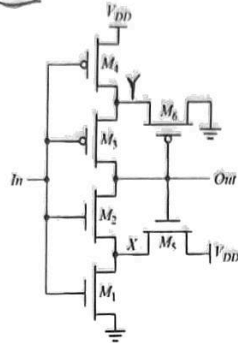


作业5 (第六讲 CMOS 时序电路) 5分

1. 简述下面的斯密特触发器的工作原理。分析推导该斯密特触发器的转换电压 V_{M+} 和 V_{M-} 的公式。



① $V_{in} = 0$ 时, M_3, M_4 导通, M_1, M_2 截止

$V_{out} = V_{DD}$, 进而 M_5 导通, M_6 截止 M_5 导通使 V_x 升高

② 随着 V_{in} 升高, 当 $V_{in} > V_{T_{M1}}$, M_1 导通, 但 M_2 由于 V_x 较高无法导通

V_{in} 继续升高, M_3, M_4 的栅源电压差变小, PMOS 趋于截止, V_{out} 下降, V_x 下降

③ 当 $V_{in} - V_x > V_{T_{M2}}$ 时, M_2 导通, V_{out} 随之下降, M_6 导通, M_3, M_4 截止 $V_{out} = 0$

M_2 导通临界点: $V_{in} - V_x = V_{T_{M2}}$, 此时 $V_{in} = V_{M+}$

$$I_{DS1} = I_{DS5} \quad \text{得}$$

$$V_{M+} = \frac{W_1 V_{TN} + W_5 V_{DD} + \frac{V_{SATN}}{2} (W_1 - W_5)}{W_1 + W_5}$$

④ 同理, V_{in} 下降过程, M_3 导通的临界条件 $V_{in} - V_{T_{M3}} = V_Y$ ($V_{in} - V_{TP} = V_Y$)

此时 $V_{in} = V_{M-}$

$$I_{DS4} = I_{DS6}$$

$$V_{M-} = \frac{W_4 V_{DD} + W_6 V_{TP} + \frac{V_{SATP}}{2} (W_4 - W_6)}{W_4 + W_6}$$