

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΥΛΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΟ
ΕΠΑ 121 ΨΗΦΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΓΙΑ ΤΟ WEBCT**

Τιμόθεος Δημητρίου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Δεκέμβριος 2007

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Ανάπτυξη υλικού για το ΕΠΑ 121

Ψηφιακά Συστήματα για το WebCT

Τιμόθεος Δημητρίου

Επιβλέπων Καθηγητής

Κωνσταντίνος Πατίχης

Η Ατομική αυτή Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε προς μερική
εκπλήρωση των απαιτήσεων απόκτησης του πτυχίου
Πληροφορικής του Τμήματος Πληροφορικής του
Πανεπιστημίου Κύπρου

Δεκέμβριος 2007

Ευχαριστίες

Οφείλω θερμές ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Κωνσταντίνο Παττίχη, ο οποίος συνέβαλε τα μέγιστα στη δημιουργία της διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης, εκφράζω τις ευχαριστίες μου στον κ. Γιάννο Μυλωνά, καθώς και στους πρωτοετείς φοιτητές του τμήματος Πληροφορικής για την παροχή μέρος των σημειώσεων του μαθήματος ΕΠΛ 121 – Ψηφιακά Συστήματα και για την πολύτιμη βοήθειά τους ως προς την ολοκλήρωση αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Περίληψη

Ο στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη υλικού για το μάθημα της ψηφιακής λογικής. Το μάθημα της ψηφιακής λογικής, ΕΠΛ 121 Ψηφιακά Συστήματα, είναι υποχρεωτικό με βάση το πρόγραμμα παρακολούθησης μαθημάτων για απόκτηση του πτυχίου Πληροφορικής και διδάσκεται στο πρώτο έτος.

Η διπλωματική αυτή εργασία εκπονήθηκε για να βοηθήσει σε μελλοντικό στάδιο τους φοιτητές που θα παρακολουθήσουν το μάθημα, να έχουν μια πιο σαφή και καθαρή εικόνα για αυτό. Για την επίτευξη του πιο πάνω στόχου χρησιμοποιήθηκε συγκεκριμένη βιβλιογραφία αλλά και σημειώσεις από τον επιβλέποντα καθηγητή, τους φοιτητές που παρακολούθησαν πρόσφατα το μάθημα και το διαδίκτυο.

Η έρευνα για τη διπλωματική εργασία στηρίχθηκε σε δύο πυλώνες. Σαν πρώτη ανάγκη παρουσιάστηκε η εύρεση ασκήσεων για το μάθημα και σαν δεύτερο μέρος η επίλυση τους. Έτσι με την διεκπεραίωση των δύο στόχων που τέθηκαν, μπορεί ο καθένας που θέλει να ενημερωθεί για το μάθημα, να στηριχθεί στην εργασία αυτή και να διευκολυνθεί κατά πολύ στην κατανόηση των διαφόρων εννοιών.

Οι ασκήσεις αυτές περιλαμβάνουν: εξάσκηση στα συστήματα αριθμών και την ψηφιακή πληροφορία με λογικές πύλες και λογικά κυκλώματα,

ολοκληρωμένα κυκλώματα, σύγχρονα ακολουθιακά κυκλώματα και ασκήσεις με μονάδες μνήμης.

Οι ασκήσεις που δόθηκαν αφορούν τα συστήματα αριθμών, τις λογικές πύλες NOT, AND, OR, XOR, NAND, και NOR, τις συναρτήσεις Boolean και τις απλοποιήσεις τους (με βάση την άλγεβρα Boole και τους πίνακες Karnaugh), όπως επίσης κωδικοποιητές, αθροιστές, flip-flops και χρήση της μνήμης.

Τέλος, για την παρουσίαση της διπλωματικής χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο το WebCT. Αναμένεται ότι το σύστημα θα ανανεώνεται συνεχώς με νέες ασκήσεις και να γίνεται όλο και πιο φιλικό στο χρήστη.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1	Εισαγωγή	1
	1.1 Ψηφιακή σχεδίαση	1
	1.2 Στόχοι διπλωματικής εργασίας	2
	1.3 Περιγραφή περιεχομένων	3
 Κεφάλαιο 2	 Συστήματα αριθμών, πληροφορία και ψηφιακοί	
	Υπολογιστές	5
	2.1 Περίληψη κεφαλαίου	5
	2.2 Ασκήσεις Α' ομάδας	6
	2.3 Ασκήσεις Β' ομάδας	8
	2.4 Λύσεις Α' ομάδας	11
	2.5 Λύσεις Β' ομάδας	13
 Κεφάλαιο 3	 Συνδυαστικά λογικά κυκλώματα	 16
	3.1 Περίληψη κεφαλαίου	16
	3.2 Ασκήσεις Α' ομάδας	17
	3.3 Ασκήσεις Β' ομάδας	20
	3.4 Λύσεις Α' ομάδας	22
	3.5 Λύσεις Β' ομάδας	23
 Κεφάλαιο 4	 Συνδυαστικά κυκλώματα	 26
	4.1 Περίληψη κεφαλαίου	26

	4.2 Ασκήσεις Α' ομάδας	27
	4.3 Ασκήσεις Β' ομάδας	32
	4.4 Λύσεις Α' ομάδας	35
	4.5 Λύσεις Β' ομάδας	38
Κεφάλαιο 5	Συνδυαστικές συναρτήσεις και κυκλώματα	40
	5.1 Περίληψη κεφαλαίου	40
	5.2 Ασκήσεις Α' ομάδας	41
	5.3 Ασκήσεις Β' ομάδας	47
	5.4 Λύσεις Α' ομάδας	54
	5.5 Λύσεις Β' ομάδας	56
Κεφάλαιο 6	Αριθμητικές συναρτήσεις και κυκλώματα	58
	6.1 Περίληψη κεφαλαίου	58
	6.2 Ασκήσεις Α' ομάδας	59
	6.3 Ασκήσεις Β' ομάδας	65
	6.4 Λύσεις Α' ομάδας	69
	6.5 Λύσεις Β' ομάδας	70
Κεφάλαιο 7	Ακολουθιακά κυκλώματα	72
	7.1 Περίληψη κεφαλαίου	72
	7.2 Ασκήσεις Α' ομάδας	73
	7.3 Ασκήσεις Β' ομάδας	80
	7.4 Λύσεις Α' ομάδας	88
	7.5 Λύσεις Β' ομάδας	92

Κεφάλαιο 8	Καταχωρητές και μεταφορείς καταχωρητών	97
	8.1 Περίληψη κεφαλαίου	97
	8.2 Ασκήσεις Α' ομάδας	98
	8.3 Ασκήσεις Β' ομάδας	101
	8.4 Λύσεις Α' ομάδας	104
	8.5 Λύσεις Β' ομάδας	106
Κεφάλαιο 9	Βασικές έννοιες μνήμης	110
	9.1 Περίληψη κεφαλαίου	110
	9.2 Ασκήσεις Α' ομάδας	111
	9.3 Ασκήσεις Β' ομάδας	113
	9.4 Λύσεις Α' ομάδας	115
	9.5 Λύσεις Β' ομάδας	116
Κεφάλαιο 10	Βασικές σχεδίασης υπολογιστών, Αριθμητική μονάδα επεξεργασίας	117
	10.1 Περίληψη κεφαλαίου	117
	10.2 Ασκήσεις Α' ομάδας	118
	10.3 Ασκήσεις Β ομάδας	120
	10.4 Λύσεις Α' ομάδας	122
	10.5 Λύσεις Β' ομάδας	123
Κεφάλαιο 11	Συμπεράσματα	124
	11.1 Γενικά συμπεράσματα	124
	11.2 Μελλοντικές εργασίες	125

Βιβλιογραφία	126
---------------------------	------------

Παράρτημα Α CD	127
----------------------------------	------------

Folder: Διπλωματική εργασία

Folder: Κεφάλαιο 1

Folder: Κεφάλαιο 2

Folder: Κεφάλαιο 3

Folder: Κεφάλαιο 4

Folder: Κεφάλαιο 5

Folder: Κεφάλαιο 6

Folder: Κεφάλαιο 7

Folder: Κεφάλαιο 8

Folder: Κεφάλαιο 9

Folder: Κεφάλαιο 10

Folder: Κεφάλαιο 11

Folder: Βιβλιογραφία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ψηφιακή σχεδίαση	1
1.2 Στόχοι διπλωματικής εργασίας	2
1.3 Περιγραφή περιεχομένων	3

1.1 Ψηφιακή σχεδίαση

Τα ψηφιακά ηλεκτρονικά συστήματα είναι μία τεχνολογία που εξελίσσεται ραγδαία. Αυτά χρησιμοποιούνται στα περισσότερα καταναλωτικά προϊόντα, καινούργιες βιομηχανικές συσκευές, καινούργιες συσκευές γραφείων, και ακόμη συσκευές επικοινωνιών. Αυτή η ευρεία χρήση ψηφιακών κυκλωμάτων είναι το αποτέλεσμα της σχεδίασης φτηνών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και της εφαρμογής της τεχνολογίας των υπολογιστών.

Σήμερα σχεδόν όλα τα ηλεκτρονικά συστήματα κρύβουν μέσα στα κυκλώματα τους λογική η οποία τους προσδίδει ‘εξυπνάδα’ και έτσι μπορούν να διευκολύνουν τον άνθρωπο στην καθημερινή του ζωή.

Τα ψηφιακά συστήματα αποτελούν το σημαντικότερο στοιχείο των ηλεκτρονικών υπολογιστών αφού είναι μέσα σε αυτά που κρύβεται η λογική.

Η ψηφιακή σχεδίαση ασχολείται με τη σχεδίαση των ψηφιακών κυκλωμάτων, στοιχεία που πρέπει να γνωρίζει ένας επιστήμονας της πληροφορικής.

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό για ένα φοιτητή πληροφορικής να γνωρίζει τη δομή και τα συστατικά στοιχεία που συνθέτουν ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή. Επιπλέον, μαθαίνει τον τρόπο με τον οποίο υλοποιούνται και εκτελούνται οι διάφορες λειτουργίες του ηλεκτρονικού υπολογιστή, όπως για παράδειγμα οι αριθμητικές πράξεις, η μεταφορά δεδομένων από και προς τη μνήμη κ.λ.π. Οπότε γνωρίζοντας όλα αυτά έχει μια ολοκληρωμένη εικόνα για το τι είναι ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής και ποιες είναι οι δυνατότητες του.

1.2 Στόχοι διπλωματικής εργασίας

Στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι περιληπτική παρουσίαση των ψηφιακών συστημάτων και η επίλυση ασκήσεων που αφορούν αυτά.

Με την παρουσίαση και την επίλυση αυτών των ασκήσεων επιτυγχάνεται η εμπέδωση της ύλης του μαθήματος της ψηφιακής λογικής, ΕΠΑ 121 - Ψηφιακά Συστήματα και η περαιτέρω εμβάθυνση στις γνώσεις αυτές.

Τελικά ο φοιτητής θα εξοικειωθεί με τη ψηφιακή λογική και θα έχει μια πλήρη εικόνα για τις αρχές σχεδίασης του ηλεκτρονικού υπολογιστή, όπως τον γνωρίζουμε με τη σημερινή του μορφή.

1.3 Περιγραφή περιεχομένων

Η εργασία περιλαμβάνει τα πιο κάτω κεφάλαια:

- **Κεφάλαιο 1**

Σύντομη εισαγωγή και περιγραφή των στόχων της εργασίας.

- **Κεφάλαιο 2**

Παρουσίαση συστημάτων αριθμών, πληροφορίας και τρόπου που δουλεύει ο ψηφιακός υπολογιστής.

- **Κεφάλαιο 3**

Παρουσίαση λογικών πυλών και χρησιμοποίηση τους.

- **Κεφάλαιο 4**

Περιλαμβάνει συνδυαστικά λογικά κυκλώματα και τρόπους απλοποίησης τους .

- **Κεφάλαιο 5**

Περιλαμβάνει βασικά συνδυαστικά λογικά κυκλώματα όπως κωδικοποιητές και αποκωδικοποιητές.

- **Κεφάλαιο 6**

Περιλαμβάνει αριθμητικές συναρτήσεις και κυκλώματα όπως δυαδικούς αθροιστές, δυαδικούς μετρητές, δεκαδικούς μετρητές BCD και καταχωρητές ολίσθησης.

- **Κεφάλαιο 7**

Παρουσιάζονται τα σύγχρονα ακολουθιακά κυκλώματα όπως flip-flops, latches, σύγχρονους δυαδικούς μετρητές και μετρητές ριπής ενώ παράλληλα περιγράφεται η λειτουργία και χρήση τους.

- **Κεφάλαιο 8**

Παρουσιάζονται οι καταχωρητές μεταφοράς δεδομένων, καταχωρητές και αθροιστές.

- **Κεφάλαιο 9**

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται έννοιες που αφορούν τους διαδρόμους δεδομένων, διευθύνσεων και ελέγχου και μονάδες μνήμης.

- **Κεφάλαιο 10**

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα βασικά της σχεδίασης υπολογιστών. Αναφέρεται η αριθμητική και λογική μονάδα.

- **Κεφάλαιο 11**

Στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας συνοψίζονται τα συμπεράσματα που βγήκαν με την εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας. Επίσης γίνεται αναφορά σχετικά με μελλοντική εργασία στο ίδιο θέμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΡΙΘΜΩΝ, ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ

2.1	Περίληψη κεφαλαίου	5
2.2	Ασκήσεις Α' ομάδας	6
2.3	Ασκήσεις Β' ομάδας	8
2.4	Λύσεις Α' ομάδας	11
2.5	Λύσεις Β' ομάδας	13

2.1 Περίληψη

Σ' αυτό το κεφάλαιο, παρουσιάζονται ψηφιακά συστήματα και ψηφιακοί υπολογιστές και δείχνεται για ποιο λόγο τέτοια συστήματα χρησιμοποιούν σήματα με μόνο δύο τιμές. Παρουσιάζεται, επίσης, η δομή ενός υπολογιστή μέσω ενός διαγράμματος και συζητείται η φύση αυτού του διαγράμματος. Αναφέρεται η έννοια των αριθμητικών συστημάτων, συμπεριλαμβάνοντας την αντίστοιχη βάση. Λόγω της αντιστοιχίας τους με τα σήματα διπλής τιμής, οι δυαδικοί αριθμοί συζητήθηκαν λεπτομερώς.

Υπάρχουν διάφορα είδη βάσεων όπως για παράδειγμα η βάση 2, η βάση 8, η βάση 10, η βάση 16 κτλ και μπορούμε να μετατρέπουμε διάφορες τιμές από τη μια βάση στην άλλη. Λόγω της ευρείας χρήσης του δεκαδικού συστήματος, χρησιμοποιήθηκε ως καλύτερη λύση για την αριθμητική

μετατροπή στις διάφορες βάσεις το Binary Coded Decimal (BCD). Το parity bit χρησιμοποιήθηκε ως τεχνική εντοπισμού σφαλμάτων και τελικά εμφανίστηκε ο ASCII κώδικας που αναπαριστά χαρακτήρες αντί για αριθμούς.

2.2 Ασκήσεις Α' ομάδας

Επιλέξτε/κυκλώστε τη σωστή απάντηση:

1. Υπολογίστε το 77.5_{10} στο δυαδικό.

- α. 1001101.1 (ορθό)
- β. 1001001.1
- γ. 1011110.1
- δ. 1000110.1

2. Υπολογίστε το 1001.111_2 στο δεκαδικό.

- α. 10.103
- β. 16.511
- γ. 12.312
- δ. 9.875 (ορθό)

3. Υπολογίστε το 170.5_{10} στο δεκαεξαδικό.

α. 98.1

β. 95.5

γ. AA.8 (ορθό)

δ. AA.2

4. Υπολογίστε το $1001\ 0001.0110_{BCD}$ στο δεκαδικό.

α. 90.8

β. 91.6 (ορθό)

γ. 93.2

δ. 90.9

5. Προσθέστε τους πιο κάτω 2 δεκαεξαδικούς αριθμούς:

55F

189

α. 69E (ορθό)

β. 6D8

γ. 5E8

δ. 7CD

6. Αφαιρέστε τους πιο κάτω 2 δυαδικούς αριθμούς:

111000

101001

α. 011111

β. 010101

γ. 001111 (ορθό)

δ. 100100

7. Μετατρέψτε το μήνυμα 'AB 5' στον κώδικα ASCII σε δυαδικό. Στον κώδικα ASCII ο χαρακτήρας 'A' είναι το 41_{16} , το κενό διάστημα 20_{16} και το '2' 32_{16} .

α. 00101011 00101100 00010100 00100001

β. 01011011 01110100 00111000 00110011

γ. 01000001 01000010 00100000 00110101 (ορθό)

δ. 01000011 01000100 00100000 00110011

2.3 Ασκήσεις Β' ομάδας

Επιλέξτε/κυκλώστε τη σωστή απάντηση:

1. Υπολογίστε το 64.625_{10} στο δυαδικό.

α. 1000000.100

β. 1000000.001

γ. 1000000.101 (ορθό)

δ. 1000001.011

2. Υπολογίστε το 110.101_2 στο δεκαδικό

α. 6.625 (ορθό)

β. 6.1

γ. 5.625

δ. 7.1

3. Υπολογίστε το 105.4_{10} στο δεκαεξαδικό

α. 70.1

β. 69.4 (ορθό)

γ. 69.2

δ. 71.4

4. Υπολογίστε το $1010\ 1111.0101_2$ στο δεκαεξαδικό(μέχρι ένα κλασματικό ψηφίο)

α. A8.1

β. AD.2

γ. AE.5

δ. AF.5 (ορθό)

5. Προσθέστε τους πιο κάτω 2 δυαδικούς αριθμούς:

10001

11011

α. 011111 (ορθό)

β. 010101

γ. 001111

δ. 100100

6. Πολλαπλασιάστε τους πιο κάτω 2 δυαδικούς αριθμούς:

11110

110

α. 10010100

β. 10000110

γ. 11000010

δ. 10110100 (ορθό)

7. Για αποστολή του μηνύματος 'CBD' στον κώδικα ASCII σε δυαδικό χρησιμοποιείται even parity bit το οποίο τοποθετείται μπροστά από το m.s.b (most significant bit) του κάθε χαρακτήρα ASCII. Υπολογίστε τον κώδικα αποστολής του μηνύματος. Στον κώδικα ASCII ο χαρακτήρας 'A' είναι το 41_{16}

α. 1100001 11000010 010000011

β. 11000011 01000010 01000100 (ορθό)

γ. 01000011 01000011 11000011

δ. 10000001 100000010 10000011

2.4 Λύσεις Α' ομάδας

1. $77 / 2 = 38$ υπόλοιπο 1

$$/2 = 19 \text{ υπόλοιπο } 0$$

$$/2 = 9 \text{ υπόλοιπο } 1$$

$$/2 = 4 \text{ υπόλοιπο } 1$$

$$/2 = 2 \text{ υπόλοιπο } 0$$

$$/2 = 1 \text{ υπόλοιπο } 1$$

$$/2 = 0 \text{ υπόλοιπο } 1 \quad \uparrow = 1101101_2$$

$$1 * 2^{-1} = 0.5$$

Άρα η λύση είναι 1101101.1_2

2. $1001.111 = 1*2^3 + 1*2^0 + 1 * 2^{-1} + 1 * 2^{-2} + 1 * 2^{-3} = 9.875$

Άρα η λύση είναι 9.875_{10}

3. $170 / 2 = 85$ υπόλοιπο 0

$/2 = 42$ υπόλοιπο 1

$/2 = 21$ υπόλοιπο 0

$/2 = 10$ υπόλοιπο 1

$/2 = 5$ υπόλοιπο 0

$/2 = 2$ υπόλοιπο 1

$/2 = 1$ υπόλοιπο 0

$/2 = 0$ υπόλοιπο 1 $\uparrow = 1010\ 1010_2$

$1 * 2^{-1} = 0.5$

$1010\ 1010.1_2 = AA.8_{16}$

Άρα η λύση είναι $AA.8_{16}$

4. $1001\ 0001\ .0110_{BCD} = 91.6_{10}$

Άρα η λύση είναι 91.6_{10}

5. $A+B$

$$\begin{array}{r} \text{Carry } 010 \\ A \quad 55F + \\ B \quad 189 \\ \hline 6E9 \end{array}$$

Άρα η λύση είναι $6E9_{16}$

6. A-B

$$\begin{array}{r} \text{borrow } 011110 \\ \text{A} \quad 111000 - \\ \text{B} \quad 101001 \\ \hline 001111 \end{array}$$

Άρα η λύση είναι 001111_2

7. A : $41_{16} = 0100\ 0001$

B : $42_{16} = 0100\ 0010$

Space : $20_{16} = 0010\ 0000$

5 : $35_{16} = 0011\ 0101$

Άρα η λύση είναι $01000001\ 01000010\ 00100000\ 00110101$

2.5 Λύσεις Β' ομάδας

1. $64 / 2 = 32$ υπόλοιπο 0

$/2 = 16$ υπόλοιπο 0

$/2 = 8$ υπόλοιπο 0

$/2 = 4$ υπόλοιπο 0

$/2 = 2$ υπόλοιπο 0

$/2 = 1$ υπόλοιπο 0

$/2 = 0$ υπόλοιπο 1 $\uparrow = 1000000$

$$\begin{array}{r|l}
0.625 & \\
\hline
\Gamma\alpha & \Gamma\kappa \\
\downarrow 1 & 0.25 \\
0 & 0.5 \\
1 & 0
\end{array}$$

Άρα η λύση είναι 1000000.101_2

$$2. \quad 110.101 = 1*2^2 + 1*2^1 + 1*2^0 + 1*2^{-1} + 0*2^{-2} + 1*2^{-3} = 6.625$$

Άρα η λύση είναι 6.625_{10}

$$3. \quad 105 / 2 = 52 \text{ υπόλοιπο } 1$$

$$52 / 2 = 26 \text{ υπόλοιπο } 0$$

$$26 / 2 = 13 \text{ υπόλοιπο } 0$$

$$13 / 2 = 6 \text{ υπόλοιπο } 1$$

$$6 / 2 = 3 \text{ υπόλοιπο } 0$$

$$3 / 2 = 1 \text{ υπόλοιπο } 1$$

$$1 / 2 = 0 \text{ υπόλοιπο } 1 \quad \uparrow = 01101001$$

$$4*16^{-1} = 0.25 = 0100$$

$$01101001.0100 = 69.4$$

Άρα η λύση είναι 69.4_{16}

$$4. \quad 10101111.0101 = AF.5$$

Άρα η λύση είναι $AF.5_{16}$

5. A+B

$$\begin{array}{r} \text{Carry} \quad 100110 \\ A \quad \quad 10001 + \\ B \quad \quad 11011 \\ \hline \quad \quad 101100 \end{array}$$

Άρα η λύση είναι 10110

6. A*B

$$\begin{array}{r} A \quad \quad 11110 * \\ B \quad \quad 110 \\ \hline \quad \quad 00000 \\ \quad 11110 + \\ 111100 \\ \hline 10110100 \end{array}$$

Άρα η λύση είναι 10110100

7. C : $43_{16} = 100\ 0011$

B : $42_{16} = 100\ 0010$

D : $44_{16} = 100\ 0100$

Άρα η λύση είναι 11000011 01000010 01000100

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΑ ΛΟΓΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

3.1	Περίληψη	16
3.2	Ασκήσεις Α' ομάδας	17
3.3	Ασκήσεις Β' ομάδας	20
3.4	Λύσεις Α' ομάδας	22
3.5	Λύσεις Β' ομάδας	23

3.1 Περίληψη

Σ' αυτό το κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι πρωταρχικές λογικές λειτουργίες AND, OR και NOT, που ορίζουν τρία πρωταρχικά συστατικά, τα οποία ονομάζονται πύλες και αποτελούν τον τρόπο εφαρμογής των ψηφιακών συστημάτων. Η Άλγεβρα Boolean καθορισμένη από τις πιο πάνω λειτουργίες παρέχει ένα εργαλείο χειρισμού των συναρτήσεων Boolean για το σχεδιασμό ψηφιακών λογικών κυκλωμάτων.

Οι αυθεντικές μορφές των Minterm και Maxterm αντιστοιχούνται κατευθείαν σε πίνακες αληθείας για τις συναρτήσεις. Επίσης, αυτές οι μορφές μπορούν να μετατραπούν σε sum-of-products και product-of-sums, μορφές οι οποίες αντιστοιχούν σε δύο επίπεδα πυλών κυκλώματος.

Για να μειωθεί το κόστος σχεδίασης ενός κυκλώματος πρέπει να ληφθούν υπόψη δύο παράμετροι: ο αριθμός των literals εισόδου και ο συνολικός αριθμός των εισόδων προς τις πύλες του κυκλώματος. Γι' αυτό το σκοπό χρησιμοποιούνται τα K-maps με 2 ή 4 μεταβλητές βοηθώντας στη βελτιστοποίηση σχεδιασμού μικρών κυκλωμάτων. Τα εν λόγω maps χρησιμοποιούνται, επίσης, για βελτιστοποίηση sum-of-products μορφές, product-of-sums μορφές και καθορίζουν συναρτήσεις με don't-care περιπτώσεις. Ακόμη, αναφέρονται οι μετατροπές για βελτιστοποίηση πολλαπλών επιπέδων κυκλωμάτων, με 3 ή περισσότερα επίπεδα πυλών.

Τέλος, λόγω της πολυπλοκότητας των πιο πρόσφατα διαδεδομένων κυκλωμάτων, εκτός από τις λειτουργίες AND και OR, παρουσιάζονται αρχικά οι λειτουργίες NAND και NOR, ενώ, λίγο αργότερα, οι λειτουργίες exclusive-OR και exclusive-NOR με τις μαθηματικές τους ιδιότητες.

3.2 Ασκήσεις Α' ομάδας

Επιλέξτε/κυκλώστε τη σωστή απάντηση:

1. Απλοποιείστε την πιο κάτω συνάρτηση Boole σ' έναν ελάχιστο αριθμό παραγόντων [1].

$$F = A'BC + A'BC' + AC$$

α. $C + C'$

β. $B (A + C)$

γ. 1

δ. $A'B + AC$ (ορθό)

2. Υπολογίστε το συμπλήρωμα της παρακάτω συνάρτησης Boole [1].

$$F = (A + C)(B + C)(A + BC)$$

α. $A + B' + C$

β. 1

γ. $A'C' + B'C' + A(B' + C)$

δ. $A'C' + BC' + A'(B' + C)$ (ορθό)

3. Με ποια από της πιο κάτω εκφράσεις ισούται η έκφραση [1]:

$$X'Y' + Y'Z + XZ + XY + YZ'$$

α. $XY + XZ + YZ$

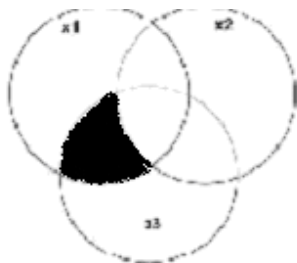
β. $X'Y' + XZ + YZ'$ (ορθό)

γ. $XY + YZ'$

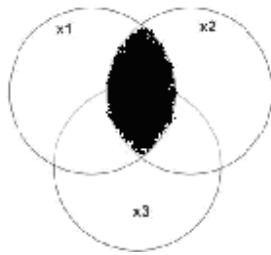
δ. $X'YZ + XZ + Y'Z$

4. Ποιο διάγραμμα Venn αντιστοιχεί στη λογική συνάρτηση $F = x_1 x_2' x_3$ [4].

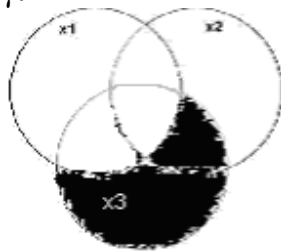
α. (ορθό)



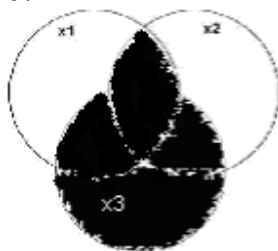
β .



γ .



δ .



5. Δίνονται οι παρακάτω εξισώσεις. Ποια από αυτές είναι αληθής; Δώστε απόδειξη. Υπόδειξη : $a \otimes b = a'b + ab'$ [4].

α. $a \oplus b = (a \oplus b')'$ (ορθό)

β. $ab = a \oplus b$

γ. $a + b = a' b$

δ. $a + a' = 0$

3.3 Ασκήσεις B' ομάδας

Επιλέξτε/κυκλώστε τη σωστή απάντηση:

1. Απλοποιείστε την πιο κάτω συνάρτηση Boole σ' έναν ελάχιστο αριθμό παραγόντων [1].

$$F = A'B + B'C' + AB + B'C$$

α. 1 (ορθό)

β. 0

γ. $A'B' + C$

δ. $A + B$

2. Δεδομένου ότι $A.B = 0$, $A+B=1$ και $A' + B = B$ ποιο είναι το τελικό αποτέλεσμα όταν απλοποιήσουμε τη συνάρτηση Boole [1].

$$F = (A + C) (A' + B) (B + C)$$

α. BC (ορθό)

β. $B + C$

γ. $A + B'$

δ. 0

3. Ποια είναι η απλοποίηση με 3 literals της παρακάτω έκφρασης:
 $X'Y' + XYZ + X'Y$ [1].

α. $X' + YZ'$

β. XYZ'

γ. $X' + YZ$ (ορθό)

δ. $XZ + Y'$

4. Απλοποιήστε τη συνάρτηση $f(x_1, x_2, x_3) = \Sigma m(1,4,7) + d(2,5)$ [4].

α. $x_1 x_3 + x_2' x_3 + x_1 x_2'$ (ορθό)

β. $x_1 x_2 + x_2' x_3$

γ. $x_1' x_3 + x_1' x_2 + x_2 x_3$

δ. $x_1 x_3 + x_1 x_2 + x_2 x_3$

5. Απλοποιήστε τη συνάρτηση $g(x_1, x_2, x_3, x_4) = \Pi m(0,1,2,4,5,7,8,9,10,12,14,15)$ [4].

α. $x_2 x_3' x_4 + x_1 x_2 x_3 x_4' + x_1' x_2 x_3 x_4$

β. $x_2' x_3 x_4 + x_1 x_2 x_3' x_4 + x_1' x_2 x_3 x_4'$ (ορθό)

γ. $x_3' x_4 + x_1 x_2 x_4' + x_1' x_2 x_3 x_4$

δ. $x_2 x_4 + x_1 x_2 x_3 x_4' + x_1' x_2 x_3 x_4$

3.4 Λύσεις Α' ομάδας

1. $F = A'BC + A'BC' + AC$

$$= A'B(C + C') + AC$$

$$= A'B(1) + AC$$

$$= A'B + AC$$

2. $F' = ((A + C)(B' + C)(A + BC'))'$

$$= A'C' + BC' + A'(B' + C)$$

3. $X'Y' + Y'Z + XZ + XY + YZ'$

$$\begin{aligned} &= X'Y' + Y'Z(X + X') + XZ + XY + YZ' \\ &= X'Y' + XY'Z + X'Y'Z + XZ + XY + YZ' \\ &= X'Y'(1 + Z) + XY'Z + XZ + XY + YZ' \\ &= X'Y' + XZ(1 + Y') + XY + YZ' \\ &= X'Y' + XZ + XY(Z + Z') + YZ' \\ &= X'Y' + XZ + XYZ + YZ'(1 + X) \\ &= X'Y' + XZ(1 + Y) + YZ' \\ &= X'Y' + XZ + YZ' \end{aligned}$$

4. Το διάγραμμα α είναι αυτό που αντιστοιχεί στην συνάρτηση που δόθηκε επειδή χρωματίζει την περιοχή του σχήματος που ανήκει στο x_1 και x_3 αλλά όχι στο x_2 .

5. Χρησιμοποιούμε το δεύτερο μέλος της ισότητας

$$\begin{aligned} &(a \oplus b')' \\ &= (a' b' + ab)' = (a' b')' (ab)' \\ &= (a+b)(a' + b') \\ &= ab' + ba' + aa' + bb' = ab' + ba' + 0 + 0 \\ &= ab' + ba' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= (a \oplus b) \\
 &= (a \oplus b')' = (a \oplus b)
 \end{aligned}$$

Οπότε και ισχύει η σχέση : $a \oplus b = (a \oplus b')'$

3.5 Λύσεις Β' ομάδας

$$1. \quad F = A'B + B'C' + AB + B'C$$

$$= (A' + A) B + B' (C' + C)$$

$$= (1) B + B' (1)$$

$$= B + B'$$

$$= 1$$

$$2. \quad F = (A + C) (A' + B) (B + C)$$

$$= ((A.A') + (AB) + (AC) + (BC)) (B + C)'$$

$$= ((0 + 0 + (A'C) + (BC)) (B + C)$$

$$= (A' + B) C (B + C)$$

$$= (A' + B) (CB + C)$$

$$= (A' + B) C = BC$$

$$3. \quad X'Y' + XYZ + X'Y$$

$$= X + XYZ$$

$$= (X' + XY)(X' + Z)$$

$$= (X' + X)(X' + Y)(X' + Z)$$

$$= (X' + Y)(X' + Z)$$

$$= X' + YZ$$

4. Για το άθροισμα γινομένων παίρνουμε τους '1' στο χάρτη Karnaugh. Οι αδιάφοροι όροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε σαν '0' είτε σαν '1'.

		$x_2 x_3$			
		00	01	11	10
x_1	0	0	1	0	x
	1	1	x	1	0

Από τον πίνακα Karnaugh προκύπτει ότι:

$$f(x_1, x_2, x_3) = x_1 x_3 + x_2' x_3 + x_1 x_2'$$

5.

		$x_3 x_4$			
		00	01	11	10
$x_1 x_2$	00	0	0	1	0
	01	0	0	0	1
	11	0	1	0	0
	10	0	0	1	0

Από τον πίνακα Karnaugh προκύπτει ότι:

$$g(x_1, x_2, x_3, x_4) = x_2' x_3 x_4 + x_1 x_2 x_3' x_4 + x_1' x_2 x_3 x_4'$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

4.1	Περίληψη	26
4.2	Ασκήσεις Α' ομάδας	27
4.3	Ασκήσεις Β' ομάδας	32
4.4	Λύσεις Α' ομάδας	35
4.5	Λύσεις Β' ομάδας	38

4.1 Περίληψη

Σ' αυτό το κεφάλαιο, γίνεται εισαγωγή δύο σημαντικών εννοιών σχεδίασης: design hierarchy και top-down design. Παρουσιάζεται, επίσης, το computer-aided design που επικεντρώνεται σε hardware description languages (HDLs) και λογική σύνθεση.

Αναφέρονται οι ιδιότητες που αποτελούν τη βάση της τεχνολογίας πυλών. Δύο συστατικά που περιγράφονται είναι τα three-state buffers και transmission gates.

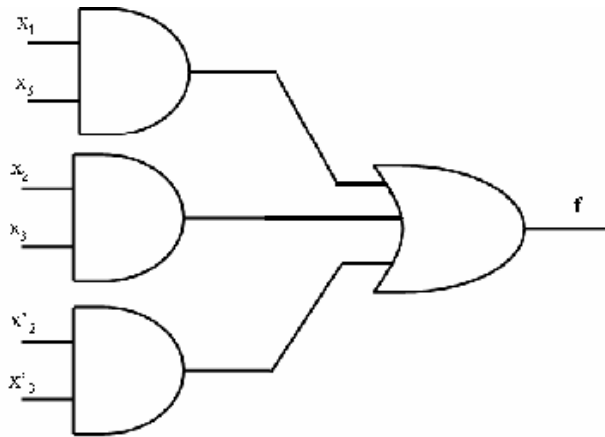
Επιπρόσθετα, περιγράφονται τα πέντε στάδια της διαδικασίας σχεδίασης τα οποία αντιστοιχούνται τόσο σε manual όσο και σε computer-aided σχεδίαση.

Τέλος, τρεις βασικές τεχνολογίες (read-only memory, programmable logic arrays και programmable array logic devices) παρέχουν εναλλακτικούς τρόπους τεχνολογικής σχεδίασης.

4.2 Ασκήσεις Α' ομάδας

Επιλέξτε/κυκλώστε τη σωστή απάντηση:

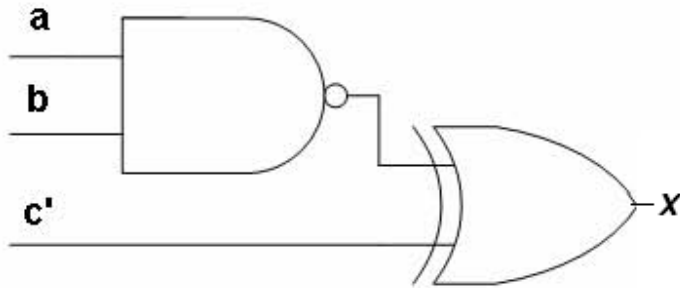
1. Υπολογίστε το κόστος στο πιο κάτω κύκλωμα [1].



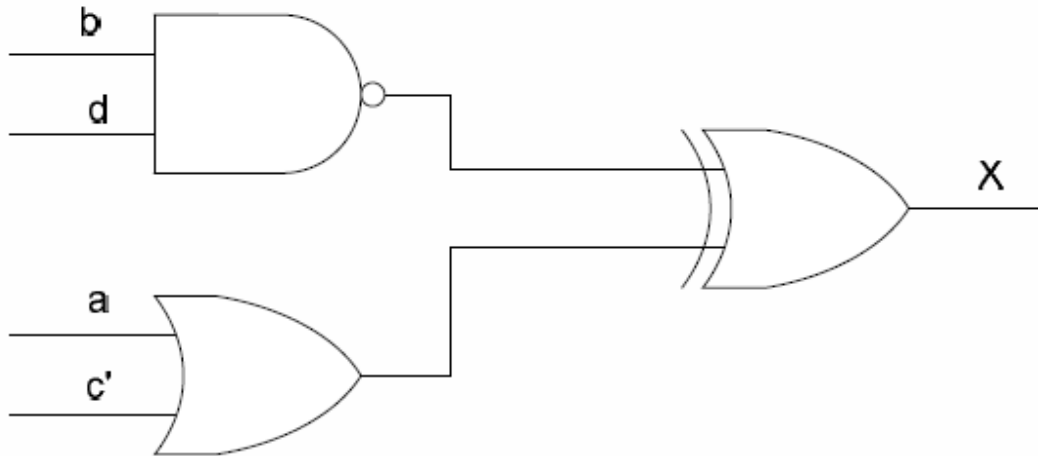
- α. 16
- β. 13 (ορθό)
- γ. 20
- δ. 7

2. Ποιό είναι το κύκλωμα που αντιστοιχεί στην συνάρτηση $X = bd \oplus a \oplus c$. Χρησιμοποιούμε μόνο πύλες XOR και NAND δύο εισόδων αποκλειστικά [4].

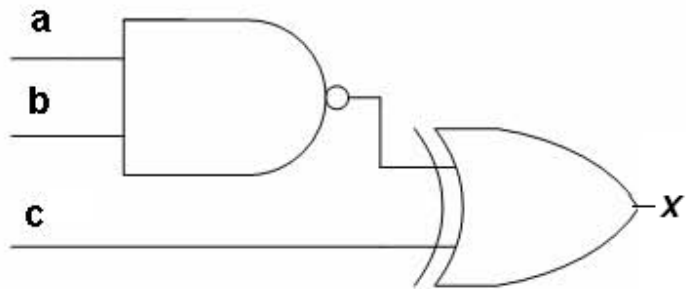
α.



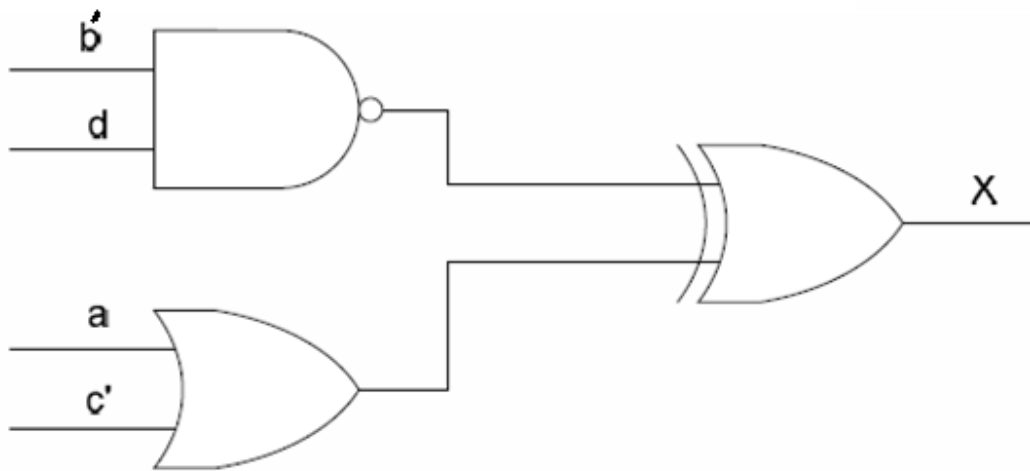
β. (ορθό)



γ.



δ.



3. Να μετατρέψετε το 5(BCD) κωδικό 4-bit BCD σε 4-bit excess-3 [1].

α. 8(excess-3),1000 (ορθό)

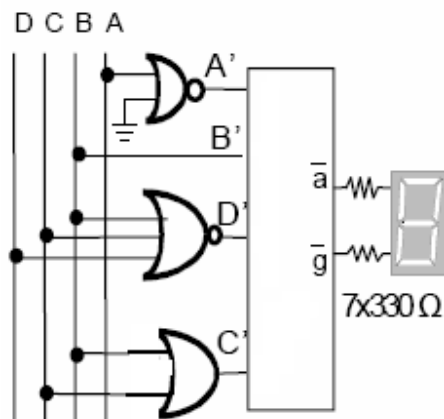
β. 9(excess-3),1001

γ. 7(excess-3),0111

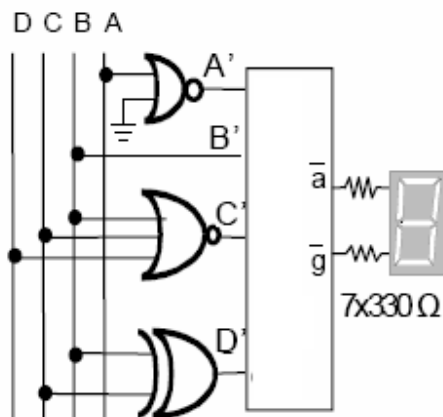
δ. 2(excess-3),0010

4. Να σχεδιαστεί διάταξη για την απεικόνιση σε LED 7-τμημάτων κοινής ανόδου του συμπληρώματος ως προς το 9 ενός δεκαδικού ψηφίου που είναι διαθέσιμο στον κώδικα BCD (με MSB να είναι το D). Διατίθεται ένας αποκωδικοποιητής και πύλες μέχρι και τριών εισόδων, αλλά όχι NOT. Η σχεδίαση να γίνει με τον μικρότερο δυνατό αριθμό πυλών [4].

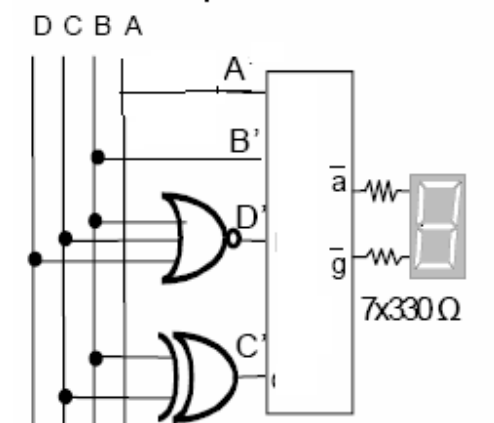
α.



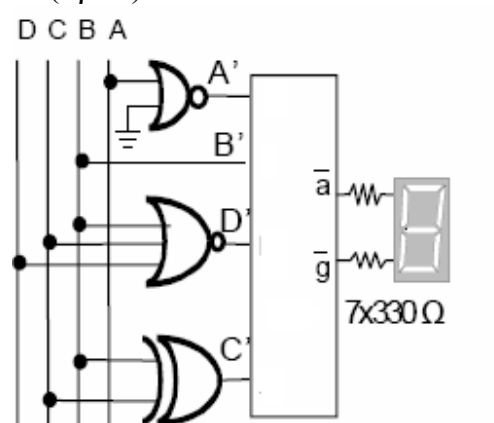
β.



γ.



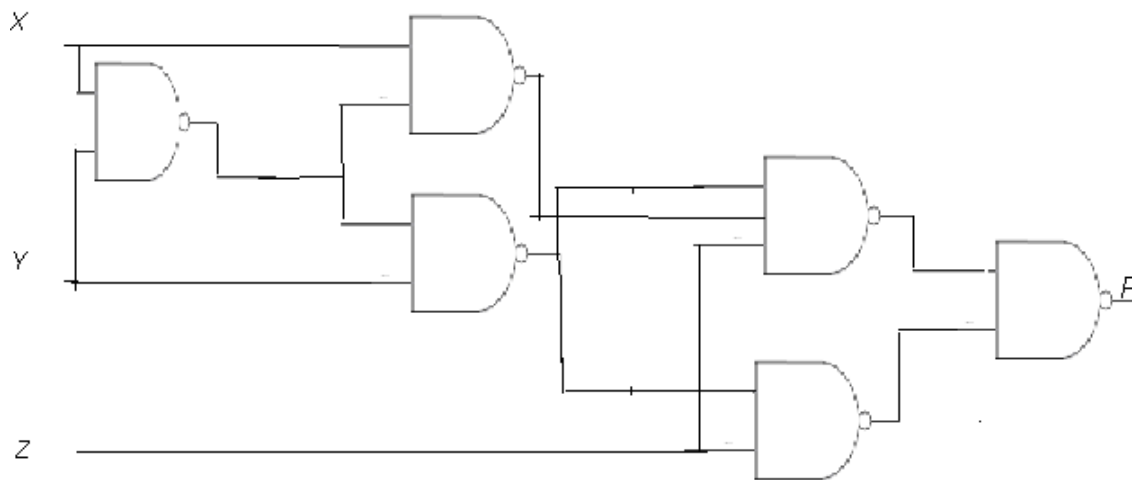
δ. (ορθό)



4.3 Ασκήσεις Β' ομάδας

Επιλέξτε/κυκλώστε τη σωστή απάντηση:

1. Οι πύλες NAND στο πιο κάτω σχήμα έχουν καθυστέρηση διάδοσης $t_{pd} = 0.084 \text{ ns}$. Ποια είναι η καθυστέρηση διάδοσης του μεγαλύτερου μονοπατιού στο κύκλωμα [1].



α. 0.336 ns (ορθό)

β. 0.405 ns

γ. 0.42 ns

δ. 0.252 ns

2. Ποιος από τους πιο κάτω πίνακες αποδεικνύει ότι μια θετική πύλη NAND είναι μια αρνητική πύλη NOR [1];

α.

P-Logic				N-Logic			
X	Y	NAND	NOR	X	Y	NAND	NOR
0	0	1	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0	1
1	1	0	0	0	0	1	1

β.

P-Logic				N-Logic			
X	Y	NAND	NOR	X	Y	NAND	NOR
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0	0	1
1	1	0	0	1	1	1	1

γ. (ορθό)

P-Logic				N-Logic			
X	Y	NAND	NOR	X	Y	NAND	NOR
0	0	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	1	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0	1
1	1	0	0	0	0	1	1

δ.

P-Logic				N-Logic			
X	Y	NAND	NOR	X	Y	NAND	NOR
0	0	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	1	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0	1
1	1	1	0	0	0	1	1

3. Ποια συνάρτηση από τις πιο κάτω υπολογίζει το λάθος στην αναπαράσταση ενός δεκαδικού ψηφίου σε BCD [1].

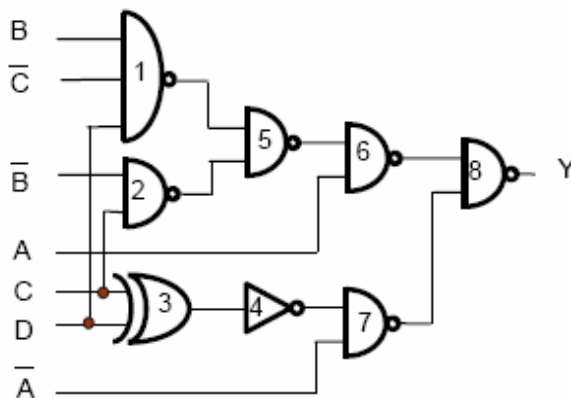
α. $F = A'B + AC'$

β. $F = AB + AC$ (ορθό)

γ. $F = A + B + C'$

δ. $F = AB'C + B$

4. Ποια συνάρτηση αντιστοιχεί στην παρακάτω διάταξη σε λογική AND/OR, υποθέτοντας ότι διατίθενται οι μεταβλητές και τα συμπληρωματικά τους [4].



α. $Y = A'CD' + A'CD + AB'C + ABC'D$ (ορθό)

β. $Y = A'CD' + A'CD + AB'C + ABC'$

γ. $Y = A'CD' + A'CD + ABC'D$

δ. $Y = A'C + A'D + AB'C$

4.4 Λύσεις Α' ομάδας

1. Το κόστος υπολογίζεται από το άθροισμα των πυλών και των εισόδων (για κάθε πύλη) του κυκλώματος. Οπότε στο κύκλωμα έχουμε: 4 πύλες (3 AND και 1 OR) και 9 εισόδους.

Άρα το κόστος του κυκλώματος είναι : $4+9= 13$.

2. $X = bd \oplus c \oplus d$

$$\begin{aligned}(a \oplus b)' &= (ab' + a'b)' \\ &= (a' + b)(a + b') \\ &= a'a + a'b' + a'b + bb' \\ &= a \oplus b' \\ &= a' \oplus b\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(X')' &= [(bd) \oplus a \oplus c]' \\ &= [(bd + z)']' \\ &= [(bd)' \oplus z]' \\ &= (bd)' \oplus z' \\ &= (bd)' \oplus [a \oplus c]' \\ &= (bd)' \oplus (a + c')\end{aligned}$$

Άρα το σωστό κύκλωμα είναι το β.

3. Το αποτέλεσμα είναι 1000 με βάση τον πιο κάτω πίνακα. Από ένα σημείο και μετά δεν μας ενδιαφέρει το αποτέλεσμα

X3	X2	X1	X0	F3	F2	F1	F0
0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1	1	1
0	1	0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0	0	1
0	1	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1
1	0	0	1	1	1	0	0
1	0	1	0	X	X	X	X
1	0	1	1	X	X	X	X
1	1	0	0	X	X	X	X
1	1	0	1	X	X	X	X
1	1	1	0	X	X	X	X
1	1	1	1	X	X	X	X

4. Υπολογίζουμε τον πίνακα αληθείας του κυκλώματος

Από Γίνονται

D	C	B	A	D'	C'	B'	A'
0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	1	0	0	1	1	1
0	0	1	1	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	1
0	1	1	1	0	0	1	0
1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	X	X	X	X
1	0	1	1	X	X	X	X
1	1	0	0	X	X	X	X
1	1	0	1	X	X	X	X
1	1	1	0	X	X	X	X
1	1	1	1	X	X	X	X

Από τον προηγούμενο πίνακα κάνουμε τις εξής απλοποιήσεις χρησιμοποιώντας πίνακες karnaugh:

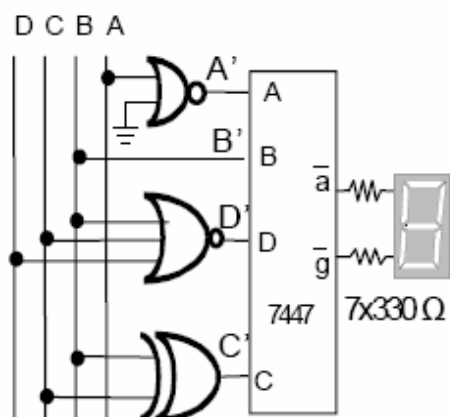
DC		00	01	11	10
BA	00	1	0	X	0
	01	1	0	X	0
	11	0	0	X	X
	10	0	0	X	X

Από τον πιο πάνω πίνακα συμπεράνουμε την συνάρτηση:
 $D' = B'C'D' = (B + C + D)'$

DC		00	01	11	10
BA	00	0	1	X	0
	01	0	1	X	0
	11	1	0	X	X
	10	1	0	X	X

Από τον πιο πάνω πίνακα συμπεράνουμε την συνάρτηση:
 $C' = B'C + BC'$

Οπότε το ορθό κύκλωμα είναι το πιο κάτω:



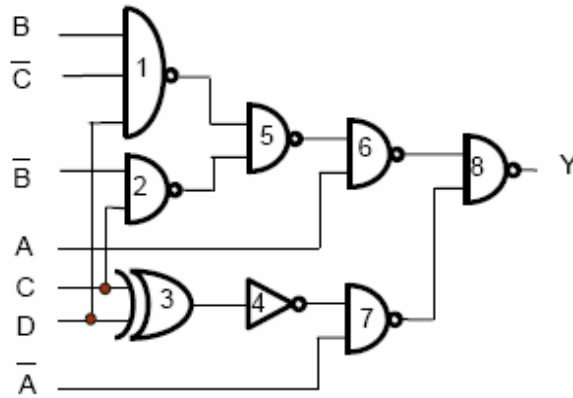
4.5 Λύσεις Β' ομάδας

1. Υπολογίζουμε την καθυστέρηση διάδοσης του μεγαλύτερου μονοπατιού στο κύκλωμα λαμβάνοντας υπόψη ότι το μεγαλύτερο μονοπάτι αποτελείται από 4 διαδοχικές πύλες NAND, άρα 4×0.084 .
2. Υπολογίζουμε τις τιμές των μεταβλητών X και Y για κάθε περίπτωση και παρατηρούμε ότι τελικά μια θετική πύλη NAND παράγει το ίδιο αποτέλεσμα με μια αρνητική πύλη NOR.
Άρα ο σωστός πίνακας είναι ο γ.
3. Σχηματίζοντας τον πιο κάτω πίνακα

					C
	1	1	1	1	B
A					
			1	1	
					D

Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η συνάρτηση που υπολογίζει το λάθος στην αναπαράσταση ενός δεκαδικού ψηφίου σε BCD είναι η $F = AB + AC$.

4. Η συνάρτηση που αντιστοιχεί στην παρακάτω διάταξη σε λογική AND/OR, υποθέτοντας ότι διατίθενται οι μεταβλητές και τα συμπληρωματικά τους.



Είναι η $Y = A'CD' + A'CD + AB'C + ABC'D$, ακολουθώντας τις απλοποιήσεις της άλγεβρας Boole που προκύπτουν από την αρχική εξίσωση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΕΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

5.1	Περίληψη	40
5.2	Ασκήσεις Α' ομάδας	41
5.3	Ασκήσεις Β' ομάδας	47
5.4	Λύσεις Α' ομάδας	54
5.5	Λύσεις Β' ομάδας	56

5.1 Περίληψη

Σ' αυτό το κεφάλαιο αναφέρεται ένας αριθμός από συνδυαστικά είδη κυκλωμάτων, τα οποία ονομάζονται functional blocks και χρησιμοποιούνται συχνά για το σχεδιασμό μεγαλύτερων κυκλωμάτων. Υπάρχουν οι decoders, καθώς και το αντίστροφό τους, οι encoders.

Παρουσιάζεται, επίσης, ο σχεδιασμός λογικών κυκλωμάτων που χρησιμοποιούν decoders, multiplexers και προγραμματιστική λογική. Σε συνδυασμό με τις πύλες OR, οι decoders παρέχουν μία απλή βάση για τη δημιουργία συνδυαστικών κυκλωμάτων.

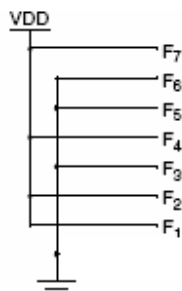
Τέλος, γίνεται μία παρουσίαση της γλώσσας VHDL και της Verilog για συνδυαστικά λογικά κυκλώματα.

5.2 Ασκήσεις Α' ομάδας

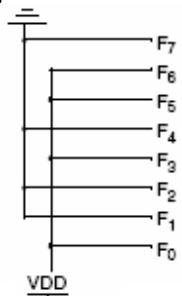
Επιλέξτε/κυκλώστε τη σωστή απάντηση:

1. Ποιο από τα παρακάτω σχήματα αντιστοιχεί στην σταθερή συνάρτηση
 $F = (F_7, F_6, F_5, F_4, F_3, F_2, F_1, F_0) = (1, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0)$ [1].

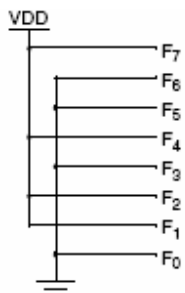
α .



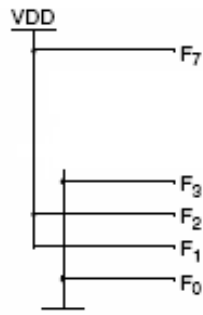
β.



γ. (ορθό)

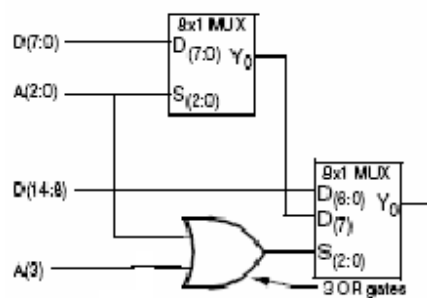


δ.

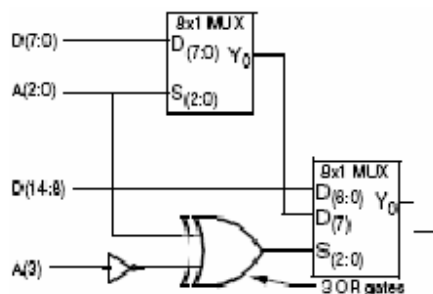


2. Ποιο από τα πιο κάτω σχήματα αντιστοιχεί σε ένα 15- to-1 line πολυπλέκτη με δύο 8-to-1 line πολυπλέκτες. Συνδέστε τους πολυπλέκτες και ονομάστε τις εισόδους με τέτοιο τρόπο ώστε οι κωδικοί επιλογής 0000 ως 1110 να είναι οι ελάχιστοι δυνατοί [4].

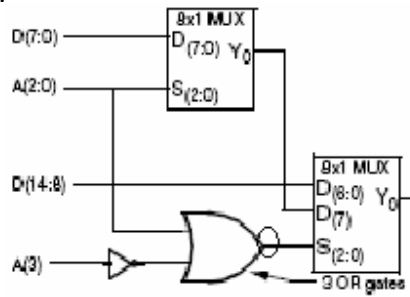
α.



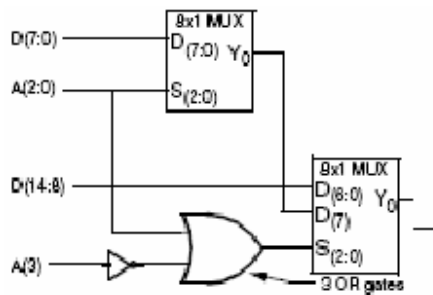
β.



γ.



δ. (ορθό)



3. Προσδιορίστε τον PLA πίνακα για το συνδυαστικό κύκλωμα που παίρνει ως είσοδο ένα 3-bit αριθμό και δίνει στην έξοδο το τετράγωνο του αριθμού [4].

α. (ορθό)

PTERMS		INPUTS			OUTPUTS						
		X	Y	Z	A	$\overline{B}$	$\overline{C}$	D	E	$\overline{F}$	
XY	1	1	1	-	1	-	1	-	-	-	
$\overline{X}$	2	0	-	-	-	1	-	-	-	-	
YZ	3	-	1	0	-	1	-	1	-	-	
$\overline{X}Y$	4	0	0	-	-	-	1	-	-	-	
$\overline{Z}$	5	-	-	0	-	-	1	-	-	1	

β.

PTERMS		INPUTS			OUTPUTS					
		X	Y	Z	A	$\overline{B}$	$\overline{C}$	D	E	$\overline{F}$
XY	1	1	0	-	1	-	1	-	-	-
$\overline{X}$	2	0	-	-	-	1	-	-	-	-
YZ	3	-	1	0	-	1	-	1	-	-
$\overline{X}Y$	4	0	0	-	-	-	1	-	-	-
$\overline{Z}$	5	-	-	0	-	-	1	-	-	1

γ.

PTERMS		INPUTS			OUTPUTS					
		X	Y	Z	A	$\overline{B}$	$\overline{C}$	D	E	$\overline{F}$
XY	1	1	1	-	1	-	1	-	-	-
$\overline{X}$	2	0	-	-	-	1	-	-	-	-
YZ	3	-	0	0	-	1	-	1	-	-
$\overline{X}Y$	4	0	0	-	-	-	1	-	-	-
$\overline{Z}$	5	-	-	0	-	-	1	-	-	1

δ.

PTERMS		INPUTS			OUTPUTS					
		X	Y	Z	A	$\overline{B}$	$\overline{C}$	D	E	$\overline{F}$
XY	1	1	1	-	1	-	1	-	-	-
$\overline{X}$	2	0	-	-	-	1	-	-	-	-
YZ	3	-	1	0	-	1	-	1	-	-
$\overline{X}Y$	4	0	0	-	-	-	1	-	-	-
$\overline{Z}$	5	-	-	0	-	-	0	-	-	1

4. Προσδιορίστε τον πίνακα αληθείας ενός 32 X 6 ROM το οποίο μετατρέπει ένα 6-bit δυαδικό αριθμό στον αντίστοιχο BCD αριθμό δύο ψηφίων [1].

α.

IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
00000	00 0000	01000	00 1000	10000	01 0110
00001	00 0001	01001	00 1001	10001	01 0111
00010	00 0010	01010	01 0000	10010	01 1000
00011	00 0011	01011	01 0001	10011	01 1001
00100	00 0100	01100	01 0010	10100	10 0000
00101	00 0101	01101	01 0011	10101	10 0001
00110	00 0110	01110	01 0100	10110	10 0010
00111	00 0111	01111	01 0101	10111	10 0011

β. (ορθό)

IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
00000	00 0000	01000	00 1000	10000	01 0110	11000	10 0100
00001	00 0001	01001	00 1001	10001	01 0111	11001	10 0101
00010	00 0010	01010	01 0000	10010	01 1000	11010	10 0110
00011	00 0011	01011	01 0001	10011	01 1001	11011	10 0111
00100	00 0100	01100	01 0010	10100	10 0000	11100	10 1000
00101	00 0101	01101	01 0011	10101	10 0001	11101	10 1001
00110	00 0110	01110	01 0100	10110	10 0010	11110	11 0000
00111	00 0111	01111	01 0101	10111	10 0011	11111	11 0001

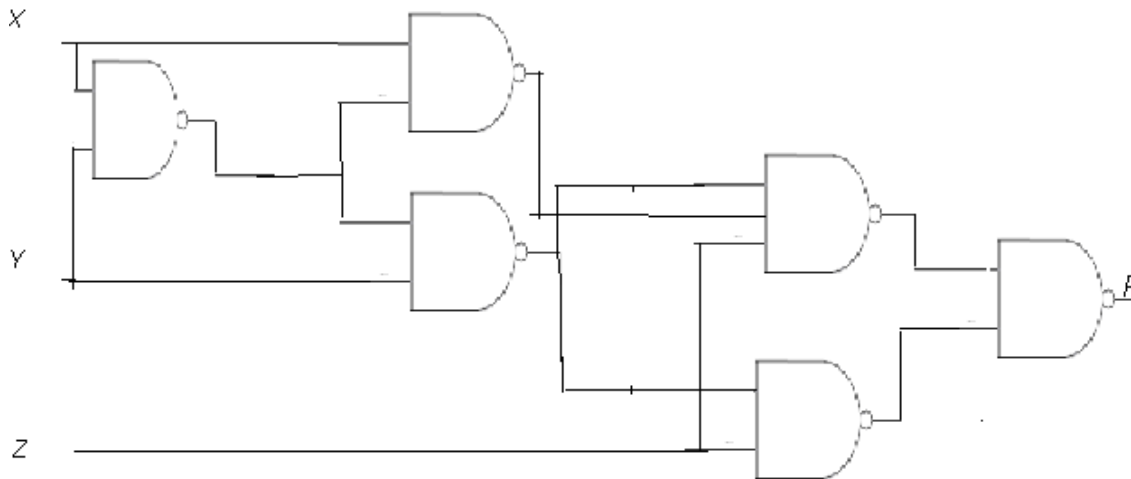
γ.

IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
00000	00 0000	01000	00 1000	10000	01 0110	11000	10 0100
00001	00 0001	01001	00 1001	10001	01 0111	11001	10 0101
00010	00 0010	01010	00 0001	10010	01 1000	11010	10 0110
00011	00 0011	01011	01 0001	10011	01 1001	11011	10 0111
00100	00 0100	01100	01 0010	10100	00 0001	11100	10 1000
00101	00 0101	01101	01 0011	10101	10 0001	11101	10 1001
00110	00 0110	01110	01 0100	10110	10 0010	11110	11 0000
00111	00 0111	01111	01 0101	10111	10 0011	11111	11 0001

δ.

IN	OUT	IN	OUT
00000	00 0000	01000	00 1000
00001	00 0001	01001	00 1001
00010	00 0010	01010	01 0000
00011	00 0011	01011	01 0001
00100	00 0100	01100	01 0010
00101	00 0101	01101	01 0011
00110	00 0110	01110	01 0100
00111	00 0111	01111	01 0101

5. Ποια είναι η ροή δεδομένων στην VHDL για το πιο κάτω κύκλωμα.
Χρησιμοποιείτε τη δυαδική εξίσωση για την έξοδο F [1].



α. (ορθό)
begin
 F <= (X and Z) or ((not Y) and Z);
end;

β.
begin
 F <= (Y and X) or ((not Y) and Z);
end;

γ.
begin
 F <= (X and Z) or Z;
end;

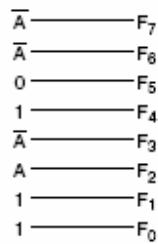
δ.
begin
 F <= (X or Z) or ((not Y) and Z);
end;

5.3 Ασκήσεις Β' ομάδας

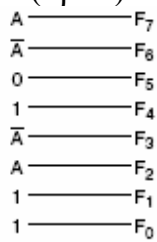
Επιλέξτε/κυκλώστε τη σωστή απάντηση:

1. Ποιό από τα παρακάτω σχήματα αντιστοιχεί στη μεταβλητή συνάρτηση
 $F = (F_7, F_6, F_5, F_4, F_3, F_2, F_1, F_0) = (A, A', 0, 1, A', A, 1, 1)$ [1].

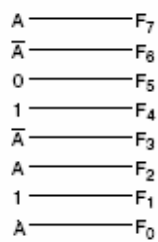
α.



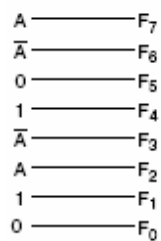
β. (ορθό)



γ .

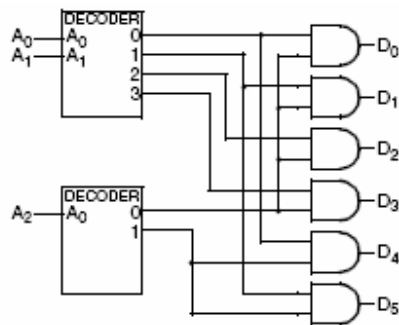


δ.

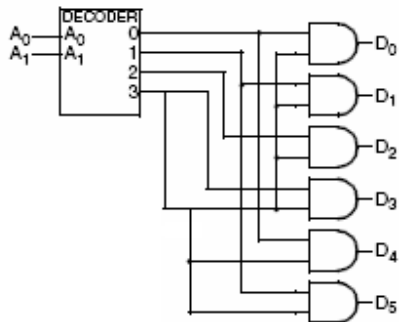


2. Ποιό από τα παρακάτω σχήματα αντιστοιχεί στον 4-input κωδικοποιητή προτεραιότητας με εισόδους D_3, D_2, D_1, D_0 και εξόδους A_1, A_0 και V. Η είσοδος D_0 έχει τη μεγαλύτερη προτεραιότητα και η είσοδος D_3 τη μικρότερη προτεραιότητα [1].

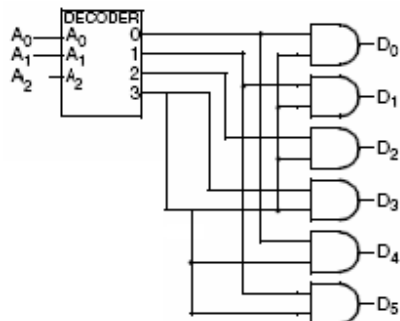
α. (ορθό)



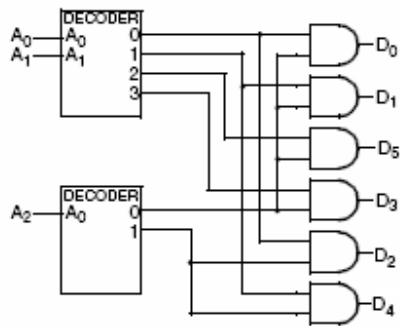
β.



γ.



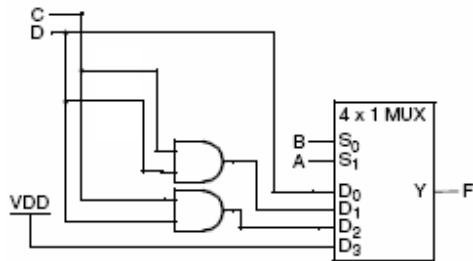
δ.



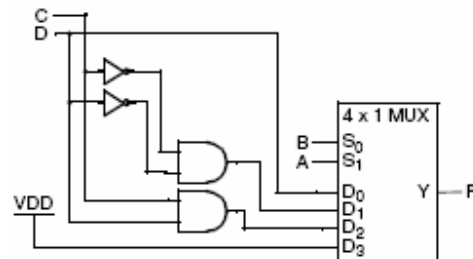
3. Πιο από τα πιο κάτω σχήματα υλοποιεί τη συνάρτηση:

$F(A,B,C,D) = \sum m(1,3,4,11,12,13,14,15)$ με ένα 4-to-1 line πολυπλέκτη και εξωτερικές πύλες. Οι απαιτήσεις των δεδομένων εισόδου για τις 4 γραμμές δεδομένων θα είναι μια συνάρτηση των μεταβλητών C και D. Οι τιμές αυτών των μεταβλητών θα εξαχθούν εκφράζοντας την F ως συνάρτηση των C και D, για κάθε μια από τις 4 περιπτώσεις όταν το AB= 00,01,10,11. Οι συναρτήσεις αυτές θα πρέπει να υλοποιηθούν με εξωτερικές πύλες [1].

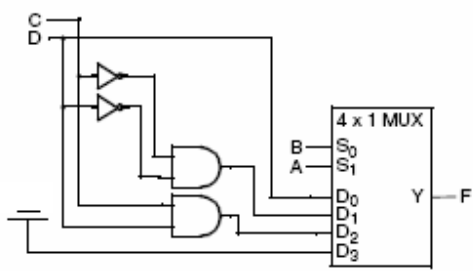
α.



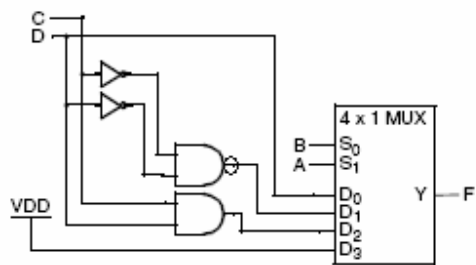
β. (ορθό)



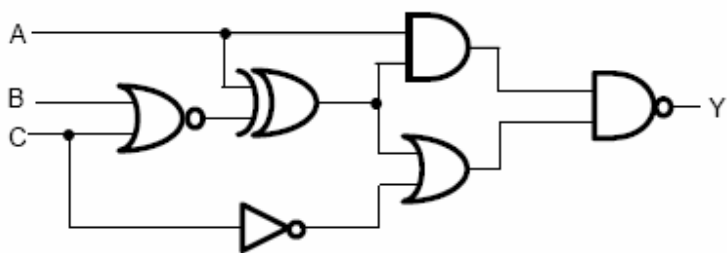
γ.



δ.

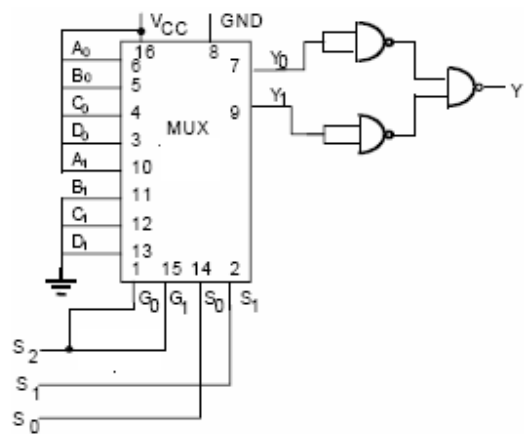


4. Δίνεται το ακόλουθο κύκλωμα:

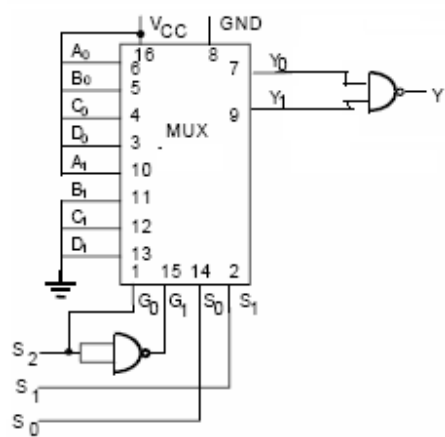


Να επανασχεδιαστεί το πιο πάνω κύκλωμα, αλλά με τη χρησιμοποίηση ενός διπλού MUX 4:1 και μόνο πυλών NAND [4].

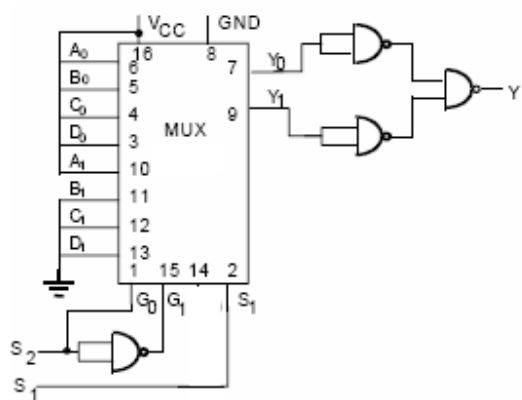
α.



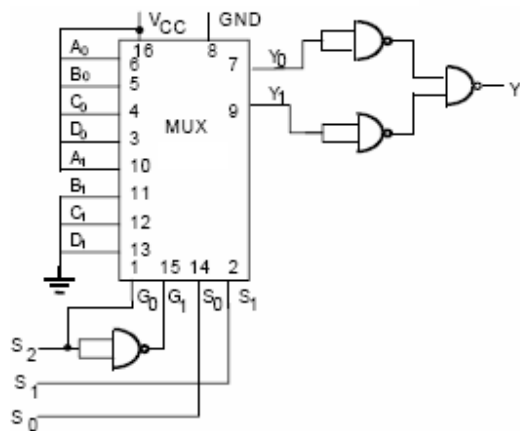
β.



γ.



δ. (ορθό)



5. Ποιος είναι ο πίνακας αληθείας ενός δεκαδικού κωδικοποιητή προτεραιότητας σε κώδικα BCD με εξόδους που είναι ενεργές στο λογικό 0 [4].

α.

Εισαγωγή Δεκαδικού Ψηφίου									Κώδικας BCD			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	D	C	B	A
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L	L
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L
X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	L	H	L
X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	L	L	H
X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	L	L	L
X	X	X	X	X	X	X	L	H	L	H	H	H
X	X	X	X	X	X	X	X	L	L	H	H	L

β.

Εισαγωγή Δεκαδικού Ψηφίου									Κώδικας BCD			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	D	C	B	A
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	L	L	L
X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	L	H	L
X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	L	L	H
X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	L	L	L
X	X	X	X	X	X	X	L	H	H	L	H	H
X	X	X	X	X	X	X	X	L	H	L	H	L

γ. (ορθό)

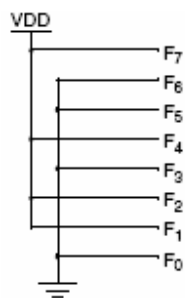
Εισαγωγή Δεκαδικού Ψηφίου									Κώδικας BCD			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	D	C	B	A
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L
X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	L	H	L
X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	L	L	H
X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	L	L	L
X	X	X	X	X	X	X	L	H	H	L	H	H
X	X	X	X	X	X	X	X	L	H	L	H	L

δ.

Εισαγωγή Δεκαδικού Ψηφίου									Κώδικας BCD			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	D	C	B	A
H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L
X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	L	H	L
X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	L	L	H
X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	L	L	L
X	X	X	X	X	X	X	L	H	H	L	H	H
X	X	X	X	X	X	X	X	L	L	H	H	L

5.4 Λύσεις Α' ομάδας

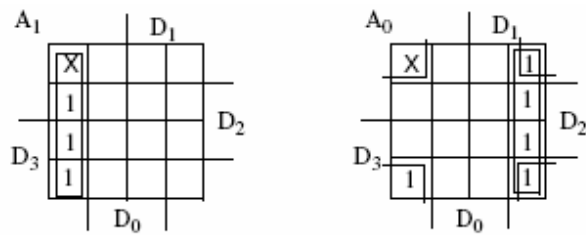
1. Το πιο κάτω είναι το σωστό σχήμα επειδή κάθε συνάρτηση που έχει την τιμή ένα ενώνεται με το VDD και κάθε συνάρτηση που έχει την τιμή 0 ενώνεται με τη γείωση.



2. Ο πίνακας αληθείας είναι ο εξής:

D ₃	D ₂	D ₁	D ₀	A ₁	A ₀	V
0	0	0	0	X	X	0
X	X	X	1	0	0	1
X	X	1	0	0	1	1
X	1	0	0	1	0	1
1	0	0	0	1	1	1

Σχηματίζουμε τους πιο κάτω πίνακες για απλοποίηση:



Με βάση τους πιο πάνω πίνακες έχουμε τα εξής συναρτήσεις

$$V = D_0 + D_1 + D_2 + D_3$$

$$A_0 = D_0' (D_1 + D_2')$$

$$A_1 = D_0' D_1'$$

Άρα το σωστό σχήμα είναι το δ.

3. Ο PLA πίνακα για το συνδυαστικό κύκλωμα που παίρνει ως είσοδο ένα 3-bit αριθμό και δίνει στην έξοδο το τετράγωνο του αριθμού είναι ο α.
4. Ο πίνακας αληθείας 32 X 6 ROM ο οποίος μετατρέπει ένα 6-bit δυαδικό αριθμό στον αντίστοιχο BCD αριθμό δύο ψηφίων είναι ο β.
5. Παραθέτουμε τη συνάρτηση Boole που αντιστοιχεί στο κύκλωμα

$$F = (((Z(X(XY)'))') ((Y(XY)'))') (Z(Y(XY)'))')$$

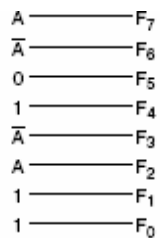
Χρησιμοποιώντας τους κανόνες Boole έχουμε το λογικό συμπέρασμα

$$F = (XZ) + ((Y') Z)$$

Άρα η σωστή απάντηση είναι το α.

5.5 Λύσεις Β' ομάδας

1. Το πιο κάτω είναι το σωστό σχήμα επειδή κάθε συνάρτηση ενώνεται ξεχωριστά με βάση την εκάστοτε τιμή της.



2. Το σωστό σχήμα είναι το α επειδή αυτό ελαχιστοποιεί το πρόβλημα
3. Σχηματίζουμε τον πίνακα πίνακα αληθείας και εξάγουμε τις αντίστοιχες συναρτήσεις για την F:

A	B	C	D	F	
0	0	0	0	0	
0	0	0	1	1	F=D
0	0	1	0	0	
0	0	1	1	1	
0	1	0	0	1	
0	1	0	1	0	F= $\overline{C} \overline{D}$
0	1	1	0	0	
0	1	1	1	0	
1	0	0	0	0	
1	0	0	1	0	F=C D
1	0	1	0	0	
1	0	1	1	1	
1	1	0	0	1	
1	1	0	1	1	F=1
1	1	1	0	1	
1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	

Άρα το σωστό σχήμα είναι το β.

4. Η συνάρτηση εξόδου είναι:

$$\begin{aligned}
 Y &= (AB + AC)' = (AB)' (AC)' = (A' + B') (A' + C') \\
 &= A' + A'C' + A'B' + B'C' = A' + B'C' \\
 &= A'B'C' + A'B'C + A'BC' + A'BC + AB'C' \\
 &= m_0 + m_1 + m_2 + m_3 + m_4
 \end{aligned}$$

Η υλοποίηση της παραπάνω συνάρτησης με το διπλό πολυπλέκτη φαίνεται στο σχήμα. Η πύλη NAND που συνδέεται στους ακροδέκτες G0, G1 εκτελεί χρέη πύλης NOT, ενώ οι τρεις πύλες NAND που συνδέονται στο κύκλωμα της εξόδου εκτελούν χρέη πύλης OR.

Άρα το σωστό κύκλωμα είναι το δ.

5. Ο πίνακας αληθείας ενός δεκαδικού κωδικοποιητή προτεραιότητας σε κώδικα BCD με εξόδους που είναι ενεργές στο λογικό 0 είναι ο πιο κάτω:

Εισαγωγή Δεκαδικού Ψηφίου										Κώδικας BCD			
1	2	3	4	5	6	7	8	9		D	C	B	A
H	H	H	H	H	H	H	H	H		H	H	H	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H		H	H	H	L
X	L	H	H	H	H	H	H	H		H	H	L	H
X	X	L	H	H	H	H	H	H		H	H	L	L
X	X	X	L	H	H	H	H	H		H	L	H	H
X	X	X	X	L	H	H	H	H		H	L	H	L
X	X	X	X	X	L	H	H	H		H	L	L	H
X	X	X	X	X	X	L	H	H		H	L	L	L
X	X	X	X	X	X	X	L	H		L	H	H	H
X	X	X	X	X	X	X	X	L		L	H	H	L

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΕΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

6.1	Περίληψη	58
6.2	Ασκήσεις Α' ομάδας	59
6.3	Ασκήσεις Β' ομάδας	65
6.4	Λύσεις Α' ομάδας	69
6.5	Λύσεις Β' ομάδας	70

6.1 Περίληψη

Σ' αυτό το κεφάλαιο, παρουσιάζονται κυκλώματα αριθμητικής αναπαράστασης. Επίσης, αναφέρεται η εφαρμογή των binary adders, συμπεριλαμβανομένου και του carry lookahead adder. Η αφαίρεση των μη προσημασμένων δυαδικών αριθμών, χρησιμοποιώντας 2's και 1's complement, παρουσιάζεται ως αναπαράσταση προσημασμένων δυαδικών αριθμών.

Αναφέρονται οι λειτουργίες προσθετικής αριθμητικής συμπεριλαμβανομένου του πολλαπλασιασμού, της διαίρεσης και του shifting. Η εφαρμογή για αυτές τις λειτουργίες αποκτάται μέσω μια τεχνική σχεδίασης που ονομάζεται contraction.

6.2 Ασκήσεις Α' ομάδας

Επιλέξτε/κυκλώστε τη σωστή απάντηση:

1. Ποια είναι η δεκαδική τιμή του αριθμού 0111011110 που είναι γραμμένος στο συμπλήρωμα ως προς 1 [1].

α. 493

β. 478 (ορθό)

γ. -305

δ. -10

2. Ποια είναι η δεκαδική τιμή του αριθμού 1111111110 που είναι γραμμένος στο συμπλήρωμα ως προς 2 [1];

α. 478

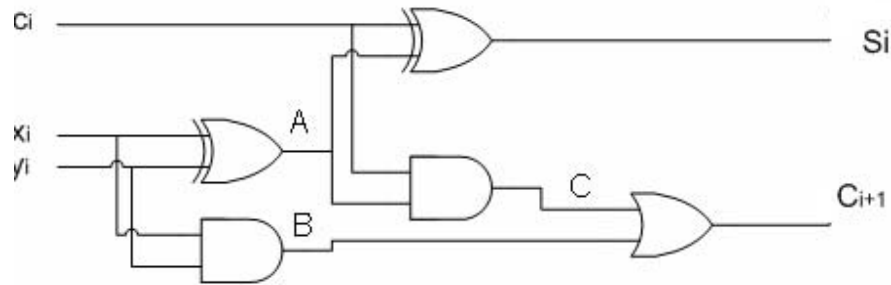
β. -200

γ. -2 (ορθό)

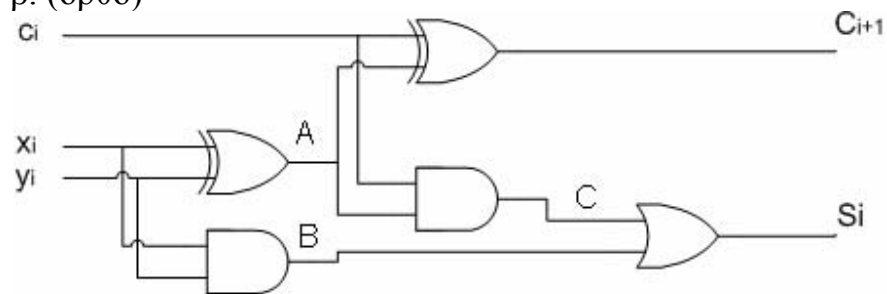
δ. -10

3. Ποιο από τα παρακάτω κυκλώματα υλοποιεί τον πλήρη αθροιστή [1];

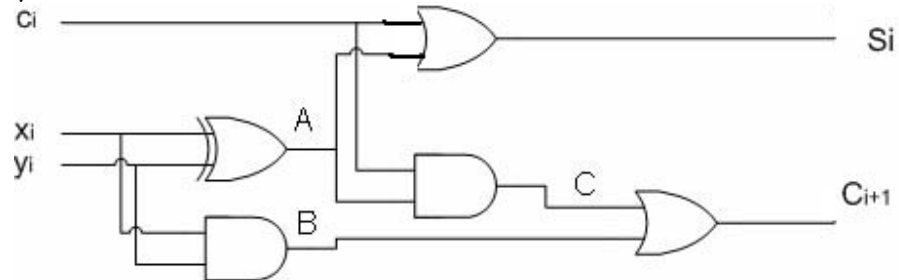
α.



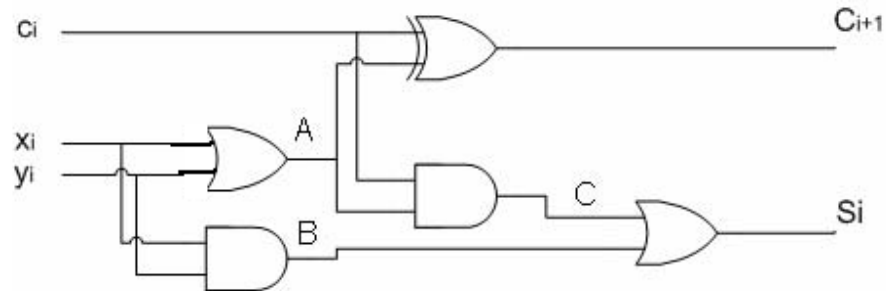
β. (ορθό)



γ.

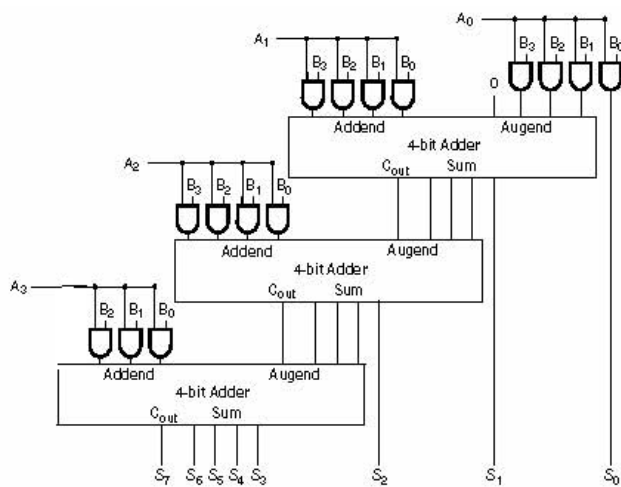


δ.

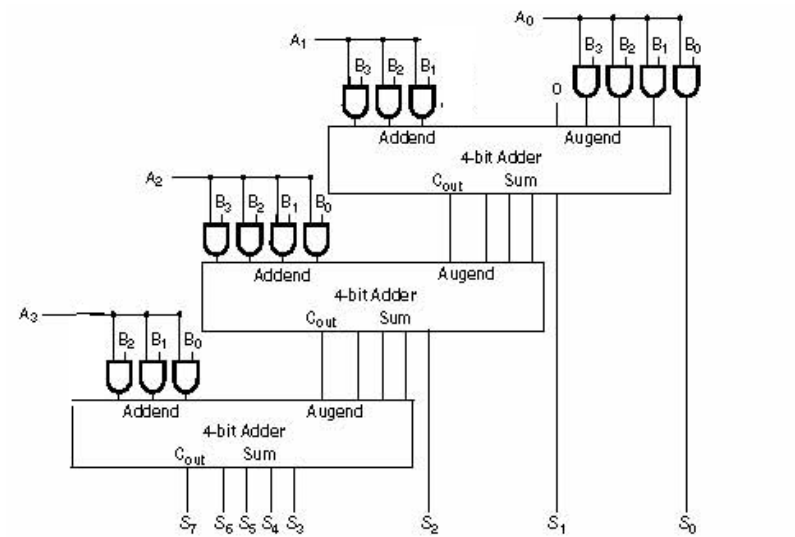


4. Ποιο από τα πιο κάτω σχήματα αντιστοιχεί στον δυαδικό πολλαπλασιαστή δύο 4-bit απρόσημων αριθμών. Χρησιμοποιήστε μόνο AND πύλες και δυαδικούς αθροιστές [1].

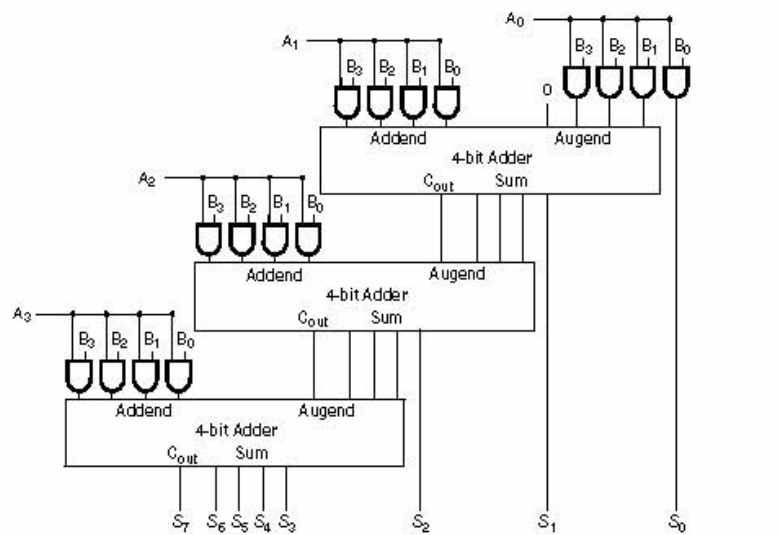
α .



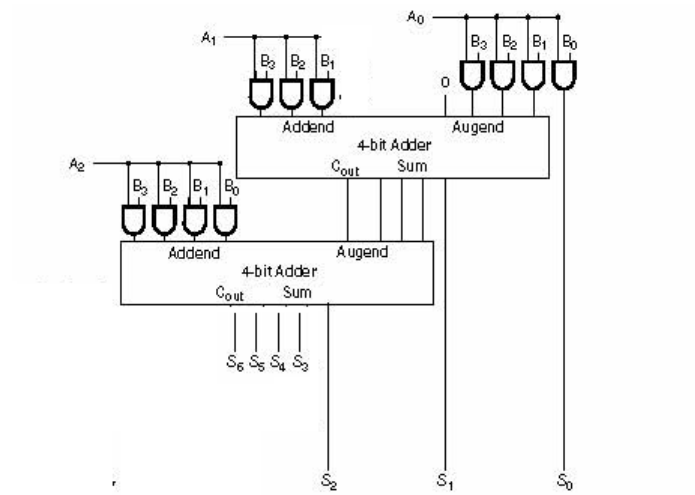
β .



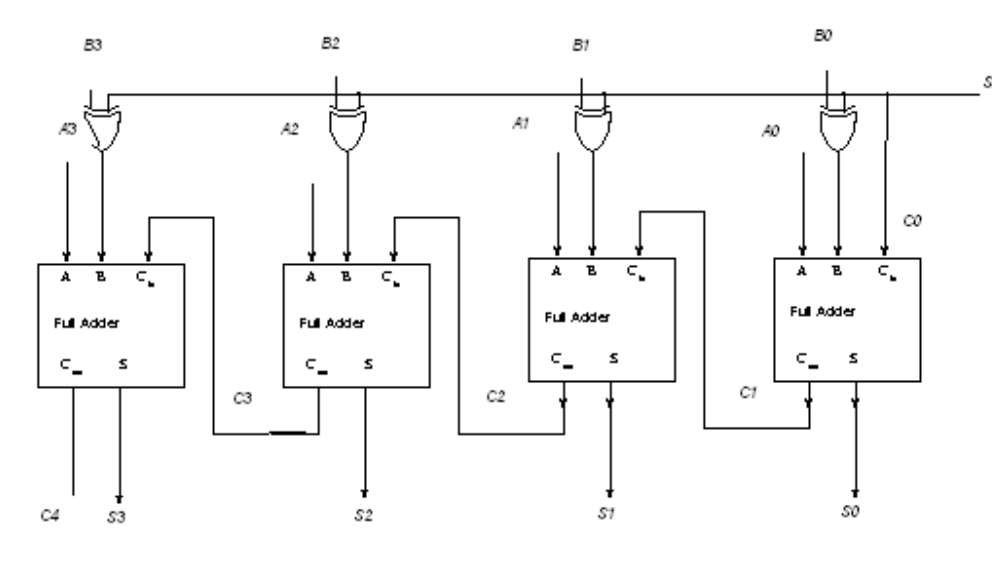
γ . (ορθό)



8.



5.



Το σχήμα της προηγούμενης σελίδας που αντιστοιχεί σε ένα adder-subtractor κύκλωμα έχει τις πιο κάτω τιμές για την είσοδο επιλογής S και τις εισόδους δεδομένων A και B [4].

	S	A	B
a)	0	0111	0111
b)	1	0100	0111
c)	1	1101	1010
d)	0	0111	1010
e)	1	0001	1000

Οι τιμές των εξόδων S_3 , S_2 , S_1 , S_0 και C_4 είναι

α. (ορθό)

C_4	S_3	S_2	S_1	S_0
0	1	1	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	1
1	0	0	0	1
0	1	0	0	1

β.

C_4	S_3	S_2	S_1	S_0
0	1	1	1	0
1	1	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	0	0	1
0	1	0	0	1

γ.

C_4	S_3	S_2	S_1	S_0
1	1	1	1	0
0	1	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	1	1
0	1	1	0	1

δ .

C_4	S_3	S_2	S_1	S_0
0	1	1	1	0
0	1	1	0	1
1	1	0	1	0
0	1	0	1	1
0	1	0	0	0

6.3 Ασκήσεις Β' ομάδας

Επιλέξτε/κυκλώστε τη σωστή απάντηση:

1. Ποιά είναι η δεκαδική τιμή του αριθμού 1011100111 που είναι γραμμένος στο συμπλήρωμα ως προς 1 [1];

α. -100

β. 478

γ. -280 (ορθό)

δ. 139

2. Να μετατρέψετε το δεκαδικό αριθμό -95 σε προσημασμένο αριθμό μήκους 12 bits ως συμπλήρωμα του 2 [1].

α. 100001011111

β. 111110100000

γ. 111110101001

δ. 111110100001 (ορθό)

3. Ποια από τις ακόλουθες εκφράσεις ισχύει στην πρόσθεση προσημασμένων αριθμών μήκους n bits σε περίπτωση Overflow [4];

α. $\text{Overflow} = c_n + c_{n-1}$

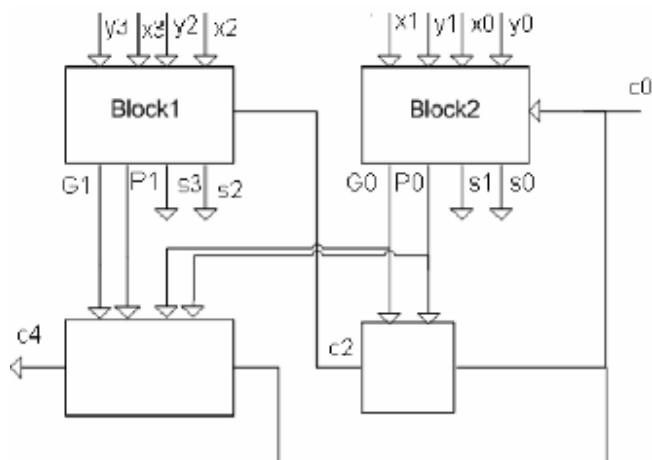
β. $\text{Overflow} = c_n c_{n-1}$

γ. $\text{Overflow} = c_n \oplus c_{n-1}$ (ορθό)

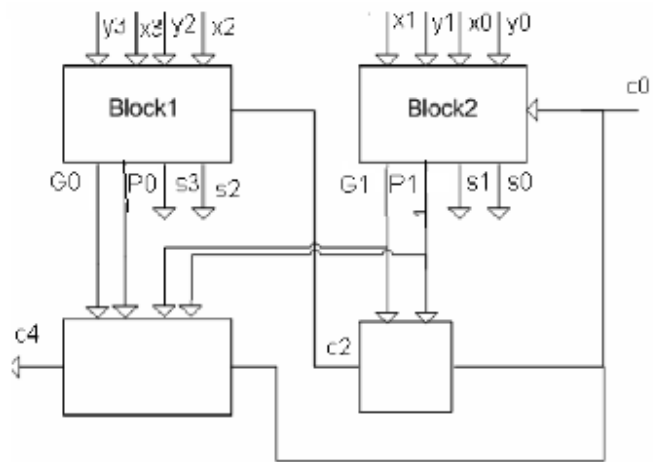
δ. $\text{Overflow} = c_n + c_{2n}$

4. Να σχεδιάσετε το πλήρες κύκλωμα ενός αθροιστή πρόβλεψης κρατουμένου τεσσάρων bits, χρησιμοποιώντας δυο βαθμίδες άθροισης δυο bits [4].

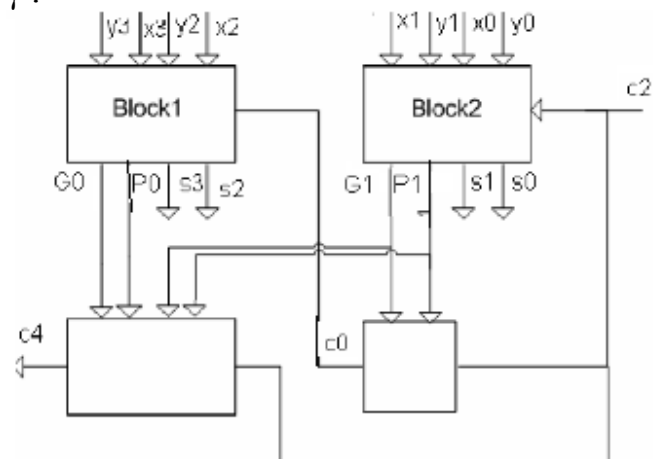
α. (ορθό)



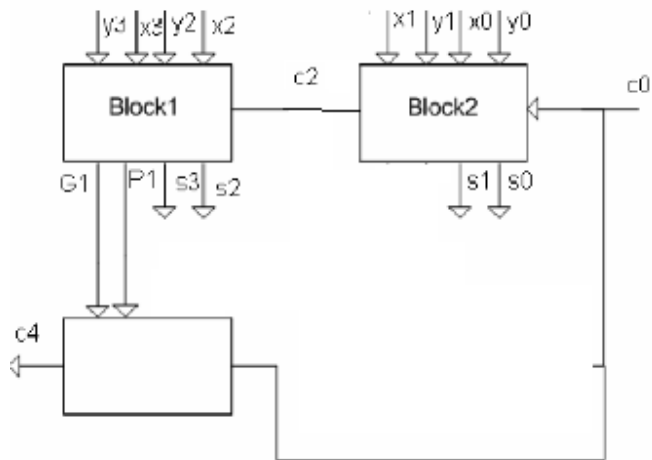
β .



γ .



δ .



5. Ποιο είναι το αποτέλεσμα της αριθμητικής πράξης $(+100) + (-5)$ 8-bit αριθμών στο δυαδικό χρησιμοποιώντας προσημασμένους ως συμπλήρωμα του 2 αριθμούς [1].

α. 01011111 (ορθό)

β. 11111010

γ. 11010101

δ. 01010110

6.4 Λύσεις Α' ομάδας

1. Μετατρέπουμε το συμπλήρωμα ως προς 1 σε κανονική μορφή προσέχοντας αν το MSB είναι 0 ή 1. Επειδή είναι 0 τότε τον αριθμό τον αφήνουμε ως είναι.

$$0111011110 = 478$$

2. Μετατρέπουμε το συμπλήρωμα ως προς 2 σε κανονική μορφή προσέχοντας αν το MSB είναι 0 ή 1. Επειδή είναι 1 μετατρέπουμε τον αριθμό σε συμπλήρωμα ως προς 2 και στον παραγόμενο αριθμό βάζουμε - . $1111111110 = 0000000010 = -2$

$$3. S_i = c_i \oplus A$$

$$A = x_i \oplus y_i$$

$$\Rightarrow S_i = c_i \oplus (x_i \oplus y_i) \\ = c_i \oplus x_i \oplus y_i$$

$$C_{i+1} = B + C$$

$$B = x_i y_i$$

$$C = c_i A$$

$$= c_i (x_i \oplus y_i)$$

$$= c_i (x_i' y_i + x_i y_i')$$

$$\Rightarrow C_{i+1} = x_i y_i + c_i x_i' y_i + c_i x_i y_i'$$

Άρα το ορθό κύκλωμα είναι το β.

4. Το ορθό σχήμα είναι το γ γιατί περιέχει 3 πλήρεις δυαδικούς αθροιστές 4-bit και μόνο AND πύλες.

5. Οι τιμές των εξόδων S_3, S_2, S_1, S_0 και C_4 είναι οι εξής:

C_4	S_3	S_2	S_1	S_0
0	1	1	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	1
1	0	0	0	1
0	1	0	0	1

6.5 Λύσεις Β' ομάδας

1. Μετατρέπουμε το συμπλήρωμα ως προς 1 σε κανονική μορφή προσέχοντας αν το MSB είναι 0 ή 1. Επειδή είναι 1 τότε μετατρέπουμε τον αριθμό σε συμπλήρωμα ως προς 1 και στον παραγόμενο αριθμό βάζουμε -.
 $1011100111 = 0100011000 = -280$.

2. $95 = 000001011111$

Άρα -95 ως προς συμπλήρωμα του 2 είναι 111110100001

- 3.

X_{n-1}	Y_{n-1}	C_{n-1}	C_n	S_{n-1}	Overflow
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1
0	1	0	0	1	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	1	0

Από τον πιο πάνω πίνακα, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι έχουμε υπερχείλιση στην περίπτωση κατά την οποία τα C_{n-1}, C_n είναι διαφορετικά. Όταν τα δυο αυτά bits είναι ίδια, το overflow είναι 0.

Άρα η σωστή έκφραση είναι το γ.

4. Με βάση τις πιο κάτω πράξεις φτάνουμε στο τελικό σχήμα

$$p_i = x_i + y_i$$

$$g_i = x_i y_i$$

$$P_0 = p_1 p_0$$

$$G_0 = g_1 + p_1 g_0$$

$$P_1 = p_3 p_2$$

$$G_1 = g_3 + p_3 g_2$$

$$c_2 = G_0 + P_0 c_0$$

$$c_4 = G_1 + P_1 G_0 + P_1 P_0 c_0$$

Άρα το σωστό κύκλωμα είναι το α.

5.

$\begin{array}{r} 100 \\ + (-5) \\ \hline = 95 \end{array}$	$\begin{array}{r} 01100100 \\ + 11111011 \\ \hline = 01011111 \end{array}$
---	--

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΑΚΟΛΟΥΘΙΑΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

7.1	Περίληψη	72
7.2	Ασκήσεις Α' ομάδας	73
7.3	Ασκήσεις Β' ομάδας	80
7.4	Λύσεις Α' ομάδας	88
7.5	Λύσεις Β' ομάδας	92

7.1 Περίληψη

Σ' αυτό το κεφάλαιο, παρουσιάζονται ακολουθιακά κυκλώματα που αποτελούν τη βάση για την ψηφιακή σχεδίαση. Τα flip-flops είναι τα βασικά στοιχεία φύλαξης για τα σύγχρονα ακολουθιακά κυκλώματα και οι τύποι που υπάρχουν είναι το D, SR, JK και το T. Επίσης, αναφέρεται το master-slave, μέθοδος που χρησιμοποιείται από τα flip-flops.

Τα ακολουθιακά κυκλώματα μπορούν να αναλυθούν για εύρεση πινάκων και διαγραμμάτων καταστάσεων που αναπαριστούν συμπεριφορά των κυκλωμάτων. Ακόμα, η ανάλυση μπορεί να παρουσιαστεί χρησιμοποιώντας λογική προσομοίωση.

Τέλος, κάτι εναλλακτικό εν σχέση με τα λογικά διαγράμματα, πίνακες και διαγράμματα καταστάσεων, τα ακολουθιακά κυκλώματα μπορούν να οριστούν σε VHDL ή σε Verilog περιγραφές.

7.2 Ασκήσεις Α' ομάδας

Επιλέξτε/κυκλώστε τη σωστή απάντηση:

- Ένα ακολουθιακό κύκλωμα έχει 3 D flip-flops A,B και C και μια είσοδο X. Το κύκλωμα περιγράφεται από τις πιο κάτω συναρτήσεις:

$$D_A = (BC' + B'C)X + (BC + B'C')X'$$

$$D_B = A$$

$$D_C = B$$

Ποιος είναι ο πίνακας καταστάσεων για το κύκλωμα [1].

α.

Present state			Input	Next state		
A	B	C	X	A	B	C
0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	1	0	1
0	1	1	0	1	0	1
0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	1	0
1	0	0	1	1	1	0
1	0	1	0	0	1	0
1	0	1	1	1	1	1
1	1	0	0	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1

β.

Present state			Input	Next state		
A	B	C	X	A	B	C
0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	1	0	1
0	1	1	0	1	0	1
0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	1	0
1	0	0	1	0	1	0
1	0	1	0	1	1	0
1	0	1	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1

γ.

Present state			Input	Next state		
A	B	C	X	A	B	C
0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	1	1
0	1	0	1	1	0	1
0	1	1	0	1	0	1
0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	1	0
1	0	0	1	0	1	0
1	0	1	0	1	1	0
1	0	1	1	1	1	1
1	1	0	0	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1

δ . (ορθό)

Present state			Input	Next state		
A	B	C	X	A	B	C
0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	1	0	1
0	1	1	0	1	0	1
0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	1	0
1	0	0	1	0	1	0
1	0	1	0	0	1	0
1	0	1	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1

2. Το ακολουθιακό κύκλωμα με δύο D flip flops A και B και ένα input X έχει τις εξής ιδιότητες. Για $X = 0$, η κατάσταση του κυκλώματος παραμένει η ίδια. Για $X = 1$ το κύκλωμα ακολουθεί τις καταστάσεις από 00 σε 10 σε 11 σε 01 και πίσω σε 00 και επαναλαμβάνεται. Ποιες εξισώσεις εκφράζουν το πιο πάνω κύκλωμα [4].

α . (ορθό)

$$D_A = AB' + AX' + B'X$$

$$D_B = AX + BX'$$

β.

$$D_A = AB' + AX' + B'X$$

$$D_B = A'X + BX'$$

γ .

$$D_A = AB' + B'X$$

$$D_B = AX + BX'$$

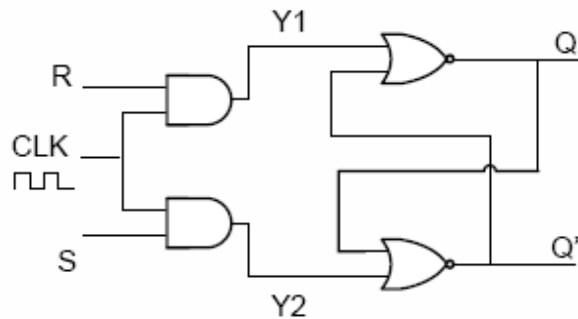
δ.

$$D_A = AB' + AX' + B'X$$

$$D_B = AX' + BX'$$

3. Ο χρονιζόμενος μανδαλωτής του Σχήματος 7.6(α) έχει απροσδιόριστη συμπεριφορά όταν οι είσοδοι S και R αυτού είναι ίσες με 1, τη στιγμή που το ωρολογιακό σήμα οδηγείται στην κατάσταση 0. Ένας τρόπος για να επιλύσουμε το πρόβλημα αυτό είναι να δημιουργήσουμε ένα χρονιζόμενο μανδαλωτή SR στον οποίο η κατάσταση ενεργοποίησης να είναι κυρίαρχη (που αποδίδεται με τον όρο setdominant latch) και η κατάσταση S=R=1 να οδηγεί το μανδαλωτή σε απενεργοποίηση (δηλαδή στην κατάσταση set). Να σχεδιάσετε έναν τέτοιο μανδαλωτή και να δείξετε το κύκλωμα [4].

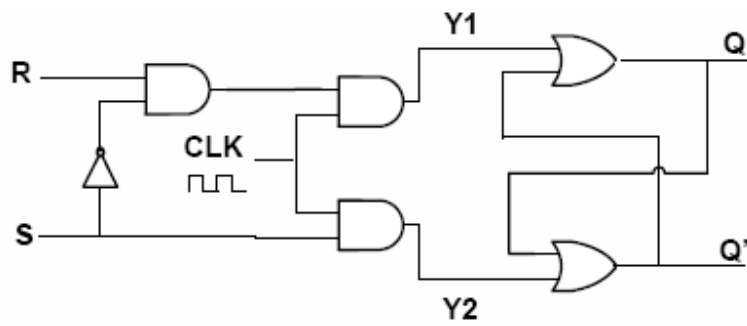
Το κύκλωμα που υλοποιεί τον SR μανταλωτή είναι το παρακάτω:



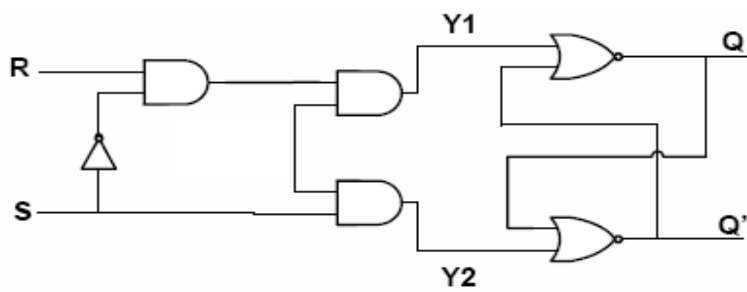
Ο πίνακας αληθείας των εξόδων φαίνεται παρακάτω:

CLK	S	R	Y1	Y2	Q(t+1)
0	x	x	0	0	Q(t)
1	0	0	0	0	Q(t)
1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	1	1
1	1	1	1	1	x

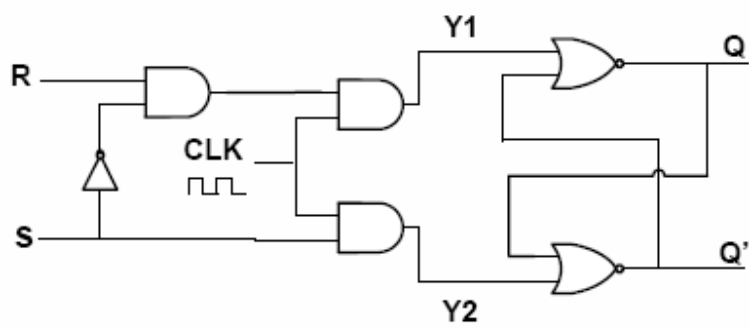
α.



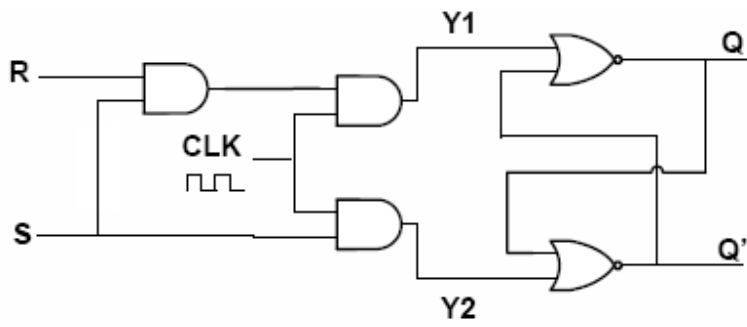
β.



γ. (ορθό)

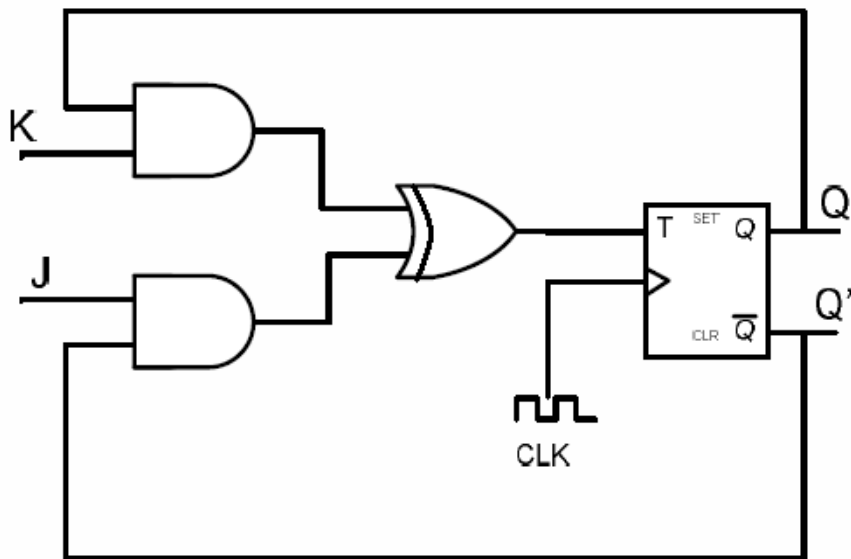


δ.

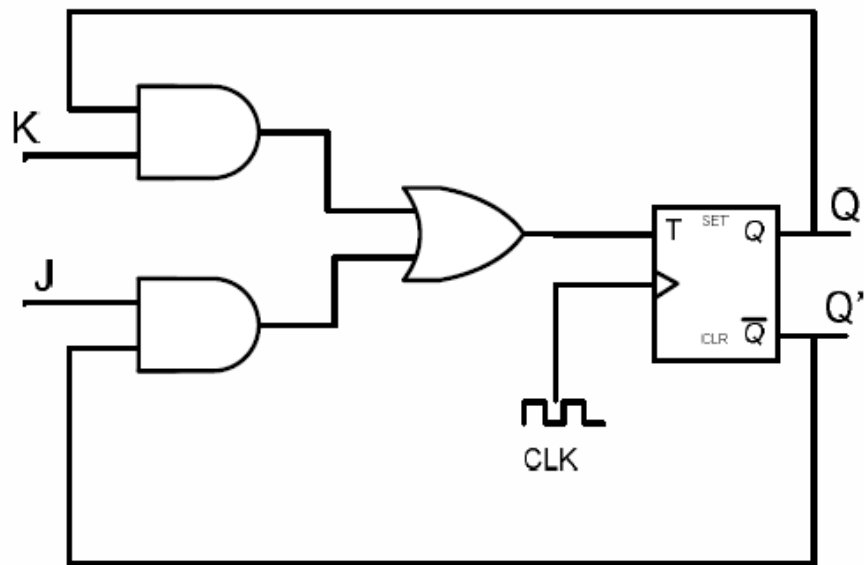


4. Να δείξετε πώς μπορεί να αναπτυχθεί ένα JK flip-flop από ένα T flip-flop και άλλες λογικές πύλες [4].

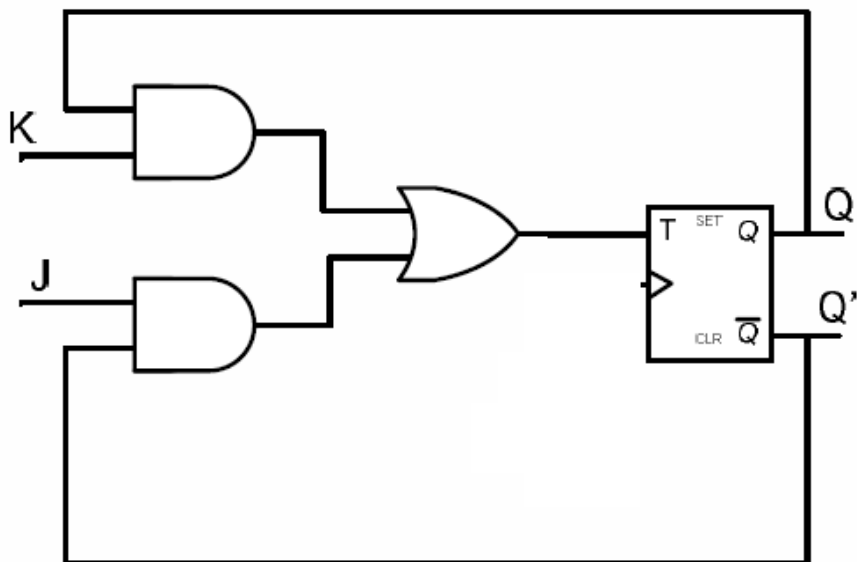
α.



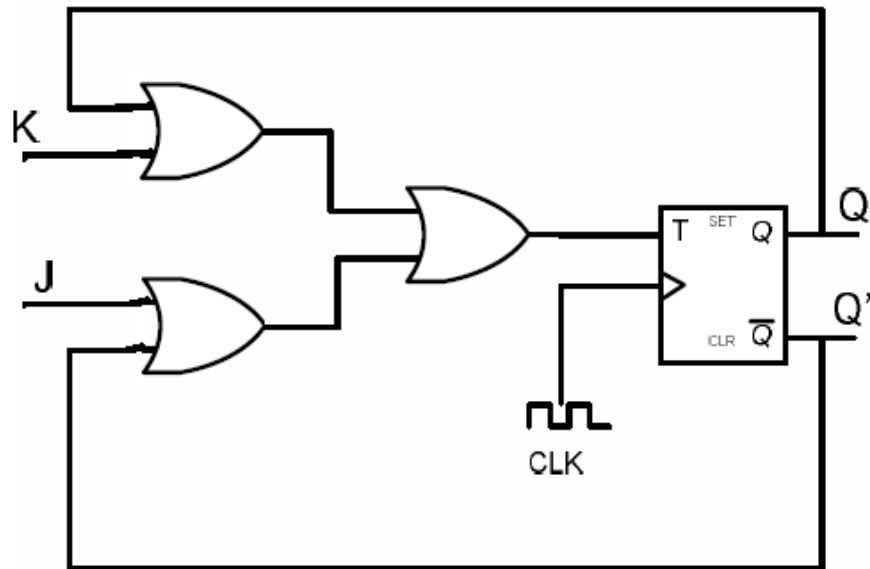
β. (ορθό)



γ.



δ.



7.3 Ασκήσεις Β' ομάδας

Επιλέξτε/κυκλώστε τη σωστή απάντηση:

- Ένα ακολουθιακό κύκλωμα έχει 3 D flip-flops A,B και C και μια είσοδο X. Το κύκλωμα περιγράφεται από τις πιο κάτω συναρτήσεις:

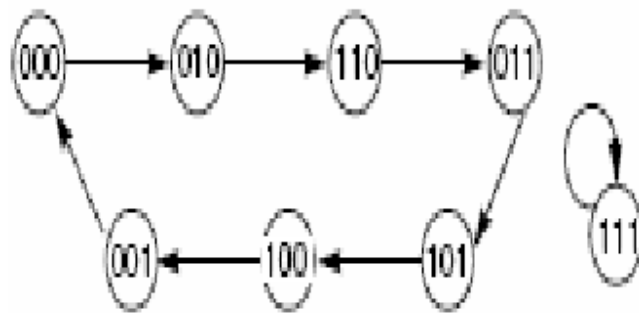
$$D_A = (BC' + B'C)X + (BC + B'C')X'$$

$$D_B = A$$

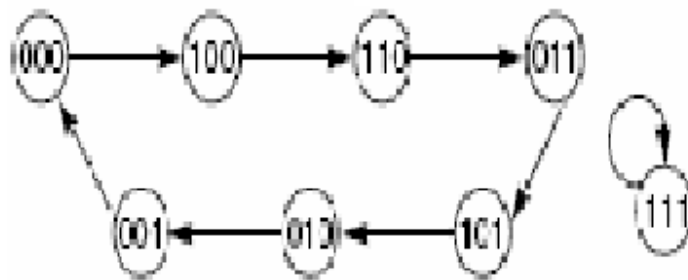
$$D_C = B$$

Ποιο είναι το διάγραμμα καταστάσεων για $X = 0$ [1].

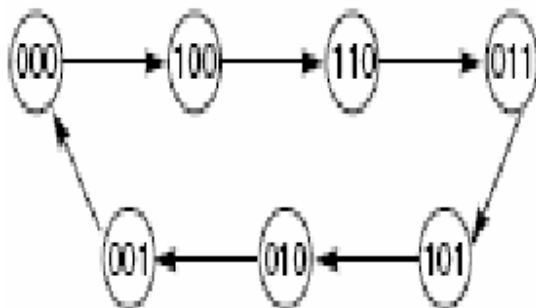
α .



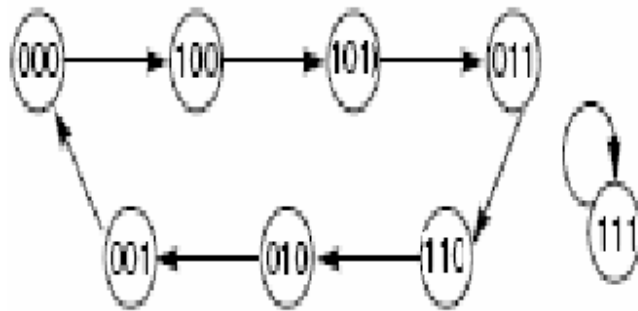
β. (ορθό)



γ.

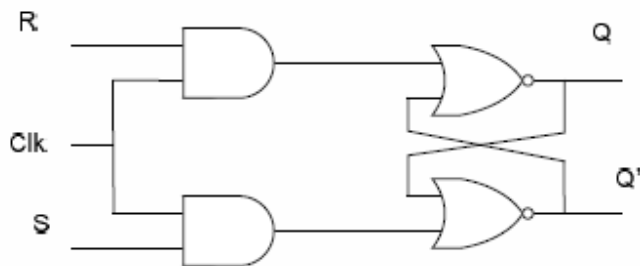


δ .



2. Να σχεδιαστεί ένα κύκλωμα που να υλοποιεί το χρονιζόμενο μανδαλωτή SR σχεδιάσετε με τη βοήθεια αποκλειστικά πυλών NAND.

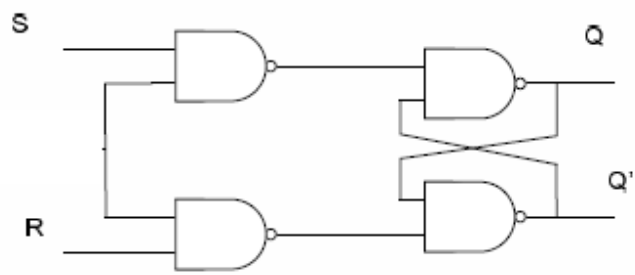
Το διάγραμμα του χρονιζόμενου μανδαλωτή με πύλες AND και OR δίνεται στο πιο κάτω σχήμα



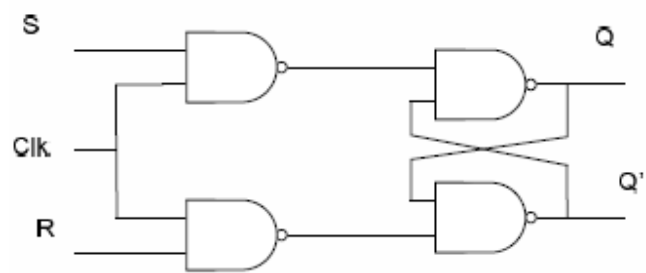
και ο πίνακας αληθείας του μανδαλωτή στον πιο κάτω πίνακα [4].

Clk	S	R	Q(t+1)
0	x	x	Q(t)
1	0	0	Q(t)
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	x

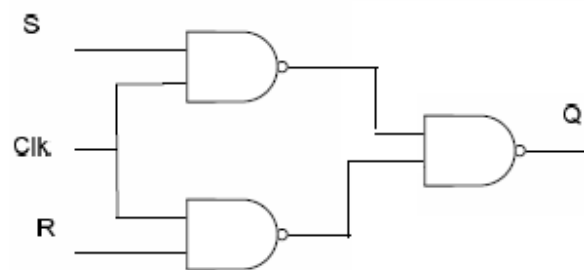
α.



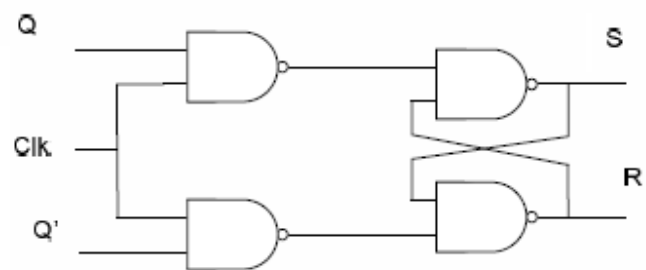
β. (ορθό)



γ.



δ.

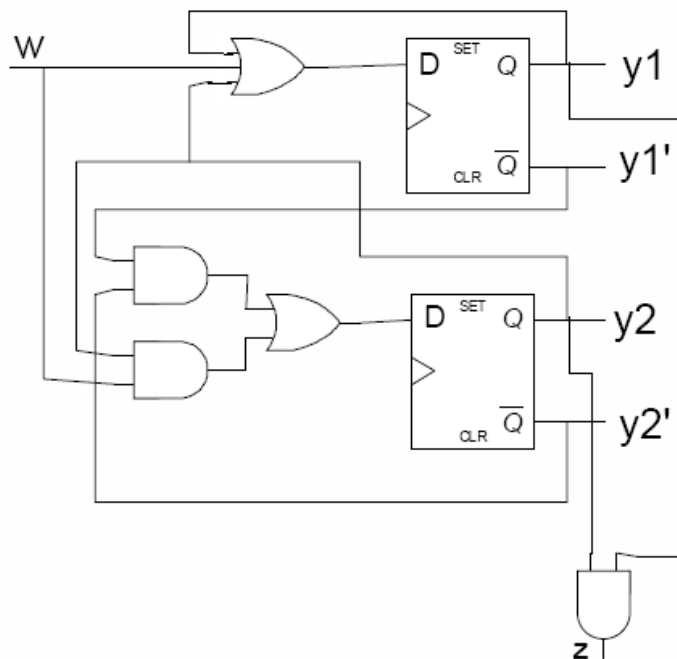


3. Μία μηχανή πεπερασμένων καταστάσεων ορίζεται από τον πιο κάτω πίνακα αντιστοίχισης καταστάσεων.

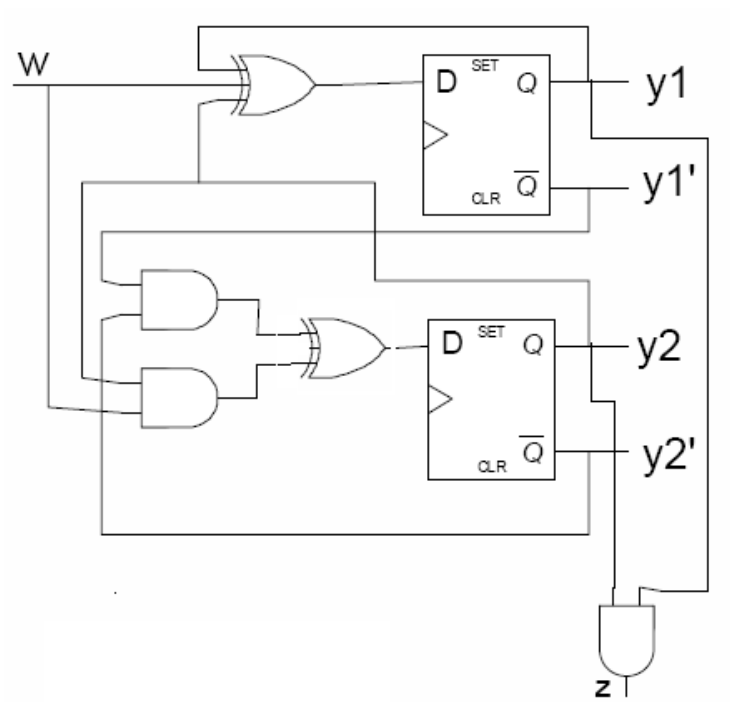
Παρούσα κατάσταση	Επόμενη κατάσταση		Έξοδος
	w=0	w=1	
y2 y1	y2 y1	y2 y1	z
00	10	11	0
01	01	00	0
10	11	00	0
11	10	01	1

Να αναπτύξετε το κύκλωμα της μηχανής χρησιμοποιώντας D flip-flops [4].

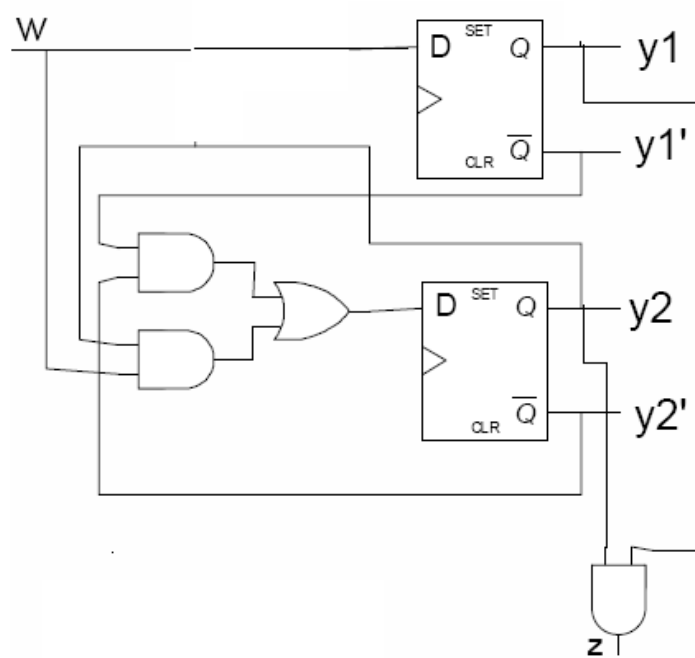
α.



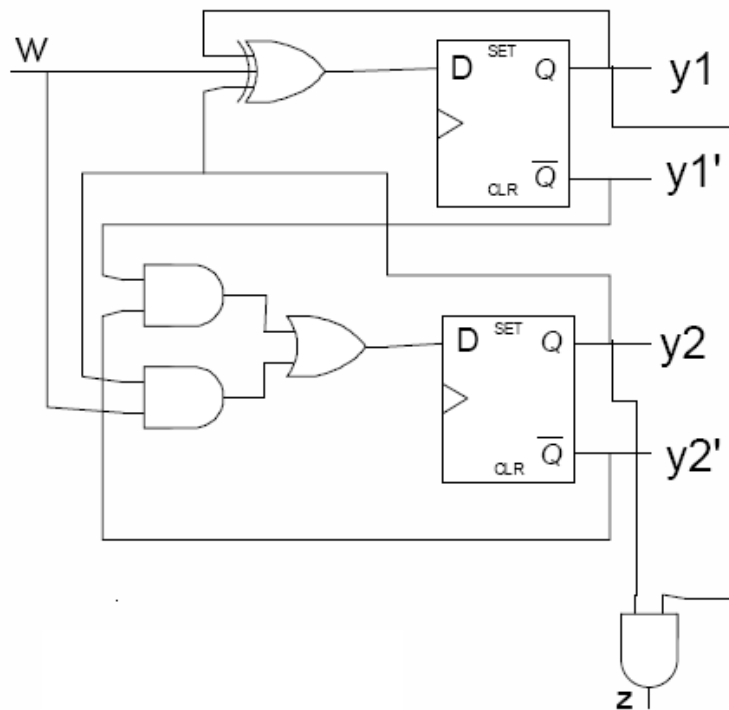
β.



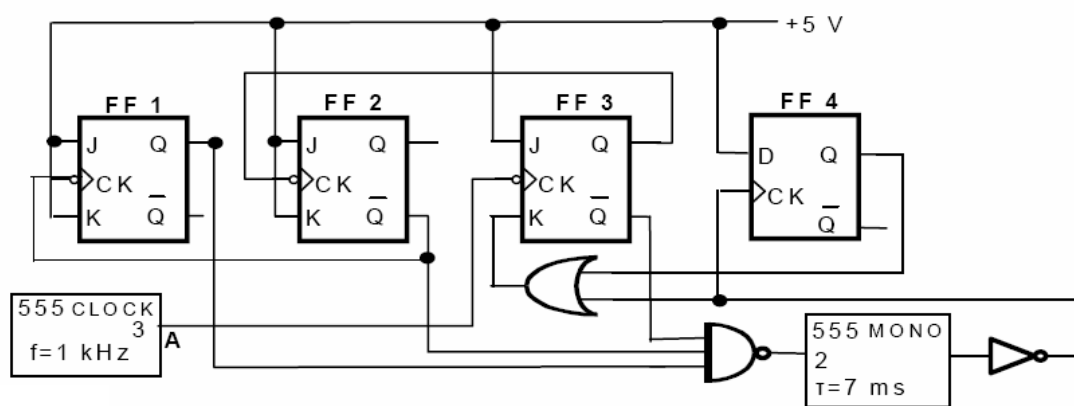
γ.



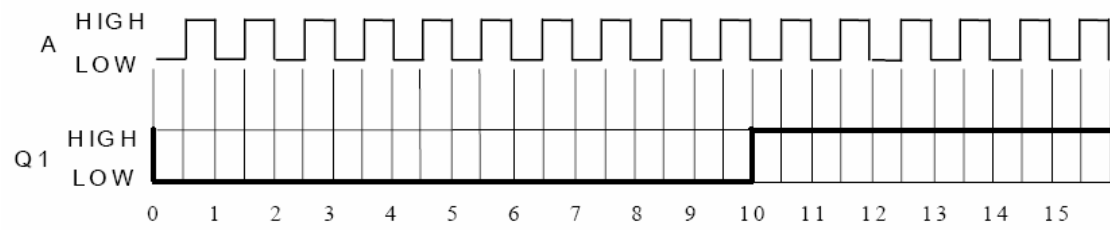
δ. (ορθό)



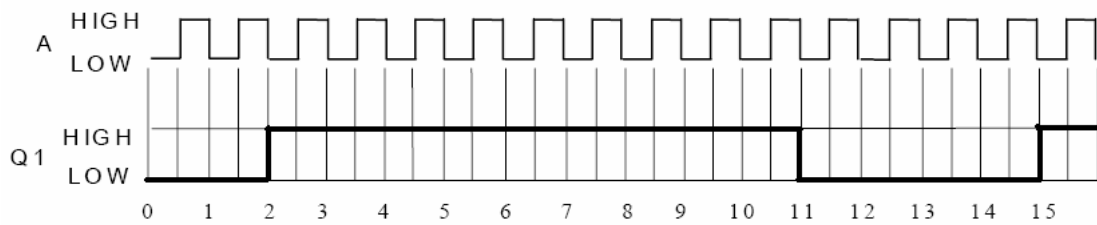
4. Στην παρακάτω διάταξη όλα τα FF είναι, αρχικά, μηδενισμένα. Ζητείται να σχεδιαστεί η κυματομορφή που προκύπτει στην έξοδο Q του FF1 (δηλ. να σχεδιαστεί η κυματομορφή του Q1 στο παρακάτω σχήμα) [1].



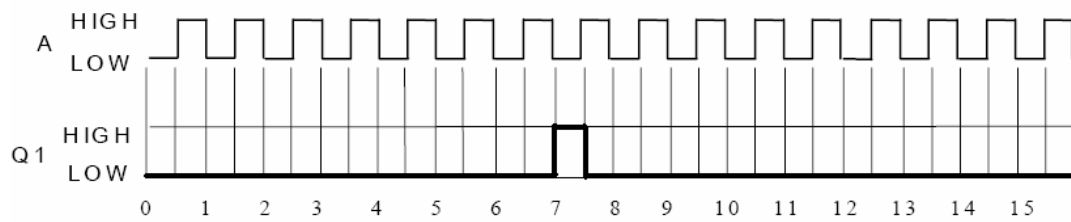
α.



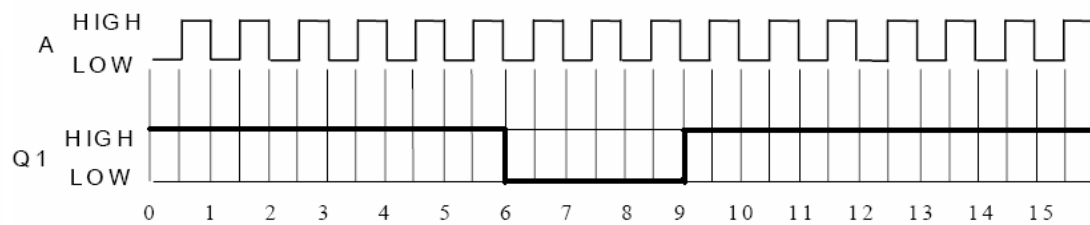
β. (ορθό)



γ.



δ.



7.4 Λύσεις Α' ομάδας

1. Με βάση τις τρεις εξισώσεις που έχουν δοθεί, το input και την παρούσα κατάσταση, υπολογίζουμε την επόμενη κατάσταση. Ο πίνακας είναι ο πιο κάτω:

Present state			Input	Next state		
A	B	C	X	A	B	C
0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	1	0	1
0	1	1	0	1	0	1
0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	1	0
1	0	0	1	0	1	0
1	0	1	0	0	1	0
1	0	1	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1

2. Με βάση την περιγραφή του κυκλώματος οδηγούμαστε στην κατασκευή του πιο κάτω πίνακα καταστάσεων:

Present state		Input	Next state	
A	B	X	A	B
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	1	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1

Ακολούθως κατασκευάζουμε τους δύο πίνακες Karnaugh της επόμενης σελίδας:

D_A					B
		1			
A	1	1		1	
					X

D_B					B
				1	
A		1	1	1	
					X

Τελικά προκύπτουν οι δύο πιο κάτω εξισώσεις.

$$D_A = AB' + AX' + B'X$$

$$D_B = AX + BX'$$

3. Τα σήματα Y1 και Y2 είναι τα σήματα που καθορίζουν τις εξόδους του μανδαλωτή. Για να έχουμε στην κατάσταση R=S=1 set dominant latch (δηλ. η έξοδος να είναι 1) θα πρέπει να προκύψει ο παρακάτω πίνακας αληθείας:

CLK	S	R	Y1	Y2	Q(t+1)
0	x	x	0	0	Q(t)
1	0	0	0	0	Q(t)
1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	1	1
1	1	1	0	1	1

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες Karnaugh για τα σήματα Y1 και Y2.

Y1

CLK \ SR	00	01	11	10
0	0	0	0	0
1	0	1	0	0

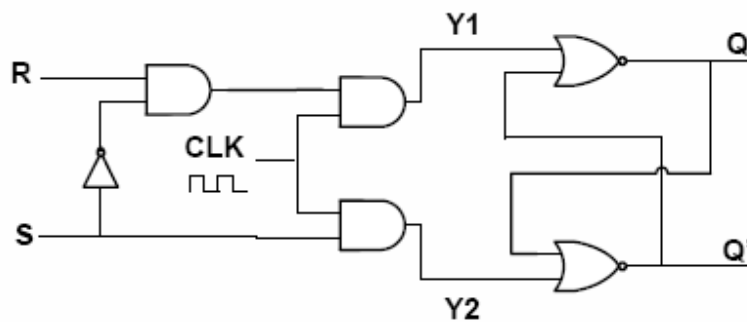
$$Y1 = CLK S' R$$

Y2

CLK\SR	00	01	11	10
0	0	0	0	0
1	0	0	1	1

$$Y2 = \text{CLK } S$$

Το κύκλωμα που προκύπτει είναι :



4. Η παρούσα άσκηση ζητάει την εξαγωγή συναρτήσεων τέτοιων ώστε χρησιμοποιώντας T Flip-Flops να υλοποιείται ένα JK Flip-Flop. Ο πίνακας αληθείας του JK Flip-Flop είναι :

J	K	Q(t+1)
0	0	Q(t)
0	1	0
1	0	1
1	1	Q(t)'

Του T Flip-Flop είναι :

T	Q(t+1)
0	Q(t)
1	Q(t)'

Θα κατασκευάσουμε τον πίνακα αληθείας ως προς την είσοδο T του Flip-Flop χρησιμοποιώντας και την κατάσταση $Q(t)$.

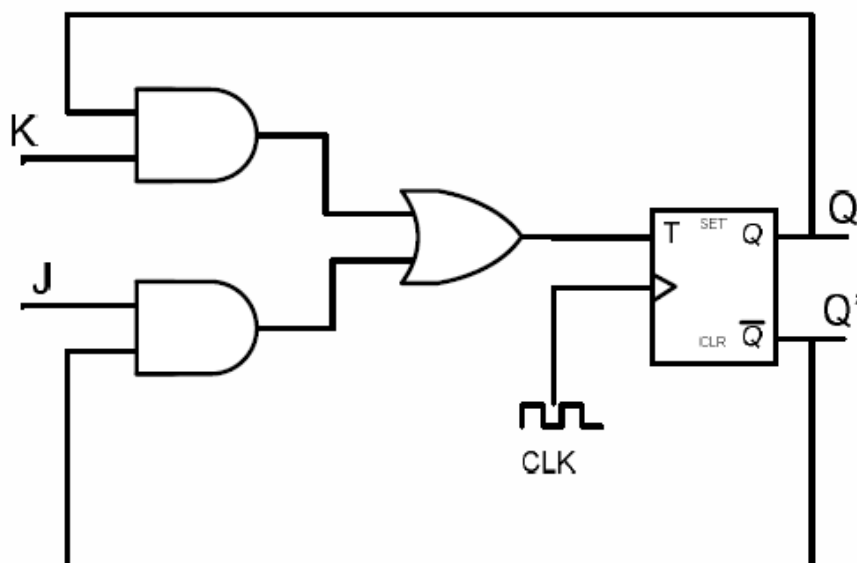
J	K	Q(t)	T	Q(t+1)
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	0

Οπότε και προκύπτει ο παρακάτω πίνακας Karnaugh για το T:

J\KQ	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	1	0	1	1

$$T = JQ' + KQ$$

Οπότε το ορθό σχήμα είναι το πιο κάτω:

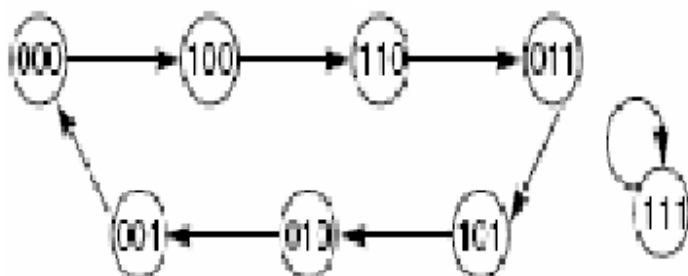


7.5 Λύσεις Β' ομάδας

1. Με βάση τις τρεις εξισώσεις που έχουν δοθεί, το input και την παρούσα κατάσταση, υπολογίζουμε την επόμενη κατάσταση. Σχηματίζουμε τον πιο κάτω πίνακα

Present state			Input	Next state		
A	B	C	X	A	B	C
0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	1	0	1
0	1	1	0	1	0	1
0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	1	0
1	0	0	1	0	1	0
1	0	1	0	0	1	0
1	0	1	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1

Με βάση τον πιο πάνω πίνακα βλέπουμε ότι η παρούσα κατάσταση 000 οδηγεί στην επόμενη κατάσταση 100 για $X = 0$. Ακολουθώντας με παρούσα κατάσταση 100 οδηγούμαστε στην επόμενη κατάσταση 110 για $X = 0$. Με παρόμοιο τρόπο σχηματίζουμε το διάγραμμα:



2. Για να υλοποιήσουμε το κύκλωμα αποκλειστικά με πύλες NAND, θα αντικαταστήσουμε τις δυο πύλες NOR με δυο πύλες NAND και στη συνέχεια θα χρησιμοποιήσουμε δυο ενδιάμεσα λογικά σήματα, τα Y1 και Y2 ώστε να βρούμε τις πύλες που θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν αντί των 2 AND.

Σχηματίζουμε τον πιο κάτω πίνακα

Clk	S	R	Y1	Y2	Q(t+1)
0	x	x	1	1	Q(t)
1	0	0	1	1	Q(t)
1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	1	1
1	1	1	0	0	x

Αφού φτιάξουμε τους χάρτες Karnaugh για τα Y1 και Y2, βρίσκουμε τις εξισώσεις τους.

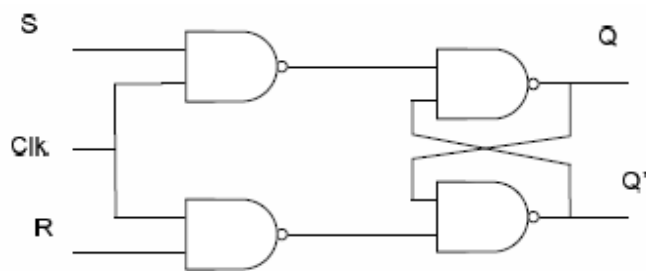
SR					
Clk	1	1	1	1	1
	1	1	0	0	0

$$Y1 = Clk' + S' = (Clk S)'$$

SR					
Clk	1	1	1	1	1
	1	0	0	1	1

$$Y2 = (Clk R)'$$

Επομένως, το διάγραμμα που υλοποιεί τον χρονιζόμενο SR μανδαλωτή αποκλειστικά με πύλες NAND είναι το ακόλουθο.



3. Στα D flip-flops ισχύει ότι η έξοδος του flip-flop ισούται με την είσοδό του όταν το σήμα του ρολογιού είναι ένα.

Άρα έχουμε:

$$D1 = y1(t+1)$$

$$D2 = y2(t+1)$$

$$D1(y2, y1, w) = \Sigma(1, 2, 4, 7)$$

$$D2(y2, y1, w) = \Sigma(0, 1, 4, 6)$$

$$Z(y2, y1, w) = \Sigma(6, 7)$$

y2 \ y1 w	0	1	0	1
	1	0	1	0

$$D1 = y2 \oplus y1 \oplus w$$

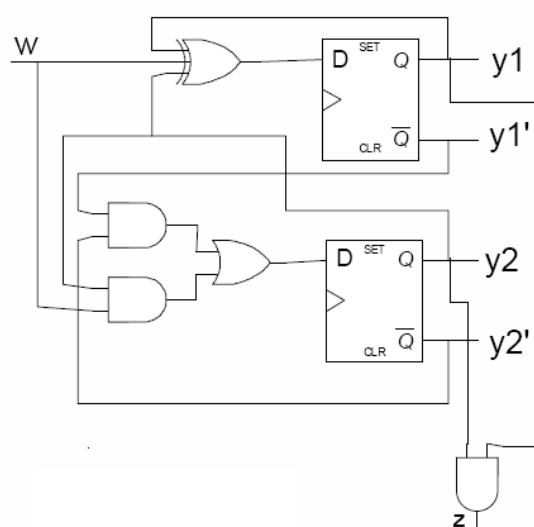
y2 \ y1 w	1	1	0	0
	1	0	0	1

$$D2 = y2' y1' + y2 w'$$

y1 w				
y2	0	0	0	0
	0	0	1	1

$$z = y1 \cdot y2$$

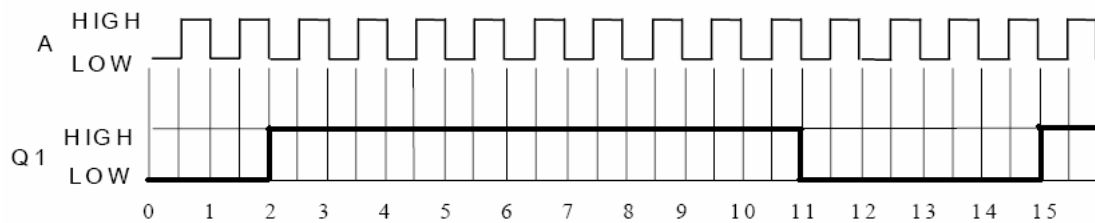
Επομένως, η μηχανή πεπερασμένων καταστάσεων υλοποιείται ως εξής:



4. Κατασκευάζουμε τον πιο κάτω πίνακα με βάση την εκφώνηση της άσκησης:

555 Ck3	Ck2 Q3	Q2	Q1	Ck1 Q2	Q3	NAND OUT	Ck4 NOT OUT	Q4	OR
Αρχ	0	0	0	1	1	1	1	0	1
1	1	0	0	1	0	1	1	0	1
2	0	1	1	0	1	1	1	0	1
3	1	1	1	0	0	1	1	0	1
4	0	0	1	1	1	0	0	0	0
5	1	0	1	1	0	1	0	0	0
6	1	0	1	1	0	1	0	0	0
7	1	0	1	1	0	1	0	0	0
8	1	0	1	1	0	1	0	0	0
9	1	0	1	1	0	1	0	0	0
10	1	0	1	1	0	1	0	0	0
11	0	1	0	0	1	1	1	1	1
12	1	1	0	0	0	1	1	1	1
13	0	0	0	1	1	1	1	1	1
14	1	0	0	1	0	1	1	1	1
15	0	1	1	0	1	1	1	1	1
16	1	1	1	0	0	1	1	1	1

Οπότε καταλήγουμε στην πιο κάτω κυματομορφή:



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΚΑΤΑΧΩΡΗΤΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΚΑΤΑΧΩΡΗΤΩΝ

8.1	Περίληψη	97
8.2	Ασκήσεις Α' ομάδας	98
8.3	Ασκήσεις Β' ομάδας	101
8.4	Λύσεις Α' ομάδας	104
8.5	Λύσεις Β' ομάδας	106

8.1 Περίληψη

Σ' αυτό το κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι καταχωρητές, που είναι ομάδες από flip-flops και συνδυαστική λογική. Περισσότερο πολύπλοκοι είναι οι καταχωρητές στους οποίους τα flip-flops μπορούν να φορτωθούν με νέο περιεχόμενο υπό τον έλεγχο ενός σήματος σε επιλεγμένους μόνο κύκλους ρολογιού. Ακόμη, οι shift καταχωρητές προσθέτουν μια καινούργια διάσταση στη μεταφορά δεδομένων.

Επίσης, οι μετρητές χρησιμοποιούνται για να παρέχουν μία ακολουθία από τιμές, συνήθως σε δυαδική αριθμητική σειρά. Τέλος, οι multiplexers επιλέγουν μέσα από πολλαπλά μεταδιδόμενα μονοπάτια για να εισέλθουν στον καταχωρητή.

8.2 Ασκήσεις Α' ομάδας

Επιλέξτε/κυκλώστε τη σωστή απάντηση:

1. Ποιό είναι το των bitwise αποτέλεσμα των λογικών πράξεων AND, OR και XOR δύο 8-bit τελεστών 10011001 και 11000011 [1].

α. AND : 10101001
OR: 10001001
XOR : 10101010

β. AND : 10111001
OR: 10001011
XOR : 10111010

γ. (ορθό)
AND : 10000001
OR: 11011011
XOR : 01011010

δ. AND : 11011011
OR: 01011010
XOR : 10000001

2. Χρησιμοποιήστε D flip-flops και λογικές πύλες για να σχεδιάσετε ένα δυαδικό αθροιστή με τη δυαδική ακολουθία 0,1,2, βρίσκοντας τις συναρτήσεις D_B και D_C [1].

α. (ορθό)
 $D_B = C$
 $D_C = B'C'$

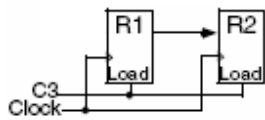
β. $D_B = A'C$
 $D_C = B'C'$

γ. $D_B = AB$
 $D_C = B'C$

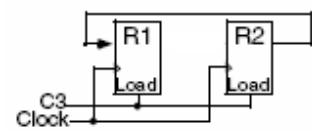
δ. $D_B = C'$
 $D_C = BC$

3. Σχεδιάστε το διάγραμμα του υλικού το οποίο υλοποιεί την πρόταση μεταφοράς καταχωρητή C_3 : $R2 \leftarrow R1, R1 \leftarrow R2$ [1].

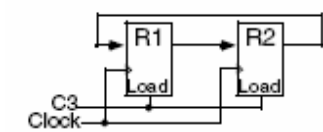
α.



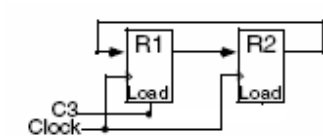
β.



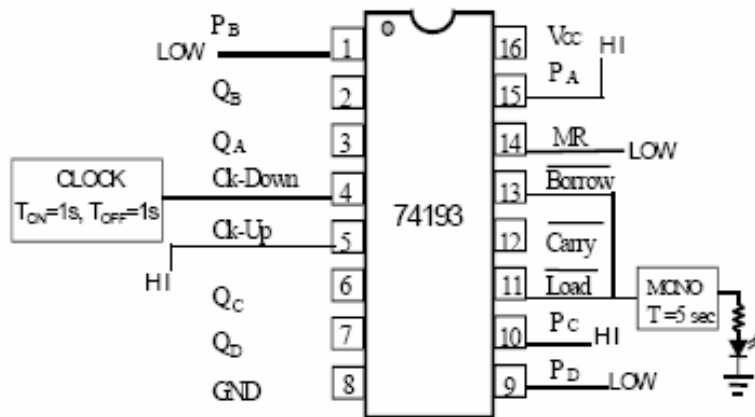
γ. (ορθό)



δ.



4. Στην πιο κάτω διάταξη σε χρόνο $t=0$, είναι $Q_A=1$, $Q_B=0$, $CC=1$, $Q_D=0$, και το CLOCK είναι στην αρχή της περιόδου του, με έναρξη του χρόνου TOFF.



Ο ακροδέκτης Carry είναι στο 1, αλλά αλλάζει σε 0 (στην πτώση του παλμού χρονισμού), όταν κατά τη μέτρηση προς τα άνω, ο μετρητής φθάσει τη μέγιστη τιμή του. Παρόμοια είναι και η λειτουργία του ακροδέκτη Borrow, αλλά για την προς τα κάτω μέτρηση.

Στη μέτρηση προς τα άνω, ο παλμός εφαρμόζεται στον ακροδέκτη Ck-Up, ενώ ο ακροδέκτης Ck-Down κρατείται στο 1. Στη μέτρηση προς τα κάτω, ο παλμός χρονισμού εφαρμόζεται στον ακροδέκτη Ck-Down και ο ακροδέκτης Ck-Up κρατείται στο 1. Οι είσοδοι PA, PB, PC, PD, είναι οι παράλληλοι είσοδοι. Ο ακροδέκτης Load είναι ενεργός σε 0 ενώ η είσοδος MR (Master Reset) είναι ενεργός όταν είναι 1.

Να βρεθεί το πρώτο χρονικό διάστημα (t_1 , t_2) που το Led θα είναι αναμμένο [4]:

α. 9 ως 11 sec.

β. 5 ως 10 sec.

γ. 3 ως 8 sec.

δ. (ορθό)
10 ως 15 sec.

8.3 Ασκήσεις Β' ομάδας

Επιλέξτε/κυκλώστε τη σωστή απάντηση:

1. Ποιό είναι το αποτέλεσμα των λογικών πράξεων Shift Left και Shift Right στον 8-bit τελεστή 01010011[1].

α. (ορθό)

sl 10100110

sr 00101001

β. sl 10101110

sr 01101001

γ. sl 11101110

sr 00101001

δ. sl 11101100

sr 01101011

2. Χρησιμοποιήστε D flip-flops και λογικές πύλες για να σχεδιάσετε ένα δυαδικό αθροιστή με τη δυαδική ακολουθία 0,1,2,3,4,5 βρίσκοντας τις συναρτήσεις D_A , D_B και D_C [1].

α. $D_A = BC$

$D_B = A'B'C'$

$D_C = C'$

β. (ορθό)

$D_A = BC + AC'$

$D_B = A'B'C + BC'$

$D_C = C'$

γ. $D_A = BC + A'$

$D_B = A'B'$

$D_C = C'$

δ. $D_A = AC + B$

$D_B = B'C'$

$D_C = C' + B'$

3. Ένα σύστημα έχει το ακόλουθο σύνολο από καταχωρητές μεταφοράς που υλοποιούνται χρησιμοποιώντας λεωφόρους:

$C_a : R0 \leftarrow R1$

$C_b : R3 \leftarrow R1, R1 \leftarrow R4, R4 \leftarrow R0$

$C_c : R2 \leftarrow R3, R0 \leftarrow R2$

$C_d : R2 \leftarrow R4, R4 \leftarrow R2$

Για κάθε καταχωρητή προορισμού δώστε όλους τους καταχωρητές πηγής και για κάθε καταχωρητή πηγής δώστε όλους τους καταχωρητές προορισμού [1].

α. (ορθό)

Destination $\leftarrow$ Source Registers

$R0 \leftarrow R1, R2$

$R1 \leftarrow R4$

$R2 \leftarrow R3, R4$

$R3 \leftarrow R1$

$R4 \leftarrow R0, R2$

Source Registers $\rightarrow$ Destination

$R0 \rightarrow R4$

$R1 \rightarrow R0, R3$

$R2 \rightarrow R0, R4$

$R3 \rightarrow R2$

$R4 \rightarrow R1, R2$

β. Destination $\leftarrow$ Source Registers

$R0 \leftarrow R1$

$R1 \leftarrow R4$

$R2 \leftarrow R3, R4$

$R3 \leftarrow R1$

$R4 \leftarrow R0, R2$

Source Registers $\rightarrow$ Destination

$R0 \rightarrow R4$

$R1 \rightarrow R0, R3$

$R2 \rightarrow R0$

$R3 \rightarrow R2$

$R4 \rightarrow R1, R2$

γ. Destination $\leftarrow$ Source Registers

R0 $\leftarrow$ R1

R1 $\leftarrow$ R4

R2 $\leftarrow$ R1, R4

R3 $\leftarrow$ R3

R4 $\leftarrow$ R1, R2

Source Registers $\rightarrow$ Destination

R0 $\rightarrow$ R4

R1 $\rightarrow$ R3

R2 $\rightarrow$ R0, R2, R4

R3 $\rightarrow$ R2

R4 $\rightarrow$ R1, R2

δ. Destination $\leftarrow$ Source Registers

R0 $\leftarrow$ R1, R2

R1 $\leftarrow$ R3

R2 $\leftarrow$ R1, R4

R3 $\leftarrow$ R1

R4 $\leftarrow$ R1, R2

Source Registers $\rightarrow$ Destination

R0 $\rightarrow$ R4

R1 $\rightarrow$ R0, R4

R2 $\rightarrow$ R0, R3

R3 $\rightarrow$ R2

R4 $\rightarrow$ R1, R2

4. Για την περίπτωση ενός σύγχρονου απαριθμητή τριών bits που λειτουργεί σε κώδικα Gray και έχει σχεδιαστεί με Flip-flops τύπου JK και τον ελάχιστο αριθμό πυλών και εισόδων τους, να δοθούν οι συναρτήσεις οδήγησης των εισόδων των Flip-flops, υποθέτοντας ότι τα FF και οι έξοδοι τους συμβολίζονται με διαδοχικά κεφαλαία γράμματα, ξεκινώντας από το A, με A να αντιστοιχεί στο MSB [4].

α. (ορθό)

$$J_A = BC'$$

$$K_A = B'C'$$

$$J_B = A'C$$

$$K_B = AC$$

$$J_C = A'B' + AB$$

$$K_C = A'B' + AB'$$

β. $J_A = BC'$

$$K_A = B'C$$

$$J_B = A'C$$

$$K_B = AC$$

$$J_C = A'B' + AB$$

$$K_C = A'B' + AB'$$

γ. $J_A = C'$

$$K_A = B'$$

$$J_B = A'C$$

$$K_B = AC$$

$$J_C = A'B'$$

$$K_C = A'B' + AB'$$

δ. $J_A = BC'$

$$K_A = B'C'$$

$$J_B = A'C$$

$$K_B = AC$$

$$K_C = A'B' + AB'$$

8.4 Λύσεις Α' ομάδας

1. Εκτελώντας τις λογικές πράξεις καταλήγουμε στα εξής:

1001 1001

1100 0011

1000 0001 AND

1101 1011 OR

0101 1010 XOR

2. Υπολογίζουμε τον πιο κάτω πίνακα ο οποίος παρουσιάζει την παρούσα κατάσταση του κυκλώματος και την αμέσως επόμενη κατάσταση.

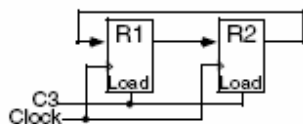
Present state			Next state		
A	B	C	A	B	C
	0	0		0	1
	0	1		1	0
	1	0		0	0
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	0
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	0

Από τον πιο πάνω πίνακα καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι συναρτήσεις D_B και D_C είναι οι εξής:

$$D_B = C$$

$$D_C = B'C'$$

3. Το διάγραμμα του υλικού το οποίο υλοποιεί την πρόταση μεταφοράς καταχωρητή $C_3 : R2 \leftarrow R1, R1 \leftarrow R2$ είναι το εξής :



Σε αυτό το κύκλωμα η τιμή C3 φορτώνεται σε κάθε κτύπο του ρολογιού στους καταχωρητές R1 και R2. Στον επόμενο κτύπο του ρολογιού η τιμή του R1 μεταφέρεται στον καταχωρητή R2 και η τιμή του καταχωρητή R2 μεταφέρεται στον καταχωρητή R1.

4. Ο μετρητής είναι σε σύνδεσμολογία για μέτρηση προς τα κάτω και έχει τις παράλληλες εισόδους του σε $Q_D Q_C Q_B Q_A = 0101$, ενώ ο ακροδέκτης BORROW συνδέεται με τον ακροδέκτη LOAD. Αρχικά, η ένδειξή του μετρητή είναι $(5)_{10}$. Έτσι στην άνοδο του πέμπτου παλμού, δηλ. σε 9 sec, θα δείχνει 0000. Ο ακροδέκτης BORROW γίνεται 0 στην πτώση του

παλμού χρονισμού, που θα συμβεί στα 10 sec, και διεγείρει το μονοσταθί. Έτσι, το LED θα ανάψει στο διάστημα 10 ως 15 sec.

8.5 Λύσεις Β' ομάδας

1. Κάνοντας shift left προσθέτουμε εννοούμε ότι μετακινούμε τον τελεστή κατά 1 bit αριστερά και προσθέτουμε στο τέλος ένα 0.

Κάνοντας shift right εννοούμε ότι μετακινούμε τον τελεστή κατά 1 bit δεξιά και προσθέτουμε στο αρχή ένα 0.

Εκτελώντας τις λογικές πράξεις καταλήγουμε στα εξής:

```
01010011
-----
1010 0110      sl
```

```
01010011
-----
0010 1001      sr
```

2. Υπολογίζουμε τον πιο κάτω πίνακα ο οποίος παρουσιάζει την παρούσα κατάσταση του κυκλώματος και την αμέσως επόμενη κατάσταση.

Present state			Next state		
A	B	C	A	B	C
	0	0		0	1
	0	1		1	0
	1	0		0	0
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	0
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	0

Από τον πιο πάνω πίνακα καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι συναρτήσεις D_A, D_B και D_C είναι οι εξής:

$$D_A = BC + AC'$$

$$D_B = A'B'C + BC'$$

$$D_C = C'$$

3. Με βάση το σύστημα που έχει το ακόλουθο σύνολο από καταχωρητές μεταφοράς,

$$C_a : R0 \leftarrow R1$$

$$C_b : R3 \leftarrow R1, R1 \leftarrow R4, R4 \leftarrow R0$$

$$C_c : R2 \leftarrow R3, R0 \leftarrow R2$$

$$C_d : R2 \leftarrow R4, R4 \leftarrow R2$$

Σε κάθε καταχωρητή, αν αυτός είναι καταχωρητής προορισμού, καθορίζουμε τους καταχωρητές πηγής οι οποίοι καταλήγουν πάνω του. Ενώ, σε κάθε καταχωρητή, αν αυτός είναι καταχωρητής πηγής, καθορίζουμε τους καταχωρητές προορισμού στους οποίους καταλήγει.

Άρα η ορθή απάντηση είναι η εξής:

Destination $\leftarrow$ Source Registers

$$R0 \leftarrow R1, R2$$

$$R1 \leftarrow R4$$

$$R2 \leftarrow R3, R4$$

$$R3 \leftarrow R1$$

$$R4 \leftarrow R0, R2$$

Source Registers $\rightarrow$ Destination

$$R0 \rightarrow R4$$

$$R1 \rightarrow R0, R3$$

$$R2 \rightarrow R0, R4$$

$$R3 \rightarrow R2$$

$$R4 \rightarrow R1, R2$$

4. Υποθέτοντας ότι τα FF και οι έξοδοι τους συμβολίζονται με διαδοχικά κεφαλαία γράμματα, ξεκινώντας από το A, με A να αντιστοιχεί στο MSB. Κατασκευάζουμε τον πιο κάτω πίνακα αληθείας του κυκλώματος:

A	B	C	A+	B+	C+	JA	KA	JB	KB	JC	KC
0	0	0	0	0	1	0	X	0	X	1	X
0	0	1	0	1	1	0	X	1	X	X	0
0	1	1	0	1	0	0	X	X	0	X	1
0	1	0	1	1	0	1	X	X	0	0	X
1	1	0	1	1	1	X	0	X	0	1	X
1	1	1	1	0	1	X	0	X	1	X	0
1	0	1	1	0	0	X	0	0	X	X	1
1	0	0	0	0	0	X	1	0	X	0	X

Με βάση τον πιο πάνω κάτω πίνακα αληθείας του κυκλώματος σχεδιάζουμε τους πιο πίνακες karnaugh και υπολογίζουμε για τον καθένα την αντίστοιχη συνάρτηση.

		C	
		0	1
AB	00		
	01	(1)	
	11	(X)	X
	10	X	X

$$J_A = BC'$$

		C	
		0	1
AB	00	(X)	X
	01	X	X
	11		
	10	(1)	

$$K_A = B'C'$$

		C	
		0	1
AB	00		(1)
	01	X	(X)
	11	X	X
	10		

$$J_B = A'C$$

AB \ C		
	0	1
00	X	X
01		
11		1
10	X	X

$$K_B = AC$$

AB \ C		
	0	1
00	1	X
01		X
11	1	X
10		X

$$J_C = A'B' + AB$$

AB \ C		
	0	1
00	X	
01	X	1
11	X	
10	X	1

$$K_C = A'B' + AB'$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΜΝΗΜΗΣ

9.1 Περίληψη	110
9.2 Ασκήσεις Α' ομάδας	111
9.3 Ασκήσεις Β' ομάδας	113
9.4 Λύσεις Α' ομάδας	115
9.5 Λύσεις Β' ομάδας	116

9.1 Περίληψη

Σ' αυτό το κεφάλαιο, παρουσιάζεται η μνήμη η οποία αποτελείται από 2 τύπους: τη random-access memory (RAM) και τη read-only memory (ROM). Και στις δύο περιπτώσεις χρησιμοποιούμε μια διεύθυνση για να διαβάσουμε ή να γράψουμε σ' αυτήν κάποια δεδομένα.

Οι read και write λειτουργίες σχετίζονται με χρονικές παραμέτρους, συμπεριλαμβανομένου του χρόνου πρόσβασης και κύκλου χρόνου για γράψιμο. Η μνήμη μπορεί να είναι στατική ή δυναμική. Για γρηγορότερη πρόσβαση στη μνήμη έχουν αναπτυχθεί DRAM τύποι, οι οποίοι είναι γρήγοροι και προσφέρουν μία σύγχρονη διεπαφή που χρησιμοποιεί το ρολόι για να ελέγχει τις προσβάσεις στη μνήμη.

9.2 Ασκήσεις Α' ομάδας

Επιλέξτε/κυκλώστε τη σωστή απάντηση:

1. Η μνήμη 16K x 8 καθορίζεται από τον αριθμό των λέξεων επί τον αριθμό των bits για κάθε λέξη. Πόσες γραμμές διευθύνσεων και δεδομένα γραμμών εισόδου- εξόδου χρειάζονται [1]:

α. $A = 14, D = 8$ (ορθό)

β. $A = 11, D = 7$

γ. $A = 15, D = 4$

δ. $A = 14, D = 10$

2. Δώστε τον αριθμό των bytes που φυλάγονται στη μνήμη 64M x 32 [1].

α. 2^{14}

β. 2^{36}

γ. 2^{28} (ορθό)

δ. 2^{16}

3. Ένα 64K x 16 RAM chip χρησιμοποιεί συμπύπτουσα αποκωδικοποίηση χωρίζοντας τον εσωτερικό αποκωδικοποιητή σε γραμμές επιλογής και σε στήλες επιλογής. Καθορίστε τις γραμμές επιλογής σειράς και στήλης οι οποίες είναι ενεργές όταν η διεύθυνση εισόδου είναι το δυαδικό ανάλογο του αριθμού $(32000)_{10}$ [1].

α. Γραμμές = 1000
Στήλες = 2

β. Γραμμές = 501
Στήλες = 1

γ. Γραμμές = 523
Στήλες = 90

δ. (ορθό)
Γραμμές = 500
Στήλες = 0

4. Ένα DRAM έχει 14 pins διευθυνσιοδότησης και η διεύθυνση σειράς του είναι 1 bit μεγαλύτερη από τη διεύθυνση στήλης του. Πόσες συνολικά διευθύνσεις έχει το DRAM [1].

α. 64 M

β. 128 M (ορθό)

γ. 512 M

δ. 1024 M

9.3 Ασκήσεις Β' ομάδας

Επιλέξτε/κυκλώστε τη σωστή απάντηση:

1. Η μνήμη 64M x 32 καθορίζεται από τον αριθμό των λέξεων επί τον αριθμό των bits για κάθε λέξη. Πόσες γραμμές διευθύνσεων και δεδομένα γραμμών εισόδου- εξόδου χρειάζονται: [1]

α. A = 14, D = 8

β. A = 26, D = 32 (ορθό)

γ. A = 20, D = 15

δ. A = 16, D = 10

2. Ο αριθμός λέξης $(835)_{10}$ στην πιο κάτω μνήμη περιέχει το δυαδικό ανάλογο του αριθμού $(15103)_{10}$. Ποια είναι η 10 – bit διεύθυνση και η 16-bit μνήμη της λέξης [1].

Memory Address		
Binary	Decimal	Memory contents
0000000000	0	10110101 01011100
0000000001	1	10101011 10001001
0000000010	2	00001101 01000110
	.	.
	.	.
	.	.
1111111101	1021	10011101 00010101
1111111110	1022	00001101 00011110
1111111111	1023	11011110 00100100

α. 11 0100 0010
0011 1010 1111 1110

β. (ορθό)
11 0100 0011
0011 1010 1111 1111

γ. 11 0101 0010
0011 1110 1111 1110

δ. 11 0000 0010
0111 1010 1111 1110

3. Ένα 64K x 16 RAM chip χρησιμοποιεί συμπύκνωση αποκωδικοποίηση χωρίζοντας τον εσωτερικό αποκωδικοποιητή σε γραμμές επιλογής και σε στήλες επιλογής. Αν θεωρήσουμε ότι ο Ram cell πίνακας είναι τετραγωνικός ποιο είναι το μέγεθος του κάθε αποκωδικοποιητή και πόσες πύλες AND χρειάζονται για αποκωδικοποίηση μιας διεύθυνσης [1].

α. (ορθό)
Μέγεθος αποκωδικοποιητή γραμμών : 1024
Μέγεθος αποκωδικοποιητή στηλών : 64
Αριθμός πυλών AND : 1088

β. Μέγεθος αποκωδικοποιητή γραμμών : 64
Μέγεθος αποκωδικοποιητή στηλών : 1024
Αριθμός πυλών AND : 1088

γ. Μέγεθος αποκωδικοποιητή γραμμών : 1048
Μέγεθος αποκωδικοποιητή στηλών : 32
Αριθμός πυλών AND : 1080

δ. Μέγεθος αποκωδικοποιητή γραμμών : 512
Μέγεθος αποκωδικοποιητή στηλών : 32
Αριθμός πυλών AND : 542

4. Ένα DRAM έχει διάστημα αναζωογόνησης 128 ms και έχει 4096 σειρές. Ποιο είναι το διάστημα μεταξύ των αναζωογονήσεων για τη συγκεκριμένη αναζωογόνηση. Ποιός είναι ο ελάχιστος αριθμός pins διευθυνσιοδότησης που έχει το DRAM [1].

α. (ορθό)
Διάστημα μεταξύ αναζωογονήσεων : 31.25 μ s
Ελάχιστος αριθμός pins : 12

β. Διάστημα μεταξύ αναζωογονήσεων : 30.24 μ s
Ελάχιστος αριθμός pins : 11

γ. Διάστημα μεταξύ αναζωογονήσεων : 15.50 μ s
Ελάχιστος Αριθμός pins : 10

δ. Διάστημα μεταξύ αναζωογονήσεων : 40.25 μ s
Ελάχιστος Αριθμός pins : 9

9.4 Λύσεις Α' ομάδας

1. Η μνήμη 16K x 8 καθορίζεται από τον αριθμό των λέξεων επί τον αριθμό των bits για κάθε λέξη

Ο αριθμός των λέξεων είναι $2^4 \times 2^{10}$ που είναι ίσος με 2^{14} , άρα χρειάζονται 14 γραμμές διευθύνσεων. Αφού ο αριθμός των bits ανά λέξη είναι 8, τότε χρειάζονται 8 γραμμές δεδομένων. Άρα η ορθή απάντηση είναι A = 14, D = 8

2. Ο αριθμός των bits που φυλάγονται στη μνήμη 64M x 32 είναι $2^6 \times 2^{10} \times 2^{10} \times 2^5 = 2^{31}$. Ένα byte είναι ίσο με 8 bits, δηλαδή 2^3 bits.

Άρα για να βρούμε τον αριθμό των bytes που φυλάγονται στη μνήμη η πράξη που κάνουμε είναι $2^{31} / 2^3$, που είναι ίσο με 2^{28} .

3. Ο αριθμός 32000 σε δυαδική αναπαράσταση είναι 0111110100 000000. Τα πρώτα 10 bits αντιστοιχούν στις σειρές επιλογής και τα υπόλοιπα 6 στις στήλες επιλογής. Άρα ο αριθμός των σειρών επιλογής είναι 500 και ο αριθμός στηλών επιλογής είναι 0.

4. Έχουμε 14 pins διευθυνσιοδότησης για τις σειρές και 13 pins διευθυνσιοδότησης για της στήλες. Άρα έχουμε συνολικά 27 pins διευθυνσιοδότησης που αντιστοιχούν σε $2^{27} = 128$ M διευθύνσεις.

9.5 Λύσεις Β' ομάδας

1. Η μνήμη 64M x 32 καθορίζεται από τον αριθμό των λέξεων επί τον αριθμό των bits για κάθε λέξη.

Ο αριθμός των λέξεων είναι $2^6 \times 2^{10} \times 2^{10}$ που είναι ίσος με 2^{26} , άρα χρειάζονται 26 γραμμές διευθύνσεων. Αφού ο αριθμός των bits ανά λέξη είναι 32, τότε χρειάζονται 32 γραμμές δεδομένων. Άρα η ορθή απάντηση είναι $A = 26, D = 32$.

2. Μετατρέπουμε τους αριθμούς 835 και 15103 στο δυαδικό σύστημα.

Άρα $(835)_{10} = (11\ 0100\ 0011)_2$ και $(15103)_{10} = (0011\ 1010\ 11111111)_2$

3. Ο αριθμός των bits στον πίνακα = $2^{16} * 2^4 = 2^{20} = 2^{10} * 2^{10}$

Το μέγεθος του αποκωδικοποιητή γραμμών είναι 1024.

Ο αποκωδικοποιητής γραμμών = 10 έως 1024 και ο αριθμός των πυλών AND που χρειάζονται είναι $2^{10} = 1024$.

Ο αποκωδικοποιητής στηλών = 6 έως 64 και ο αριθμός των πυλών AND που χρειάζονται είναι $2^6 = 64$

Άρα ο συνολικός αριθμός πυλών AND που απαιτείται είναι $1024 + 64 = 1088$.

4. Αφού το διάστημα αναζωογονήσεων είναι 128 ms και έχουμε 4096 σειρές τότε το διάστημα μεταξύ των αναζωογονήσεων είναι $128\ ms / 4096 = 31.25\ \mu s$.

Επειδή οι σειρές είναι $4096 = 2^{12}$, συμπεραίνουμε ότι το DRAM έχει τουλάχιστο 12 pins.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

ΒΑΣΙΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ, ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

10.1 Περίληψη	117
10.2 Ασκήσεις Α' ομάδας	118
10.3 Ασκήσεις Β' ομάδας	120
10.4 Λύσεις Α' ομάδας	122
10.5 Λύσεις Β' ομάδας	123

10.1 Περίληψη

Σ' αυτό το κεφάλαιο, παρουσιάζεται η έννοια των datapaths, που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία πληροφόρησης των ψηφιακών συστημάτων. Κύρια μέρη των datapaths είναι τα register files, τα buses, τα shifters και, τέλος, αριθμητικές/λογικές μονάδες (ALUS).

Επίσης, εξετάζονται 2 διαφορετικά είδη σχεδίασης ελέγχου για προγραμματιστικά συστήματα που έχουν ως αποτέλεσμα μια πιο απλή αρχιτεκτονική του υπολογιστή.

Τέλος, επειδή υπάρχουν περιορισμοί στην πολυπλοκότητα των εντολών όπως και στην πρόσβαση στη μνήμη, χρησιμοποιήθηκαν δύο ξεχωριστές φάσεις: το instruction fetch και το instruction execution.

10.2 Ασκήσεις Α' ομάδας

Επιλέξτε/κυκλώστε τη σωστή απάντηση:

1. Ένας ψηφιακός υπολογιστής έχει μονάδα μνήμης με 32-bit εντολές και ένα κατάλογο καταχωρητών με 32 καταχωρητές. Το σύνολο εντολών αποτελείται από 110 διαφορετικές πράξεις. Υπάρχει μόνο ένας τύπος μορφοποίησης πράξεων με ένα μέρος opcode, ένα κατάλογο διευθύνσεων των καταχωρητών και ένα άμεσο μέρος τελεστή. Κάθε εντολή είναι αποθηκευμένη σε μια λέξη της μνήμης. Πόσα bits χρειάζονται για το opcode μέρος της εντολής [1].

α. Opcode : 7 bits (ορθό)

β. Opcode : 9 bits

γ. Opcode : 10 bits

δ. Opcode : 20 bits

2. Ένας ψηφιακός υπολογιστής έχει μονάδα μνήμης με 32-bit εντολές και ένα κατάλογο καταχωρητών με 32 καταχωρητές. Το σύνολο εντολών αποτελείται από 110 διαφορετικές πράξεις. Υπάρχει μόνο ένας τύπος μορφοποίησης πράξεων με ένα μέρος opcode, ένα κατάλογο διευθύνσεων των καταχωρητών και ένα άμεσο μέρος τελεστή. Κάθε εντολή είναι αποθηκευμένη σε μια λέξη της μνήμης. Πόσα bits χρειάζονται για το άμεσο μέρος της εντολής [1].

α. Άμεσο μέρος :23 bits

β. Άμεσο μέρος: 15 bits

γ. Άμεσο μέρος: 20 bits (ορθό)

δ. Άμεσο μέρος: 7 bits

3. Δεδομένης μιας 8-bit ALU με εξόδους F_7 έως F_0 και διαθέσιμα κρατούμενα C_8 και C_7 δείξτε το λογικό κύκλωμα το οποίο ενεργοποιεί τα σήματα για τα τέσσερα bits κατάστασης N(πρόσημο), Z(μηδέν), V(υπερχείλιση) και C(κρατούμενο) [1].

α. $C = C_7$

$$V = C_8 \oplus C_7$$

$$Z = F_7 + F_6 + F_5 + F_4 + F_3 + F_2 + F_1 + F_0$$

$$N = F_7$$

β. (ορθό)

$$C = C_8$$

$$V = C_8 \oplus C_7$$

$$Z = (F_7 + F_6 + F_5 + F_4 + F_3 + F_2 + F_1 + F_0)'$$

$$N = F_7$$

γ. $C = C_8$

$$V = C_8 C_7$$

$$Z = (F_7 + F_6 + F_5 + F_4 + F_3 + F_2 + F_1 + F_0)'$$

$$N = F_7$$

δ. $C = C_8$

$$V = C_8 \oplus C_7$$

$$Z = F_3 + F_2 + F_1 + F_0$$

$$N = F_7 + F_6 + F_5 + F_4$$

10.3 Ασκήσεις Β' ομάδας

Επιλέξτε/κυκλώστε τη σωστή απάντηση:

1. Ένας ψηφιακός υπολογιστής έχει μονάδα μνήμης με 32-bit εντολές και ένα κατάλογο καταχωρητών με 32 καταχωρητές. Το σύνολο εντολών αποτελείται από 110 διαφορετικές πράξεις. Υπάρχει μόνο ένας τύπος μορφοποίησης πράξεων με ένα μέρος opcode, ένα κατάλογο διευθύνσεων των καταχωρητών και ένα άμεσο μέρος τελεστή. Κάθε εντολή είναι αποθηκευμένη σε μια λέξη της μνήμης. Αν ο άμεσος τελεστής χρησιμοποιείται ως μια απρόσιμη διεύθυνση στη μνήμη, ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός λέξεων που μπορούν να διευθυνσιοδοτηθούν στη μνήμη [1].

α. Αριθμός λέξεων: 2^{20} (ορθό)

β. Αριθμός λέξεων: 2^{30}

γ. Αριθμός λέξεων: 2^{10}

δ. Αριθμός λέξεων: 2^{40}

2. Ένας ψηφιακός υπολογιστής έχει μονάδα μνήμης με 32-bit εντολές και ένα κατάλογο καταχωρητών με 32 καταχωρητές. Το σύνολο εντολών αποτελείται από 110 διαφορετικές πράξεις. Υπάρχει μόνο ένας τύπος μορφοποίησης πράξεων με ένα μέρος opcode, ένα κατάλογο διευθύνσεων των καταχωρητών και ένα άμεσο μέρος τελεστή. Κάθε εντολή είναι αποθηκευμένη σε μια λέξη της μνήμης. Αν ο άμεσος τελεστής χρησιμοποιείται ως μια απρόσιμη διεύθυνση στη μνήμη, ποιες είναι οι ελάχιστες και οι μέγιστες τιμές προσημασμένων ως συμπλήρωμα του δύο αριθμών που μπορεί να αναπαραστήσει ο άμεσος τελεστής [1].

α. Εύρος τιμών: -2^{20} έως $2^{20}-1$

β. Εύρος τιμών: -2^{19} έως $2^{19}-1$ (ορθό)

γ. Εύρος τιμών: -2^9 έως 2^9-1

δ. Εύρος τιμών: -2^3 έως 2^3-1

3. Δώστε τις εξισώσεις του λογικού κυκλώματος το οποίο έχει δύο μεταβλητές επιλογής S_1 και S_0 και ενεργοποιεί τις πιο κάτω αριθμητικές πράξεις[1]:

$S_1 S_0$	$C_{in} = 0$	$C_{in} = 1$
00	$F = A + B$ (πρόσθεση)	$F = A + B + 1$
01	$F = A$ (μετακίνηση)	$F = A + 1$ (αύξηση)
10	$F = B'$ (συμπλήρωμα)	$F = B' + 1$ (άρνηση)
11	$F = A + B'$	$F = A + B' + 1$ (αφαιρέση)

α. (ορθό)

$$X = A S_1' + A S_0$$

$$Y = B S_1' S_0' + B' S_1$$

β. $X = A S_1' + S_0$

$$Y = B S_1' S_0' + S_1$$

γ. $X = A S_1' S_0$

$$Y = B S_1' S_0' + B' S_1$$

δ. $X = A S_1 + A S_0'$

$$Y = B S_1 S_0' + B S_1$$

10.4 Λύσεις Α' ομάδας

1. Αφού έχουμε 110 διαφορετικές πράξεις χρειαζόμαστε τουλάχιστον 128 συνδυασμούς για να τις αναπαραστήσουμε. Άρα αφού $128 = 2^7$ το opcode είναι συνδυασμούς 7 bits.
2. Αφού έχουμε 110 διαφορετικές πράξεις χρειαζόμαστε τουλάχιστον 128 συνδυασμούς για τις αναπαραστήσουμε. Άρα αφού $128 = 2^7$ το opcode είναι 7 bits. Αφού έχουμε 32 καταχωρητές θα χρειαστούμε 2^5 συνδυασμούς για να τους αναπαραστήσουμε. Αφού τα bits κάθε εντολής είναι 32, απομένουν 20 bits για το άμεσο μέρος της εντολής.
3. Το λογικό κύκλωμα το οποίο ενεργοποιεί τα σήματα για τα τέσσερα bits κατάστασης: N(πρόσημο), Z(μηδέν), V(υπερχείλιση) και C (κρατούμενο) είναι το $C = C_8$

Επειδή στο κρατούμενο έχουμε μόνο το ένα από τα διαθέσιμα κρατούμενα $V = C_8 \oplus C_7$

Επειδή ο υπολογισμός της υπερχείλισης είναι το αποτέλεσμα της πράξης xor μεταξύ των δύο διαθέσιμων κρατουμένων $Z = (F_7 + F_6 + F_5 + F_4 + F_3 + F_2 + F_1 + F_0)'$

Επειδή το μηδέν ενεργοποιείται όταν καμιά από τις εξόδους δεν έχει την τιμή 1. $N = F_7$

Επειδή το πρόσημο είναι εξορισμού το αριστερότερο bit (MSB).

Άρα η σωστή απάντηση είναι το β.

10.5 Λύσεις Β' ομάδας

1. Επειδή ο άμεσος τελεστής αναπαριστάται από 20 bits της εντολής, ο μέγιστος αριθμός λέξεων που μπορούν να διευθυνσιοδοτηθούν στη μνήμη είναι 2^{20} .
2. Ο άμεσος τελεστής αναπαριστάται από 20 bits της εντολής. Στο συγκεκριμένο διάστημα αντιστοιχεί το εύρος προσημασμένων ως συμπλήρωμα του δύο αριθμών -2^{19} έως $2^{19}-1$.
3. Οι εξισώσεις του λογικού κυκλώματος το οποίο έχει δύο μεταβλητές επιλογής S_1 και S_0 και ενεργοποιεί τις δοθέντες αριθμητικές πράξεις είναι:

$$X = A S_1' + A S_0$$

$$Y = B S_1' S_0' + B S_1$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

11.1 Γενικά συμπεράσματα	124
11.2 Μελλοντικές εργασίες	125

11.1 Γενικά συμπεράσματα

Η εργασία αυτή είχε σαν στόχο την ανάπτυξη υλικού για το μάθημα της ψηφιακής λογικής. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης υλικού για το μάθημα έγινε αντιληπτό ότι πρέπει να γίνει προσεκτική επιλογή των ασκήσεων που θα χρησιμοποιηθούν αλλά και η επίλυση τους να είναι η ενδεδειγμένη.

Μ' αυτόν τον τρόπο οι διάφοροι επισκέπτες του μαθήματος, αλλά και φοιτητές που θα το παρακολουθήσουν θα κατανοήσουν ευκολότερα τις διάφορες έννοιες. Έτσι ο καθένας θα μπορεί να αξιολογεί τον εαυτό του και να καταλαβαίνει αν έχει εμπεδώσει το μάθημα.

Επίσης οι φοιτητές μπορούν να προετοιμαστούν κατάλληλα για το μάθημα λύνοντας τις ασκήσεις που τους παρέχονται απ' αυτή τη διπλωματική εργασία. Έτσι θα εμβαθύνουν τις γνώσεις τους στο μάθημα.

Αφού λύσουν την πλειονότητα των εν λόγω ασκήσεων και επαληθεύσουν ότι είναι σωστές(βλέποντας παράλληλα που έχουν κάνει τυχόν λάθοι), ίσως αυτού του είδους η προσέγγιση να ενθαρρύνει τους φοιτητές να ασχοληθούν πιο ενεργά με το μάθημα ΕΠΛ 121-Ψηφιακά Συστήματα.

11.2 Μελλοντικές Εργασίες

Σίγουρα ως εξέλιξη αυτής της εργασίας θα μπορούσε να ήταν όποιος θελήσει να καταγράψει και να επιλύσει νέες βελτιωμένες και πιο εξειδικευμένες ασκήσεις. Καθώς στην πορεία του χρόνου οι ανάγκες του μαθήματος μεταβάλλονται ο τρόπος εύρεσης και καταγραφής των ασκήσεων ίσως να χρήζει διαφορετικής αντιμετώπισης.

Το WebCT πριν λίγο καιρό άρχισε να χρησιμοποιείται από τους καθηγητές για να ανεβάζουν τις ιστοσελίδες των μαθημάτων τους και από τους φοιτητές για να βλέπουν και να αξιολογούν τις πληροφορίες αυτές. Οπότε στο μέλλον θα μπορεί κάποιος φοιτητής εκμεταλευόμενος το WebCT να δημιουργήσει δικές του ασκήσεις και να τις ανεβάσει σ' αυτό.

Τέλος άλλη μια καλή σκέψη που μπορεί να εφαρμοστεί στο μέλλον είναι η δυνατότητα παρουσίασης, από φοιτητές διαφόρων χωρών, ασκήσεων, πληροφοριών και σκέψεων σχετικά με το μάθημα ΕΠΛ121-Ψηφιακά Συστήματα, μέσω της τεχνολογίας της τηλεδιάσκεψης. Έτσι θα γνωρίσουν την κουλτούρα της κάθε χώρας και θα μοιραστούν τις γνώσεις σχετικά με το μάθημα.

Βιβλιογραφία

[1]. M. Morris Mano and Charles R. Kime, *Logic and Computer Design Fundamentals (Third Edition)*, Pearson Prentice Hall, New Jersey, 2004.

[2]. Donald P. Leach and Albert Paul Malvino, *Ψηφιακά Ηλεκτρονικά Θεωρία και Εφαρμογές (5^η Έκδοση)*, εκδόσεις Α. ΤΖΙΟΛΑ Ε., 1996.

[3]. Schaum's outline series, *Θεωρία και προβλήματα στην εισαγωγή των ψηφιακών(2^η Έκδοση)*, εκδόσεις Α. ΤΖΙΟΛΑ Ε., 1989.

[4]. Επιλεγμένες ασκήσεις του Επίκουρου Καθηγητή Ματτία Μπούχερ, Πολυτεχνείο Κρήτης HMMY.

Ιστοσελίδα: http://www.electronics.tuc.gr/ace111_en.htm

Παράρτημα Α

Στη σελίδα αυτή υπάρχει το CD που αφορά τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία.

Περιέχει folders, κάθε ένα από τα οποία παίρνει το όνομα του ανάλογα με το περιεχόμενό του.