

TD N°4

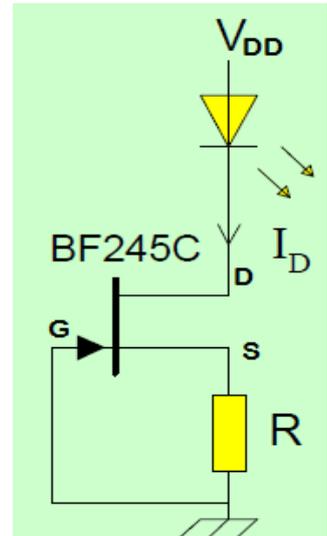
EXERCICE N°1 :

On désire alimenter une LED à courant constant (10 mA) avec une source de tension (V_{DD}) qui peut varier de 6 à 12V.

Pour cela, on utilise un transistor N-JFET BF245C fonctionnant en source de courant dès que $V_{DS} > 4$ V.

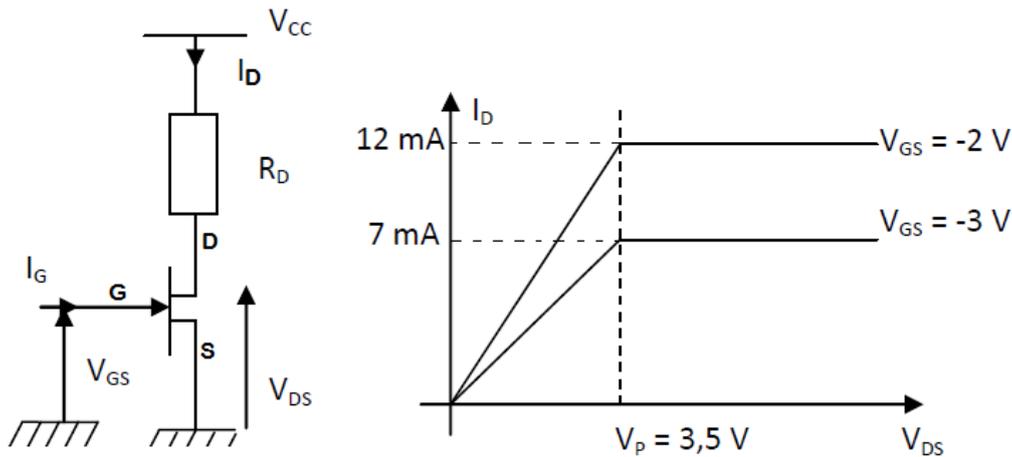
Le Datasheet du transistor indique que : $I_D = 10$ mA pour une tension constante de $V_{GS} = -1,6$ V.

- 1) Calculer la valeur de la résistance R du circuit ci-contre.
- 2) Calculer la tension minimale de V_{DD} qui permet d'alimenter la LED avec un courant de 10 mA. (On admet que la tension aux bornes de la LED est $V_d = 2$ V pour cette intensité du courant)



EXERCICE N°2 :

On considère un transistor à effet de champ à jonction canal N (N-JFET) dont la polarisation et le réseau de caractéristiques sont présentés dans la figure suivante :



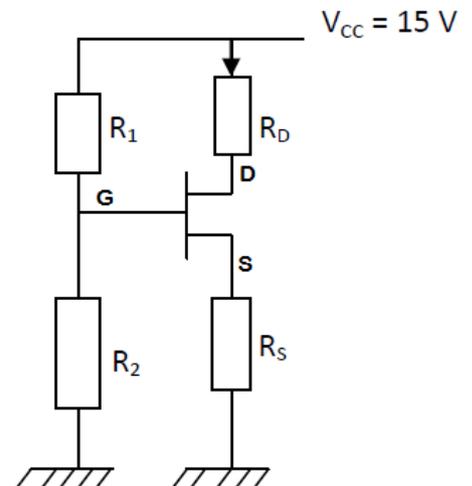
Vérifiez si ce transistor est polarisé dans sa zone ohmique ou dans sa zone de saturation dans les 3 cas suivant :

- $R_D = 100 \Omega$ et $V_{GS} = -2V$.
- $R_D = 3 K\Omega$ et $V_{GS} = -2V$.
- $R_D = 1 K\Omega$ et $V_{GS} = -3V$.

EXERCICE N°3 :

On prend le JFET de l'exercice précédent (même réseau de caractéristiques) en polarisant la grille par un pont diviseur (à l'aide de 2 résistances : $R_1 = 800$ k Ω et $R_2 = 400$ k Ω) Voir le montage ci-contre.

Déterminer les valeurs des résistances R_D et R_S pour que le transistor soit polarisé dans sa zone de saturation si $V_{GS} = -2$ V.



SOLUTIONS

EXERCICE N°1 :

- 1) Pour $I_D = 10 \text{ mA}$, $V_{GS} = -1,6 \text{ V}$. Comme la grille est à la masse $\Rightarrow V_S = -V_{GS} \Rightarrow R = -V_{GS}/I_D = 160 \Omega$
- 2) Pour avoir un courant I_D de 10 mA (constant), il faut que V_{DS} soit strictement supérieure (ou égale à la limite) à 4 V (c-à-d : $V_{DS} > V_P$) $\Rightarrow V_{DD} - V_D - V_S > 4 \Rightarrow V_{DD} > 4 + V_D + V_S = 4 + 1,6 + 2$.
D'où la tension minimale de V_{DD} est (à la limite) : **7,6 V** (Pratiquement, on pourra prendre une pile de 9 V par exemple.)

EXERCICE N°2 :

Pour déterminer si un JFET fonctionne dans sa zone linéaire, dans sa zone ohmique ou s'il est bloqué, la bonne méthode consiste à supposer qu'il est polarisé dans sa zone linéaire. Cet exercice rassemble les trois cas possibles.

a) On a $R_D = 100 \Omega$ et $V_{GS} = -2 \text{ V}$. D'après le réseau de caractéristiques fourni, on a, si le transistor est effectivement polarisé dans sa zone linéaire :

$$I_D = 12 \text{ mA}$$

Dans ces conditions, le potentiel de drain a pour valeur :

$$V_D = V_{CC} - R_D I_D = 15 - 100 \times 12 \times 10^{-3} = 13,8 \text{ V}$$

$$\text{Comme } V_S = 0, \text{ on a : } V_{DS} = V_D - V_S = V_D = 13,8 \text{ V}$$

Comme la tension de pincement V_P est égale à 3,5 V, on a bien $V_{DS} > V_P$; le JFET est donc bien polarisé dans sa zone de fonctionnement linéaire et $I_D = 12 \text{ mA}$.

b) On a $R_D = 3 \text{ k}\Omega$ et $V_{GS} = -2 \text{ V}$. D'après le réseau de caractéristiques, on a, si le transistor est effectivement polarisé dans sa zone linéaire :

$$I_D = 12 \text{ mA}$$

Dans ces conditions, le potentiel de drain a pour valeur :

$$V_D = V_{CC} - R_D I_D = 15 - 3 \times 10^3 \times 12 \times 10^{-3} = -21 \text{ V}$$

Cette valeur est manifestement impossible à obtenir. Le transistor ne se trouve donc pas polarisé dans sa zone linéaire. Comme il n'est pas bloqué ($V_{GS} = -2 \text{ V}$), il se trouve donc dans sa zone ohmique.

Sur la caractéristique correspondant à $V_{GS} = -2 \text{ V}$, mesurons la valeur de la résistance équivalente R_{DS} du canal drain – source dans la zone ohmique du transistor.

$$\text{On a : } R_{DS} = \frac{V_{DS}}{I_D} \approx \frac{3,5}{12 \times 10^{-3}} = 292 \Omega$$

Le courant de drain I_D vérifie alors la relation :

$$V_{CC} = R_D I_D + R_{DS} I_D$$

$$\text{D'où : } I_D = \frac{V_{CC}}{R_D + R_{DS}} = \frac{15}{3292} = 4,6 \text{ mA}$$

$$\text{Par ailleurs : } V_{DS} = R_{DS} I_D = 292 \times 4,6 \times 10^{-3} = 1,3 \text{ V}$$

On a bien $V_{DS} < V_P$, ce qui confirme la présence du point de polarisation dans la zone ohmique.

c) On a $R_D = 1 \text{ k}\Omega$ et $V_{GS} = -3 \text{ V}$. D'après le réseau de caractéristiques, on a, si le transistor est effectivement polarisé dans sa zone linéaire :

$$I_D = 7 \text{ mA}$$

Dans ces conditions, le potentiel de drain a pour valeur :

$$\text{On a donc : } V_{DS} = V_D = V_{CC} - R_D I_D = 15 - 1000 \times 7 \times 10^{-3} = 8 \text{ V}$$

Comme la tension de pincement V_P est égale à 3,5 V, on a bien $V_{DS} > V_P$; le JFET est donc bien polarisé dans sa zone de fonctionnement linéaire et $I_D = 7 \text{ mA}$.

EXERCICE N°3 :

Polarisation en zone de saturation $\Rightarrow V_{DS} > 3,5 \text{ V}$ et $I_D = 12 \text{ mA}$ (car $V_{GS} = -2 \text{ V}$)

Comme le courant de la grille $I_G = 0$, les résistances R_1 et R_2 constituent un diviseur de tension. Le potentiel au point G (la grille) est alors : $V_G = V_{CC} R_2 / (R_1 + R_2) = 5 \text{ V}$ Comme $V_{GS} = -2 \text{ V} \Rightarrow V_S = 7 \text{ V} \Rightarrow R_S = 7 \text{ V} / 12 \text{ mA} = 583 \Omega$

$$\mathbf{R_S = 583 \Omega}$$

$$V_{DS} > V_P \Rightarrow V_{CC} - R_D I_D - V_S > V_P \Rightarrow R_D I_D < V_{CC} - V_S - V_P \Rightarrow R_D < (V_{CC} - V_S - V_P) / I_D = 375 \Omega$$

$$\mathbf{R_D < 373 \Omega}$$