

# ΑΝΑΦΟΡΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΩΝ (LTSPICE) ΣΤΑ Ψ.Ο.Κ.

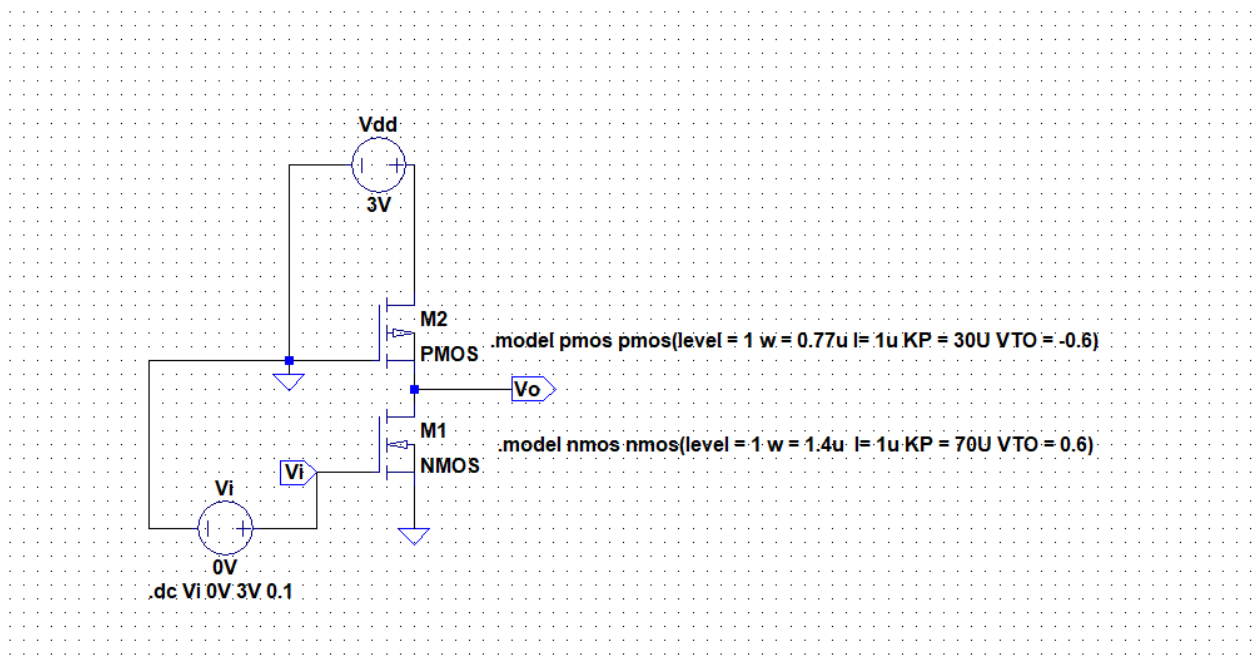
ΑΘΑΝΑΣΟΥΛΑΣ ΓΙΩΡΓΟΣ

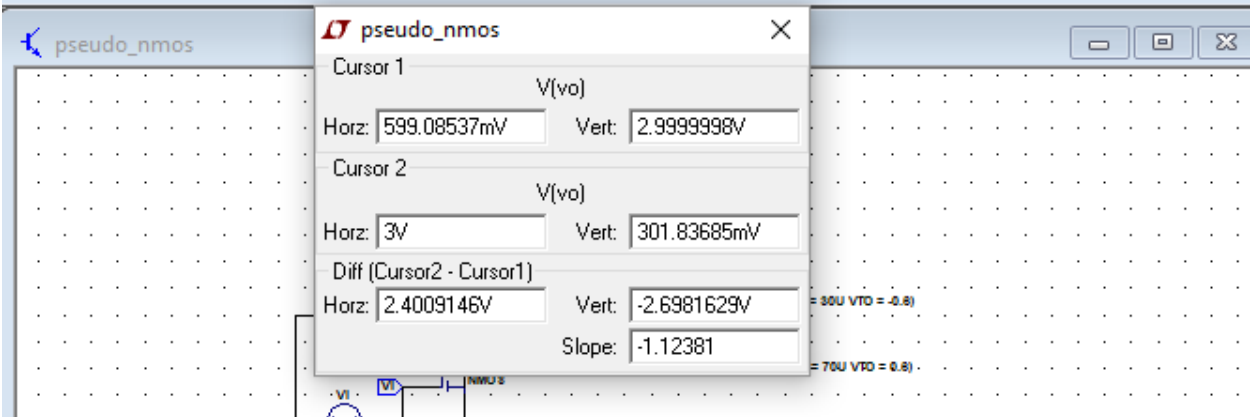
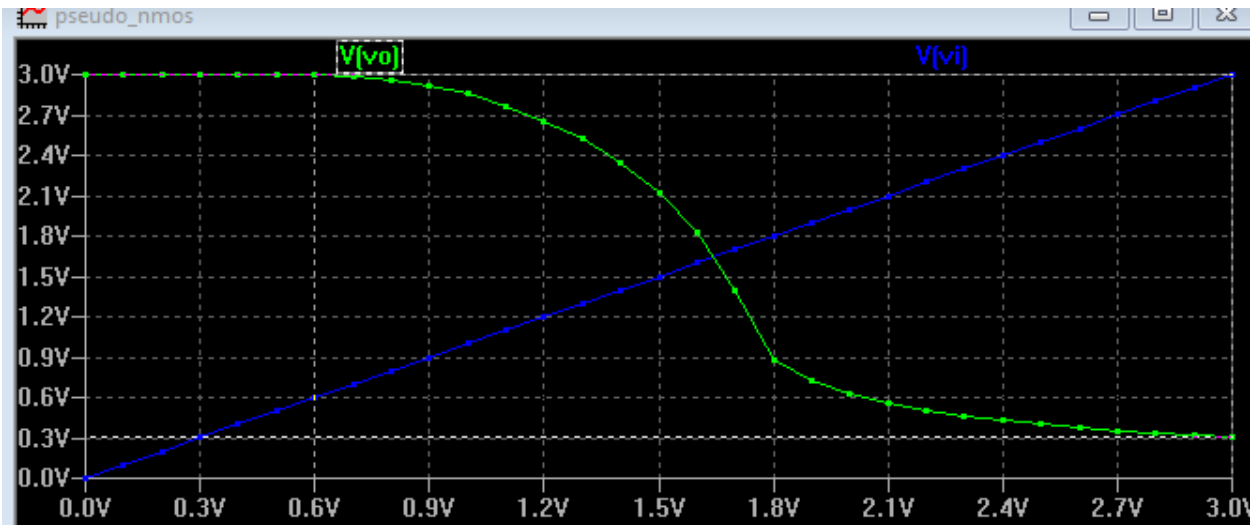
228264

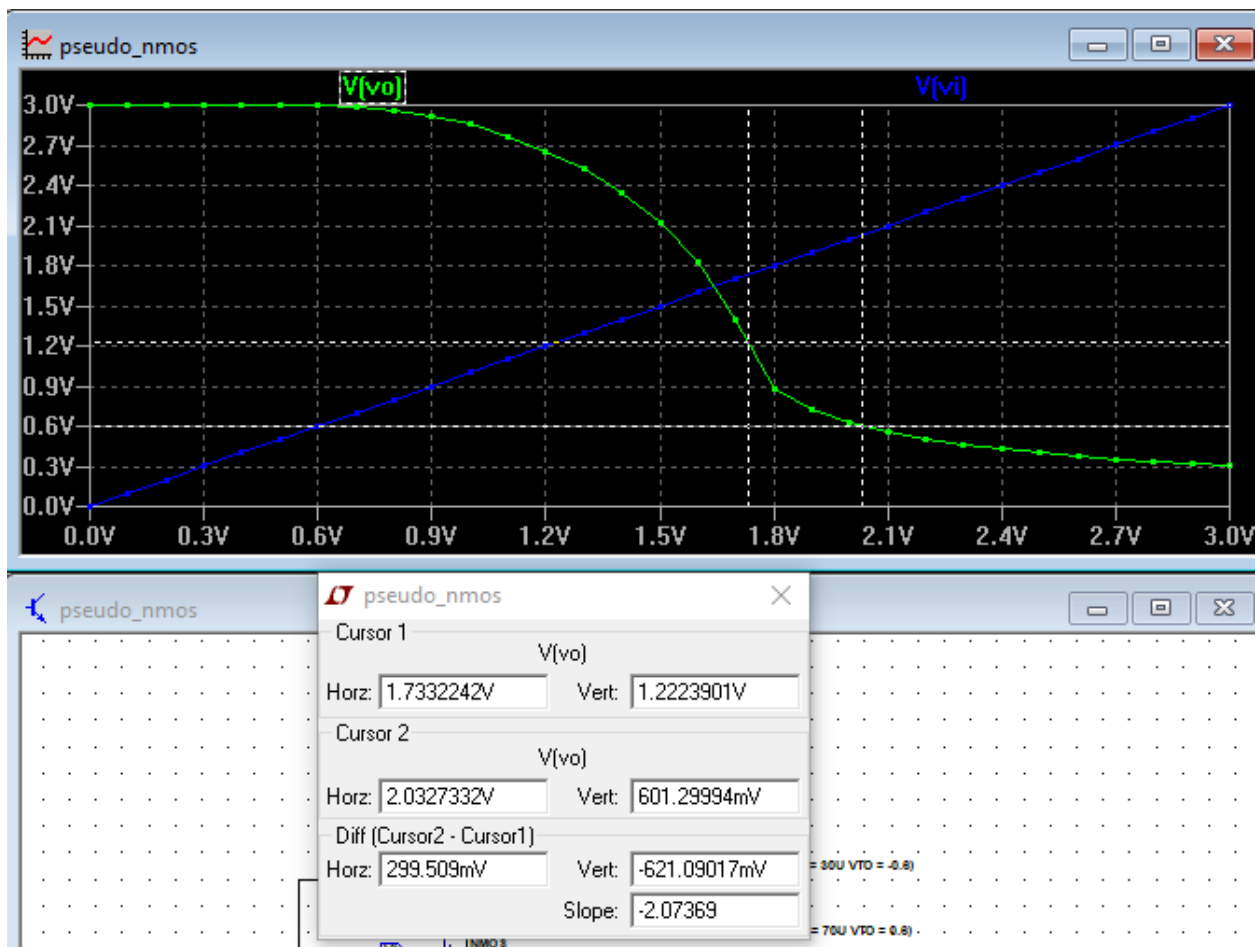
## ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΡΑΝΖΙΣΤΟΡ ΣΕ SPICE:

Χρησιμοποιήθηκαν τα μοντέλα NMOS, PMOS της βασικής βιβλιοθήκης  
Του Itspice με τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά σε level = 1.

### 1)PSEUDO\_NMOS







## ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΙΣ ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ

A(599mV, 2.99v)

A(600mV, 3v)

B(1.73v, 1.22v)

B(1.73V, 1.14v)

Γ(2.03, 601mV)

Γ(2.03, 600mV)

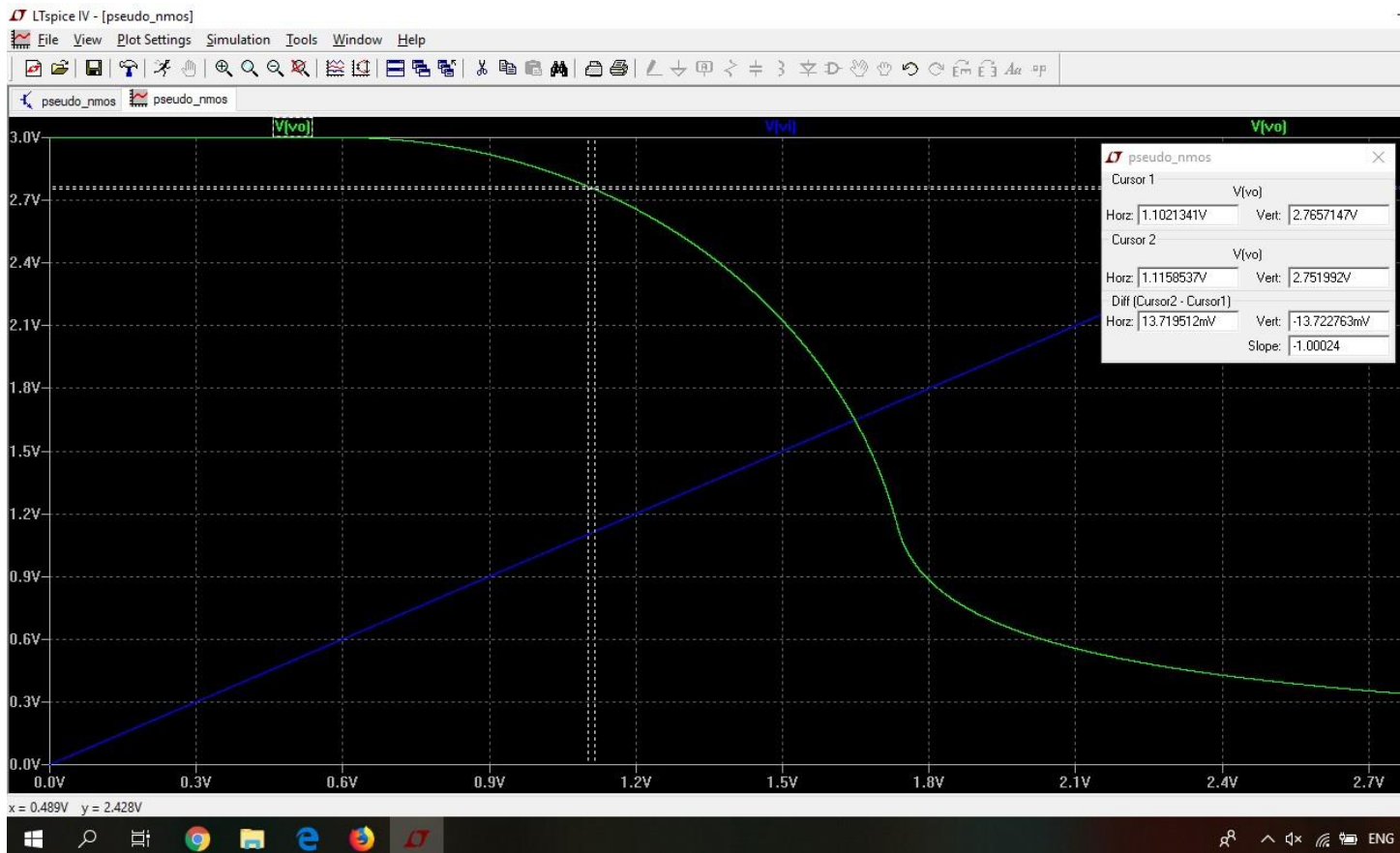
Δ(3v, 301mV)

Δ(3v, 302mV)

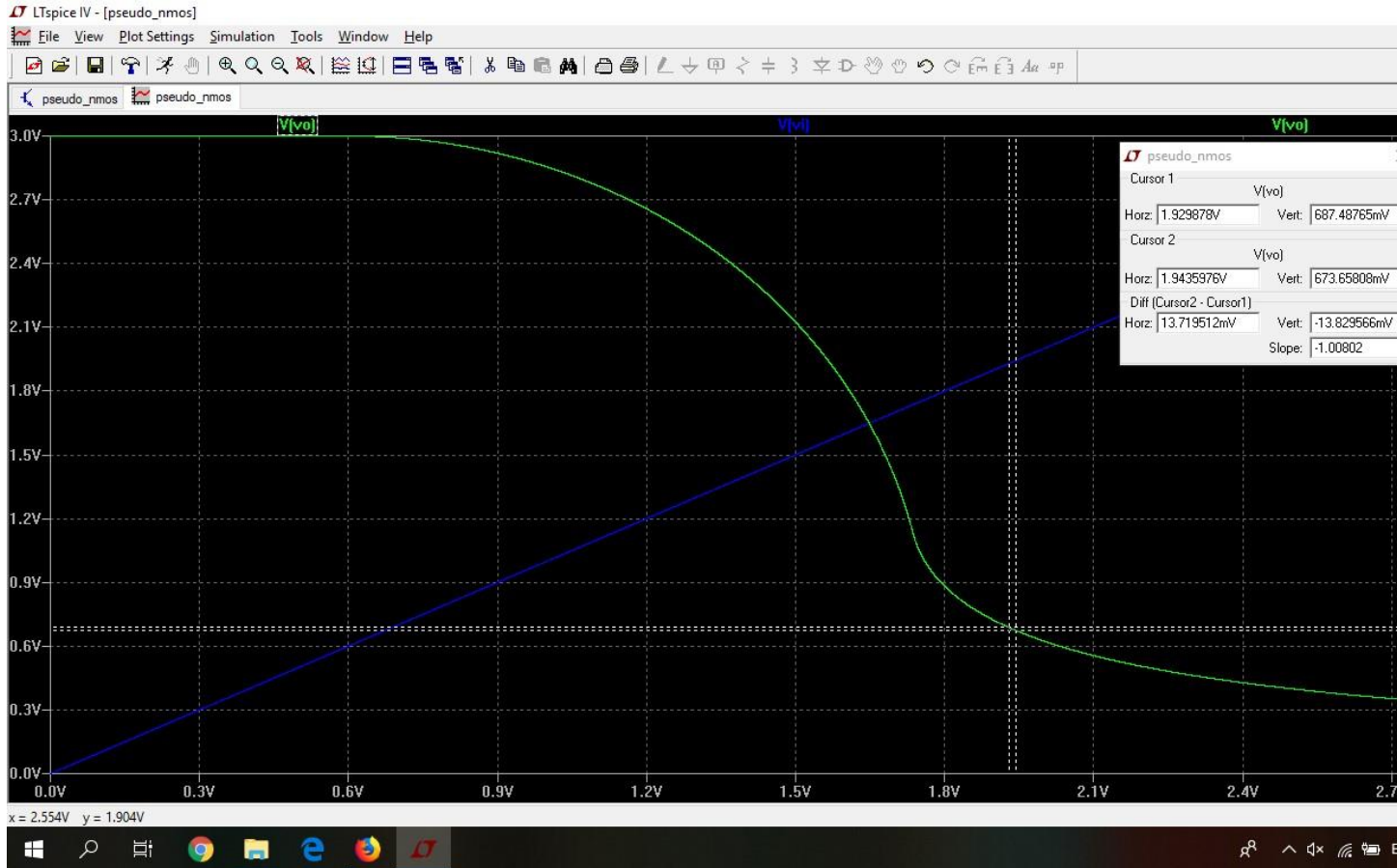
## Σύγκριση με τις αντίστοιχες θεωρητικές

Επιλέγοντας την τάση στον οριζόντιο άξονα σχεδόν ίδια με την τετμημένη των θεωρητικών τιμών οι τιμές στον κατακόρυφο άξονα προσεγγίζουν τις αντίστοιχες θεωρητικές ικανοποιητικά

### VIL-VOH



# VIH-VOL



$$V_{IL} = 1.102V$$

$$NMH = 0.84V$$

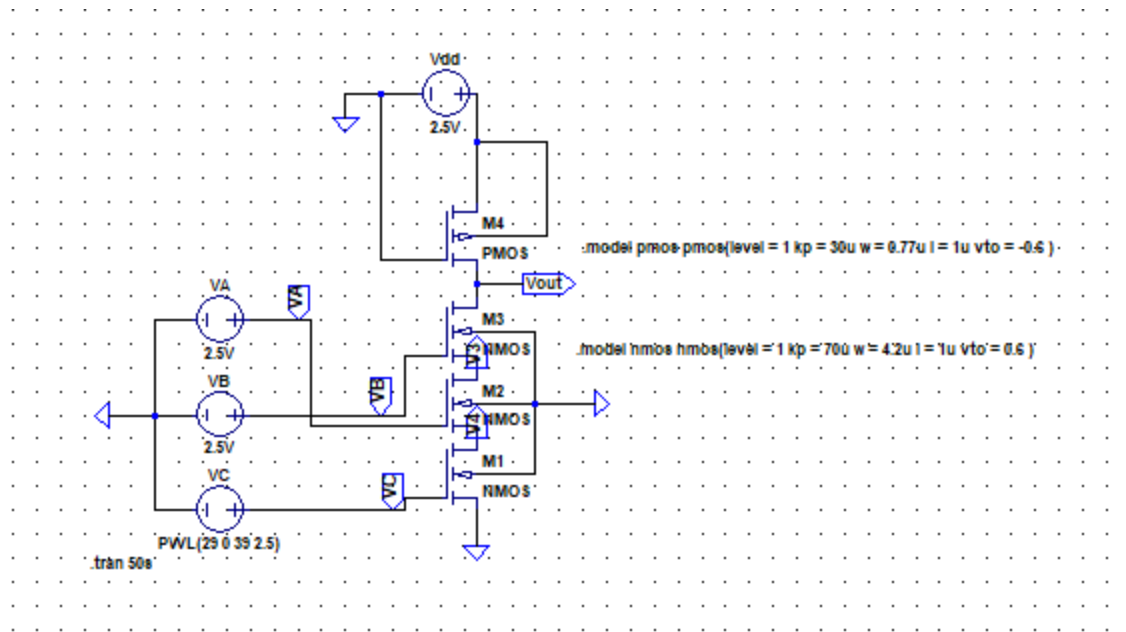
$$V_{OH} = 2.77V$$

$$NML = 0.415V$$

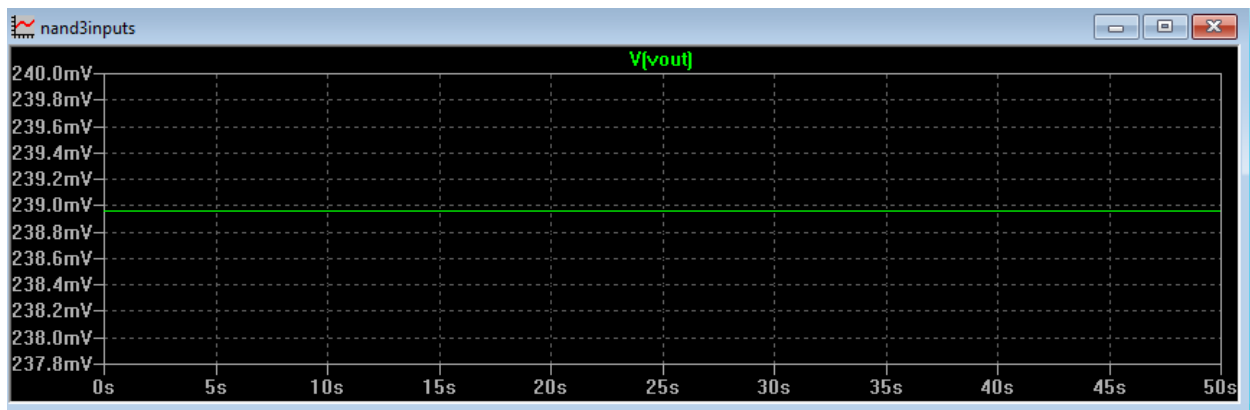
$$V_{OL} = 0.687V$$

$$V_{IH} = 1.93V$$

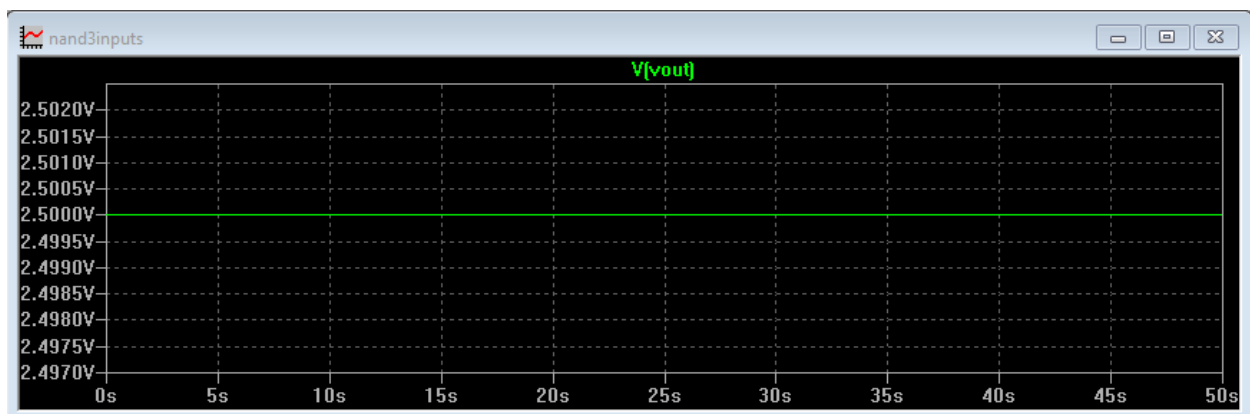
## 2)NAND 3-INPUTS



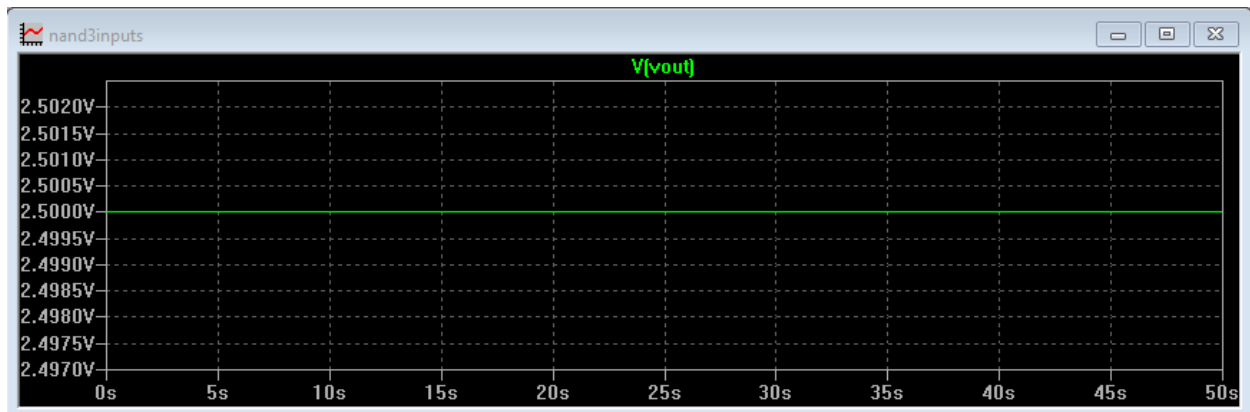
A=B=C='1'



A='0' B='1' C='1'



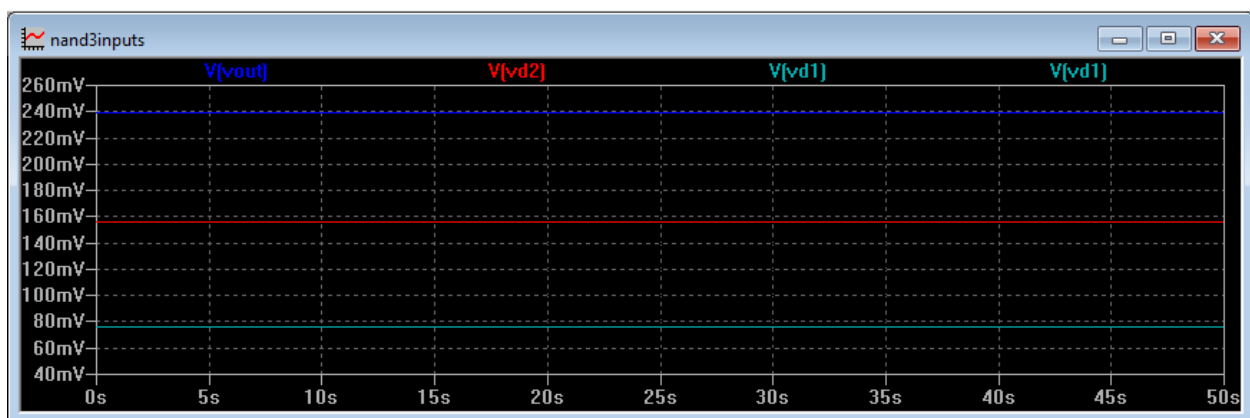
A='1' B='1' C='0'



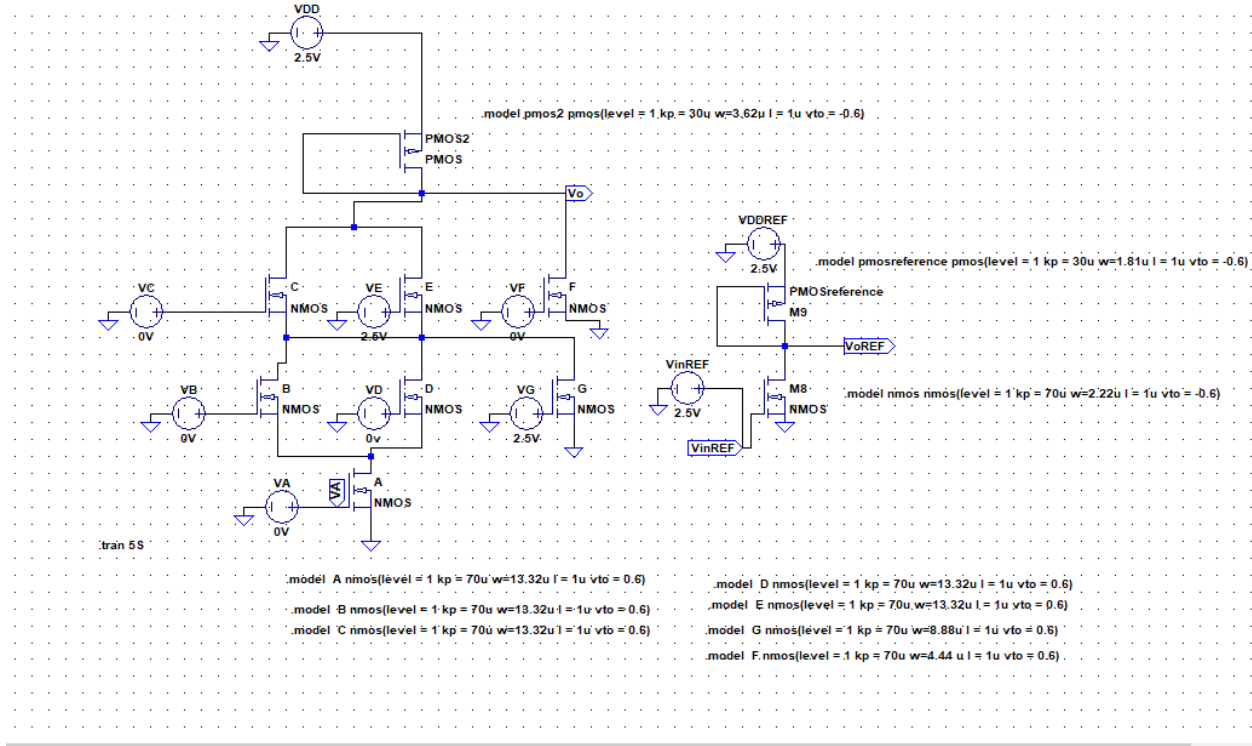
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Η ΧΑΜΗΛΗ ΤΑΣΗ ΕΞΟΔΟΥ ΔΙΑΜΟΙΡΑΖΕΤΑΙ ΣΧΕΔΟΝ ΙΣΟΠΟΣΑ ΜΕΤΑΞΥ  
ΤΩΝ  $R_{on}$

ΤΩΝ MOSFET



### 3) ΣΥΝΘΕΤΗ ΛΟΓΙΚΗ ΠΥΛΗ



Παρακάτω ακολουθούν προσομοιώσεις με τα ρεύματα  $I_{source}$  των Pmos της πύλης αναφοράς  $I_s(M9)$  και της σύνθετης πύλης  $I_s(Pmos)$  για διαφορετικές διαδρομές που οδηγούν το ρεύμα αυτό στη γη.

$$W_A = W_B = W_C = W_D = W_E = 3 * 2 * 2.22 = 13.32 \mu$$

$$W_G = 2 * 2 * 2.22 = 8.88 \mu$$

$$W_F = 2 * 2.22 = 4.44 \mu$$

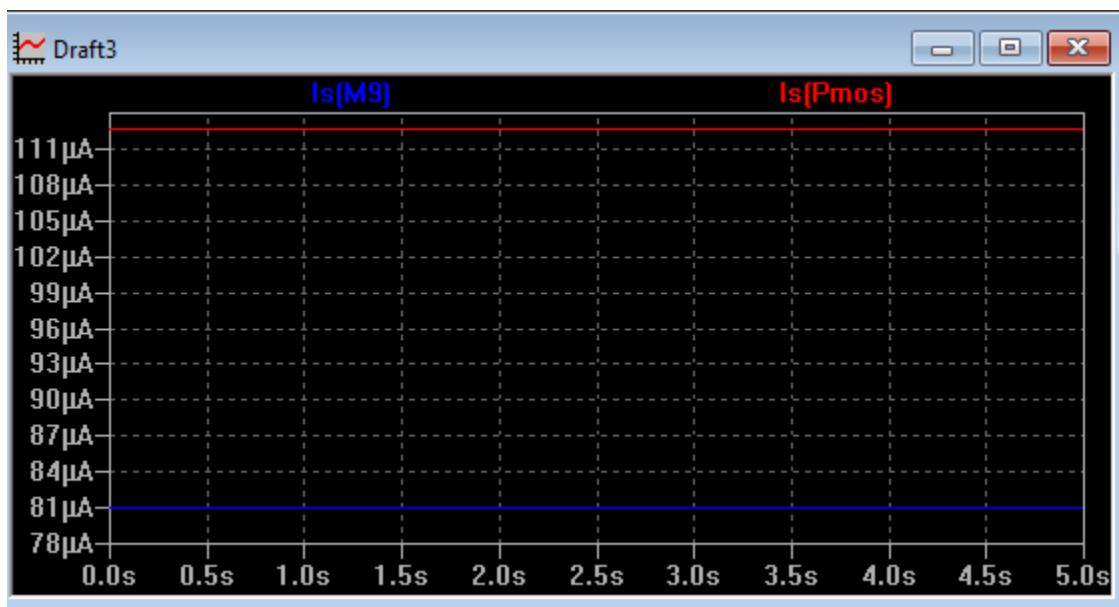
$$W_{PMOS} = 2 * 1.81 = 3.62$$

$$E = G = '1', \text{ ΤΑ ΥΠΟΛΟΙΠΑ 'OFF'}$$

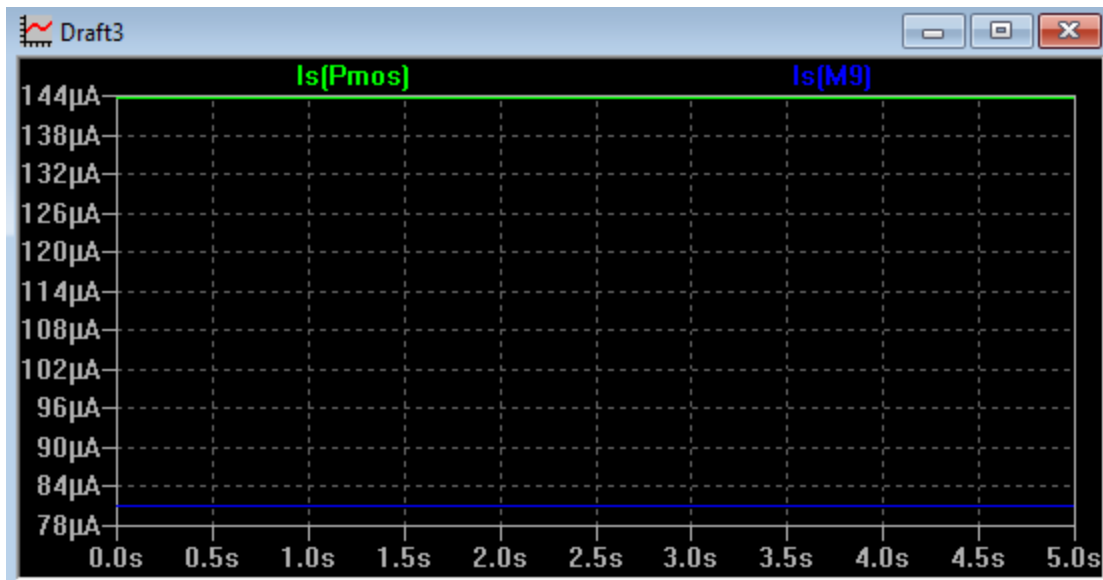




C = B = A = '1' , ΤΑ ΥΠΟΛΟΙΠΑ 'OFF'

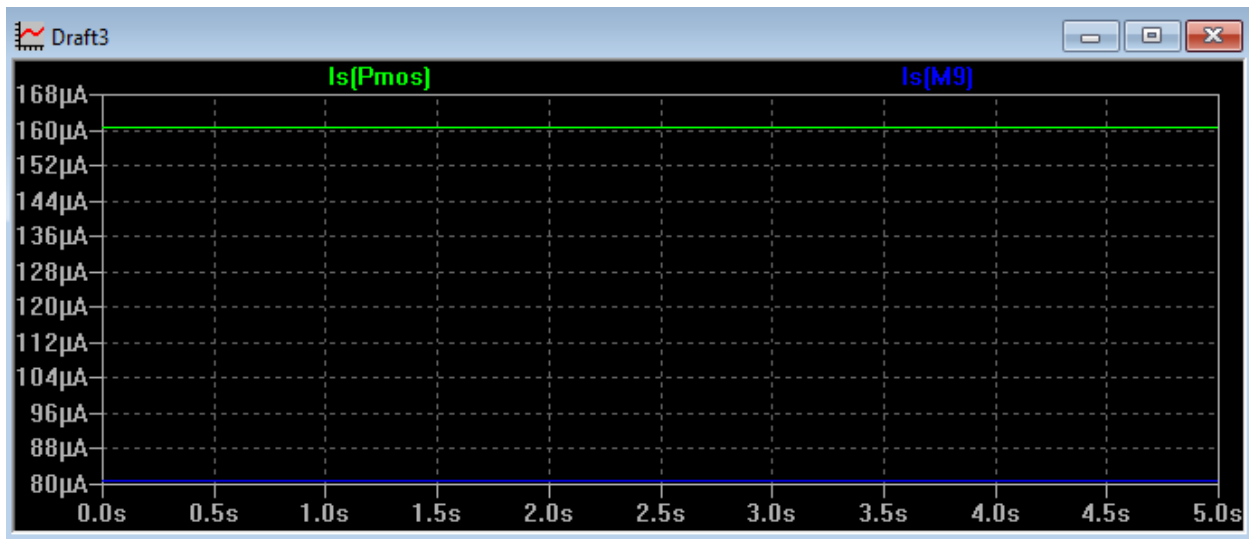


F = '1' , ΤΑ ΥΠΟΛΟΙΠΑ 'OFF'



Γίνεται αντιληπτό πως το ρεύμα πλησιάζει το διπλάσιο του αναστροφέα αναφοράς στην περίπτωση που διαρρέει ένα μόνο τρανζίστορ για τη διαδρομή από την παροχή στη γείωση.

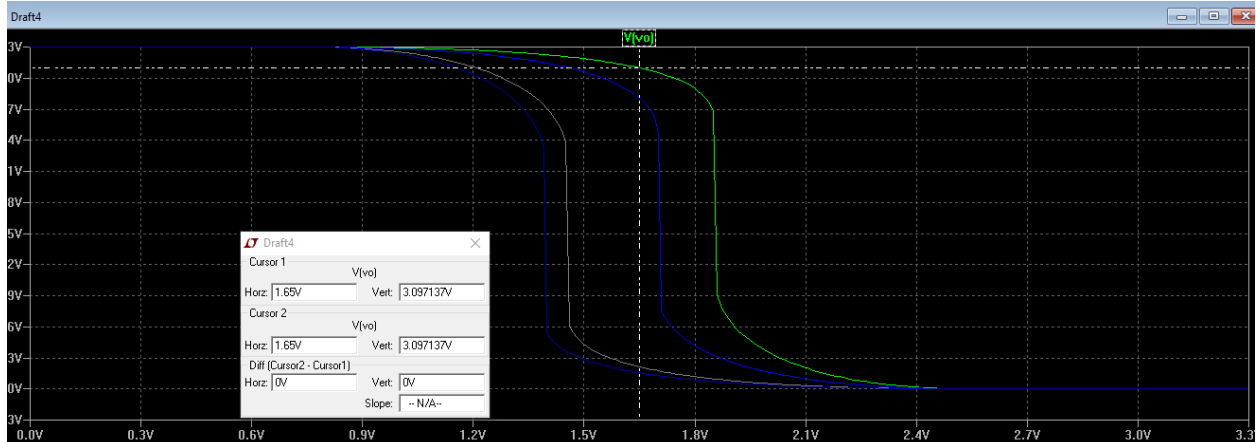
Όταν όλα οη τότε ισχύει επακριβώς η σχέση  $I_s(Pmos) = 2 * I_s(M9)$  .





#### 4) CMOS INVERTER

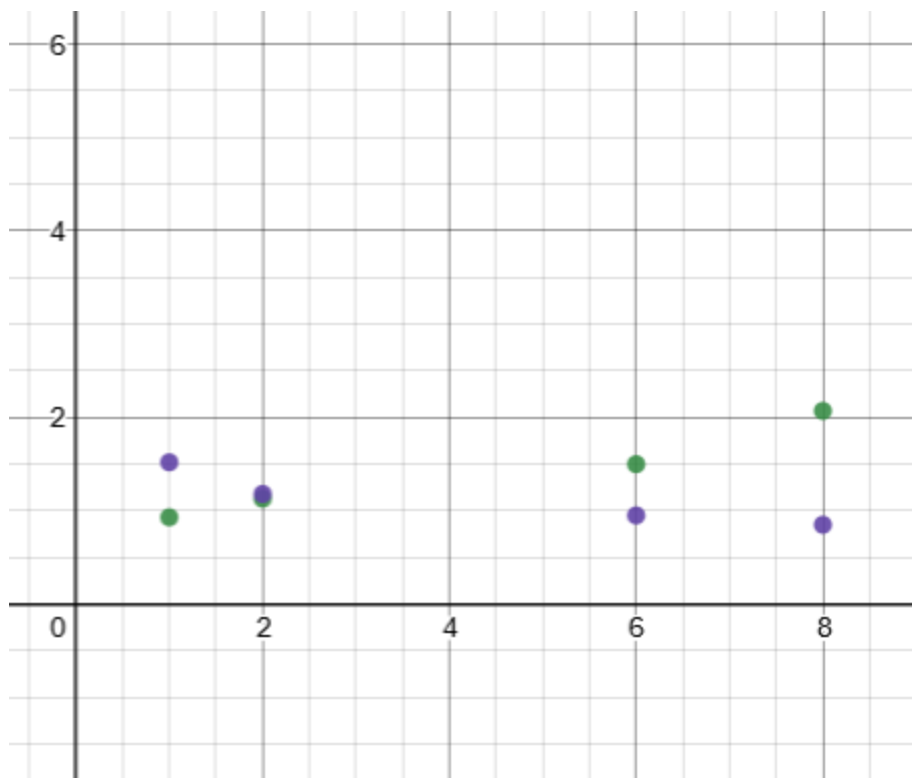
Συγκεκριμένα επιλέχθηκαν αρχικές τιμές  $K_P = 30$  για τα Mosfet και θέτοντας το  $K_P$  του nmos σαν παράμετρο

Πετυχαίνουμε τις τιμές  $KR = 1, 2, 6, 8$  και προκύπτουν οι εξής γραφικές:





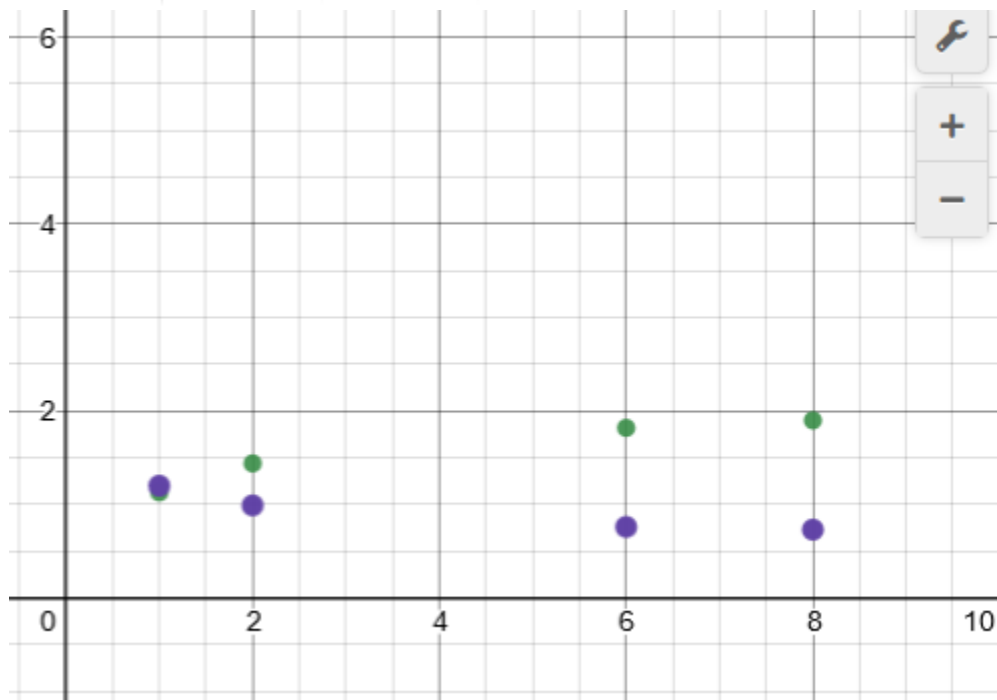
Οι γραφικές που προκύπτουν από τα περιθώρια θορύβου με μετρήσεις από τα σημεία όπου  $\text{slope} = -1$  για κάθε  $KR$  ξεχωριστά :

$K$	 $H$	 $L$
1	1.52	0.93
2	1.18	1.13
6	0.95	1.5
8	0.85	2.07

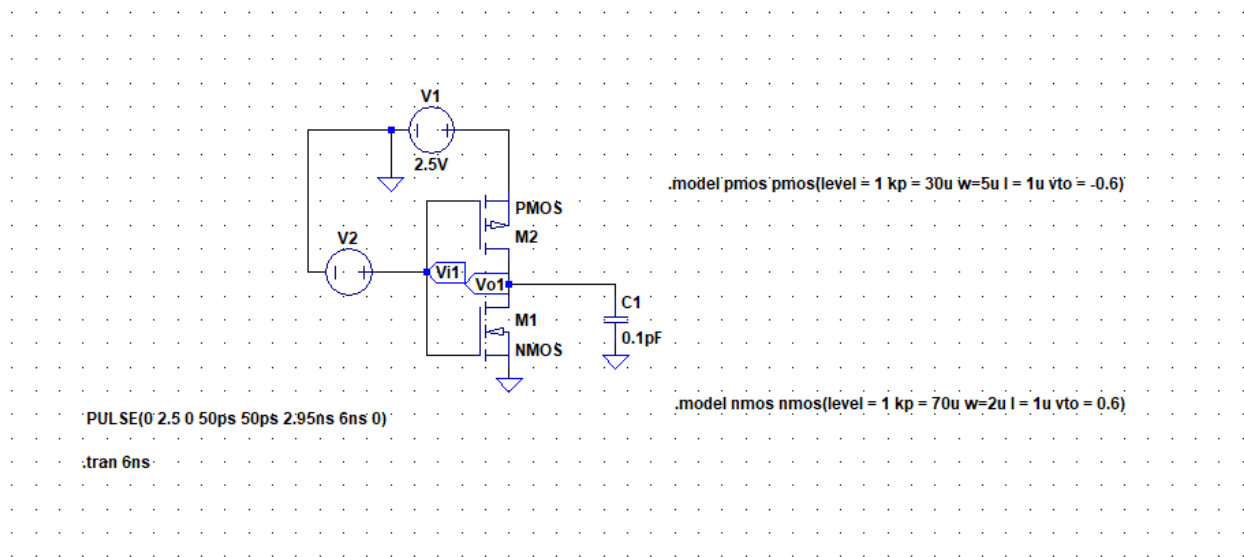


Η γραφική που προκύπτει από τις αντίστοιχες  
**θεωρητικές** :

$K$	 $H$	 $L$
1	1.13	1.20
2	1.44	0.99
6	1.82	0.76
8	1.90	0.73



## 5)CMOS DELAY – I DYNAMIC



Επιλέγοντας με τους κέρσορες τα σημεία 90% και 10%

Της τάσης εξόδου παίρνουμε τις αντίστοιχες τιμές στο χρόνο και υπολογίζουμε  $\tau_{rhl} = 1.14\text{ns}$   $\tau_{plh} = 1.06\text{ns}$

$$T_f / (V_H - V_L) = 2 * \tau_{rhl} / (2.5) = 0.912 \text{ ns/V}$$

$$T_r / (V_H - V_L) = 2 * \tau_{plh} / (2.5) = 0.848 \text{ ns/V}$$

$$T_f = 2 * \tau_{rhl} = 2.28\text{ns} / t_r = 2 * \tau_{plh} = 2.12\text{ns} = 1.075$$

Αντίστοιχες θεωρητικές :

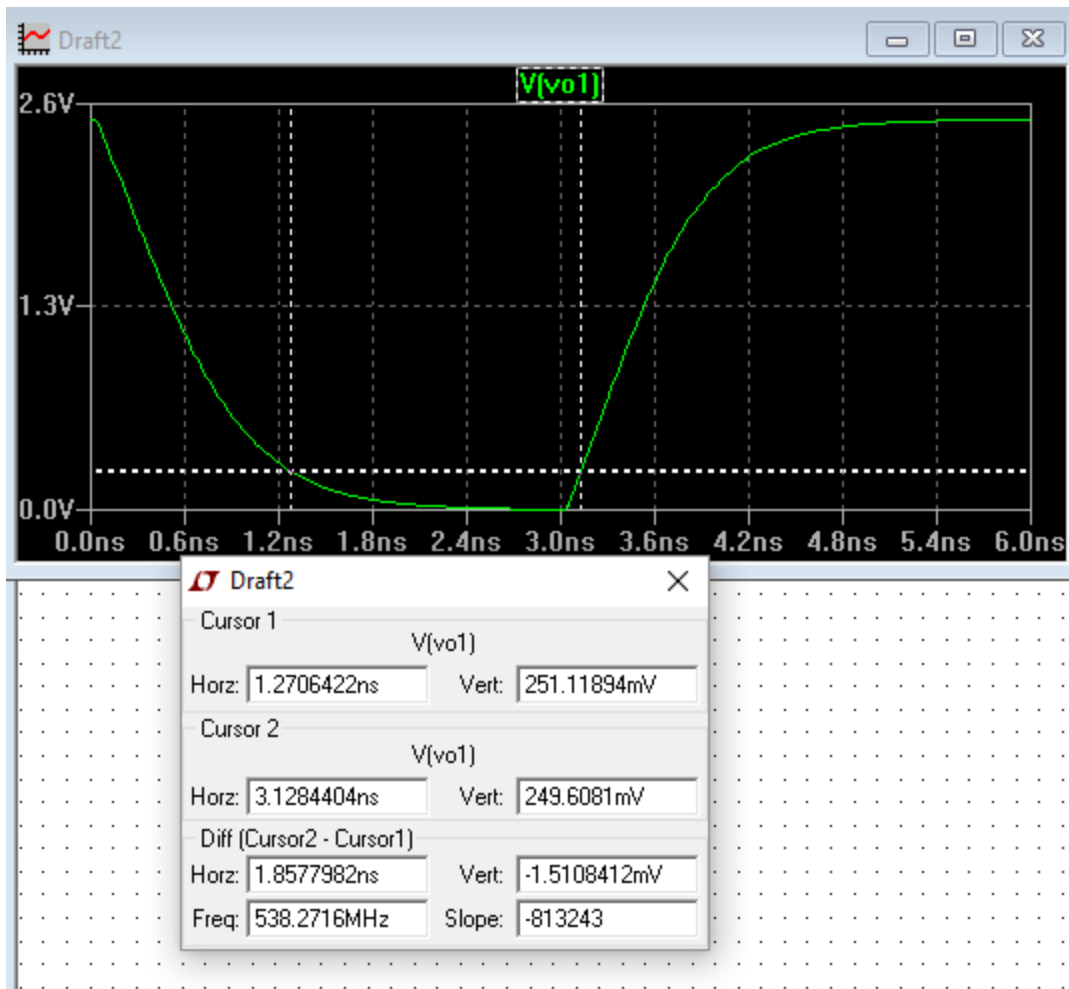
$$\tau_{rhl} = 0.9\text{ns} \quad \tau_{plh} = 2.1\text{ns}$$

$$T_f / (V_H - V_L) = 2 * \tau_{rhl} / (2.5) = 0.72 \text{ ns/V}$$

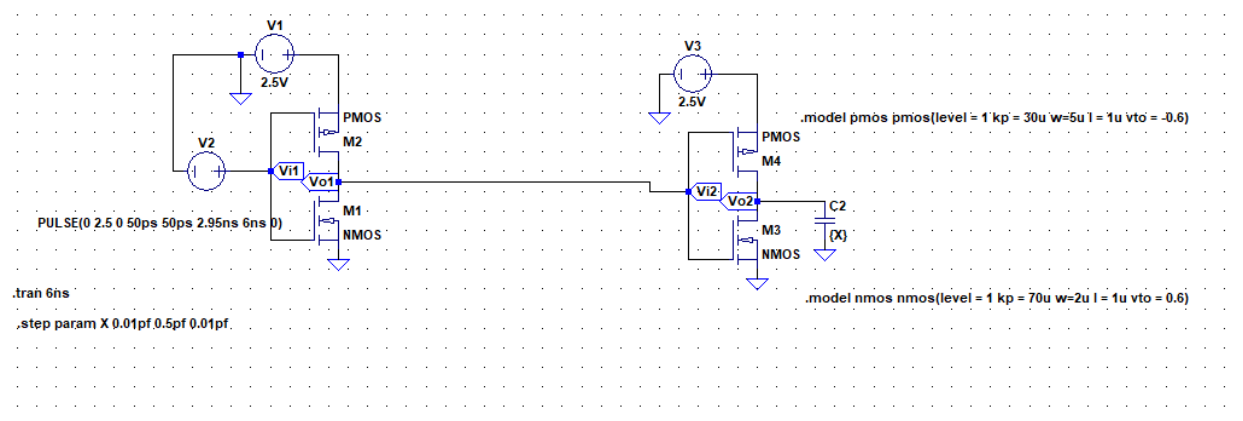
$$T_r / (V_H - V_L) = 2 * \tau_{plh} / (2.5) = 1.68 \text{ ns/V}$$

$$T_f = (2 * \tau_{rhl} = 1.8 / t_r = 2 * \tau_{plh} = 4.2\text{ns}) = 0.428$$



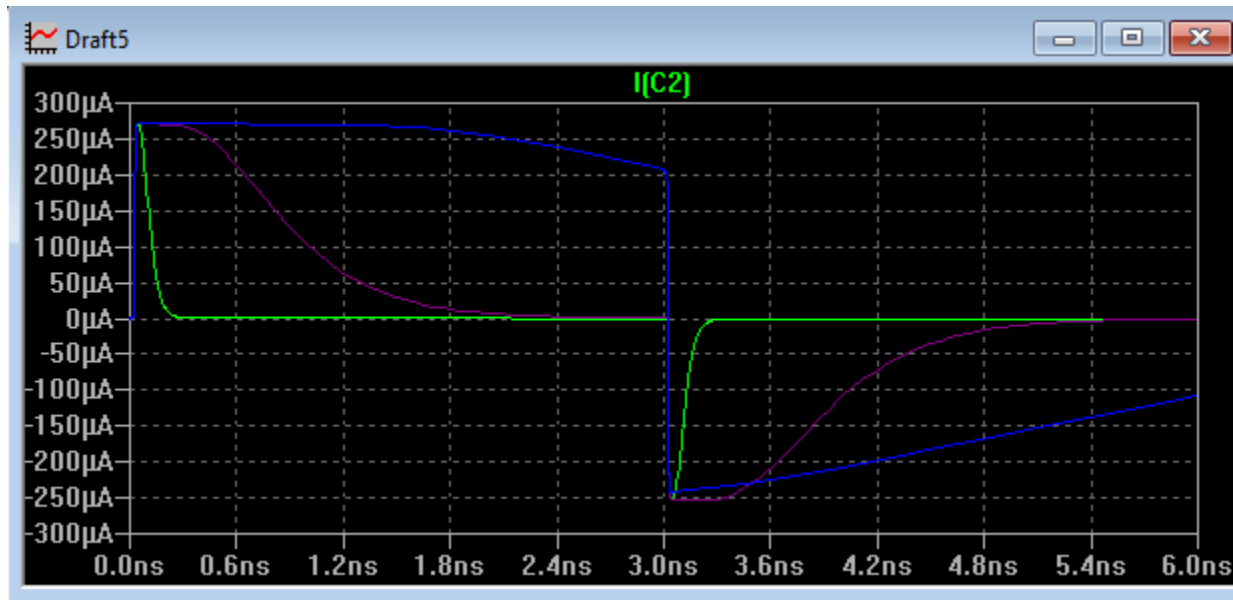


Για το επόμενο κύκλωμα:





Για  $C = 0.01\text{pf}$  πράσινο ,  $0.1\text{pf}$  μοβ ,  $0.5\text{pf}$  μπλε.



Παραπάνω βλέπουμε τα 3 ρεύματα για κάθε τιμή του  $C$ . Σαφώς μικρές χωρητικότητες πετυχαίνουν παλμούς ρεύματος «βραχυκυκλώσεως» μικρότερης διάρκειας. Το ρεύμα «βραχυκύκλωσης» έχει σταθερή τιμή  $I_{peak}$  Πράγμα που εξηγείται από το περιορισμό του λόγω των Χαρακτηριστικών των τρανζίστορ.