

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας - Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και  
Μηχανικών Υπολογιστών

## ΗΥ330 - Ψηφιακά Συστήματα VLSI

Χειμερινό Εξάμηνο - Ακαδημαϊκό Έτος 2021-2022

### 3ο Σύνολο Ασκήσεων

25/11/2022 έως 9/12/2022

X. Σωτηρίου

### 1η Άσκηση

Θεωρήστε τις παρακάτω δυαδικές συναρτήσεις.

$$\begin{aligned}f_{aoi21} &= (a + bc)' \\f_{oai31} &= (ab + b(c + d))' \\f_{maj} &= (ab + bc + ac)' \\f_{aoi22} &= (ac + bd)'\end{aligned}$$

#### (α) Σχεδίαση Σχηματικού και Ορισμός μεγεθών τρανζίστορ

Σχεδιάζοντας το σχηματικό υλοποίησης των παραπάνω δυαδικών συναρτήσεων ως στατικές πύλες CMOS, με τον μικρότερο δυνατό αριθμό τρανζίστορ, υπολογίστε τα μεγέθη των τρανζίστορ έτσι ώστε η συνολική αντίσταση που εμφανίζουν τα δίκτυα ανέκλυσης, καθέκλυσης να είναι 6.5kΩ.

Δίνονται οι ισοδύναμες αντιστάσεις τρανζίστορ NMOS και PMOS ως 13kΩ και 31kΩ αντίστοιχα, για τάση 2.5V,  $W = L = 2\lambda$ , και για διεργασία 0.25μm, όπου  $\lambda = 0.125\mu\text{m}$ .

#### (β) Σχεδίαση Γραμμοδιαγραμμάτων

Για κάθε πύλη που σχεδιάσατε στο (α) σχεδιάστε το αντίστοιχο αδιάστατο γραμμοδιάγραμμα που επιδεικνύει την σχεδίαση της διάταξης των τρανζίστορ και των διασυνδέσεων.

#### (γ) Σχεδίαση Κάτοψης

Σχεδιάστε στο Magic, στην τεχνολογία SCMOS, τα γραμμοδιαγράμματα ως standard cells βιβλιοθήκης EDA.

Επιβεβαιώστε την ορθή λειτουργία τους, χρησιμοποιώντας το NGSPICE και επιδείξτε τις σχετικές κυματομορφές.

### (δ) Ανάλυση Χωρητικότητας Κάτοψης

Εκφράστε για την πύλη AOI21 του (γ), το εμβαδό και περίμετρο της διάχυσης του κάθε τρανζίστορ, και υπολογίστε τις χωρητικότητες διάχυσης για την μετάβαση  $1 \rightarrow 0$  στην έξοδο.

Δίνονται:

$$C_j = 2 \frac{fF}{\mu m^2},$$
$$C_{jsw} = 0.28 \frac{fF}{\mu m},$$
$$K_{nj} = 0.57, K_{njsw} = 0.61, K_{pj} = 0.79, K_{pjsw} = 0.86$$

### (ε) Ανάλυση Καθυστερήσης

Για την πύλη AOI21, χρησιμοποιώντας το μοντέλο καθυστέρησης Elmore, υπολογίστε την χειρίστη καθυστέρηση του δικτύου καθέλκυσης, βάση των χωρητικότητων του (δ), όταν η πύλη οδηγεί την συνολική χωρητικότητα που παρουσιάζουν τέσσερις όμοιες της.

### Προθεσμία Παράδοσης, Υποβολή της Άσκησης

Για την παράδοση του 1ου συνόλου Ασκήσεων θα πρέπει να υποβάλλετε για την κάθε άσκηση **όλα τα σχετικά αρχεία**, με το κατάλληλο συνοδευτικό επεξηγηματικό κείμενο.

Η προθεσμία παράδοσης του 1ου Συνόλου Ασκήσεων είναι η **9/12/2022**. Μέχρι τότε θα πρέπει να έχετε υποβάλει τις λύσεις των ασκήσεων μέσω του **e-Class**.