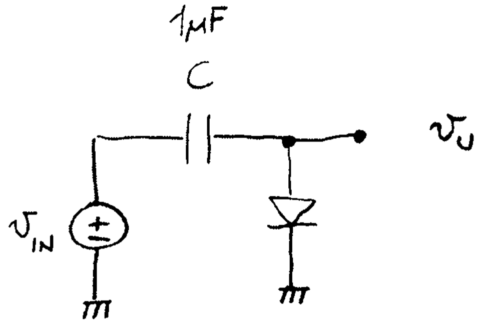
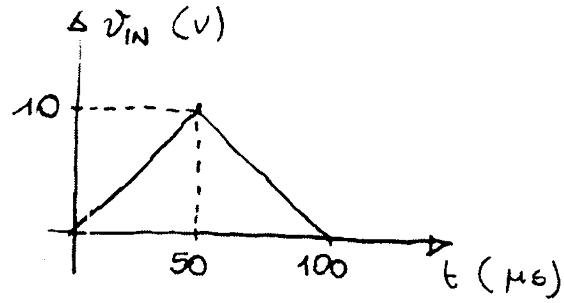
SCHEDA N°A07_08		Data: **19 sETTEMBRE 2007**
Cognome	Nome	Matricola

ESERCIZIO N°1

6 punti

Determinare l'andamento della tensione di uscita e la corrente nel diodo nel seguente fissatore nel caso in cui la tensione di ingresso sia costituita da un singolo impulso simmetrico di forma triangolare di ampiezza 10 V e durata 100 μs. Si consideri il diodo ideale.

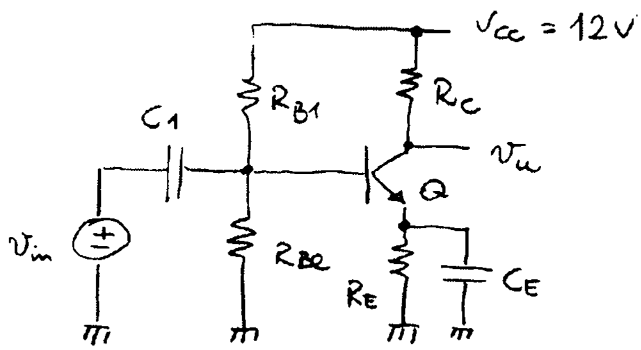




ESERCIZIO N°2

6 punti

Determinare il punto di riposo del circuito seguente e i parametri del modello per piccoli segnali del transistore bipolare.



$h_{FE} = 100$

$r_{bb'} = 100\,\Omega$

$R_C = 2\,k\Omega$

$R_E = 0{,}5\,k\Omega$

$R_{B1} = 10\,k\Omega$

$R_{B2} = 2\,k\Omega$

$C_E = 10\,\mu F$

$C_1 \mapsto \infty$

ESERCIZIO N°3

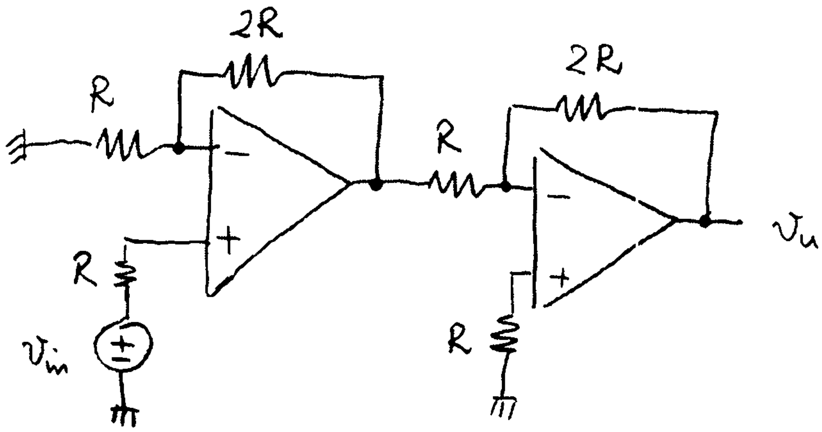
7 punti

Determinare la risposta in frequenza e tracciare i relativi diagrammi asintotici di Bode del circuito dell'esercizio 2. Si assuma $h_{ie} = 1$ kΩ.

ESERCIZIO N°4

7 punti

Determinare il massimo sbilanciamento nel circuito seguente, realizzato con operazionali dello stesso tipo.



$R = 10\,k\Omega$

$|v_{io}| \leq 1\,mV$

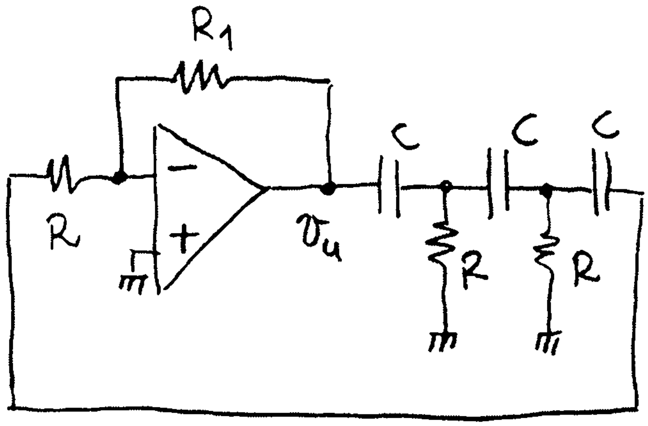
$I_B = 100\,nA$

$|i_o| \leq 60\,nA$

ESERCIZIO N°5

7 punti

Determinare frequenza e ampiezza dell'uscita del seguente amplificatore.



$C = 1\,\mu F$

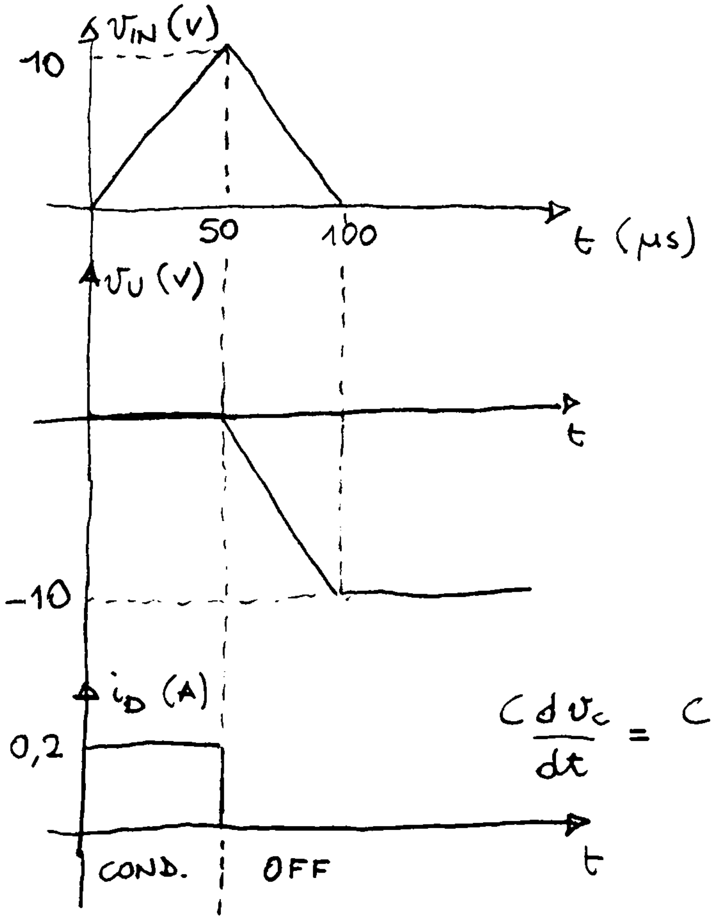
$R = 2{,}2\,k\Omega$

$R_1 = R_0 \left(1 - \frac{v_{u\,eff}}{V_0}\right)$

$R_0 = 70\,k\Omega$

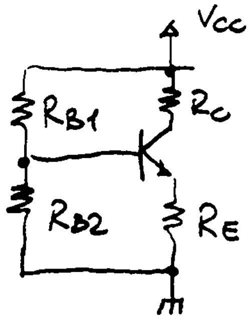
$V_0 = 1\,V$

1



$$C\frac{dv_c}{dt} = C\frac{dv_{IN}}{dt} = 1\mu \cdot \frac{10}{50\mu} = 0.2\ A$$

2 Schema in DC



$$I_B = \frac{V_B - V_{BEon}}{R_B + (h_{FE}+1)R_E} = 24,92\ \mu A$$

con $V_B = V_{cc} \cdot \frac{R_{B2}}{R_{B1}+R_{B2}}$ e $R_B = R_{B1} // R_{B2}$

$I_C = h_{FE} I_B = 2,492\ mA$

$I_E = I_C + I_B = 2,517\ mA$

$V_{CE} = V_{cc} - R_C I_C - R_E I_E = 5,758\ V$

(verifica le ipotesi fatte)

Per il modello ai piccoli segnali, si trascurano h_{oe} h_{re}

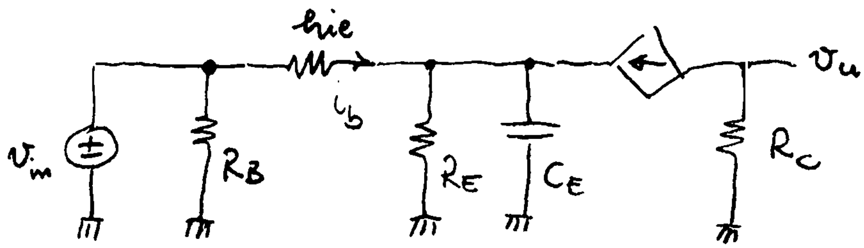
Si assume $h_{fe} \simeq h_{FE} = 100$

e quindi $h_{ie} = r_{bb'} + \frac{V_T}{I_C} h_{fe} \simeq 1,143\ k\Omega$

3

Circuito dinamico (trascurando l'impedenza associata a C1)

$h_{ie} = 1K\Omega$; $h_{fe} = 100$



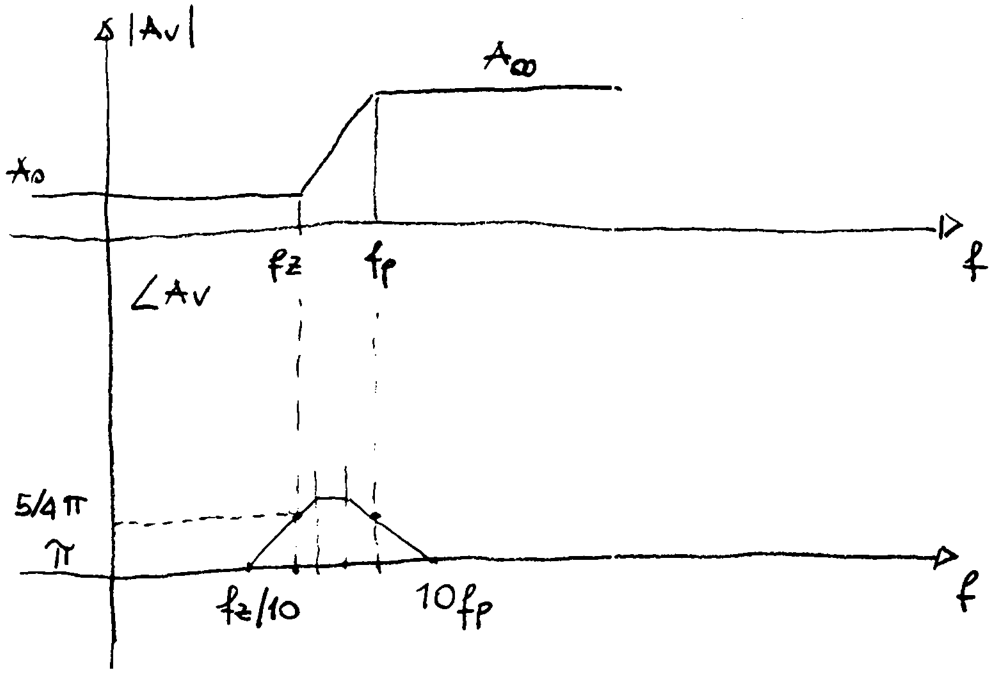
$$A_\infty = \frac{-h_{fe} R_C}{h_{ie}} = -200 \quad (46\,dB)$$

$$A_0 = -\frac{h_{fe} R_C}{h_{ie} + R_E(h_{fe}+1)} = -3{,}884 \quad (11{,}8\ dB)$$

$z = \dfrac{1}{R_E C_E}$ (l'imp. $Z_E \to \infty$ e l'uscita si annulla) ; $f_z = \dfrac{z}{2\pi} = 159\ Hz$

$p = z\dfrac{A_\infty}{A_0}$; $f_p = 8{,}19\ kHz$

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



④ Sbilanciamento del singolo stadio

$$V_{U0} = -V_{i0}\left(1+\frac{2R}{R}\right) - R I_{B1}\left(1+\frac{2R}{R}\right) + 2R I_{B2} =$$

$$= -3V_{I0} - 2RI_B - 2{,}5\,R I_0$$

$$V_{U0\,min} = -3\,mV - 2\,mV - 1{,}5\,mV = -6{,}5\,mV$$

$$V_{U0\,max} = 3\,mV - 2\,mV + 1{,}5\,mV = 2{,}5\,mV$$

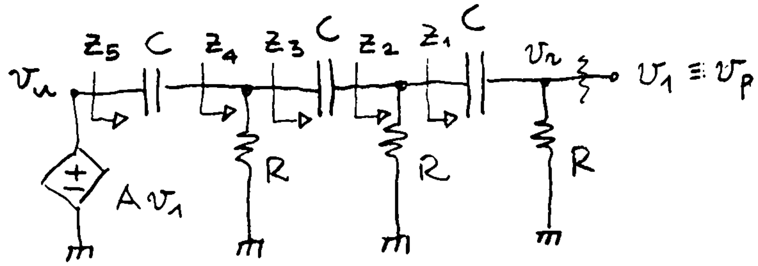
Sbilanciamento totale

$$V_{UOT} = V_{U02} - \frac{2R}{R} V_{U01} = V_{U02} - 2V_{U01}$$

il massimo modulo si ha per ① minimo e ② max

$$|V_{UOT}|_{max} = 2 \cdot 6{,}5 + 2{,}5 = 15{,}5\,mV$$

(5) la resistenza di ingresso dell'amplificatore invertente è R
Posso quindi modellare l'oscillatore così



taglio prima di v_1 e applico il generatore v_p

$$A = -\frac{R_1}{R}$$

(all'innesco $-31,82$)

Analisi con il criterio di Barkhausen

$$bA = \frac{v_r}{v_p} = A \cdot \frac{Z_4}{Z_5} \cdot \frac{Z_2}{Z_3} \cdot \frac{R}{Z_1}$$

pongo $\frac{1}{j\omega C} = jX$ con $X = -\frac{1}{\omega C}$

$$Z_1 = R + jX$$

$$Z_2 = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R+jX}} = \frac{R^2 + jRX}{2R + jX}$$

$$Z_3 = Z_2 + jX = \frac{R^2 - X^2 + 3jRX}{2R + jX}$$

$$Z_4 = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{2R + jX}{R^2 - X^2 + 3jRX}} = \frac{R^3 - RX^2 + 3jR^2X}{3R^2 - X^2 + 4jRX}$$

$$Z_5 = Z_4 + jX = \frac{R^3 - 5RX^2 - jX^3 + 6jR^2X}{3R^2 - X^2 + 4jRX}$$ quindi

$$bA = A \cdot \frac{R(\cancel{R^2 - X^2 + 3jRX})}{R^3 - 5RX^2 - jX^3 + 6jR^2X} \cdot \frac{R(\cancel{R + jX})}{(\cancel{R^2 - X^2 + 3jRX})} \cdot \frac{R}{(\cancel{R+jX})} =$$

$$= A \frac{R^3}{R(R^2 - 5X^2) + jX(6R^2 - X^2)}$$

$bA \in \mathbb{R}$ per $6R^2 - X^2 = 0$ da cui $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{6}\,RC}$ $f_0 = 72,34\,Hz$

$$bA(\omega_0) = A\frac{R^2}{R^2 - 5X^2} = \frac{A}{(-29)}$$ (>1 all'innesco; ok)

A regime deve essere $A = -29$ quindi $1 - \frac{v_{ueff}}{V_0} = 29\frac{R}{R_0}$ $v_{ueff} = 88,6\,mV$ $v_{um} = 125\,mV$