

SCHEDA N°A04-02

Data: 29/1/2004

Nome _____

Valutazione: _____

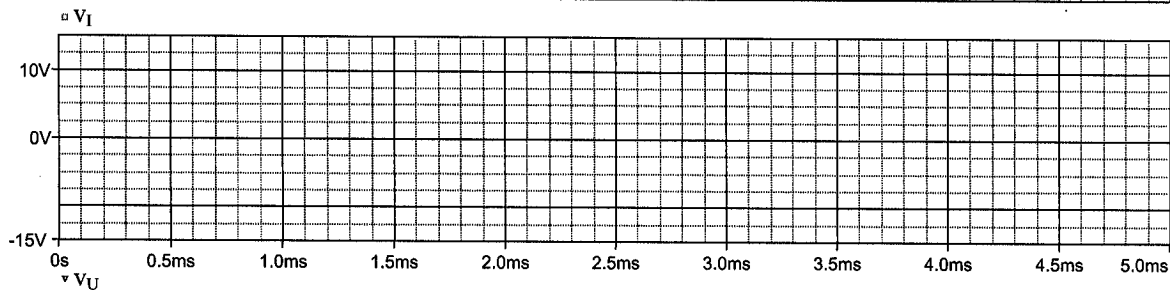
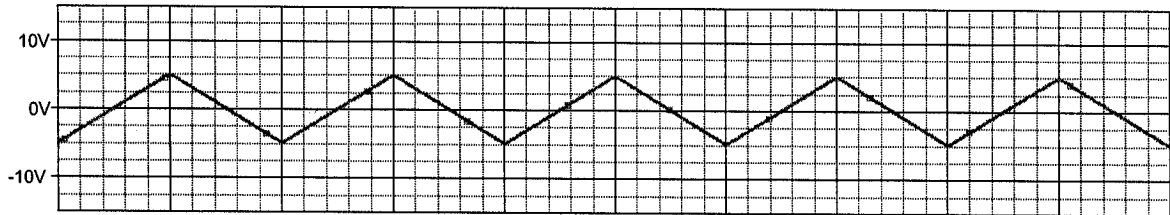
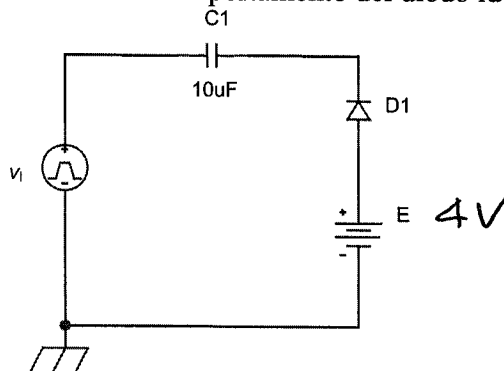
Coordinate banco:

Tempo disponibile: 1ora
NON è consentito uscire dall'aula, né consultare testi.
NON utilizzare la penna rossa.
 I fogli di brutta devono essere riconsegnati.
 I risultati devono essere chiaramente motivati.

ESERCIZIO N°1

5 punti

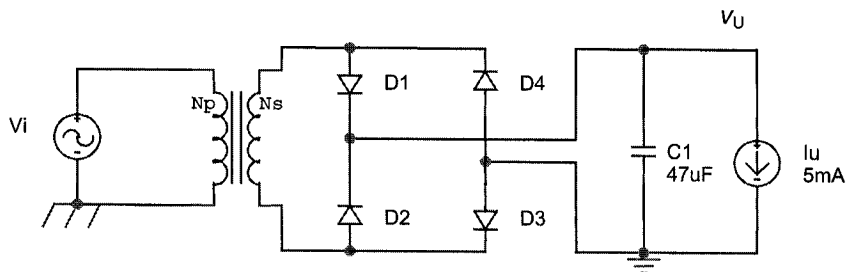
Si consideri il circuito di figura dove la forma d'onda del segnale d'ingresso v_I è triangolare, a valor medio nullo, con periodo $T = 1 \text{ ms}$ e valore picco-picco $V_{pp} = 10 \text{ V}$. Disegnare la forma d'onda della tensione di uscita a regime. Si assuma il comportamento del diodo ideale.



ESERCIZIO N°2

6 punti

Il generatore v_i è sinusoidale di frequenza 50 Hz e valore efficace 230 V. Stimare il valore minimo della tensione di uscita v_{Umin} per un rapporto spire del trasformatore $N_p/N_s = 2.3$. Si consideri il trasformatore ideale, e i diodi quasi ideali con tensione di conduzione diretta $V_f = 0.7V$.

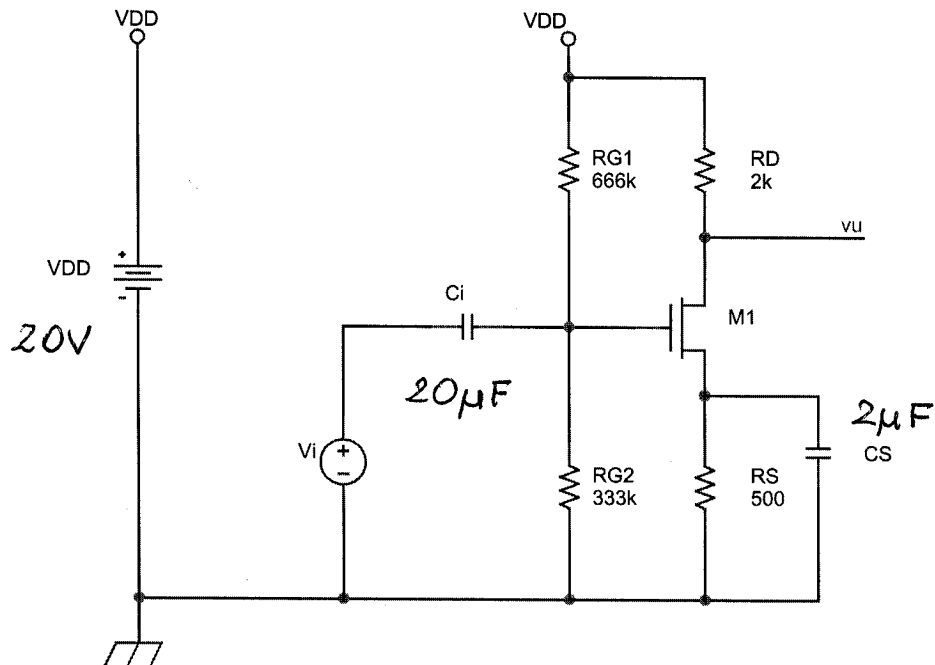


v_{Umin}

ESERCIZIO N°3

7 punti

Determinare il punto di riposo del transistore NMOS M_1 che è caratterizzato da una tensione di soglia $V_T = 1 V$ e da una transconduttanza $k_N = 2 mA/V^2$. Valutare inoltre il parametro g_{fs} del modello per piccoli segnali.

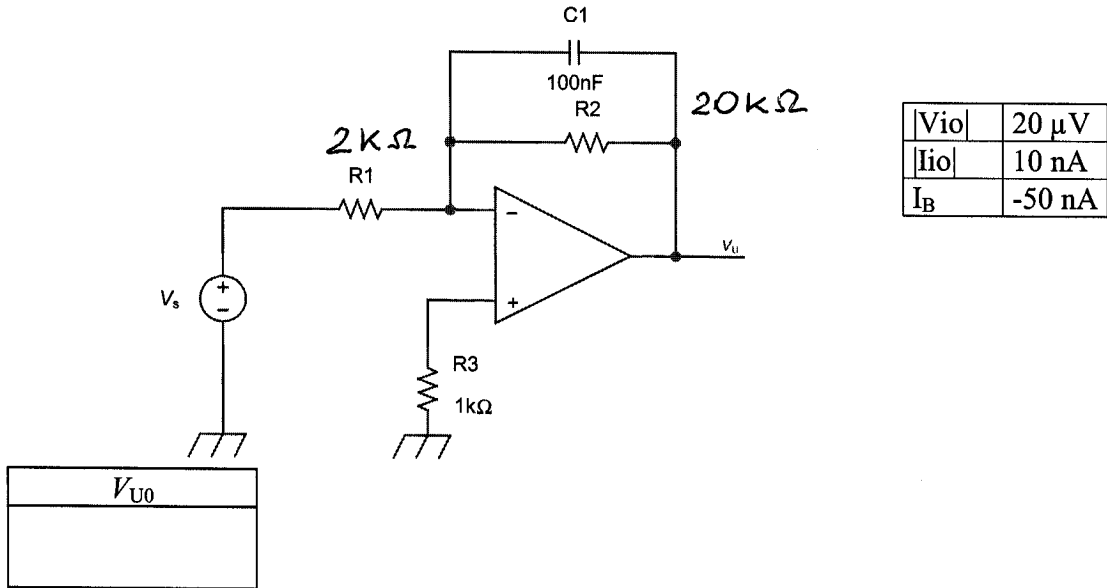


V_{GS}	I_{DS}	g_{fs}

ESERCIZIO N°4

7 punti

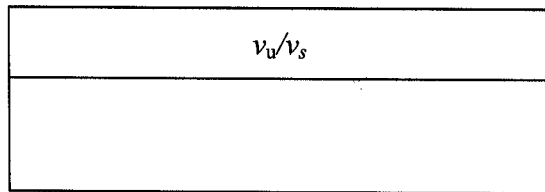
Determinare il massimo modulo dello sbilanciamento dell'uscita V_{U0} . In tabella sono riportati i parametri statici dell'amplificatore operazionale.



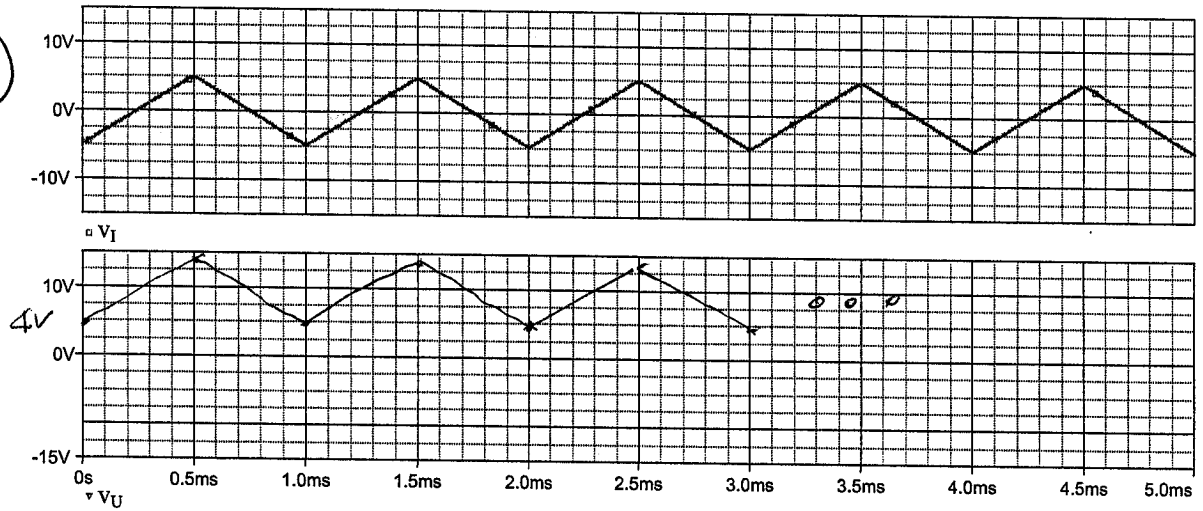
ESERCIZIO N°5

8 punti

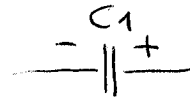
Si consideri ancora il circuito dell'esercizio 3 e si assuma in questo caso $g_{fs} = 5 \text{ mA/V}$. Determinare la risposta in frequenza dell'amplificazione v_u/v_s .



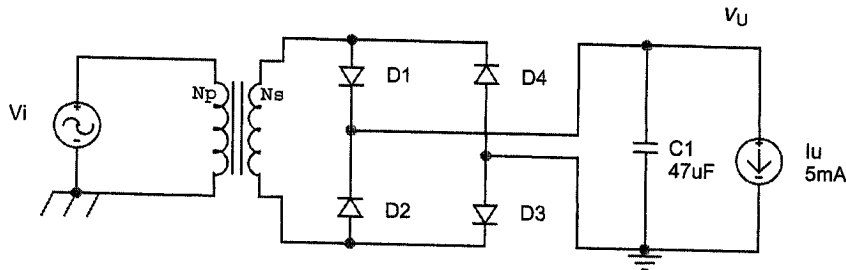
1



Circuito fissato a 4V.
Condensatore carico a 9V



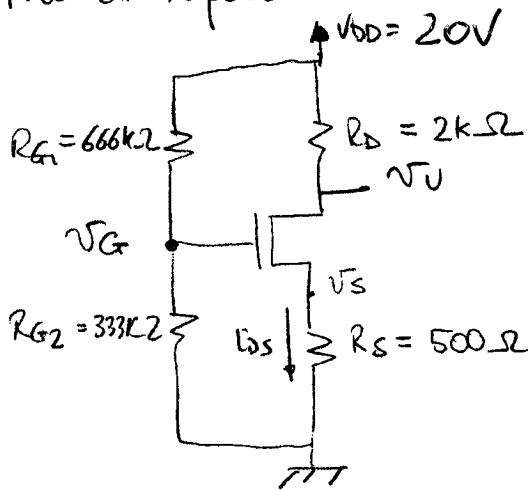
2



$V_s = 14.14 \text{ V}$
 $V_{uMAX} = 12.74 \text{ V}$ (si perdono $2V_f$)
 caduta su C: $\approx \frac{10\mu s \cdot 5\text{mA}}{47\mu F} = 1.06 \text{ V}$
 $V_{uMIN} = 11.68 \text{ V}$

3

P.to di riposo:



$$V_G = \frac{R_{G2}}{R_{G1} + R_{G2}} V_{DD} = 6.67 \text{ V}$$

ip. NMOS saturo:

$$I_{DS} = \frac{K_N (V_{GS} - V_T)^2}{2}$$

$$V_{GS} = V_G - R_S I_{DS} ; I_{DS} = \frac{V_G - V_{GS}}{R_S}$$

$$\frac{V_G - V_{GS}}{R_S} = \frac{K_N (V_{GS} - V_T)^2}{2}$$

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

$$\frac{V_G - V_T - x}{R_S} = \frac{K_N x^2}{2} ; x^2 + 2x - 11.14 = 0$$

$$x_{1,2} = -1 \pm \sqrt{1 + 11.14} = \begin{cases} 2.48 \text{ V} \\ < 0 \text{ Non acc.} \end{cases}$$

$$V_{GS} = V_T + x = 3.48 \text{ V}$$

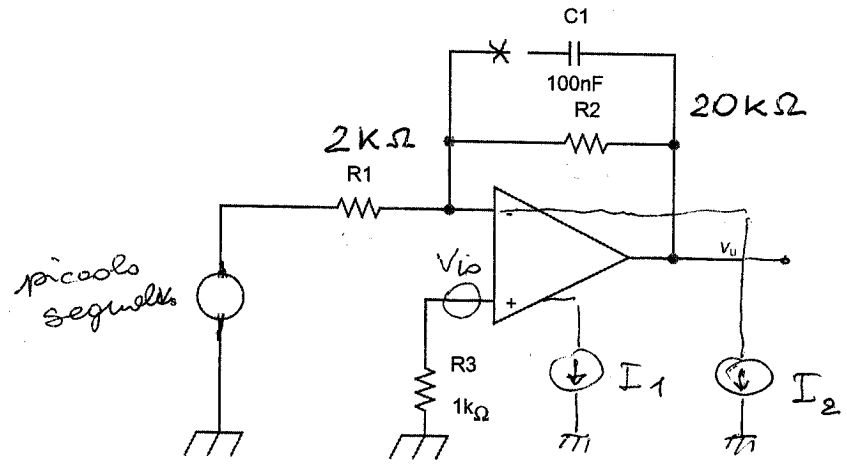
$$I_{DS} = 6.15 \text{ mA}$$

$$V_D = V_{DD} - R_D I_{DS} = 7.7 \text{ V}$$

$$V_{GD} = -1.03 < V_T \Rightarrow \text{NMOS saturo}$$

$$g_{fs} = \left. \frac{\partial I_{DS}}{\partial V_{GS}} \right|_Q = \left. K_N (V_{GS} - V_T) \right|_Q = 4.96 \mu\text{A/V}$$

4



$$\begin{cases} I_1 = |I_B| + I_o/2 \\ I_2 = |I_B| - I_o/2 \end{cases}$$

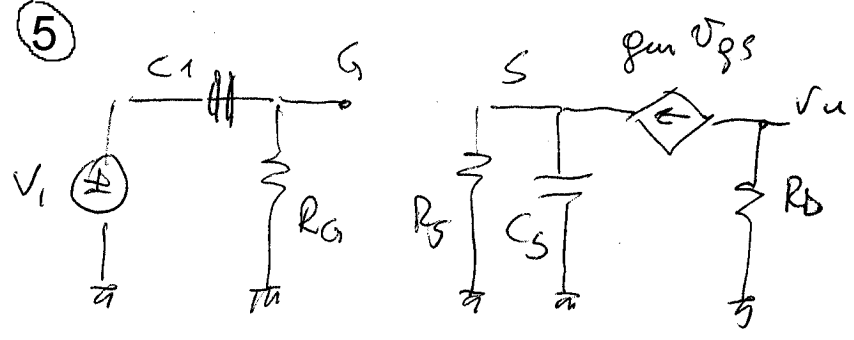
$$V_u = 11V_{io} - 11R_3I_1 + R_2I_2 = 11V_{io} + (R_2 - 11R_3)|I_B| - (R_2 + 11R_3)I_o/2$$

somma i tre contributi

Scelgo $V_{io} > 0$ e $I_o < 0$ e ottengo per V_{uoMAX} :

$$220\mu V + 450\mu V + 155\mu V = 825\mu V$$

5



Circuito equivalente

$$R_G = R_{G1} || R_{G2} = 222k\Omega$$

$$Z_S = \frac{R_S}{R_S C_S s + 1}$$

$$V_g = V_{in} \cdot \frac{R_G}{R_G + \frac{1}{C_1 s}} = V_{in} \frac{R_G C_1 s}{R_G C_1 s + 1}$$

$$V_s = Z_S g_m V_{gs} = V_g \frac{Z_S g_m}{1 + Z_S g_m}; \quad V_{gs} = V_g \frac{1}{1 + Z_S g_m} = V_g \frac{R_S C_S s + 1}{R_S C_S s + 1 + R_S g_m}$$

unendo i due pezzi si ha

$$V_u = -R_D g_m V_{gs} = -\frac{R_D g_m}{1 + R_S g_m} \frac{(R_S C_S s + 1)}{\frac{R_S}{1 + g_m R_S} C_S s + 1} \frac{R_G C_1 s}{R_G C_1 s + 1} V_{in}$$

La funzione di trasferimento ottenuta ($s \leftarrow j\omega$) presenta due poli e due zeri

$$z_1 = 0; \quad z_2 = \frac{1}{R_S C_S}; \quad p_1 = \frac{1}{R_G C_1}; \quad p_2 = \frac{1 + g_m R_S}{R_S C_S}$$