

NOM : ..... PRENOM : .....

GROUPE : .....

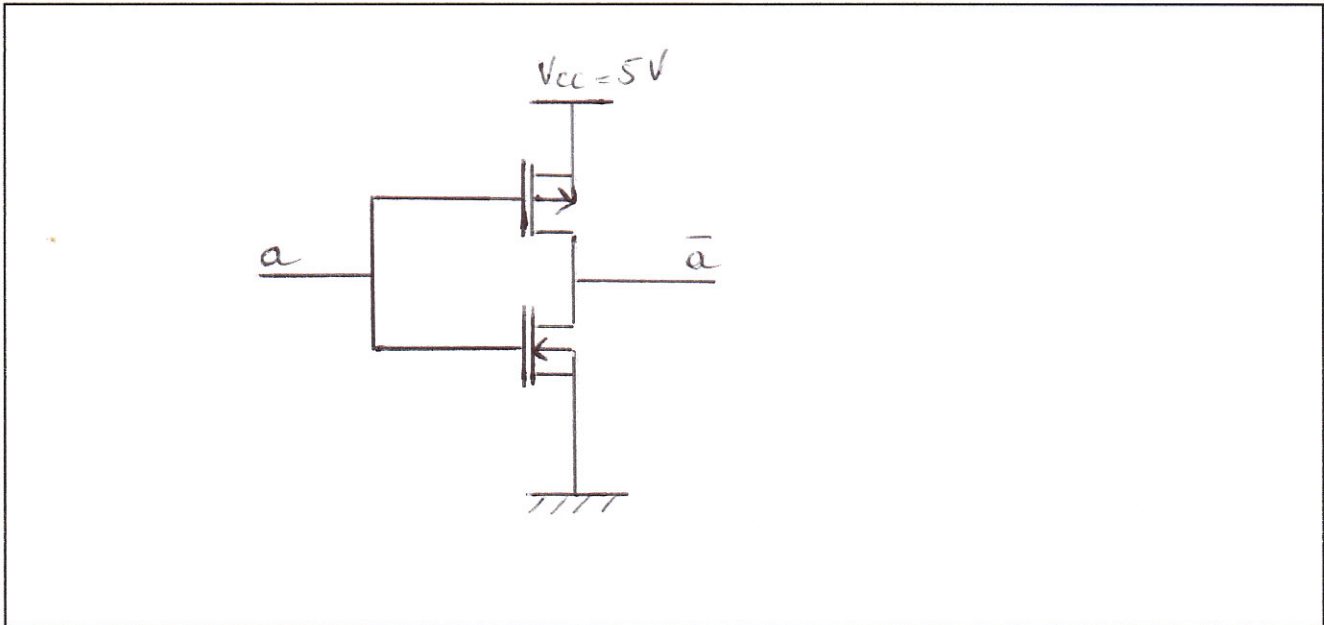
## Contrôle 2 Electronique

Les calculatrices et les documents ne sont pas autorisés. Le barème est donné à titre indicatif.

Réponses exclusivement sur le sujet

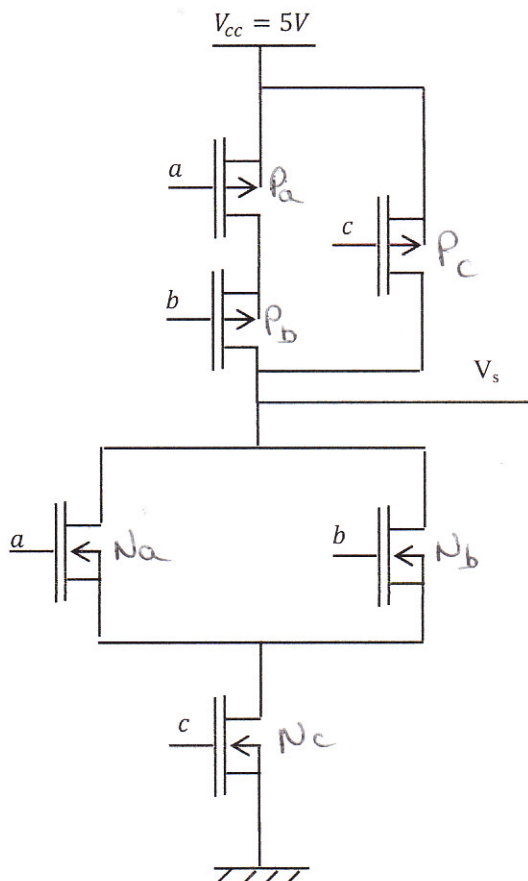
### Exercice 1. Transistors MOS et Portes Logiques (5 points)

a) Donnez le schéma d'une porte NON réalisée en technologie CMOS.



b) Soit le montage suivant : De quelle fonction logique s'agit-il ? Justifiez votre réponse.

Rq : Vous donnerez le résultat sous la forme d'une équation logique et n'oubliez pas de rappeler les conditions de passage et de blocage des MOSFET.



$$\text{Ou } a \mid (P_a + P_b) \parallel P_c \mid (N_a \parallel N_b) + N_c \Rightarrow \text{Complémentaire tanté}$$

On peut donc étudier un seul des étages.

On sait, de plus, que :

- $\uparrow / \text{OS} P$  :  $V_{GS} = -5V \Rightarrow \text{Conducteur}$   
 $V_{GS} = 0V \Rightarrow \text{Bloqué}$
- $\uparrow / \text{OS} N$  :  $V_{GS} = 5V \Rightarrow \text{Conducteur}$   
 $V_{GS} = 0V \Rightarrow \text{Bloqué}$

Par que  $V_S = 5V$ , il faut :

(  $P_a \text{ ET } P_b \text{ cond.}$  ) ou  $P_c \text{ cond.}$

$\Rightarrow S = \bar{a} \cdot \bar{b} + \bar{c}$

## Exercice 2. Cours : Principe de fonctionnement d'un JFET Canal N (4 points)

Compléter le texte à trous suivant (8 trous à remplir).

Principe de fonctionnement : Le canal N, entre le drain et la source, constitue un dipôle qui sera conducteur<sup>1</sup> selon la valeur de la tension  $V_{GS}$ . On a :

- Si cette tension est négative et supérieure à  $V_C$ , le canal Drain-Source est conducteur.
- Si elle est inférieure à  $V_C$ , le canal Drain-Source est bloqué.

La tension  $V_C$  est une caractéristique du transistor. On l'appelle la tension de bloquage. Pour un JFET Canal N, elle est de l'ordre de  $-5V$ .

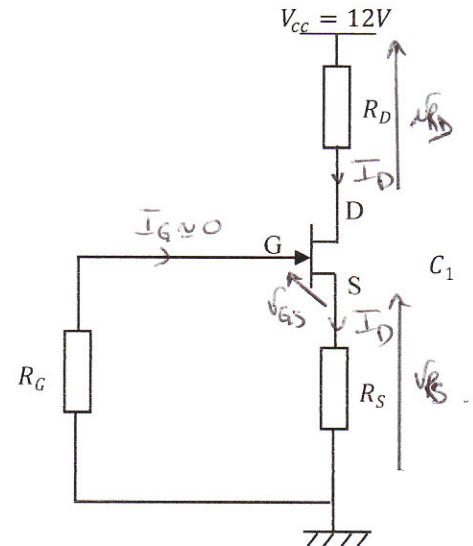
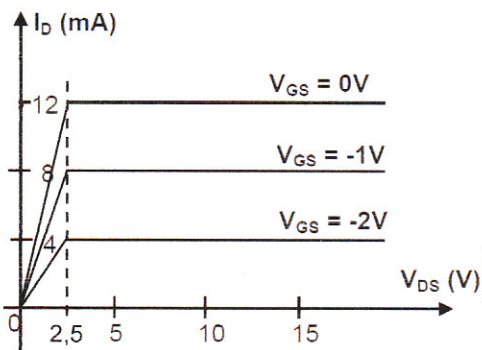
Lorsque le transistor est conducteur, il peut présenter deux types de fonctionnement selon la tension  $V_{DS}$ .

- Si cette tension est positive et inférieure à  $V_P$ , on dit que le transistor fonctionne dans sa zone résistive (ou ohmique).
- Si cette tension est supérieure à  $V_P$ , on dit que le transistor fonctionne dans sa zone linéaire.

La tension  $V_P$  est appelée tension de pincement du transistor. Elle est de l'ordre de 2 à 3V pour un JFET Canal N.

### Exercice 3. Polarisation des JFET (5 points)

On considère un transistor à effet de champ à jonction canal N, et son réseau de caractéristiques présenté sur le graphique suivant et on l'inclut dans le montage ci-contre.



- a) On veut que le transistor fonctionne dans sa zone linéaire avec  $v_{GS} = -2V$  et  $v_{DS} = 6V$ . Déterminer les valeurs des résistances  $R_D$  et  $R_S$  pour obtenir ce point de polarisation.

On veut que le JFET fonctionne dans sa zone linéaire avec  $v_{GS} = -2V \Rightarrow I_D = 4 \text{ mA}$ .  
 De plus, le courant de grille  $I_G \approx 0 \Rightarrow$  Pas de tension aux bornes de  $R_G$ .  
 On a donc  $v_{RS} = R_S \cdot I_D = -v_{GS} \Rightarrow R_S = \frac{2}{4 \cdot 10^{-3}} = 500 \Omega$   
 Puis, on a  $V_{CC} = V_{RD} + V_{DS} + V_{RS} \Rightarrow V_{RD} = V_{CC} - V_{DS} - V_{RS}$   
 $= 12 - 6 - 2 = 4V$   
 $\Rightarrow R_D = \frac{V_{RD}}{I_D} = 1k \Omega$

- b) On veut maintenant que le transistor fonctionne dans sa zone ohmique avec  $v_{GS} = -2V$ . Déterminer la condition sur la valeur de la résistance  $R_D$  ainsi que la valeur de  $R_S$  pour obtenir ce point de polarisation.

Si le transistor fonctionne dans sa zone ohmique, alors :

- $v_{DS} \leq 2,5V$
- $I_D \leq 4 \text{ mA}$

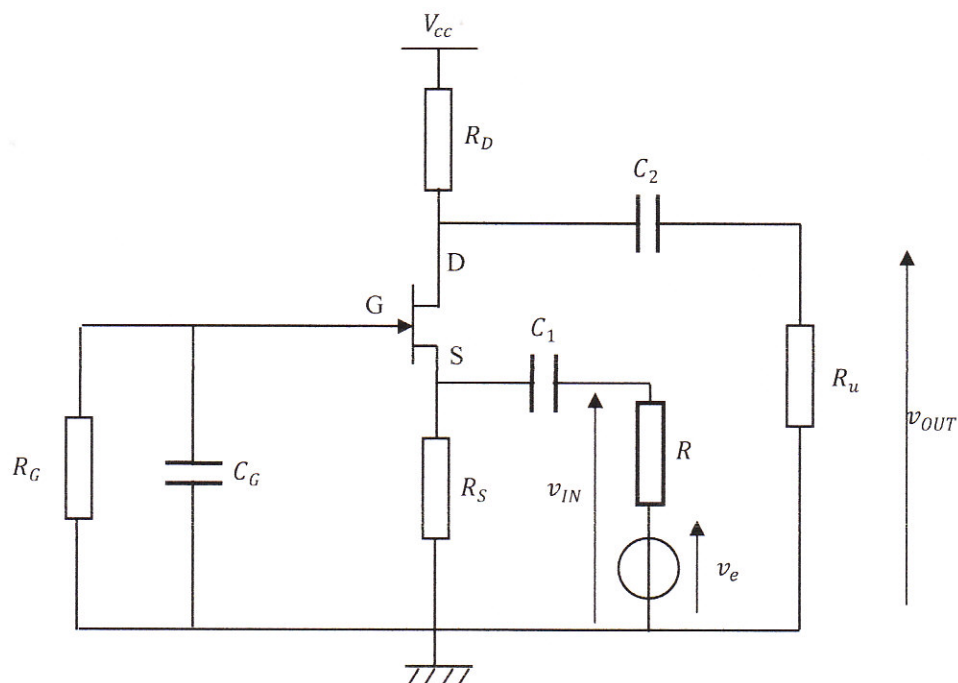
On a toujours  $R_S = -\frac{v_{GS}}{I_D} = \frac{2}{I_D} \geq 500 \Omega$



De la même façon, on a  $V_D = V_{CC} - V_{DS} - V_{RS} \geq 12 - 2,5 - 2 = 7,5$   
 et  $R_D = \frac{V_{RD}}{I_D} \geq \frac{7,5 \cdot 10^3}{4} \Omega$ .

#### Exercice 4. Transistors à effet de champ - Petits signaux (6 points)

Soit le schéma ci-dessous :



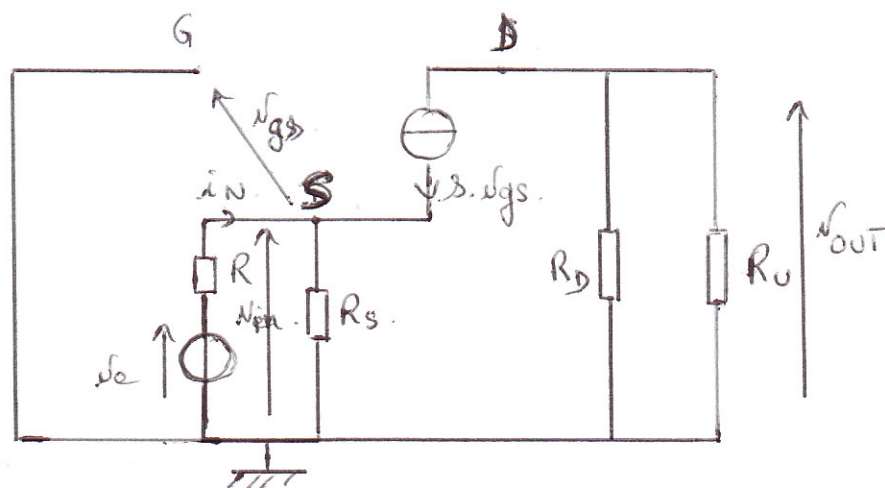
- Les condensateurs sont considérés comme des condensateurs de liaison ou de découplage.
- $v_e$  est un signal variable pouvant être considéré comme petit.
- $v_{IN}$  est la tension sinusoïdale à l'entrée de l'amplificateur
- $v_{OUT}$  est la tension sinusoïdale de sortie de l'amplificateur.

- a) Par quoi remplacez-vous les condensateurs en régime continu? En régime variable (pour les petits signaux)?

Un condensateur de liaison ou de découplage est équivalent :

- à un interrupteur ouvert en continu
- à un fil en régime variable, pour les petits signaux.

- b) Dessiner le schéma équivalent petits signaux du montage. On négligera la résistance de sortie du transistor.



- c) Déterminer l'amplification en tension de ce montage.

Rq : On pourra exprimer les tensions d'entrée et de sortie en fonction de  $v_{gs}$ .

$$A_V = \frac{v_{OUT}}{v_{IN}} \quad \text{Comme } R_D \text{ et } R_U \text{ sont en //, on a } v_{OUT} = - \frac{R_D R_U}{R_D + R_U} \cdot s \cdot v_{gs}$$

De plus, la loi des mailles permet d'écrire :  $v_{IN} + v_{gs} = 0$

$$\Rightarrow \underline{A_V = s \cdot \frac{R_D R_U}{R_D + R_U}}$$

- d) Quelle est l'expression de l'impédance d'entrée  $Z_e = \frac{v_{IN}}{i_{IN}}$  de ce circuit. Simplifier cette expression si  $R_S \gg \frac{1}{s}$ .

$$\text{On a } i_{IN} + s \cdot v_{gs} = \frac{v_{IN}}{R_S} \quad (\text{loi des nœuds}) \quad \text{et } v_{IN} = -v_{gs}$$

$$\Rightarrow i_{IN} = v_{IN} \left( \frac{1}{R_S} + s \right) = \left( \frac{1 + s R_S}{R_S} \right) v_{IN}$$

$$\Rightarrow \underline{Z_e = \frac{v_{IN}}{i_{IN}} = \frac{R_S}{1 + s R_S}}$$

$$\text{Si } R_S \gg \frac{1}{s} \quad (\text{i.e. } s R_S \gg 1) \quad \text{alors } \underline{Z_e \approx \frac{1}{s}}$$