

ESERCIZIO N°1

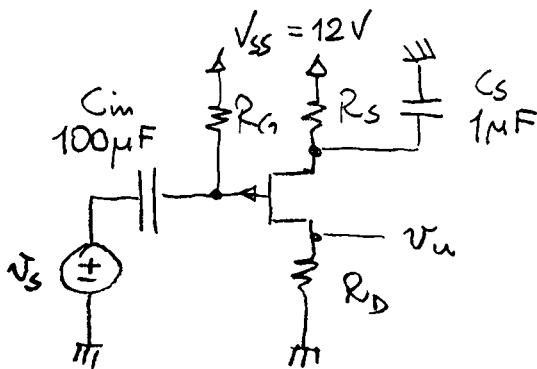
6 punti

Nell'istante $t = 0$, all'ingresso di un rivelatore di involuppo (diodo ideale, $R = 10\text{ k}\Omega$, $C = 1\text{ }\mu\text{F}$) viene posto un impulso rettangolare di ampiezza 1 V e durata $1\text{ }\mu\text{s}$. Determinare l'andamento dell'uscita e l'istante in cui essa diviene minore di 100 mV.

ESERCIZIO N°2

7 punti

Determinare il punto di riposo del circuito seguente e i parametri del modello per piccoli segnali semplificato del transistor. Per il JFET a canale p si sa che $V_p = +3\text{ V}$ e $k_p = -1\text{ mA/V}^2$.



$$R_G = 1\text{ M}\Omega$$

$$R_S = 500\ \Omega$$

$$R_D = 2\text{ k}\Omega$$

ESERCIZIO N°3

7 punti

Determinare la risposta in frequenza del circuito dell'esercizio 2 e tracciarne i diagrammi asintotici di Bode.

ESERCIZIO N°4

6 punti

Determinare quale reazione migliora le caratteristiche di un amplificatore transresistivo. Disegnare uno schema a blocchi del sistema così reazionato usando amplificatori unidirezionali e determinare il parametro r'_f del circuito ottenuto.

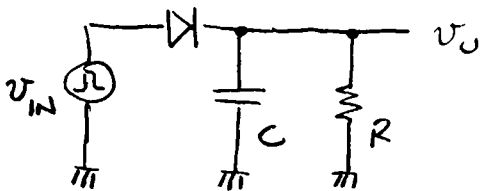
ESERCIZIO N°5

7 punti

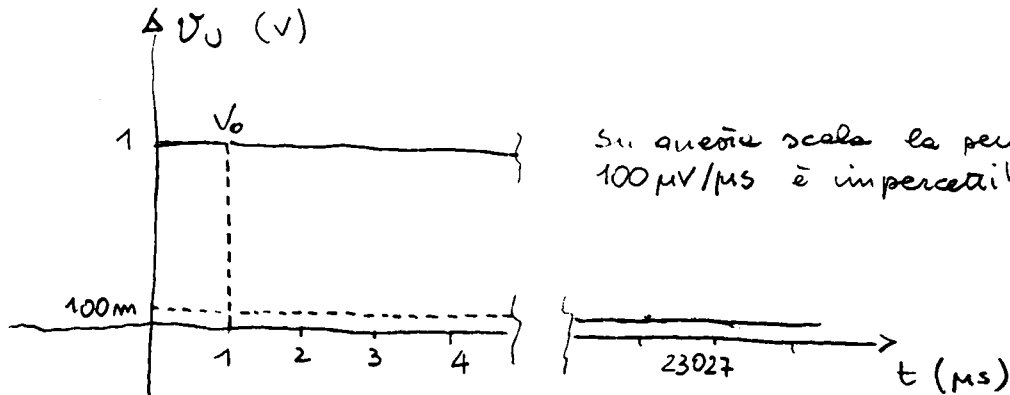
Disegnare una cella di Sallen Key passa basso con poli complessi coniugati pari a $\omega_0(1 \pm 3j)$ con $\omega_0 = 1\text{ krad/s}$. Determinare quindi il guadagno della cella.

1

Il circuito è il seguente



A partire da $t^* = 1 \mu\text{s}$ il diodo si interdice e il condensatore si scarica con costante $RC = 10 \text{ ms}$



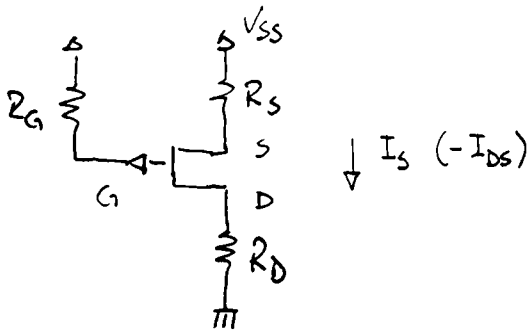
Su questa scala la pendenza di $100 \mu\text{V}/\mu\text{s}$ è impercettibile

$$v_U = V_0 e^{-(t-t^*)/RC}$$

$$v_U(t_1) = V_1 = 100 \text{ mV}$$

$$t_1 = t^* + RC \ln \frac{V_0}{V_1} = 23,027 \text{ ms}$$

② Circuito statico



$$V_G = V_{SS}$$

$$V_{GS} = R_S I_S$$

$$V_{GD} = V_{SS} - R_D I_S$$

$$V_{SD} = V_{SS} - (R_S + R_D) I_S$$

Hp: zona saturazione

$$I_S = -\frac{K_P}{2} \cdot (V_{GS} - V_P)^2 = -\frac{K_P}{2} (R_S I_S - V_P)^2 \quad \text{pongo } I_S = x$$

$$2x = \left(\frac{x}{2} - 3\right)^2 \quad ; \quad 8x = x^2 - 12x + 36 \quad ; \quad x^2 - 20x + 36 = 0$$

$$x = 2 \text{ mA}$$

$$18 \text{ mA (non acc.)}$$

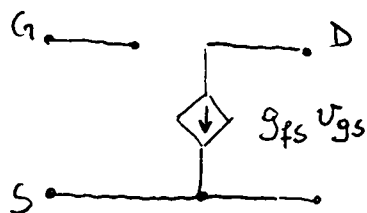
Quindi

$$I_S = 2 \text{ mA} \quad V_{GS} = 1 \text{ V} \quad (< V_P)$$

$$V_{GD} = 8 \text{ V} \quad (> V_P) \quad \text{OK sat.}$$

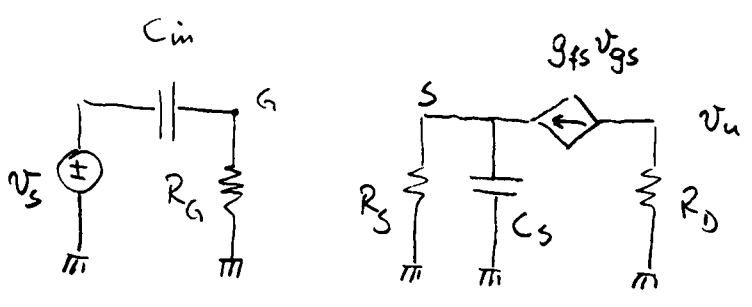
$$V_{SD} = 7 \text{ V}$$

In saturazione si può usare il modello seguente



$$g_{fs} = \left. \frac{\partial I_{DS}}{\partial V_{GS}} \right|_{V_{DS} = \text{cost}} = K_P (V_{GS} - V_P) = 2 \text{ mA/V}$$

③ Circuito per piccoli segnali



Il sistema ha due poli e due zeri ($A_{\infty} \neq 0$)

$$A_{\infty} = -g_{fs} R_D \quad ; \quad A = A_{\infty} \cdot \frac{s(s+z)}{(s+p_1)(s+p_2)}$$

Poli

$$p_1 = \frac{1}{R_G C_{in}} \quad ; \quad p_2 = \frac{1}{(R_S \parallel 1/g_{fs}) \cdot C_S}$$

Zeri

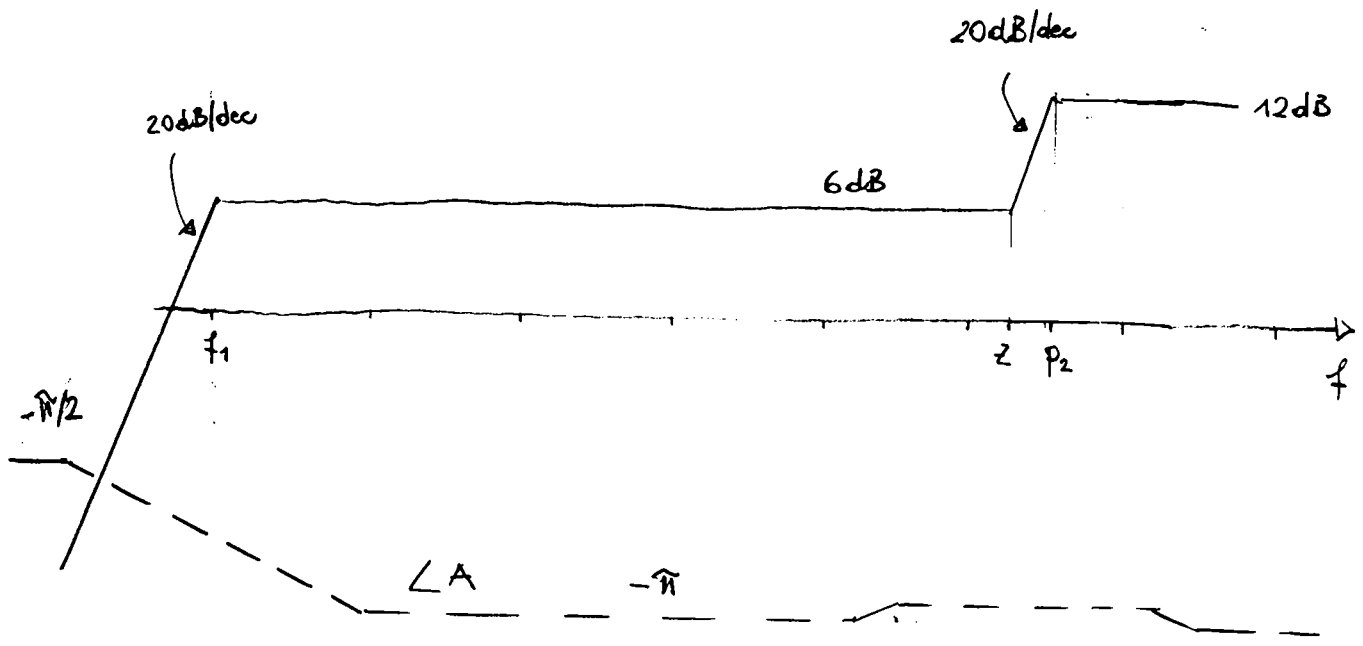
uno nell'origine ; $z = \frac{1}{R_S C_S}$

Quindi

$$A_{\infty} = -4 \quad (12 \text{ dB}) \quad p_1 = 10 \text{ mrad/s} \quad (1,59 \text{ mHz})$$

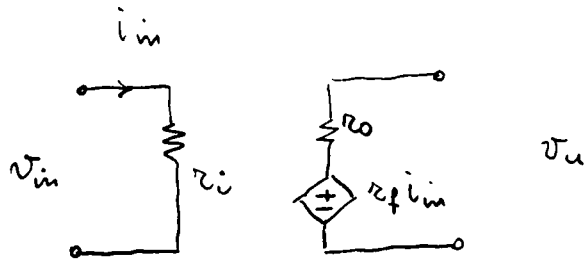
$$p_2 = 4 \text{ krad/s} \quad (636 \text{ Hz})$$

$$z = 2 \text{ krad/s} \quad (318 \text{ Hz})$$



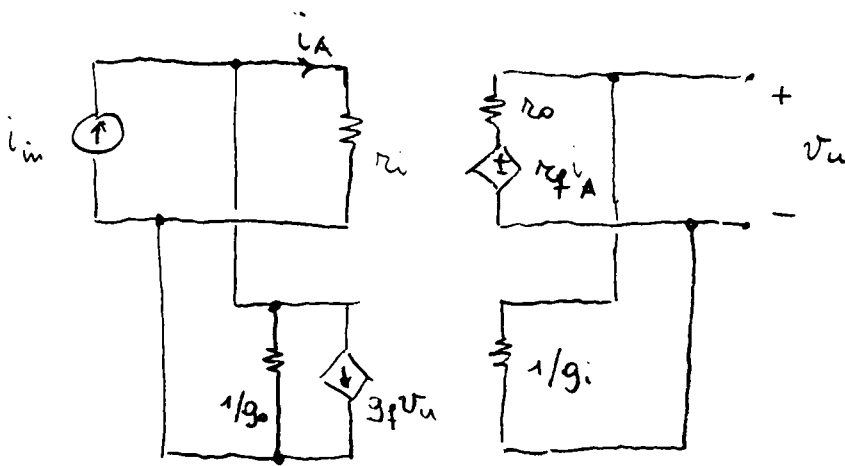
④

Trasresistina (unidirezionale)



Per migliorare le caratteristiche occorre ridurre r_o (prelievo tensione) e r_i (confronto parallelo).

Reazione negativa di tensione-parallela, con un trasconduttivo



Nel nuovo circuito $r_f' = \frac{v_u}{i_{in}} \Big|_{i_u = \phi}$

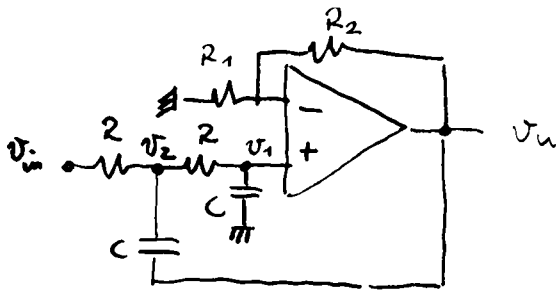
Si ha

$$i_A = (i_{in} - g_f v_u) \cdot \frac{1}{1 + g_o r_i} \quad \text{e anche}$$

$$v_u = r_f i_A \cdot \frac{1}{1 + g_i r_o} = (i_{in} - g_f v_u) r_f \frac{1}{(1 + g_o r_i)(1 + g_i r_o)}$$

$$r_f' = r_f \cdot \frac{1}{(1 + g_o r_i)(1 + g_i r_o) + g_f r_f}$$

⑤ Cella di Sallen key parte b) e c)



$$k = 1 + \frac{R_2}{R_1} \quad \omega_A = \frac{1}{RC}$$

$$v_1 = \frac{v_u}{k}$$

$$v_2 = v_1 (s/\omega_A + 1) = \frac{v_u}{k} (s/\omega_A + 1)$$

$$v_{in} = v_2 + R [v_1 CS + (v_2 - v_u) CS] = v_2 + s/\omega_A (v_1 + v_2 - v_u)$$

$$= v_u \left\{ \frac{s + \omega_A}{k\omega_A} + \frac{s}{k\omega_A} \cdot \frac{s + 2\omega_A}{\omega_A} - \frac{s}{\omega_A} \right\} \quad \text{da cui}$$

$$\frac{v_u}{v_{in}} = \frac{k \omega_A^2}{s^2 + (3-k)\omega_A s + \omega_A^2}$$

Deve essere

$$\omega_A^2 = \omega_0^2 (1 + 3j)(1 - 3j) = 10 \omega_0^2$$

$$\omega_A = \sqrt{10} \omega_0 = 3,162 \text{ krad/s}$$

$$(3-k)\omega_A = 2\omega_0 \quad \text{da cui} \quad k = 3 - \frac{2}{\sqrt{10}} = 2,368$$

(quadrupolo della cella)

Si può porre

$$C = 100 \text{ nF} \quad R = 3,162 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega \quad R_2 = 23,68 \text{ k}\Omega$$