

Majeure de "Micro-Nano-Optoélectronique"

Cours : "Circuits électroniques"

Petite Classe n°1

1^{ère} partie : fonctionnement d'un inverseur CMOS

Objectif :

On se propose d'étudier le fonctionnement électronique statique d'un inverseur CMOS (montage simple à deux transistors complémentaires vu en cours) et de déterminer sa caractéristique $V_{out} = f(V_{in})$ ainsi que le courant consommé.

Introduction :

Soit un inverseur CMOS du type vu dans le cours :

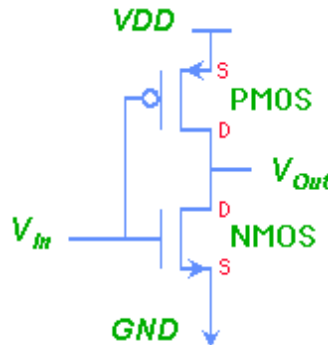


Fig. 1 : Inverseur CMOS

Il utilise des transistors appariés en technologie $0,5 \mu\text{m}$ pour lesquels :

$$\mu_n C_{ox} = 100 \mu\text{A} / \text{V}^2 ; (W/L)_n = 2 \mu\text{m} / 1 \mu\text{m} ; |V_{Tn}| = 0,8 \text{ V} \quad V_{DD} = 3,3 \text{ V}$$

Rappel de l'allure des caractéristiques d'un autre transistor NMOS vu en cours :

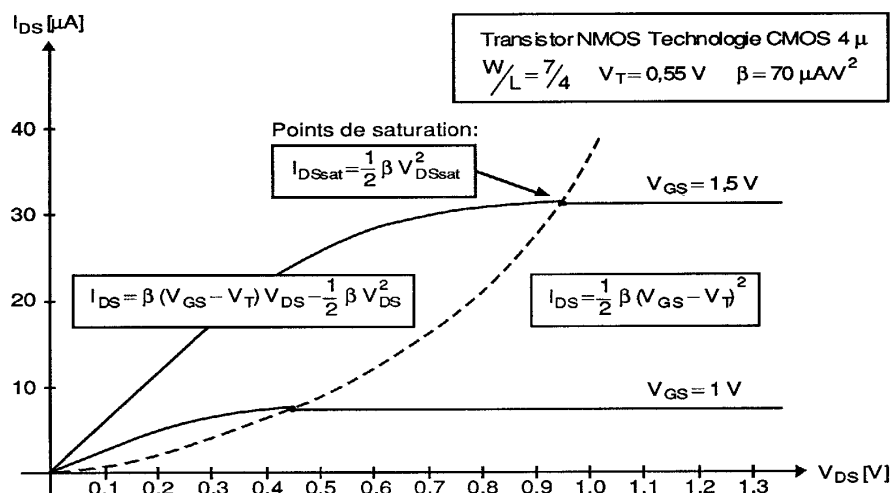


Fig. 2 : Allure des caractéristiques d'un transistor NMOS

On rappelle les équations statiques du transistor NMOS ($V_{DS} > 0$ et $V_T > 0$) :

- régime bloqué pour $V_{GS} \leq V_T$: $I_D = 0$
- régime "résistif" pour $V_{DS} < V_{GS} - V_T$: $I_D = \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} \left[(V_{GS} - V_T)V_{DS} - \frac{1}{2}V_{DS}^2 \right]$
- régime saturé pour $V_{DS} \geq V_{GS} - V_T$: $I_D = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_T)^2$

Et les équations statiques du transistor PMOS ($V_{DS} < 0$ et $V_T < 0$) :

- régime bloqué pour $V_{GS} > V_T$: $I_D = 0$
- régime "résistif" pour $V_{DS} > V_{GS} - V_T$: $I_D = \mu_p C_{ox} \frac{W}{L} \left[(V_{GS} - V_T)V_{DS} - \frac{1}{2}V_{DS}^2 \right]$
- régime saturé pour $V_{DS} \leq V_{GS} - V_T$: $I_D = \frac{1}{2} \mu_p C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_T)^2$

Caractéristique de transfert

Construire la représentation graphique de la courbe $V_{out} = f(V_{in})$ de l'inverseur CMOS, en déterminant les points caractéristiques de la façon suivante :

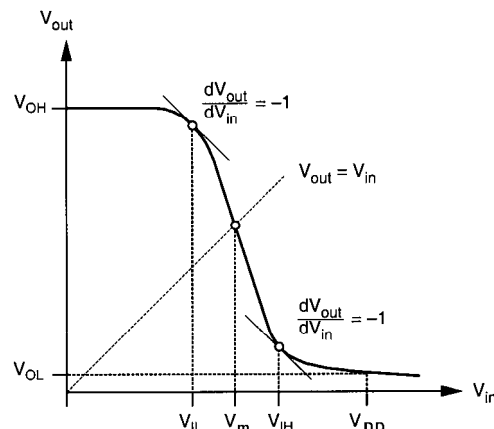


Fig. 3 : Définition de V_{ob} , V_{oh} , V_{ib} , V_{ih}

- ✎ Calculer les valeurs des deux tensions de sortie V_{ol} et V_{oh} ,
- ✎ Calculer les valeurs des deux tensions d'entrée V_{il} et V_{ih} ,
- ✎ Calculer les marges de bruit NM_l et NM_h (on définira ces grandeurs au cours de la PC), ainsi que V_m pour lequel $V_{out} = V_{in}$.

Courant consommé

- ✎ Déterminer le courant I_{max} consommé sur l'alimentation lorsque $V_{in} = V_{out} = V_m$ et la puissance dissipée correspondante.
- ✎ Pour quelles tensions d'entrée, ce courant vaut-il 1/2 de I_{max} , ou bien 1/10 de I_{max} ?
- ✎ A partir de quelles tensions d'entrée le courant consommé est-il nul ?

2^{ème} Partie : Réalisation CMOS d'une fonction booléenne

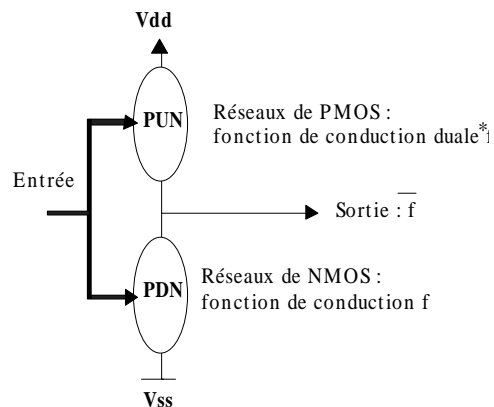
Objectif :

Réaliser en utilisant les principes des réseaux de conduction un circuit statique réalisant une fonction booléenne S à trois entrées (A, B, C) dont la table de vérité est donnée par :

A	0	1	0	1	0	1	0	1
B	0	0	1	1	0	0	1	1
C	0	0	0	0	1	1	1	1
S	0	0	0	1	0	1	1	1

Méthodologie de synthèse

- ✎ Exprimer S sous forme d'une fonction booléenne $S = f(A, B, C)$.
- ✎ Réaliser sous forme de réseaux de conduction la fonction duale \bar{S} .
On rappelle le schéma de principe donné en cours :



- ✎ Réaliser la fonction S sous forme de réseaux de conduction.