito è il seguente

$$bA = \left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)\frac{R_4 C s}{(1+R_3Cs)(1+R_4Cs)+R_4Cs} =$$

$$= \left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)\frac{R_4 C s}{R_3R_4C^2s^2+(R_3+2R_4)Cs+1}$$

A regime dovrà essere $|bA|=1$ e $\angle bA = \phi$, quindi

$$\begin{cases} \left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)\cdot\frac{R_4}{R_3+2R_4} = 1 \quad ; \quad 5R_4 = R_3+2R_4 \quad ; \quad R_3 = 3R_4 \\ \omega_0 = \frac{1}{(\sqrt{R_3R_4})C} = \frac{1}{\sqrt{3}}\cdot\frac{1}{R_4C} \quad ; \quad R_4C = \frac{1}{\sqrt{3}}\,\frac{1}{2\pi f_0} = 91{,}89\ \mu s \end{cases}$$

Posso porre $C = 100\ nF$; $R_4 = 918{,}9\ \Omega$

Inoltre, poichè $R_3 = 3R_4$, deve essere $P_3/P_0 = 2$

Se la tensione a regime in uscita ha ampiezza $V_0 = 1V$, la potenza dissipata da R_3 vale

$$P_3 = R_3\frac{I_3^2}{2} = R_3\frac{V_0^2}{2|Z_3+Z_4|^2} = 3R_4\frac{V_0^2}{2|Z_3+Z_4|^2}$$

Alla frequenza ω_0

$$Z_3+Z_4 = R_3+\frac{1}{j\omega_0C}+\frac{R_4}{j\omega_0R_4C+1} = 3R_4 - j\sqrt{3}R_4 + \frac{R_4\sqrt{3}}{j+\sqrt{3}} =$$

$$= R_4\left(3 - j\sqrt{3} + 3/4 - j\sqrt{3}/4\right) = R_4\left(3{,}75 - 1{,}25\sqrt{3}\,j\right)$$

$$|Z_3+Z_4|^2 = 18{,}75\ R_4^2$$

Sostituendo $P_3 = \dfrac{1}{R_4\cdot 12{,}5}$

Posso porre $P_0 = \dfrac{P_3}{2} = 43{,}5\ \mu W$