



HPY 511

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ VLSI ΚΑΙ ASIC

Χειμερινό Εξάμηνο Ακαδ. Έτους 2018-19

Εκπόνηση: Καθηγ. Α. Δόλλας, Κ. Παπαδημητρίου, Αναπλ. Καθ. Ε. Κουτρούλης

Άσκηση 1

Σχεδίαση, λειτουργική προσομοίωση και προσομοίωση σε κυκλωματικό επίπεδο πλήρους αθροιστή ενός bit

Σχεδιάστε χρησιμοποιώντας το εργαλείο Magic, το layout ενός πλήρους αθροιστή ενός bit. Ο αθροιστής έχει τρεις εισόδους A, B, C_{in} , και δύο εξόδους S, C_{out} .

Για το πολυπυρίτιο (polysilicon) που αντιστοιχεί στο κόκκινο χρώμα δώστε πλάτος 2λ, για την n-διάχυση (n-diffusion) που αντιστοιχεί στο πράσινο χρώμα δώστε πλάτος 5λ και για την p-διάχυση (p-diffusion) που αντιστοιχεί στο καφέ χρώμα δώστε πλάτος 10λ. Οι επαφές n-diffusion contact (ndc) και p-diffusion contact (pdc) να έχουν διαστάσεις 5λx5λ και το metall (μπλε) που δεν είναι γείωση/τροφοδοσία πλάτος 5λ. Για τις γραμμές γείωσης και θετικής τροφοδοσίας επιλέξτε πλάτος 5λ τουλάχιστον. Διατηρήστε παντού απόσταση τουλάχιστον 2λ ανάμεσα σε αγωγούς poly (κόκκινους), τουλάχιστον 3λ ανάμεσα σε αγωγούς metall (μπλε) και τουλάχιστον 12λ ανάμεσα σε οποιουσδήποτε ημιαγωγούς n-diffusion (πράσινο) και p-diffusion (καφέ).

Ακολουθήστε ιεραρχική σχεδίαση. Για τη χρήση των subcells χρησιμοποιείστε την εντολή “getcell” ενώ για να διορθώσετε κάποιο subcell την εντολή “edit”.

Αφού ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός σε layout επίπεδο, στην κονσόλα του Magic δώστε τις εντολές “extract style lambda=0.3” και “extract”. Δημιουργείται ένα αρχείο με επέκταση .ext που περιέχει το netlist του κυκλώματος. Εκτελέστε στη συνέχεια την εντολή “ext2sim” για να παράγετε ένα αρχείο με επέκταση .sim που θα χρησιμοποιηθεί ως είσοδος στον προσομοιωτή IRSIM. Τέλος εκτελέστε την εντολή “ext2spice” για να παράγετε ένα αρχείο με επέκταση .spice που θα χρησιμοποιηθεί ως είσοδος στον προσομοιωτή Spice.

Παραδοτέα:

1. Κυκλωματικό διάγραμμα (circuit diagram).
2. Ραβδοδιάγραμμα (stick diagram).
3. Φυσική σχεδίαση (layout) στο Magic.
4. Συνοπτική αναφορά που να περιέχει θέματα όπως ποιες βασικές μονάδες/τύλες χρησιμοποιήσατε και πως, συνδέσεις, τεχνικές που ακολουθήσατε για καλύτερη σχεδίαση κλπ.
5. Προσομοίωση με το IRSIM η οποία να δείχνει ότι το συνολικό κύκλωμα λειτουργεί σωστά σε όλες τις δυνατές καταστάσεις λειτουργίας του. Για τις

εντολές προσομοίωσης δημιουργήστε αρχείο <file>.cmd το οποίο θα τρέξετε στην κονσόλα του IRSIM με την εντολή “@ <file>.cmd”.

6. Προσομοίωση με το Spice η οποία να δείχνει ότι το συνολικό κύκλωμα λειτουργεί σωστά **σε όλες τις δυνατές καταστάσεις λειτουργίας του**, καθώς και τεκμηρίωση συμπεριφοράς των σημάτων. Τεκμηριώσετε τυχόν προβλήματα που είχατε.
7. Χρησιμοποιώντας το Spice να μετρηθεί η **μέγιστη δυνατή συχνότητα** των σημάτων εισόδου για την οποία το συνολικό κύκλωμα λειτουργεί σωστά **σε όλες τις δυνατές καταστάσεις λειτουργίας του**.

Η αναφορά θα παραδοθεί σε ηλεκτρονική μορφή.

Σημειώσεις:

1. Αν χρησιμοποιηθεί XOR για την υλοποίηση του αθροιστή, αυτή να υλοποιηθεί ως βασική μονάδα του κυκλώματος αναλύοντας τη συνάρτηση χρησιμοποιώντας κανόνες De Morgan και φτιάχνοντας το ραβδοδιάγραμμα. Λύση χρησιμοποιώντας μόνο πύλες NAND για την υλοποίηση της XOR δε θα γίνει δεκτή. Στη συνέχεια η XOR μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως subcell. Επίσης μπορεί να υλοποιηθεί με τη χρήση πυλών μετάδοσης (transmission gates ή pass gates).
2. Ο αριθμός των τρανζίστορ σε σειρά που παρεμβάλλονται μεταξύ τροφοδοσίας/γείωσης και εξόδου να μην είναι μεγαλύτερος από τρία. Αιτιολογήστε το.