سیدمهدی رضوی
۹۷۵۲۲۱۵۷

بنام خدا

$$V_B(T1) = 2.1$$
$$V_C(T3) = 0.2$$
$$V_C(T2) = 0.9$$

$$I_B(T1) = \frac{V_{cc} - V_B(T1)}{R_a} = \frac{5 - 2.1}{R_a} = \frac{2.9}{R_a}$$

$$I_C(T2) = \frac{V_{cc} - V_C(T2)}{2k\Omega} = \frac{5 - 0.9}{2k\Omega} = \frac{4.1}{2k\Omega} = 2.05^{mA}$$

$$I_C(T3) = \frac{V_{cc} - V_{CES}}{2.4 k\Omega} + I_L \implies I_C(T3) = 2 + 38 = 40 \, mA$$

$$\left.\begin{array}{l} I_E(T2) = I_B(T2) + I_C(T2) \\ I_B(T2) = I_C(T1) \end{array}\right\}$$

Reverse Active فعال معکوس $\implies I_B(T1)[1 + \beta_I] = I_C(T1)$

$$I_C(T1) = 1.5 \left(\frac{2.9}{R_a}\right)$$

$$I_E(T2) = 2.05 + \frac{1.5 \times 2.9}{R_a}$$

$$I_E(T2) = 2.05 + \frac{4.35}{R_a}$$

$$I_B(T3) + \frac{V_B(T3)}{700\Omega} = I_E(T2)$$

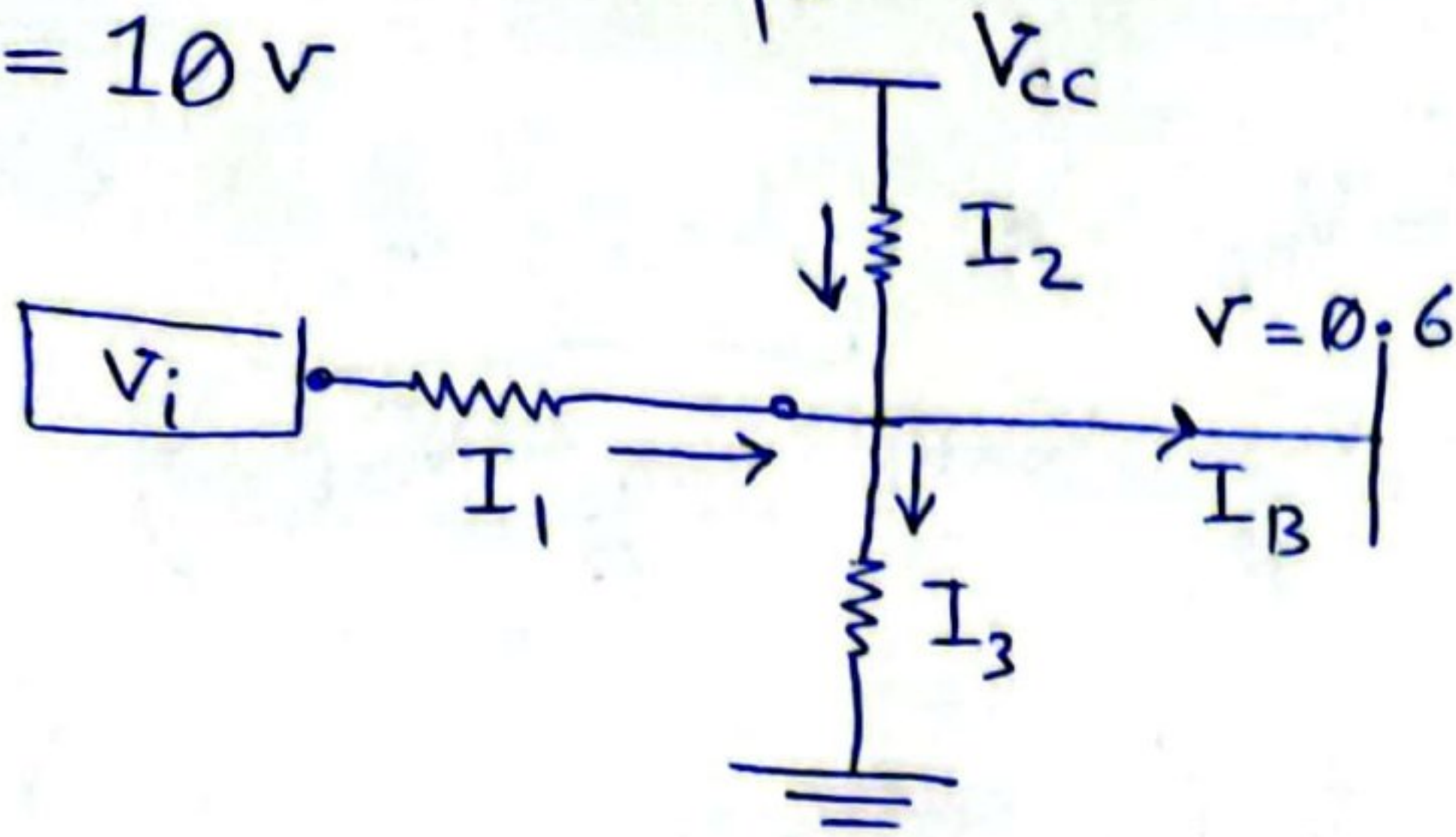$$I_B(T3) = 2.05 + \frac{4.35}{R_a} - 1 = \underbrace{1.05 + \frac{4.35}{R_a}}$$
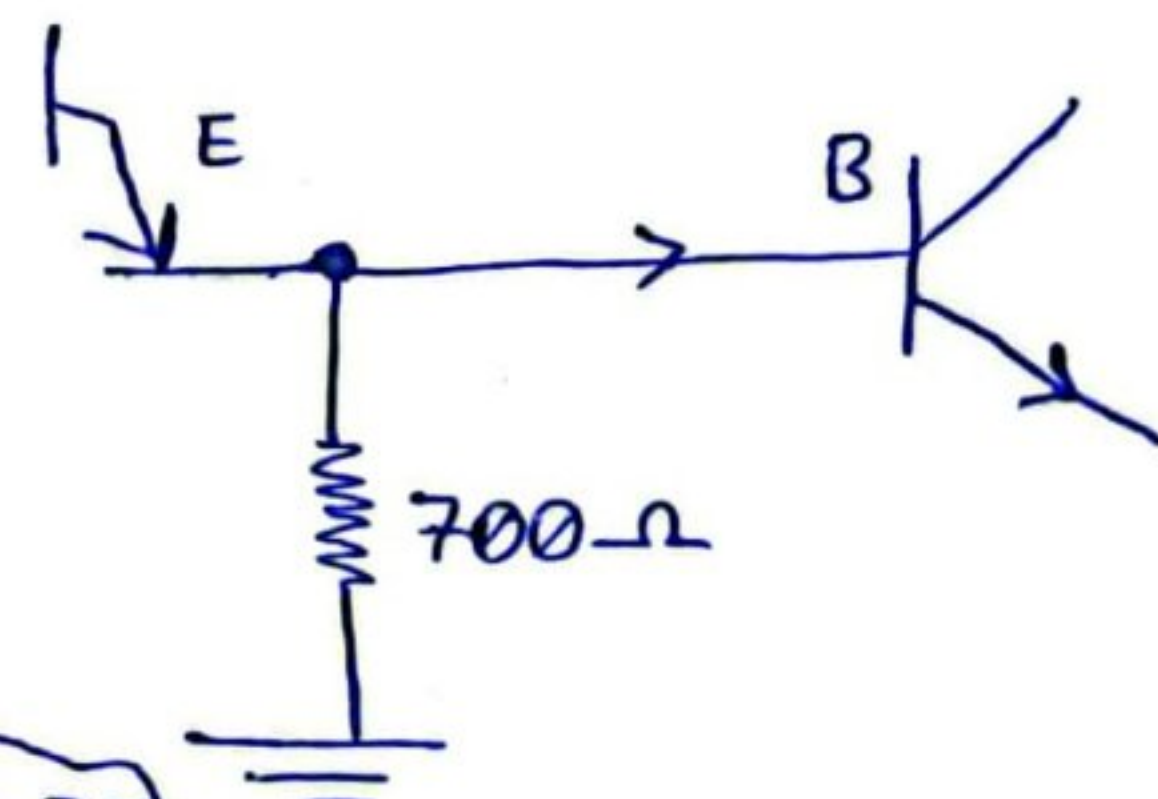
شرط اشباع شدن ترانزیستور T3 $\implies I_C(T_3) < \beta I_B(T_3)$

$$40 < 20 \left(1.05 + \frac{4.35}{R_a}\right)$$

$$\implies \boxed{R_a < 2.5 \, k\Omega}$$

سوال ٢) دوحالت ولتاژ low و high برای V_i درنظرخواهیم گرفت.

$V_i = 10v$

V_{cc}

I_2

$v = 0.6$

V_i

I_1

I_B

I_3

$$I_1 = \frac{10 - 0.6}{100K} = 0.094 mA$$

$$I_2 = \frac{10 - 0.6}{56K} = 0.168 mA$$

$$I_3 = \frac{0.6}{10K} = 0.06 mA$$

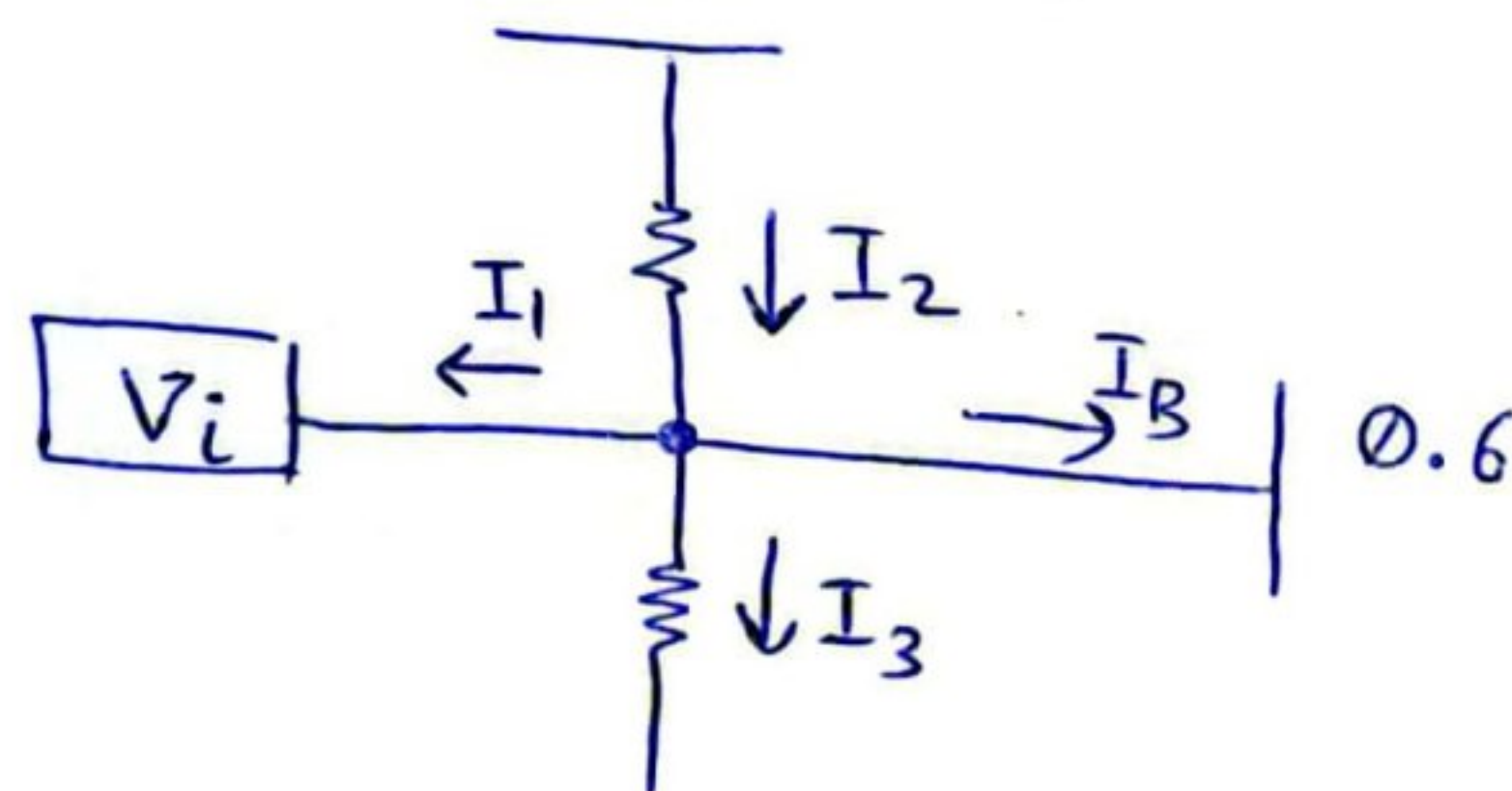$$I_B = I_1 + I_2 - I_3$$

$$I_B = 0.094 + 0.168 - 0.06 = 0.2 mA$$

Active بافرض بودن $\implies I_c = BI_B \implies I_c = 125 (0.2) = 25.25 mA$

$$V_c = V_{cc} - 2.2k\Omega (25.25)mA < 0$$

درنتیجه فرض Active بودن T1 نادرست است و این ترانزیستور درحالت اشباع قرار دارد.

$$V_c = V_{out} = 0.2 (low)$$

$V_i = 0.2$ (low)

I_1

I_2

I_B

0.6

I_3

$$I_B = I_2 - I_1 - I_3$$

$$I_1 = \frac{0.4}{100K} = 0.04 mA$$

$$I_2 = \frac{9.4}{56K} = 0.168 mA$$

$$I_3 = \frac{0.6}{10K} = 0.06 mA$$

$$\implies I_B = 0.068$$

$$V_c = V_{out} = V_{cc} - 2.2k\Omega (8.5)mA < 0$$

$$I_c = 125 (0.068) = 8.5 mA$$

بازهم فرض Active بودن T1 نادرست است و این ترانزیستور نیز درحالت اشباع قرار دارد.

$$V_c = V_{out} = 0.2$$

مدار فوق به ازای هر دو ولتاژ high و low خروجی low خواهدداد.

$$V_{IH} = V_{DD}$$

$$\implies V_{in} = V_{DD} \implies \text{ترانزیستور خطی}$$

$$I_D = \frac{V_{DD} - V_{out}}{R_L} = \frac{V_{DD} - V_{OL}}{R_L}$$

$$I_D = K_n \left(2(V_{in} - V_T) V_{OL} - V_{OL}^2 \right)$$

$$22 \times 10^{-4} \left(2(5-1) V_{OL} - V_{OL}^2 \right) = \frac{5 - V_{OL}}{10^3}$$

$$22 \times 10^{-4} \left(8 V_{OL} - V_{OL}^2 \right) = (5 - V_{OL}) 10^{-3}$$

$$22 \times 10^{-3} \left(8 V_{OL} - V_{OL}^2 \right) = 5 - V_{OL}$$

$$-22 \times 10^{-3} V_{OL}^2 + 7/174 V_{OL} = 5 - V_{OL}$$

$$-0/022 V_{OL}^2 + 1/174 V_{OL} - 5 = 0 \implies \begin{cases} \boxed{V_{OL} = 4.65 \text{ v}} \\ V_{OL} = 48.797 \end{cases} \text{غ ق ت}$$