

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας - Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και
Μηχανικών Υπολογιστών

ΗΥ330 - Ψηφιακά Συστήματα VLSI

Χειμερινό Εξάμηνο - Ακαδημαϊκό Έτος 2022-2023

2ο Σύνολο Ασκήσεων

15/11/2022 έως 30/11/2022

Χ. Σωτηρίου

1η Άσκηση

Για τρανζίστορ NMOS και PMOS, με $W = 3\mu\text{m}$, $L = 2\mu\text{m}$, τάσης 2.5V, διεργασίας MOSIS-TSMC 0.25 μm , και χρησιμοποιώντας τα σχετικά μοντέλα SPICE επιπέδου 3:

(α) Χαρακτηριστικές $I_{ds}/(V_{ds}, V_{gs})$

Κάνοντας στατική ανάλυση σημείου πόλωσης, δηλ. DC, σχηματίστε τις χαρακτηριστικές των δυο τύπων τρανζίστορ, και συγκεκριμένα το ρεύμα $I_{ds,n,p}$ ως προς $V_{gs,n,p}$ και $V_{ds,n,p}$, με ανάλυση 0.25V.

- Σχολιάστε τις χαρακτηριστικές, εντοπίζοντας τα σημεία $V_{ds} = V_{gs} - V_t$, και τις κάθετες αποστάσεις ως προς το V_{gs} .
- Υπολογίστε (i) την στιγμιαία αντίσταση $R_{eqabs} = \frac{V}{I}$, και (ii) την ισοδύναμη μέση αντίσταση $R_{eqav} = \frac{\Delta V}{\Delta I}$ για την περιοχή κορεσμού των τρανζίστορς, για τις εξής τιμές του V_{gs} : {0.8, 1.2, 2, 2.5}. Σχολιάστε τις διαφορές στις τιμές στιγμιαίας και μέσης αντίστασης και τις διαφορετικές τιμές συναρτήσεως του V_{gs} .

(β) Ισοδύναμη Αντίσταση RC Τρανζίστορ

Χρησιμοποιώντας ένα NMOS για την εκφόρτιση, και ένα PMOS για την φόρτιση (δυο διαφορετικές προσομοιώσεις) ενός πυκνωτή μεγέθους της αρεσκείας σας (σας προτείνεται $C = 0.1\text{pF}$) υπολογίστε την μέση ισοδύναμη αντίσταση των δυο τύπων τρανζίστορ.

Σχολιάστε τις τιμές που υπολογίσατε ως προς: (i) τον τύπο του τρανζίστορ, και (ii) σε σχέση με τα αποτελέσματα του (α).

2η Άσκηση

Για τους ίδιους τύπους τρανζίστορ της 1ης Άσκησης, πραγματοποιώντας μεταβατική ανάλυση στο NGSPICE, υπολογίστε την Τάση Κατωφλίου, V_T , προσομοιώνοντας τις συνθήκες της πτώσης τάσης που επιδεικνύουν τα τρανζίστορ όταν συνδέονται σε σειρά.

Τροποποιήστε την προσομείωση για δυο όμοια τρανζίστορ σε σειρά. Πόση είναι η συνολική πτώση τάσης και γιατί;

3η Άσκηση

Θεωρήστε έναν αντιστοφέα, με τρανζίστορ NMOS και PMOS, $W = 3\mu\text{m}$, $L = 2\mu\text{m}$, τάσης 2.5V, διεργασίας MOSIS-TSMC 0.25 μm .

(α) Καμπύλη Μεταβίβασης V_{out}/V_{in}

Κάνοντας ανάλυση στατικού σημείου πόλωσης, δηλ. DC, σχηματίστε την χαρακτηριστική καμπύλη μετάβασης του αντιστροφέα. Υπολογίστε, βάση της παράστασης τα: V_M , V_{OH} , V_{OL} , V_{IH} , V_{IL} , και βάση αυτών τα περιθώρια αναλογικών τιμών δυναμικού της πύλης (θορύβου) που αντιστοιχούν στο λογικό 0 και λογικό 1.

Αλλάξτε το μέγεθος των τρανζίστορ (κατά το λιγότερο δυνατό), έτσι ώστε να δημιουργήσετε συμμετρία στα παραπάνω περιθώρια. Σχολιάστε την τροποποίηση σε αυτά, τι αλλάξατε και με ποιό φυσικό φαινόμενο σχετίζεται.

(β) Κλιμάκωση Τάσης και Καμπύλη Μεταβίβασης

Τι θα συμβεί στα περιθώρια θορύβου και στην κατανάλωση, αν κλιμακώσουμε το δυναμικό της τάσης προς τα κάτω; Θα υπάρχει βελτίωση η επιδείνωση τους; Παράξτε τις αντίστοιχες καμπύλες μετάβασης για $V_{dd} = \{0.7, 1.2, 1.8\}$.

Μετρήστε και σχολιάστε τις τροποποιήσεις στα περιθώρια τιμών. Επιπλέον μετρήστε το μέσο στατικό ρεύμα για κάθε σημείο (και για τα 2.5V). Υπολογίστε την μέση ισχύ για την κάθε τιμή του V_{dd} και σχηματίστε σχετική γραφική παράσταση. Τι συμπέρασμα βγάζετε για ισχύ και κατανάλωση;

Η προθεσμία παράδοσης του 1ου Συνόλου Ασκήσεων είναι η **30/11/2022**. Μέχρι τότε θα πρέπει να έχετε υποβάλει τις λύσεις των ασκήσεων μέσω του e-Class.