Scheda **A09_03**	Data: **18 Febbraio 2009**	
Cognome	Nome	Matricola

ESERCIZIO N°1

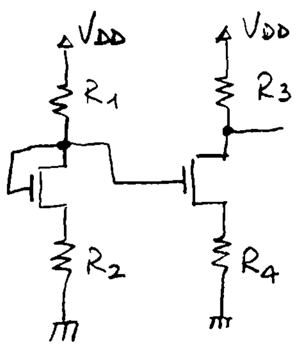
7 punti

Un raddrizzatore a ponte di Graetz (diodi ideali) con filtro capacitivo ha in ingresso una tensione alternata di frequenza 50 Hz e valore efficace pari a 20 V ed eroga sul carico una corrente da 0,1 A. Disegnare lo schema elettrico e determinare C in modo che la tensione di uscita non scenda sotto 18 V, facendo in modo che la massima corrente nei diodi sia minima.
Determinare quindi il valore di tale corrente massima. (ripetitiva)

ESERCIZIO N°2

7 punti

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



$R_1 = 5\,k\Omega$

$R_2 = 250\,\Omega$

$R_3 = 1\,k\Omega$

$R_4 = 250\,\Omega$

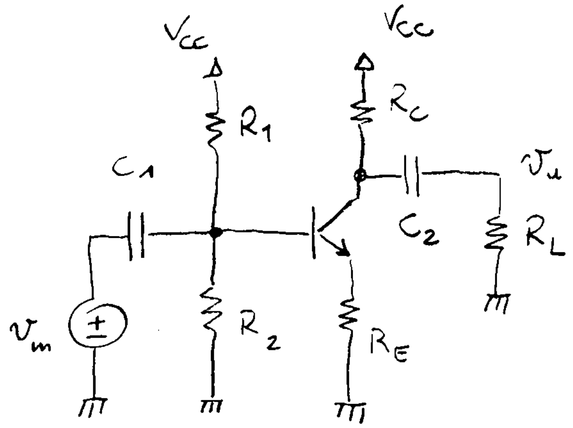
$V_{DD} = 22\,V$

ESERCIZIO N°3

6 punti

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

$V_{CC} = 12\,V$



$h_{fe} = 100$

$h_{ie} = 1\,k\Omega$

$R_1 = 11\,k\Omega$

$R_2 = 1\,k\Omega$

$R_E = 300\,\Omega$

$R_C = 5\,k\Omega$

$R_L = 2\,k\Omega$

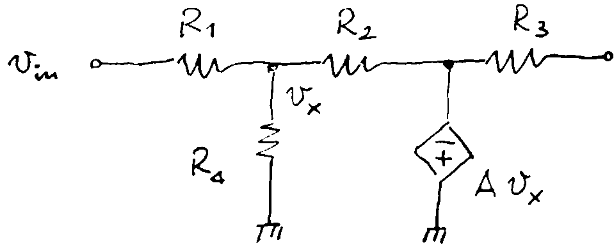
$C_1 = 10\,\mu F$

$C_2 = 100\,nF$

ESERCIZIO N°4

6 punti

Determinare i parametri g_i e g_f del seguente circuito.



$R_1 = 1\,k\Omega$

$R_2 = 10\,k\Omega$

$R_3 = 100\,\Omega$

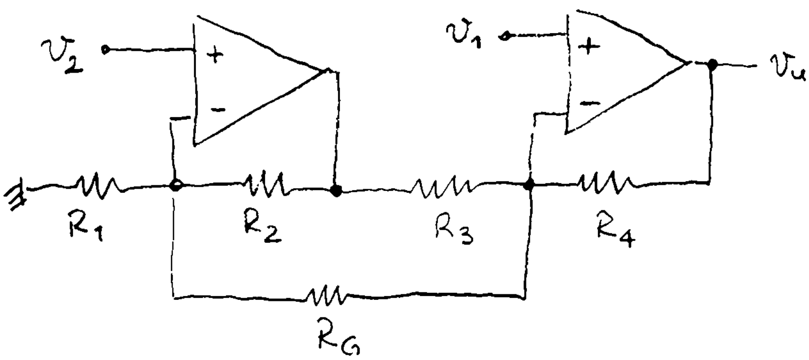
$R_4 = 1\,M\Omega$

$A = 1000$

ESERCIZIO N°5

7 punti

Determinare l'amplificazione differenziale e di modo comune del seguente circuito con operazionali ideali.



$R_1 = 10\,k\Omega$

$R_2 = 1\,k\Omega$

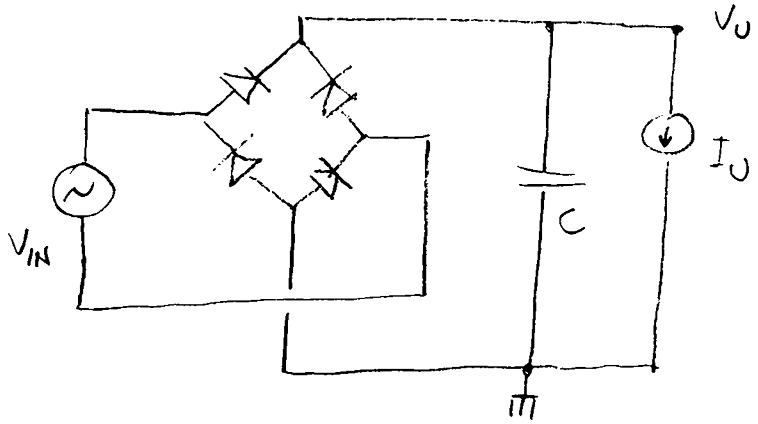
$R_3 = 1\,k\Omega$

$R_4 = 10\,k\Omega$

$R_G = 100\,\Omega$

OP AMP ideali

(1)



$V_{IN} = V_M \operatorname{sen} \omega t$

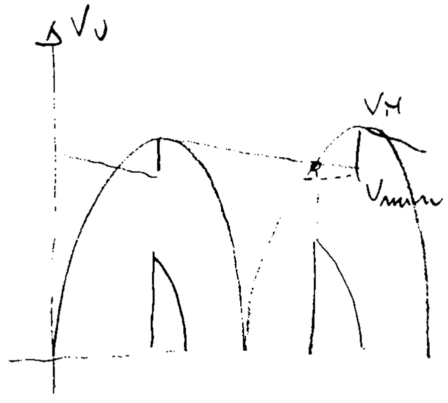
$V_M = 20\sqrt{2} = 28{,}284\ V$

$\omega = \frac{2\pi}{T}$

$V_{Umin} = V_M - \Delta V$; $\Delta V_{max} = \frac{I_U}{C}\frac{T}{2} = 10{,}284\ V$

$C = \frac{I_U \cdot T}{2} \cdot \Delta V_{max} = 10{,}284\ mF$

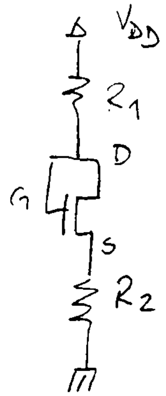
corrente massima ripetitiva



$i_D = I_U + C\frac{d v_U}{dt}$

$I_{DMAXR} \simeq I_U + \omega C \sqrt{1-\left(\frac{V_{min}}{V_M}\right)^2} = 2{,}59\ A$

(2)



$$\begin{cases} V_{GS} = V_{DD} - (R_1+R_2)\, I_{DS} \\ i_{DS} = \frac{K_n}{2}\,(V_{GS}-V_{Tn})^2 \end{cases} \qquad V_{GS} = x$$

$$22-5{,}25\,(x-1)^2 \cdot \frac{4}{2} = x$$

$$44-21(x-1)^2 = 2x$$

$$21x^2 - 40x - 23 = \varnothing$$

$$x = \frac{20 \pm \sqrt{400+483}}{21} = 2{,}367\ V$$ (sol. neg NON accettabile)

Quindi

$V_{GS1} = V_{GS2} = 2{,}367\,V$

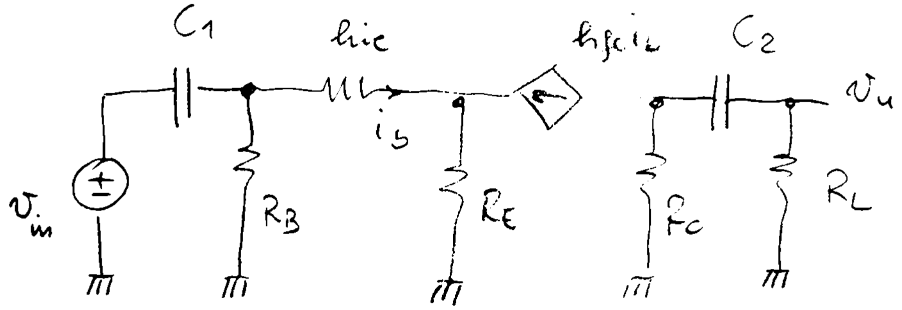
$I_{DS1} = I_{DS2} = 3{,}740\ mA$ (perché $R_2 = R_4$ e MOS uguali)

$V_{DS1} = \varnothing$

$V_{DS2} = V_{DD} - (R_3+R_4)\, I_{DS} = 17{,}33\,V$ (ok saturaz: $V_{GD} < 0$)

③

Circuito per piccoli segnali



$R_B = R_1 /\!/ R_2 = 0{,}917\ k\Omega$

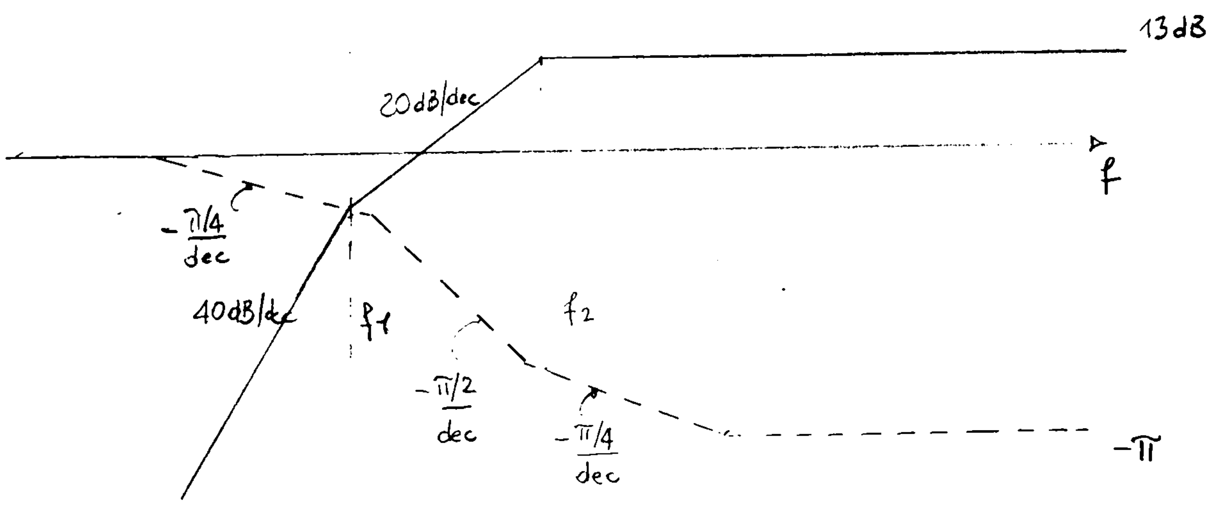
il sistema ha due zeri nell'origine e due poli

$$A = -A_{CB} \frac{s^2}{(s+p_1)(s+p_2)}$$

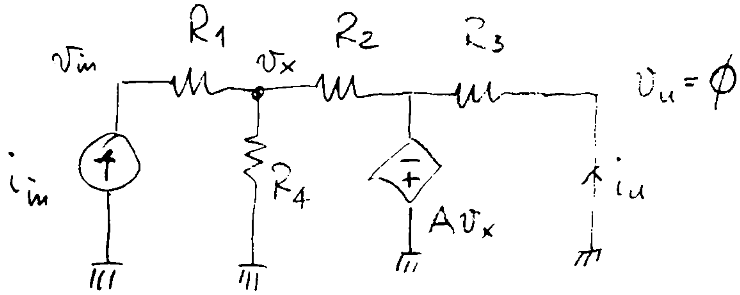
$$A_{CB} = \frac{R_C /\!/ R_L \ h_{fe}}{h_{ie} + R_E\,(h_{fe}+1)} = 4{,}56 \qquad (13\ dB)$$

$$p_1 = \frac{1}{C_1 R_{V1}} = \frac{1}{C_1 \left\{ R_B /\!/ \left[h_{ie} + R_E\,(h_{fe}+1) \right] \right\}} = 112\ rad/s \qquad (18\ Hz)$$

$$p_2 = \frac{1}{C_2 R_{V2}} = \frac{1}{C_2\,(R_C + R_L)} = 1{,}43\ Krad/s \qquad (227\ Hz)$$



(4)



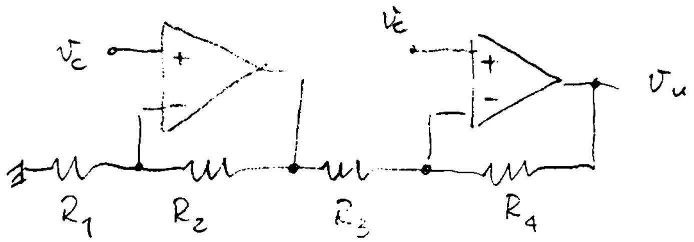
$$\begin{cases} i_u = g_f v_{in} + g_r v_u \\ i_{in} = g_i v_{in} + g_r v_u \end{cases}$$

$$1/g_i = R_1 + R_4 \,//\, \frac{R_2}{A+1} \quad ; \qquad g_i = 990{,}1\ \mu S$$

$$g_f = \frac{A}{R_3} \cdot \frac{R_4 \,//\, \frac{R_2}{A+1}}{R_1 + R_4 \,//\, \frac{R_2}{A+1}} = 98{,}91\ mS$$

⑤ Esaminiamo A_c (segnali $v_1 = v_2 = v_c$)

Osservazione: per il c.c.v. in R_G non scorre corrente. Quindi il circuito per il modo comune è equivalente al seguente

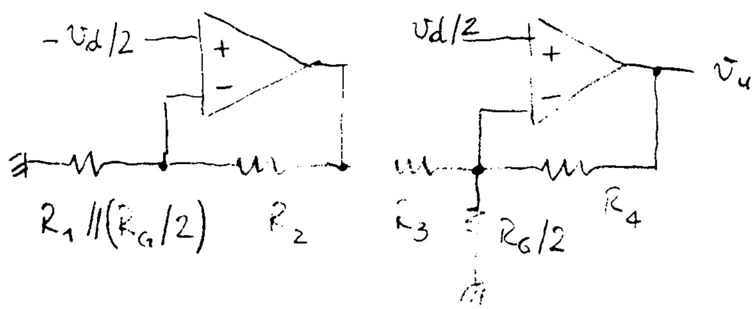


Applicando la sovrapposizione degli effetti

$$v_u = v_c\left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)\left(-\frac{R_4}{R_3}\right) + v_c\left(1+\frac{R_4}{R_3}\right) = \phi \quad ; \quad A_c = \phi$$

Esaminiamo A_d (segnali $v_1 = -v_2 = v_d/2$)

Osservazione: le tensioni ai capi di R_G sono opposte in segno. Il circuito è equivalente al seguente



Applicando ancora la sovrapposizione degli effetti

$$v_u = \frac{v_d}{2}\left\{1+\frac{R_4}{R_3 // (R_G/2)}\right\} - \frac{v_d}{2}\left\{1+\frac{R_2}{R_1 // (R_G/2)}\right\}\left\{-\frac{R_4}{R_3}\right\} =$$

$$= \frac{v_d}{2}\left\{1+\frac{R_4}{R_3 // (R_G/2)} + \frac{R_4}{R_3} + \frac{R_4}{R_3}\cdot\frac{R_2}{R_1 // (R_G/2)}\right\} =$$

$$= \frac{v_d}{2}\left\{1 + \frac{2R_4}{R_3 R_G}\left(R_3 + R_G/2\right) + \frac{R_4}{R_3} + \frac{2\cancel{R_4}R_2}{\cancel{R_3 R_1} R_G}\left(R_1 + R_G/2\right)\right\} =$$

$$= \frac{v_d}{2}\left\{1 + 2\frac{R_4}{R_G} + 2\frac{R_4}{R_3} + \frac{2R_1}{R_G} + 1\right\} = v_d\left(1 + \frac{R_4}{R_3} + \frac{R_1+R_4}{R_G}\right)$$

$A_d = 211$