



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικό και Καποδιστριακό  
Πανεπιστήμιο Αθηνών

---

## Σχεδίαση CMOS Ψηφιακών Ολοκληρωμένων Κυκλωμάτων

Ενότητα: Ασκήσεις

Αγγελική Αραπογιάννη

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

---

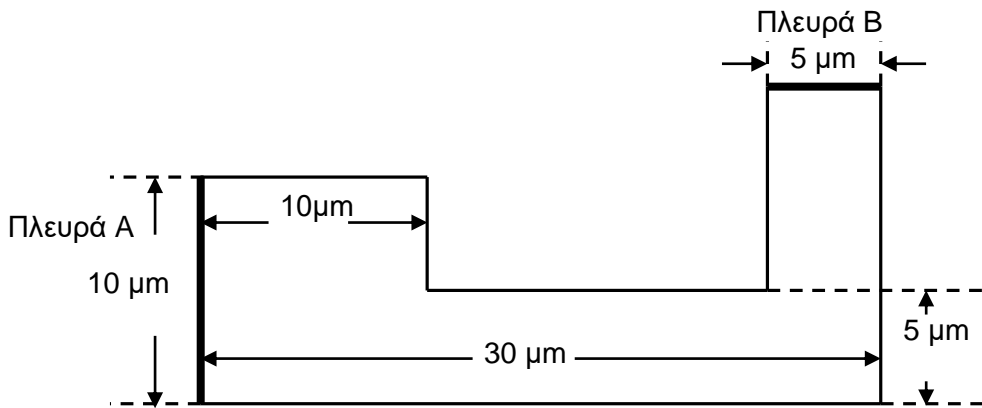


1. Άσκηση 1.....	5
2. Άσκηση 2.....	5
3. Άσκηση 3.....	7
4. Άσκηση 4.....	7
5. Άσκηση 5.....	7
6. Άσκηση 6.....	7
7. Άσκηση 7.....	7
8. Άσκηση 8.....	8
9. Άσκηση 9.....	8
10. Άσκηση 10 .....	9



## 1. Άσκηση 1

[8] Υπολογίστε την αντίσταση (από την πλευρά A με πλάτος 10μm στην πλευρά B με πλάτος 5μm) και την χωρητικότητα του ακόλουθου σχήματος.

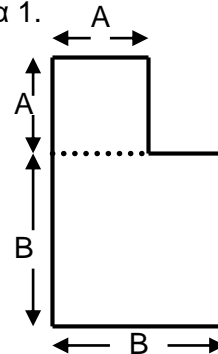


Αντίσταση φύλλου (sheet resistance)  $0.05 \Omega/\text{square}$ . Χωρητικότητα επαφής (plate capacitance)  $0.1 \text{ fF}/\mu\text{m}^2$ . Χωρητικότητα περιφέρειας (fringe capacitance)  $0.05 \text{ fF}/\mu\text{m}$ .

Οι αντιστάσεις (σε τετράγωνα) για το σχήμα 2 δίνονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1

B/A λόγος	Αντίσταση
1.5	2.1
2	2.25
3	2.5



Σχήμα 2

## 2. Άσκηση 2

[20]

Μια πύλη AND 3-εισόδων υλοποιείται με μία πύλη NAND 3 εισόδων και μία πύλη NOT και οδηγεί πυκνωτή C με χωρητικότητα  $500 \text{ fF}$ .

Το όλο κύκλωμα υλοποιείτε με 8 τρανζίστορ με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- p-MOS: ισοδύναμη αντίσταση 5 KΩ και χωρητικότητα πύλης 60 fF.
- n-MOS: ισοδύναμη αντίσταση 4 KΩ και χωρητικότητα πύλης 40 fF.

Για την πύλη NOT έχουμε τις ακόλουθες τρεις επιλογές

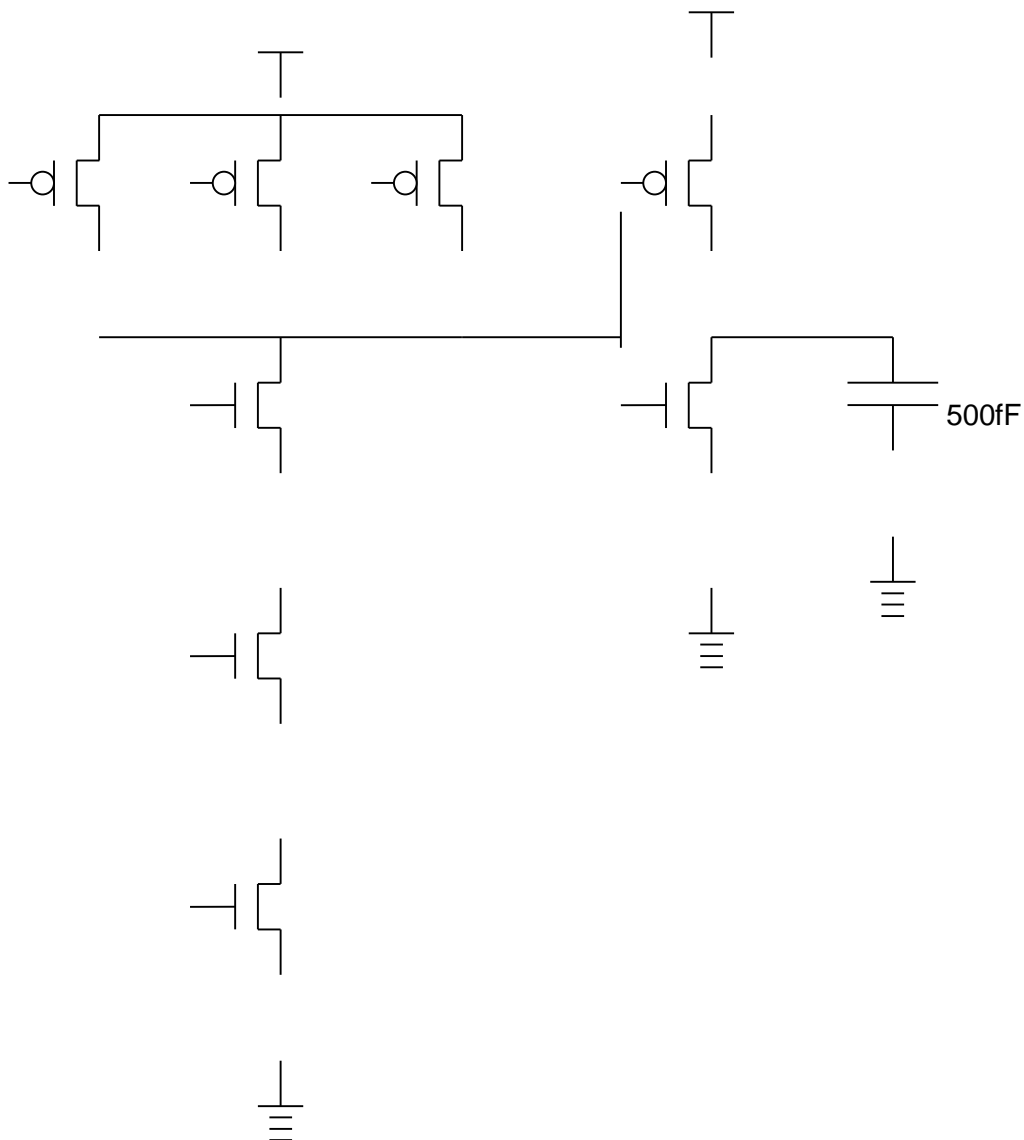
- α) Καμία αλλαγή σε σχέση με το αρχικό κύκλωμα
- β) Διπλασιασμός του πλάτους για κάθε τρανζίστορ
- γ) Τριπλασιασμός του πλάτους για κάθε τρανζίστορ

Ποια η επίδραση της αλλαγής του πλάτους στην ισοδύναμη αντίσταση ενός τρανζίστορ;

Ποια επιλογή δίνει συνολικά την ελάχιστη καθυστέρηση;

Για της χωρητικότητες μπορείτε να υποθέσετε ότι στο κύκλωμα υπάρχουν μόνο οι χωρητικότητες πύλης για κάθε τρανζίστορ (με σταθερό μήκος είναι ανάλογες του πλάτους) και η χωρητικότητα του πυκνωτή C

Δικαιολογείστε την απάντησή σας.



Η ισοδύναμη αντίσταση ενός τρανζίστορ είναι αντιστρόφως ανάλογη του πλάτους

### 3. Άσκηση 3

[5]

Υλοποιήστε την συνάρτηση  $\overline{A \cdot (B + C + D) + E}$  σε τυπικό CMOS. (Είναι διαθέσιμα 5 n-MOS και 5 p-MOS τρανζίστορ, μόνο τα A, B, C, D, και E είναι διαθέσιμα σαν είσοδοι)

### 4. Άσκηση 4

[7]

Υλοποιήστε την συνάρτηση  $\overline{A \cdot (B + C + (D + E) \cdot F)}$  σε τυπικό CMOS. (Είναι διαθέσιμα 6 n-MOS και 6 p-MOS τρανζίστορ, μόνο τα A, B, C, D, E και F είναι διαθέσιμα σαν είσοδοι)

### 5. Άσκηση 5

[10]

Υλοποιήστε ένα D flip-flop με NOT πύλες και πολυπλέκτες. Αντικαταστήστε 2 NOT πύλες με NAND πύλες ώστε να προσθέσετε ασύγχρονο SET. Εξηγήστε την λειτουργία του κυκλώματος σας.

### 6. Άσκηση 6

[9]

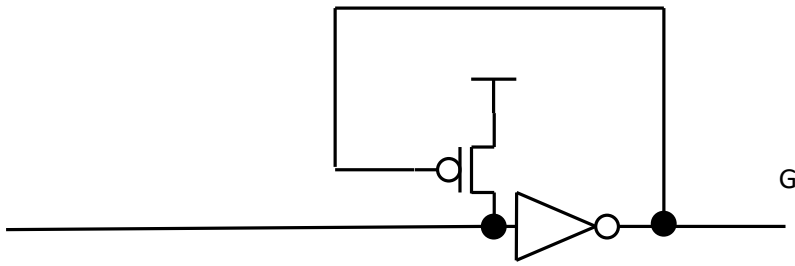
Υλοποιήστε τις ακόλουθες συναρτήσεις  $\overline{A \cdot B}$ ,  $\overline{C \cdot D}$  και  $A \cdot B + C \cdot D$  χρησιμοποιώντας μόνο 6 n-MOS και 6 p-MOS τρανζίστορ συνολικά. (δώστε σχηματικό σε επίπεδο τρανζίστορ, μόνο τα A, B, C και D είναι διαθέσιμα σαν είσοδοι).

### 7. Άσκηση 7

[7]

Υλοποιήστε το Δικτύωμα1 με 4 n-MOS τρανζίστορ ώστε  $G = \overline{A \cdot B \cdot C + \overline{B} \cdot D}$

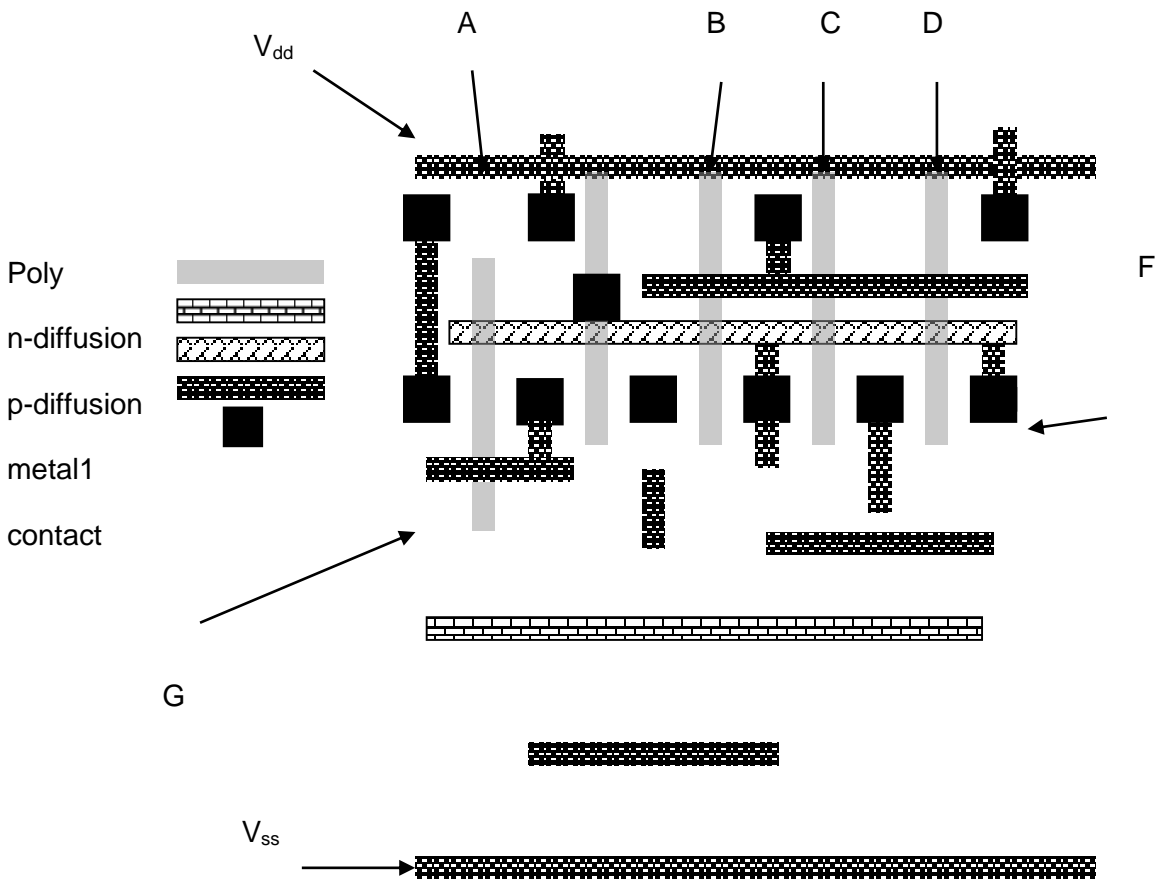
(Τα A, B, C, D, τα συμπληρώματά τους, η γείωση και η τροφοδοσία είναι διαθέσιμα σαν είσοδοι).



### 8. Άσκηση 8

8. [14]

Δώστε το σχηματικό σε επίπεδο τρανζίστορ του ακόλουθου διαγράμματος. Προσδιορίστε την συναρτήσεις F και G.



### 9. Άσκηση 9

[12]

Υλοποιήστε τις ακόλουθες πύλες σε CMOS Domino.



$$F = A \cdot (C + \bar{B} \cdot D)$$

$$G = B \cdot D + \bar{A}$$

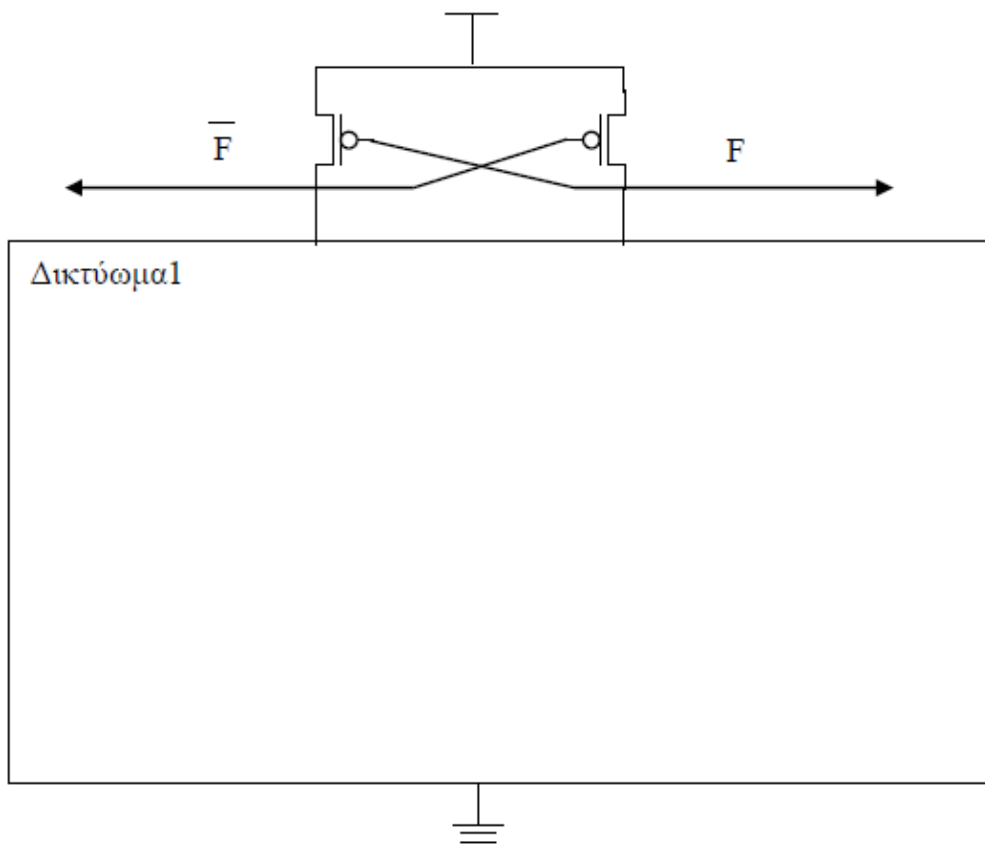
Χρησιμοποιήστε 7 n-MOS τρανζίστορ, 2 p-MOS τρανζίστορ και δύο NOT πύλες.

(Σαν εισόδους χρησιμοποιήστε σήμα χρονισμού (ρολόι) και τα σήματα A, B, C, D και τα συμπληρώματα των σημάτων A και B, το σήμα χρονισμού οδηγεί 1 n-MOS και 2 p-MOS).

## 10. Άσκηση 10

[8]

Με 10 n-MOS τρανζίστορ για το Δίκτυωμα1 υλοποιήστε την  $F = (A \cdot B + E \cdot \bar{C} \cdot \bar{D})$  (Για κάθε είσοδο έχουμε το συμπλήρωμα)



# Σημειώματα

## Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.00

## Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Αγγελική Αραπογιάννη, 2014.  
Αγγελική Αραπογιάννη «Σχεδίαση CMOS Ψηφιακών Ολοκληρωμένων Κυκλωμάτων». Έκδοση: 1.0.  
Αθήνα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/DI102/>

## Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

## Διατήρηση Σημειωμάτων

- Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:
- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

## Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

