



Guía de Ejercicios N^o 7: Transistor JFET

Constante	Valor
q	$1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
m_0	$9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
k	$1,381 \times 10^{-23} \text{ J/K} = 8,617 \times 10^{-5} \text{ eV K}$
h	$6,626 \times 10^{-34} \text{ J s} = 4,136 \times 10^{-15} \text{ eV s}$
ϵ_0	$8,85 \times 10^{-12} \text{ F/m} = 88,5 \text{ fF/cm}$
$\epsilon_r(\text{Si})$	11,7
$\epsilon_r(\text{SiO}_2)$	3,9

Parte I: Parámetros y regímenes de operación

- Se tiene un JFET de **canal N** con: $V_P = -3 \text{ V}$, $I_{DSS} = 10 \text{ mA}$.
 - Graficar la curva I_D vs. V_{GS} en saturación. Suponer que $\lambda = 0 \text{ V}^{-1}$.
 - Para $V_{GS} = 0 \text{ V}$, -1 V , -2 V y -3 V , graficar cualitativamente curvas I_D vs. V_{DS} para $0 \text{ V} < V_{DS} < 10 \text{ V}$. Suponer que $\lambda = 0,03 \text{ V}^{-1}$. Indicar el límite entre saturación y triodo.
 - ¿Qué significado físico tiene el valor V_P ? ¿Qué significa físicamente que se forme *pinch-off*? ¿Por qué ocurre para $V_{GS} - V_{DS} = V_P$?
- Se tiene un JFET de **canal P** con: $V_P = 2 \text{ V}$, $I_{DSS} = 5 \text{ mA}$.
 - Graficar la curva I_D vs. V_{GS} en saturación. Suponer que $\lambda = 0 \text{ V}^{-1}$.
 - $V_{GS} = 0 \text{ V}$, $0,5 \text{ V}$, 1 V y 2 V , graficar cualitativamente curvas I_D vs. V_{DS} para $-10 \text{ V} < V_{DS} < 0 \text{ V}$. Suponer que $\lambda = 0,03 \text{ V}^{-1}$. Indicar el límite entre saturación y triodo.

Parte II: Polarización

- Se tiene un JFET **canal N** de parámetros $V_P = -2 \text{ V}$, $I_{DSS} = 4 \text{ mA}$ y $\lambda = 0 \text{ V}^{-1}$ conectado como en la Fig. 1. Las resistencias del circuito valen $R_{G1} = 4 \text{ k}\Omega$, $R_{G2} = 1 \text{ k}\Omega$ y $R_D = 1 \text{ k}\Omega$, tensión de alimentación es $V_{DD} = 5 \text{ V}$ y la fuente de tensión en el source es $V_S = 2 \text{ V}$.
 - Calcular el punto de polarización.
 - Hallar el valor de R_{G2} para el cual $I_D = 0,5 \text{ mA}$.
 - Recalcular el ítem (a) si ahora $\lambda = 0,1 \text{ V}^{-1}$.
 - ¿Por qué es necesario que exista V_S ? ¿Sería posible polarizar el dispositivo en saturación si esta fuente no estuviera presente?

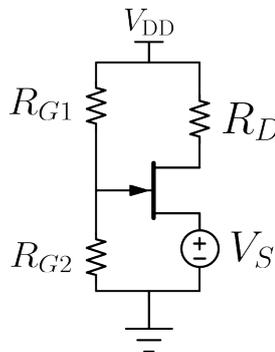


Figura 1



4. Se tiene un JFET **canal P** de parámetros $V_P = 1\text{ V}$, $I_{DSS} = 2\text{ mA}$ y $\lambda = 0\text{ V}^{-1}$ conectado como en la Fig. 2. Las resistencias del circuito valen $R_{G1} = 1\text{ k}\Omega$, $R_{G2} = 9\text{ k}\Omega$ y $R_D = 4\text{ k}\Omega$, tensión de alimentación es $V_{DD} = 5\text{ V}$ y la fuente de tensión en el source es $V_S = 1\text{ V}$.

- Calcular el punto de polarización.
- Hallar el valor de R_{G2} para el cual $I_D = -0,75\text{ mA}$.
- Recalcular el ítem (a) si ahora $\lambda = 0,1\text{ V}^{-1}$.

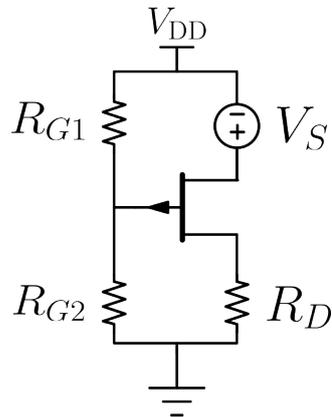


Figura 2

5. Determinar el valor de V_{DS} para el circuito de la Figura 3. Datos: $I_{DSS} = 10\text{ mA}$, $|V_P| = 1\text{ V}$, $V_{DD} = 3\text{ V}$, $R = 100\ \Omega$.

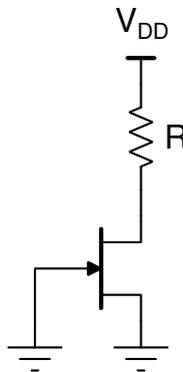


Figura 3

6. Se tiene un JFET de canal P conectado según la Figura 4. Sabiendo que $|V_P| = 1\text{ V}$, $V_{DD} = 4\text{ V}$, $|I_{DSS}| = 4\text{ mA}$, $R = 1,5\text{ k}\Omega$, calcule el valor de la tensión de gate V_G sabiendo que $|I_D| = 1\text{ mA}$.

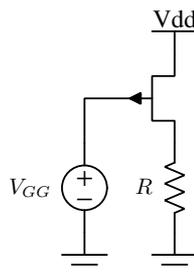


Figura 4



7. El JFET de la Figura 5 tiene $V_P = -3\text{ V}$, $I_{DSS} = 9\text{ mA}$ y $\lambda = 0$.

- Hallar el valor de todos los resistores tales que el gate esté a una tensión de 5 V, la corriente de drain sea de 4 mA y el drain esté a 11 V.
- ¿Cuáles son el máximo y el mínimo valor posibles para R_D tal que mantengan al transistor con corriente de drain constante?

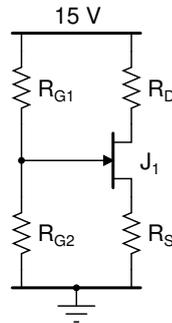


Figura 5

8. Se conecta en el circuito de la Figura 6 un transistor J_1 código 2N5485, que tiene parámetros que coinciden con los máximos (ver Figura 7).

- Hallar el valor de la corriente de Drain si $R_S = 500\ \Omega$.
- Hallar el valor de R_S si se quiere que $I_D = 5\text{ mA}$.
- Hallar las máximas y mínimas R_L que mantienen al JFET polarizado y en saturación.
- Con $R_S = 500\ \Omega$ hallar los posibles valores de la corriente de drain si se cambia a J_1 por algún otro transistor con el mismo código pero con parámetros mínimos de V_P y de I_{DSS} .

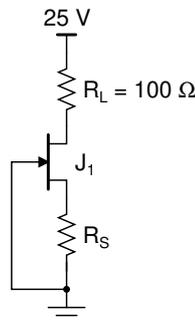


Figura 6

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
OFF Characteristics						
Gate-Source Breakdown Voltage	$V_{(BR)GSS}$	$I_G = -1\ \mu\text{A}$, $V_{DS} = 0$	-25	-	-	V
Gate Reverse Current	I_{GSS}	$V_{GS} = -20\text{V}$, $V_{DS} = 0$	-	-	-1.0	nA
		$V_{GS} = -20\text{V}$, $V_{DS} = 0$, $T_A = +100^\circ\text{C}$	-	-	-0.2	nA
Gate-Source Cutoff Voltage	$V_{GS(off)}$	$I_D = 10\text{nA}$, $V_{DS} = 15\text{V}$	-0.5	-	-4.0	V
ON Characteristics						
Zero-Gate-Voltage Drain Current	I_{DSS}	$V_{DS} = 15\text{V}$, $V_{GS} = 0$	4	-	20	mA

Figura 7: Extracto de la hoja de datos del dispositivo 2N5485.



Parte III: Pequeña señal

9. Calcular los elementos del modelo de pequeña señal de bajas frecuencias (g_m , r_o) para los siguientes casos. Dibuje tanto el modelo como el circuito de pequeña señal.
 - a) El transistor del ejercicio 3, polarizado como en el ítem (c).
 - b) El transistor del ejercicio 4, polarizado como en el ítem (c).
10. ¿Cómo se modelan los efectos capacitivos en el transistor JFET? Dibuje el circuito equivalente de pequeña señal de altas frecuencias completo (las capacidades C_{gd} , C_{gs} , C_{gss} , y también g_m , r_o).
11. Se tiene un transistor JFET canal N con $I_{DSS} = 1,95 \text{ mA}$, $V_P = -1,4 \text{ V}$ y $\lambda = 0$ polarizado con una corriente $I_{DQ} = 1 \text{ mA}$. Considerando el criterio del 10% de error, ¿cuál es el máximo valor de v_{gs} admisible tal que el modelo de pequeña señal sea válido?

Parte IV: Integradores

12. Un JFET de canal N está conectado como se muestra en la Figura 8. Considerar una fuente de alimentación de 5 V. Los parámetros del transistor son: $I_{DSS} = 10 \text{ mA}$, $V_P = -2 \text{ V}$ y λ despreciable. Los parámetros de diodo Zener son: $V_Z = 2,7 \text{ V}$, $I_{\min} = 1 \text{ mA}$ y $I_{\max} = 20 \text{ mA}$. Calcular los valores extremos que puede tener la tensión en el gate V_G ($V_{G_{\min}}$ y $V_{G_{\max}}$) para que el diodo funcione en la región de zener.

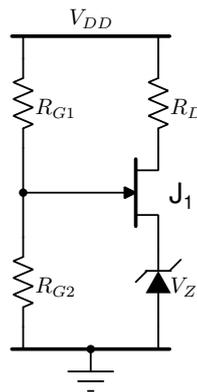


Figura 8

13. Explicar por qué no se podría reemplazar en un circuito un transistor MOSFET por otro transistor JFET con parámetros de transconductancia iguales.