

# ΨΗΦΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ VLSI

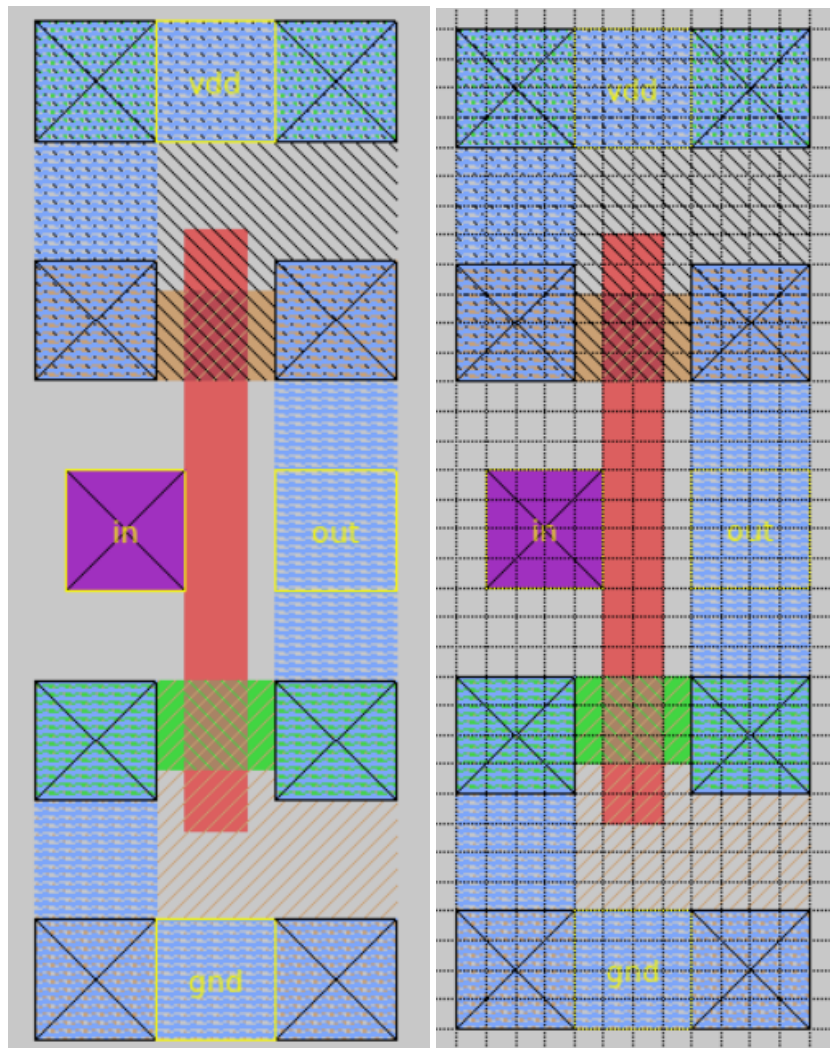
## 1ο ΣΥΝΟΛΟ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

ΟΝΟΜΑ: ΚΑΠΑΚΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΑΕΜ: 03165

### ΑΣΚΗΣΗ 1:

#### ΣΧΗΜΑ CMOS INVERTER:



Αρχικά το .spice αρχείο:

Αφού κάνω extract παίρνω το παρακάτω αρχείο.

Το αρχείο αυτό, δεν γίνεται να τρέξει στο ngspice, οπότε το τροποποιούμε.

Από τον παρακάτω κώδικα συμπεραίνουμε ότι οι ακροδέκτες των τρανζίστορ έχουν τις ορθές συνδέσεις. Το nMOS(M1000), συνδέει το drain με την έξοδο το gate με την είσοδο και τα source, bulk με το vdd. Ενώ το pMOS(M1001), συνδέει το drain με την έξοδο το gate με την είσοδο και τα source, bulk με το ground.

exercise1.spice:

```
gkapakos@LAPTOP-L3SKMRC7: /mnt/c/WINDOWS/system32
* SPICE3 file created from exercise1.ext - technology: scmos
.option scale=1u
M1000 out in vdd vdd pfet w=3 l=2
+ ad=19 pd=18 as=19 ps=18
M1001 out in gnd gnd nfet w=3 l=2
+ ad=19 pd=18 as=19 ps=18
C0 in 0 3.64fF
```

## ΑΣΚΗΣΗ 2:

### Το επεξεργασμένο .spice αρχείο:

Για να μετρήσω τις τιμές των καθυστερήσεων  $t_{rhl}$ ,  $t_{rlh}$ , όπως και τους χρόνους  $t_{rise}$  και  $t_{fall}$ , όπως φαίνεται ότι έχουμε τροποποιήσει τα μοντέλα παρακάτω προσθέτουμε και εντολές για την .tran ανάλυση του κυκλώματος μας, μετρώντας το στους ζητούμενους χρόνους με την εντολή .meas.

exercise1.spice:

### ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΙΜΩΝ:

Για να βρω τις τιμές των σημείων στον χχ' στο  $t_{rise}$ :

$$x_2 = 300, x_1 = 100, y_2 = 2,25, y_1 = 0,25$$

$$\lambda_1 = (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1) = 2/200 = 0,01$$

$$(\epsilon): y = 0,01x - 0,75$$

Για  $y = 0 \Rightarrow x = 75ps$ , χρόνος ανόδου στο 10% του  $v_{dd}(0,25V)$

Για  $y = 2,5 \Rightarrow x = 325ps$ , χρόνος ανόδου στο 90% του  $v_{dd}(2,25V)$

Για την μέτρηση του  $t_{rise}$ , χρειαζόμαστε τον χρόνο ανόδου της εξόδου από το  $0.1 * 2.5 = 0.25V$  ως το  $0.9 * 2.5 = 2.25V$  την πρώτη φορά που η καμπύλη του αντιστροφέα “ανεβαίνει” (rise = 1).

Για να βρω τις τιμές των σημείων στον χχ' στο  $t_{fall}$ :

$$x_2 = 1150, x_1 = 950, y_2 = 0.25, y_1 = 2.25$$

$$\lambda_1 = (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1) = -2/200 = -0.01$$

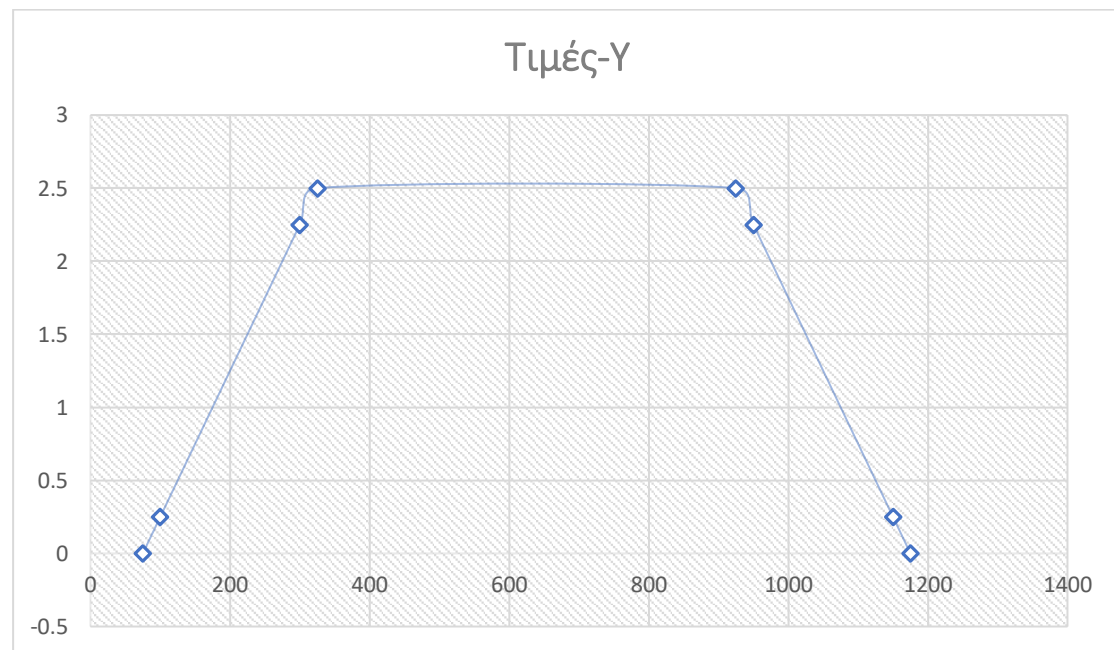
$$(\epsilon): y = -0.01x + 11.75$$

Για  $y = 0 \Rightarrow x = 1175ps$ , χρόνος καθόδου στο 10% του  $v_{dd}(2.25V)$

Για  $y = 2.5 \Rightarrow x = 925ps$ , χρόνος καθόδου στο 90% του  $v_{dd}(0.25V)$

Αντίστοιχα, για το  $t_{fall}$  χρειαζόμαστε τον χρόνο καθόδου της εξόδου από το  $2.25V$  ως το  $0.25V$  την πρώτη φορά που η καμπύλη “κατεβαίνει” (fall = 1).

Οι εξισώσεις μου φαίνονται στο παρακάτω σχήμα:



Για να βρω τις καθυστερήσεις  $t_{phl}$  &  $t_{plh}$ :

Για το  $t_{plh}$  μετράω τον χρόνο μεταξύ του  $0.5 * 2.5 = 1.25V$  στην είσοδο, η οποία κατεβαίνει για πρώτη φορά (fall = 1) και του  $1.25V$  στην έξοδο, η οποία ανεβαίνει για πρώτη φορά (rise = 1)

Για το  $t_{phl}$  μετράω τον χρόνο μεταξύ του  $0.5 * 2.5 = 1.25V$  στην είσοδο, η οποία ανεβαίνει για πρώτη φορά (rise = 1) και του  $1.25V$  στην έξοδο, η οποία κατεβαίνει για πρώτη φορά (fall = 1)

gkapakos@LAPTOP-L3SKMRC7: /mnt/c/WINDOWS/system32/spice\_exercises

Circuit: \*\*\*\*askisi 1\*\*\*\*

Scale set

Doing analysis at TEMP = 27.000000 and TNOM = 27.000000

Warning: vin: no DC value, transient time 0 value used

Initial Transient Solution

| Node       | Voltage      |
|------------|--------------|
| vs         | 2.5          |
| out        | 2.5          |
| in         | 0            |
| vin#branch | 0            |
| vdd#branch | -5.27718e-12 |

No. of Data Rows : 620

Measurements for Transient Analysis

|        |   |              |       |              |       |              |
|--------|---|--------------|-------|--------------|-------|--------------|
| t_phl  | = | 6.288096e-10 | targ= | 7.538096e-10 | trig= | 1.250000e-10 |
| t_plh  | = | 7.607324e-10 | targ= | 1.885732e-09 | trig= | 1.125000e-09 |
| t_rise | = | 5.623999e-10 | targ= | 2.159177e-09 | trig= | 1.596777e-09 |
| t_fall | = | 3.037825e-10 | targ= | 9.487381e-10 | trig= | 6.449556e-10 |

## ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ CMOS INVERTER:

