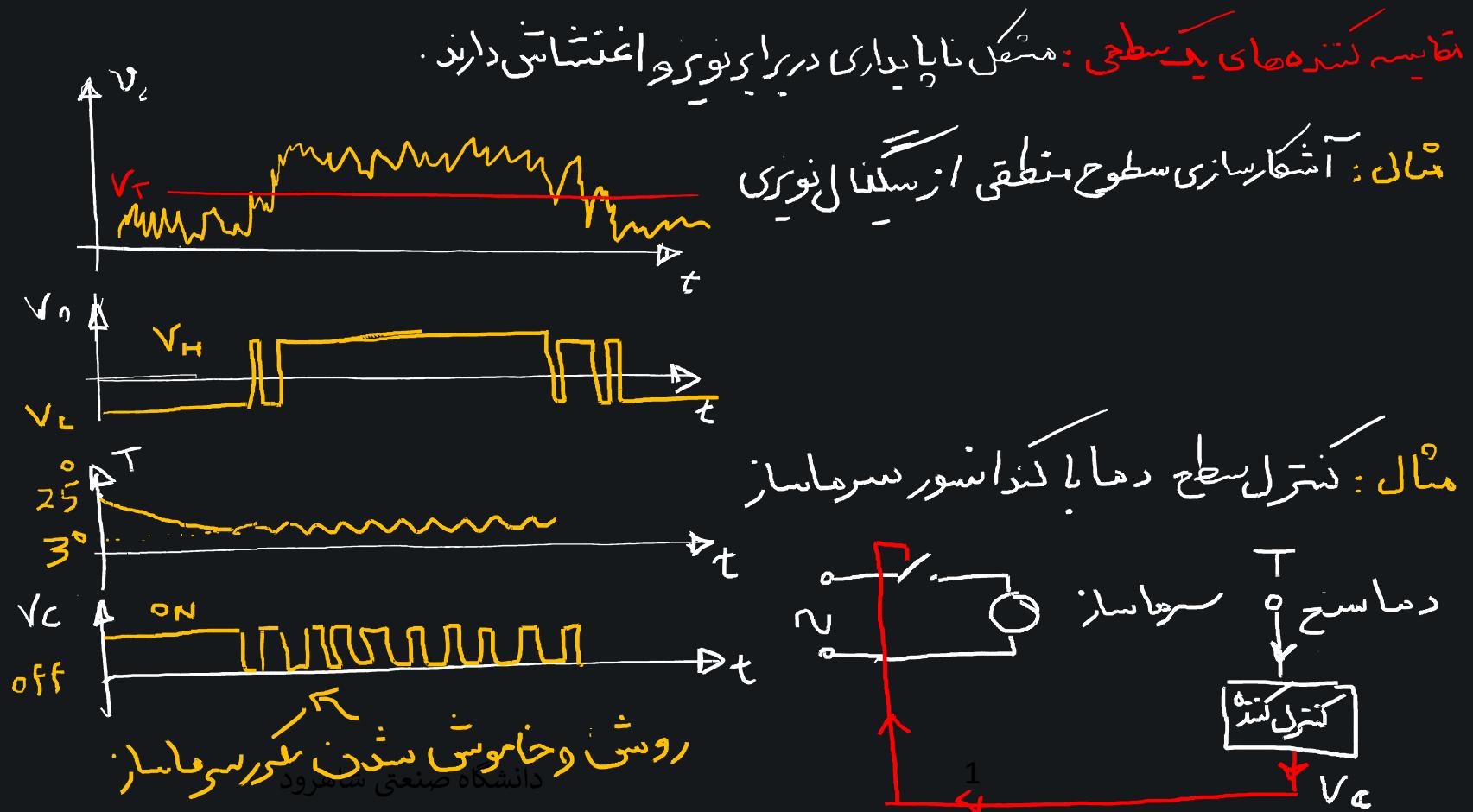
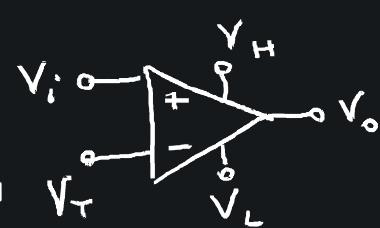


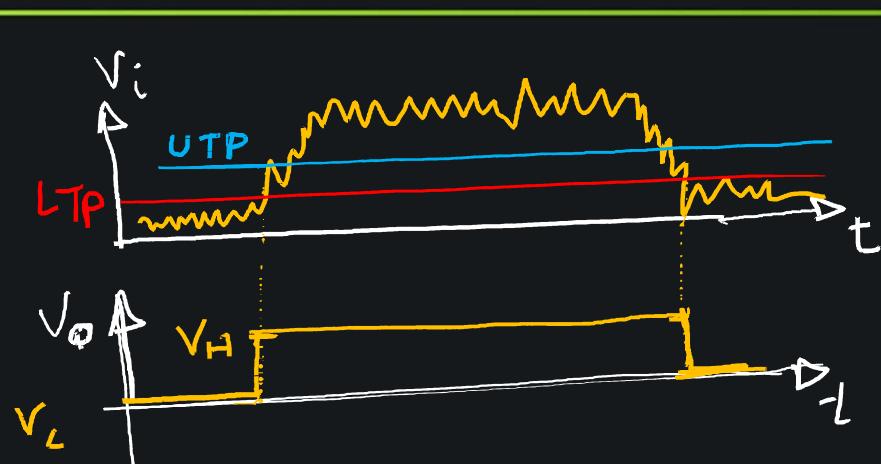


دکتر علیرضا احمدی فرد - دانشکده مهندسی برق - دانشگاه صنعتی شهرورد - موضوع مدار تریگر اشمیت

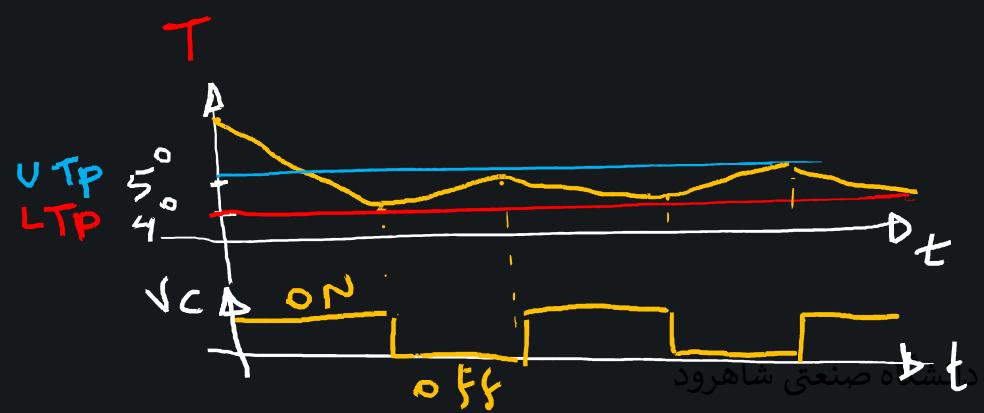




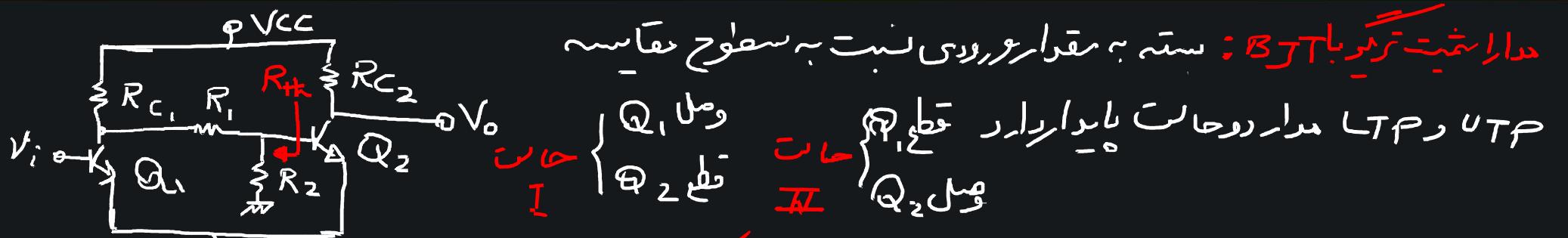
دکتر علیرضا احمدی فرد- دانشکده مهندسی برق- دانشگاه صنعتی شهرود- موضوع مدار تریگر اشمیت



معایسه لسته درسته :
UTP سعی بالا معايسه
LTP سعی پائين معايسه



مثال ساده تریگر دهنده:



اگر $V_i < LTP$ باشد، Q_1 باز و Q_2 مغلق است. (فرم لیذ Q_2 را باید حفظ کرد)

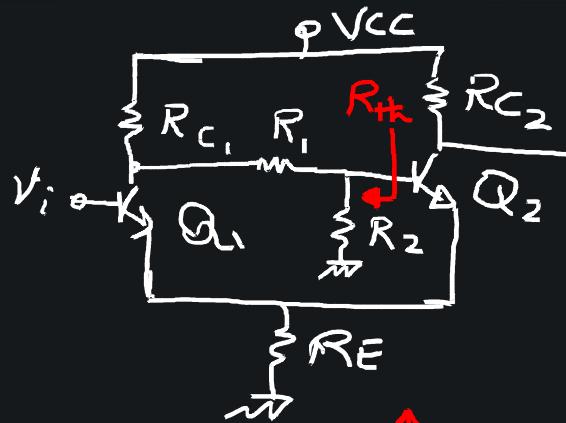
$$V_{Th} = \frac{V_{CC} \times R_2}{R_{C1} + R_1 + R_2}, \quad R_{Th} = (R_{C1} + R_1) \parallel R_2$$

$$I_E = \frac{V_{Th} - V_{BE(on)}}{\frac{R_{Th}}{\beta + 1} + R_E} \Rightarrow V_0 = V_{CC} - \alpha R_{C2} I_E$$

$$V_E = R_E I_E$$

$$\rightarrow V_{CE} = V_0 - V_E > V_{CE(sat)}$$

فرم لیذ Q_2 بون



محاسبه سعیانسی سالابی :

چنانچه ولتاژ ورودی V_i از ولتاژ استرایک سیستورها به لذاره آسکا نهادن شدن که $0.5 \leq V_i \leq 7$ بیشتر نمود \Rightarrow روشی مرد و بد لیل میدین میشست در مدار Q_2 حاموس هواهد شد.

$$V_i \uparrow \rightarrow V_{C1} \downarrow \rightarrow V_{B2} \downarrow \rightarrow V_{BE2} \downarrow \rightarrow Q_2$$

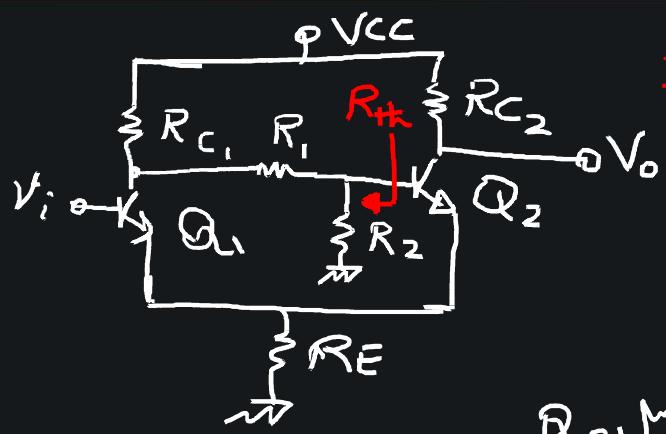
$$V_i - V_{\text{C1}} = V_E \rightarrow UTP = V_E + V_{\text{C1}}$$

آسکا نهادن Q_1

نمای دار میدین میشست در مدار :

$$V_i \uparrow \rightarrow V_{C1} \uparrow \rightarrow V_{C1} \downarrow \rightarrow V_{B2} \downarrow \rightarrow V_{E2} \downarrow \rightarrow V_{BE2} \uparrow \rightarrow i_{C1} \uparrow$$

دانشگاه صنعتی شهرورد



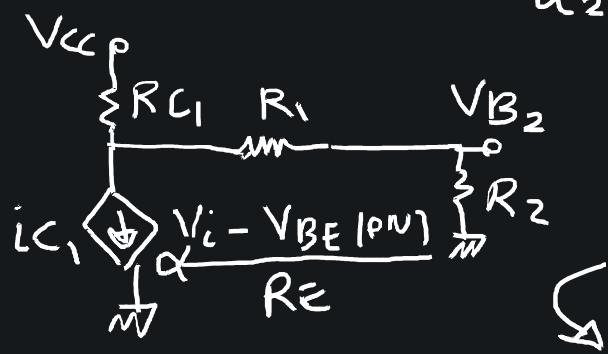
حالت قطع $\{Q_1(\text{معادل}), Q_2\}$

محاسبه سطح باش ممکن

$$V_{B2} = \frac{-iC_1 \times RC_1}{RC_1 + R_1 + R_2} \times R_2 + \frac{V_{CC}}{RC_1 + R_1 + R_2} R_2$$

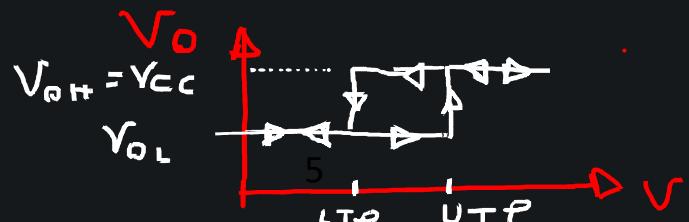
$$Q_2 \text{ جلوه } \rightarrow V_{B2} = V_{CE2} + V_{BE2}$$

$$- \alpha \frac{V_i - V_{BE}(\text{آن})}{R_E} \times RC_1 \\ R_2 + \frac{V_{CC}}{RC_1 + R_1 + R_2} R_2 = V_{CE} + V_i - V_{BE}(\text{آن})$$



$$LTP = V_i$$

دانشگاه صنعتی شهرورد





دکتر علیرضا احمدی فرد - دانشکده مهندسی برق - دانشگاه صنعتی شهرورد - موضوع مدار تریگر آشمیت

I حالت قطع

$$R_{th} = 22 \parallel 10 = 6.875 \text{ k}\Omega, V_{Th} = 3.125$$

$$I_{E2} = \frac{3.125 - 0.7}{\frac{6.875}{10} + 1} = 2.27 \text{ mA} \rightarrow V_0 = 10 - 2 \times 2.7 = 4.6$$

$$V_{E2} = 2.27 \rightarrow V_{CE2} = 2.33 > 0.2$$

هر رسانی متأخر برای Q_2 ممکن است

$$UTP = V_E + 0.5 = 2.77$$

II حالت قطع

$$V_{B2} = -\frac{V_i - 0.7}{1} \times \frac{2}{2+20+10} \times 10 + \frac{10}{2+20+10} \times 10$$

$$V_{B2} = 2$$

$$LTP = V_{B2} - V_E + V_{BE(\text{on})}$$

$$= 2 - 0.5 + 0.7 = 2.2$$

هر رسانی متأخر برای Q_1 ممکن است

$$V_{C1} = \frac{2}{10} \times 30 = 6$$

هر رسانی متأخر برای Q_1 ممکن است

$$V_{CE1} = 6 - 1.5 = 4.5 > 0.2$$

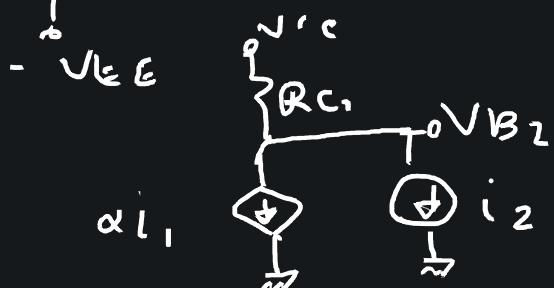
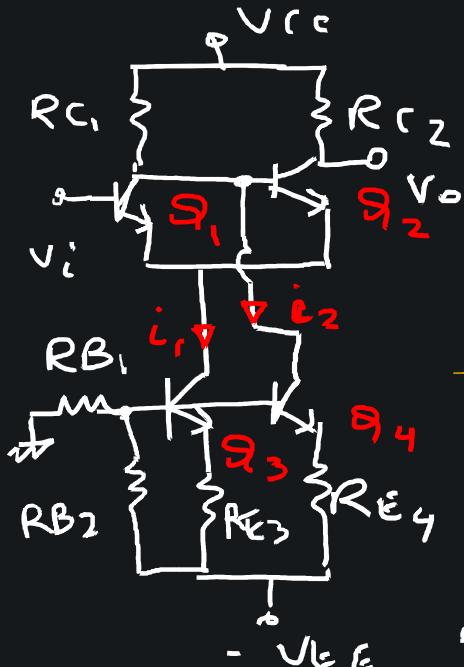
$$V_i = 2.2$$

هر رسانی متأخر برای Q_1 ممکن است

Daneshgah-e-Sanat-e-Shahrood



دکتر علیرضا احمدی فرد - دانشکده مهندسی برق - دانشگاه صنعتی شهرورد - موضوع مدار تریگر اسمنیت



دارای تردد اسمنیت بسته به جریان

حالت I $\left\{ \begin{array}{l} \text{محل فعل} \\ \text{محل منفخ} \end{array} \right.$

$$V_{B2} = V_{CC} - R_{C1}(i_2 + i_1 / \beta + 1)$$

$$V_o = V_{CC} - R_{C2} i_1$$

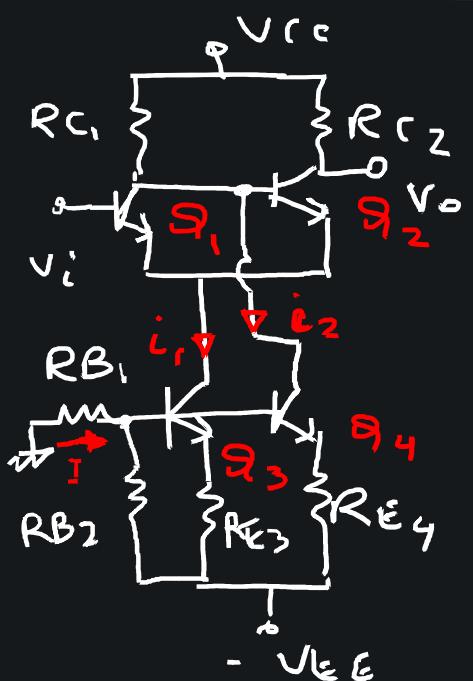
$$UTP - V_\gamma + V_{BIE(\text{on})} = V_{B2} \rightarrow UTP = V_\gamma - V_{BIE(\text{on})} + V_{B2}$$

حالت II $\left\{ \begin{array}{l} \text{محل سالک} \\ \text{محل منفخ} \end{array} \right.$

$$V_{B2} = V_{CC} - R_{C1}(\alpha i_1 + i_2)$$

$$LTP - V_{BIE(\text{on})} + V_\gamma = V_{B2}$$

$$LTP = V_{BIE(\text{on})} - V_\gamma - V_{B2}$$



مُسال: مدار اشمیت تریگر را طوری طرح کنید که سه حالت داشته باشد

حالت ۱: $V_o = V_0$

حالت ۲: $V_o = \frac{V_0 + V_{EE}}{2}$

حالت ۳: $V_o = V_0 - \frac{V_{EE}}{2}$

$V_{TP} = 4 = V_{B2} - 0.7 + 0.5 \rightarrow 4 = 10 - RC_1 (i_2 + i_1/\beta_{T1}) - 0.2$

$L_{TP} = 3 = V_{B2} - 0.5 - 0.7 \rightarrow 3 = 10 - RC_1 (i_1 + i_2) + 0.2$

$i_1 = 1.4mA$ استخراج
 $i_2 = 5.8mA$ استخراج

$RC_1 (i_2 + i_1/\beta_{T1}) = 5.8$

$RC_1 (i_1 + i_2) = 7.2$

$R_{C_2} = \frac{10 - 8}{5.8}$

$i_{B3} = \frac{i_1}{\beta} = 0.14\mu A \rightarrow i_{B3} + i_{B4} = 0.72\mu A$

$i_{B4} = \frac{i_2}{\beta} = 0.58\mu A$

$I \gg 0.72\mu A \rightarrow I = 1mA$ استخراج
 $V_{B3} = V_{B4} = 2V$ استخراج

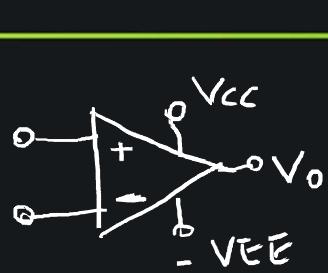
$$R_{B1} = \frac{-V_{B3}}{I} = 2k\Omega$$

$$R_{B2} = \frac{-V_{B3} + V_{EE}}{I} = 8k\Omega$$

$$R_{E3} = \frac{V_{B3} - 0.7 + V_{EE}}{i_1} = 5.2k\Omega$$

$$R_{E4} = 1.25k\Omega$$

طراحی بنابراین این داده:



$$V_o = (V^+ - V^-) \cdot A$$

ضد نزدیک

طرای استیت تر بوده باشد: OPAMP

$-V_{EE} < V_o < V_{CC}$ $\rightarrow V^+ = V^-$ در راهیه جعلی فراز دارد

$V_o = V_{CC} \rightarrow V^+ > V^-$ اسیاع بالا

$V_o = -V_{EE} \rightarrow V^+ < V^-$ اسیاع پائین

برخی محدودیت های OPAMP

۱- جریان پایه های ورودی کوچک و کمی مغفیستند (OP741)

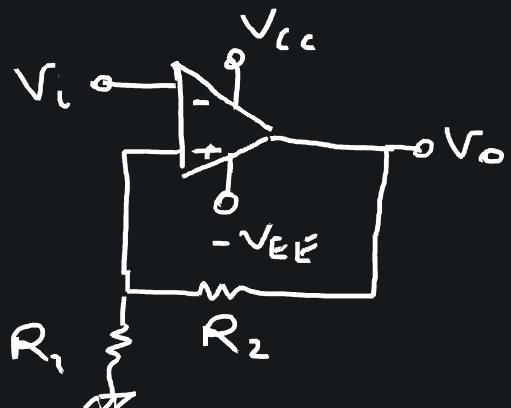
$I_B^+ = I_B^- = 0.5 \mu A$ (OP741)

۲- جریان خروجی محدود است

۳- تغییرات ولتاژ خروجی سمت به رسان گذر راست

$$I_{lowrate} = \frac{dV_o}{dt} \Big|_{max} = 0.5 V/\mu sec$$

۴- بدین افت و لیارهای داخلی و سازهای شروع در حال اسیاع بالا را باشند از رو تأثیر نمایند



اسهیت تریگر معلوس: تصریح آینده با بیستر سدن و تأثیر وردی از V_{TP} در اس اسهیت تریگرها
خروجی پرس هست پاسی دار این اسهیت تریگرها معلوسی نمایند

حالت I: خروجی را در انتخاب بالا گرفت لیزد: $V^+ > V^- \Leftrightarrow V_o = V_{oH}$

$$V^+ = \frac{V_o}{R_1 + R_2} R_1 = \frac{V_{oH}}{R_1 + R_2} R_1 \Rightarrow V_{TP} = \frac{V_{oH}}{R_1 + R_2} R_1$$

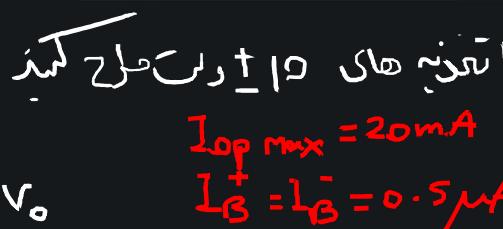
تا مارا میله و دروری از V_{TP} تراست خروجی را استخراج با V_o می ہماذ

حالت II: خروجی را استخراج پاسیں خوش کند: $V^+ < V^- \Leftrightarrow V_o = V_{oL}$

$$V^+ = \frac{V_{oL}}{R_1 + R_2} R_1 \Rightarrow V_{TP} = \frac{V_{oL}}{R_1 + R_2} R_1$$



دکتر علیرضا احمدی فرد - دانشکده مهندسی برق - دانشگاه صنعتی شهرورد - موضوع مدار تریگر اشمیت



$$I_{op\ max} = 20mA$$

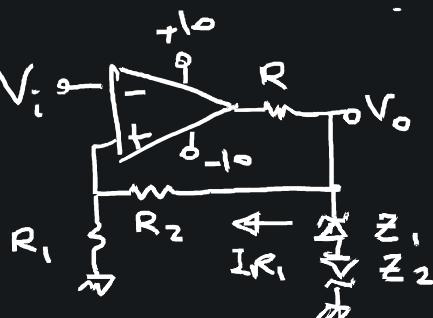
$$I_B^+ = I_B^- = 0.5\mu A$$

نیاز است تریگر با سنجنی های 10 و 4 درست حل کند.

V_d



جایی تسدیت ریگرهای $5mA$ را طورشود.



$$V_{UTP} = 3 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times 4$$

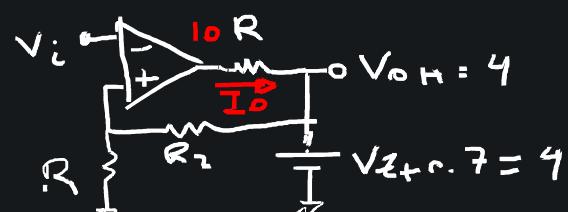
نیز

$$\Rightarrow R_2 = \frac{10}{3} k\Omega = 3.33 k\Omega$$

$$I_{R_1} \gg I_B^+ \rightarrow R_1 = 10 k\Omega$$

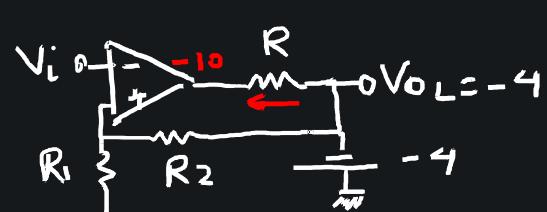
استفاده

$$LTP = \frac{-4}{3.33 + 10} \times 10 = -3$$



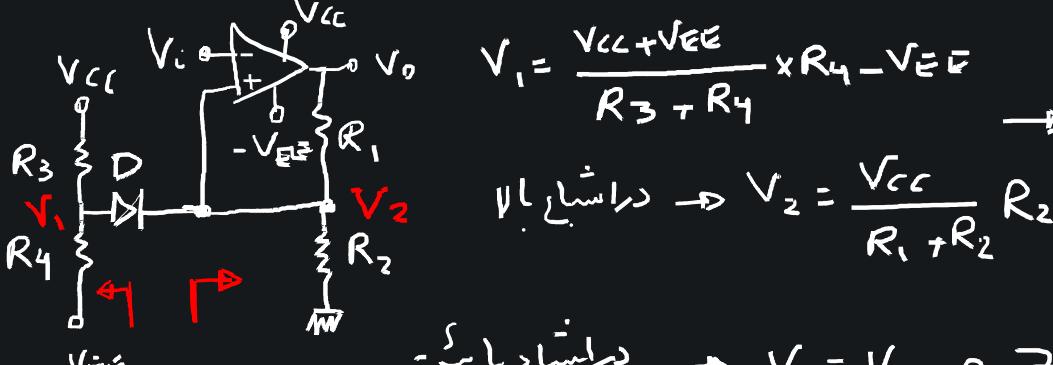
$$I_{R_1} = \frac{V_{OH}}{R_1 + R_2} = 0.3mA \gg 0.5\mu A$$

مقادیر R را حداکثر $10k\Omega$ با دقت انتخاب سویی جایی محاذار خود را کنید نهور



$$I_o > I_k + I_{R_1} \rightarrow \frac{10 - 4}{R} > 5mA + 0.3mA \rightarrow R < 1.13 k\Omega$$

$$I_o < I_{op\ max} \rightarrow \frac{10 - 4}{R} < 20mA \rightarrow R > 300\Omega \rightarrow R = 1k\Omega$$



$$V_1 = \frac{V_{CC} + V_{EE}}{R_3 + R_4} \times R_4 - V_{EE}$$

$$V_2 = \frac{V_{CC}}{R_1 + R_2} R_2$$

درستایح پائین
ردود فعل

$$V_1 = V_2 + 0.7 \rightarrow LTP = \frac{V_1 - 0.7}{R_1 + R_2} R_2$$

بررسی انتبار از تبار

$$R_2 = 30k\Omega, R_1 = 70k\Omega \rightarrow R_4 = 1.2k\Omega, R_3 = 1k\Omega$$

$$V_1 = \frac{10 - (-10)}{1 + 1.2} \times 1.2 - 10 = 0.91 \text{ ولت} \rightarrow UTP = \frac{10}{30 + 70} \times 30 = 3 \text{ ولت}$$

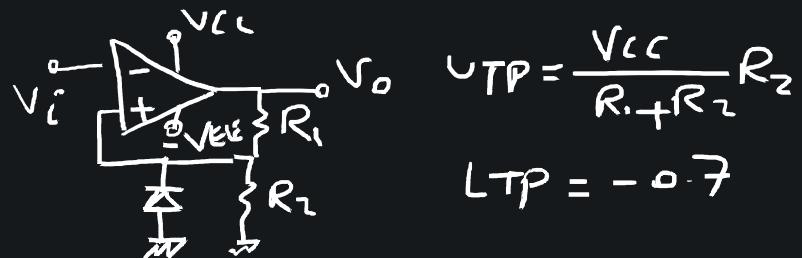
که با انتبار مهربانه
با انتبار مهربانه

$$\frac{1 + 1.2}{0.91} = \frac{30 + 70}{V_2} \rightarrow V_2 = 0.29 = LTP$$

وست $LTP = V_1 - 0.7 = 0.21$

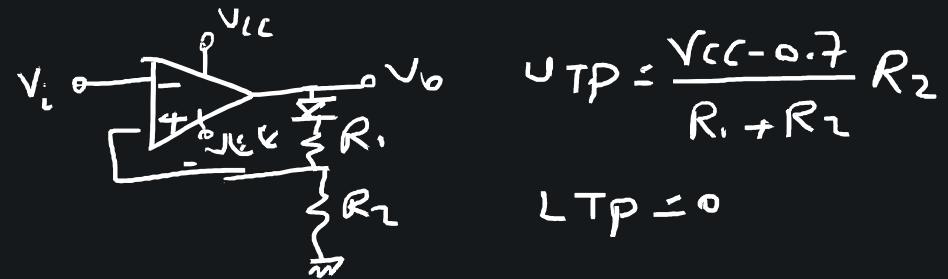


دکتر علیرضا احمدی فرد- دانشکده مهندسی برق- دانشگاه صنعتی شهرود- موضوع مدار تریگر اشمیت



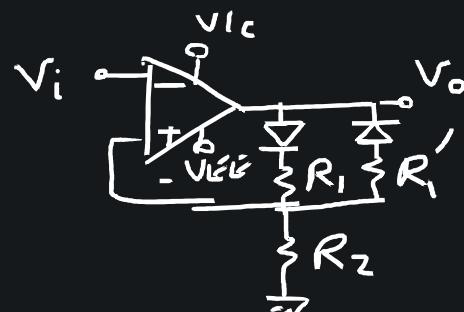
$$U_{TP} = -\frac{V_{CC}}{R_1 + R_2} R_2$$

$$L_{TP} = -0.7$$



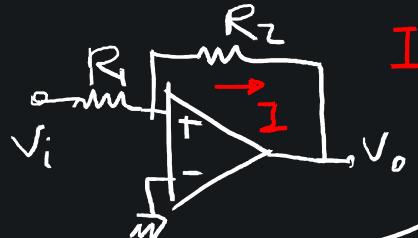
$$U_{TP} = \frac{V_{CC} - 0.7}{R_1 + R_2} R_2$$

$$L_{TP} = 0$$



$$U_{TP} = \frac{V_{CC} - 0.7}{R_1 + R_2} R_2$$

$$L_{TP} = \frac{-V_{EE} + 0.7}{R_1' + R_2} R_2$$



$$I \cup L \quad V_0 = V_{\infty} \rightarrow \bar{V} > V = 0$$

اسلحہ

$$V^+ = \frac{V_L - V_{A_H}}{R_1 + R_2} \cdot R$$

کوہد سکریز تا سود این رتی خی رخ کا هست یا بد لدا آسانہ معایبہ دست ا مده در اخی حالات $T_p = V_{ph} R_1 + R_2$

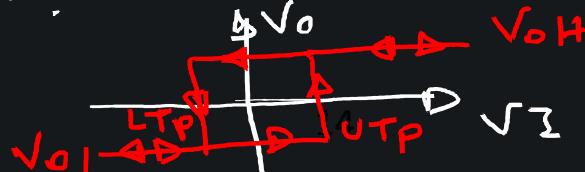
$$\frac{LTP - V_{OH}}{R_1 + R_2} \cdot R_2 + V_{OH} = 0 \Rightarrow LTP = -V_{OH} \frac{R_1}{R_2} < 0$$

$$V_o = V_{oL} \rightarrow V^+ < V^- = 0 \quad \rightarrow \quad V^+ = \frac{V_L - V_{oL}}{R_1 + R_2} R_2 + V_{oL} < 0$$

اسٹاچ پائیں

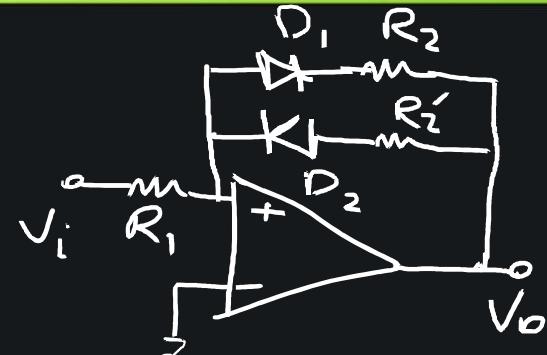
$$UTP = -V_0 L \frac{R_1}{R_2} > 0$$

دانشگاه صنعتی شرورد





دکتر علیرضا احمدی فرد - دانشکده مهندسی برق - دانشگاه صنعتی شهرورد - موضوع مدار تریگر اشمیت



مثال: می‌خواهیم سیستم خارجی زیر را باشد $V_{CC} = V_{EE} = 10$, $LTP = -3$, $UTP = 2$

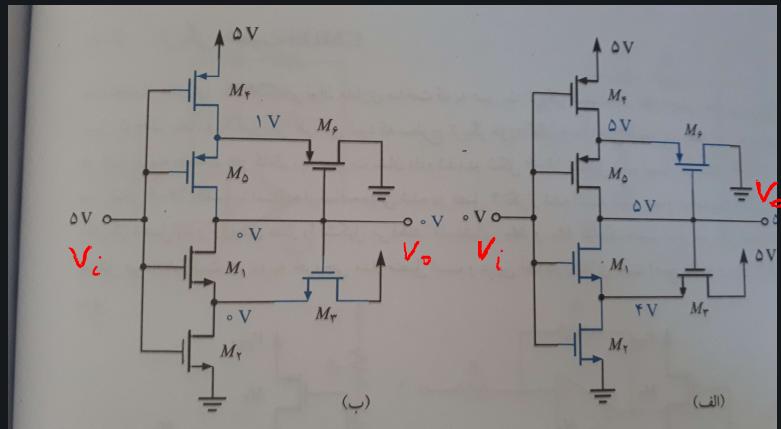
$$LTP = - \left(V_{OL} - 0.7 \right) \frac{R'_2}{R_1} = -3 \rightarrow \frac{R'_2}{R_1} = \frac{3}{10.7}$$

$$UTP = - \left(V_{OL} + 0.7 \right) \frac{R'_2}{R_1} = 2 \rightarrow \frac{R'_2}{R_1} = \frac{2}{10.7}$$

$$R_1 = 10k\Omega \rightarrow R_2 = \frac{30}{10.7} = 2.8 k\Omega$$

استحباب

$$\rightarrow R'_2 = \frac{20}{10.7} = 1.87 k\Omega$$



طریق انتخاب تریگر

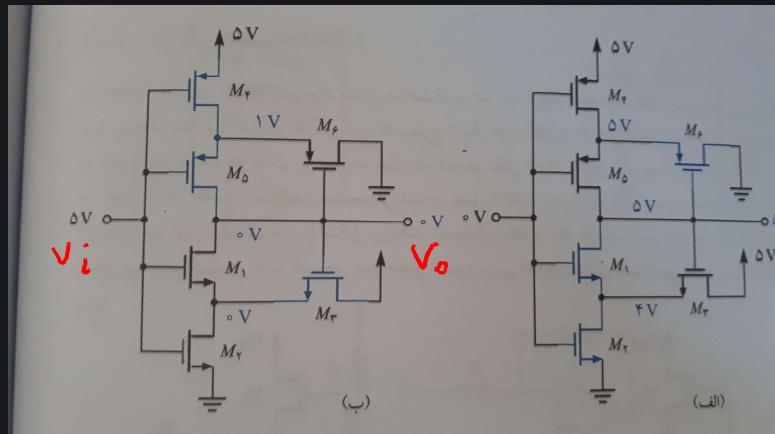
$$V_i = 0 \rightarrow M_4, M_5, M_3 \text{ روشن} \quad M_1, M_2, M_6 \text{ خاموش}$$

$$V_i = 5 \rightarrow M_1, M_2, M_6 \text{ روشن} \quad M_3, M_4, M_5 \text{ خاموش}$$

$$V_i = 0 \rightarrow 5 \rightarrow I_{D2} = I_{D3} \rightarrow k_2 (V_{GS2} - V_{tn})^2 = k_3 (V_{GS3} - V_{tn})^2 \rightarrow V_{GS3} = \sqrt{\frac{k_2}{k_3}} (V_i - V_{tn}) + V_{tn}$$

$$V_{DS2} = V_o - V_{GS3} \quad \left\{ \begin{array}{l} V_{GS1} = V_{tn} \rightarrow V_i - V_{DS2} = V_{tn} \rightarrow V_i - V_{DD} + \sqrt{\frac{k_2}{k_3}} (V_i - V_{tn}) + V_{tn} = V_{tn} \Rightarrow V_i = \underbrace{V_{DD} + \sqrt{\frac{k_2}{k_3}} V_{tn}}_{1 + \sqrt{k_2/k_3}} \\ R_{V_{DD}} \end{array} \right.$$

دانشگاه صنعتی شهرود



طریق اینستیتیو تریگر

$$V_i \rightarrow 0 \rightarrow M_4 \text{ ابدا } \rightarrow k_4 (V_{GS4} - V_{tp})^2 = k_6 (V_{GS6} - V_{tp})^2$$

رسانیده شد

$$V_i - V_{DD}$$

$$\rightarrow V_{GS6} = \sqrt{\frac{k_4}{k_6}} (V_i - (V_{DD} + V_{tp})) + V_{tp}$$

طایروش سدن M_5 باید

$$-V_{GS6} - V_i = V_{tp} \quad \leftarrow V_{GS} - V_i = V_{tp} \quad \leftarrow V_{GS} = V_{tp}$$

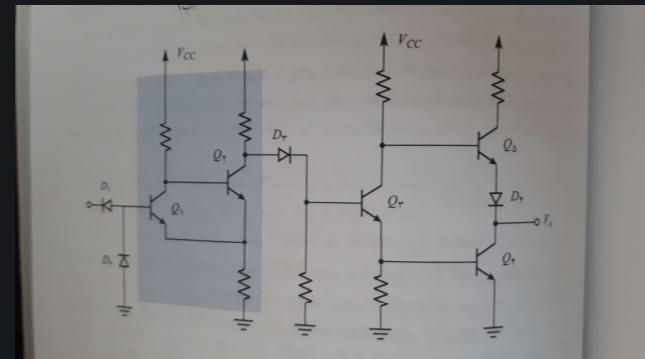
$$-\sqrt{\frac{k_4}{k_6}} (V_i - (V_{DD} + V_{tp})) + V_{tp} - V_i = V_{tp} \rightarrow V_i = \frac{(V_{DD} + V_{tp}) \sqrt{\frac{k_4}{k_6}}}{1 + \sqrt{\frac{k_4}{k_6}}}$$

LTP

دانشگاه صنعتی شهرورد



دکتر علیرضا احمدی فرد- دانشکده مهندسی برق- دانشگاه صنعتی شهرورد- موضوع مدار تریگر اشمیت



I_C 7416 : ۶ بعد دارو ساز اسپیت تریگر



I_C 7413 : دو بعد NAND چهار ورودی