

## Solution Série 02

### EXERCICE 01

#### 1. Equation de la droite de charge statique

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

$$I_D = -\frac{V_{DS}}{R_D} + \frac{V_{DD}}{R_D} \Rightarrow \begin{cases} I_D = 0 \Rightarrow V_{DS} = V_{DD} = 10V \\ V_{DS} = 0 \Rightarrow I_D = \frac{V_{DD}}{R_D} = 10mA \end{cases}$$

#### 2. La droite de charge statique $I_D = f(V_{DS})$ est donnée sur la fig.1

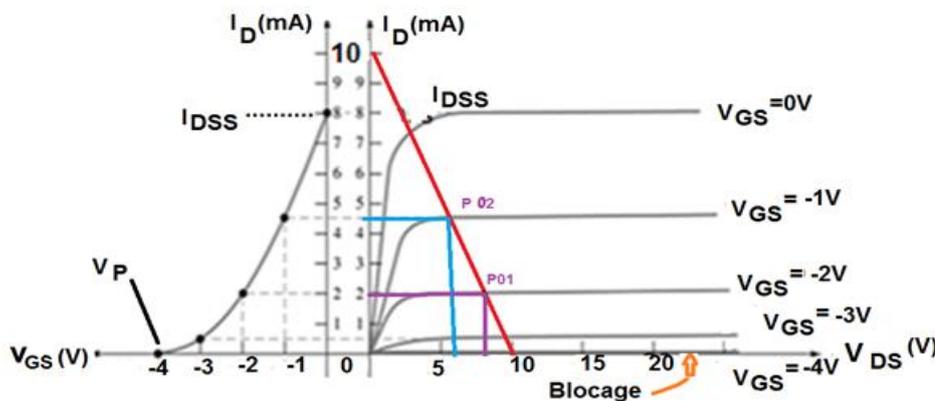


Figure 1.

#### 3. Coordonnées du point de repos $P_{01}$ pour $V_{GS} = -2V$

Les coordonnées des points de repos  $P_{01}$  et  $P_{02}$  sont déduites de la fig.1 :  $P_{01}(7V ; 1,8mA)$

#### 4. Coordonnées du point de repos $P_{02}$ pour $V_{GS} = -1V$ : $P_{02}(5,5V ; 4,5mA)$

#### 5. Valeur de $I_{DSS}$

$$V_{GS} = 0 \Rightarrow I_D = I_{DSS}$$

Dans ce cas, la valeur de  $I_{DSS}$  est déduite de la fig.1 :  $I_{DSS} = 8mA$

### EXERCICE 02

#### 1. Point de fonctionnement centré au milieu de la droite de charge statique

La maille de sortie s'écrit :

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

Pour assurer un point de fonctionnement centré au milieu de la droite de charge statique,  $I_D$  doit vérifier la condition suivante :

$$I_{DQ} = \frac{I_{DSS}}{2} = \frac{V_{DD}}{2(R_D + R_S)}$$

#### 2. Droite de charge statique

La droite de charge statique est représentée sur la fig.2.

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

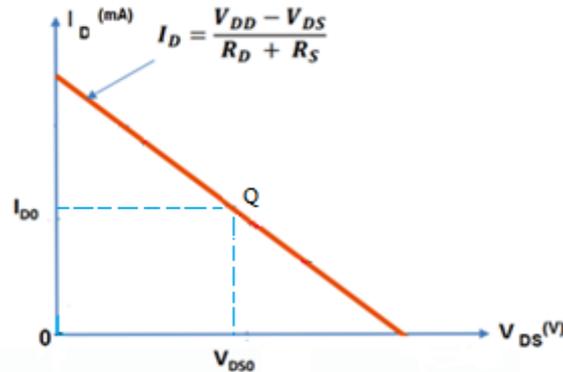


Figure 2. Droite de charge statique

Les coordonnées du point de fonctionnement Q sont :  $I_{D0} = \frac{V_{DD}}{2(R_D + R_S)}$  ;  $V_{DS0} = \frac{V_{DD}}{2}$

### 3. Calcul de $V_{GS}$

Calculons tout d'abord la tension  $V_{R2}$ , en utilisant le diviseur de tension :

$$V_{R2} = \frac{R_2 V_{DD}}{R_1 + R_2}$$

En posant  $I_G = 0$ , et en écrivant la maille d'entrée, on obtient :

$$R_S I_D + V_{GS} = V_{R2} \Rightarrow V_{GS} = V_{R2} - R_S I_D$$

$$V_{GS} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{DD} - R_S I_D$$

## EXERCICE 03

### 1. Modèle équivalent du transistor en statique et rôle de chacun de ses éléments

$R_D$ : Résistance de charge du drain.

$R_S$ : Résistance de polarisation.

$R_G$ : Résistance destinée à fixer  $I_G = 0$ .

$R_U = R_L$ : Résistance de charge.

$C_{Le}$  et  $C_{LS}$ : Condensateurs de liaison.

$C_S$ : Condensateur de découplage.

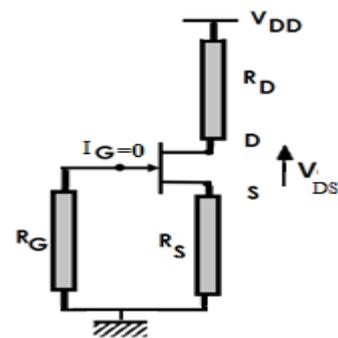


Figure 3. Modèle équivalent en statique

### 2. Modèle équivalent en dynamique (voir fig.4)

### 3. Calcul de l'amplification en tension, de la résistance d'entrée et de la résistance de sortie vue à partir de la charge

#### a-Calcul de l'amplification en tension

C'est un montage source commune avec  $R_{sortie} = \rho // R_D // R_L$

$$R_{sortie} = \frac{\rho R_D R_L}{R_D R_L + R_L \rho + R_D \rho} = 2,73k\Omega$$

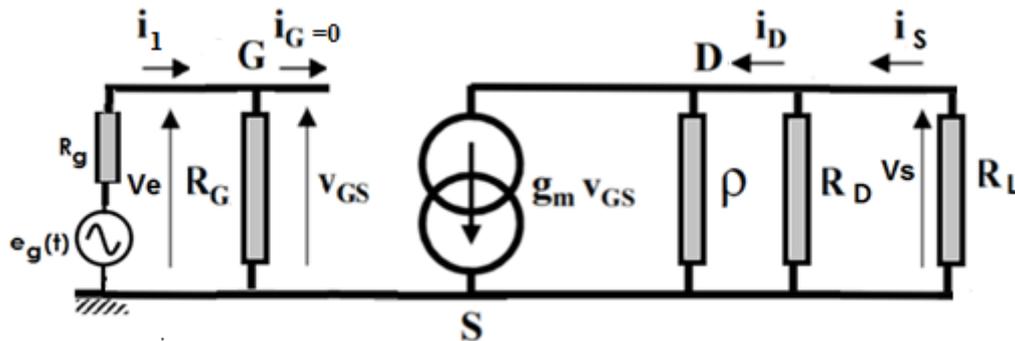


Figure 4. Modèle équivalent en dynamique

L'amplification en tension est égale à :  $A_V = \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_s}{V_e}$

$$V_s = -R_{sortie} i_D = -R_{sortie} g_m V_{GS}$$

$$V_e = V_1 = V_{GS}$$

$$A_V = -\frac{R_{sortie} g_m V_{GS}}{V_{GS}} = -g_m R_{sortie}$$

$$R_{sortie} = 2,73k\Omega \text{ (Avec charge)}$$

$$R_{sortie} = \rho // R_D = 3,75k\Omega \text{ (Sans charge)}$$

$$A_V = -8,19 \quad \text{(Avec charge)}$$

$$A_V = -3 * 3,75 = -11,25 \quad \text{(À vide)}$$

**b-Calcul de la résistance d'entrée**

$$R_e = \frac{V_1}{i_1}$$

$$V_1 = V_e = R_G i_1 \Rightarrow R_e = \frac{R_G i_1}{i_1} = R_G = 2,2M\Omega$$

**c-Calcul de la résistance de sortie**

$$R_s = \frac{V_s}{i_s}$$

On enlève la charge  $R_L$

$$R_s = \rho // R_D = \frac{\rho R_D}{R_D + \rho}$$

$$R_s = 3,75k\Omega$$

**EXERCICE 04**

**1. Schéma du montage en statique**

$C_{Le}$  et  $C_{Ls}$  sont des condensateurs de liaison.

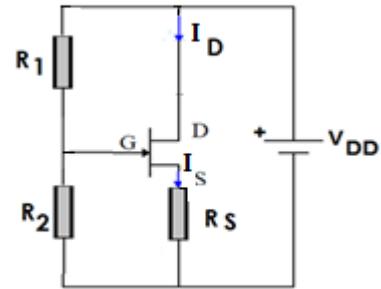


Figure 5. Modèle équivalent en statique

**2. Modèle équivalent en dynamique**

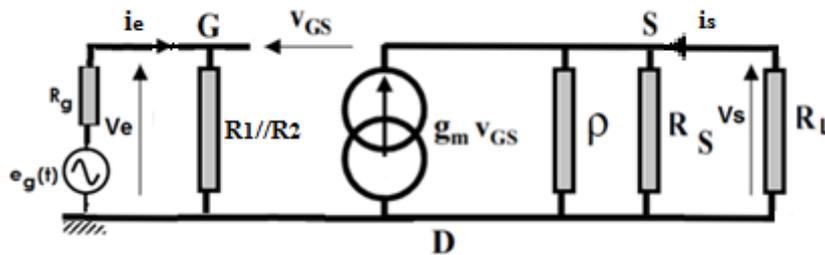


Figure 6. Modèle équivalent en dynamique

**3. Calcul de l'amplification en tension, de la résistance d'entrée et de la résistance de sortie**

**a-Calcul de  $A_V$**

$$A_V = \left. \frac{V_s}{V_e} \right|_{R_L = 0}$$

$$V_s = (\rho // R_s) g_m v_{GS}$$

$$V_e - v_{GS} - V_s = 0 \Rightarrow V_e = v_{GS} + V_s$$

$$V_e = V_s \left( \frac{1}{(\rho // R_s) g_m} \right) + V_s$$

$$A_V = \frac{V_s}{V_e} = \frac{1}{1 + \frac{1}{(\rho // R_s) g_m}} = 0,85$$

**b-Calcul de la résistance d'entrée**

$$R_e = \frac{V_e}{i_e} = R_1 // R_2 = 1,2 M\Omega$$

**c-Calcul de la résistance de sortie**

$$R_{sortie} = \left. \frac{V_s}{i_s} \right|_{R_L = 0, V_e = 0}$$

$$V_s = (\rho // R_s) I_1$$

Nœud S:  $I_1 = i_s + g_m V_{GS}$   
 $i_s = I_1 - g_m V_{GS}$   
 $i_s = \frac{V_s}{\rho // R_s} - g_m V_{GS} \dots\dots\dots (1)$

D'autre part, on a :  
 $V_e = v_{GS} + V_s = 0 \Rightarrow v_{GS} = -V_s \dots\dots (2)$

En combinant les équations (1) et (2), on obtient :

$$i_s = \frac{V_s}{\rho // R_s} + g_m V_s$$

$$R_{sortie} = \frac{V_s}{i_s} = \frac{\rho // R_s}{1 + g_m(\rho // R_s)} = 285,3\Omega$$

On remarque que :

$$\left\{ \begin{array}{l} R_e \gg \\ R_{sortie} \ll R_e \\ A_V \approx 1 \end{array} \right.$$

Donc ce montage est un montage adaptateur d'impédance.

