

CORRECTION DE L'EXAMEN N°1 D'ÉLECTRONIQUE ANALOGIQUE

Questions de cours

1.
$$r_d = \left. \frac{dU}{dI} \right|_{(I_0, U_0)} = \frac{1}{(I_s e^{U_0/U_T})/U_T} \approx \frac{U_T}{I_0}$$
2. $I_{DS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_T}\right)^2$
3. $g_m = \frac{\partial I_{DS}}{\partial V_{GS}} = \frac{2 I_{DSS} (V_{GS} - V_T)}{V_T^2}$. La transconductance correspond à la pente de la tangente de la caractéristique du transistor $I_{DS} = f(V_{GS})$ (au point de polarisation).
4. Pour un NMOS Normally ON : $V_T < 0$. Pour un NMOS Normally OFF : $V_T > 0$.
5. La droite de charge statique est la droite $I_{DS} = f(V_{DS})$ imposée par le circuit externe (au transistor), en régime statique (signaux constants). Exemple : cf TD.

Exercice 1

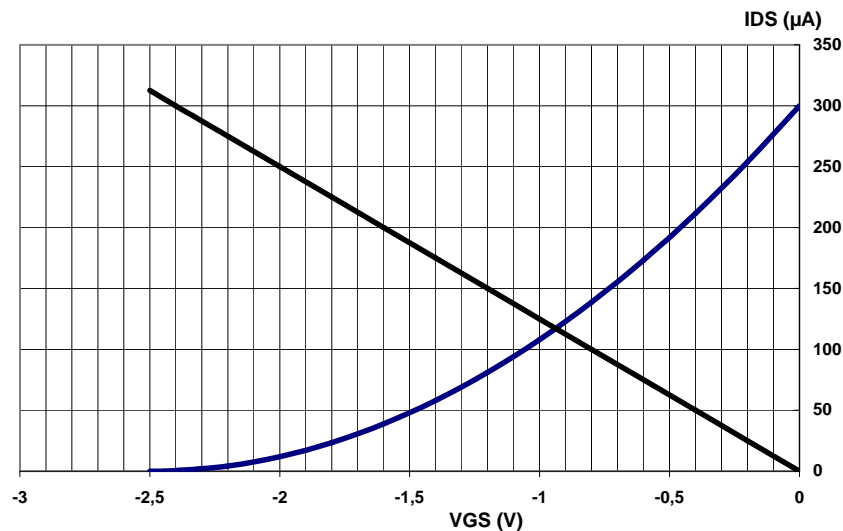


FIG. 1 – Droite d'attaque.

- I.1** $I_{DSS} = 300\mu A$ et $V_T = -2.5V$. Il s'agit d'un transistor canal N ($V_T < 0$ et $I_{DS} > 0$).
- I.2** Droite d'attaque : $0 = V_{GS} + (R + R_C) \times I_{DS}$. cf figure 1.
- I.3** D'après la figure 1 : $(I_{DS0}, V_{DS0}) \approx (125\mu A, -0.95V)$.
- I.4** DDC statique : $E = V_{DS} + (R_D + R + R_C) \times I_{DS}$. On en déduit : $V_{DS0} = E - (R_D + R + R_C) \times I_{DS0} \approx 14V$
- I.5** On peut évaluer la transconductance g_m à partir du graphique (pente de la tangente au point de polarisation) ou la calculer. On trouve : $g_m \approx 150\mu S$

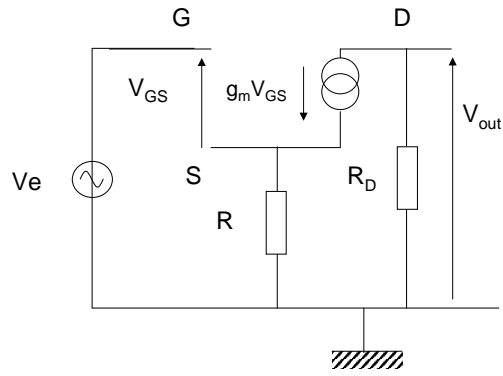


FIG. 2 – Schéma petits signaux dans la bande passante de l'exercice 1.

II.1 cf figure 2.

II.2 $v_{out} = -g_m R_D v_{gs}$. Or, $v_{gs} = v_g - v_s = v_e - g_m R v_{gs}$. Donc : $v_{gs} = v_e / (1 + g_m R)$. On en déduit :

$$A_v = \frac{v_{out}}{v_e} = -\frac{g_m R_D}{1 + g_m R}$$

A.N. : $A_v = -4.8$

Si on permute R et R_C , on obtient : $A'_v = -3.3$.

Le gain est donc plus grand (en valeur absolue) lorsque la résistance de la source est plus faible. Cette résistance est donc utile à la polarisation, mais doit être la plus faible possible pour les petits signaux. On a donc intérêt ici à découpler R_C plutôt que R . Dans le cas général, il est préférable de découpler au maximum les résistances de source (pour les montages type source commune).

Complément : droite de charge dynamique. Dans le repère lié aux petits signaux : $0 = (R_D + R) \times i_{ds} + v_{ds}$.

Exercice 2

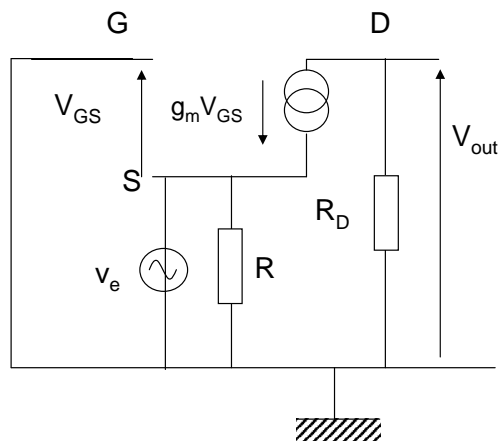


FIG. 3 – Schéma petits signaux dans la bande passante de l'exercice 2.

1 cf figure 3.

2 $v_{gs} = v_g - v_s = -v_e$.

3 $Z_e = v_e / i_e$. Or, $v_e = R_S (i_e + g_m v_{gs}) = R_S i_e - g_m R_S v_e$. On en déduit : $v_e (1 + g_m R_S) = R_S i_e$.
Finalement : $Z_e = R_S / (1 + g_m R_S)$.

4 Lorsque $v_e = 0V$: $v_{gs} = 0V$. Le montage se réduit à la résistance R_D entre le drain et la masse.

5 $Z_s = \frac{v_{out}}{i_{out}} |_{v_e=0}$. Donc $Z_s = R_D$. L'impédance de sortie est donc élevée ...

Complément : le gain (à vide) dans la bande passante vaut : $A_v = g_m R_D$.