



Exercice E10.1: opération subthreshold

- a) Dessinez la coupe d'un transistor NMOS.
- b) Le substrat, la source et le drain sont mis à la masse.
La tension de gate correspond à la tension de flat-band V_{fb} .
Dessinez le schéma de bande le long d'une ligne droite reliant la source au drain et passant juste sous l'oxyde.
- c) Quelle structure spécifique pouvez-vous reconnaître ?
- d) Comment varier les tensions de gate et de drain pour la faire fonctionner en mode actif ?
Indiquez les courants principaux dans ce mode.



Exercice E10.2: VLSI et dissipation d'énergie

Considérons un chip avec une “Very Large Scale Integration” (VLSI) travaillant à température ambiante. Il contient 10^9 NMOS, tous “fermés” donc avec une tension de gate $V_G=0$. Le courant “subthreshold” est exprimé par:

$$I_{D,sub} \cong I_{0,sub} \cdot e^{q(V_G - V_T)/nkT} \quad \text{avec} \quad n = 1.33$$

- A) Le courant à $V_G=0$ V pour une tension de threshold $V_T=0.5$ V est de 4 pA par transistor. Quelle est la consommation en courant de tout le chip lorsque les transistors sont tous fermés ?
- B) Nous diminuons la tension de threshold à $V_T=0.25$ V. Quelle est maintenant la consommation en courant de tout le chip lorsque les transistors sont tous fermés ?

Commentaire: Cet exercice vise à montrer que le courant “subthreshold” pose une limite inférieure pour la tension de voltage, ceci afin d’assurer une bonne “fermeture” des transistors. Dans un micro-processeur, il y a en effet beaucoup plus de transistors au repos que de transistors “ouverts”.



Exercice E10.3: question de réflexion

Répondez à la question de réflexion

	Quelles sont les contraintes sur l'oxyde d'une structure MOS ? Discutez le cas d'une structure MOS sur substrat p en inversion forte (transistor) et celui de la même structure en déplétion profonde (CCD).
--	--

Exemple: on applique 5V sur le gate. Dans lequel des deux cas (inversion forte ou déplétion profonde) le champ électrique dans l'oxyde est-il le plus important ? (risque de claquage!).



Exercices E10.4

E10.4: MOSFET avec grille et drain court-circuités

- a) Lorsque la tension de drain et celle de gate sont court-circuitées ($V_G = V_D$), comparez la tension de drain V_D avec la tension de saturation $V_{D,sat}$ (nous supposons une tension de threshold V_{M0} positive pour le NMOS, et la source et substrat connectés à la masse)
- b) Que peut-on en déduire sur le régime de fonctionnement du NMOS ?
- c) Déterminez la relation courant-tension de ce transistor NMOS avec la grille et le drain court-circuités.
- d) Comment peut-on à partir de la mesure de cette caractéristique déterminer la tension de seuil ?