ELETTRONICA II

Prova scritta del 15 febbraio 2001

Esercizio A

$R_1 = 20$ kΩ

$R_2 = 60$ kΩ

$R_3 = 800$ Ω

$R_4 = 20$ kΩ

$R_E = 300$ Ω

$R_C = 1$ kΩ

$R_L = 1.5$ kΩ

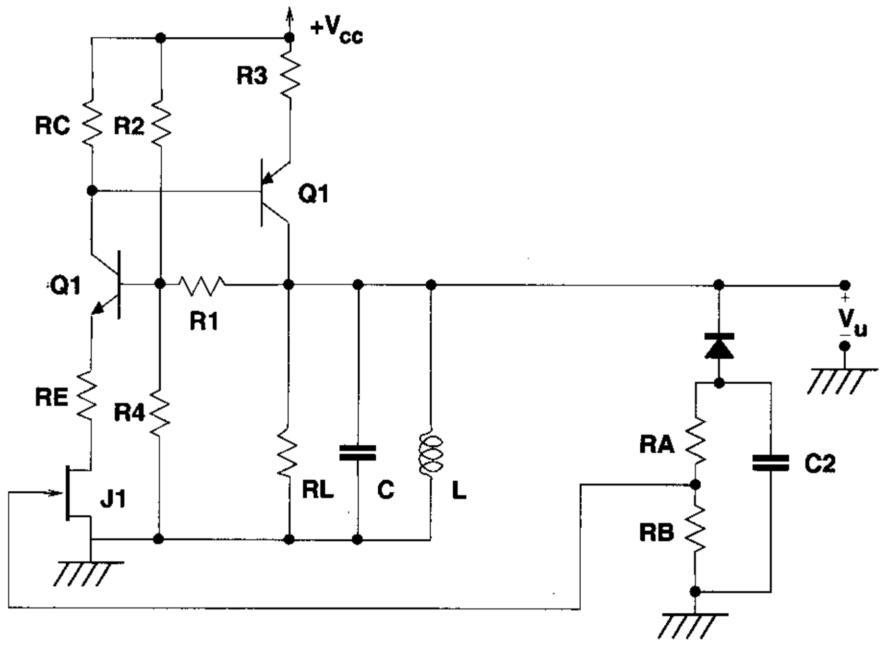
$R_A = 10$ kΩ

$R_B = 50$ kΩ

$C = 47$ nF

$L = 1$ mH

$C_2 = 1 \mu F$

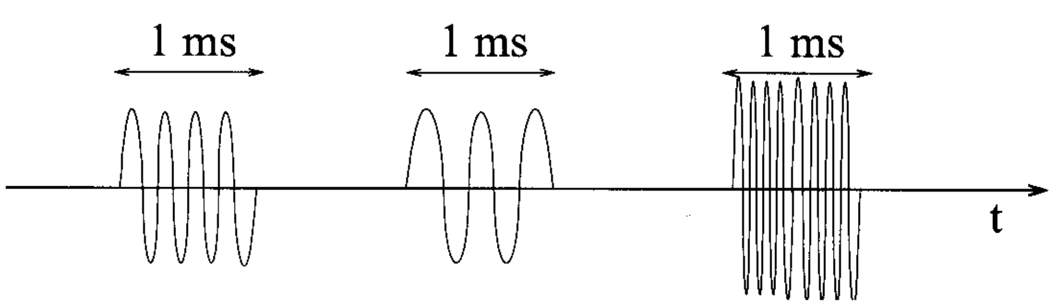


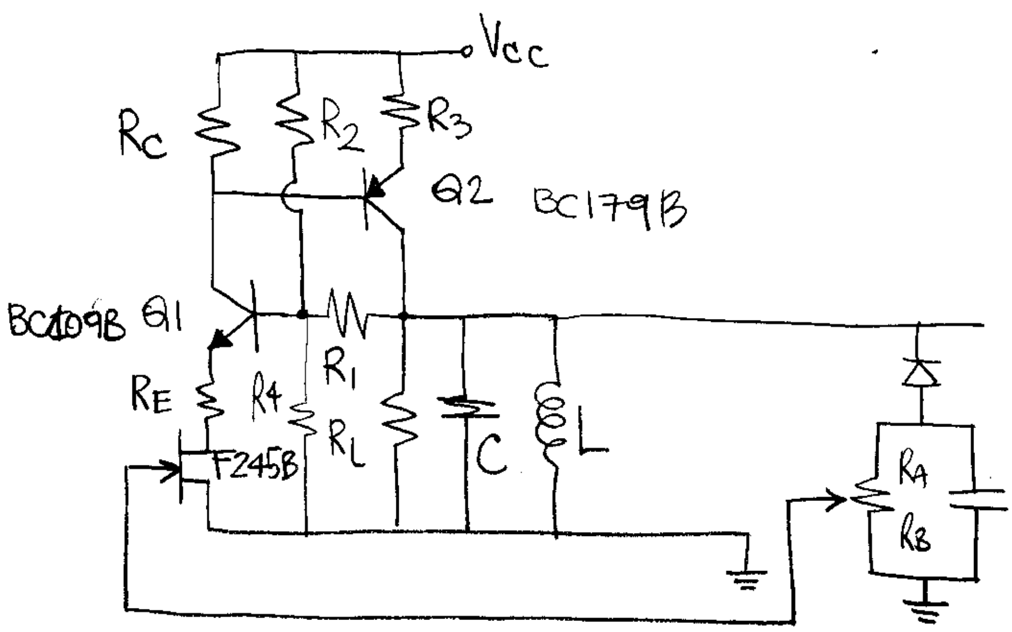
Il circuito è alimentato con $+V_{CC} = +15$ V; Q_1 è un BC109B resistivo con $h_{oe} = 0$, $h_{re} = 0$, Q_2 un BC179B resistivo con $h_{oe} = 0$, $h_{re} = 0$, J_1 un F245B resistivo con $r_d \to \infty$

Con riferimento al circuito di figura:
1) Calcolare il punto di lavoro dei transistori all'innesco.
2) Calcolare la frequenza e l'ampiezza dell'oscillazione a regime.
3) Calcolare la massima ampiezza dell'oscillazione al variare di R_A e R_B (la somma $R_A + R_B$ è costante).

Esercizio B

Disegnare e discutere lo schema circuitale di un sistema elettronico in grado di riconoscere la sequenza di tre impulsi rettangolari di durata 1 ms e frequenza di 20, 10, e 30 KHz, rispettamente, mostrata in figura. La distanza temporale tra i vari impulsi deve essere minore di 1 s, altrimenti la sequenza non viene riconosciuta. Al riconoscimento della sequenza il sistema accende un LED. Si noti che l'ampiezza degli impulsi non è conosciuta a priori.





$R_4 = 20K\Omega$
$R_1 = 10K\Omega$
$R_2 \; 60K\Omega$
$R_3 = 800\Omega$
$R_E \; 300\Omega$
$R_C = 1K\Omega$
$R_L = 1K\Omega$
$L = 1mH$
$C = 47nF$
$R_A = 33K$
$R_B = 66K$

1 Punto di lavoro all'innesco

$r_d(V_{GS}=0) = 214\Omega$

Supponiamo che R_1 e R_2 costituiscano un partitore pesante

$$V_{B1} = \frac{R_1 // R_4}{R_4 // R_1 + R_2} V_{CC} = \frac{10}{70} \times 15 = 2{,}14$$

$$V_{E1} = V_{B1} - V_\gamma = 1.54\,V$$

$$I_{E1} = \frac{V_{E1}}{R_E + r_d} = \frac{1{,}54}{300+214} = 3mA \sim I_{C1}$$

$$V_{C1} = V_{CC} - R_C I_{C1} = 15 - 1 \cdot 3 = 12V = V_{B2}$$

$$V_{CE1} = V_{C1} - V_{E1} = 12 - 1{,}54 = 10{,}46V$$

$$V_{E2} = V_{B2} + V_\gamma = 12{,}6V$$

$$I_{E2} = \frac{V_{CC} - V_{E2}}{R_3} = \frac{15 - 12{,}6}{800} = 3mA$$

$V_{C2} = 0$

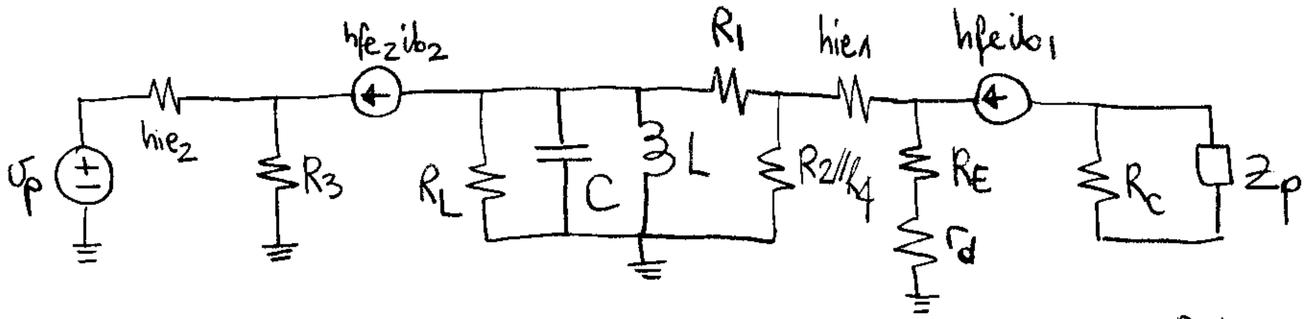
$V_{CE2} = -12{,}6V$

$$r_{bb'} = h_{ie}^* - h_{fe}^* \frac{V_T}{I_C^*} = 5200 - 240 \cdot \frac{26}{2} = 2080$$

PUNTI DI RIPOSO Q1

$I_{C1} = 3mA$
$V_{CE1} = 10{,}46V$
$I_{B1} = \sim 6{,}5\mu A \ll \frac{V_{CC}}{R_1 + R_2}$
$h_{fe1} \sim 300$
$h_{ie} = 3500\Omega$

$I_{C2} = 3 \; mA$
$V_{CE2} = -12.6 \; V$
$I_{B1} = 12{,}5\mu A$
$h_{fe2} = 250$ (dalle caratteristiche
$h_{ie2} = 2080 + 250 \times \frac{26}{3{,}09} = 4200\Omega$



$$Z_p = h_{ie2} + R_3(h_{fe2}+1) = 204.2\ \text{k}\Omega \quad \Big| \quad Z_L = R_L // \frac{1}{Cs} // Ls = \frac{R_L L s}{R_L L C s^2 + Ls + R_L}$$

$$\beta A = \frac{h_{fe2}}{Z_p} \frac{Z_L (R_2 // R_4)}{Z_L + R_1 + (R_2 // R_4)} \times \frac{h_{fe1}(R_C // Z_p)}{R_2 // R_4 // [R_1 + Z_L] + h_{ie1} + (R_E + r_d)(h_{fe1}+1)}$$

$$\beta A = \frac{h_{fe2} h_{fe1} R_C}{R_C + Z_p} \times \frac{Z_L (R_2 // R_4)}{(R_2 // R_4)(R_1 + Z_L) + (Z_L + R_1 + R_2 // R_4)[h_{ie1} + (R_E + r_d)(h_{fe1}+1)]}$$

$$\beta A = \frac{h_{fe2} h_{fe1} R_C}{R_C + Z_p} \times \frac{R_L L s \,(R_2 // R_4)}{\{R_4 R_2 R_1 + (R_1 + R_2 // R_4)(h_{ie} + (R_E + r_d)(h_{fe1}+1))\}(R_L L C s^2 + Ls + R_L) + [R_2 // R_4 + h_{ie1} + (R_E + r_d)(h_{fe}+1)] L s R_L \}}$$

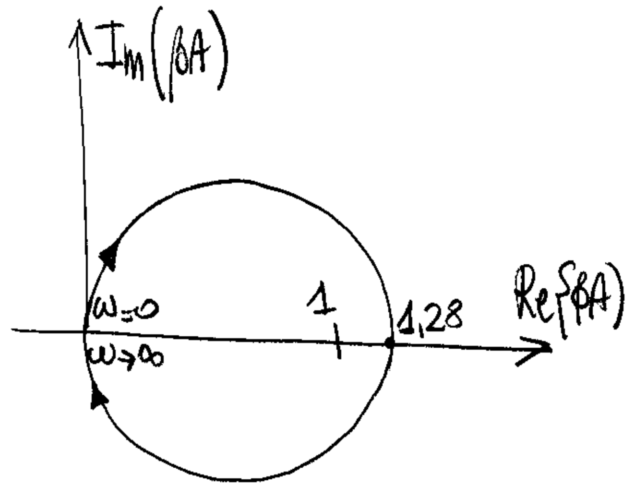
βA è reale se $\omega_0^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{LC} = 145.8\ \text{Krad/s}$

$$\beta A(\omega_0) = \frac{h_{fe2} h_{fe1} R_c}{R_c + Z_p} \times \frac{R_L (R_2 // R_4)}{(R_2 // R_4)(R_1 + R_L) + (R_L + R_1 + (R_2 // R_4))[h_{ie1} + (R_E + r_d)(h_{fe1}+1)]}$$

$$= \frac{250 \times 300 \times 1}{1 + 204.2} \times \frac{1 \cdot 15}{15(10+1) + (1 + 10 + 15)[3{,}5 + 0{,}514 \times 301]} =$$

$$= 367.3 \times \frac{15}{15 \times 11 + 26 \times 158.2} = 1{,}28 > 1$$

diagramma di Nyquist



valore di r_d a regime (r_d^*)

$$\beta A^*(\omega_0) = 1 = \frac{h_{fe_2} h_{fe_1} R_C}{R_C + Z_p} \cdot \frac{R_L (R_2 /\!/ R_4)}{(R_2 /\!/ R_4)(R_1 + R_L) + (R_L + R_1 + (R_2 /\!/ R_4))\left[h_{ie_1} + (R_E + r_d^*)(h_{fe} + 1)\right]}$$

$$1 = 367.3 \, \frac{15}{165 + 26\left[h_{ie_1} + (R_E + r_d^*)(h_{fe_1} + 1)\right]}$$

$$165 + 26\left[h_{ie_1} + (R_E + r_d^*)(h_{fe_1} + 1)\right] = 5509{,}5$$

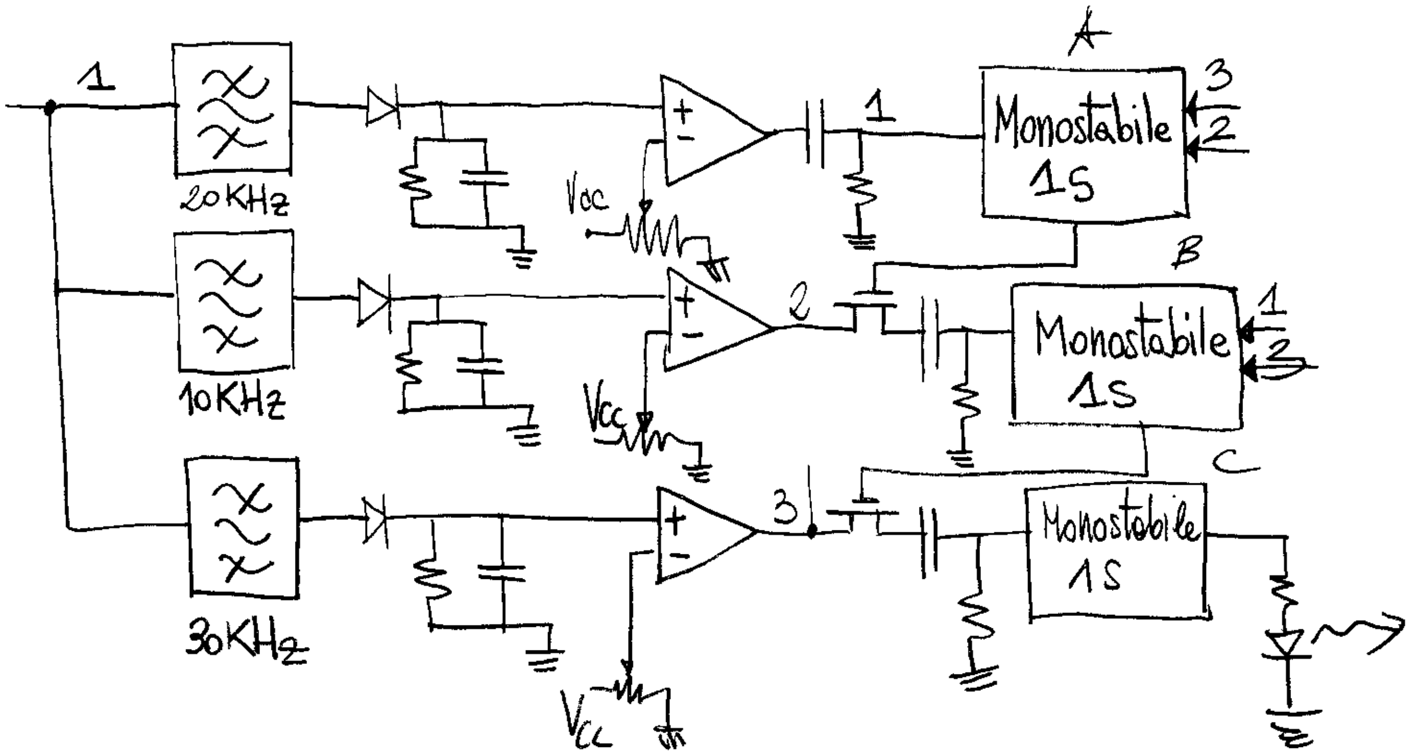
$$h_{ie_1} + (R_E + r_d^*)(h_{fe_1} + 1) = 205{,}56 \text{ k}\Omega$$

$$R_E + r_d^* = \frac{205{,}56 - h_{ie_1}}{h_{fe_1} + 1} = 671\ \Omega$$

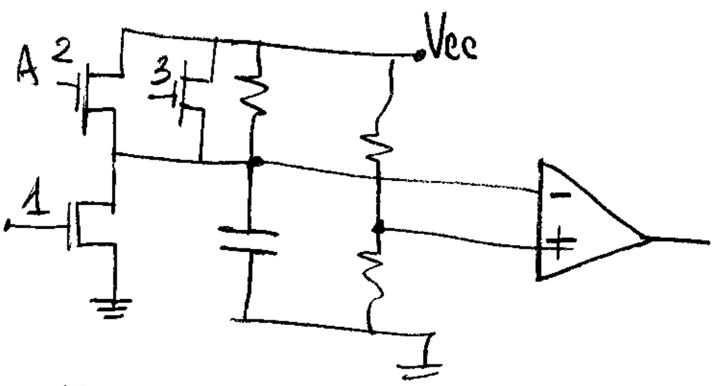
$$r_d^* = 371\ \Omega \longrightarrow V_{GS} = -1{,}2\text{V}$$

$$V_u = \left(\frac{R_A + R_B}{R_B}\right)|V_{GS}| + V_\gamma = 2{,}4\text{V}$$

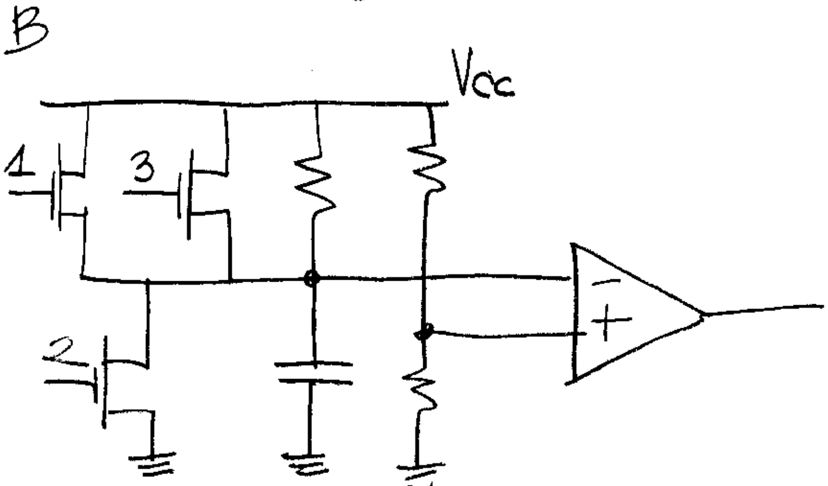
(B) Una possibile soluzione è la sequenza



Monostabile A



Monostabile B



Monostabile C