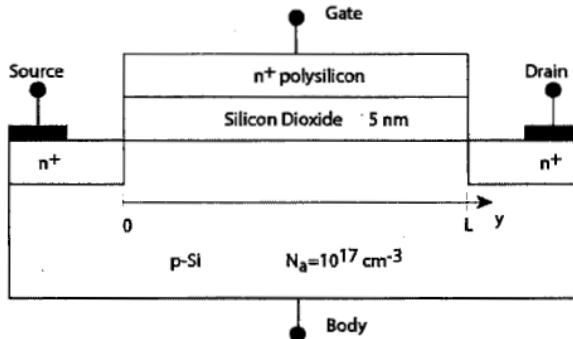


# Dispositifs Microélectroniques

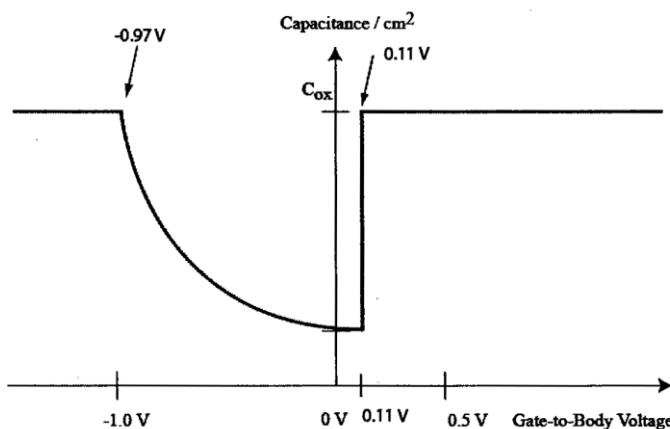
## Exercices: Session 09

### Ex 1 :

Soit une structure MOS sur substrat de silicium de type p à grille polysilicium n+. On connaît :  $N_a=10^{17} \text{ cm}^{-3}$ , l'épaisseur de l'oxyde,  $t_{ox}=5 \text{ nm}$ , la tension de bandes plates,  $V_{FB}=-0.97 \text{ V}$ , la longueur du canal  $L = 0.25 \mu\text{m}$ , la largeur du canal  $W = 2.5 \mu\text{m}$  et la mobilité des électrons dans le canal  $\mu_n = 250 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ .  $\epsilon_{ox} = 3.9 * \epsilon_0$ ,  $\epsilon_0 = 8.85 * 10^{-14} \text{ F} * \text{cm}$



On a mesuré la capacité MOS entre la grille et le body avec la source et le drain connectés au substrat (body), et en appliquant une tension entre Grille et Body, VGB et on a obtenu la courbe ci-dessous :



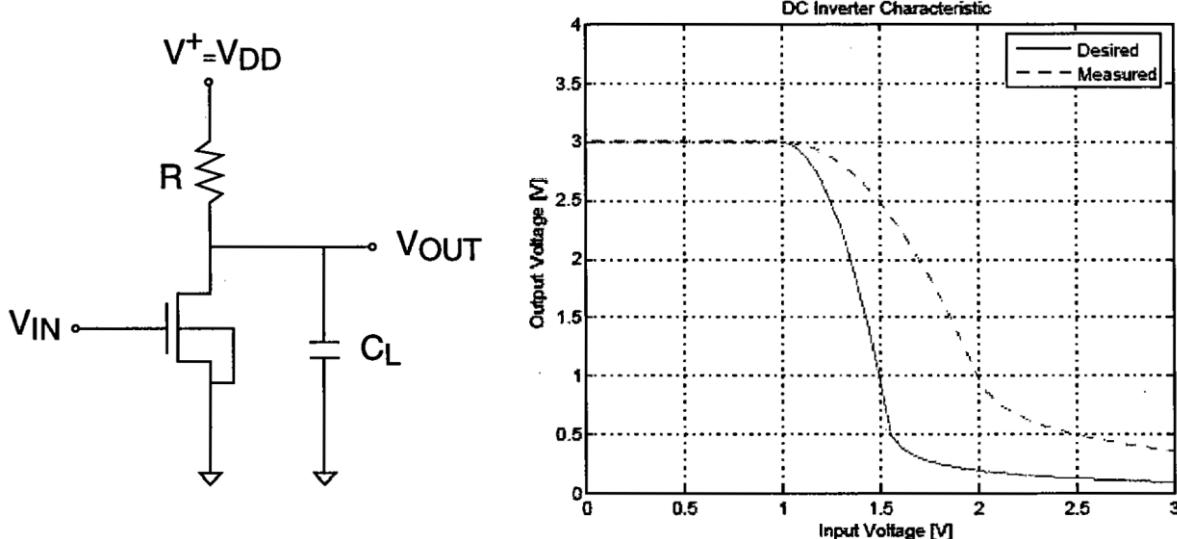
Si on applique les polarisations :  $V_{BS}=0 \text{ V}$ ,  $V_{DS}=0.1 \text{ V}$ ,  $V_{GS}=1.11 \text{ V}$  répondre aux questions suivantes :

1. Calculer la charge d'inversion dans le canal du côté du drain  $Q_n(y=L)$ . la coordonnée y est considérée au long du canal et l'origine ( $y=0$ ) à la source.
2. Calculer la vitesse de drift des électrons au drain,  $v_n(y=L)$ .
3. On souhaiterait que le transistor MOS ait un courant  $ID=1 \text{ mA}$  pour les polarisations  $V_{DS}=1.8 \text{ V}$ ,  $V_{GS}=1.35 \text{ V}$ . Ceci nécessite la modification de la tension de seuil par application d'une polarisation du substrat  $V_{BS}$ .

- Quelle est la tension  $V_T$  qui assure ce courant pour les valeurs des tensions mentionnées ?
- Calculez la densité de la charge d'inversion à la source
- Calculez la vitesse de drift des électrons à la source.

## Ex. 2

Le circuit ci-dessous présente un inverseur NMOS avec une capacité  $C_L$  en sortie et les caractéristiques de transfer  $V_{out}-V_{in}$  ont été mesurées. On se propose de déterminer la cause des différences entre la caractéristique désirée et celle mesurée.



Les possibles raisons des différences sont : les dimensions du MOSFET et le rapport  $W/L$ , l'épaisseur de l'oxyde, le dopage du substrat Na et la résistance de charge  $R_L$ . **Supposez qu'une erreur a été faite sur un seul de ces quatre paramètres.**

- Basé sur la caractéristique  $V_{out}-V_{in}$  mesurée, estimatez les tensions de seuil du transistor : valeurs désirée et mesurée.
- Utilisant les courbes  $V_{out}-V_{in}$  de l'inverseur estimatez les valeurs du paramètre:  $K \times R$  (où  $K = \frac{W}{L} \mu_n C_{ox}$ ) **désiré** et **mesuré**.
- Tenant compte de ces résultats, répondez aux questions suivantes :
  - Est-il possible que la différence entre la caractéristique mesurée et celle désirée soit due à une erreur sur le rapport  $W/L$  ?
  - Est-il possible que la différence entre la caractéristique mesurée et celle désirée soit due à une mauvaise valeur de l'oxyde de grille ?
  - Est-il possible que la différence entre la caractéristique mesurée et celle désirée soit due à une mauvaise valeur du dopage ?
  - Est-il possible que la différence entre la caractéristique mesurée et celle désirée soit due à une mauvaise valeur de la résistance  $R$  ?

### Discussion.