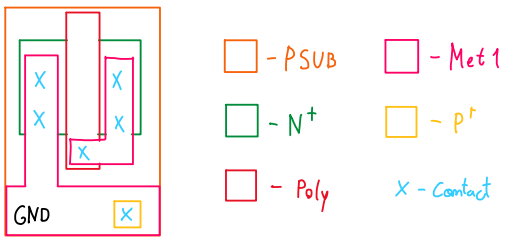


1

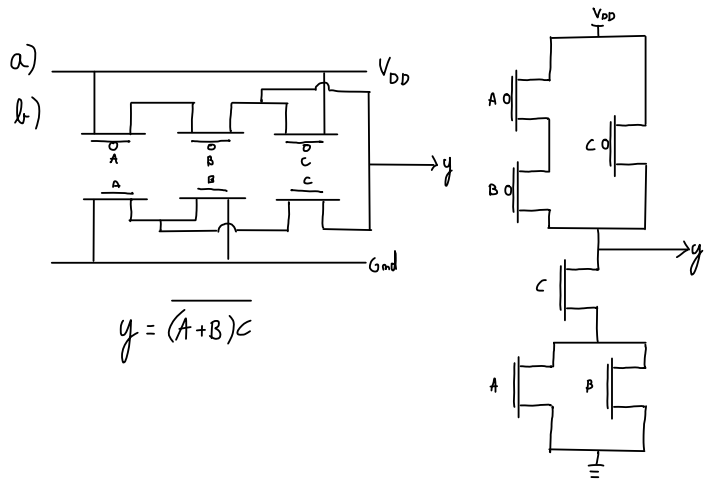
- a) Numa tecnologia "single well" todos os NMOS's são implementados diretamente no substrato, ou seja o *bulk* de todos os NMOS's é comum. E como temos de polarizar inversamente as junções PN em qualquer situação, temos de ligar o substrato (de tipo P) à menor tensão disponível no circuito, garantindo assim que não teremos correntes do diodo do *bulk*. E é por isso que todos os *bulks* estão ligados a *ground*.
- b) Se a *source* estiver ligada o outro nó que não o *ground*, e como tal tenha uma tensão superior de 0V, vamos ter uma tensão V_{sb} (tensão da *source* para o *bulk*). E daí teremos efeito de corpo e consequentemente o aumento da tensão de *threshold*
- c) A modulação de comprimento de canal é introduzida no modelo analítico da corrente de dreno através do parâmetro λ :

$$i_D = \frac{\mu C_{ox}}{2} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{Th})^2 (1 + \lambda V_{DS})$$

d)

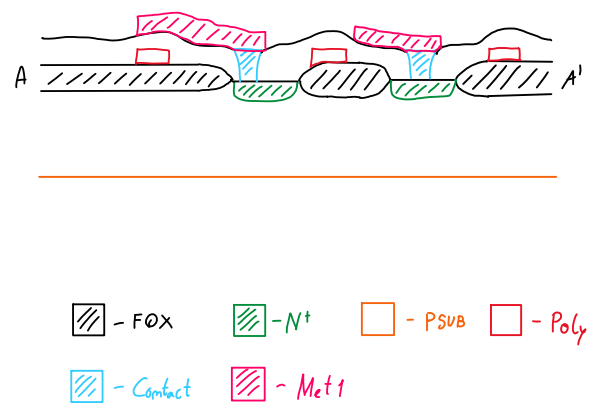


2

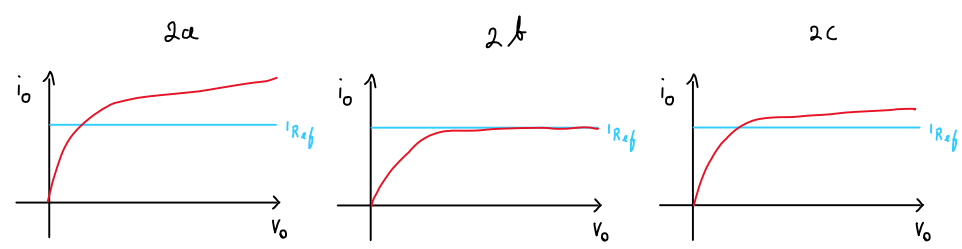


$$y = \overline{(A+B)C}$$

c)



3



- a) Na fonte de corrente cascode, temos M0 e M3 a limitar a tensão nos nós X e Y, como tal, a tensão V_{ds1} e V_{ds2} está fixa, logo teremos muito menos CLM, tendo uma corrente muito mais próxima do ideal. No andar simples, V_{ds2} é V_{out} e como tal temos muito CLM, e teremos um declive considerável na corrente.
- b) A fonte de corrente low-voltage, visto que a polarização do andar limitador é feito de forma externa, tem a vantagem de requerer menos tensão para entrar na saturação (e para ter I_{ref}) do que o andar cascode.

$$V_{min, Cascode} = 2V_{DD} + 2V_{Th} \quad V_{Sat, Cascode} = 2V_{DD} + V_{Th}$$

$$V_{min, LV} = V_{DD} + V_{Th} \quad V_{Sat, LV} = 2V_{DD}$$

$$c) I_{out} = 2I_{ref} \Rightarrow I_{M3} = I_{M4} = 2I_{M1} = 2I_{M2} \Rightarrow \left(\frac{W}{L}\right)_{M3} = \left(\frac{W}{L}\right)_{M4} = 2\left(\frac{W}{L}\right)_{M1} = 2\left(\frac{W}{L}\right)_{M2}$$

Transistores em saturação $\Rightarrow L \geq 1\mu m$ para minimizar CLM, podemos usar $L = 1\mu m$ para minimizar a área

Para aplicar Common centroid

$$\left(\frac{W}{L}\right)_F = \left(\frac{W}{L}\right)_1 \quad \begin{cases} N_{gate1} = N_{gate2} = 2 \\ N_{gate3} = N_{gate4} = 4 \end{cases}$$

$$d) \text{ Queremos } V_B = V_{OS3} = V_{OD}$$

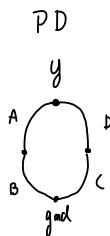
$$\text{Logo } V_b = V_{GS4} + V_{OD} \Leftrightarrow V_b = 2V_{OD} + V_{Th4}$$

$V_{Th4} \rightarrow M_4$ tem efeito de corpo

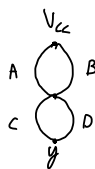
$$\text{Logo } V_b = 2 \cdot 200 + 500 + 209 = 1.1V$$

$$4a) y = \overline{AB + CD}$$

b)



PU

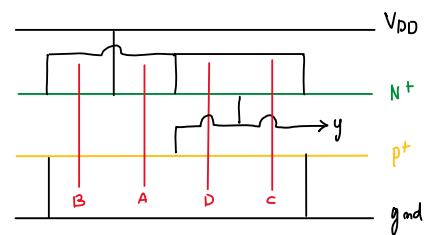


c)

Consistente + Mínima de passagem por y:

BADC e CDAB, ADCB e BCDA

d)



2	✓	A	B	C	D	D	C	B	A	✓	2
1	✓	B	C	D	A	A	D	C	B	✓	1
1	✓	C	D	A	B	B	A	D	C	✓	1
1	✓	D	A	B	C	C	B	A	D	✓	1

1	✓	A	B	C	D	D	C	B	A	✓	1
		A	B	D	C	C	D	B	A		
		A	C	D	B	B	D	C	A		
1	✓	A	D	C	B	B	C	D	A	✓	1
1	✓	B	A	D	C	C	D	A	B	✓	1
		B	A	C	D	D	C	A	B		
2	✓	C	B	A	D	D	A	B	C	✓	2
		C	A	B	D	D	B	A	C		