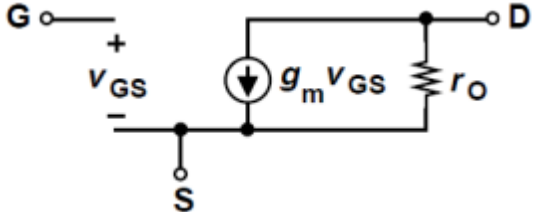


Formulario Examen III
Elementos Activos

Parámetros del proceso	
Transconductancia del proceso $K' = \mu \cdot C_{ox}' \left[\frac{A}{V^2} \right]$	Capacitancia de óxido de compuerta $C_{ox}' = \frac{\epsilon_{ox}}{t_{ox}} \left[\frac{F}{m} \right]$
Parámetro de transconductancia $K = \mu \cdot C_{ox}' \cdot \frac{W}{L} \left[\frac{A}{V^2} \right]$	Capacitancia de óxido de compuerta $C_{ox} = \frac{\epsilon_{ox}}{t_{ox}} \cdot W \cdot L [F]$
Regiones de operación	Efecto de sustrato
Corriente en región lineal $I_{DS} = K' \cdot \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{TH} - \frac{V_{DS}}{2}) \cdot V_{DS}$	Voltaje de umbral con efecto de sustrato $V_{TH} = V_{TH0} + \gamma(\sqrt{2\phi_B - V_{BS}} - \sqrt{2\phi_B})$ Potencial de banda plana $\phi_B = V_t \cdot \ln\left(\frac{N_A}{n_i}\right)$ Coeficiente de efecto de sustrato $\gamma = \frac{\sqrt{2qN_A\epsilon_{si}}}{C_{ox}'}$
Corriente en región de saturación $I_{DS} = \frac{K'}{2} \cdot \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{TH})^2$	
Corriente en región de saturación (con modulación de largo de canal) $I_{DS} = \frac{K'}{2} \cdot \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{TH})^2 (1 + \lambda V_{DS})$	
Corriente en la región de subumbral $I_{DS} = I_{D0} \cdot e^{\frac{(V_{GS}-V_{TH}) \ln(10)}{S}}$ $I_{DS0} = I_D (V_{GS} = V_{TH}) \cdot \frac{W}{L} \approx 0.1 \mu A \cdot \frac{W}{L}$	Consumo de potencia
Pendiente de subumbral $S = \left[\frac{d(\log I_{DS})}{dV_{GS}} \right]^{-1} = \ln(10) \cdot V_t \cdot m$	Consumo de potencia dinámica capacitiva de una compuerta lógica $P = C_{Load} \cdot f \cdot V_{DD}^2$
Constantes	Consumo de potencia dinámica capacitiva de un sistema digital $P_L = A \cdot f \cdot C_L \cdot V_{DD}^2$
Permitividad del vacío: $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} F/m$	Potencia de corto circuito $P_{SC} = I_{SC} \cdot V_{DD} = \frac{2}{3} \cdot K \cdot \frac{t_r}{T} \left(\frac{V_{DD}}{2} - V_{TH} \right)^3$
Permitividad del dióxido de silicio: $\epsilon_{SiO_2} = 3.9\epsilon_0$	Punto de disparo $V_{in} = \frac{V_{THN} + \sqrt{\frac{K_P}{K_N}} (V_{DD} - V_{THP})}{1 + \sqrt{\frac{K_P}{K_N}}}$
Permitividad del silicio: $\epsilon_{Si} = 11.7\epsilon_0$	
Concentración intrínseca de portadores de carga en el silicio: $n_i = 10^{10} \text{ cm}^{-3} \text{ a } 300 \text{ K}$	
Movilidad de los electrones en el silicio: $\mu_n = 1350 \text{ cm}^2/Vs$	
Movilidad de los huecos en el silicio: $\mu_p = 480 \text{ cm}^2/Vs$	

Formulario Examen III
Elementos Activos

<p align="center">Modelo de Pequeña Señal</p> 	
<p>Transconductancia</p> $g_m = K(V_{GS} - V_{TH})$ $g_m = \sqrt{2KI_D}$ $g_m = \frac{2I_D}{V_{GS} - V_{TH}}$	<p>Resistencia de salida</p> $r_o = \frac{1}{\lambda \cdot I_D}$
<p>Resistencia del canal en zona lineal</p> $R_{ch} = \frac{1}{K(V_{GS} - V_{TH} - V_{DS})} \approx \frac{1}{K(V_{GS} - V_{TH})}$ <p>Ganancia de corriente y Frecuencia de tránsito</p> $A_i \triangleq \frac{\ i_d\ }{\ i_g\ } = \frac{g_m}{2\pi f(C_{GS} + C_{GB})}$ $f_T = \frac{g_m}{2\pi(C_{GS} + C_{GB})}$	

Región	NMOS	PMOS
Corte (Sub-umbral)	$V_{GS} < V_{TH} \quad S = m \cdot V_T \cdot \ln 10$ $I_D = I_{D0} e^{\frac{V_{GS}-V_{TH}}{m \cdot V_T}}$ $I_D = I_{D0} e^{\frac{(V_{GS}-V_{TH}) \ln 10}{S}}$	$V_{SG} < V_{TH} \quad S = m \cdot V_T \cdot \ln 10$ $I_D = I_{D0} e^{\frac{V_{SG}- V_{TH} }{m \cdot V_T}}$ $I_D = I_{D0} e^{\frac{(V_{SG}- V_{TH}) \ln 10}{S}}$
Región Lineal (triodo)	$V_{GS} \geq V_{TH}, \quad V_{DS} < V_{GS} - V_{TH}$ $I_D = K \left(V_{GS} - V_{TH} - \frac{V_{DS}}{2} \right) V_{DS}$	$V_{SG} \geq V_{TH} , \quad V_{SD} < V_{SG} - V_{TH} $ $I_D = K \left(V_{SG} - V_{TH} - \frac{V_{SD}}{2} \right) V_{SD}$
Saturación (sin modulación de canal) $\lambda = 0$	$V_{GS} \geq V_{TH}, \quad V_{DS} \geq V_{GS} - V_{TH}$ $I_D = \frac{K}{2} (V_{GS} - V_{TH})^2$	$V_{SG} \geq V_{TH} , \quad V_{SD} \geq V_{SG} - V_{TH} $ $I_D = \frac{K}{2} (V_{SG} - V_{TH})^2$
Saturación (con modulación de canal) $\lambda = 1/V_A$	$V_{GS} \geq V_{TH}, \quad V_{DS} \geq V_{GS} - V_{TH}$ $I_D = \frac{K}{2} (V_{GS} - V_{TH})^2 (1 + \lambda V_{DS})$	$V_{SG} \geq V_{TH} , \quad V_{SD} \geq V_{SG} - V_{TH} $ $I_D = \frac{K}{2} (V_{SG} - V_{TH})^2 (1 + \lambda V_{SD})$

Region de Operación	C_{GB}	C_{GD}	C_{GS}
Corte	$C_{OX}' W L$	C_{OV}	C_{OV}
Lineal	C_{OVB}	$1/2 C_{OX}' W L$	$1/2 C_{OX}' W L$
Saturación	C_{OVB}	C_{OV}	$2/3 C_{OX}' W L$