

# Lab 2

## Άσκηση 1

A)

Nmos:

<b>Vgs</b>	<b>Vds</b>	<b>Ids</b>
0	-0.42	-
0.25	-0.27	-
0.5	0.08	$4.33 * 10^{-7}$
0.75	0.33	$1.69 * 10^{-5}$
1.00	0.58	$4.76 * 10^{-5}$
1.25	0.83	$8.91 * 10^{-5}$
1.50	1.08	$1.38 * 10^{-4}$
1.75	1.33	$1.96 * 10^{-4}$
2.00	1.58	$2.62 * 10^{-4}$
2.25	1.83	$3.31 * 10^{-4}$
2.50	2.08	$4.04 * 10^{-4}$

Pmos:

<b>Vgs</b>	<b>Vds</b>	<b>Ids</b>
0	0.55	-
-0.25	0.3	-
-0.5	0.05	-
-0.75	-0.2	$-1.2 * 10^{-6}$
-1.00	-0.45	$-6.7 * 10^{-6}$
-1.25	-0.7	$-1.5 * 10^{-5}$
-1.50	-0.95	$-2.58 * 10^{-5}$
-1.75	-1.2	$-3.89 * 10^{-5}$
-2.00	-1.45	$-5.47 * 10^{-5}$
-2.25	-1.7	$-7.2 * 10^{-5}$
-2.50	-1.95	$-9.10 * 10^{-5}$

<b>V<sub>gs</sub></b>	<b>R<sub>eqabsn</sub></b>	<b>R<sub>eqavn</sub></b>	<b>R<sub>eqabsp</sub></b>	<b>R<sub>eqavp</sub></b>
0.8	17840	$17.81 * 10^5$	111.110	$699 * 10^5$
1.2	9823	$9.77 * 10^5$	50.394	$273 * 10^5$
2	6076	$2.4 * 10^5$	26.597	$142 * 10^5$
2.5	5200	$1.75 * 10^5$	21.435	$33 * 10^5$

b)

<b>V<sub>gs</sub></b>	<b>Nmos with C</b>	<b>Nmos without C</b>	<b>Pmos with C</b>	<b>Pmos without C</b>
0.8	1932886	1933073	348837210	348837210
1.2	1097705	1099752	35748792	35748897
2	270827	348237	14266324	14268458
2.5	116214	182269	2059918	20623418

i) Παρατηρούμε ότι το pmos έχει πιο μεγάλη αντίσταση από το nmos, πράγμα που είναι λογικό από τη στιγμή που τα ηλεκτρόνια κινούνται πιο γρήγορα από τις οπές, άρα το pmos, στο οποίο κινούνται οι οπές, φέρει μεγαλύτερη αντίσταση στη ροή των ηλεκτρονίων

ii) Είναι φανερό πως με τον πυκνωτή μεγαλώνει η αντίσταση, αλλά σε πολύ μικρό βαθμό και αυτό συμβαίνει διότι όπως είναι γνωστό, ο πυκνωτής δε φορτίζει κατευθείαν, αλλά χρειάζεται ένα χρόνο για να φτάσει την επιθυμητή τάση

## Άσκηση 2

Παρατηρούμε μία πτώση τάσης στην έξοδο του τρανζίστορ. Το μέτρο αυτής της πτώσης τάσης είναι η τάση κατωφλίου. Αυτό συμβαίνει διότι : όπως ξέρουμε από τη θεωρία, το τρανζίστορ μένει ανοιχτό όσο ισχύει  $V_{gs} \geq V_t$ . Άρα, όσο περνά ρεύμα από το drain στο source το τρανζίστορ παραμένει ανοιχτό και ισχύει η παραπάνω σχέση. Έτσι, όταν σταθεροποιηθεί η έξοδος, ξέρουμε ότι έχουμε φτάσει στο  $V_{gs} = V_t$ , και με αυτό το τρόπο

υπολογίζουμε το  $V_t$ . Επομένως :  $V_t = V_{gate} - V_{drain}$ , όταν σταθεροποιηθεί η έξοδος.

Με αυτό το τρόπο υπολογίζουμε τη  **$V_{tn} = 0.35$**  και  **$V_{tp} = 0.62$**

Όσων αφορά τη σύνδεση σε σειρά, έχουμε ότι :

Από τη στιγμή που το  $V_g$  μένει ίδιο (2.5 V) και  $V_{gs}$  του δεύτερου τρανζίστορ είναι  $2.5 - 0.35 = 2.15 > 0.35 = V_t$ . Άρα το δεύτερο τρανζίστορ θα παραμείνει ανοιχτό για πάντα και θα περάσει 100% η τάση από το source στο drain και θα έχουμε ότι η συνολική πτώση τάσης θα είναι ίση με τη πτώση τάσης του πρώτου τρανζίστορ, δηλαδή **0.35 για nmos και 0.62 για pmos**.

### Άσκηση 3

$$V_M = 0.84V$$

$$V_{OH} = 0V$$

$$V_{IL} = 0.65V$$

$$V_{IH} = 0.97V$$

$$V_{OH} = 2.5V$$

$$NM_H = 2.53V$$

$$NM_L = 0.65V$$

A) Ξέρουμε ότι για να έχουμε ίδια περιθώρια θορύβου, πρέπει το nmos και το pmos να είναι το ίδιο “δυνατά”. Αυτό σημαίνει να έχουν την ίδια διαγωγιμότητα. Γνωρίζουμε, από τις παραμέτρους της τεχνολογίας που χρησιμοποιούμε ότι αυτά τα δύο έχουν διαφορετικό συντελεστή διαγωγιμότητας. Ισχύει:

$K_p = k_p' W/L$ . Άρα μπορούμε να αλλάξουμε το πλάτος των τρανζίστορ και μεταβάλλοντας το σωστά, να κάνουμε τα δύο τρανζίστορ το ίδιο “δυνατά”. Θέλουμε να έχουμε  $K_{Pn} = K_{Pr}$ , έτσι αφού το  $L$  είναι ίδιο, καταλαβαίνουμε ότι το  $W_p/W_n$  είναι όσο το  $K_{Pn}/K_{Pr}$ . Χρησιμοποιώντας τις τιμές της τεχνολογίας που έχουμε παίρνουμε:  $W_p/W_n = 4.8$  και έτσι έχουμε  $W_p = 1440\mu m$ . Αυτό έχει να κάνει με το φυσικό φαινόμενο όπου οι οπές κινούνται πιο αργά από τα ηλεκτρόνια και αυτό φαίνεται από το γεγονός ότι το  $\mu_{p0}$  έχει μεγαλύτερο συντελεστή διαγωγιμότητας

B)

Vdd	$NM_H$	$NM_L$
2.5	1.53	0.65
1.8	1.03	0.58
1.2	0.68	0.42
0.7	0.43	0.24