

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 :

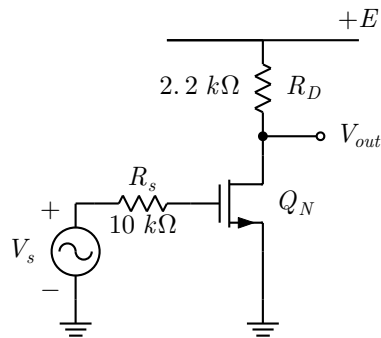


Figure 1.

1.1. Représentation du schéma équivalent du montage

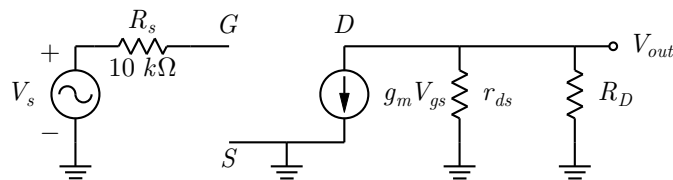


Figure 2.

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

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

En théorie, le courant I_D doit valoir 1 mA , le montage étant un amplificateur, on suppose que le transistor est en régime saturation, 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 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 :

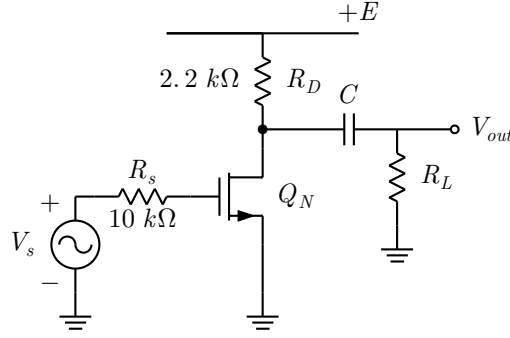


Figure 3.

Avec $R_L = 1 \text{ k}\Omega$ et $C = 1 \text{ }\mu\text{F}$. 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 :

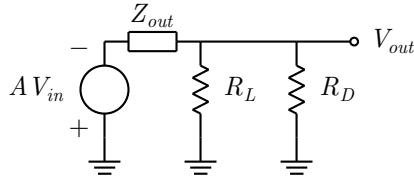


Figure 4.

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

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

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

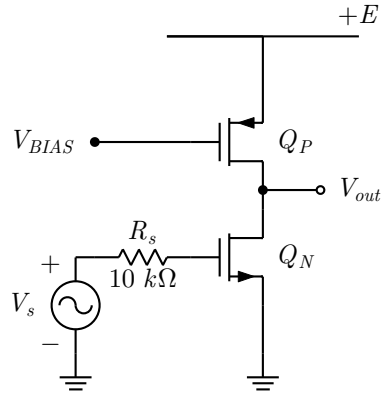


Figure 5.

2.1. Schéma équivalent en courant alternatif

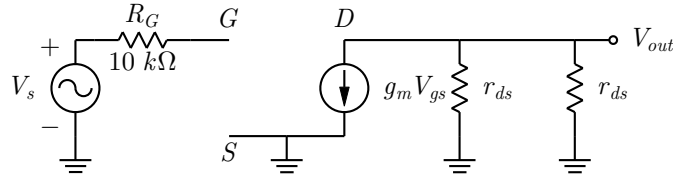


Figure 6.

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

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

$$V_{BIAS} = 2.26 \text{ V}$$

2.3. Trouver le gain à vide

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

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