



HPY 511

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ VLSI ΚΑΙ ASIC

Χειμερινό Εξάμηνο Ακαδ. Έτους 2018-19

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

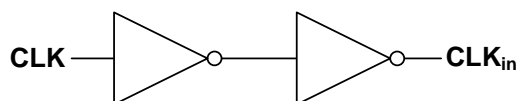
Άσκηση 2

Σχεδίαση, λειτουργική προσομοίωση και προσομοίωση σε κυκλωματικό επίπεδο D-Δισταθούς Πολυδονητή (D-Flip/Flop)

Σχεδιάστε χρησιμοποιώντας το εργαλείο Magic το layout ενός D-δισταθούς πολυδονητή (D-flip/flop) με είσοδο σύγχρονου clear ($\overline{\text{CLR}}$). Το $\overline{\text{CLR}}$ είναι ενεργό στο “1”, δηλαδή όταν θα γίνει ίσο με “1” οδηγεί την έξοδο του κυκλώματος στο “0”. Στο ρολόι δώστε το όνομα CLK και στις εξόδους Q και Qb ($=Q'$). Γενικά προσέχουμε να δίνουμε εύστοχα ονόματα στα labels και να αποφεύγουμε σύμβολα όπως %, !, (,) κλπ. Για παράδειγμα, αποφύγετε labels του τύπου Q(t+1), Q!, Q'.

Να σχεδιαστούν δύο εναλλακτικοί τύποι D flip-flop:

A) για τη διανομή του ρολογιού στο εσωτερικό του D flip-flop χρησιμοποιείται η βαθμίδα απομονωτή που φαίνεται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1. Βαθμίδα απομονωτή.

B) για τη διανομή του ρολογιού στο εσωτερικό του D flip-flop δεν χρησιμοποιείται βαθμίδα απομονωτή.

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 metal1 (μπλε) που δεν είναι γείωση/τροφοδοσία πλάτος 5λ. Για τις γραμμές γείωσης και θετικής τροφοδοσίας επιλέξτε πλάτος 5λ τουλάχιστον. Διατηρήστε παντού απόσταση τουλάχιστον 3λ ανάμεσα σε αγωγούς poly (κόκκινους), τουλάχιστον 3λ ανάμεσα σε αγωγούς metal1 (μπλε) και τουλάχιστον 12λ ανάμεσα σε οποιουδήποτε ημιαγωγούς n-diffusion (πράσινο) και p-diffusion (καφέ).

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

Αφού ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός σε επίπεδο layout, 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 παραχθεί ένα αρχείο με επέκταση .sim που θα χρησιμοποιηθεί ως είσοδος στον προσομοιωτή IRSIM. Επειδή το κύκλωμα είναι σύγχρονο, στους προσομοιωτές θα πρέπει να δημιουργήσετε συνεχή εναλλαγή στο σήμα εισόδου CLK. Τέλος εκτελέστε την εντολή “ext2spice” για να παράγετε ένα αρχείο με επέκταση .spice που θα χρησιμοποιηθεί ως είσοδος στον προσομοιωτή Spice.

Χρησιμοποιώντας το Spice να μετρηθεί και για τους δύο τύπους D flip-flop που έχουν σχεδιαστεί, ποια είναι η **μέγιστη δυνατή συχνότητα ρολογιού** που μπορεί να εφαρμόζεται στην είσοδο (CLK_{in}) για την οποία κάθε D flip-flop λειτουργεί σωστά σε όλες τις δυνατές καταστάσεις λειτουργίας του.

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/πύλες 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. Μετρήσεις της μέγιστης δυνατής συχνότητας ρολογιού, όπως έχει περιγραφεί παραπάνω και δικαιολόγηση των αποτελεσμάτων αυτών.

Η αναφορά θα παραδοθεί σε ηλεκτρονική μορφή.

Σημειώσεις:

Θα πρέπει υποχρεωτικά να ακολουθήσετε το κυκλωματικό διάγραμμα της διάλεξης.