

TD/TME semaine 2 : Simulation Électrique – eldo

Objectif(s)

- ★ Dans un premier temps, vous allez utiliser le simulateur électrique **eldo**¹ et l'interface de visualisation **ezwave** pour observer les caractéristiques statiques et dynamiques du transistor NMOS et de l'inverseur CMOS.
- ★ Dans un second temps vous allez étudier l'influence de la charge (nb de portes attaquées) sur le temps de propagation d'un inverseur puis d'un inverseur suivi d'un buffer.
- ★ En dernier lieu, vous allez observer l'influence de la résistance des fils d'interconnexion sur les temps de propagation

Pour utiliser les outils **eldo**¹ et **ezwave** et avoir 'sourcer' le fichier `~mentor/ams2015.1.csh` (il faut être sous shell tcsh).

En résumé en début de séance effectuez dans l'ordre :

1. Ouvrir un terminal,
2. Passer en tcsh en tapant `tcsh`
3. faire un `source` du script de configuration de l'environnement :
`~mentor/ams2015.1.csh`

Exercice(s)

La plupart des fichiers sont fournis, vous n'aurez que quelques modifications mineures à effectuer. Les fichiers se trouvent dans le répertoire suivant :

`/users/enseig/galayko/VLSI/TP2`

Exercice 1 – Caractéristiques du transistor NMOS

Copiez le fichier `polar_nmos.spi` dans votre répertoire et lancez la simulation. Dans cette simulation la tension $V_{DS} = 3.3V$ et on fait varier la tension V_{GS} de $0V$ à $3.3V$ et on mesure le courant I_{DS} .

Question 1

Déterminez la tension de seuil à partir de laquelle le transistor commence à être passant.

Exercice 2 – Simulation statique de l'inverseur CMOS

Copiez les fichiers `mon_inv.spi` et `inv_statique.spi` dans votre répertoire et lancez la simulation.

```
> eldo inv_statique.spi
```

1. la documentation se trouve dans le répertoire `/users/soft/mentor/ams2015.1/aol/docs/pdfdocs/`, consultez le fichier `eldo_ur.pdf`

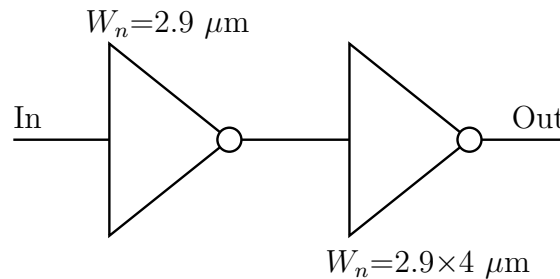


FIGURE 1 – Buffer à insérer.

Question 1

Qu'observez-vous, cet inverseur vous paraît-il équilibré ? Justifiez votre réponse.

Question 2

Faites varier la valeur de W_p jusqu'à ce que l'inverseur soit équilibré.

Exercice 3 – Simulation dynamique de l'inverseur CMOS

Copiez le fichier `inv_dynamique spi` dans votre répertoire et lancez la simulation.

Question 1

Ajoutez une capacité de charge à la sortie de votre inverseur, faites varier la valeur de cette capacité de 0 fF à 100 fF. Pour chaque valeur mesurez le temps de commutation de l'inverseur et tracez la courbe.

Exercice 4 – Insertion d'un buffer

Copiez le fichier `buf_x8 spi` dans votre répertoire et en partant du fichier `inv_dynamique spi` écrivez le fichier `invplusbuf spi` qui ajoute un buffer `buf_x8` entre la sortie de l'inverseur et la capacité de charge. Le schéma de principe du buffer est donné fig. 1.

Question 1

Simulez ce nouveau circuit en faisant varier la capacité de charge comme pour l'exercice précédent.

Question 2

A partir de quelle valeur de charge, l'insertion d'un buffer est utile au temps de propagation global ?

Question 3

A combien d'inverseurs correspond cette charge ?

Exercice 5 – Influence de la resistance des fils d'interconnexion

Créez maintenant deux nouveaux fichiers (`inv_dynamique_resist spi` et `invplusbuff_resist spi`) en ajoutant une résistance correspondant aux fils d'interconnexion reliant la sortie de l'inverseur ou du buffer à la capacité de charge.

Question 1

Simulez ces nouveaux circuits en fixant la capacité de charge à 90 nF. Qu'observez vous ? Proposez une explication.