

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας - Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και
Μηχανικών Υπολογιστών

ΗΥ327 - Ψηφιακά Συστήματα VLSI

Χειμερινό Εξάμηνο - Ακαδημαϊκό Έτος 2022-2023

1ο Σύνολο Ασκήσεων

12/10/2022 έως 31/10/2022

X. Σωτηρίου

1η Άσκηση

Σχεδιάστε στο πρόγραμμα MAGIC έναν αντιστροφέα CMOS ελαχίστου εμβαδού, δηλ. με όλες τις διαστάσεις στις μικρότερες επιτρεπόμενες δυνατές, και με τα τρανζίστορ NMOS και PMOS στο ελάχιστο μέγεθος, δηλ. με ελάχιστο πλάτος και μήκος καναλιού, συγκεκριμένα:

$$W_{NMOS,PMOS} = 3\mu m$$

$$L_{NMOS,PMOS} = 2\mu m$$

και με κάθετη γραμμή πολυπυρήτιου για την κοινή πύλη. Επιπλέον, ο αντιστροφέας θα πρέπει να περιλαμβάνει:

- γραμμές ρεύματος πάχους $4\mu m$, με ονόματα (ετικέτες) vdd, gnd αντίστοιχα
- πηγάδια p και n (στρώματα p-well, n-well) για το NMOS και PMOS τρανζίστορ αντίστοιχα,
- επαφές υποστρώματος των 2 τρανζίστορ στα n και p wells (διεπαφές psubstratepcontact, nsubstratencontact),
- ετικέτες στην είσοδο και έξοδο, με ονόματα in, out αντίστοιχα.

Μετά την σχεδίαση κάντε εξόρυξη της διάταξης σε αρχείο συσκευών (netlist) SPICE. Η κάρτα MOSFET στο SPICE έχει την μορφή:

Mxxx d g s b MNAME <w=val> <l=val>

Επαληθεύστε από το αρχείο SPICE ότι όλοι οι ακροδέκτες (d g s b) των 2 τρανζίστορ έχουν τις ορθές συνδέσεις (in, gnd, out και vdd).

2η Άσκηση

Ο στόχος της 2ης Άσκησης είναι να πραγματοποιήσετε επαλήθευση λειτουργίας του αντιστροφέα μέσω προσομείωσης στο SPICE, αλλά και να μετρήσετε:

- (α) τις αδρανειακές καθυστερήσεις, $0 \rightarrow 1$ και $1 \rightarrow 0$, από την είσοδο στην έξοδο (από το 50% της αρχικής στο 50% της τελικής τιμής),
- (β) τον χρόνο ανόδου/καθόδου της εξόδου για χρόνους ανόδου/καθόδου της εισόδου $t_{rise,fall} = 200ps$ (από το 10% της αρχικής στο 90% της τελικής τιμής).

Για την προσομείωση θα χρειαστεί να φτιάξετε ένα νέο αρχείο καρτών SPICE το οποίο:

- να συμπεριλαμβάνει το αρχείο 0.25-models των μοντέλων (κάρτα `.include`), το οποίο βρίσκεται στην σελίδα του μαθήματος,
- να συμπεριλαμβάνει το αρχείο netlist του MAGIC, στο οποίο όμως θα πρέπει να μετονομάσετε κατάλληλα τα ονόματα των δυο μοντέλων των τρανζίστορ σε CMOSN, CMOSP από τα προκαθορισμένα του MAGIC,
- να δηλώνει κατάλληλα τα σταθερά δυναμικά του κυκλώματος (κάρτα `Vxxxx+ n+ n- DC`),
- να δηλώνει την κατάλληλη κυματομορφή στην είσοδο δηλώνοντας την ως πηγή με γραμμική κυματομορφή (κάρτα `Vxxxx+ n+ n- PWL (time voltage ...)`),
- πραγματοποιεί Μεταβατική (Transient) Ανάλυση για το κατάλληλο διάστημα χρόνου με βηματισμό 10ps (κάρτα `.tran tstep tstop`)

Για την **αυτόματη μέτρηση** των (α), (β) παραπάνω θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε την κάρτα μέτρησης `.meas` ως εξής:

```
.meas tran
+ trig v(node1) val=xx at=1
+ targ v(node2) val=xx at=1
```

αντικαθιστώντας κατάλληλα τα `node1`, `node2` με τα σχετικά ονόματα των κόμβων, και τα `xx` με την κατάλληλη τιμή του δυναμικού.

Προθεσμία Παράδοσης, Υποβολή της Άσκησης

Για την παράδοση του 1ου συνόλου Ασκήσεων θα πρέπει να υποβάλλετε μια αναφορά, , σε μορφή PDF, η οποία να περιλαμβάνει την εικόνα του αντιστροφέα και όλες τις τιμές των παραμέτρων που μετρήσατε.

Η προθεσμία παράδοσης του 1ου Συνόλου Ασκήσεων είναι η **31/10/2022**. Μέχρι τότε θα πρέπει να έχετε υποβάλει τις λύσεις των ασκήσεων μέσω του e-Class.