

12

a) Para que el transistor opere en saturación, debe haber canal y se tiene que cumplir la condición $V_{GS} - V_{DS} \leq V_t$

En saturación, la relación entre I_{DS} y V_{GS} viene dada por

$$I_{DS} = \frac{k}{2} (V_{GS} - V_t)^2$$

Como hay canal $V_{GS} > V_t$ así que despejamos V_{GS}

$$(V_{GS} - V_t)^2 = \frac{I_{DS} 2}{k} \Leftrightarrow V_{GS} = V_t + \sqrt{\frac{2 I_{DS}}{k}} = V_t + \sqrt{\frac{2 I_{DS}}{\frac{W}{L} \cdot \mu_n C_{ox}}}$$

$$V_{GS} = 2,3V + \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2mA}{20 \cdot 550 \frac{cm^2}{Vs} \cdot 2,30 \cdot 10^{-7} \frac{F}{cm^2}}} = 2,7V$$

b) Para que el transistor opere en saturación, se tiene que verificar la condición $V_{GS} > V_t$ (que haya canal) y que $V_{GS} - V_{DS} < V_t$

$$\Rightarrow V_{DS} > V_{GS} - V_t$$

$$\text{Para los datos de a) } V_{DS} > 2,7V - 2,3V = 0,4V$$

$$\Rightarrow V_{DS} > 0,4V \Leftrightarrow \text{el transistor está en saturación con } V_{GS} = 2,7V.$$

c) Si $V_{DS} = 20mV \Rightarrow$ estaremos en la zona lineal si

$$V_{GS} - 20mV > 2,3V \Leftrightarrow V_{GS} > 2,32V$$

$$\begin{aligned} \text{Ahora } I_{DS} &= k (V_{GS} - V_{th}) V_{DS} = 20 \cdot 550 \frac{cm^2}{Vs} \cdot 2,3 \cdot 10^{-7} \frac{F}{cm^2} (V_{GS} - 2,3V) \cdot 20mV = \\ &= V_{GS} \cdot 5,06 \cdot 10^{-5} - 1,1638 \cdot 10^{-4} \quad (\text{Aproximación lineal}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{DS} &= k \left((V_{GS} - V_{th}) V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right) = V_{GS} \cdot 5,06 \cdot 10^{-5} - 1,1638 \cdot 10^{-4} - k \frac{V_{DS}^2}{2} = \\ &= V_{GS} \cdot 5,06 \cdot 10^{-5} - 1,1686 \cdot 10^{-4} \end{aligned}$$