

1. (18 βαθμοί – μείον 3 βαθμοί εάν δεν ακολουθούνται οι κανόνες γραφής) – Πολυπλέκτες:

(α) (4 βαθμοί) Γράψτε τον πίνακα αληθείας ενός μονόμπιτου πολυπλέκτη δύο-σε-ένα.

(β) (4 βαθμοί) Σχεδιάστε τον πίνακα αληθείας (α) σε μορφή γάρτη Karnaugh, σημειώστε πάνω του τις περιοχές απλοποίησης, και εκφράστε καθεμιά τους σαν όρο Boole.

(γ) (5 βαθμοί) Στον πίνακα αληθείας (α), συντιμήστε γραμμές που είναι παρόμοιες μεταξύ τους, χρησιμοποιώντας το συμβολισμό "X" (don't care) στην αριστερή πλευρά του πίνακα αληθείας. Εξηγήστε σε τι αντιστοιχούν αυτά, αναφερόμενοι στον συνήθη, διαισθητικό ορισμό του τι κάνει ο πολυπλέκτης.

(δ) (5 βαθμοί) Για να περιγράψτε έναν εξάμπιτο (6-bit) πολυπλέκτη δύο-σε-ένα με πίνακα αληθείας όπως στο (α), πόσες γραμμές και πόσες στήλες θα χρειάζονταν να έχει αυτός; Γιατί, και σε τι θα αντιστοιχούσαν αυτές;

2. (22 βαθμοί – μείον 4 βαθμοί εάν δεν ακολουθούνται οι κανόνες γραφής) – Αναπαράσταση Αριθμών:

Δίδονται οι εξής δέκα οκτάμπιτες (8-bit) ποσότητες, γραμμένες στο Δεκαεξαδικό:

BA, 0F, F0, 97, 77, 2C, 9C, 7E, 8D, 6A

(α) (2 βαθμοί) Γράψτε την ποσότητα BA στο δυαδικό.

(β) Θεωρήστε ότι οι παραπάνω ποσότητες παριστάνουν μη προσημασμένους (unsigned) οκτάμπιτους δυαδικούς ακεραίους αριθμούς (δυαδικό γραμμένο σε δεκαεξαδική μορφή), και ταξινομήστε τους (sort) κατά αύξουσα σειρά (3 βαθμοί), και εξηγήστε (5 βαθμοί) με ποιόν τρόπο και γιατί το κάνετε αυτό χωρίς μετατροπή στο δυαδικό ή στο δεκαδικό.

(γ) Θεωρήστε ότι οι παραπάνω ποσότητες παριστάνουν προσημασμένους (signed) οκτάμπιτους δυαδικούς ακεραίους αριθμούς σε μορφή 2's complement (συμπληρώματος ως προς 2) (δυαδικό γραμμένο σε δεκαεξαδική μορφή). Ξανα-ταξινομήστε τους (sort), αλγεβρικά, πάλι κατά αύξουσα αλγεβρική τιμή (4 βαθμοί), και εξηγήστε (8 βαθμοί) προσεκτικά ποιάν ή ποιές ιδιότητα(τες) ή ορισμό χρησιμοποιείτε, και πώς. Αφού μελετήσετε προσεκτικά την ιδιότητα/ορισμό, δεν χρειάζεται μετατροπή στο δυαδικό ή στο δεκαδικό.

3. (18 βαθμοί – μείον 4 βαθμοί εάν δεν ακολουθούνται οι κανόνες γραφής)

m inputs

n inputs

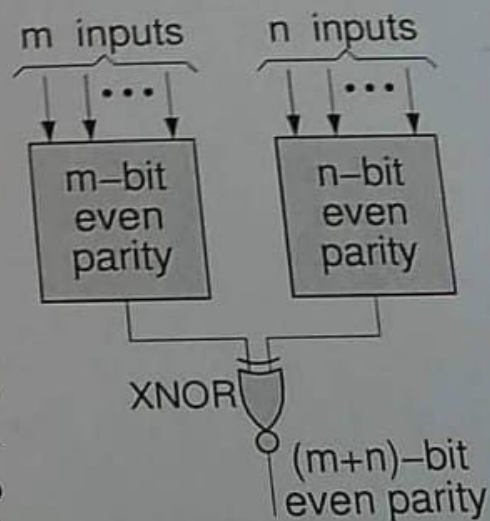
(β) Θεωρήστε ότι οι παραπάνω ποσότητες παριστάνουν μη προσημασμένους (unsigned) οκτάμπιτους δυαδικούς ακεραίους αριθμούς (δυαδικό γραμμένο σε δεκαεξαδική μορφή), και ταξινομήστε τους (sort) κατά αύξουσα σειρά (3 βαθμοί), και εξηγήστε (5 βαθμοί) με ποιόν τρόπο και γιατί το κάνετε αυτό χωρίς μετατροπή στο δυαδικό ή στο δεκαδικό.

(γ) Θεωρήστε ότι οι παραπάνω ποσότητες παριστάνουν προσημασμένους (signed) οκτάμπιτους δυαδικούς ακεραίους αριθμούς σε μορφή 2's complement (συμπληρώματος ως προς 2) (δυαδικό γραμμένο σε δεκαεξαδική μορφή). Ξανα-ταξινομήστε τους (sort), αλγεβρικά, πάλι κατά αύξουσα αλγεβρική τιμή (4 βαθμοί), και εξηγήστε (8 βαθμοί) προσεκτικά ποιάν ή ποιές ιδιότητα(τες) ή ορισμό χρησιμοποιείτε, και πώς. Αφού μελετήστε προσεκτικά την ιδιότητα/ορισμό, δεν χρειάζεται μετατροπή στο δυαδικό ή στο δεκαδικό.

3. (18 βαθμοί – μείον 4 βαθμοί εάν δεν ακολουθούνται οι κανόνες γραφής)

(α) (2 βαθμοί) Αντιγράψτε στην κόλλα των απαντήσεών σας την εξής πρόταση, συμπληρώνοντας τα κενά: “Η συνάρτηση Άρτιας Ισοτιμίας (Even Parity) ενός πλήθους k από δυαδικές ψηφιακές εισόδους είναι **1** όταν το πλήθος των άσσων στις k εισόδους είναι ____ αριθμός, και είναι **0** όταν το πλήθος αυτό είναι ____ αριθμός”.

(β) (16 βαθμοί) Αποδείξτε (σε μορφή κειμένου, με την ακρίβεια μαθηματικής απόδειξης) ότι η συνάρτηση Άρτιας Ισοτιμίας ενός πλήθους $(m+n)$ εισόδων μπορεί πάντα να προκύψει σαν το ΟΧΙ-αποκλειστικό-Η (exclusive NOR – XNOR, αλλιώς αποκαλούμενη και πύλη ελέγχου ισότητας των δύο bits εισόδου της) των δύο συναρτήσεων Άρτιας Ισοτιμίας: (i) των m από τις εισόδους, και (ii) των υπολοίπων n από τις εισόδους, όπως φαίνεται στο σχήμα δίπλα, για οιαδήποτε πλήθη εισόδων $m \geq 1$ και $n \geq 1$.



4. (22 βαθμοί – μείον 4 βαθμοί εάν δεν ακολουθούνται οι κανόνες γραφής) – Μνήμες:

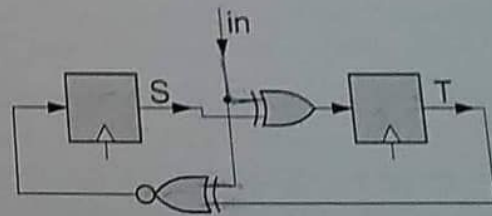
Δίδονται chips μνήμης (SRAM), καθένα μεγέθους **512 K x 4 bits**, με τρικάτάστατα data pins όπως και στο μάθημα.

Με τέτοια θέλουμε να φτιάξουμε μια συνολική μνήμη μεγέθους **4 M x 16 bits**.

- (α) (2 βαθμοί) Πόσα bits και πόσα Bytes χωρητικότητα έχει το κάθε ένα chip;
- (β) (2 βαθμοί) Πόσα bits και πόσα Bytes χωρητικότητα θα έχει η συνολική μνήμη;
- (γ) (2 βαθμοί) Πόσα chips χρειαζόμαστε για να φτιάξουμε τη συνολική μνήμη, και γιατί;
- (δ) (3 βαθμοί) Κάθε ανάγνωση από τη συνολική μνήμη, πόσα chips ενεργοποιεί, και γιατί;
- (ε) (3 βαθμοί) Κάθε data bit της συνολικής μνήμης, σε πόσων chips τα data pins συνδέεται, και γιατί;
- (στ) (2 βαθμοί) Πόσα bits διεύθυνσης παίρνει το κάθε chip και γιατί;
- (ζ) (2 βαθμοί) Πόσα bits διεύθυνσης παίρνει η συνολική μνήμη και γιατί;
- (η) (2 βαθμοί) Τα bits (στ), από ποιά από τα bits (ζ) προέρχονται συνήθως;
- (θ) (4 βαθμοί) Τα υπόλοιπα bits (ζ) πού πηγαίνουν και τι κάνουν;

5. (20 βαθμοί – μείον 3 βαθμοί εάν δεν ακολουθούνται οι κανόνες γραφής)

Η Μηχανή Πεπερασμένων Καταστάσεων (FSM) στο σχήμα δεξιά έχει μία εισόδο, in. Ως γνωστόν, η μεν επάνω δεξιά πύλη είναι exclusive-OR (XOR), η δε κάτω αριστερή πύλη είναι XNOR (ΟΧΙ-αποκλειστικό-Η, αλλιώς αποκαλούμενη και πύλη ελέγχου ισότητας).



- (α) (10 βαθμοί) Βρείτε και σχεδιάστε (όμορφα και προσεκτικά) το Διάγραμμα Καταστάσεων (και μεταβάσεων μεταξύ αυτών) αυτής της FSM.
- (β) (4 βαθμοί) Εξηγήστε πώς προέκυψε το διάγραμμα (α), μέσω ενός παραδείγματος: επιλέξτε μία από τις καταστάσεις, και για την κατάσταση αυτή και μόνον (όχι για τις υπόλοιπες) εξηγήστε πώς προκύπτουν οι μεταβάσεις που ξεκινούν από αυτήν.
- (γ) (6 βαθμοί) Η FSM αυτή δεν έχει είσοδο Reset, άρα όταν ανάβει η τροφοδοσία αυτή θα βρεθεί σε μια τυχαία, άγνωστη αρχική κατάσταση. Υπάρχει ή όχι ακολουθία τιμών της εισόδου in που να φέρνει πάντα την FSM σε μία ίδια, δεδομένη κατάσταση, ανεξαρτήτως της (άγνωστης) αρχικής της κατάστασης; Εάν ναι, ποιά είναι μια τέτοια ακολουθία, και πώς και σε ποια κατάσταση φέρνει την FSM; Εάν όχι, τότε γιατί δεν υπάρχει τέτοια ακολουθία;