

1. a) Primeiramente teremos uma *NWell mask*, mas como um NMOS não tem *Nwell*, esta não é necessária. De seguida é criada uma *layer* de *thin oxide*, em cima da qual é usada uma máscara para criar os *gates*, com *poly*. O *thin oxide* não utilizado é removido com auxílio a uma máscara, e como recurso á *layer* dos *gates* e usando uma máscara adicional de *photoresist* definimos onde vamos colocar a *N+ Difusion*, definindo assim a *source* e o *drain* de um NMOS

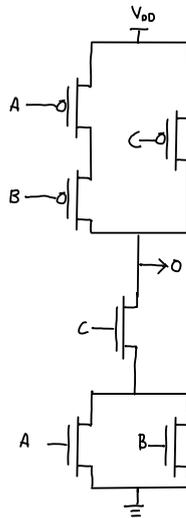
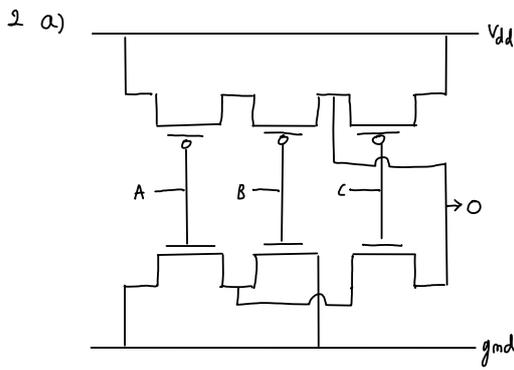
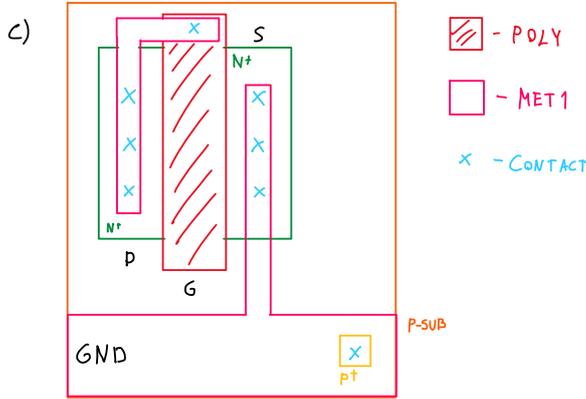
b) Assumindo que temos o NMOS na saturação:

$$V_{DD} = 200 \text{ mV}$$

$$i_D = \frac{1}{2} \mu C_{ox} \frac{W}{L} V_{DD}^2 \Rightarrow \frac{W}{L} = \frac{2 i_D}{\mu C_{ox}} \cdot \frac{1}{V_{DD}^2} = 0.3$$

$$\mu C_{ox} = KPN$$

$$\left. \begin{array}{l} L \geq 1 \mu\text{m} \text{ Para minimizar CLM} \\ W = 0.3 L \\ N_{gates} \geq 2 \text{ Para aplicarmos Common Centroid} \end{array} \right\}$$

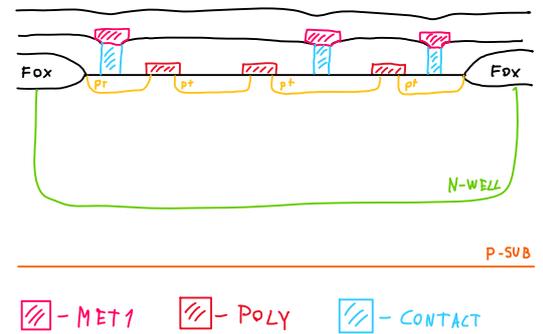


b)

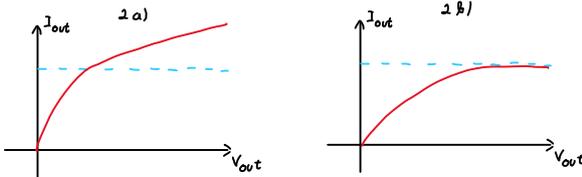
$$O = C(A+B)$$

c) O efeito de corpo é o aumento de V_{Th} com o aumento da tensão da *source* para o *bulk*, e o transistor que sofre efeito de corpo é o NMOS C e PMOS B, visto que a *source* deles estão a uma diferença de potencial diferente do *bulk*

d)

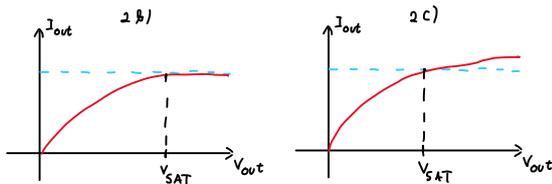


3. a)



Como os transístores M0 e M3 fazem a limitação da tensão em X e Y, garantimos assim que a tensão que está nos transístores M1 e M2, que fazem o espelhamento da corrente, é aproximadamente constante, isso então leva a uma corrente melhor definida, devido à minimização do efeito de modulação do comprimento de canal.

b)



Como estamos a fazer a polarização de M2 e M4 de forma externa, temos a diminuição da tensão necessária para entrar em saturação, passando de $2V_{DD} + V_{Th}$ para $2V_{DD}$, ou seja temos um maior *headroom* na saída do circuito e um menor consumo.

c) Da saturação $i_D = \frac{\mu C_{ox}}{2} \frac{W}{L} V_{OD}^2$

$$i_{M_3} = \frac{\mu C_{ox}}{2} \frac{W}{L}_{M_3} V_{OD}^2 = i_{out}$$

$$i_{M_1} = \frac{\mu C_{ox}}{2} \frac{W}{L}_{M_1} V_{OD}^2 = i_{ref}$$

$$i_{out} = 2 i_{ref} \Rightarrow i_{out} = \frac{\left(\frac{W}{L}\right)_{M_3}}{\left(\frac{W}{L}\right)_{M_1}} i_{ref}$$

$$i_{M_3} = 2 i_{M_1}$$

Logo

$$\left(\frac{W}{L}\right)_{M_3} = 2 \left(\frac{W}{L}\right)_{M_1}$$

Para M_2 e M_4 queremos $i_{M_4} = 2 i_{M_2}$ logo $\left(\frac{W}{L}\right)_{M_4} = \left(\frac{W}{L}\right)_{M_2} = 2 \left(\frac{W}{L}\right)_{M_1} = 2 \left(\frac{W}{L}\right)_{M_3}$

$$\text{Onde } \left(\frac{W}{L}\right)_{M_3} = \frac{2 i_{ref}}{\mu C_{ox}} \cdot \frac{1}{V_{OD}^2} \quad \text{Com } V_{OD} = 0.2 \text{ V}$$

$$\text{Em que cada finger tem } \left(\frac{W}{L}\right)_F = \frac{\left(\frac{W}{L}\right)_{M_1}}{2}$$

Quanto ao numero de gates \rightarrow Podemos fazer $\sim N$ gates:

$$\begin{cases} M_1 = 2 \\ M_3 = 4 \\ M_2 = 2 \\ M_4 = 4 \end{cases}$$

d) Queremos V_b tal que M_3 está saturado, logo $V_{D_{M_3}} \gg V_{OD}$

$$V_{D_{M_3}} = V_b - V_{GS_4} \Leftrightarrow V_{D_{M_3}} = V_b - V_{TH_4} - V_{OD} \Rightarrow V_b \gg V_{TH_4} + 2V_{OD}$$

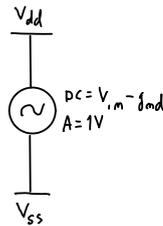
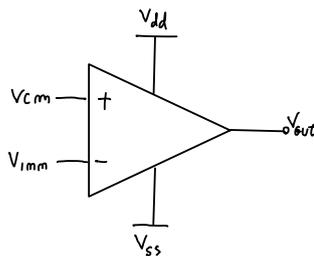
Como M_4 sofre de efeito de corpo $V_{TH_4} > 500 \text{ mV}$ vamos adicionar 200 mV extra.

$$\text{Logo } V_b \approx 500 \text{ mV} + 2 \cdot 200 \text{ mV} + 200 \text{ mV} = 1.1 \text{ V}$$

4. a)

Temos uma segunda instancia do par diferencial de forma a simular o efeito de carga, de um outro possível andar.

b)



Análise AC (Swing na frequência)