

1 AMPLIFICATEUR A TRANSISTORS MOSFET

Le montage amplificateur représenté ci-dessous utilise des transistors MOS à canal N (T_1, T_2, T_4, T_5) et à canal P (T_3, T_6) qui ont des largeurs W_i de canal différentes :

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6
$W(\mu\text{m})$	45	225	450	75	600	600

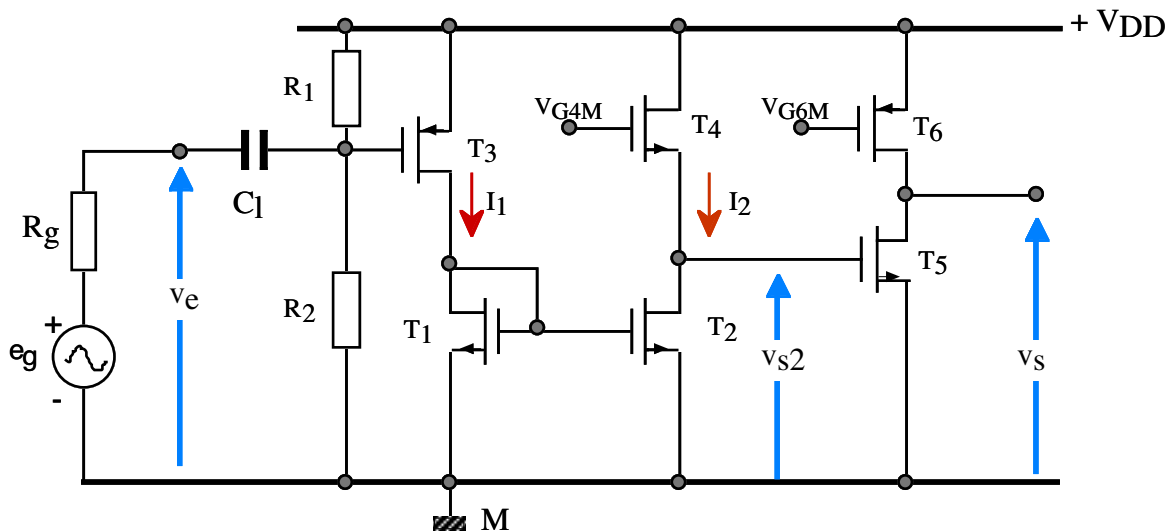
Les autres paramètres de la relation : $I_D = K \frac{W}{L} [V_{GS} - |V_T|]^2 (1 + \lambda V_{DS})$

sont les mêmes pour tous les transistors, à savoir :

$$K = 0,2 \text{ mA V}^{-2} ; L = 10 \mu\text{m} ; |V_T| = 2 \text{ V} ; \lambda = 10^{-2} \text{ V}^{-1} \text{ avec } \lambda V_{DS} \ll 1$$

Les résistances R_1 et R_2 ont été calculées afin de polariser convenablement le transistor T_3 .

Les tensions par rapport à la masse V_{G4M} et V_{G6M} sont des **tensions continues**.



- 1) Donner l'expression de la transconductance g_{mi} de chaque MOS en fonction de K, W_i, L et I_{Di} en négligeant $\lambda V_{DS} \ll 1$.
- 2) Calculer l'expression du rapport des courants I_2 / I_1 . Sachant que $I_1 = 50 \mu\text{A}$, calculer I_2 .
- 3) T_1 étant monté avec la grille reliée au drain, dessiner le schéma équivalent à un tel montage aux petites variations et rechercher l'expression de la résistance équivalente r_1 du dipôle ainsi constitué.
Application numérique.
- 4) La tension V_{G4M} étant maintenue rigoureusement constante par rapport à la masse, rechercher la résistance r_4 équivalente à T_4 monté en charge active de T_2 . A.N.

- 5) La tension V_{G6M} étant maintenue rigoureusement constante par rapport à la masse, rechercher la résistance r_6 équivalente à T_6 monté en charge active de T_5 . A.N.
Sachant que $I_{D5} = 0,5 \text{ mA}$, faire l'application numérique.
- 6) Dessiner le schéma équivalent du montage complet aux petites variations en remplaçant chaque charge active par sa résistance équivalente. Faire les approximations justifiées.
- 7) Calculer le gain (v_{s2} / v_e) en l'exprimant en fonction des dimensions du canal W_1 des transistors T_1, T_3, T_2 et T_4 . Faire l'application numérique.
- 8) Calculer le gain (v_s / v_{s2}) ainsi que le gain A du montage complet dont on donnera la résistance de sortie.

CORRECTION

1. Transconductance : $g_{mi} = \left(\frac{dI_{Di}}{dV_{GS}} \right)_{V_{DS} \text{ ct}} = 2k' \frac{W_i}{L} (V_{GS} - |V_T|)$

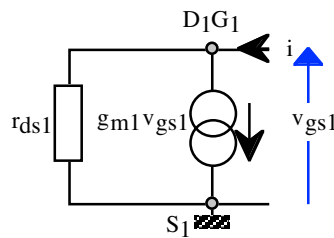
Avec : $(V_{GS} - |V_T|) = \sqrt{\frac{I_{Di}L}{W_i k'}}$, il vient :

$$g_{mi} = 2\sqrt{k' \frac{W_i}{L} I_{Di}}$$

2. Les MOS T₁ et T₂ identiques ont de plus la même tension V_{GS}.

Dans ces conditions : $\frac{I_1}{I_2} = \frac{W_1}{W_2}$ $I_2 = I_1 \frac{W_2}{W_1} = 250\mu A$

3. Schéma aux variations :

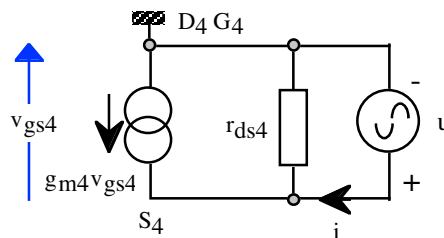


Nœud G₁ : $i - g_{m1}v_{gs1} - \frac{v_{gs1}}{r_{ds1}} = 0$

$$r_1 = \frac{v_{gs1}}{i} = \frac{1}{g_{m1} + \frac{1}{r_{ds1}}} \approx \frac{1}{g_{m1}} = 2,36k\Omega$$

$$r_{ds1} = \frac{1}{\lambda I_{D1}} = 2M\Omega \quad g_{m1} = 4,24 \cdot 10^{-4} S$$

4. On applique la méthode de l'ohmmètre :

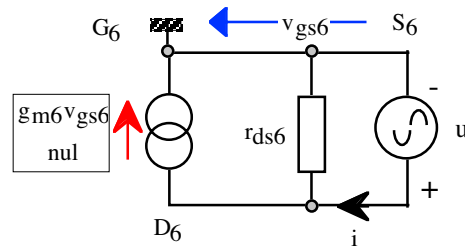


Nœud S₄ : $i = \frac{u}{r_{ds4}} - g_{m4}v_{gs4}$ $v_{gs4} = -u$

$$r_4 = \frac{u}{i} = \frac{1}{g_{m4} + \frac{1}{r_{ds4}}} \approx \frac{1}{g_{m4}} = 816\Omega$$

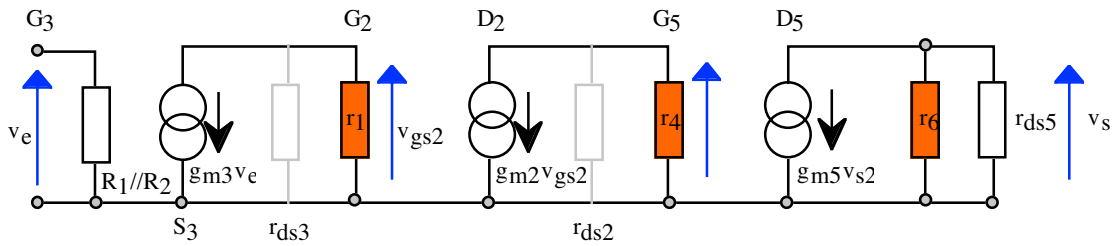
$$r_{ds4} = \frac{1}{\lambda I_{D4}} = 400k\Omega \quad g_{m4} = 1,22mS$$

5. La tension de commande v_{gs6} est nulle, aussi (g_{m6}·v_{gs6}) est un courant dépendant nul.



$$r_6 = \frac{u}{i} = r_{ds6} = \frac{1}{\lambda I_{D6}} = 200 \text{ k}\Omega$$

6. Schéma équivalent du montage complet :



$$7. \quad v_{gs2} = -r_1 g_{m3} v_e \quad v_{s2} = -r_4 g_{m2} v_{gs2}$$

$$\frac{v_{s2}}{v_e} = r_1 r_4 g_{m2} g_{m3} = \frac{g_{m2} g_{m3}}{g_{m1} g_{m4}}$$

$$\text{Sachant que : } g_{mi} = 2 \sqrt{k' \frac{W_i}{L} I_{Di}}$$

$$\frac{v_{s2}}{v_e} = \sqrt{\frac{W_2 W_3}{W_1 W_4}} = 5,48$$

$$8. \quad \frac{v_s}{v_{s2}} = -g_{m5} (r_6 // r_{ds5}) = -490 \quad g_{m5} = 4,9 \text{ mS} \quad r_6 = r_{ds5} = 200 \text{ k}\Omega$$

Gain du montage complet : - 2680.

Pour obtenir la résistance de sortie, il faut faire $v_e = 0$. Tous les générateurs dépendants sont alors nuls. Dans ces conditions : $R_s = r_6 // r_{ds5} = 100 \text{ k}\Omega$.

La résistance d'entrée du montage est égale à $(R_1 // R_2)$.