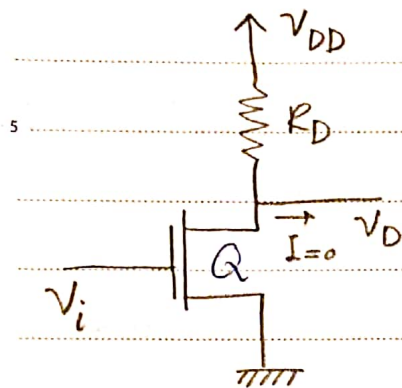


# مباحث مدارهای الکتریکی و الکترونیکی

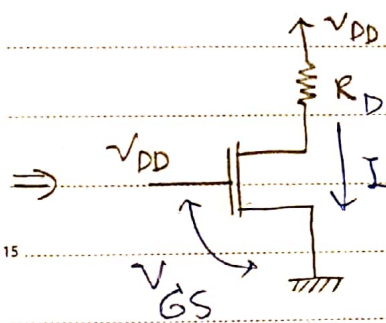
جلسه 22 ام



اگر  $V_i < V_{th}$  : OFF

منطق 0 '0'  $\rightarrow V_i = 0V$

منطق 1 '1'  $\rightarrow V_0 = V_{DD}$   $I = 0$   $\rightarrow Q : OFF$  مدار باز

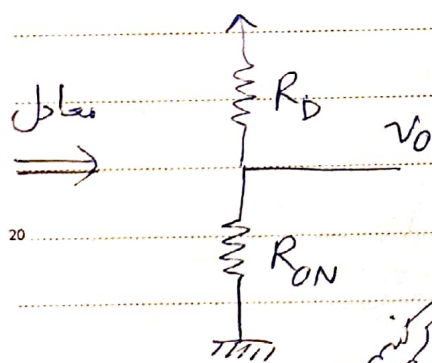


اگر  $V_i = V_{DD} > V_{th}$  : Q : ON

$$R_{ON} = \frac{1}{\mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{TH})}$$

خطی معادل

(تنظیم R به صورتی که در ناحیه خطی باشد)



$$V_0 = \frac{R_{ON}}{R_{ON} + R_D} V_{DD}$$

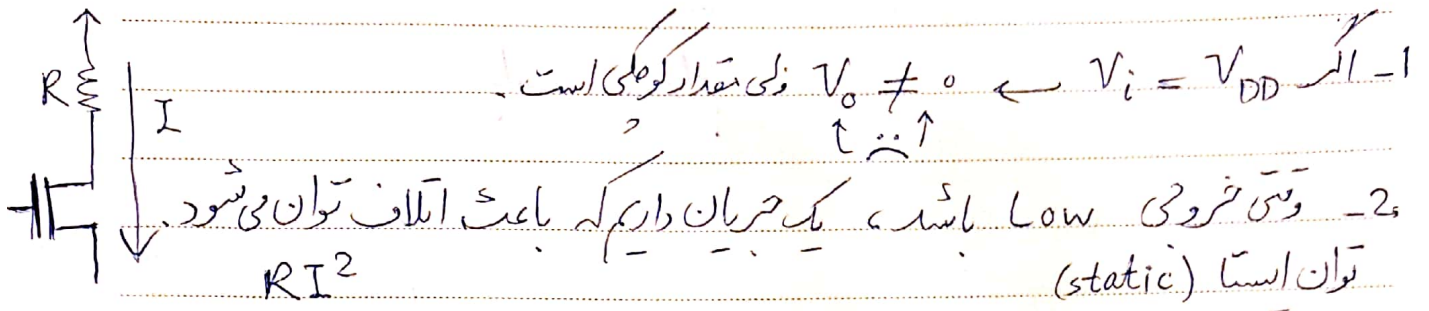
می خواهیم در این شرایط  $V_0 \approx 0$  باید  $\frac{R_{ON}}{R_{ON} + R_D}$  را کم کنیم

بزرگتر کردن W  $\leftarrow$   $\downarrow R_{ON}$  و  $\uparrow R_D$

باعث آلفا توان می شود  $RI^2$  محدودیت در بزرگ کردن  $R_D$

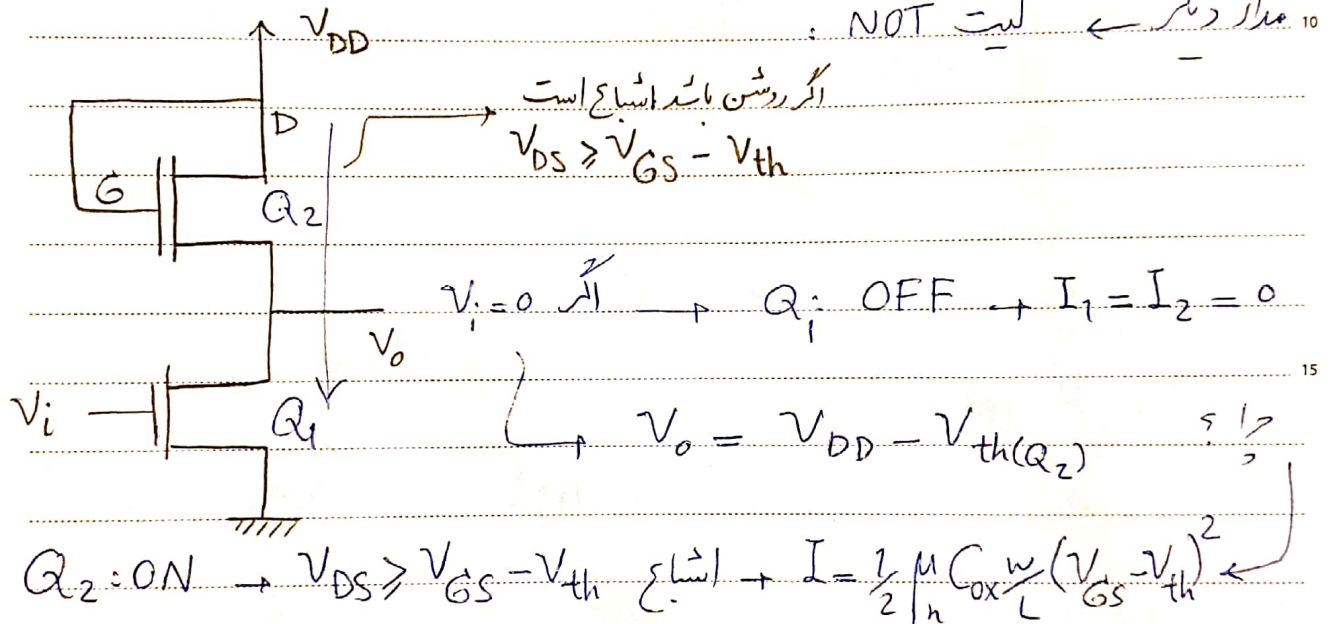
داریم  $\leftarrow$  افزایش W  $\leftarrow$  از ورود استفاده می کنیم  $\leftarrow$  افزایش  $R_D$   $V_0 \approx 0$

مشکل مدار NOT قبلی:  $V_{OH} = V_{DD}$  ✓,  $V_{OL} > 0$  (☹️)



← مدار مناسبی برای گیت NOT نمی باشد.

10 مدار دیگر ← گیت NOT:



→  $I = 0 \rightarrow V_{GS} = V_{th} \rightarrow \frac{V_G}{V_{DD}} - \frac{V_S}{V_o} = V_{th}$

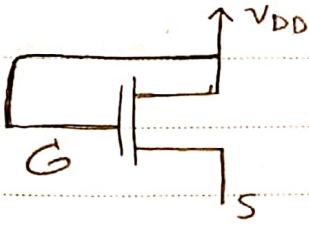
→  $V_o = V_{DD} - V_{th}$  ←  $V_i = 0$

اگر  $V_o > V_{DD} - V_{th}$  باید  $V_o$  توسط  $Q_2$  بالا برده شود که این اتفاق نمی تواند

25 رخ دهد زیرا  $V_o$  بیشتر از  $V_{DD} - V_{th}$  نمی تواند بشود چون در آن صورت  $Q_2$  خاموش

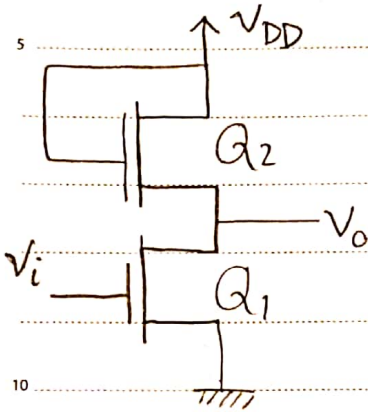
شده است.





$V_s$  از  $V_{DD} - V_{th}$  نمی تواند بیشتر شود چون ترانزیستور

که می خواهد  $V_s$  را بالا ببرد در آن لحظه خاموش است.



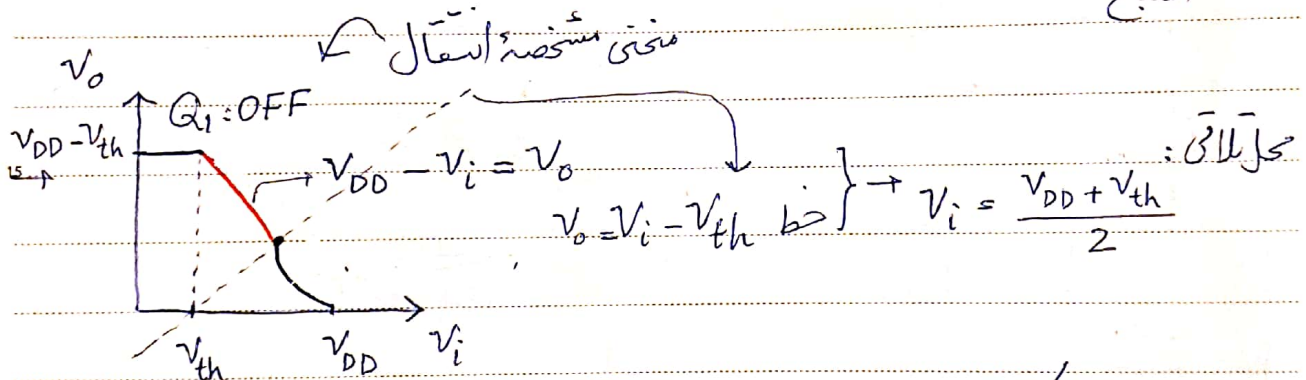
'0' Low

$$V_i = 0 \Rightarrow Q_1: OFF$$

مرز روشن و خاموش  $Q_2: I = 0$

$$\rightarrow V_o = V_{DD} - V_{th} \quad \text{High}$$

$V_i = V_{DD} \Rightarrow Q_1: ON, Q_2: ON, \text{ Sat}$   
اشباع



در  $V_i$  های نزدیک به  $V_{th}$   $\leftarrow \frac{V_{GS}}{V_o} > \frac{V_{GS}}{V_{th}} - V_{th} \leftarrow$  اشباع  $Q_1$

$$I_1 = I_2 \rightarrow \frac{1}{2} \beta_1 (V_{GS2} - V_{th2})^2 = \frac{1}{2} \beta_1 (V_{GS1} - V_{th1})^2$$

$\beta_1 = \beta_2$  فرض

$V_{th1} = V_{th2}$

$$V_{GS2} = V_{GS1} \rightarrow V_{DD} - V_o = V_i$$

$$\rightarrow V_o = V_{DD} - V_i$$

برای  $V_o = V_{DD} - V_i \leftarrow$  اشباع  $Q_1 \leftarrow \frac{V_{DS}}{V_o} > \frac{V_{GS}}{V_{th}} - V_{th}$

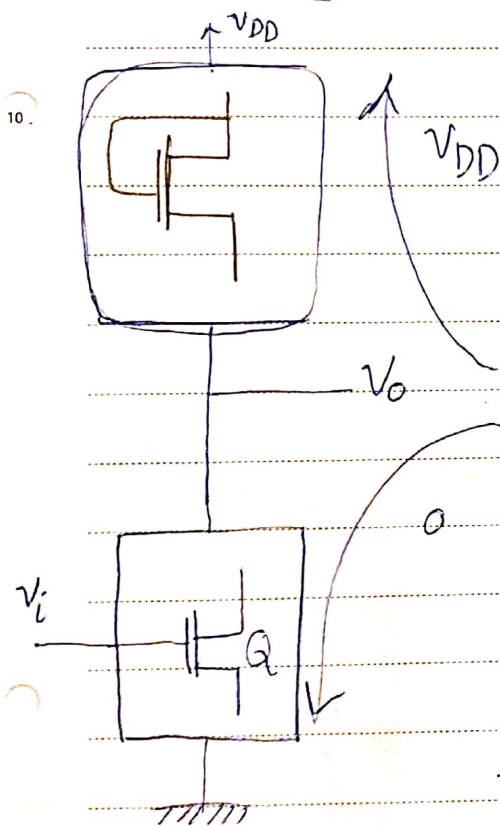
در ناحیه خطی بودن  $Q_1$  (یعنی  $V_o \leq V_i - V_{th}$ )  $V_i \geq \frac{V_{DD} + V_{th}}{2}$

$$I_1 = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{w}{L} \left[ (V_{GS1} - V_{th}) V_{DS1} - \frac{V_{DS1}^2}{2} \right]$$

$$I_2 = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{w}{L} \left[ (V_{GS2} - V_{th})^2 \right]$$

$V_{DD} - V_o$

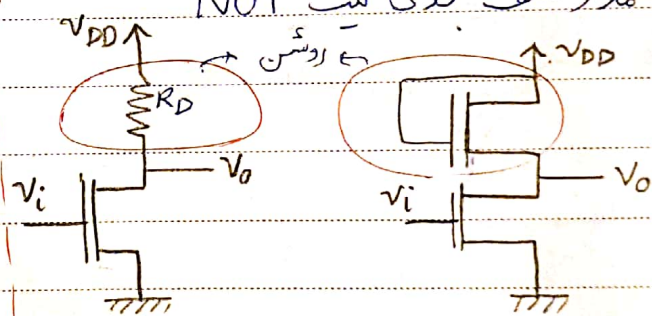
$$I_1 = I_2$$



ترانزیستور بالا، سعی در افزایش  $V_o$  به  $V_{DD}$  دارد.

ترانزیستور پایین، سعی در کاهش  $V_o$  به 0 دارد.

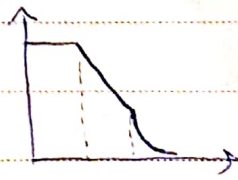
دو مدار مختلف برای گیت NOT



$$V_i = 0 \rightarrow V_{OH} = V_{DD}, \quad V_i = 0 \rightarrow V_o = V_{DD} - V_{th}$$

$$V_i = V_{DD} \rightarrow V_{OL} = \frac{R_{ON}}{R_{ON} + R_D} V_{DD}, \quad V_i = V_{DD} \rightarrow \text{صورت دیگر}$$

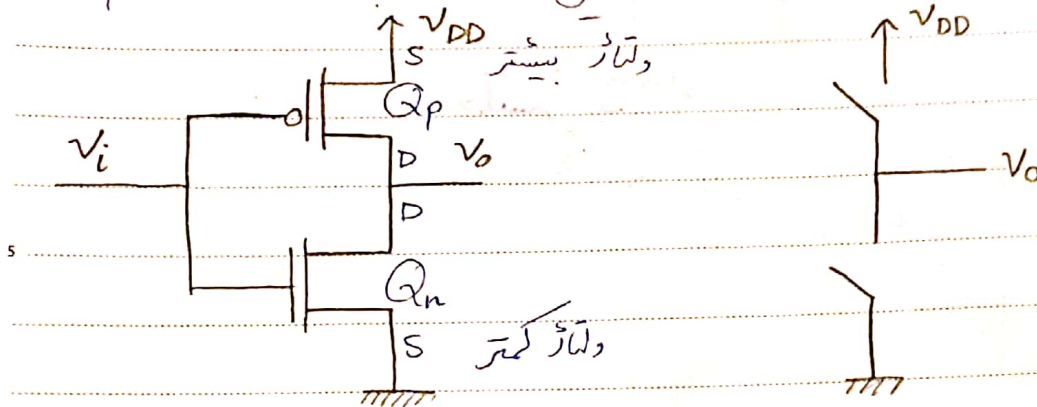
از لحاظ سرعت و توان مصرفی، مدار رله‌ای بهتر است.



هیچ کدام از دو مدار بالا ایده‌آل نیستند.



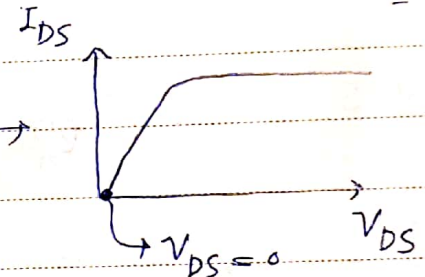
مار دیکر برای NOT Gate شکل شده از یک PMOS, nMOS



$V_i = V_{DD} \rightarrow V_{GS1} > V_{th} \rightarrow Q_n : ON \quad I_n = 0$   
 $V_{GS2} = 0 \rightarrow Q_p : OFF \rightarrow I_p = 0$   
 $V_{G2} = V_i = V_{DD} = V_{S2}$

$Q_n : ON$  یا  $I_n = 0$  ؟

$V_{DSn} = 0 \rightarrow V_o = 0 \checkmark$



$V_i = V_{DD} \Rightarrow Q_n : ON, Q_p : OFF$

$\Rightarrow I_p = 0 \rightarrow I_n = 0 \rightarrow V_{DSn} = 0 \rightarrow V_o = 0$

$V_i = 0 \rightarrow V_{GSn} = 0 \rightarrow Q_n : OFF \rightarrow I_n = 0$   
 $V_{GSp} = -V_{DD} \rightarrow Q_p : ON \rightarrow I_p = 0$

$I_p = 0 \rightarrow V_{DSp} = 0 \rightarrow V_o - V_{DD} = 0 \rightarrow V_o = V_{DD}$

$V_i = 0 \rightarrow V_o = V_{DD}$   
 $V_i = V_{DD} \rightarrow V_o = 0$

NOT گیت