

**3EE200**  
**TP n°4**  
**Amplificateur Source Commune**

*Chems-Eddine NAIMI*

Sorbonne Université - Sciences et Ingénierie  
3e année de Licence Électronique, Énergie Électrique et Automatique

# 1. Étude d'un montage amplificateur source commune à MOSFET et charge passive

Cahier de charge :

- $V_{DS0} = 3 \text{ V}$
- $I_{DS0} = 1 \text{ mA}$

Caractéristiques du MOSFET :

- $\mu_n C_{ox} \frac{W}{L} = 640 \mu\text{S} \pm 20\%$
- $|V_T| = 1 \text{ V} \pm 20\%$

On réalise le montage suivant :

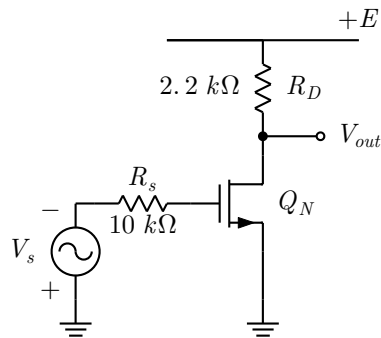


Figure 1.

## 1.1. Représentation du schéma équivalent du montage

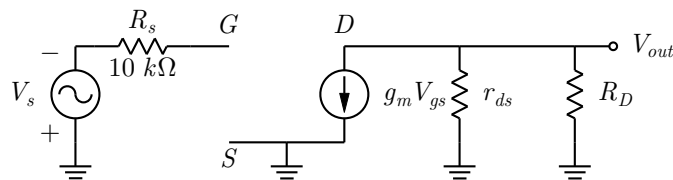


Figure 2.

$$A = \frac{V_{out}}{V_s} = -g_m (r_{ds} // R_D)$$

## 1.2. Calcul de $V_{GS0}$ , $g_m$ , et le gain $A$

En théorie, le courant  $I_D$  doit valoir  $1 \text{ mA}$ , le montage étant un amplificateur, on suppose que le transistor est en régime saturé, d'où l'expression du courant est la suivante :

$$I_D = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS0} - V_{Tn})^2$$

$$V_{GS0} = \sqrt{\frac{2I_D L}{\mu_n C_{ox} W}} + V_{Tn} \approx 2.77 \text{ V}$$

De la même manière :

$$g_m = \frac{2I_D}{V_{GS0} - V_{Tn}} \approx 1.13 \times 10^{-3} \text{ S}$$

Et enfin :

$$A = -g_m(r_{ds}/R_D)$$

Or  $r_{ds} \gg R_D$ , donc :

$$A \approx -g_m R_D \approx -2.48$$

### 1.3. Mesure de $V_{D0}$ et $I_{D0}$

On réalise le circuit et on pose :  $V_s = 2 \text{ V}$ . On mesure  $V_{D0}$  et on trouve  $V_{D0} = 4.5 \text{ V}$ , on peut en déduire le courant circulant aux bornes de la résistance  $R_D$  qui est égale à  $I_D$  :

$$I_D = \frac{E - V_D}{R_D} \approx 227 \text{ } \mu\text{A}$$

### 1.4. Augmenter la valeur de $V_G$ jusqu'à $V_D = 3 \text{ V}$

À  $V_{G0} = 2.7 \text{ V}$ ,  $V_{D0} = 3 \text{ V}$  et donc  $I_{D0} \approx 1 \text{ mA}$ , on peut considérer que le cahier de charges à été rempli.

### 1.5. Mesure du gain à vide

On met en entrée une tension sinusoïdale de fréquence  $1 \text{ kHz}$  et d'amplitude crête à crête  $V_{gpp} = 1 \text{ V}$ , On mesure en sortie  $V_{dpp} = 2.6 \text{ V}$ , avec une inversion de phase. On en déduit que :

$$A = \frac{V_{in}}{V_{out}} = -2.6$$

### 1.6. Calcul de la valeur de $g_m$

$r_{ds}$  étant très grand devant  $R_D$ , on peut le négliger et calculer  $g_m$  :

$$A = -g_m R_D = -2.6 \Rightarrow g_m = \frac{2.6}{R_D} \approx 1.18 \text{ mS}$$

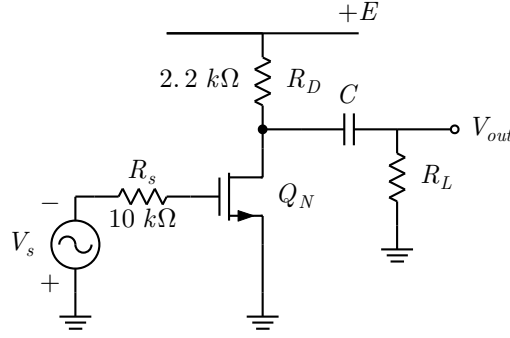
### 1.7. Mesure de $V_{in_{\max}}$

On augmente  $V_{in}$  jusqu'à la saturation, on trouve

$$V_{in_{\max}} \approx 1.3 \text{ V}$$

### 1.8. Mesure du gain à charge

On rajoute au montage précédent une capacité  $C$  et une résistance  $R_L$  en série :



**Figure 3.**

Avec  $R_L = 1 \text{ k}\Omega$  et  $C = 1 \mu\text{F}$ . Pour  $V_{in_{pp}} = 1 \text{ V}$ , l'amplitude de tension de sortie crête à crête  $V_{out_{pp}} = 0.8 \text{ V}$ , on en déduit que le gain en tension à charge vaut :

$$A_c \approx 0.8$$

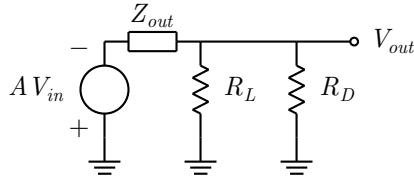
### 1.9. Pourquoi peut-on négliger l'impédance du condensateur?

À  $f = 1 \text{ kHz}$ , le module de l'impédance du condensateur vaut :

$$Z_c = \frac{1}{C2\pi f} \approx 159\Omega \ll 2.2 \text{ k}\Omega$$

### 1.10. Expression du gain en tension en charge en fonction du gain en tension à vide

On peut faire le schéma équivalent du montage amplificateur :



**Figure 4.**

$$V_{out} = \frac{R_L}{Z_{out} + R_L} A V_{in}$$

$$A_c = \frac{R_L}{Z_{out} + R_L} A$$

### 1.11. Déduire l'expression de $Z_{out}$

$$Z_{out} = \frac{A R_L V_{in} - R_L V_{out}}{V_{out}}$$

Pour  $A = 2.6$ ,  $R_L = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $V_{in} = 1$ ,  $V_{out} = 0.8$ , on trouve :

$$Z_{out} = 2250\Omega \approx R_D$$

## 2. Étude d'un montage amplificateur Source Commune à MOSFET et charge active

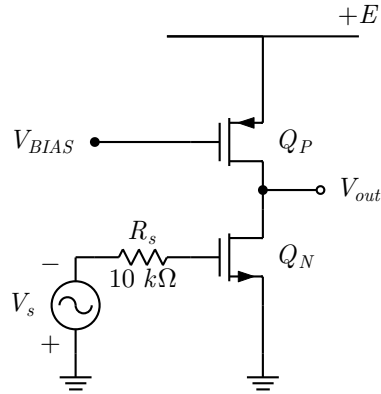


Figure 5.

### 2.1. Schéma équivalent en courant alternatif

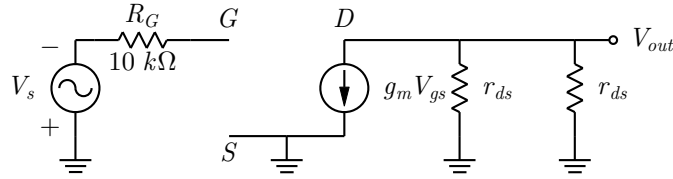


Figure 6.

### 2.2. Trouver $V_{BIAS}$ pour que $V_{D0}$ soit égal à 2.5 V

On se met à  $V_{G0} = 2.6$  V (pour que  $Q_N$  soit passant) et on fait varier  $V_{BIAS}$  jusqu'à avoir  $V_{D0} = 2.5$  V. On trouve :

$$V_{BIAS} = 2.26$$
 V

### 2.3. Trouver le gain à vide

On met en entrée un signal de fréquence  $f = 1$  kHz et d'amplitude crête à crête  $V_{in_{pp}} = 200$  mV, on obtient en sortie  $V_{out_{pp}} = 2.8$  V, on calcule le gain à vide :

$$A = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -14$$

### 2.4. Trouver $r_{ds}$ et $V_{AF}$

On a :

$$V_{out} = -g_m \frac{r_{ds}}{2} V_{gs}$$

$$r_{ds} = 2 \frac{|A|}{g_m} \approx 25 \text{ } k\Omega$$

On sait que  $r_{ds} = \frac{V_{AF}}{I_d}$ , donc :

$$V_{AF} = I_D \times r_{ds} = 25 \text{ } V$$