



## Projects στο Εργαστήριο Ψηφιακών Κυκλωμάτων

### Αφορά τα εργαστηριακά τμήματα Ε3 και Ε6

Δευτέρα & Πέμπτη, 19:00-21:00

#### ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΤΩΝ PROJECTS

- Τα project είναι συνθετικές εργασίες εξαμήνου που απαιτούν από τον φοιτητή να συνδυάσει τις γνώσεις που απέκτησε στο εργαστήριο Ψηφιακών Κυκλωμάτων με περαιτέρω βιβλιογραφική μελέτη πάνω στα ζητούμενα ψηφιακά κυκλώματα και εφαρμογή αυτών.
- Κάθε project ανατίθεται σε έναν σπουδαστή. Η εργασία αξιολογείται με 0% έως και 15% στον τελικό βαθμό του εργαστηρίου.
- Οι σπουδαστές θα πρέπει να παραδώσουν τις εργασίες τους σε ημερομηνία που θα τους γνωστοποιηθεί από τον διδάσκοντα του εργαστηρίου και θα είναι λίγο πριν τις εξετάσεις του εξαμήνου.
- Παραδοτέα της εργασίας είναι :
  - ο Ένα κείμενο/αναφορά της εργασίας όπου θα υπάρχει η εκφώνηση του project, θα περιγράφεται το ζητούμενο ψηφιακό κύκλωμα και η λειτουργία του, θα υπάρχει θεωρητική μελέτη του, το κύκλωμα που σχεδίασε ο φοιτητής, πίνακες αληθείας και συναρτήσεις Boole κ.λ.π.
  - ο Θα εκτιμηθεί θετικά η ύπαρξη αρχείου με το κύκλωμα αυτό σε ένα από τα προγράμματα προσομοίωσης Tina Pro ή Multisim
- Οι φοιτητές μπορούν να συνεργάζονται με τον διδάσκοντα σε ότι αφορά την εργασία τους και να τον συμβουλευονται καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας για επίλυση τυχόν προβλημάτων που συναντούν και για επιβεβαίωση της σωστής πορείας που ακολουθούν στην ανάπτυξη των εργασιών τους.
- Κατά την παράδοση των εργασιών θα γίνει μια σύντομη εξέταση των σπουδαστών πάνω στο αντικείμενο της εργασίας τους, όπου θα πρέπει να απαντήσουν σε ερωτήσεις σχετικά με το project τους. Από την εξέταση αυτή θα καθοριστεί και ο τελικός τους βαθμός στο project.
- Projects που αποδεικνύονται προϊόντα αντιγραφής μηδενίζονται.

#### Λίστα Projects

1. Να σχεδιάσετε ένα συνδυαστικό κύκλωμα η έξοδος Y του οποίου θα ενεργοποιεί ένα συναγερμό αυτοκινήτου (ο συναγερμός ενεργοποιείται με "1"). Το κύκλωμα έχει τρεις εισόδους A, B και C, που συνδέονται με τρεις διακόπτες οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με τρεις αισθητήρες (sensors) SA, SB και SC που ελέγχουν αντίστοιχα:

αν η μηχανή είναι σε λειτουργία, αν κάποια πόρτα είναι ανοικτή και αν το "καπό" της μηχανής είναι ανοικτό. Ο συναγερμός πρέπει να ενεργοποιείται όταν η μηχανή είναι σε λειτουργία και ταυτόχρονα, είτε κάποια πόρτα είναι ανοικτή, είτε το "καπό" της μηχανής είναι ανοικτό.

- a. Να κατασκευάσετε τον Πίνακα αληθείας του προβλήματος.
- b. Να γράψετε τη συνάρτηση εξόδου  $Y$  του κυκλώματος ως άθροισμα ελαχίστων όρων των μεταβλητών εισόδου  $A$ ,  $B$  και  $C$ .
- c. Χρησιμοποιώντας χάρτη Karnaugh να απλοποιήσετε τη συνάρτηση εξόδου.
- d. Να σχεδιάσετε το κύκλωμα με πύλες AND-OR-NOT
- e. Να σχεδιάσετε το κύκλωμα με πύλες NAND
- f. Να σχεδιάσετε το κύκλωμα με πύλες NOR

2. Να σχεδιάσετε ένα συνδυαστικό κύκλωμα η έξοδος  $Y$  του οποίου θα ενεργοποιεί ένα συναγερμό μίας χημικής μονάδας (ο συναγερμός ενεργοποιείται με "1"). Το κύκλωμα έχει τρεις εισόδους  $A$ ,  $B$  και  $C$ , που συνδέονται με τρεις διακόπτες οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με τρεις αισθητήρες (sensors)  $SA$ ,  $SB$  και  $SC$  που ελέγχουν αντίστοιχα την πίεση, τη θερμοκρασία και τη στάθμη ενός υγρού μέσα σε μία δεξαμενή. Ο αισθητήρας  $SA$  δίνει "1", όταν η πίεση υπερβεί κάποιο προκαθορισμένο όριο. Ο αισθητήρας  $SB$  δίνει "1", όταν η θερμοκρασία υπερβεί κάποιο προκαθορισμένο όριο. Ο αισθητήρας  $SC$  δίνει "0", όταν η στάθμη πέσει κάτω από κάποιο προκαθορισμένο όριο. Ο συναγερμός πρέπει να ενεργοποιείται, όταν η στάθμη πέσει κάτω από το προκαθορισμένο όριο και ταυτόχρονα η πίεση, είτε η θερμοκρασία υπερβούν τα προκαθορισμένα όρια.

- a. Να κατασκευάσετε τον Πίνακα αληθείας του προβλήματος.
- b. Να γράψετε τη συνάρτηση εξόδου  $Y$  του κυκλώματος ως άθροισμα ελαχίστων όρων των μεταβλητών εισόδου  $A$ ,  $B$  και  $C$ .
- c. Χρησιμοποιώντας χάρτη Karnaugh να απλοποιήσετε τη συνάρτηση εξόδου.
- d. Να σχεδιάσετε το κύκλωμα με πύλες AND-OR-NOT
- e. Να σχεδιάσετε το κύκλωμα με πύλες NAND
- f. Να σχεδιάσετε το κύκλωμα με πύλες NOR

3. Ένα βενζινάδικο έχει τέσσερις δεξαμενές καυσίμων. Στη δεξαμενή της βενζίνης Super υπάρχει ένας αισθητήρας  $SA$  που δίνει "1", όταν η στάθμη πέσει κάτω από κάποιο προκαθορισμένο όριο. Στη δεξαμενή της βενζίνης Unleaded υπάρχει ένας αισθητήρας  $SB$  που δίνει "1", όταν η στάθμη πέσει κάτω από κάποιο προκαθορισμένο όριο. Στη δεξαμενή της βενζίνης Super Unleaded υπάρχει ένας αισθητήρας  $SC$  που δίνει "1", όταν η στάθμη πέσει κάτω από κάποιο προκαθορισμένο όριο. Στη δεξαμενή του πετρελαίου κίνησης υπάρχει ένας αισθητήρας  $SD$  που δίνει "1", όταν η θερμοκρασία υπερβεί κάποιο προκαθορισμένο όριο. Να σχεδιάσετε ένα συνδυαστικό κύκλωμα με τέσσερις εισόδους  $A$ ,  $B$ ,  $C$  και  $D$ , που συνδέονται με τέσσερις διακόπτες οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με τους τέσσερις αισθητήρες και μία έξοδο  $Y$  που δίνει "1", όταν η στάθμη τουλάχιστον μίας από τις δεξαμενές βενζίνης πέσει κάτω από το προκαθορισμένο όριο και ταυτόχρονα η θερμοκρασία της δεξαμενής του πετρελαίου κίνησης υπερβεί το προκαθορισμένο όριο

- a. Να κατασκευάσετε τον Πίνακα αληθείας του προβλήματος
- b. Να γράψετε τη συνάρτηση εξόδου  $Y$  του κυκλώματος ως άθροισμα ελαχίστων όρων των μεταβλητών εισόδου  $A$ ,  $B$ ,  $C$  και  $D$ .
- c. Χρησιμοποιώντας χάρτη Karnaugh να απλοποιήσετε τη συνάρτηση εξόδου.

- d. Να σχεδιάσετε το κύκλωμα με πύλες AND-OR-NOT
- e. Να σχεδιάσετε το κύκλωμα με πύλες NAND
- f. Να σχεδιάσετε το κύκλωμα με πύλες NOR

4. Σε μία διασταύρωση, διασταυρώνεται ένας δρόμος προτεραιότητας με λωρίδες ΛΑ και ΛΒ και ένας δρόμος δευτερεύουσας σημασίας με λωρίδες ΛC και ΛD. Σε κάθε λωρίδα υπάρχει ένας αισθητήρας που ελέγχει την παρουσία αυτοκινήτων δίνοντας "1", όταν υπάρχει τουλάχιστον ένα αυτοκίνητο. Στη διασταύρωση υπάρχει ένας σηματοδότης με δύο φώτα: το ΦΑΒ για τις λωρίδες ΛΑ και ΛΒ και το ΦCD για τις λωρίδες ΛC και ΛD. Το κάθε φως είναι δύο χρωμάτων (κόκκινο και πράσινο). Ο σηματοδότης ελέγχει την κυκλοφορία των αυτοκινήτων σύμφωνα με την ακόλουθη λογική:

- Το ΦCD είναι πράσινο όταν
  - i. - οι λωρίδες ΛC και ΛD είναι κατειλημμένες και τουλάχιστον μία από τις λωρίδες ΛΑ και ΛΒ είναι ελεύθερη
  - ii. - η λωρίδα ΛC ή η λωρίδα ΛD είναι κατειλημμένη και οι λωρίδες ΛΑ και ΛΒ είναι ελεύθερες
- Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις το ΦCD είναι κόκκινο.
- Το ΦΑΒ λειτουργεί εντελώς αντίθετα από το ΦCD.

Να σχεδιάσετε ένα συνδυαστικό κύκλωμα που ελέγχει το σηματοδότη της διασταύρωσης, σύμφωνα με τις παραπάνω προδιαγραφές. Το κύκλωμα έχει τέσσερις εισόδους A, B, C και D που συνδέονται με τους τέσσερις αισθητήρες και δύο εξόδους YAB και YCD, που συνδέονται με τα φώτα του σηματοδότη και δίνουν "1", όταν το αντίστοιχο φως είναι πράσινο.

- a. Να κατασκευάσετε τον Πίνακα αληθείας του προβλήματος
- b. Να γράψετε τη συνάρτηση εξόδου Y του κυκλώματος ως άθροισμα ελαχίστων όρων των μεταβλητών εισόδου A, B, C και D.
- c. Χρησιμοποιώντας χάρτη Karnaugh να απλοποιήσετε τη συνάρτηση εξόδου.
- d. Να σχεδιάσετε το κύκλωμα με πύλες AND-OR-NOT
- e. Να σχεδιάσετε το κύκλωμα με πύλες NAND
- f. Να σχεδιάσετε το κύκλωμα με πύλες NOR

5. Να σχεδιαστεί ένας συγκριτής 2 αριθμών των 3 bits. Ο συγκριτής θα έχει 2 εισόδους A ( $A_2A_1A_0$ ), B ( $B_2B_1B_0$ ) των 3 bits κάθε μία και 3 εξόδους AEQB, ALTB, AGTB που θα ενεργοποιούνται ως εξής:

- Αν  $A=B$  τότε  $AEQB=1$ ,  $ALTB=0$ ,  $AGTB=0$
- Αν  $A<B$  τότε  $AEQB=0$ ,  $ALTB=1$ ,  $AGTB=0$
- Αν  $A>B$  τότε  $AEQB=0$ ,  $ALTB=0$ ,  $AGTB=1$ 
  1. Να κατασκευάσετε τον Πίνακα αληθείας του κυκλώματος
  2. Να γράψετε τη συνάρτηση εξόδου Y του κυκλώματος ως άθροισμα ελαχίστων όρων των μεταβλητών εισόδου A και B.
  3. Χρησιμοποιώντας χάρτη Karnaugh να απλοποιήσετε τις συναρτήσεις εξόδου.
  4. Να σχεδιάσετε το κύκλωμα με πύλες AND-OR-NOT

6. Να σχεδιάσετε κύκλωμα πολ/σμού 2 αριθμών των 3 bits. Το κύκλωμα θα έχει 2 εισόδους A ( $A_2A_1A_0$ ), B ( $B_2B_1B_0$ ) των 3 bits και μία έξοδο Y ( $Y_5Y_4Y_3Y_2Y_1Y_0$ ) των 6 bits. Για την υλοποίηση του κυκλώματος θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε ημιαθροιστές και αθροιστές τους οποίους θα περιγράψετε μία φορά σε επίπεδο πυλών και κατόπιν θα χρησιμοποιήσετε στο κύκλωμα σε μορφή block. Η υλοποίηση του κυκλώματος να γίνει με πύλες AND, OR, NOT.
7. Να σχεδιάσετε κύκλωμα πρόσθεσης/αφαίρεσης 2 αριθμών των 3 bits. Το κύκλωμα θα έχει 2 εισόδους A ( $A_2A_1A_0$ ), B ( $B_2B_1B_0$ ) των 3 bits και μία έξοδο Y ( $Y_3Y_2Y_1Y_0$ ) των 4 bits. Για την υλοποίηση του κυκλώματος θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε ημιαθροιστές και αθροιστές τους οποίους θα περιγράψετε μία φορά σε επίπεδο πυλών και κατόπιν θα χρησιμοποιήσετε στο κύκλωμα σε μορφή block. Η επιλογή της πράξης θα γίνεται με μία ξεχωριστή γραμμική επιλογής.
8. Να σχεδιάσετε έναν καταχωρητή δεξιάς ολίσθησης (Shift Register) 5 bits, σειριακής εισόδου και εξόδου (SISO) χρησιμοποιώντας D flip-flop. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας το κύκλωμα αυτό να υλοποιήσετε μια μνήμη FIFO 4 bits με μήκος 5 bits.
9. Να σχεδιάσετε έναν ασύγχρονο προς τα πάνω δυαδικό απαριθμητή modulo 16 χρησιμοποιώντας JK flip-flop. Στη συνέχεια να μετατρέψετε τον απαριθμητή αυτό σε modulo 12.
10. Να σχεδιάσετε έναν μετατροπέα δυαδικού συστήματος σε κώδικα Gray. Συγκεκριμένα, το κύκλωμα θα δέχεται σαν είσοδο έναν 3 bit δυαδικό αριθμό και θα παράγει το αντίστοιχο 3 bit κωδικό Gray. Το κύκλωμα να υλοποιηθεί με πύλες AND-OR-NOT και κατόπιν με πύλες NAND. Επίσης, να γίνει απλοποίηση με πίνακα Karnaugh εάν είναι δυνατόν.