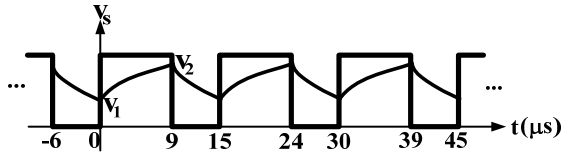
حل مسائل میان ترم تکنیک پالس ۸۸/۹/۲

۱-



$$v_o(t) = 1 + (V_1 - 1)e^{-\frac{t}{9}} \quad : \quad 0 \le t \le 9$$

$$v_o(t) = 0 + (V_2 - 0)e^{-\frac{t-9}{9}} \quad : \quad 9 \le t \le 15$$

$$v_o(9^-) = V_2 = 1 + (V_1 - 1)e^{-1} \quad \rightarrow V_2 = 1 + (V_2 e^{-\frac{2}{3}} - 1)e^{-1} \Rightarrow V_2 = \frac{1 - e^{-1}}{1 - e^{-\frac{5}{3}}} = 0.7793 \quad \Rightarrow V_1 = e^{-\frac{2}{3}} \frac{1 - e^{-1}}{1 - e^{-\frac{5}{3}}} = 0.4$$

$$v_o(15^-) = V_1 = V_2 e^{-\frac{2}{3}}$$

۲- الف- با فرض بزرگ بودن β ، و روشن بودن Q_1 و خاموش بودن Q_2 می توان نوشت :

$$V_{B1} = \frac{R_{B3}}{R_{B3} + R_{B1} + R_{C2}}(V_{CC} - (-V_{EE})) = -0.25 \ , \ V_{E1} = -1 \ , \ I_{C1} \simeq I_{E1} = 9\,\text{mA} \ , \ V_{o2} = V_{CC} - \frac{R_{C2}}{R_{B1} + R_{C2}}(V_{CC} - (V_{B1})) = 9.5$$

$$\frac{V_{CC} - V_{o1}}{R_{C1}} - \frac{V_{o1} - (-V_{EE})}{R_{B2} + R_{B4}} = I_{C1} = 9\,\text{mA} \rightarrow V_{o1} = \frac{29}{40} = 0.725 \ , \ V_{CE1} = 1.725 > V_{CEsat} \ , \ V_{B2} = \frac{V_{o1} - (-V_{EE})}{R_{B2} + R_{B4}} R_{B4} + (-V_{EE}) = -4.6375$$

$$V_{BE2} = -3.6375 < V_{BEcut\text{-}in}$$

ب- با روشن بودن Q_1 و خاموش بودن Q_2 ، معادل تونن از دوسر بیس ترانزیستور Q_1 چنین است :

$$V_{th} = \frac{R_{B3}}{R_{B3} + R_{B1} + R_{C2}}(V_{CC} - (-V_{EE})) = -0.25 \ , \ R_{th} = R_{B3} \,||\, (R_{B1} + R_{C2}) = 9.99375\,\text{K}\Omega$$

در این حالت می توان نوشت :

$$R_{th} I_{B1} - V_{th} + V_{BE1} + R_E I_{E1} + (-V_{EE}) = 0 \rightarrow I_{E1} = \frac{9(\beta + 1)}{10.99375 + \beta} \Rightarrow I_{C1} = \frac{9\beta}{10.99375 + \beta}$$

$$\frac{V_{CC} - V_{o1}}{R_{C1}} - \frac{V_{o1} - (-V_{EE})}{R_{B2} + R_{B4}} = I_{C1} = \frac{9\beta}{10.99375 + \beta} \rightarrow V_{o1} = \frac{39}{40}\left(\frac{380}{39} - \frac{9\beta}{10.99375 + \beta}\right) \ , \ V_{B2} = \frac{V_{o1} - (-V_{EE})}{R_{B2} + R_{B4}} R_{B4} + (-V_{EE})$$

$$V_{B2} = \frac{-1}{80} \ \frac{219.875 + 371\beta}{10.99375 + \beta} \quad , \quad V_{E2} = V_{E1} = R_E I_{E1} + (-V_{EE}) = \frac{-100.9375 - \beta}{10.99375 + \beta} \ , \ V_{BE2} = \frac{103.1890625 - 3.6375\beta}{10.99375 + \beta} < V_{BEcut\text{-}in}$$

$$\beta > 23.6$$

۳- فرض کنید که در $t = 0^-$ ، Q_1 خاموش و Q_2 روشن و در هدایت بسر می برد. در این صورت می توان نوشت :

$$V_{E1} = -0.5 \ , \ V_{E2} = V_{CC} - R_{C1}\frac{I_{E2}}{\beta + 1} - V_{BE2} = 5.378 \ , \ V_o = V_{C2} = V_{CC} - R_{C2} I_{C2} = 8.039 \ , \ V_{CE2} = 2.661 > V_{CEsat}$$

$$V_C(0^-) = V_{E2} - V_{E1} = 5.878$$

در $t = 0^+$ ، Q_1 روشن (با فرض اشباع) و Q_2 خاموش می شوند. در این حالت داریم :

$$V_{E1} = -0.7 \ , \ V_{CE1} = V_{CEsat} = 0 \rightarrow V_{C1} = -0.7 \ , \ I_{C1} = \frac{V_{CC} - V_{C1}}{R_{C1}} = \frac{10.7}{100} = 0.107\,\text{mA} \ , \ I_{E1} = 2\,\text{mA} \ , \ I_{B1} = I_{E1} - I_{C1} = 1.893$$

$$\frac{I_{C1}}{I_{B1}} = 0.056 \ll 50$$ فرض اشباع بودن Q_1 صحیح است.

خازن با جریان ثابت I_2 شارژ شده و ولتاژ امیتر Q_2 کاهش می یابد.

$$V_{E2}(0^+) = V_C(0^+) + V_{E1}(0^+) = 5.878 - 0.7 = 5.178 \ , \ V_{E2} = \frac{-1}{C} I_2 t + K_1 \ , \ V_{E2}(0^+) = 5.178 = K_1 \ , \ V_{E2} = -10^4 t + 5.178$$

$$V_{BE2}(t) = -0.7 - (-10^4 t + 5.178) = 10^4 t - 5.878$$

وقتی که V_{BE2} به ۰/۵ ولت برسد ، Q_2 روشن و Q_1 خاموش می شود.

$$0.5 = 10^4 T_1 - 5.878 \Rightarrow T_1 = 0.6378 \text{ msec.} \ , \ V_{E2}(T_1^-) = -1.2 \ , V_C(T_1^-) = -1.2 - (-0.7) = -0.5$$

در $t = T_1^+$ ، Q_2 روشن (با فرض هدایت) و Q_1 خاموش می شوند. قبلا در $t = 0^-$ ، ثابت شد که Q_2 در این وضعیت در هدایت بسر می برد.

خازن با جریان ثابت I_1 شارژ شده و ولتاژ امیتر Q_1 کاهش می یابد.

$$V_{E2}(T_1^+) = 5.378 \rightarrow V_{E1}(T_1^+) = 5.878 \ , V_{E1}(t) = \frac{-1}{C} I_1 (t - T_1) + K_2 \ , V_{E1}(T_1^+) = 5.878 = K_2 \ , V_{E1}(t) = -10^4 (t - T_1) + 5.878$$

$$V_{BE1}(t) = -V_{E1} = 10^4 (t - T_1) - 5.878$$

وقتی که V_{BE1} به ۰/۵ ولت برسد ، Q_1 روشن و Q_2 خاموش می شود.

$$0.5 = 10^4 (T - T_1) - 5.878 \Rightarrow T_2 = 0.6378 \text{ msec.} \ , \ V_{E1}(T^-) = -0.5 \ , V_C(T^-) = 5.878 \ , \ T = 1.2756 \text{ msec.}$$

$$f = 784 \text{ Hz}$$