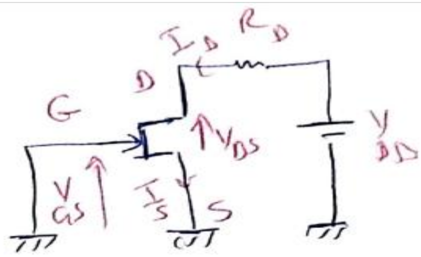
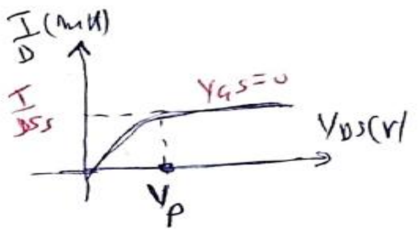
Corrigé type du TD 1

Exercice 2 :





1. Transistor JFET canal-N

2. $V_{GS} = 0 \Rightarrow I_D = I_{DSS} = 12\,mA$

3. $V_{DS_{min}}$ pour I_D cst $\rightarrow V_p$

   $V_{DS_{min}} = V_p$ et $V_p = |V_{GSoff}|$

   donc $V_{DS_{min}} = 4\,V$ avec $V_{GS} = 0$.

   $V_{DD} = V_{DS} + R_D I_D \Rightarrow V_{DD_{min}} = V_{DS_{min}} + R_D I_{DSS}$

   $V_{DD_{min}} = 10{,}7\,V$

4. si $V_{DD} = 15\,V \Rightarrow I_D$ reste constant c'd $I_D = I_{DSS} = 12\,mA$

5. $V_{DS} = V_{DD} - R_D I_D = 8{,}28\,V$.

Exercice 3 :

1. L'équation de la droite de charge statique est :

$$V_{DD} = R_D I_{DS} + R_S I_{DS} + V_{DS} \qquad (\text{car } I_G \approx 0).$$

Ou encore

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

On veut que $V_{DS} = \frac{V_{DD}}{2}$

D'où $$I_{DS} = \frac{V_{DD}}{2(R_D + R_S)}$$

Or $I_{DS} = -\frac{V_{GS}}{R_S}$ (car E = 0)

- Calcul de V_{GS}

$$I_{DS} = I_{DSS}\left(1 + \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2 \quad \text{avec } V_{GS} < 0 \text{ et } V_P > 0$$

$$-\frac{V_{GS}}{R_S} = I_{DSS}\left(1 + 2\frac{V_{GS}}{V_P} + \frac{V_{GS}^2}{V_P^2}\right) \quad \text{pour } V_{GS} \geq -V_P$$

$$-\frac{V_{GS}}{R_S I_{DSS}} = \left(1 + 2\frac{V_{GS}}{V_P} + \frac{V_{GS}^2}{V_P^2}\right)$$

A.N.: $R_S I_{DSS} = 10^3.4.10^{-3} = 4$ V
$V_p = 4$ V

$$-\frac{V_{GS}}{4} = 1 + 2\frac{V_{GS}}{4} + \frac{V_{GS}^2}{16}$$

Par suite, on peut écrire : $V_{GS}^2 + 12\ V_{GS} + 16 = 0$ d'où

$$\Delta' = \left(\frac{12}{2}\right)^2 - 16 = 20$$

$$V_{GS1} = \frac{-6 - \sqrt{20}}{1} \approx -10.5V < -V_p \quad \text{à rejeter}$$

$$V_{GS2} = \frac{-6 + \sqrt{20}}{1} \cong -1{,}53\ V > -V_p$$

donc $V_{GS} = -1{,}53$ V.

d'où $$I_{DS} = \frac{-V_{GS}}{R_s} = 1{,}53\,mA$$

et $$R_D = \frac{V_{DD}}{2I_{DS}} - R_s$$

$$R_D = \frac{12}{2.1{,}53.10^{-3}} - 1.10^3 \qquad \boxed{R_D = 2{,}93\ k\Omega}$$

2. E = - 1 V

$$E = V_{GS} + R_S . I_{DS}$$

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

$$I_{DS} = \frac{E - V_{GS}}{R_S} = I_{DSS}\left(1 + \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2$$

$$\frac{\dot{E} - V_{GS}}{R_S\, I_{DSS}} = 1 + 2\frac{V_{GS}}{V_P} + \frac{V_{GS}^2}{V_P^2}$$

A.N. :

$$-\frac{1}{4} - \frac{V_{GS}}{4} = 1 + 2\frac{V_{GS}}{4} + \frac{V_{GS}^2}{16}$$

$V_{GS}^2 + 12V_{GS} + 20 = 0$ d'où $\Delta' = 36 - 20 = 16$

$V_{GS1} = \dfrac{-6-4}{1} = -10V < -V_P$ à rejeter

$V_{GS2} = \dfrac{-6+4}{1} = -2V$

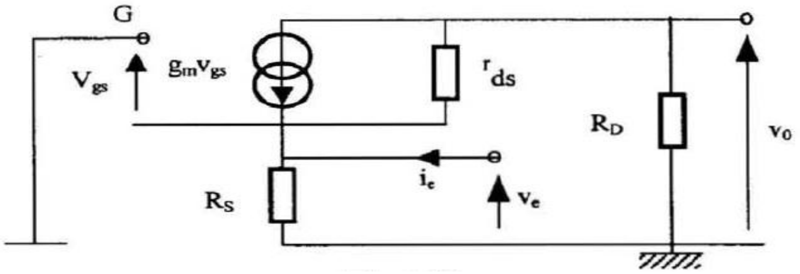
Donc $V_{GS} = -2$ V

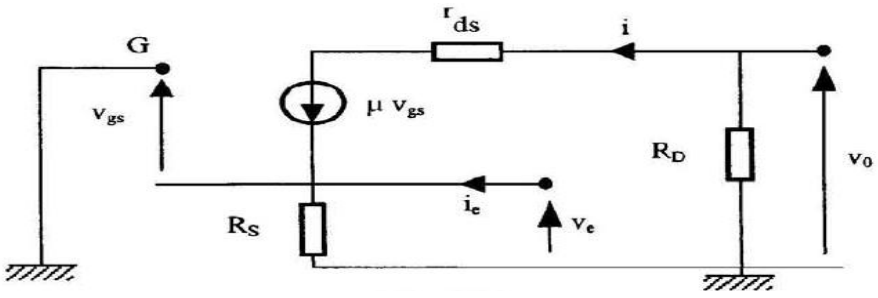
Par suite $I_{DS} = \dfrac{E - V_{GS}}{R_S} = \dfrac{-1+2}{1.10^3} = 1\,\text{mA}$

Enfin $V_{DS} = V_{DD} - (R_D + R_S)\, I_{DS}$

$V_{DS} = 12 - (2{,}93 + 1).1$ $\boxed{V_{DS} = 8{,}1\ \text{V}}$

3. le schéma équivalent en régime dynamique :





avec $\mu = g_m . r_{ds}$

4.

Amplification en tension :

$V_{gs} = v_g - v_s = 0 - v_e = - v_e$

La loi des mailles, nous permet décrire : $i = \frac{v_0 + \mu . v_{gs} - v_e}{r_{ds}}$

ou encore $i = \frac{v_0 - v_e(1+\mu)}{r_{ds}}$ or $v_0 = -R_D . i$

$$\text{d'où : } v_0 = -\frac{R_D}{r_{ds}}\left(v_0 - v_e(1+\mu)\right)$$

$$\Rightarrow \quad v_0\left(1+\frac{R_D}{r_{ds}}\right) = \frac{R_D}{r_{ds}}(1+\mu).v_e$$

Enfin
$$\boxed{A_V = \frac{v_0}{v_e} = \frac{R_D}{R_D + r_{ds}}(1+\mu)}$$

Calcul de g_m :

$g_m = \frac{\partial I_{DS}}{\partial V_{GS}}$ et comme $I_{DS} = I_{DSS}\left(1+\frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2$

Par suite $g_m = \frac{\partial I_{DS}}{\partial V_{GS}} = -\frac{2I_{DSS}}{V_P}\left(1+\frac{V_{GS}}{V_P}\right)$

A.N. : $g_m = -\frac{2.4.10^{-3}}{4}\left(1+\frac{-2}{4}\right) = 1\text{mA/V}$ or $\mu = g_m . r_{ds} = 1.\,50 = 50$

d'où $A_v = \frac{R_D(1+\mu)}{R_D + r_{ds}} \approx g_m R_D$ **A.N. :** $\boxed{A_v \approx 2{,}9}$

Impédance d'entrée :

$$i_e + i = \frac{v_e}{R_S} \quad \Leftrightarrow \quad i_e = \frac{v_e}{R_S} - i$$

En appliquant la loi des mailles, on obtient :

$$v_e(1+\mu) = -(r_{ds} + R_D)\, i \quad \Leftrightarrow \quad i = -\frac{(1+\mu)\, v_e}{r_{ds} + R_D}$$

D'où : $i_e = \dfrac{v_e}{R_S} + \dfrac{(1+\mu)v_e}{r_{ds} + R_D}$ Par suite $Y_e = \dfrac{1}{Z_e} = \dfrac{i_e}{v_e} = \dfrac{1}{R_S} + \dfrac{(1+\mu)}{r_{ds} + R_D}$

Enfin : $$Z_e = \frac{v_e}{i_e} = \frac{1}{\dfrac{1}{R_S} + \dfrac{1+\mu}{r_{ds} + R_D}} = \frac{R_S \dfrac{r_{ds} + R_D}{1+\mu}}{R_S + \dfrac{r_{ds} + R_D}{1+\mu}}$$

$$\boxed{Z_e = \frac{R_S(r_{ds} + R_D)}{(1+\mu)R_S + r_{ds} + R_D}}$$

A.N. :

$$Z_e = \frac{1.10^3(50+2,9)10^3.}{51.1.10^3 + 50.10^3 + 2,9.10^3} = 509\,\Omega$$

Impédance de sortie :

En court-circuitant le générateur d'entrée et en supposant qu'il existe un générateur parfait Vs débitant un courant i_s on aura la figure suivante :

La tension $v_{GS} = 0$

$\Rightarrow \mu\, v_{GS} = 0$

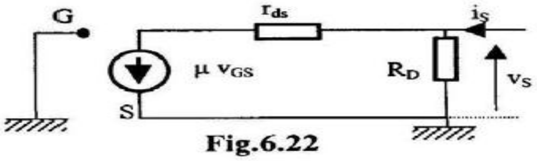


Fig.6.22

D'où : $$\boxed{Z_S = \frac{v_S}{i_S} = \frac{R_D . r_{ds}}{R_D + r_{ds}}}$$

$$Z_S = \frac{2,9.10^3.50.10^3}{(2,9+50)10^3} = 2,74\,k\Omega; \quad \boxed{Z_S = 2,74\,k\Omega}$$