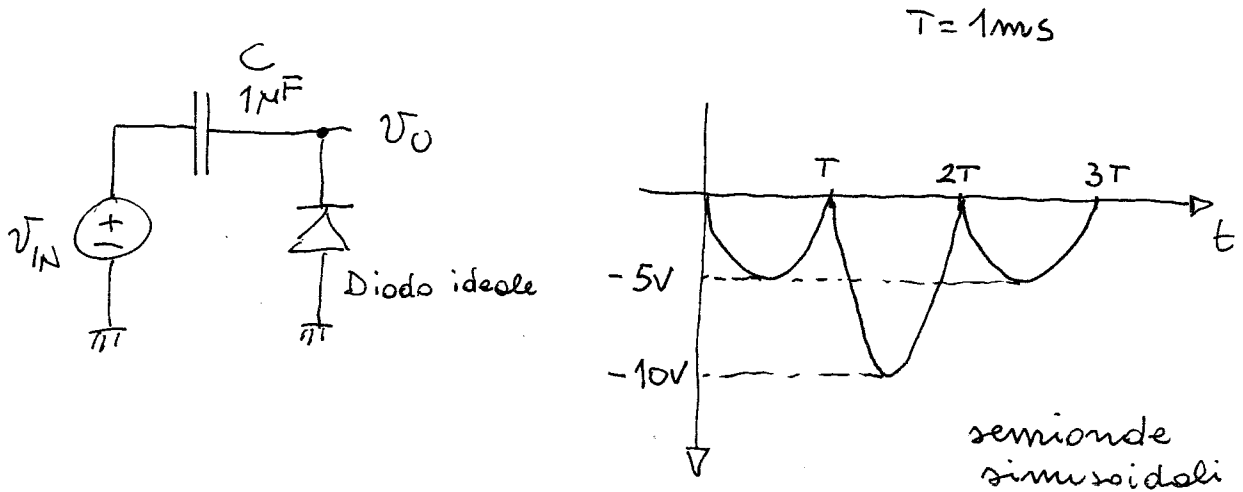


**ESERCIZIO N°1**

7/3 punti

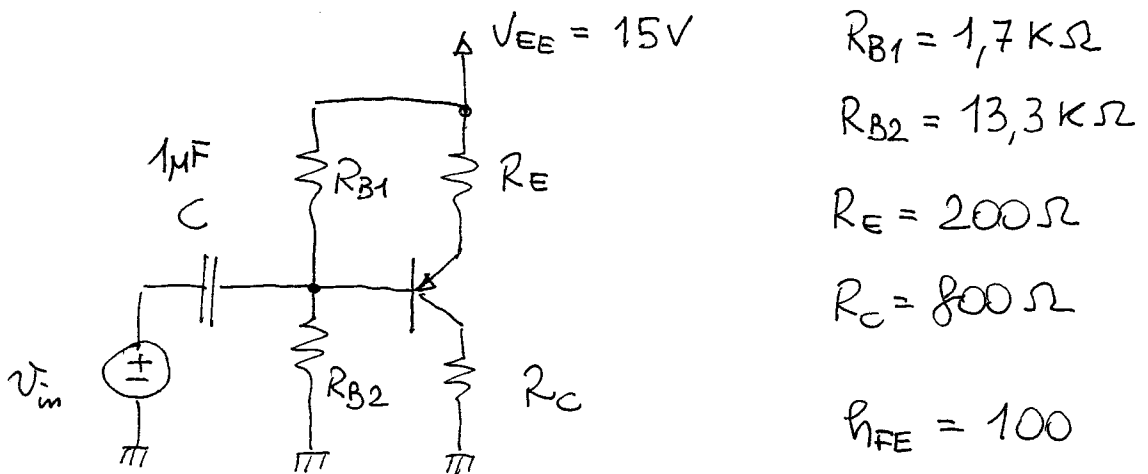
Determinare la forma d'onda dell'uscita e la corrente nel diodo del seguente fissatore quando in ingresso si presenta il segnale mostrato nel grafico.



**ESERCIZIO N°2**

6/4 punti

Determinare il punto di riposo del seguente circuito con transistore bipolare pnp.



$R_{B1} = 1,7 \text{ k}\Omega$

$R_{B2} = 13,3 \text{ k}\Omega$

$R_E = 200 \Omega$

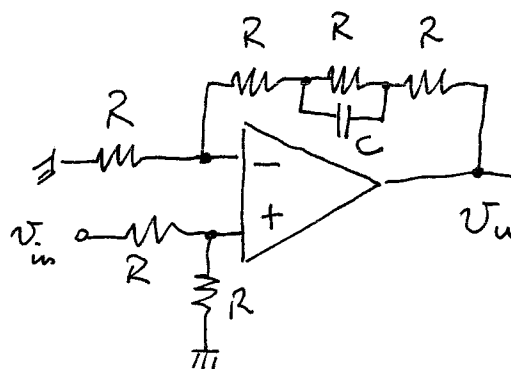
$R_C = 800 \Omega$

$h_{FE} = 100$

### ESERCIZIO N°3

7/3 punti

Determinare la risposta in frequenza del seguente circuito con operazionale ideale e tracciarne i diagrammi asintotici di Bode.



$$R = 1k\Omega$$
$$C = 1\mu F$$

### ESERCIZIO N°4

6/4 punti

Determinare tutti i parametri  $h$  di un amplificatore di corrente ottenuto ponendo in parallelo due diversi amplificatori di corrente di cui siano noti i parametri  $h$  (indicati rispettivamente con i pedici 1 e 2).

### ESERCIZIO N°5

7/4 punti

Determinare il valore dei componenti, scegliendo valori opportuni, e disegnare lo schema di una cella di Sallen Key i cui poli complessi coniugati siano pari a  $\omega_0 (-1 \pm j)$ . La frequenza corrispondente alla pulsazione  $\omega_0$  è pari a 1 kHz. Determinare il guadagno in continua della cella.

① Ingresso  $V_M = 5V$ ;  $\omega = \pi/T$

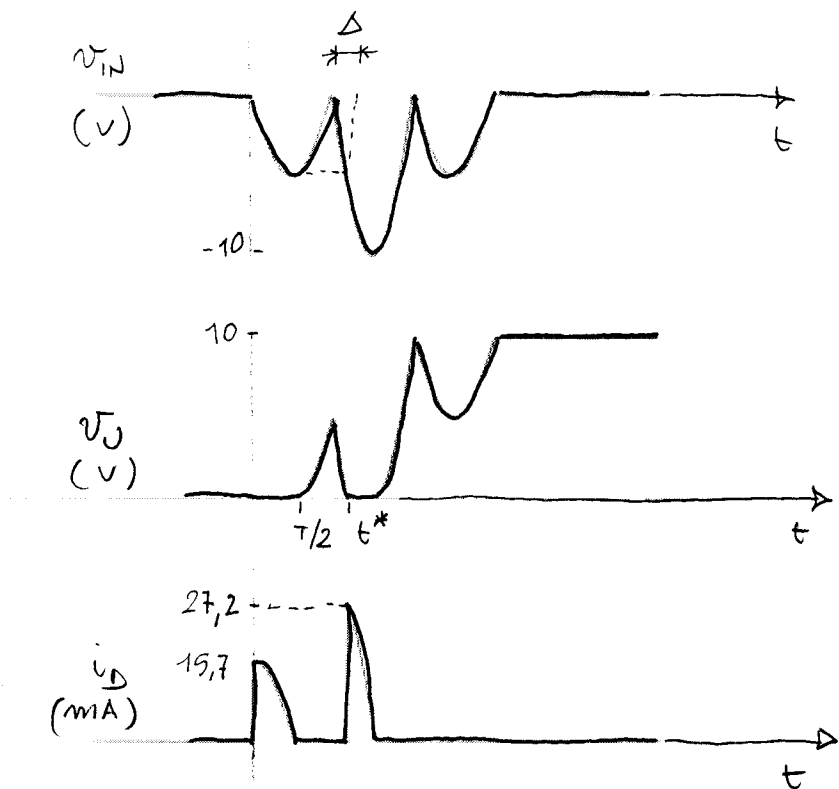
$v_{IN} = -V_M \text{ sen}(\omega t)$	tra 0 e T
$-2V_M \text{ sen}[\omega(t-T)]$	tra T e 2T
$-V_M \text{ sen}[\omega(t-2T)]$	tra 2T e 3T
0	altrove

Se diodo conduce da 0 a T/2 e da t\* a 3T/2  
 $t^* = T + \Delta$

$$\text{sen } \omega\Delta = \frac{1}{2}$$

$$\cos \omega\Delta = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Delta = \frac{T}{6}$$

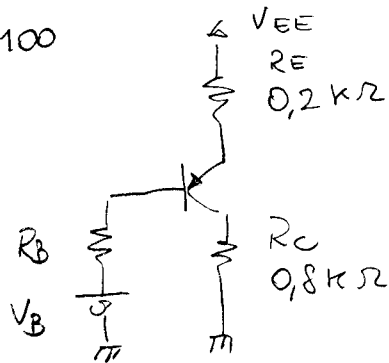


$i_D = \omega C V_M \cos(\omega t)$	tra 0 e T/2
$2\omega C V_M \cos[\omega(t-T)]$	tra 7T/6 e 3T/2
0	altrove

$v_O = 0$	per $t < 0$
$V_M - V_M \text{ sen}(\omega t)$	tra T/2 e T
$V_M - 2V_M \text{ sen}[\omega(t-T)]$	tra T e 7T/6
$2V_M - 2V_M \text{ sen}[\omega(t-T)]$	tra 3T/2 e 2T
$2V_M - V_M \text{ sen}[\omega(t-2T)]$	tra 2T e 3T
$2V_M$	per $t > 3T$

② circuito statico

$$h_{FE} = 100$$



$$R_B = 13,3 \parallel 1,7 = 1,507 \text{ k}\Omega$$

$$V_B = 13,3 \text{ V}$$

partitore tra

$R_{B1}$  e  $R_{B2}$

regia di ingresso (tip: zona attiva di zeta)

$$I_B = \frac{V_{EE} - V_B - V_{BEon}}{R_B + R_E (h_{FE} + 1)} = 46,07 \mu\text{A}$$

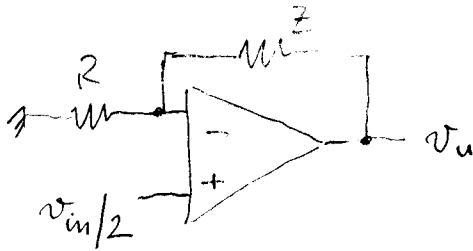
$$I_C = h_{FE} I_B = 4,607 \text{ mA}$$

$$I_E = (h_{FE} + 1) I_B = 4,653 \text{ mA}$$

$$V_{EC} = V_{EE} - R_E I_E - R_C I_C = 10,384 \text{ V} \quad (\text{verifica OK})$$

3

Circuito non invertente



$$z = 2R + \frac{R}{RCs+1}$$

$$A = A_{\infty} \frac{s+z}{s+p}$$

$$A_0 = 2 \quad (6 \text{ dB})$$

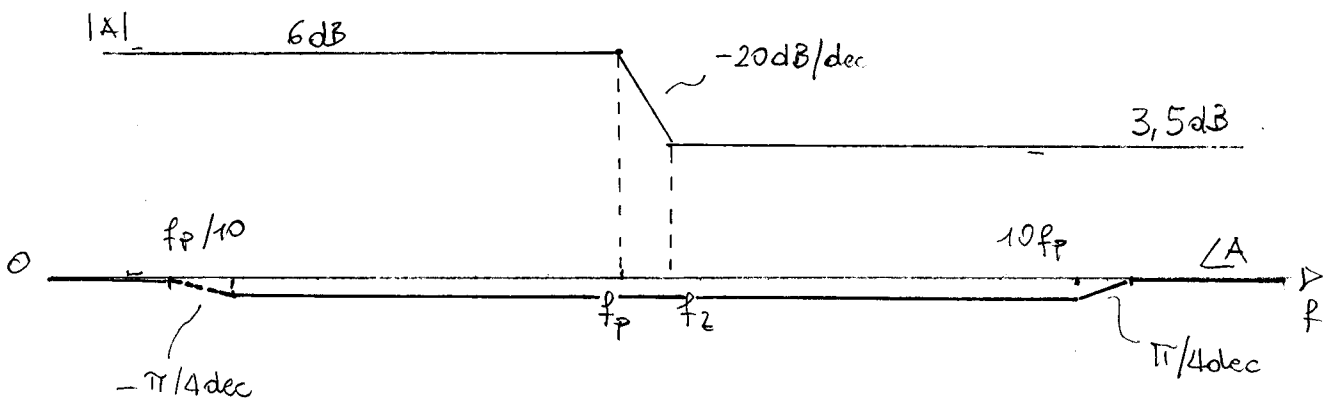
$$A_{\infty} = 1,5 \quad (3,5 \text{ dB})$$

$$\text{polo } p = \frac{1}{R_p C} = \frac{1}{RC} = 1 \text{ krad/s} \quad (159 \text{ Hz})$$

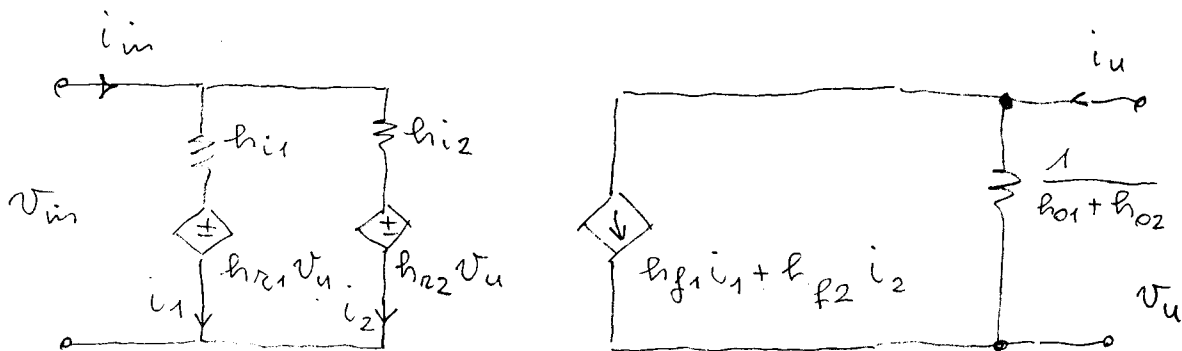
Il condensatore vede circa R

$$\text{zero } z = p \frac{A_0}{A_{\infty}} = 1,33 \text{ krad/s} \quad (212 \text{ Hz})$$

Diagrammi di Bode (asintotici)



4



$$h_i = \left. \frac{v_{in}}{i_{in}} \right|_{v_u=0} = h_{i1} \parallel h_{i2}$$

fattore di corrente

$$h_f = \left. \frac{i_u}{i_{in}} \right|_{v_u=0} = h_{f1} \frac{h_{i2}}{h_{i1}+h_{i2}} + h_{f2} \frac{h_{i1}}{h_{i1}+h_{i2}}$$

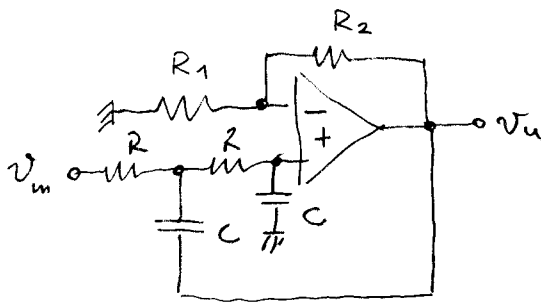
$$h_o = \left. \frac{i_u}{v_u} \right|_{i_{in}=0} = h_{o1} + h_{o2} - h_{f1} \frac{h_{r1} - h_{r2}}{h_{i1} + h_{i2}} - h_{f2} \frac{h_{r2} - h_{r1}}{h_{i1} + h_{i2}}$$

$$h_r = \left. \frac{v_{in}}{v_u} \right|_{i_{in}=0} = \frac{\frac{h_{r1}}{h_{i1}} + \frac{h_{r2}}{h_{i2}}}{\frac{1}{h_{i1}} + \frac{1}{h_{i2}}}$$

corrente delle maglie di ingresso

teorema di Millman

⑤ Cella di Sallen-Key ( $\omega_0 = 6,28 \text{ krad/s}$ )



Dalla teoria

$$V_u = \frac{G}{(RCs)^2 + (3-G)RCs + 1}$$

$$G = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

guadagno in DC

Osservo il denominatore. Prodotto dei poli

$$\left(\frac{1}{RC}\right)^2 = 2\omega_0^2 \quad \text{da cui} \quad RC = \frac{1}{\sqrt{2}\omega_0} = 112,5 \mu\text{s}$$

Somma dei poli

$$-\frac{3-G}{RC} = -2\omega_0 \quad ; \quad 3-G = \sqrt{2}$$

$$G = 3 - \sqrt{2} = 1,586 \quad ; \quad \frac{R_2}{R_1} = 0,5858$$

Scelgo

$$C = 10 \text{ nF}$$

$$R = 11,25 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 5,858 \text{ k}\Omega$$

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