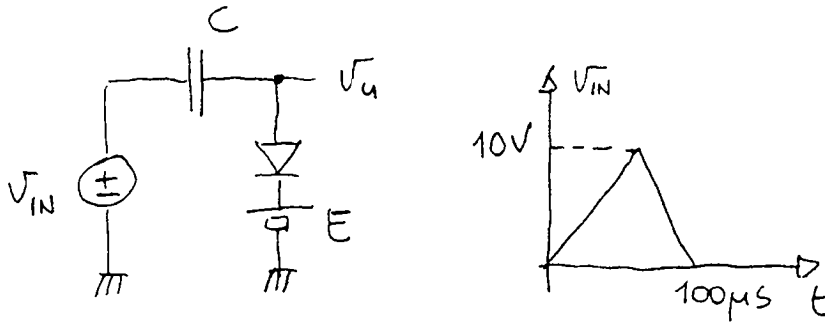


ESERCIZIO N°1

7 punti

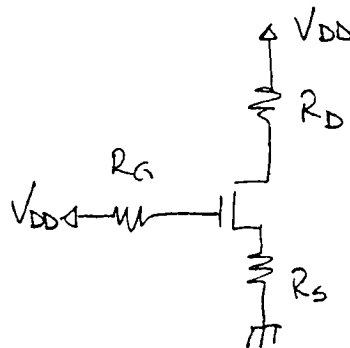
Disegnare il grafico della tensione di uscita e della corrente nel diodo nel seguente circuito, sollecitato con un impulso positivo di forma triangolare, di ampiezza massima 10 V e durata complessiva di 100 μ s. I tempi di salita e di discesa dell'impulso sono uguali. Il diodo è ideale, $E = 5$ V e $C = 100$ nF. Il condensatore inizialmente è scarico.



ESERCIZIO N°2

7 punti

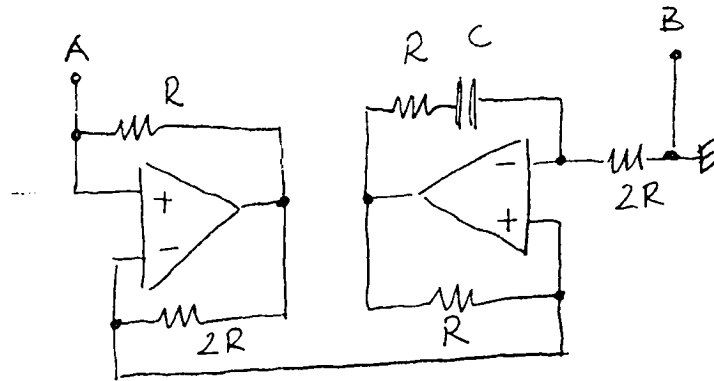
Determinare il punto di riposo del circuito seguente. Per il transistore nMOS si ha $k_n = 0.2$ mA/V² e $V_{Th} = 1$ V. Inoltre $R_D = R_S = 1$ k Ω , $R_G = 1$ M Ω e $V_{DD} = 12$ V. Valutare i parametri e disegnare il circuito per piccoli segnali.



ESERCIZIO N°3

6 punti

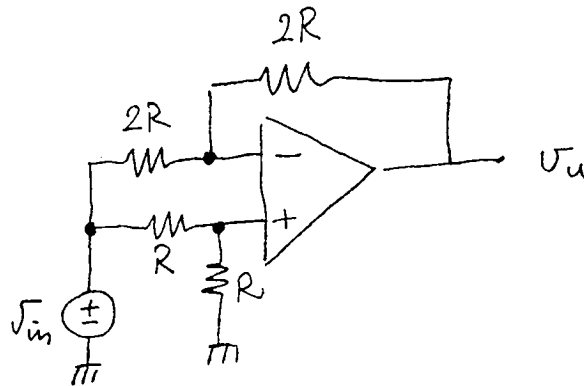
Determinare l'impedenza vista tra i punti A e B del seguente circuito e disegnarne i diagrammi del modulo e della fase.



ESERCIZIO N°4

6 punti

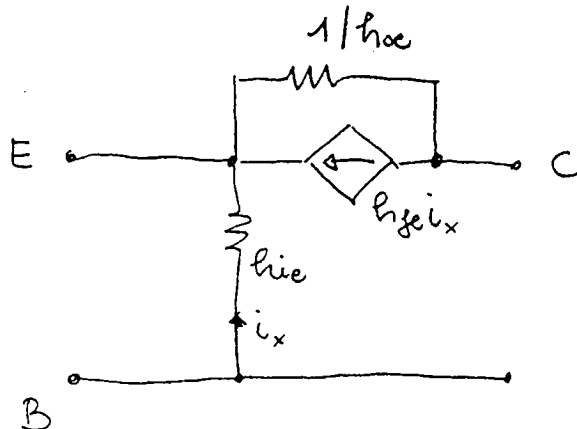
Determinare il massimo sbilanciamento nel circuito seguente. Per l'amplificatore si sa che $|V_{io}| < 1 \text{ mV}$, $|I_o| < 100 \text{ nA}$ e $I_B = -300 \text{ nA}$.



ESERCIZIO N°5

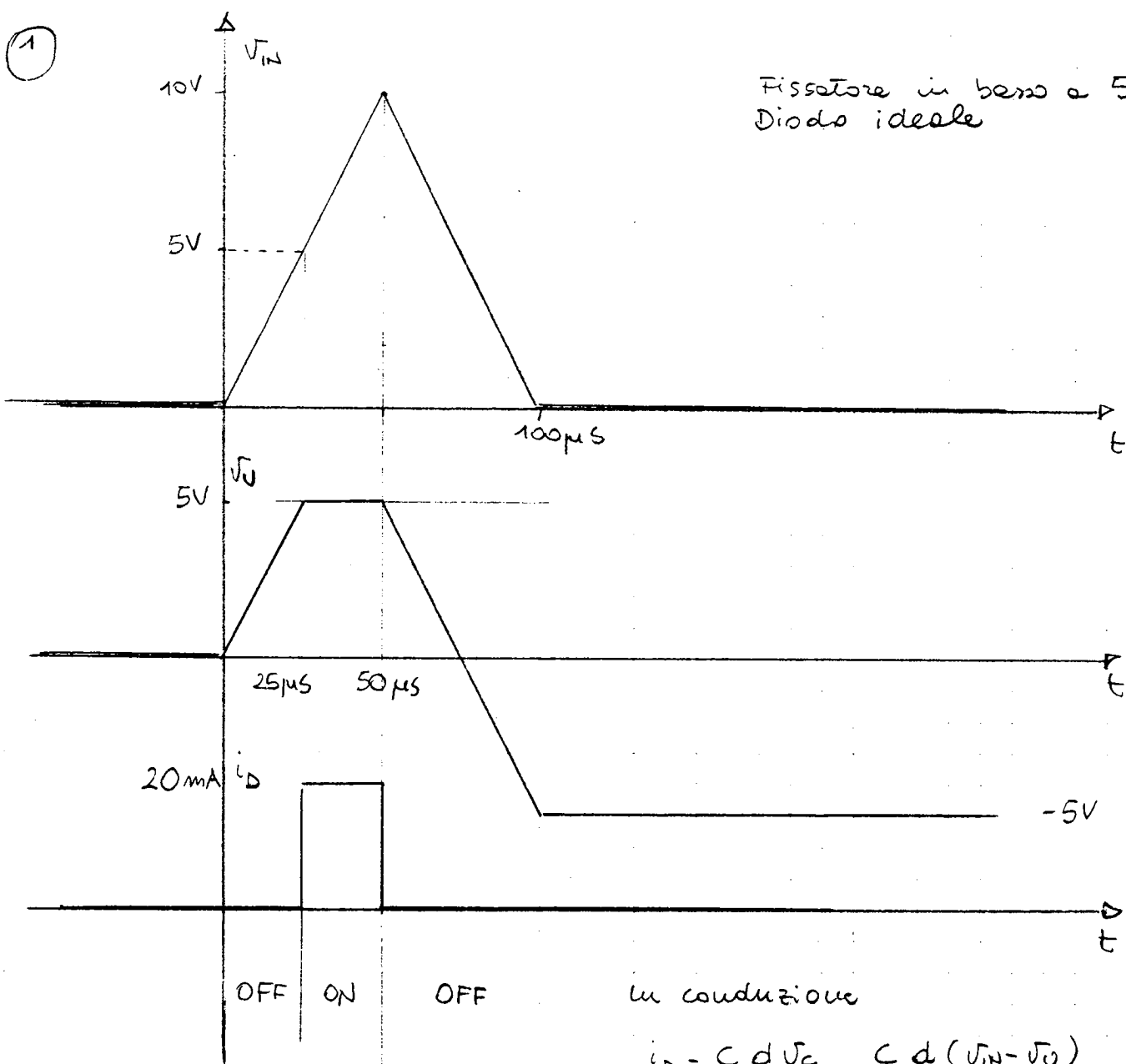
7 punti

Il circuito seguente rappresenta il modello per piccoli segnali a emettitore comune di un transistor. Determinare i parametri h_{fb} e h_{rb} del circuito ottenuto considerando come riferimento comune il terminale di base ($i_{in} = i_e$, $i_u = i_c$; $v_{in} = v_{eb}$; $v_u = v_{cb}$).



(1)

Fissatore in besso a 5V
Diodo ideale



in conduzione

$$i_D = C \frac{dV_C}{dt} = C \frac{d(V_{IN} - V_D)}{dt} =$$
$$= 100n \cdot \frac{10}{50\mu} = 20mA$$

② Punto di riposo

Nota: il MOS è senz'altro ON (se lo supponessi OFF, si avrebbe $V_{GS} = V_{DD}$, assurdo)

Ipotesi: il MOS è in saturazione

$$I_{DS} = \frac{k_m}{2} (V_{DD} - R_S I_{DS} - V_T)^2$$

$$k_m R_S^2 I_{DS}^2 - 2[(V_{DD} - V_T) R_S k_m + 1] I_{DS} + k_m (V_{DD} - V_T)^2 = 0$$

$$200 \cdot I_{DS}^2 - 2 \cdot 3.2 I_{DS} + 24.2 \mu = 0$$

$$I_{DS} = \frac{3.2 \pm \sqrt{10.24 - 4.84}}{200} \begin{cases} 20.38 \mu\text{A} \\ 11.62 \mu\text{A} \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{non acc-} \\ V_{DS} < 0 \end{array}$$

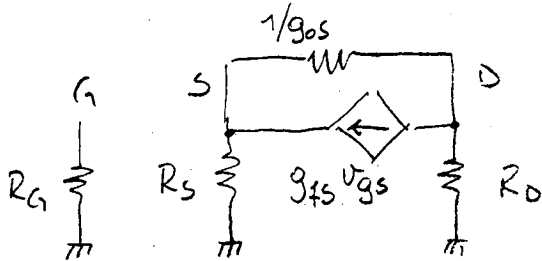
Conclusione: MOS in zona triodo

$$I_{DS} = \frac{k_m}{2} \{ V_{DD} - (R_S + R_D) I_{DS} \} \{ V_{DD} - (V_{DD} - R_D I_{DS}) + V_{DD} - R_S I_{DS} - 2V_T \} =$$
$$= \frac{k_m}{2} \{ V_{DD} - (R_S + R_D) I_{DS} \} \{ V_{DD} + R_D I_{DS} - R_S I_{DS} - 2V_T \}$$

nel nostro caso, sostituendo

$$I_{DS} = 0.1 \text{ m} (12 - 2\text{K} I_{DS}) \cdot 10 \quad ; \quad I_{DS} = 4 \text{ mA}$$
$$V_{GS} = 8 \text{ V} \quad ; \quad V_{DS} = 4 \text{ V}$$

Modello per piccoli segnali

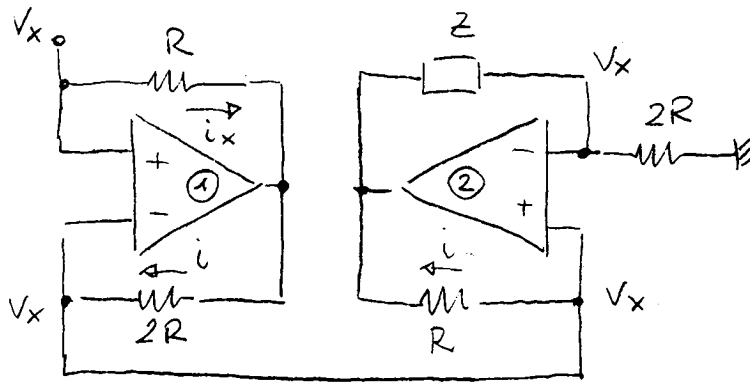


Nel modello per piccoli segnali del MOS in zona triodo NON si può trascurare la g_{os}

$$g_{fs} = \left. \frac{\partial I_{DS}}{\partial V_{GS}} \right|_{V_{DS} = V_{DSQ}} = \frac{k}{2} V_{DSQ} \cdot \frac{\partial}{\partial V_{GS}} (V_{GS} + \sqrt{V_{GS} - \sqrt{V_{DSQ}} - 2V_T}) = k \sqrt{V_{DSQ}} = 0.8 \text{ mS}$$

$$g_{os} = \left. \frac{\partial I_{DS}}{\partial V_{DS}} \right|_{V_{GS} = V_{GSQ}} = \frac{\partial}{\partial V_{DS}} \left\{ \frac{k}{2} V_{DS} (2\sqrt{V_{GS}} - \sqrt{V_{DS}} - 2V_T) \right\} = \frac{k}{2} \left\{ (2\sqrt{V_{GSQ}} - \sqrt{V_{DSQ}} - 2V_T) - \sqrt{V_{DSQ}} \right\} = k(\sqrt{V_{GSQ}} - \sqrt{V_{DSQ}} - V_T) = 0.6 \text{ mS}$$

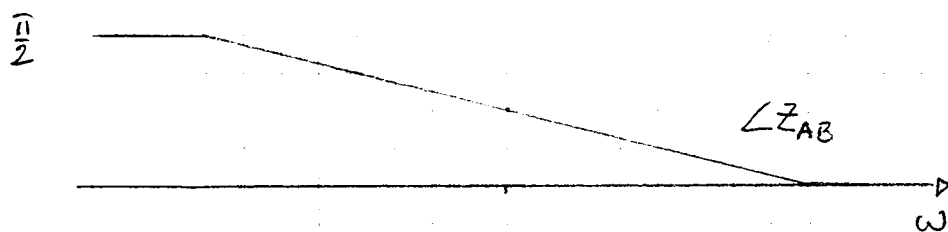
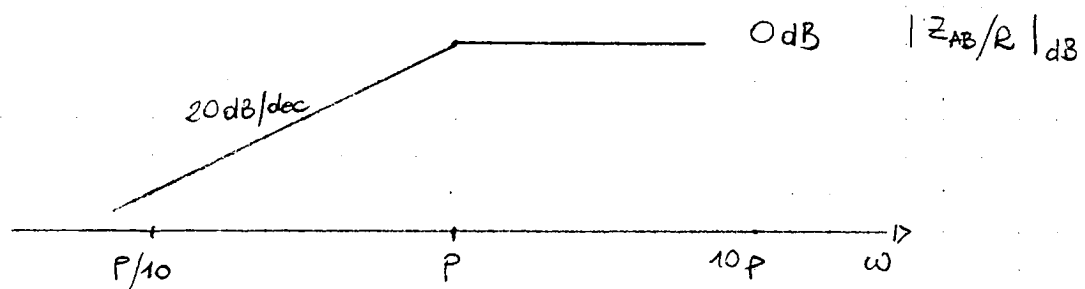
③ Il circuito è un giratore. Applico il metodo del corto circuito virtuale. Il punto B è a massa



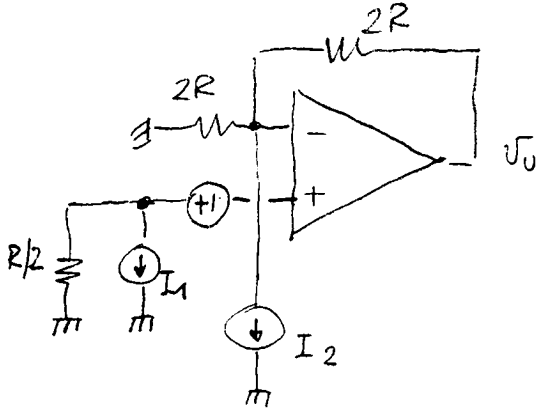
$$v_{u2} = v_x \left(1 + \frac{Z}{2R} \right) ; \quad i = \frac{1}{R} (v_x - v_{u2}) = -v_x \frac{Z}{2R^2}$$

$$v_{u1} = v_x + 2Ri = v_x \left(1 - \frac{Z}{R} \right)$$

$$i_x = \frac{1}{R} (v_x - v_{u1}) = v_x \frac{Z}{R^2} ; \quad Z_{AB} = \frac{v_x}{i_x} = \frac{R^2}{Z} = \frac{R^2 CS}{RCs + 1}$$



④ Circuiti per lo sbilanciamento



$$V_u = -2V_{io} - R I_1 + 2R I_2$$

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

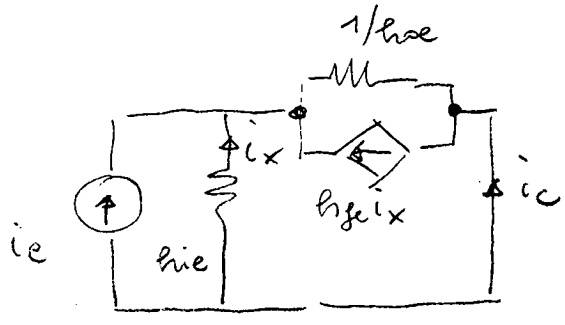
$$V_u = -2V_{io} + R I_B - 1.5 R I_o$$

$R I_B$ è negativo quindi V_{io} e I_o devono essere presi col segno +

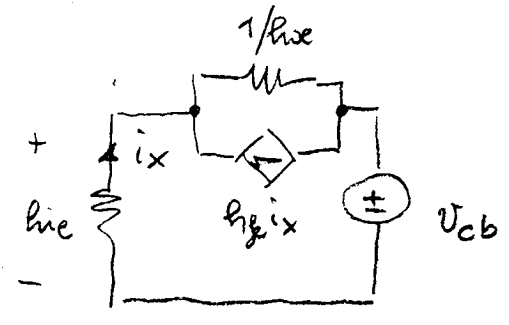
⑤

$$h_{fb} = \left. \frac{i_c}{i_e} \right|_{v_{cb}=0} = - \left(h_{oe} + \frac{h_{je}}{h_{ie}} \right) / \left(h_{oe} + \frac{h_{je}+1}{h_{ie}} \right)$$

$$h_{rb} = \left. \frac{v_{eb}}{v_{cb}} \right|_{i_e=0} = h_{ie} / \left(h_{ie} + \frac{h_{je}+1}{h_{oe}} \right)$$



Circuiti per h_{fb}



Circuiti per h_{rb}