

### Ejercicios Resueltos de Dispositivos Electrónicos I Examen de Diciembre de 2000 - Ejercicio 4<sup>1</sup>

#### Enunciado

Determinar  $V_{DS}$  en el circuito de la figura. Datos:  $R_{G1} = 220k\Omega$ ,  $R_{G2} = 120k\Omega$ ,  $R_S = 22k\Omega$ ,  $V_{DC} = 15V$ , y el transistor  $T_1$  tiene las siguientes características:  $|I_{DSS}| = 27mA$ ,  $|V_P| = 6V$ .

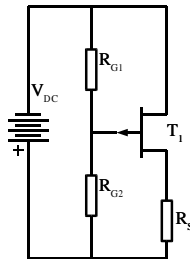


Figura 1: Circuito del enunciado

#### Solución

Para evitar confusiones se procederá, primeramente, a indicar los sentidos de todas las tensiones y corrientes en el circuito como se ve en la figura 2. Una vez establecidos los sentidos de las mismas, los valores que obtendremos serán todos negativos.

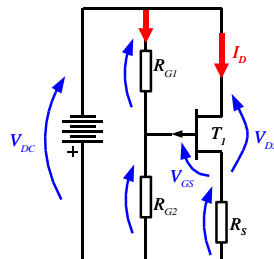


Figura 2: Circuito con sentido de tensiones y corrientes

Como por el terminal de puerta de transistor P-JFET la corriente que circula es despreciable (del orden de nA), las resistencias  $R_{G1}$  y  $R_{G2}$  forman un divisor resistivo. La caída de tensión en la resistencia  $R_{G2}$  es:

$$V_{R_{G2}} = V_{DC} \frac{R_{G2}}{R_{G1} + R_{G2}} = -15 \frac{120k\Omega}{120k\Omega + 220k\Omega} = -5,29412V$$

A continuación se supone que el P-JFET está en saturación, se calculan las variables del circuito y se valida o no esta suposición.

La corriente de drenador es:

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{|V_{GS}|}{|V_P|}\right)^2 = -27mA \left(1 - \frac{|V_{GS}|}{6V}\right)^2 \quad (1)$$

<sup>1</sup>Resuelto por el Prof. Andrés A. Nogueiras Meléndez, aagusto@dte.uvigo.es, 2001

De la malla formada por  $R_{G2}$ ,  $R_S$  y el transistor:

$$V_{GS} = V_{R_{G2}} - V_{R_S} = V_{R_{G2}} - I_D R_S = -5,29412V - I_D 22k\Omega \quad (2)$$

Uniendo las ecuaciones 1 y 2 :

$$\frac{V_{GS} + 5,29412V}{22k} = -27mA \left(1 - \frac{|V_{GS}|}{6V}\right)^2$$

En este tipo de circuitos, al ser la tensión entre puerta y fuente positiva, es posible operar y despejar para obtener :

$$588,70588 - 199V_{GS} + 16,5V_{GS}^2 = 0 \quad (3)$$

Resolviendo la ecuación de segundo grado 3, se obtienen dos posibles soluciones :  $V_{GS1} = 6,85820V$  y  $V_{GS2} = 5,20241V$ . La primera solución lleva el transistor al estado de corte, ya que es mayor que  $V_P$ , por lo que la solución primera es la única coherente con la suposición de que el transistor está en zona de saturación.

Luego, aplicando  $V_{GS2}$  en la ecuación 1 y operando:

$$I_D = -27mA \left(1 - \frac{5,20241V}{6V}\right)^2 = -477,11236\mu A$$

Cerrando la malla con  $V_{DC}$ ,  $T_1$  y  $R_S$  se obtiene:

$$V_{DS} = V_{DC} - I_D R_S = -15 + 477,11236\mu A 22k\Omega = -4,50353V$$

Finalmente, si el transistor está en saturación debe cumplirse:

$$\begin{aligned} |V_{DS}| &> ||V_{GS}| - |V_P|| \\ |-4,50353V| &> ||5,20| - |6|| \end{aligned}$$

por lo tanto la suposición del transistor en saturación es válida y los resultados numéricos también.

## Comprobaciones

Si la suposición del estado del transistor es de corte, implicaría que las corrientes por  $T_1$  son todas cero. Esto es imposible, ya que la tensión en  $R_S$  también sería cero voltios y aparecería una tensión entre puerta y surtidor de signo contrario a la de  $V_{R_{G2}}$ , lo que supone violar la condición  $|V_{DS}| > ||V_{GS}| - |V_P||$ .

Se podría suponer también que el transistor está en zona ohmica. Esto implica que su resistencia equivalente es de :

$$R_{eq-T1} = \frac{|V_P|}{|I_{DSS}|} = \frac{6V}{27mA} = 222,22222\Omega$$

Y la corriente sería

$$I_D = \frac{V_{DC}}{R_S + R_{eq-T1}} = \frac{-15V}{22k\Omega + 222,22222\Omega} = -675\mu A$$

que implica una caída de tensión en  $R_S$  de :

$$V_{R_S} = R_S I_D = 22k\Omega - 675\mu A = -14,85V$$

que a su vez, implica un tensión entre puerta y fuente de :

$$V_{GS} = V_{R_{G2}} - V_{R_S} = -5,29412V + 14,85V = 9,55588V$$

que indica que el transistor tiene que estar en zona de corte, y no en zona ohmica, luego la suposición es incoherente.