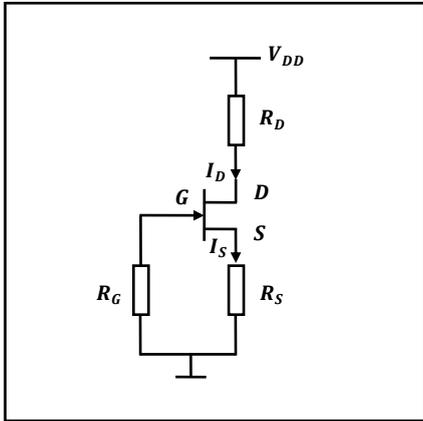


Université Echahid Hamma Lakhdar Eloued
 Faculté de la technologie - Département de génie électrique
 2° année électronique
 TD n° 01 (Transistor à effet de champ)

Ex n° 01

Soit le montage suivant:



$V_{DD} = +30 \text{ V}$, $R_G = 10 \text{ M Ohm}$, $R_D = 5 \text{ K Ohm}$, $R_S = 200 \text{ Ohm}$.

Donner l'équation de la maille d'entrée.

Déduire l'équation de la tension V_{GS} .

Que peut-on dire de V_{GS} ?

Donner l'équation de la maille de sortie.

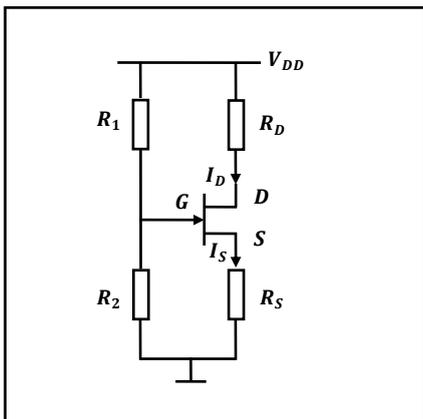
Donner l'équation de la tension V_{DS} en fonction de I_D .

Qu'appelle-t-on cette équation $I_D = f(V_{DS})$?

Sachant que V_{DS} est égal à 10 V , calculer I_D puis déduire la valeur de V_{GS} .

Ex n° 02

Soit le montage suivant:



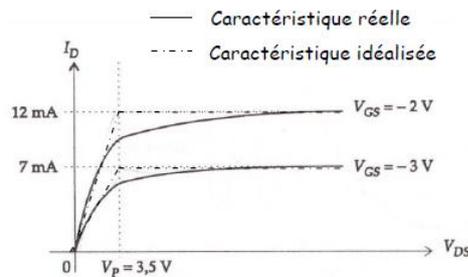
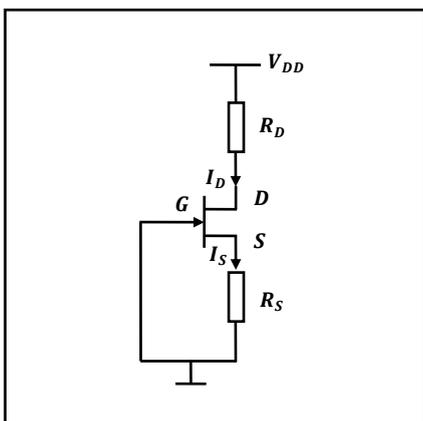
$V_{DD} = +15 \text{ V}$, $R_1 = 800 \text{ K Ohm}$, $R_2 = 400 \text{ K Ohm}$, $R_S = 200 \text{ Ohm}$, $R_D = 100 \text{ Ohm}$, $V_{GS} = -2 \text{ V}$.

Calculer le courant I_D .

Calculer la tension V_{DS} .

Ex n° 03

Soit le montage suivant:

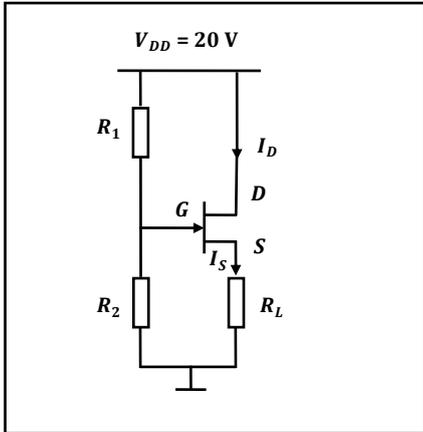


$V_{DD} = +15 \text{ V}$, $V_{DS} = 5 \text{ V}$, $V_{GS} = -3 \text{ V}$.

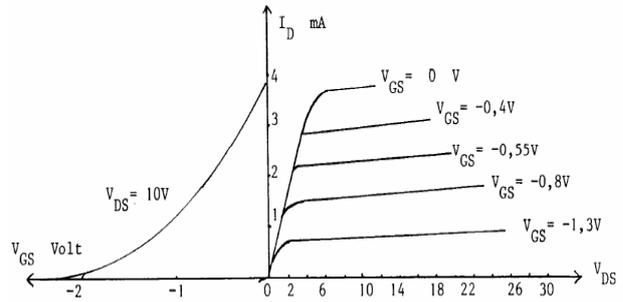
Déterminer les valeurs des résistances R_D et R_S .

Ex n° 04

On polarise un transistor à effet de champ au moyen de trois résistances R_1 , R_2 et R_L .



Le réseau de caractéristiques du transistor est le suivant :

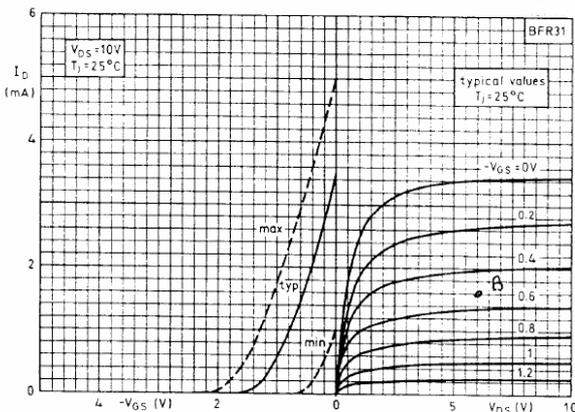


- 1- Donner les valeurs numériques typiques de I_{DSS} (courant de saturation) et de V_P (tension de pincement).
- 2- Ecrire l'équation de la droite de charge du transistor $I_D = f(V_{DS})$.

- 3- Tracer la droite de charge passant par les points ($I_D = 4 \text{ mA}$, $V_{DS} = 0 \text{ V}$) et ($I_D = 0 \text{ mA}$, $V_{DS} = 20 \text{ V}$). Choisir le point de fonctionnement au milieu de la droite de charge. En déduire la valeur de la tension V_{GS} .
- 4- En déduire la valeur de R_L .

Ex n° 05

Soit le transistor à effet de champ dont les caractéristiques sont les suivantes :



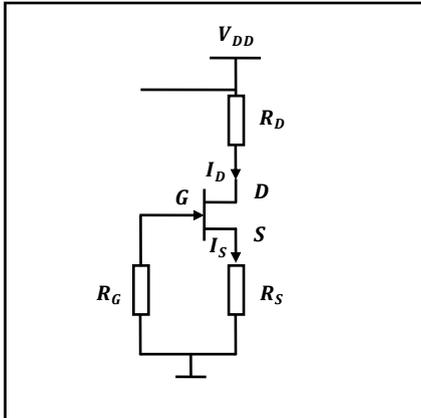
1. Donner les valeurs numériques typiques de I_{DSS} et de V_P tension de pincement.
2. Ce transistor présente-t-il un canal n ou p ?
3. On polarise ce transistor au point B des caractéristiques. Le transistor est-il utilisé en résistance variable ou en amplificateur ?
4. Dans le modèle théorique, on rappelle que le courant de drain de saturation est donné par la relation : $I_{DS} = I_{DSS} [1 - (V_{GS}/V_P)]^2$.

Donner la définition de la transconductance g_m du transistor, puis déterminer sa valeur numérique au point de fonctionnement à partir de son expression analytique $g_m = g_{m0} \cdot [1 - (V_{GS}/V_{GS0})]$, avec g_{m0} la transconductance à grille court-circuitée, $g_{m0} = -2I_{DSS} / V_{GS0}$.

Comparer à la valeur numérique que l'on déduit des caractéristiques.

5. Dessiner le schéma équivalent en petits signaux du transistor polarisé en B. Préciser sur ce schéma la valeur numérique des différents éléments.

6. On utilise un schéma de polarisation automatique donné ci-dessous :

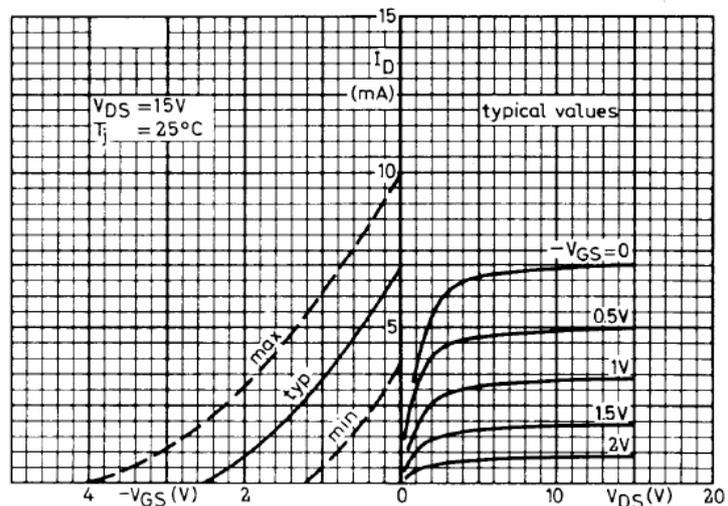
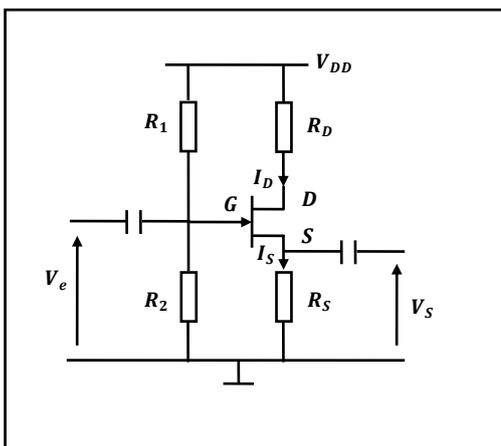


On désire que le point de fonctionnement soit effectivement en B. On prend $V_{DD} = 10 \text{ V}$.

Déterminer les valeurs des résistances R_D et R_S . Quelle valeur de R_G faut-il choisir ?

Ex n° 06

On polarise un transistor à effet de champ au moyen de quatre résistances R_1 , R_2 , R_D et R_S et on donne le réseau de caractéristiques suivant :



1 - Ecrire l'équation de la droite de charge statique du transistor et tracer la droite qui passe par les points $(I_D = 10 \text{ mA}, V_{DS} = 0)$ et $(I_D = 0 \text{ mA}, V_{DS} = 15 \text{ V})$ dans le réseau de caractéristiques.

2 - Choisir le point de fonctionnement de telle manière que $V_{DS} = 10 \text{ V}$, donner alors les valeurs de V_{GS} , et I_D au point de fonctionnement.

3 - En déduire la valeur de $(R_D + R_S)$.

4 - Compte tenu des résultats obtenus en 4, déduire R_S pour $R_D = 0$.

- 5 - Donner le schéma équivalent du montage en petits signaux.
- 6 - Donner la relation de la résistance d'entrée du montage en petits signaux.
- 7 - La résistance d'entrée du montage est fixée à 1 MW , calculer les valeurs de R_1 et R_2 .
- 8 - Déterminer la valeur de g_m .
- 9 - Calculer le gain en tension du montage A_v ainsi que l'impédance de sortie, ($r_{DS} = 10\text{ M}\Omega$).
- 10 - Quel est le type de ce montage ?

ex n° 01

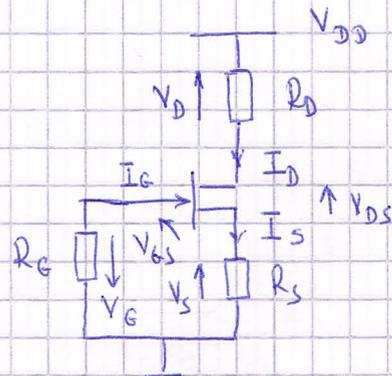
* $V_G + V_{GS} + V_S = 0$

* $I_G \approx 0 \Rightarrow V_G = 0 \Rightarrow V_{GS} + V_S = 0$

$V_{GS} = -V_S = -R_S I_S \quad (I_D \approx I_S)$

$V_{GS} = -R_S I_D$

* $V_{GS} < 0$ (Ce type de polarisation assure une $V_{GS} < 0$).



* $V_{DD} = R_D I_D + V_{DS} + R_S I_S$

$= R_D I + R_S I_D + V_{DS} = (R_D + R_S) I_D + V_{DS}$

$V_{DS} = - (R_D + R_S) I_D + V_{DD}$

$I_D = - \frac{V_{DS}}{(R_D + R_S)} + \frac{V_{DD}}{(R_D + R_S)}$

eq de la droite de charge statique.

$I_D = 3,84 \text{ mA}$

$V_{GS} = -0,768 \text{ V}$

ex n° 02

* $V_2 = V_{DD} \cdot \frac{R_2}{(R_1 + R_2)}$

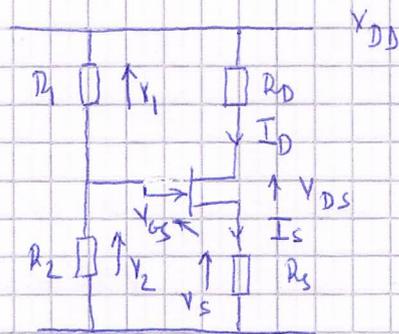
$V_2 = V_{GS} + R_S I_D$

$V_2 = 5 \text{ V}$

* $V_2 = V_{GS} + R_S I_D$

$I_D = \frac{V_2 - V_{GS}}{R_S}$

$I_D = 35 \text{ mA}$



$$* V_{DD} = (R_D + R_S) I_D + V_{DS}$$

$$V_{DS} = V_{DD} - (R_D + R_S) I_D$$

$$V_{DS} = 4,5V.$$

ex n° 03.

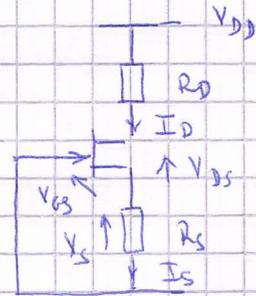
$$* V_{GS} + R_S I_D = 0$$

$$R_S = \frac{-V_{GS}}{I_D} = 428 \Omega$$

$$* V_{DD} = (R_D + R_S) I_D + V_{DS}$$

$$R_D = \frac{V_{DD} - V_{DS} - R_S I_D}{I_D}$$

$$R_D = 1K\Omega$$



ex n° 04

$$* I_{DSS} = I_{Dmax} \quad (V_{GS} = 0)$$

$$= 4 \text{ mA}$$

$$V_p = -V_{GS \text{ of}}$$

$$= 2,1 \text{ V}$$

$$* V_{DD} = V_{DS} + R_S I_D$$

$$I_D = -\frac{V_D}{R_S} + \frac{V_{DD}}{R_S}$$

* la droite de charge statique :

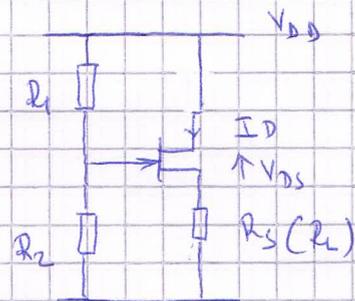
- pt de Sat. : $I_D = I_{DSS} = 4 \text{ mA}$ et $V_{DS} = 0$

- pt de bloc : $I_D = 0$ et $V_{DS} = V_{DD} = 20 \text{ V}$.

Ⓛ (pt de repos) au milieu de la droite de charge statique

$$V_{GS} = -0,55 \text{ V}$$

$$R_L (R_S) = \frac{V_{DD} - V_{DS}}{I_D} = 5K\Omega$$



ex n° 05

* $I_{DSS} = 3,4 \text{ mA}$ $V_p = -V_{GS\text{of}} = 1,6 \text{ V}$

($I_{DSS} = I_{D\text{max}}$, $V_{GS} = 0$)

* Ce transistor est à Canal N ($V_{GS} < 0$).

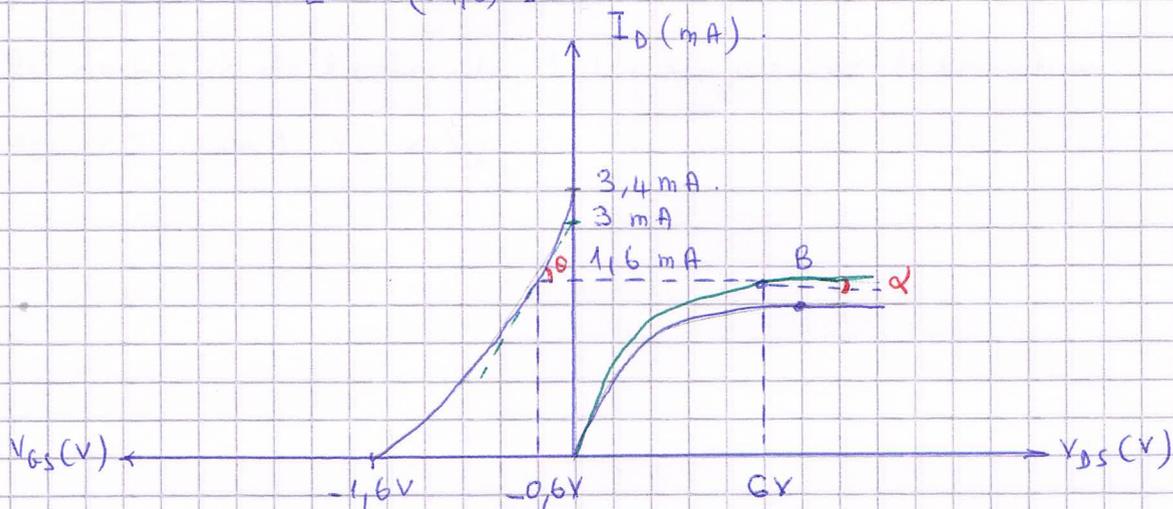
* La polarisation du transistor au pt B (zone linéaire) implique qu'il fonctionne en ampli.

* $g_m = g_{m0} \cdot \left[1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS0}} \right]$

$g_{m0} = -\frac{2I_{DSS}}{V_{GS0}}$

$g_{m0} = -2 \frac{3,4}{(-1,6)} = 4,25 \text{ mA/V}$

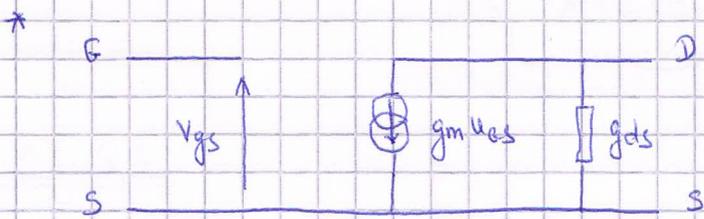
$g_m = 4,25 \cdot \left[1 - \frac{(-0,6)}{(-1,6)} \right] = 2,66 \text{ mA/V}$



$g_m = \text{tg } \theta = \frac{3 - 1,6}{0,6} = 2,33 \text{ mA/V}$

$g_{ds} = \text{tg } \alpha \approx 0,022 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1} = 22 \cdot 10^{-6} \Omega^{-1}$

$r_{ds} = 45 \cdot \text{k}\Omega$

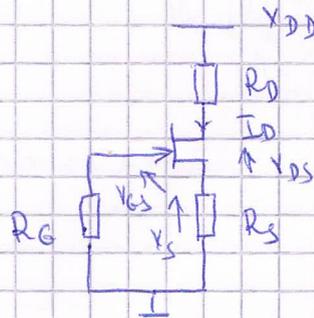


* $V_{GS} = -0,6\text{ V}$, $V_{DS} = 6\text{ V}$, $V_{DD} = 10\text{ V}$, $I_D = 1,6\text{ mA}$.

$$V_{GS} = -R_S I_D$$

$$R_S = \frac{V_{GS}}{I_D}$$

$$R_S = 375\ \Omega$$



$$V_{DD} = R_D I_D + V_{DS} + R_S I_D$$

$$R_D = \frac{V_{DD} - V_{DS} - R_S I_D}{I_D}$$

$$R_D = 2,13\text{ k}\Omega$$

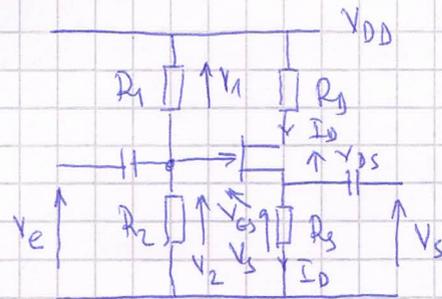
R_G doit être de l'ordre de $1\text{ M}\Omega$ pour assurer la condition

$$V_{GS} < 0 \quad \text{càd} \quad V_G < V_S$$

Ex n° 06

⊗ $V_{DD} = (R_D + R_S) I_D + V_{DS}$

$I_D = -\frac{V_{DS}}{(R_D + R_S)} + \frac{V_{DD}}{(R_D + R_S)}$



⊗ $V_{GS} = -1V, I_D = 3,25 mA, V_{DS} = 10V.$

⊗ $(R_D + R_S) = \frac{V_{DD} - V_{DS}}{I_D} = 1,54 k\Omega.$

⊗ $R_S = 1,54 k\Omega.$

⊗ $R_e = R_1 \parallel R_2 \quad (R_{GS} \rightarrow \infty).$

⊗ $V_2 = V_{GS} + V_S = V_{GS} + R_S I_D$
 $= -1 + (1,54 \cdot 3,25) = 4V.$

$V_1 = V_{DD} - V_2 = 11V.$

$V_2 = V_{DD} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ et $V_1 = V_{DD} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

$R_1 = 3,7 M\Omega. \quad R_2 = 1,36 M\Omega.$

⊗ $g_m = g_{m0} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS0}}\right) \quad g_{m0} = -\frac{2I_{DSS}}{V_{GS0}}$

$V_{GS0} = -2,5V. \quad I_{DSS} = 7mA.$

$g_{m0} = +2,8 mA/V.$

$g_m = +1,68 mA/V.$

⊗ $A_v = \frac{g_m R_S}{1 + g_m R_S} \quad A_v = 0,72 \quad Z_S = R_S \parallel \frac{1}{g_m}$
 $Z_S = 410\Omega.$

