

ESERCIZIO N°1

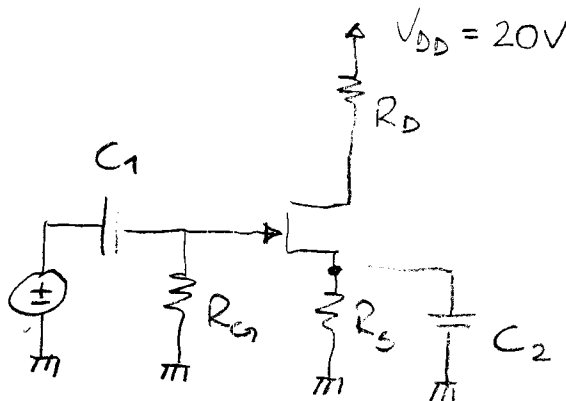
7 punti (4)

Disegnare lo schema elettrico, dopo aver determinato il valore di R , di un regolatore parallelo da 12 V in grado di erogare una corrente massima di 1 A. Si ha a disposizione uno zener ($V_Z = 12\text{ V}$, $r_Z = 0,2\ \Omega @ I_Z = 2\text{ A}$; $r_{ZK} = 100\ \Omega @ I_{ZK} = 0,1\text{ A}$). La tensione in ingresso può variare da 16 a 20 V. Si faccia in modo da rendere minima la massima potenza dissipata dalla zener nelle condizioni peggiori relative a questa situazione.

ESERCIZIO N°2

6 punti (4)

Determinare il punto di riposo del circuito seguente e, dopo aver trovato g_{fs} , disegnare il circuito per piccoli segnali. Fissare il valore di R_D in modo che il JFET sia sicuramente in saturazione.



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

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

$$C_1 = C_2 = 1\ \mu\text{F}$$

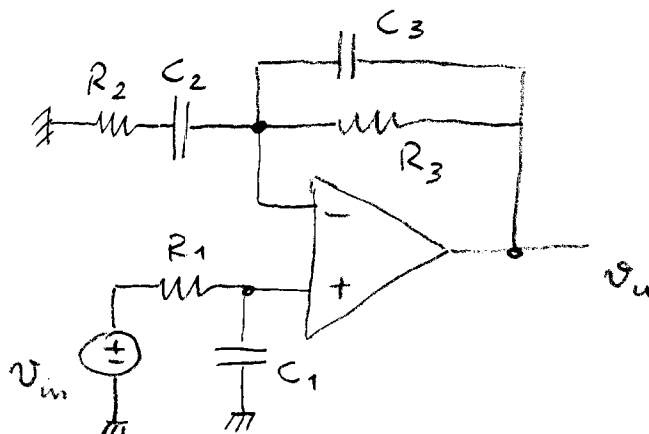
$$V_P = -10\text{ V}$$

$$K = 10\text{ mA/V}^2$$

ESERCIZIO N°3

7 punti (4)

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



$$R_1 = R_2 = R_3 = 10\text{ k}\Omega$$

$$C_1 = 100\ \text{pF}$$

$$C_2 = 10\ \text{mF}$$

$$C_3 = 1\ \text{mF}$$

ESERCIZIO N°4

6 punti (3)

Determinare v_u e i_u in funzione di v_{in} e i_{in} in un amplificatore di corrente unidirezionale di cui siano noti i parametri h .

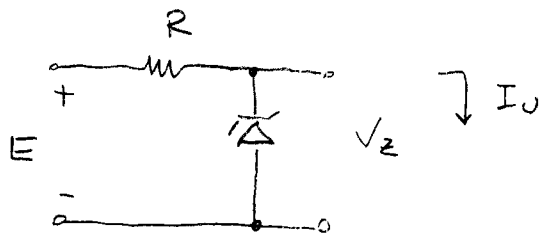
ESERCIZIO N°5

7 punti (4)

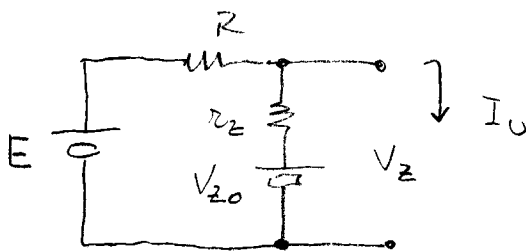
Realizzare un filtro a reiezione di banda del primo ordine, con guadagno 20 dB e limiti della banda reiettata pari a 10 Hz e 1 kHz. Realizzare il filtro in modo che le sue caratteristiche siano indipendenti dall'impedenza interna della sorgente e dal carico. Si hanno a disposizione amplificatori operazionali ideali.

①

Schema



Modello per grandi segnali



$$V_{z0} = V_{znom} - r_z I_{znom} = 11,6V$$

Potenza massima sullo zener (E_{max} ; I_{omin})

$$P_{zmax} = V_{z0} I_{zmax} + r_z I_{zmax}^2$$

$$I_{zmax} = \frac{E_{max} - V_{z0}}{R + r_z} \quad \text{minima per } R \text{ massimo.}$$

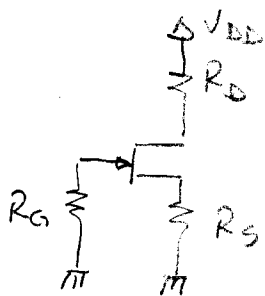
Il minimo valore di R deve comunque garantire la corretta regolazione in tutte le condizioni. Quindi

$$\frac{E - V_{z0}}{R + r_z} - I_{omax} \frac{R}{R + r_z} = 4 I_{zk} \quad \text{da cui}$$

$$E - V_{z0} - R I_{omax} = 4 R I_{zk} + 4 r_z I_{zk}$$

$$R = \frac{E - V_{z0} - 4 r_z I_{zk}}{4 I_{zk} + I_{omax}} = 3,03 \Omega$$

② Circuito statico



$$-V_{GS} = R_S I_{DS} = R_S \frac{K_M}{2} (V_{GS} - V_P)^2; \quad V_{GS} = x$$

$$-x = 5(x+10)^2; \quad 5x^2 + 101x + 500 = 0$$

$$x = -10,1 \pm 1,42 = -8,68 \quad (\text{la soluzione } V_{GS} < V_P \text{ non \u00e9 accettabile})$$

Quindi

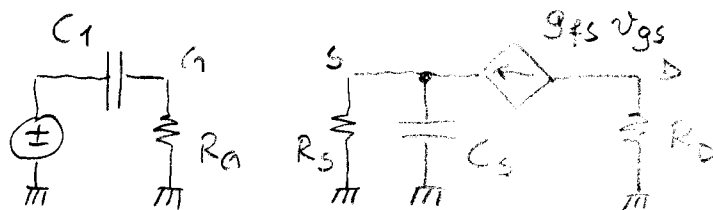
$$V_{GS} = -8,68 \text{ V}$$

$$I_{DS} = 8,68 \text{ mA}$$

Per R_D , deve essere $V_{GD} < V_P$ da cui $R_D I_{DS} - V_{DD} < V_P$ e

$$R_D < \frac{V_P + V_{DD}}{I_{DS}} = 1,15 \text{ k}\Omega$$

Circuito per piccoli segnali



$$g_{fs} = \left. \frac{\partial I_{DS}}{\partial V_{GS}} \right|_{V_{DSQ}} = K_M (V_{GS} - V_P) = 13,2 \text{ mS}$$

③ Si tratta di un amplificatore non invertente con una squadratura passiva in ingresso.

Il sistema ha 3 poli e 2 zeri (finiti)

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{1}{R_1 C_1 s + 1} \cdot \left(1 + \frac{R_3}{R_3 C_3 s + 1} \cdot \frac{C_2 s}{R_2 C_2 s + 1} \right) = \\
 &= \frac{R_2 C_2 R_3 C_3 s^2 + (R_2 C_2 + R_3 C_3 + R_3 C_2) s + 1}{(R_1 C_1 s + 1)(R_2 C_2 s + 1)(R_3 C_3 s + 1)} = \\
 &= \frac{p_1}{s + p_1} \cdot \frac{(s + z_2)(s + z_3)}{(s + p_2)(s + p_3)}
 \end{aligned}$$

$$p_1 = \frac{1}{R_1 C_1} = 1 \text{ rad/s} \quad (159 \text{ kHz}) \quad ; \quad \omega = \frac{1}{R_2 C_2} = p_3$$

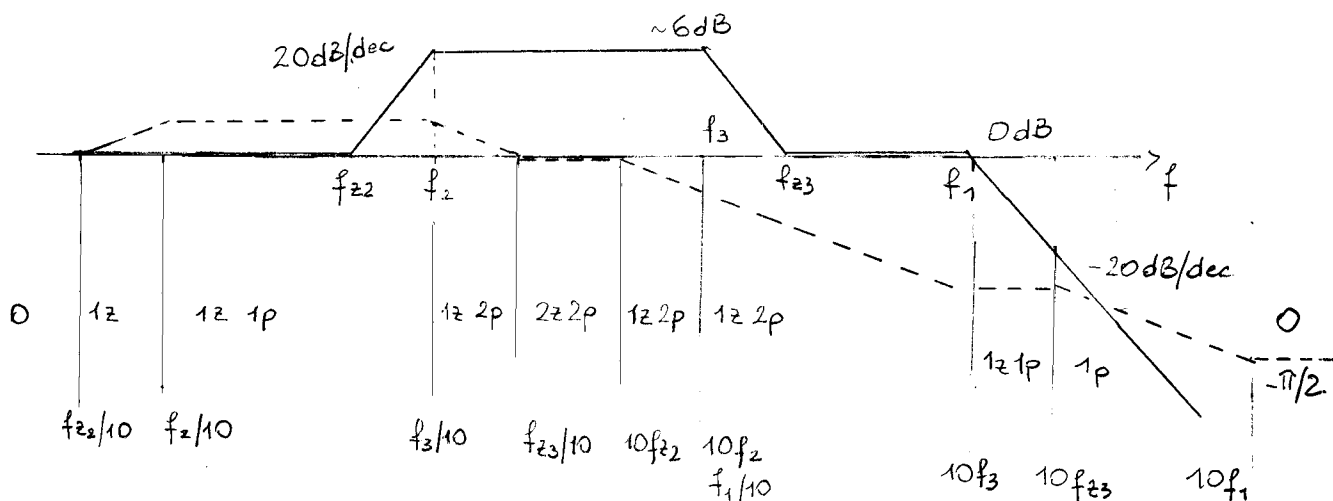
$$p_2 = \frac{1}{R_2 C_2} = 10 \text{ krad/s} \quad (1,59 \text{ kHz})$$

$$p_3 = \frac{1}{R_3 C_3} = 100 \text{ krad/s} \quad (159 \text{ kHz})$$

Determino gli zeri $s^2 + s(p_3 + p_2 + \omega) + p_2 p_3 = 0$

$$s^2 + s(2p_3 + p_2) + p_2 p_3 = 0$$

$$z = \frac{2p_3 + p_2 \pm \sqrt{4p_3^2 + p_2^2}}{2} ; \quad \begin{aligned} z_3 &= 205 \text{ krad/s} \quad (\sim 2p_3) \quad 32,6 \text{ kHz} \\ z_2 &= 4,875 \text{ krad/s} \quad (\sim p_2/2) \quad 775 \text{ Hz} \end{aligned}$$



④

La richiesta è impossibile, perché per definizione di unidirezionalità la tensione di uscita non ha alcun effetto sulle porte di ingresso.

Nel caso generale:

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

$$\begin{cases} v_u = \frac{1}{h_o} (v_{in} - h_i i_{in}) \\ i_u = \frac{h_{re}}{h_o} v_{in} + \left(h_f - \frac{h_o h_i}{h_{re}} \right) i_{in} \end{cases}$$

con $h_{re} \neq 0$.

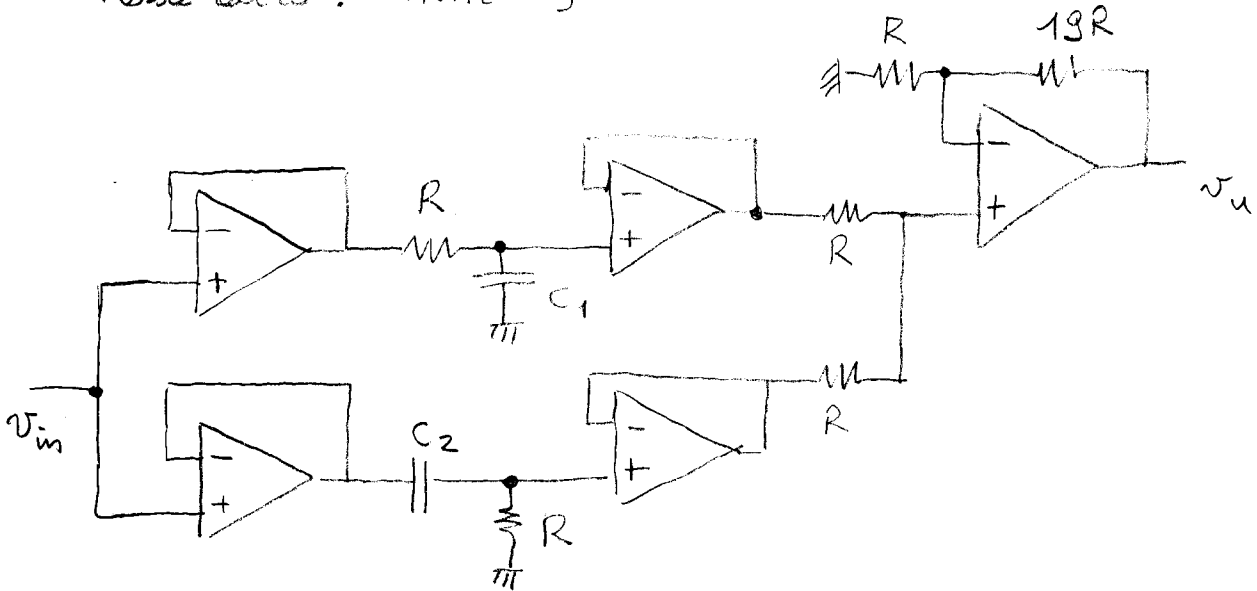
⑤

Guadagno: 10 (20 dB)

Passo basso: 10 Hz

Passo alto: 1 KHz

} sommati



Si può assumere $R = 10 \text{ k}\Omega$
 si avrà

$$\frac{1}{RC_1} = 62,8 \text{ rad/s}$$

$$C_1 = 1,59 \mu\text{F}$$

$$\frac{1}{RC_2} = 100 \cdot \frac{1}{RC_1}$$

$$C_2 = 15,9 \text{ nF}$$