

Ejercicios Resueltos de Dispositivos Electrónicos I  
Examen Final de Septiembre de 2000 - Ejercicio 4 - Apartado (a)<sup>1</sup>

**Enunciado**

Calcular el punto de trabajo del circuito de la Figura 1(a), justificando los resultados.  $R_{G1}=330K\Omega$ ,  $R_{G2}=220K\Omega$ ,  $R_S=8,2K\Omega$ . Para el transistor  $M_1$  :  $|V_p| = 5V$ ,  $I_{Dss} = 23mA$ . (Considerar su curva característica ideal).

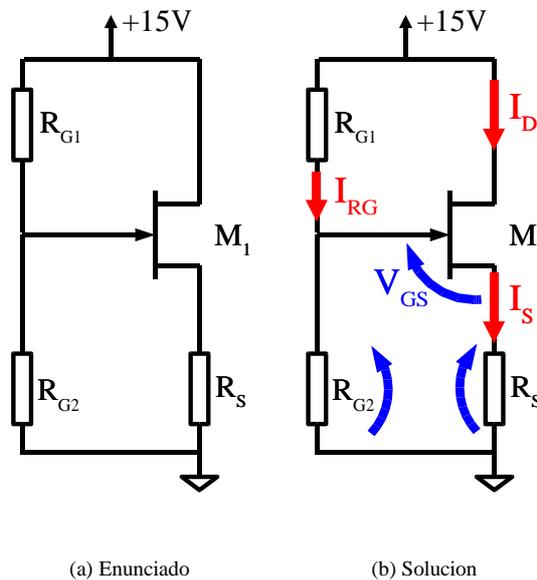


Figura 1: Circuitos

**Solución:**

Para resolver el problema es necesario establecer el estado del transistor, realizar las operaciones en consecuencia y comprobar que los resultados numéricos sean coherentes con la suposición. Debido a la configuración del circuito es posible que el transistor este en saturación. Dando esta suposición por válida y teniendo en cuenta los sentidos de la tensiones y corrientes de la Figura 1(b) podemos calcular la tensión que cae en el resistor  $R_{G2}$ , teniendo en cuenta que la corriente que entra por la puerta del transistor es despreciable

$$V_{RG2} = \frac{R_{G2}}{R_{G1} + R_{G2}} V_{DD} = \frac{220K\Omega}{220K\Omega + 330K\Omega} 15V = 6V \quad (1)$$

Sabemos que para el transistor  $M_1$ , que es un FET de canal N, la corriente de drenador ( $I_D$ ) cumple

$$I_D = I_{Dss} \left( 1 - \frac{|V_{GS}|}{|V_p|} \right)^2 \quad (2)$$

y de la malla inferior del circuito

<sup>1</sup>Resuelto por el Prof. Andrés A. Nogueiras Meléndez en el 2000, revisado y corregido 2001, aagusto@dt.e.uvigo.es

$$I_D = \frac{V_{RG2} - V_{GS}}{R_S} \quad (3)$$

Esta última ecuación requiere especial atención y análisis para reemplazar el valor de la tensión puerta surtidor por su módulo. Al ser  $M_1$  un transistor tipo N, la tensión entre puerta y fuente aplicada debe ser cero o negativa. Por lo tanto es posible escribir la ecuación 3 como:

$$I_D = \frac{V_{RG2} + |V_{GS}|}{R_S} \quad (4)$$

igualando las ecuaciones 2 y 4 y operando para despejar el valor de  $|V_{GS}|$

$$0 = \left( I_{Dss} - \frac{V_{RG2}}{R_S} \right) - \left( \frac{2 \cdot I_{Dss}}{|V_p|} + \frac{1}{R_S} \right) |V_{GS}| + \frac{I_{Dss}}{|V_p|^2} |V_{GS}|^2 \quad (5)$$

$$= \left( 23mA - \frac{6V}{8,2k\Omega} \right) - \left( \frac{2 \cdot 23mA}{|-5V|} + \frac{1}{8,2k\Omega} \right) |V_{GS}| + \frac{23mA}{|-5V|^2} |V_{GS}|^2 \quad (6)$$

$$= 22,26829 \cdot 10^{-3} - 9,32195 \cdot 10^{-3} |V_{GS}| + 920 \cdot 10^{-6} |V_{GS}|^2 \quad (7)$$

resolviendo la ecuación de segundo grado, obtenemos dos posibles valores:  $|V_{GS}|_1 = 6,27561V$ , que no vale como solución, pues al ser mayor que  $|V_p| = 5V$ , estaría el transistor en corte y  $|V_{GS}|_2 = 3,85694V$ , que es correcto con las suposiciones que hemos hecho. El valor real de la tensión entre puerta y surtidor, de acuerdo con el sentido establecido en la Figura 1(b) es negativo, por lo tanto  $V_{GS} = -3,85694V$ . Luego el valor de la corriente de drenador  $1.202065853658537e-03$  de la ecuación 3 es

$$I_D = \frac{6V + 3,85694V}{8,2K\Omega} = 1,20207mA \quad (8)$$

y la tensión entre drenador y surtidor es

$$V_{DS} = V_{DD} - R_S I_D = 15V - 8,2K\Omega \cdot 1,20207mA = 5,14303V \quad (9)$$

Falta por comprobar que los valores calculados son coherentes con la suposición del transistor en zona de saturación

$$|V_{DS}| \geq ||V_p| - |V_{gs}|| \quad (10)$$

$$|5,14303| \geq ||5| - |-3,85694|| \quad (11)$$

y por lo tanto la suposición es correcta.

Por lo tanto el punto de trabajo del transistor es:

$$V_{DS} = 5,143V \text{ y } I_D = 1,202mA$$

## Comprobaciones

Si se escoge que el transistor está bien en zona ohmica o en corte se llegan a resultados incoherentes. Comencemos por el transistor en zona ohmica. Su resistor equivalente entre drenador y surtidor es

$$r_{DS} = \frac{|V_p|}{|I_{Dss}|} = \frac{5V}{23mA} = 217,3913\Omega$$

la corriente que atraviesa el transistor y el resistor de surtidor es

$$I_D = \frac{V_{DD}}{r_{DS} + R_S} = \frac{15V}{217,3913\Omega + 8,2K\Omega} = 1,78202mA$$

como la corriente por la puerta del transistor sigue siendo despreciable, el valor de la caída de tensión en el resistor  $R_{G2}$  es  $V_{RG2} = 6V$ , consecuentemente la caída de tensión entre puerta y surtidor es

$$V_{GS} = V_{RG2} - I_D R_S = 6V - 1,78202mA \cdot 8,2K\Omega = -8,61260V$$

este valor implicaría que el transistor está en corte y no en zona ohmica. Por lo tanto la suposición es incorrecta.

Si suponemos que el transistor está en zona de corte, no circula corriente por el transistor ni por la resistencia  $R_S$ , y la tensión  $V_{GS} = +6V$ , que al ser positiva está fuera de las condiciones de funcionamiento del JFET.