

Série N°5 Transistor à Effet Champ (TEC)

Exercice 1 :

- 1) Un T.E.C à jonction est tel que $I_{DSS}=12\text{mA}$ et $g_{m0}=12000\mu\text{S}$. Calculer V_{GSoff}
- 2) Un T.E.C à jonction est tel que $g_{m0}=6000\mu\text{S}$, $V_{GSoff}=-4\text{V}$. calculer g_m à -1V et à -3V .
- 3) Lorsque V_{GS} varie de -3.1V à -3V , le courant de drain d'un transistor à effet de champ varie de 2 à 2,3 mA. Déterminer la transconductance dans cette région.

Exercice 2 :

On considère le circuit électrique décrit par la Fig.1.

1. Déterminer l'expression de la résistance R_S en fonction de la tension V_{GS} .
2. Ce transistor a une tension de grille de repos $V_{GS0}=V_{GSoff}/4$. Quelle erreur fait-on en admettant que l'on a dans ce cas $I_D \approx I_{DSS}/2$? Dédurre l'expression de la résistance R_S ?
3. On donne : $V_{GSoff}=-4\text{V}$; $I_{DSS}=10\text{mA}$.

Déterminer, en plus de R_S , la valeur de R_D pour que la différence de potentiel à ses bornes soit de 10V.

Que vaut alors V_{DS} si $V_{DD}=21\text{V}$

Exercice 3 :

La polarisation automatique d'un transistor à effet de champ à jonction (Fig. 2), doit assurer $V_{DS}=25\text{V}$ et $I_D=1,5\text{mA}$ avec une tension d'alimentation $V_{DD}=50\text{V}$ et $V_{GS}=-1\text{V}$.

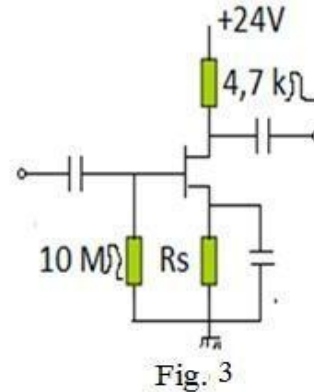
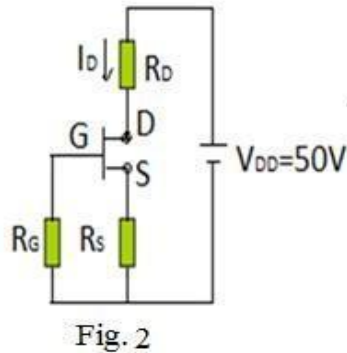
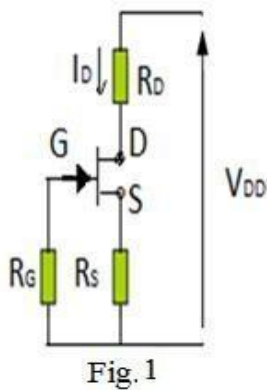
Déterminer les résistances R_D et R_S .

Exercice 4 :

Dans le circuit (Fig. 3), le T.E.C est tel que $g_{m0}=8000\mu\text{S}$. Déterminer la valeur approchée de R_S donnant une polarisation à $V_{GS} = \frac{V_{GSoff}}{4}$

Soit $I_{DS}=8\text{mA}$, déterminer V_{GS} pour la valeur de R_S trouvée ci-dessus et calculer la valeur correspondant de V_{DS} .

Solution de la Série N°5
Transistor à effet champ (TEC)



Solu Ex 1:

1. Un T.E.C à jonction est tel que $I_{DSS}=12\text{mA}$ et $g_{m0}=12000\mu\text{S}$. Calculer V_{GSoff}

$$V_{GSoff} = \frac{-2I_{DSS}}{g_{m0}} = \frac{-2 \cdot 12 \cdot 10^{-3}}{12 \cdot 10^{-3}} = -2\text{V}$$

2. Un T.E.C à jonction est tel que $g_{m0}=6000 \mu\text{S}$, $V_{GSoff}=-4\text{V}$. calculer g_m à -1V et à -3V . Quelle est la valeur de I_{DSS} ?

$$g_m = g_{m0} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GSoff}} \right)$$

$$V_{GS} = -1 ; \quad g_{m0} = 6 \cdot 10^{-3} \left(1 - \frac{(-1)}{(-4)} \right) = 4500\mu\text{S}$$

$$V_{GS} = -3 ; \quad g_{m0} = 6 \cdot 10^{-3} \left(1 - \frac{(-3)}{(-4)} \right) = 1500\mu\text{S}$$

3. Lorsque V_{GS} varie de -3.1V à -3V , le courant de drain d'un transistor à effet de champ varie de 2 à 2.3 mA . Déterminer la transconductance dans cette région.

$$g_m = \frac{\Delta I_D}{\Delta V} = \frac{2.3 - 2}{-3 - (-3.1)} = 3000\mu\text{S}$$

Sol ex 2:

1. Comme $I_G = 0$ alors $V_{GS} = -R_S I_{DS}$

$$R_S = - \frac{V_{GS}}{I_{DS}}$$

Cette technique de polarisation est appelée " polarisation automatique " :
on a une tension $V_{GS} \neq 0$ malgré que la tension $V_G = 0$

2. On sait que : $I_{DS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GSoff}}\right)^2$.

Pour $V_{GS} = \frac{V_{GSoff}}{4}$

il vient : $I_{DS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{1}{4}\right)^2$.

$$I_{DS} = \frac{9}{16} \cdot I_{DSS}.$$

Donc $\Delta I_{DS} = \left(\frac{9}{16} - \frac{8}{16}\right) I_{DSS} = \frac{1}{16} I_{DSS}.$

D'où l'erreur $\frac{\Delta I_{DS}}{I_{DS}} = \frac{\frac{1}{16} I_{DSS}}{\frac{9}{16} I_{DSS}} = \frac{1}{9}$ soit 11%

$$\frac{\Delta I_{DS}}{I_{DS}} \cong 11\%$$

Donc pour $I_{DS} = \frac{I_{DSS}}{2}$ on a $V_{GS} \approx \frac{V_{GSoff}}{4}$

D'où $R_S = - \frac{V_{GS}}{I_{DS}} = - \frac{V_{GSoff}}{4 \cdot \frac{I_{DSS}}{2}}$

$$R_S = - \frac{1}{2} \frac{V_{GSoff}}{I_{DSS}}$$

3. On a : $V_{GSoff} = -4 \text{ V}$. et $I_{DSS} = 10 \text{ mA}$.

$$\bullet \quad R_S = -\frac{1}{2} \frac{V_{GSoff}}{I_{DSS}} = -\frac{1}{2} \frac{-4}{10 \cdot 10^{-3}} = 200 \Omega.$$

$$R_S = 200 \Omega$$

• Calcul de R_D :

$$V_{RD} = R_D \cdot I_{DS} \Rightarrow$$

$$R_D = \frac{V_{RD}}{I_{DS}}$$

$$\text{A.N. : } R_D = \frac{10}{\frac{10}{2} \cdot 10^3} = 2 \text{ k}\Omega$$

$$R_D = 2 \text{ k}\Omega.$$

• Calcul de V_{DS} :

La loi des mailles nous permet d'écrire :

$$V_{DD} = (R_D + R_S) I_{DS} + V_{DS}.$$

$$\text{D'où } V_{DS} = V_{DD} - (R_D + R_S) I_{DS}$$

A.N. :

$$V_{DS} = [21 - (2 + 0,2) \cdot 5] \text{ V}$$

$$V_{DS} = 10 \text{ V}$$

Sol Ex 3 :

$$-R_S I_D = V_{GS} = -1 \text{ V} \Rightarrow R_S = \frac{-V_{GS}}{I_D} = \frac{1}{1,5 \cdot 10^{-3}} = 667 \Omega$$

$$\text{Comme } V_{DD} = R_D I_D + V_{DS} - V_{GS} \text{ on en déduit } R_D = \frac{V_{DD} - V_{DS} + V_{GS}}{I_D} = 16000 \Omega$$

Sol ex4 :

Comme $I_G \neq 0$, la d.d.p. aux bornes de la résistance de grille de $10 \text{ M}\Omega$ est nulle, donc $V_{GS} = -R_S I_D$

$$\text{de plus } \frac{I_D}{I_{DSS}} = \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GSoff}}\right)^2 = \left(1 - \frac{V_{GSoff}}{4V_{GSoff}}\right)^2 = \left(1 - \frac{1}{4}\right)^2 = \left(\frac{3}{4}\right)^2$$

$$\text{donc } I_D = \frac{9}{16} I_{DSS} = \frac{9 \cdot 8 \cdot 10^{-3}}{16} = 4,5 \text{ mA}$$

$$\text{On a } R_S = \frac{-V_{SG}}{I_D} = \frac{-V_{SGoff}}{4I_D} = \frac{-V_{SGoff}}{4} \times \frac{16}{9I_{DSS}} = \frac{-4}{9} \frac{V_{SGoff}}{I_{DSS}}$$

3

$$\text{Mais } g_{m0} = \frac{-2 I_{DSS}}{V_{SGoff}} \text{ d'où } R_S = \frac{8}{9 \cdot g_{m0}} = \frac{8 \cdot 10}{9 \cdot 8} = 111 \Omega$$

On en déduit :

$$V_{GS} = -R_S I_D = -111 \cdot \frac{9}{16} \cdot 8 \cdot 10^{-3} = -0,5 \text{ V}$$

$$= V_{DD} - (R_S + R_D) I_D = 24 - (4700 + 111) \cdot 4,5 \cdot 10^{-3} = 2,35 \text{ V}.$$

V_{DS}