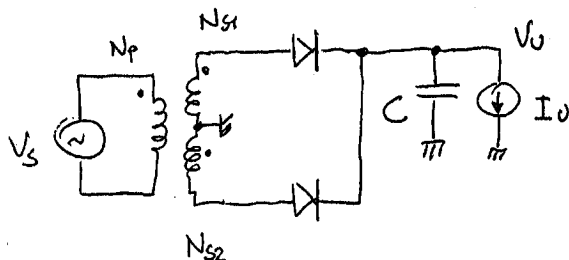


**ESERCIZIO N°1**

7 punti

Nel seguente circuito raddrizzatore con filtro capacitivo determinare valore minimo, medio e massimo della tensione di uscita.



Diodi ideali

$$V_S = V_H \sin \omega_0 t$$

$$V_H = 200 \text{ V}$$

$$\omega_0 = 2\pi \cdot 50 \text{ rad/s}$$

$$N_p = 1000$$

$$N_{s1} = 50$$

$$N_{s2} = 49$$

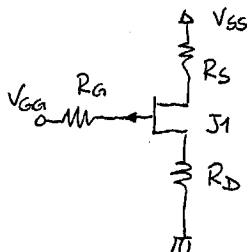
$$C = 1 \text{ mF}$$

$$I_0 = 40 \text{ mA}$$

**ESERCIZIO N°2**

7 punti

Determinare il punto di riposo del circuito seguente, valutare i parametri del modello del transistor e disegnare il circuito per piccoli segnali.



$$V_{SS} = 12 \text{ V}$$

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

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

J1 : JFET a canale p

$$K_p = -2 \text{ mA/V}^2$$

$$V_p = 6 \text{ V}$$

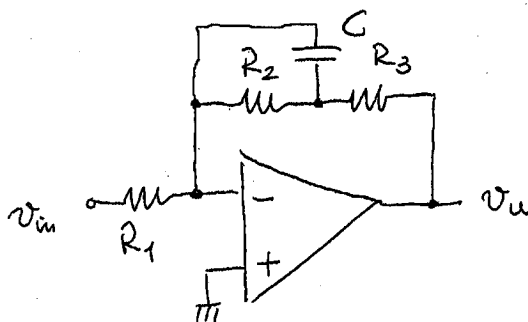
$$R_G = 100 \text{ k}\Omega$$

$$V_{GG} = 6 \text{ V}$$

**ESERCIZIO N°3**

6 punti

Determinare la risposta in frequenza, disegnando i relativi diagrammi asintotici di Bode, del circuito seguente.



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

$$R_2 = R_3 = 10 \text{ k}\Omega$$

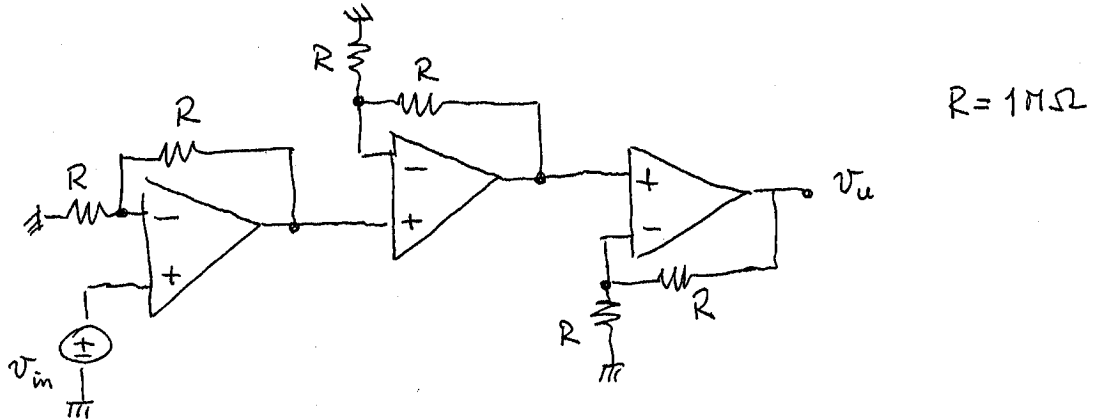
$$C = 100 \text{ nF}$$

OP-AMP ideale

### ESERCIZIO N°4

7 punti

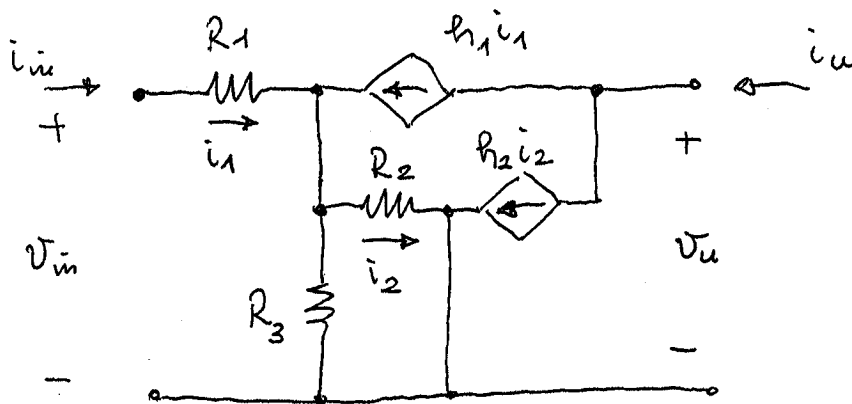
Valutare il massimo sbilanciamento del circuito seguente. Gli operazionali, tutti simili, presentano una tensione di offset  $|V_{io}| < 1 \text{ mV}$ , e correnti di polarizzazione  $I_B = 3 \text{ nA}$  e  $|I_o| < 1 \text{ nA}$ .



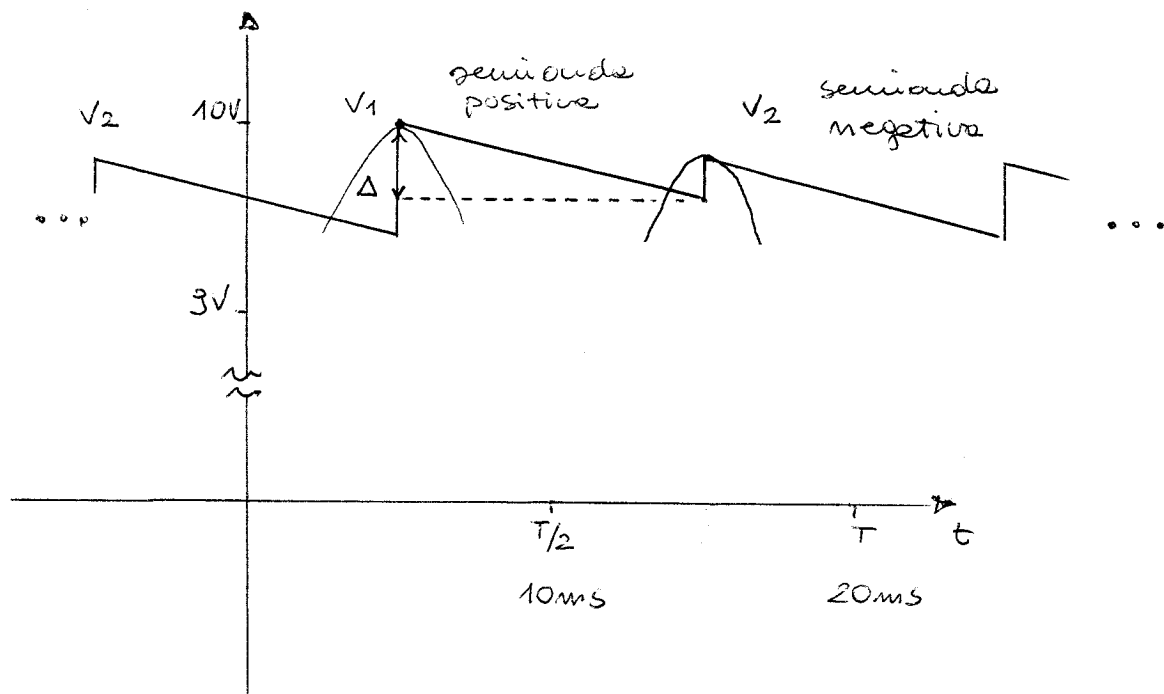
### ESERCIZIO N°5

6 punti

Determinare i parametri che caratterizzano come amplificatore di corrente il seguente circuito.



① la situazione in uscita è la seguente



$$V_1 = 10V$$

$$V_2 = 9.8V$$

$$\Delta V = \frac{1}{C} I_0 \cdot \frac{T}{2} = 400 \text{ mV}$$

$$V_{\text{MAX}} = V_1 = 10V$$

$$V_{\text{min}} = V_2 - \Delta V = 9.4V$$

$$V_{\text{med1}} = V_1 - \frac{\Delta V}{2} = 9.8V$$

$$V_{\text{med2}} = V_2 - \frac{\Delta V}{2} = 9.6V$$

$$V_{\text{med}} = \frac{V_{\text{med1}} + V_{\text{med2}}}{2} = 9.7V$$

② Il JFET non può che essere in zona triodo, in quanto deve essere

$$V_{GD} < V_P = 6V \quad (V_D > 0; V_G = 6V)$$

Quindi

$$I_{DS} = \frac{k_P}{2} V_{DS} (V_{GS} + V_{GD} - 2V_P) = \frac{k_P}{2} V_{DS} (2V_{GS} - V_{DS} - 2V_P)$$

oltre

$$V_D = -R_D I_{DS}$$

$$V_S = V_{SS} + R_S I_{DS} \quad \text{da cui}$$

$$I_{DS} = -\frac{k_P}{2} [V_{SS} + (R_D + R_S) I_{DS}] \left[ \underbrace{2V_G - V_{SS}} + \underbrace{(R_D - R_S) I_{DS}} - 2V_P \right]$$

$$I_{DS} = \frac{k_P}{2} [V_{SS} + (R_D + R_S) I_{DS}] (2V_P)$$

$$I_{DS} = -5,76 \mu A$$

$$V_{DS} = -0,48 V$$

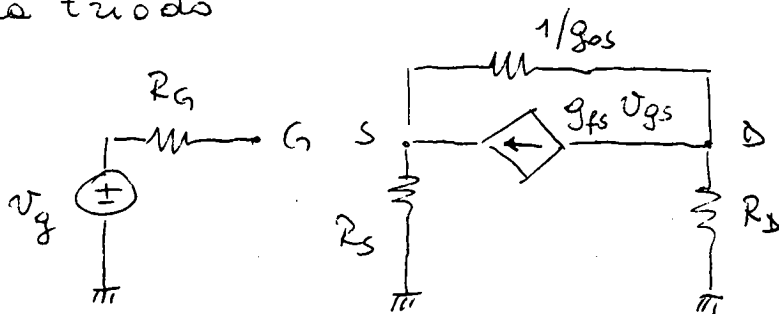
$$V_D = 5,76 V$$

$$V_{GD} = 0,24 V$$

$$V_S = 6,24 V$$

$$V_{GS} = -0,24 V$$

in zona triodo



Cou

$$g_{fs} = \left. \frac{\partial I_{DS}}{\partial V_{GS}} \right|_{V_{DSQ}} = \frac{k_P}{2} V_{DS} = 0,48 \mu A/V$$

$$g_{os} = \left. \frac{\partial I_{DS}}{\partial V_{DS}} \right|_{V_{GSQ}} = \frac{k_P}{2} [(2V_{GS} - V_{DS} - 2V_P) - V_{DS}] = 11,52 mS$$

③ Si  $\overline{v_{u-}}$

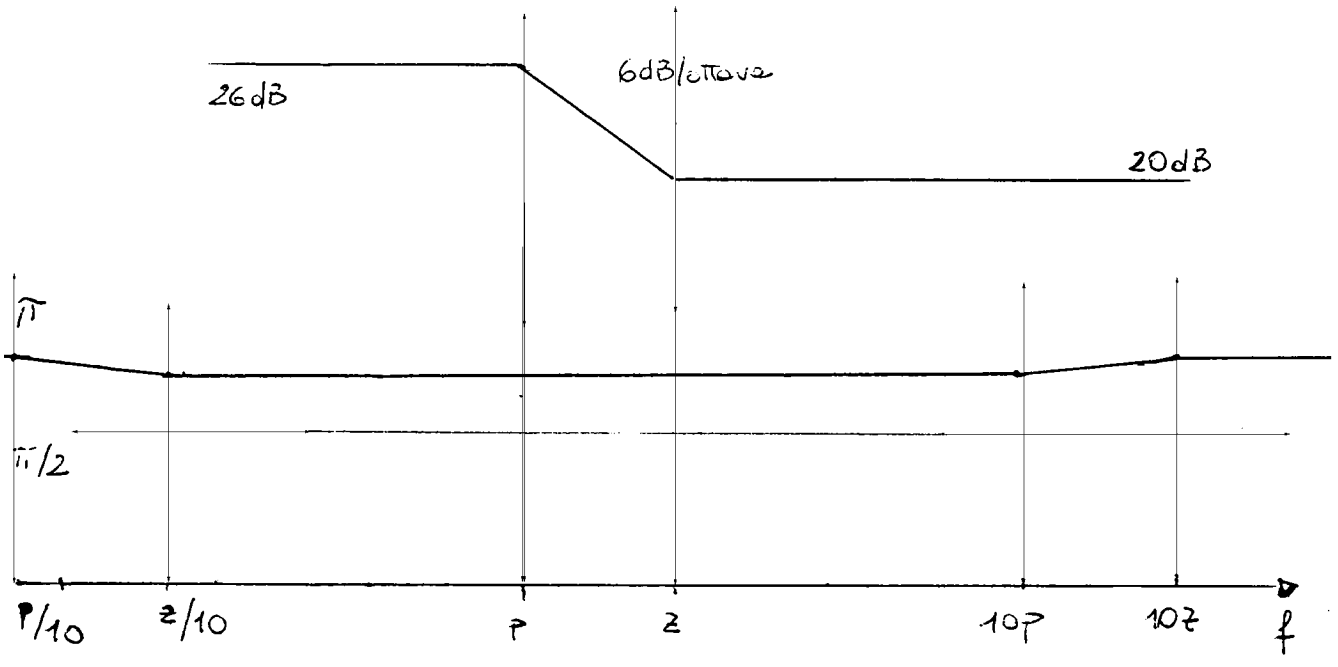
$$\frac{\overline{v_u}}{\overline{v_{in}}} = -A_{\infty} \frac{s+z}{s+p}$$

$$-A_0 = -A_{\infty} \frac{z}{p} \quad \text{con} \quad A_{\infty} = \frac{R_3}{R_1} = 10 \quad (20\text{dB})$$

$$A_0 = \frac{R_2+R_3}{R_1} = 20 \quad (26\text{dB})$$

$$p = \frac{1}{R_{1c}C} = 1\text{krad/s} \quad (159\text{Hz})$$

$$z = p \cdot \frac{A_0}{A_{\infty}} = 2\text{krad/s} \quad (318\text{Hz})$$



1 decade  $\approx$  3.3 octave

④ Il contributo allo spostamento di un singolo stadio è

$$-2V_{i0} + R(I_B - I_0/2) = V_{u1} \quad \text{e vale al massimo } 5.5 \mu\text{V}$$

In totale si ha

$$V_{uMAX} = 4V_{u1} + 2V_{u2} + V_{u3}$$

Nel caso peggiore si ha  $7V_{u1} = 38,5 \mu\text{V}$

⑤ Si vede subito che

$$\begin{cases} i_u = h_f i_{in} + h_o v_u \\ i_{in} = h_i i_{in} + h_r v_u \end{cases}$$

$$h_r = \left. \frac{v_{in}}{v_u} \right|_{i_{in}=0} = \phi$$

$$h_o = \left. \frac{i_u}{v_u} \right|_{i_{in}=0} = \phi$$

Inoltre, tenendo conto della partizione di corrente tra  $R_2$  e  $R_3$ , che sono in parallelo:

$$h_f = \left. \frac{i_u}{i_{in}} \right|_{v_u=0} = h_1 + h_2 \cdot \frac{R_3}{R_2 + R_3} (h_1 + 1)$$

$$h_i = \left. \frac{v_{in}}{i_{in}} \right|_{v_u=0} = R_1 + (R_2 \parallel R_3) (h_1 + 1)$$