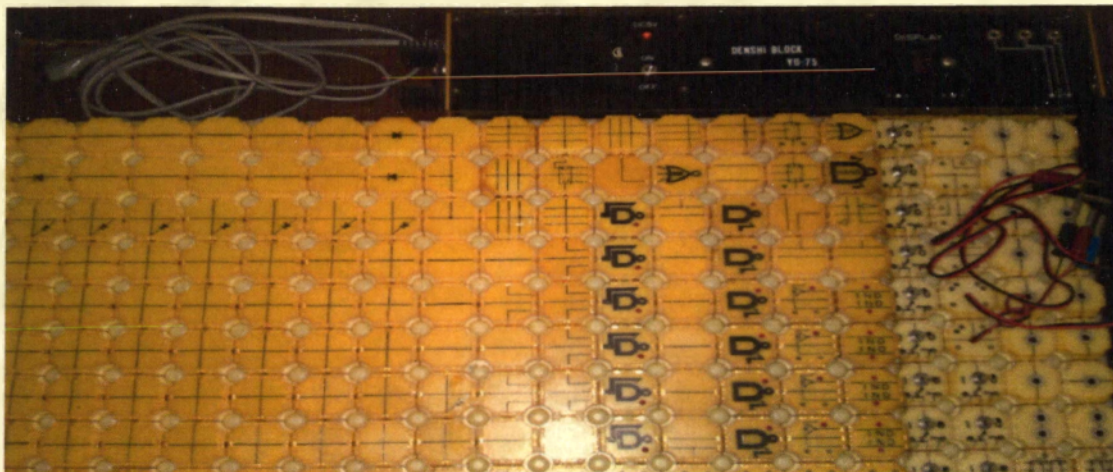




**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
= ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΠΑΡΤΗΣ =
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**



Πτυχιακή εργασία :

**Ανάπτυξη σειράς εργαστηριακών
ασκήσεων στα Ψηφιακά Ηλεκτρονικά με
χρήση Denshi Blocks**

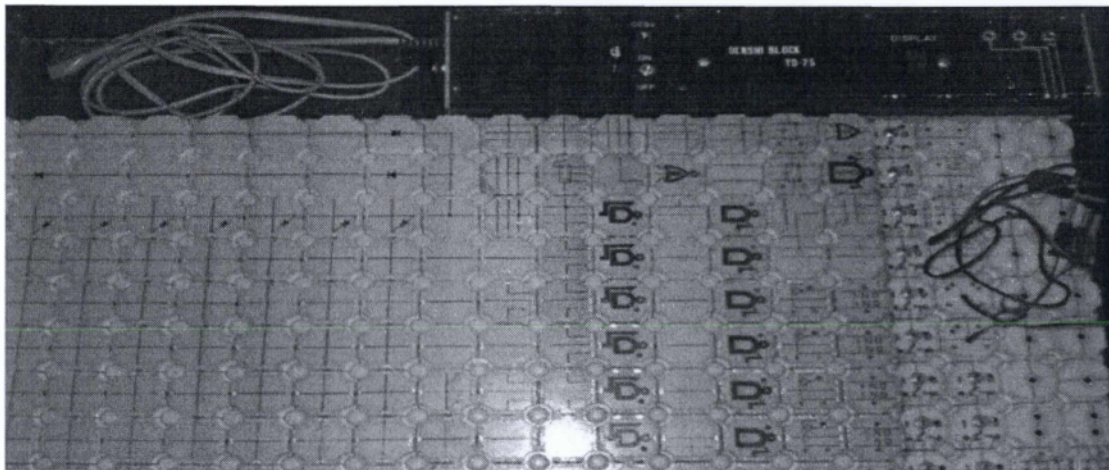
ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΚΑΡΑΛΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

A.M:2005032

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΛΙΑΠΕΡΔΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
= ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΠΑΡΤΗΣ =
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**



Πτυχιακή εργασία :

**Ανάπτυξη σειράς εργαστηριακών
ασκήσεων στα Ψηφιακά Ηλεκτρονικά με
χρήση Denshi Blocks**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΚΑΡΑΛΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Α.Μ: 2005032

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΛΙΑΠΕΡΔΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	2
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	
Εισαγωγή.....	6
1.1 Ο ρόλος του εργαστηρίου στην εκπαίδευση.....	6
1.2 Η εφαρμοσμένη μηχανική.....	6
1.3 Ο υπολογιστής στο εργαστήριο.....	8
1.4 Προσομοίωση εναντίων του πραγματικού πειραματισμού.....	12
1.5 Hands-off εργαστήρια: Η εξ' αποστάσεως εκπαίδευση.....	14
1.6 Οι θεμελιώδης στόχοι των εργαστηρίων.....	17
1.7 Το συμπέρασμα.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	
Το ηλεκτρονικό εργαστήριο και η λειτουργία του.....	23
2.1 Εργαστήριο Ηλεκτρικών και Ηλεκτρονικών Κυκλωμάτων.....	23
2.1.1 Σκοπός του εργαστηρίου.....	23
2.1.2 Αντικείμενο του εργαστηρίου.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	
Ηλεκτρονικά για την πληροφορική.....	26
3.1 Γενικά.....	26
3.2 Αναπαράσταση δεδομένων στο δυαδικό σύστημα.....	28
3.3 Αρχές λειτουργίας των ψηφιακών κυκλωμάτων-Άλγεβρα Διακοπών....	30
3.4 Κυκλωματική υλοποίηση λογικών πύλων.....	35

3.4.1	Ολοκληρωμένα κυκλώματα.....	35
3.4.2	Κατάταξη ολοκληρωμένων κυκλωμάτων.....	35
3.4.3	Σύμβολα των πινάκων αλήθειας.....	36
3.4.4	Αναγνώριση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων.....	37
3.5	Ολοκληρωμένες ψηφιακές πύλες.....	39
3.6	FLIP FLOP.....	41
3.6.1	Τύποι.....	41
3.6.2	Το ολοκληρωμένο 7474.....	43
3.6.3	Το ολοκληρωμένο 7476.....	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο		
Denshi Block.....		44
4.1	Λίγα λόγια για το Denshi Block.....	45
4.1.1	Η κύρια μονάδα.....	46
4.1.2	Εξωτερικές συσκευές.....	47
4.1.3	Το πρωτότυπο EX-System Kit.....	44
4.1.4	Η επανέκδοση kit.....	48
4.1.5	Kit οπτικής επέκτασης (optical expansion kit).....	48
4.2	Τμηματική περιγραφή της βαλίτσας Denshi Block.....	48
4.3	Πύλες.....	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο		
Πειράματα με πύλες και flip flop.....		52
5.1	Η πύλη NOT.....	52
5.1.1	Θεωρητικό μέρος.....	52
5.1.2	Πειραματικό μέρος-Παρουσίαση της πύλης NOT μέσω του Denshi block.....	55
5.2	Η πύλη AND.....	57
5.2.1	Θεωρητικό μέρος.....	57

5.2.1 Πειραματικό μέρος-Παρουσίαση της πύλης AND μέσω του Denshi block.....	57
5.3 Η πύλη OR.....	61
5.3.1 Θεωρητικό μέρος.....	61
5.3.2 Πειραματικό μέρος-Παρουσίαση της πύλης OR μέσω του Denshi block.....	61
5.4 Οι πύλες NAND, NOR, XNOR.....	61
5.4.1 Η πύλη NAND-Θεωρητικό μέρος.....	64
5.4.2 Πειραματικό μέρος-Παρουσίαση της πύλης NAND μέσω του Denshi block.....	65
5.4.3 Η πύλη NOR-Θεωρητικό μέρος.....	67
5.4.4 Πειραματικό μέρος-Παρουσίαση της πύλης NOR μέσω του Denshi block.....	68
5.4.5 Η πύλη XNOR- Θεωρητικό μέρος.....	70
5.4.6 Πειραματικό μέρος-Παρουσίαση της πύλης XNOR μέσω του Denshi block.....	71
5.5 Το flip flop.....	73
5.5.1 Πείραμα με flip flop.....	73
5.5.2 Πειραματικό μέρος-Παρουσίαση του flip flop μέσω του Denshi block.....	79
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο	
Παράρτημα.....	85
Φύλλα Δεδομένων Ολοκληρωμένων Κυκλωμάτων.....	85
ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	120
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	120
ΑΛΛΕΣ ΠΗΓΕΣ.....	120

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Αντικείμενο της πτυχιακής εργασίας είναι η κατασκευή ψηφιακών ηλεκτρονικών κυκλωμάτων μέσω χρήσης της βαλίτσας Denshi Block. Τα κυκλώματα που σχεδιαστήκαν θα χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη εργαστηριακών ασκήσεων στο Εργαστήριο Ηλεκτρονικής. Ανώτερος σκοπός είναι μέσω της εργαστηριακής μελέτης και των πειραμάτων να γίνει ευκολότερα αντιληπτή η δημιουργία και η χρήση των κυκλωμάτων αυτών και της τεχνολογίας Denshi Block. Οι σπουδαστές θα έχουν την ευκαιρία να κατανοήσουν κάποιες βασικές αρχές για τις Τηλεπικοινωνίες όπως είναι οι λογικές πύλες και το flip flop.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια απόκτησης του πτυχίου του τμήματος Τεχνολογίας Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας-Παράρτημα Σπάρτης κατά την περίοδο Ιούνιος 2011- Δεκέμβριος 2011.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα στο σημείο αυτό να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα της εργασίας μου Κ. Λιαπερδο Ιωάννη για την πολύτιμη καθοδήγηση του και την ενεργή συνεισφορά του στην εκπόνηση της εργασίας καθώς και για την διάθεση των τεχνολογικών μέσων για την ολοκλήρωση αυτής. Εύχομαι να συνεχίσει να προσφέρει τις γνώσεις του με τον ίδιο ζήλο και να αποτελέσει το έργο του, η προσπάθεια του και ο χαρακτήρας του, πρότυπο σε πολλούς ακόμη σπουδαστές.

Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και όλους τους ανθρώπους που ήταν δίπλα μου και με στήριξαν με όλα τα μέσα κατά την διάρκεια ολοκλήρωσης της εργασίας μου αλλά και της φοίτησης μου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1

Ο ρόλος του εργαστηρίου στην εκπαίδευση.

Η λειτουργία του επαγγέλματος του μηχανικού πρόκειται να χειριστεί τα υλικά, την ενέργεια, και τις πληροφορίες, δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο αυτό όφελος για την ανθρωπότητα. Για να κάνουν αυτό επιτυχώς, οι μηχανικοί πρέπει να έχουν γνώση που κερδίζεται παραδοσιακά στα εκπαιδευτικά εργαστήρια. Κατά τη διάρκεια των ετών, εντούτοις, η φύση αυτών των εργαστηρίων έχει αλλάξει. Σκοπός είναι να περιγραφούν μερικές από αυτές τις αλλαγές και να ερευνηθούν σε κάποιο βάθος μερικοί από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν τα εργαστήρια σήμερα. Συγκεκριμένα, γίνεται εξέταση της έλλειψης συνεπών στόχων εκμάθησης για τα εργαστήρια και πώς αυτή η έλλειψη έχει περιορίσει την αποτελεσματικότητα των εργαστηρίων και της έρευνας στην περιοχή.

1.2

Η εφαρμοσμένη μηχανική

Η εφαρμοσμένη μηχανική είναι ένα επάγγελμα άσκησης, ένα επάγγελμα που αφιερώνεται στην εκμετάλλευση και την τροποποίηση των τριών θεμελιωδών πόρων όπου η ανθρωπότητα έχει διαθέσιμους για τη δημιουργία όλης της τεχνολογίας:

ενέργεια, υλικά, και πληροφορίες. Ο γενικός στόχος της εκπαίδευσης εφαρμοσμένης μηχανικής είναι να προετοιμαστούν οι σπουδαστές στην εφαρμοσμένη μηχανική πρακτικής και ιδιαίτερα, να εξεταστούν οι δυνάμεις και τα υλικά της φύσης. Κατά συνέπεια, από τις αρχές των ημερών της εκπαίδευσης εφαρμοσμένης μηχανικής, τα εκπαιδευτικά εργαστήρια είναι ουσιαστικά μέρη του προπτυχιακού προγράμματος. Η έμφαση στα εργαστήρια ποικίλει κατά τη διάρκεια των ετών. Πολύ προσοχή έχει δοθεί στο πρόγραμμα σπουδών και στις διδακτικές μεθόδους, ενώ σχετικά λίγα έχουν γραφτεί για τις εργαστηριακές οδηγίες. Για παράδειγμα, στις έρευνες για τα άρθρα που δημοσιεύθηκαν στο περιοδικό της εκπαίδευσης εφαρμοσμένης μηχανικής από το 1993 ως το 1997, διαπιστώθηκε ότι μόνο 6.5 τοις εκατό των εγγράφων χρησιμοποίησαν το εργαστήριο ως λέξη κλειδί. Από το 1998 ως το 2002, το ποσοστό ήταν ακόμα χαμηλότερο σε 5.2 τοις εκατό. Ένας λόγος για την περιορισμένη έρευνα για τα εκπαιδευτικά εργαστήρια μπορεί να είναι η έλλειψη συναίνεσης στους βασικούς στόχους της εργαστηριακής εμπειρίας. Ενώ φαίνεται να υπάρχει γενική συμφωνία ότι τα εργαστήρια είναι απαραίτητα, λίγα έχουν ειπωθεί για αυτό που αναμένεται κατά την ολοκλήρωσή τους. Στα περισσότερα κείμενα που αναφέρονται στα εργαστήρια, καμία σειρά μαθημάτων, στόχος ή έκβαση δεν παρατίθενται, ακόμα κι αν δεν είναι ασυνήθιστο για τον συντάκτη να δηλώσει στο συμπέρασμα ότι οι στόχοι της σειράς μαθημάτων επιτεύχθηκαν. Ένα αποδεκτό σύνολο θεμελιωδών στόχων για τα εργαστήρια, θα βοηθούσε τους εκπαιδευτικούς εφαρμοσμένης μηχανικής να στρέψουν τις προσπάθειές τους και να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητα της εργαστηριακής εμπειρίας. Είναι χρήσιμο να διακρίνουν μεταξύ τριών βασικών τύπων εργαστηρίων εφαρμοσμένης μηχανικής: ανάπτυξη, έρευνα, και εκπαίδευση. Ενώ έχουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά, υπάρχουν μερικές θεμελιώδεις διαφορές. Αυτές οι διαφορές πρέπει να γίνουν κατανοητές εάν υπάρχει συμφωνία για τους εκπαιδευτικούς στόχους. Οι εν ενεργεία μηχανικοί πηγαίνουν στο εργαστήριο ανάπτυξης για δύο λόγους. Κατ' αρχάς, χρειάζονται συχνά τα πειραματικά στοιχεία για να τους καθοδηγήσουν στον σχεδιασμό και την ανάπτυξη ενός προϊόντος. Το εργαστήριο ανάπτυξης χρησιμοποιείται για να απαντήσει σε συγκεκριμένες ερωτήσεις για τη φύση του προϊόντος που πρέπει να απαντηθούν προτού συνεχιστεί μια διαδικασία σχεδίασης και ανάπτυξης. Ο δεύτερος λόγος είναι να καθοριστεί εάν ένα σχέδιο εκτελείται όπως θα έπρεπε. Οι μετρήσεις της απόδοσης συγκρίνονται με τις προδιαγραφές και αυτές οι συγκρίσεις είτε καταδεικνύουν τη συμμόρφωση είτε δείχνουν όπου, εάν όχι πώς, αλλάζει την ανάγκη να γίνει. Ενώ ένα εργαστήριο ανάπτυξης προορίζεται να απαντήσει στα συγκεκριμένα θέματα άμεσης σπουδαιότητας, τα ερευνητικά εργαστήρια χρησιμοποιούνται για να επιδιώξουν την ευρύτερη γνώση που μπορεί να γενικευτεί και να συστηματοποιηθεί, συχνά χωρίς οποιαδήποτε συγκεκριμένη χρήση κατά νου. Όταν οι σπουδαστές, ειδικά προπτυχιακοί φοιτητές, πηγαίνουν στο εργαστήριο, δεν πρόκειται γενικά να εξαγάγουν μερικά στοιχεία απαραίτητα για ένα σχέδιο, να αξιολογήσουν μια νέα συσκευή, ή να ανακαλύψουν μια νέα προσθήκη σε ό,τι ξέρουμε για τον κόσμο. Κάθε μια από αυτές τις λειτουργίες περιλαμβάνει τον καθορισμό, κάτι που κανένας δεν

ξέρει ή που τουλάχιστον δεν είναι γενικά διαθέσιμος. Οι σπουδαστές, αφ' ενός, πηγαίνουν σε ένα εκπαιδευτικό εργαστήριο να μάθουν κάτι το οποίο οι εν ενεργεία μηχανικοί υποτίθεται ότι ήξεραν ήδη. Ότι «κάτι» πρέπει να καθοριστεί καλύτερα μέσω των προσεκτικά σχεδιασμένων στόχων εκμάθησης, εάν η ιδιαίτερη προσπάθεια που αφιερώνεται στα εργαστήρια γίνεται για να παραχθεί ένα συνακόλουθο όφελος. Η εργαστηριακή οδηγία έχει περιπλεχτεί από την εισαγωγή δύο φαινομένων στις προηγούμενες δύο δεκαετίες: του ψηφιακού υπολογιστή και των συστημάτων της από-απόσταση εκμάθησης, ιδιαίτερα μέσω του Διαδικτύου. Ο ψηφιακός υπολογιστής έχει ανοίξει τις νέες δυνατότητες του εργαστηρίου, συμπεριλαμβανομένης της προσομοίωσης, της αυτοματοποιημένης απόκτησης στοιχείων, του τηλεχειρισμού των οργάνων, και της σύντομων ανάλυσης στοιχείων και της παρουσίασης. Η πραγματικότητα της προσφοράς της εκπαίδευσης προπτυχιακής εφαρμοσμένης μηχανικής μέσω της από-απόσταση εκμάθησης, έχει αναγκάσει τους εκπαιδευτικούς να εξετάσουν και να συζητήσουν ποιοι είναι ακριβώς οι θεμελιώδεις στόχοι των εκπαιδευτικών εργαστηρίων. Αυτές οι συζητήσεις έχουν οδηγήσει σε νέα κατανόηση των εργαστηρίων και έχουν δημιουργήσει νέες προκλήσεις για τους εκπαιδευτικούς εφαρμοσμένης μηχανικής δεδομένου ότι σχεδιάζουν το εκπαιδευτικό σύστημα για την επόμενη γενεά των μηχανικών. Η εργαστηριακή οδηγία δεν έχει λάβει πολλή προσοχή στα προηγούμενα έτη. Όπως θα σημειωθεί αργότερα, εντούτοις, και όπως έχει συζητηθεί σε άλλες γραφές, διάφοροι παράγοντες συμβάλλουν αυτήν την περίοδο στην αναζωπύρωση του ενδιαφέροντος για το θέμα.

1.3

Ο υπολογιστής στο εργαστήριο

Σήμερα, υπολογιστές είναι πανταχού παρόντες. Ένα αναπόσπαστο τμήμα της εργαλειοθήκης κάθε μηχανικού, χρησιμοποιούνται για να κάνουν τους υπολογισμούς, τη συλλογή δεδομένων, προσομοιώσεων και στοιχείων, και για να μοιραστούν τις πληροφορίες μέσω του Διαδικτύου. Κανένας μηχανικός δεν θα μπορούσε σήμερα να φανταστεί την εργασία του ή της χωρίς έναν υπολογιστή. Ακόμα, η χρησιμοποίηση των υπολογιστών είναι συνήθως ένα αρκετά πρόσφατο γεγονός, ιδιαίτερα στο εργαστήριο.



Ο πρώτος ηλεκτρονικός ψηφιακός υπολογιστής, ο ENIAC, καταστάθηκε λειτουργικός το 1946 στο πανεπιστήμιο της Πενσυλβανίας. Η τεχνολογία υπολογιστών αυξήθηκε γρήγορα κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '50 και της δεκαετίας του '60 με τους υπολογιστές να αυξάνονται στην ικανότητα, να συρρικνώνονται στο μέγεθος, και να αυξάνονται σε αριθμό. Ακόμα, λίγοι μηχανικοί χρησιμοποίησαν πραγματικά αυτούς τους νέους υπολογιστές για το καθημερινό σχέδιο και πολύ λιγότερο για να υποστηρίξουν την εργαστηριακή εργασία. Το 1972 μια πρακτικά σημαντική ανακάλυψη στον υπολογισμό εμφανίστηκε. Η Hewlett Packard ανήγγειλε τα HP-35 ως «γρήγορο, εξαιρετικά ακριβή ηλεκτρονικό κανόνα φωτογραφικών διαφανειών» με μια στερεάς κατάστασης μνήμη παρόμοια με αυτήν ενός υπολογιστή. Τα HP-35 και τα άλλα πρότυπα που ακολούθησαν σύντομα άσκησαν σημαντική επίδραση και στις θεωρητικές σειρές μαθημάτων και στα εκπαιδευτικά εργαστήρια εφαρμοσμένης μηχανικής. Αντικατέστησαν τον παραδοσιακό κανόνα φωτογραφικών διαφανειών και έδωσαν στους σπουδαστές την ικανότητα της ανάλυσης των στοιχείων με τη μακρινές μεγαλύτερες ταχύτητα και την ακρίβεια.

Η πραγματική σημαντική ανακάλυψη στην υπολογιστική δύναμη εμφανίστηκε το 1981 όταν εισήγαγε η IBM το PC της, που αναφέρεται μια γρήγορη αύξηση της αγοράς προσωπικών υπολογιστών. Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του '80, τα σχολεία εφαρμοσμένης μηχανικής ανέπτυσαν τα εργαστήρια που έκαναν την αποτελεσματικότερη χρήση του υπολογιστή στη συλλογή και την ανάλυση των πειραματικών στοιχείων. Το Bucknell, μεταξύ άλλων πανεπιστημίων, αύξησε το ρόλο του προσωπικού υπολογιστή στο εργαστήριο με την ανάπτυξη ενός ενσωματωμένου τερματικού σταθμού εφαρμοσμένης μηχανικής για να υποστηρίξει διάφορες σειρές μαθημάτων. Αυτοί οι τερματικοί σταθμοί είχαν συνήθως μια ακολουθία των ηλεκτρονικών οργάνων και ενός PC που χρησιμοποιεί στο σχέδιο, την ανάλυση και τη δοκιμή των συστημάτων εφαρμοσμένης μηχανικής .

Το 1993, η IEEE κοινωνία εκπαίδευσης παρήγαγε ένα πρόσθετο ζήτημα πάνω στον «υπολογισμός και υπολογιστές στην εκπαίδευση ηλεκτρικής εφαρμοσμένης μηχανικής», η οποία αντιπροσώπευσε την κατάσταση προόδου τότε. Τα έγγραφα εξέθεσαν τα επιτυχή πειράματα χρησιμοποιώντας PSPICE για να διαμορφώσουν τα

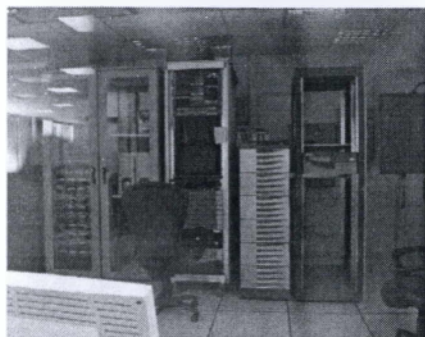
αποτελέσματα υστέρησης, προσομοίωσης υπολογιστών στην ανάλυση κυκλωμάτων, προσομοίωσης κυκλωμάτων στη δύναμη εφαρμοσμένης μηχανικής, το SPICE για να μάθουν για τα χαοτικά κυκλώματα, ο υπολογιστής ως εργαλείο για τις πιθανολογικές διαδικασίες, και ούτω καθεξής. Ο υπολογιστής, σαφώς ενσωματωνόταν στην προπτυχιακή εκπαίδευση από την τάξη μέχρι το εργαστήριο.

Μέχρι το 1986 οι υπολογιστές χρησιμοποιούνταν από πολλές απόψεις. Οι ψηφιακοί προσομοιωτές εισάγονταν για «να επεκτείνουν την εκπαίδευση προπτυχιακού ψηφιακού σχεδίου χωρίς αύξηση του φορτίου εργασίας του σπουδαστή». Στηριγμένα σε διάφορες προηγούμενες προσπάθειες στην πεπερασμένη διαμόρφωση στοιχείων, τα PC χρησιμοποιήθηκαν για να χαρτογραφήσουν τους ηλεκτροστατικούς τομείς ή για την ανάλυση γραμμών μετάδοσης, που καθιστά τις δύσκολες απεικονίσεις πιθανές και σχετικά εύκολες μέσω του διαλογικού λογισμικού. Ένα παράδειγμα για το πώς το PC κατέστησε την εκμάθηση σπουδαστών αποδοτικότερη περιγράφεται σε ένα σύντομο άρθρο από το P. J. Distler:

«Προτού να εισαγάγουμε τους προσωπικούς υπολογιστές και τους εξομοιωτές, ο σπουδαστής έπρεπε να συγκεντρώσει το πρόγραμμά του για τον κεντρικό υπολογιστή του πανεπιστημίου και να εκτυπώσει το προκύπτον αρχείο. Το πήρε έπειτα στο εργαστήριο και τρύπησε το πρόγραμμα με διατρητική μηχανή στο ET3400 [εκπαιδευτής μικροεπεξεργαστών], κλειδί δεκαεξαδικού σε έναν χρόνο. Εάν υπήρχε ένα λάθος στον κώδικα, επέστρεφε στο τερματικό υπολογιστών για να διορθώσει τον κώδικα πηγής του. Τώρα η δημιουργία, του κώδικα πηγής, συνέλευση, μεταφορτώνοντας, διορθώνοντας, τρέχοντας το πρόγραμμα και την προετοιμασία τελικών εκθέσεων που γίνεται στον ίδιο σταθμό, συχνά σε μια ενιαία σύνοδο. Ένα μεγάλο μέρος της απογοήτευσης έχει αφαιρεθεί από το τρέξιμο των πειραμάτων μικροεπεξεργαστών. Έχει υπάρξει μια μεγάλη αύξηση στην παραγωγικότητα και έχει υπάρξει μια αντίστοιχη αύξηση στην ποιότητα της εργασίας σπουδαστών».

Η δεκαετία του '80 και η δεκαετία του '90 είδαν την ανάπτυξη πολλών «έξυπνων» οργάνων που πάντρεψαν ουσιαστικά μια μετρώνας συσκευή με έναν πρόσθετο υπολογιστή σκοπού. Συνδεδεμένο με ένα σύστημα υπό δοκιμή, το όργανο συλλέγει τα στοιχεία, τα αναλύει, και τα παρουσιάζει γραφικά στο χρόνο που χρησιμοποιήσαν για να πάρουν για να μετρήσουν και να καταγράψουν ένα σημείο στοιχείων. Αυτό έχει δώσει στους σπουδαστές τη δυνατότητα να αναλύσει τα πιο σύνθετα συστήματα και να κάνει το ίδιο σε πολύ μεγαλύτερο βάθος.

Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, τα σχολεία άρχισαν να ερευνούν την δυνατότητα να ελέγχουν τα πειράματα από μακριά. Τα πρόωρα πειράματα είδαν τις προσπάθειες να αναπτύσσονται γύρω από το Διαδίκτυο χρησιμοποιώντας τις μηχανές αναζήτησης Ιστού και την Java Applets .



Ένα από τα περιεκτικότερα συστήματα είναι το LabVIEW, ένα προϊόν των εθνικών οργάνων. Αυτός ο συνδυασμός λογισμικού και υλικού μετατρέπει έναν προσωπικό υπολογιστή σε συσκευή απόκτησης στοιχείων και ένα σύνολο μιμούμενων οργάνων. Παρέχει επίσης το λογισμικό για την ανάλυση στοιχείων και την παρουσίαση με ποικίλα σχήματα και έχει χρησιμοποιηθεί στις εισαγωγές καθώς επίσης και στις πιο προηγμένες εργαστηριακές σειρές μαθημάτων. Σημαντικότερα το λογισμικό HPVIE LabVIEW ή της Hewlett Packard που χρησιμοποιεί HP-IB IEEE 488 τυποποιημένους οδηγούς οργάνων πρωτοκόλλου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ελέγξει τα όργανα από απόσταση σημαίνοντας ότι οι σπουδαστές μπορούν όχι μόνο να μιμηθούν τις εικονικές εκβάσεις των πειραμάτων, αλλά και να ελέγχουν τα πραγματικά όργανα ενώ βρίσκονται αλλού.

Οι εργαστηριακές σειρές μαθημάτων έχουν αναπτυχθεί επίσης για να διδάξουν τους σπουδαστές πως να αναπτύξουν τα συστήματα απόκτησης-στοιχείων τους. Μια τέτοια σειρά μαθημάτων στο επίπεδο δευτεροετών φοιτητών χρησιμοποιεί τις διεπιστημονικές ομάδες για να σχεδιάσει και να εφαρμόσει τα βασισμένα σε υπολογιστή συστήματα για τη θερμοκρασία και την πίεση και έναν ελεγκτή θερμοκρασίας .

Σαφώς, ο υπολογιστής έχει αλλάξει το εκπαιδευτικό εργαστήριο πολύ κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ελέγξει τα πειράματα ,να αποκτά τα στοιχεία και να αναλύει, να συσχετίζει, και να παρουσιάζει τα αποτελέσματα. Ενώ αυτό το επίπεδο δύναμης αυτοματοποίησης απομακρύνει τους σπουδαστές κάπως από την άμεση διαδικασία της εργαστηριακής εμπειρίας, μπορεί να υποστηριχτεί ότι

τους έχει επεκτείνει επίσης στις περιοχές στις οποίες μέχρι τούδε αδύνατες να εξερευνηθούν. Θα υπάρξουν αναμφισβήτητα πολλές περαιτέρω εξελίξεις σε αυτήν την περιοχή.

1.4

Η προσομοίωση εναντίων του πραγματικού πειραματισμού

Η χρήση της τεχνολογίας για να μιμηθεί τα φυσικά φαινόμενα βρήκε πιθανώς την πρώτη σοβαρή χρήση της στο «μπλε κιβώτιο» που αναπτύχθηκε από τον Edwin Link το 1928, τώρα γνωστό ως ASME. Ο προσομοιωτής πτήσης «εκπαιδευτών συνδέσεων» χρησιμοποιήθηκε για να εκπαιδεύσει χιλιάδες στρατιωτικούς αεροπόρους πριν και κατά τη διάρκεια του Δεύτερου Παγκοσμίου Πολέμου, που σώζει τα εκατομμύρια των δολαρίων και περισσότερο από μερικών ζώων. Σήμερα, οι προσομοιωτές χρησιμοποιούνται για να παραδώσουν την κατάρτιση για όλα τα είδη δραστηριοτήτων, από την οδήγηση των περίπλοκων αεροσκαφών ή των σκαφών στις λειτουργούσες εγκαταστάσεις πυρηνικής ενέργειας ή τις σύνθετες χημικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Σήμερα, τα προγράμματα λογισμικού προσομοίωσης που είναι διαθέσιμα μιμούνται ακριβώς πολλές τεχνικές και φυσικές διαδικασίες. Αυτά τα προγράμματα λογισμικού διαδραματίζουν έναν σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση εφαρμοσμένης μηχανικής.

Δύο σημαντικές εξελίξεις λογισμικού που χρησιμοποιούνται για να μιμηθούν τις διαδικασίες εφαρμοσμένης μηχανικής είχαν μια επαναστατική επίδραση στην εκπαίδευση εφαρμοσμένης μηχανικής: πεπερασμένη διαμόρφωση στοιχείων (FEM) και πρόγραμμα προσομοίωσης με την έμφαση ολοκληρωμένου κυκλώματος (SPICE). Το λογισμικό FEM ήταν μια απόφαση ενός δομικού εργαλείου ανάλυσης που αναπτύχθηκε στη δεκαετία του '40 για να βοηθήσει τους μηχανικούς να σχεδιάσουν τα καλύτερα αεροσκάφη. Το SPICE ήταν μια απόφαση μιας προσπάθειας από τον Ron Rohrer και τον σπουδαστή του, Larry Nagel, στο πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας Berkley για να αναπτύξει ένα πρόγραμμα προσομοίωσης κυκλωμάτων για την εργασία τους για τη βελτιστοποίηση.

Υπό κάποια έννοια, το SPICE και το FEM έχουν γίνει εικονικά εργαστήρια. Οι σπουδαστές μπορούν να σχεδιάσουν ένα κύκλωμα ή μια μηχανική δομή και να την υποβάλουν έπειτα στο SPICE ή το FEM για να καθορίσουν τα χαρακτηριστικά του σχεδίου τους «πειραματικά» μέσω της χρήσης της ψηφιακής προσομοίωσης. Αυτά τα προγράμματα, εντούτοις, είχαν τους περιορισμούς. Οι πραγματικά συσκευές και τα υλικά είναι περίπλοκα και δύσκολο να διαμορφωθούν ακριβώς. Δεδομένου ότι η προσομοίωση είναι μόνο τόσο καλή όσο το πρότυπο χρησιμοποιούμενο, είναι ουσιαστικό ότι είναι ακριβής. Μερικές από τις προσομοιώσεις είναι βασισμένες στα απλουστευμένα πρότυπα που αποτυγχάνουν κατά το ανάλυση των σύνθετων κυκλωμάτων ή των δομών. Η κατανόηση των περιορισμών των προσομοιώσεων

έναντι των πραγματικών διαδικασιών είναι ένας βασικός παράγοντας στην χρήση τους.

Στην εκπαίδευση, η προσομοίωση έχει χρησιμοποιηθεί για να παρέχει τις απεικονίσεις των φαινομένων που δεν απεικονίζονται εύκολα, όπως οι ηλεκτρομαγνητικοί τομείς, η ροή στους σωλήνες, η μεταφορά θερμότητας μέσω των υλικών, και η ροή ηλεκτρονίων στους ημιαγωγούς ή τη φόρτωση ακτινών .

Δεδομένου ότι οι προσομοιωτές εκτελούν ουσιαστικά τις μαθηματικές εξισώσεις και δεδομένου ότι είμαστε ικανοί να αναπτύξουμε τα εύλογα ακριβή μαθηματικά πρότυπα των φυσικών φαινομένων που μελετάμε στα εργαστήρια εφαρμοσμένης μηχανικής, είναι φυσικό ότι οι προσομοιωτές έχουν χρησιμοποιηθεί ως προσθήκη ή ακόμα και ως υποκατάστατο των πραγματικών εργαστηριακών πειραμάτων.

Υπάρχουν πολυάριθμες χρήσεις της προσομοίωσης στο εργαστήριο.

- Οι προσομοιώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εμπειρία προ-εργαστηρίων για να δώσουν στους σπουδαστές κάποια ιδέα αυτού που θα αντιμετωπίσουν σε ένα πραγματικό πείραμα . Αυτό μπορεί να βελτιώσει την εργαστηριακή ασφάλεια με την εξοικείωση των σπουδαστών με τον εξοπλισμό πριν πραγματικά να τον χρησιμοποιήσει . Μπορεί επίσης να οδηγήσει στη σημαντική οικονομική αποταμίευση με τη μείωση του χρόνου ενός σπουδαστή ή μίας ομάδας που χρειάζεται στην πραγματικότητα-και ακριβός εργαστηριακός εξοπλισμός, με αυτόν τον τρόπο μειώνοντας τον αριθμό εργαστηριακών σταθμών που απαιτείται.
- Οι προσομοιώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αυτόνομα υποκατάστατα των σωματικών εργαστηριακών ασκήσεων και να αξιολογηθούν έπειτα με τη σύγκριση της απόδοσης των σπουδαστών που χρησιμοποίησαν την προσομοίωση και εκείνοι που χρησιμοποίησαν τα παραδοσιακά εργαστήρια. Διαπιστώθηκε ότι η προηγούμενη ομάδα σημείωσε υψηλότερη σε έναν γραπτό διαγωνισμό. Οι σπουδαστές που έκαναν τις προσομοιώσεις έπρεπε επίσης για να εκτελέσουν δύο σωματικές εργαστηριακές ασκήσεις αφότου είχαν κάνει τις προσομοιώσεις. Κριθείς βάσει του χρόνου έπρεπε να ολοκληρώσει εκείνες τις ασκήσεις, οι δύο ομάδες εκτέλεσαν σχεδόν ίδιο αν και οι χρόνοι των σπουδαστών που χρησιμοποίησαν τις προσομοιώσεις εξέθεσε μια σημαντικά υψηλότερη σταθερή απόκλιση.
- Οι προσομοιώσεις είναι χρήσιμες για τις πειραματικές μελέτες των συστημάτων που είμαι πάρα πολύ μεγάλες, πάρα πολύ ακριβές, ή πάρα πολύ επικίνδυνες για τις φυσικές μετρήσεις από τους προπτυχιακούς σπουδαστές .

Οι πρόωρες κριτικές των προσομοιώσεων ήταν ότι ήταν πάρα πολύ άκαμπτοι, τα πρότυπα ήταν πάρα πολύ μη ρεαλιστικά, ή τα μιμούμενα αποτελέσματα πραγματικά δεν αντιπροσώπευσαν επαρκώς τα πραγματικά συστήματα και τη συμπεριφορά. Οι προσπάθειες να βασιστούν οι εργαστηριακές ασκήσεις στις ρεαλιστικότερες προσομοιώσεις περιλαμβάνουν έναν αριθμό καινοτομιών και προσπαθειών, παραδείγματος χάριν, με την παρεμβολή των περιορισμών προϋπολογισμών και χρόνου στις προδιαγραφές προβλήματος ή με την ενσωμάτωση των στατιστικών διακυμάνσεων στο πρότυπο για να ενισχύσουν το ρεαλισμό. Πράγματι, η οικοδόμηση μιας προσομοίωσης που είναι κατάλληλα-και μερικές φορές εκπληκτικά-τυχαίως μπορεί να ανακουφίσει μερικές από τις ανησυχίες ότι οι προσομοιώσεις δεν αντιπροσωπεύουν τον πραγματικό κόσμο.

Είναι γενικά αναγνωρισμένο ότι οι προσομοιώσεις υπολογιστών δεν μπορούν σήμερα να αντικαταστήσουν εντελώς τα φυσικά, εμπράγματα πειράματα. Παρόλα αυτά με τη συνέχιση αύξησης της δύναμης και της αποδοτικότητας υπολογισμού, ο στόχος θα προσεγγιστεί περισσότερο στο μέλλον. Το παράδειγμα των συστημάτων προσομοίωσης πτήσης δίνοντας στους πιλότους πολύτιμη εμπειρία με κανονική πτήση-τόσο καλά όπως με τα που θα αντιμετωπίσουν-πρέπει να ενθαρρύνει τους εκπαιδευτικούς εφαρμοσμένης μηχανικής για να συνεχίσουν να αναπτύσσουν τις καλύτερες εργαστηριακές προσομοιώσεις. Οι πιλότοι που δοκιμάζουν την πίεση μιας άσκησης κατάρτισης προσομοιωτών μπορούν να βεβαιώσουν τον ρεαλισμό που η προσομοίωση μπορεί να παρέχει.

1.5

HANDS-OFF Εργαστήρια:

Η εξ' αποστάσεως εκπαίδευση

Στην εφαρμοσμένη μηχανική, τα πρώτα προγράμματα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης ήταν διαβαθμισμένα προγράμματα που προορίστηκαν πρώτιστα, εάν όχι απλώς, για τους μερικής απασχόλησης σπουδαστές που απασχολήθηκαν αποκλειστικά. Δεδομένου ότι τα περισσότερα διαβαθμισμένα προγράμματα δεν περιλαμβάνουν ένα εργαστηριακό τμήμα, το θέμα για το πώς να μεταδώσουν την εργαστηριακή εμπειρία δεν προέκυψε. Δεδομένου ότι τα προγράμματα προπτυχιακής από-απόσταση εκμάθησης άρχισαν να αναπτύσσονται, αυτό το πρόβλημα απαίτησε τη λύση. Η συνηθισμένη προσέγγιση ήταν να υπάρξουν οι σπουδαστές είτε για να εκτελέσουν τις εργαστηριακές ασκήσεις σε ένα άλλο όργανο (π.χ., ένα τοπικό κοινοτικό κολλέγιο)

είτε για να περάσουν μια χρονική περίοδο στην πανεπιστημιούπολη εφαρμοσμένης μηχανικής σε μια συγκεντρωμένη εργαστηριακή σειρά μαθημάτων. Σε καθεμία περίπτωση, το εργαστήριο ήταν συμβατικό σε όλα εκτός από το πρόγραμμα της δραστηριότητας. Άλλα προγράμματα έδωσαν τα μακρινά εργαστηριακά εξαρτήματα στους σπουδαστές, εξαρτήματα που θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν στο σπίτι για να εκτελέσουν τα πειράματα σειράς μαθημάτων. Οι σπουδαστές αγόρασαν τις εξαρτήματα με κόστος που θεωρήθηκε συγκρίσιμο με αυτό που θα ξόδευαν για το ταξίδι στην πανεπιστημιούπολη ώστε να παρευρεθούν στις κανονικές εργαστηριακές κατηγορίες.

Τα προγράμματα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης υιοθέτησαν κάθε νέα τεχνολογία (ταχυδρομείο, τηλέφωνο, ραδιόφωνο, τηλεόραση, καταγραφή ταινιών, υπολογιστής) στην οποία χρησιμοποιήθηκαν. Καμία από τις τεχνολογίες, εντούτοις, δεν έλυσε το δύσκολο πρόβλημα για το πώς να παρέχει την εργαστηριακή εμπειρία σε μια απόσταση. Κατόπιν ήρθε το Διαδίκτυο, του οποίου η δυνατότητα να διασυνδεθούν οι κόμβοι της τεχνολογίας σε μια σχεδόν στιγμιαία μόδα άλλαξε την πρακτική της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης καθώς επίσης και τις προσδοκίες και των σπουδαστών και των δασκάλων.

Το 1996, ο κοσμήτορας του κρατικού πανεπιστημίου της Νέας Υόρκης συγκάλεσε μια επιτροπή για να μελετήσει την ανάπτυξη της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στο κράτος και για να προσδιορίσει τις περιοχές όπου απαιτείται η πολιτική αλλαγή ή η διευκρίνιση. Η έκθεση της επιτροπής παρέχει την ακόλουθη ικανή περιγραφή του «νέου» κόσμου της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης.

«Κατά τη διάρκεια της διάρκειας ζωής της επιτροπής που είναι λιγότερη των δύο ετών, η επιχείρηση από-απόστασης εκμάθησης έχει αλλάξει εντυπωσιακά. Στις αρχές του 1996, οι περισσότεροι άνθρωποι σκεπτόμενοι την από-απόσταση εκμάθησης σε πραγματικό χρόνο, αναπαράχθηκε σύγχρονη επικοινωνία εκμάθησης τέτοια ώστε να είναι όσο το δυνατόν πιο εφάμιλλη, μια πρόσωπο με πρόσωπο εμπειρία τάξεων. Δύο έτη αργότερα, οι περισσότεροι συνειδητοποιούν ότι η σύγχρονη παράδοση είναι μέρος μιας πολύ μεγαλύτερης εικόνας και ότι η τεχνολογία και τα υλικά που αναπτύσσονται για τη μακρινή παράδοση, έχουν μια πολύ μεγαλύτερη δυνατότητα. Να παρέχουν την εκπαίδευση για τους σπουδαστές οποιαδήποτε στιγμή, σε οποιαδήποτε ισχύ.» »

Με αυτήν την νέα κατανόηση «της απόστασης,» το κίνητρο για την ανάπτυξη των εργαστηρίων απόστασης επεκτείνεται σημαντικά. Επιπλέον στην επιθυμία να παρασχεθούν τα εργαστήρια για τους σπουδαστές που δεν έρχονται ποτέ στην πανεπιστημιούπολη, υπάρχει τώρα μια επιθυμία να ενισχυθεί η εργαστηριακή εμπειρία των σπουδαστών πανεπιστημιούπολεων. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα να κερδηθούν οι αποδοτικότητες με την καλύτερη χρησιμοποίηση χώρου και να καταστήσει διαθέσιμο σε περισσότερους σπουδαστές ένα μονό κομμάτι του εργαστηριακού εξοπλισμού.

Η προσέγγιση που υιοθετείται συχνότερα είναι να χρησιμοποιηθεί το Διαδίκτυο για να παρέχει στους σπουδαστές την εξ' αποστάσεως πρόσβαση στις φυσικές εργαστηριακές συσκευές. Τα περισσότερα συστήματα αυτού του τύπου είναι σύγχρονα, δίνοντας στους σπουδαστές μια αίσθηση της πραγματικής συμμετοχής τους στο πείραμα. Μερικοί χρησιμοποιούν το βίντεο σε απευθείας σύνδεση για να ενισχύσουν περαιτέρω την αίσθηση των σπουδαστών της παρουσίας. Πολλά συστήματα που υιοθετούν το βίντεο λειτουργούν σχεδόν σε πραγματικό χρόνο, αλλά άλλα παρέχουν την ικανότητα για τους σπουδαστές να φορτώσουν τους παραμέτρους ενός πειράματος και να λάβουν έπειτα έναν τηλεοπτικό συνδετήρα των συσκευών καθώς λειτουργεί χρησιμοποιώντας εκείνες τις παραμέτρους.

Το λειτουργικό λογισμικό για τα εργαστήρια απόστασης μπορεί να είναι μια πρόκληση. Το γράψιμο τέτοιου λογισμικού είναι μία σημαντική επιχείρηση έτσι η χρήση του εμπορικού λογισμικού μπορεί να είναι αποδοτική. Μερικά ικανά μέλη έχουν χρησιμοποιήσει το MSN NetMeeting ή το MATLAB/Simulink για να παρέχουν την πρόσβαση στα εργαστήρια, ενώ άλλοι έχουν αναπτύξει τα συστήματά τους .

Μια ανησυχία που εκφράζεται συχνά για την από απόσταση εκμάθηση είναι η αντιληπτή απομόνωση των σπουδαστών. Ο Hoyer (και άλλοι) έχει χρησιμοποιήσει τις ομάδες στα εργαστήρια Διαδικτύου για να παρέχουν μια συνεργάσιμη εμπειρία για τους σπουδαστές τους. Το σύστημά τους χρησιμοποιεί μια τυποποιημένη μηχανή αναζήτησης, εξαλείφοντας με αυτόν τον τρόπο την ανάγκη για το πρόσθετο λογισμικό στον υπολογιστή του σπουδαστή, μειώνοντας τον χρόνο που απαιτείται από το σπουδαστή για να μάθει πώς να ενεργοποιήσει το σύστημα.

Αυτή η αντιληπτή απομόνωση θα μπορούσε επίσης να αναγκάσει τους σπουδαστές για να απομακρυνθούν από τη διαδικασία εκμάθησης, αν και αυτή είναι λιγότερο πιθανό να εμφανιστεί στη μακρινές εργαστηριακές οδηγίες και να οδηγηθούν στην κανονική εργασία κατηγορίας που παραδίδεται μέσω του Διαδικτύου. Έχοντας τους σπουδαστές να κάνουν την εργαστηριακή εργασία τους σε ομάδες, όπως σημειώνεται ανωτέρω, ή κάνοντας οι περιοδικές μόνο-αξιολογήσεις έχει ως αποτέλεσμα στη μείωση αυτής της απομόνωσης.

Ενώ μερικοί εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι η καλύτερη χρήση του Διαδικτύου είναι να δώσει την πρόσβαση σπουδαστών στο φυσικό εξοπλισμό σε ένα φυσικό εργαστήριο, άλλοι θεωρούν ότι η προσομοίωση μπορεί να παρέχει μια σημαντική εργαστηριακή εμπειρία. Αυτό μπορεί να κυμανθεί βάζοντας τους σπουδαστές να λύσουν ένα πρόβλημα (δηλ., κάνετε μια πρόβλεψη) και να χρησιμοποιήσουν έπειτα έναν προσομοιωτή για να δουν εάν η λύση τους ελέγχει «πειραματικά» στη χρησιμοποίηση μιας συνολικής προσομοίωσης, ώστε να διδάξει στους σπουδαστές τη χρήση των ηλεκτρονικών ή μηχανικών οργάνων.

Δεδομένου ότι η πρόσβαση σπουδαστών σε μια πειραματική συσκευή είναι μέσω ενός τερματικού υπολογιστών, η αρχική ερώτηση είναι εάν μια προσομοίωση μπορεί να γίνει τόσο ρεαλιστική που ο σπουδαστής δεν ξέρει εάν στο άλλο άκρο είναι ένα πακέτο λογισμικού ή ένα σύνολο μετατροπέων D/A και A/D που ελέγχουν τα όργανα που μετρούν ένα πραγματικό σύστημα. Μια δεύτερη ερώτηση είναι ίσως πιο προκλητική: Πρέπει να φροντίσουμε τι ο σπουδαστής αντιλαμβάνεται, εφ' όσον επιτυγχάνει τους στόχους εκμάθησης που συνδέονται με το εργαστήριο; Οποιαδήποτε λύση χρησιμοποιείται, είναι προφανές ότι η παράδοση εργαστηριακής εκπαίδευσης παραμένει έως σήμερα μια σημαντική πρόκληση στην από-απόσταση παραδοθείσα εκπαίδευση προπτυχιακής εφαρμοσμένης μηχανικής.

1.6

Οι θεμελιώδεις στόχοι των εργαστηρίων

Όπως η ιστορία έχει παρουσιάσει, δεν έχει υπάρξει γενική συμφωνία για τους στόχους των εκπαιδευτικών εργαστηρίων εφαρμοσμένης μηχανικής ούτε οποιωνδήποτε πραγματικών προσπαθειών να καθοριστεί ένα περιεκτικό σύνολο μέχρι τώρα. Πράγματι, πολλοί εκπαιδευτικοί δεν έχουν καθορίσει ρητά τους στόχους τους και πολλοί από εκείνους

που τους έχουν, το κάνουν έτσι ώστε, οι όροι το καθιστούν δύσκολο να αξιολογήσουν εάν εκείνοι οι στόχοι έχουν επιτευχθεί. Είτε οι απαιτήσεις του επαγγέλματος για την ιδιομορφία δεν ήταν πολύ αυστηρές είτε υπήρξε μια πίστη, ότι ένα σύστημα που είχε λειτουργήσει, πάντα θα συνέχιζε να λειτουργεί εφ' όσον δοθεί ένα ορισμένο ποσό τροφοδότησης.

Υπάρχουν τουλάχιστον δύο προβλήματα με αυτήν την παρούσα κατάσταση. Κατ' αρχάς, ο σχεδιασμός μιας εργαστηριακής εμπειρίας χωρίς σαφείς εκπαιδευτικούς στόχους είναι όπως ο σχεδιασμός ενός προϊόντος χωρίς ένα σαφές σύνολο προδιαγραφών σχεδίου. Κάτι χρήσιμο μπορεί να έχει αποτέλεσμα αλλά, στη χειρότερη περίπτωση, αυτό μπορεί να μην είναι το επιθυμητό και στην καλύτερη περίπτωση, η διαδικασία θα είναι υπερβολικά ανεπαρκής. Δεύτερον, η καινοτομία θα είναι δύσκολη επειδή δεν υπάρχει κανένας στόχος για να μην εμπνεύσει την αλλαγή και κανένα πρότυπο από το οποίο οι αλλαγές μπορούν να κριθούν. Αυτό το τελευταίο πρόβλημα έχει γίνει σαφές με την εμφάνιση των προγραμμάτων που προσφέρουν τους βαθμούς προπτυχιακής εφαρμοσμένης μηχανικής, συμπεριλαμβανομένων των εργαστηρίων, χρησιμοποιώντας το Διαδίκτυο ή άλλες τεχνολογίες της από-απόσταση εκμάθησης.

Όπως αναφέρεται νωρίτερα, η έλλειψη μιας σαφούς κατανόησης των στόχων των εκπαιδευτικών εργαστηρίων έγινε σαφής-και εξόργισε- για το ABET όταν τα προγράμματα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης άρχισαν για την πιστοποίηση. Οι ανώτεροι υπάλληλοι του ABET αναγνώρισαν ότι ενώ υπάρχουν κριτήρια αρκετά κατανοητά εάν όχι εντελώς κατανοητά, για την αξιολόγηση του γνωστικού συστατικού της εκπαίδευσης εφαρμοσμένης μηχανικής, καμία τέτοια κατανόηση δεν υπήρξε για τα εργαστήρια. Αυτός ο προφανής περιορισμός στον καθορισμό ενός σαφούς σκοπού για το ρόλο των εργαστηρίων σε ένα πρόγραμμα, παρεμποδίζει τη δυνατότητα ενός οργάνου να καθορίσει εάν οι διδακτικοί του στόχοι για έναν βαθμό επιτυγχάνονται πλήρως.

Για να βοηθήσει να επιλυθεί αυτό το πρόβλημα, ο ABET συνεργάστηκε με το ίδρυμα Sloan, ένα φιλανθρωπικό ίδρυμα που έχει δώσει την ιδιαίτερη υποστήριξη στην ανάπτυξη των συστημάτων τηλεμάθησης, ιδιαίτερα στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Το ίδρυμα συμφώνησε να χρηματοδοτήσει μια συνομιλία για να συγκεντρώσει μια ομάδα πεπειραμένων εκπαιδευτικών εφαρμοσμένης μηχανικής για να καθορίσουν τους στόχους για την αποτελεσματικότητα των από-απόσταση παραδοθέντων εργαστηριακών προγραμμάτων εφαρμοσμένης μηχανικής. Δεδομένου ότι η οργανωτική επιτροπή σχεδίασε το πρόγραμμα συνομιλίας, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ερώτηση δεν ήταν «ποιοι είναι οι στόχοι των από-απόσταση παραδοθέντων εργαστηρίων;» Ήταν «ποιοι είναι οι θεμελιώδεις στόχοι των εκπαιδευτικών εργαστηρίων εφαρμοσμένης μηχανικής;» ανεξαρτήτως της μεθόδου παράδοσης.

Η συνομιλία που συγκαλείται στο Σαν Ντιέγκο, Καλιφόρνια στις 6 και 8 Ιανουαρίου, 2002. Παρακολούθησαν περίπου πενήντα διακριθέντες εκπαιδευτικοί εφαρμοσμένης μηχανικής, που αντιπροσωπεύουν μια σειρά των οργάνων και των πειθαρχιών,.

Η συνομιλία σύγκλινε σε έναν κατάλογο δεκατριών στόχων, κάθε ένας να αποτελείται από έναν τίτλο μίας ή δύο λέξεων για να παρέχει την εύκολη αναφορά και μια συνοπτική αιτιολογική έκθεση για να βοηθήσει να διευκρινισθεί η έννοια. Οι στόχοι γράφτηκαν χρησιμοποιώντας γενικά το αποδεκτό ύφος της χρησιμοποίησης ενός ρήματος, για να διευκρινίσουν τη δράση, ότι ο σπουδαστής πρέπει να είναι σε θέση να αποδώσει ως αποτέλεσμα της εργαστηριακής εμπειρίας. Οι ακόλουθοι στόχοι προέκυψαν από τη συνομιλία:

Οι θεμελιώδεις στόχοι των εκπαιδευτικών εργαστηρίων εφαρμοσμένης μηχανικής

Όλοι οι στόχοι αρχίζουν με τα εξής: «Με την ολοκλήρωση των εργαστηρίων στο προπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών εφαρμοσμένης μηχανικής, θα είστε ικανοί...»

Στόχος 1: Ενοργάνωση. Εφαρμόστε τους κατάλληλους αισθητήρες, την ενοργάνωση ή/και τα εργαλεία λογισμικού για να κάνετε τις μετρήσεις των φυσικών ποσοτήτων.

Στόχος 2: Πρότυπα. Προσδιορίστε τις δυνάμεις και τους περιορισμούς των θεωρητικών προτύπων ως προαγγέλους των πραγματικών συμπεριφορών. Αυτό μπορεί να περιλάβει την αξιολόγηση είτε μια θεωρία περιγράφει επαρκώς ένα φυσικό γεγονός και καθιερώνεται είτε επικυρώνοντας μιας σχέση μεταξύ μετρημένων στοιχείων και κρυμμένες φυσικές αρχές.

Στόχος 3: Πείραμα. Επινοήστε μια πειραματική προσέγγιση, διευκρινίστε τον κατάλληλο εξοπλισμό και τις διαδικασίες, εφαρμόστε αυτές τις διαδικασίες, και ερμηνεύστε τα προκύπτοντα στοιχεία για να χαρακτηρίσετε ένα υλικό εφαρμοσμένης μηχανικής, ένα συστατικό, ή ένα σύστημα.

Στόχος 4: Ανάλυση στοιχείων. Καταδείξτε τη δυνατότητα να συλλεχθούν, να αναλυθούν, και να ερμηνευθούν τα στοιχεία, και να διαμορφωθούν και να υποστηριχθούν τα συμπεράσματα. Κάνετε τις κρίσεις μεγέθους και χρησιμοποιήστε τα συστήματα και τις μετατροπές μονάδων μέτρησης.

Στόχος 5: Σχέδιο. Το σχέδιο, χτίζει, ή συναρμολογεί ένα μέρος, ένα προϊόν ή ένα σύστημα, συμπεριλαμβανομένης της χρησιμοποίησης των συγκεκριμένων μεθοδολογιών, του εξοπλισμού ή των υλικών που να ταιριάζουν με τις απαιτήσεις πελατών. Αναπτύσσοντας τις προδιαγραφές των συστημάτων από τις απαιτήσεις και εξετάζοντας και διορθώνοντας ένα πρωτότυπο, ένα σύστημα, ή μια διαδικασία που χρησιμοποιεί τα κατάλληλα εργαλεία για να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις.

Στόχος 6: Μάθετε από την αποτυχία. Προσδιορίστε τις ανεπιτυχείς εκβάσεις λόγω του ελαττωματικού εξοπλισμού, των μερών, του κώδικα, της κατασκευής, της διαδικασίας, ή του σχεδίου, και έπειτα των αποτελεσματικών λύσεων ανακατασκευής.

Στόχος 7: Δημιουργικότητα. Καταδείξτε τα κατάλληλα επίπεδα ανεξάρτητης σκέψης, τη δημιουργικότητα, και την ικανότητα στην πραγματική επίλυση του προβλήματος.

Στόχος 8: Ψυχοκινητικός. Καταδείξτε την ικανότητα στην επιλογή, την τροποποίηση, και λειτουργία των κατάλληλων εργαλείων και των πόρων εφαρμοσμένης μηχανικής.

Στόχος 9: Ασφάλεια. Προσδιορίστε την υγεία, την ασφάλεια, και τα περιβαλλοντικά ζητήματα σχετικά με τις τεχνολογικές διαδικασίες και τις δραστηριότητες, και εξετάστε τα υπεύθυνα.

Στόχος 10: Επικοινωνία. Επικοινωνήστε αποτελεσματικά για την εργαστηριακή εργασία με ένα συγκεκριμένο ακροατήριο, και προφορικά και εγγράφως, σε επίπεδα

που κυμαίνονται από τις εκτελεστικές περιλήψεις μέχρι τις περιεκτικές τεχνικές εκθέσεις.

Στόχος 11: Ομαδική εργασία. Εργαστείτε αποτελεσματικά στις ομάδες, συμπεριλαμβανομένης της μεμονωμένης και κοινής υπευθυνότητας δομών δώστε τους ρόλους, τις ευθύνες, και τους στόχους, τους προόδους των οργάνων ελέγχου, τηρήστε τις προθεσμίες και ενσωματώστε τις προσωπικές συνεισφορές σε τελικό παραδοτέο.

Στόχος 12: Ηθική στο εργαστήριο. Συμπεριφερθείτε με τα υψηλότερα ηθικά πρότυπα, συμπεριλαμβανομένης της έκθεσης πληροφοριών με αντικειμενικότητα και της αλληλεπίδρασης με ακεραιότητα.

Στόχος 13: Αισθητήρια συνειδητοποίηση. Χρησιμοποιήστε τις ανθρώπινες αισθήσεις για να συγκεντρώσετε τις πληροφορίες και για να κάνετε τις υγιείς κρίσεις εφαρμοσμένης μηχανικής στη διατύπωση των συμπερασμάτων για τα πραγματικά προβλήματα.

Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι οι στόχοι διαπερνούν όλες τις περιοχές της γνώσης. Δεν ήταν καμία έκπληξη ότι πολλοί εξετάζουν τη γνώση στη γνωστική περιοχή. Αυτό είναι από παλιά η επαρχία των εκπαιδευτικών εφαρμοσμένης μηχανικής και είναι μια περιοχή στην οποία ο καθένας φαίνεται να είναι άνετος. Έτσι, οι πρώτοι πέντε στόχοι που εξετάζουν την γνώση-ενοργάνωση, τα πρότυπα, το πείραμα, την ανάλυση στοιχείων, και το σχέδιο αναμένονταν. Κατόπιν, δύο διευκρινίστηκαν που περιλαμβάνουν την ψυχοκινητική περιοχή: Ψυχοκινητική (η δυνατότητα να χειριστούν πραγματικά οι συσκευές) και αισθητήρια συνειδητοποίηση. Τέλος, οι υπόλοιποι στόχοι έχουν ένα γνωστικό μέρος αλλά περιλαμβάνουν και ένα σημαντικό συστατικό της συναισθηματικών περιοχής, δηλ., της συμπεριφοράς και των τοποθετήσεων: μάθετε από την αποτυχία, τη δημιουργικότητα, την ασφάλεια, την επικοινωνία, την ομαδική εργασία, και την ηθική στο εργαστήριο. Η έκθεση των σπουδαστών και στις τρεις από αυτές τις περιοχές είναι απαραίτητη για να παράγει έναν αποτελεσματικό μηχανικό.

Είναι επίσης ενδιαφέρον να συγκριθούν αυτούς τους πρόσφατα περιγεγραμμένους, θεμελιώδεις στόχους στους «ρόλους» που καθορίζονται από τον Edward Ernst σε ένα δημιουργικό έγγραφο πριν από είκοσι χρόνια.

«Στην εξέτασή μου του εργαστηρίου προπτυχιακής εφαρμοσμένης μηχανικής, προσδιορίζω τρεις ρόλους ή στόχους ως σημαντικούς. Κατ' αρχάς, ο σπουδαστής πρέπει να μάθει πώς να είναι πειραματιστής. Δεύτερον, το εργαστήριο μπορεί να είναι μια θέση για το σπουδαστή για να μάθει νέο και την ανάπτυξη του περιεχομένου. Τρίτον, οι εργαστηριακές σειρές μαθημάτων βοηθούν τον σπουδαστή να αποκτήσει την επίγνωση και την κατανόηση του πραγματικού κόσμου.»

Οι τρέχοντες στόχοι χρησιμεύουν ως μια επέκταση αυτού του καταλόγου. Αυτοί οι ρόλοι (ή στόχοι) μπορούν να παρέχουν μια φιλοσοφική βάση για τα εργαστήρια. Οι πιο συγκεκριμένοι στόχοι απαιτούνται για να παρέχουν τις σαφείς οδηγίες στην ανάπτυξη των εκπαιδευτικών εργαστηρίων. Χρησιμοποιώντας αυτούς τους στόχους ως πλαίσιο, οι εργαστηριακοί υπεύθυνοι για την ανάπτυξη και οι εκπαιδευτικοί ερευνητές μπορούν να προσδιορίσουν συγκεκριμένους στόχους, ότι η εργασία τους αναμένεται για να επιτύχει και για να έχει την εμπιστοσύνη ότι εκείνοι οι στόχοι έχουν γίνει αποδεκτοί από μια σημαντική μερίδα της κοινότητας εκπαίδευσης εφαρμοσμένης μηχανικής.

Στα δύο ή περισσότερα έτη μετά από τη συνομιλία, οι διοργανωτές πραγματοποίησαν μια περιορισμένη έρευνα για τους εκπαιδευτικούς εφαρμοσμένης μηχανικής για να καθορίσουν εάν υπήρξε γενική συμφωνία ότι οι στόχοι ήταν εφαρμόσιμοι και εξαντλητικοί. Παρουσίασαν τα συμπεράσματά τους σε διάφορους τόπους συναντήσεως υψηλής διαφάνειας και ανακάλυψαν ότι, ενώ υπήρξε γενική συμφωνία ότι οι στόχοι ήταν εξαντλητικοί, υπήρξε ιδιαίτερος που διαδόθηκε κατά την άποψη σχετικά με το αν ήταν όλοι ουσιαστικοί. Η περαιτέρω έρευνα, συμπεριλαμβανομένου του καλύτερου διαχωρισμού από την πειθαρχία, απαιτείται ακόμα.

Ενώ ο ABET ήταν ένας πρωταρχικός μεταφορέας στην έναρξη και την ανάπτυξη της συνομιλίας, οι ανώτεροι υπάλληλοι του ABET γρήγορα επισήμαναν ότι οι στόχοι δεν έχουν καμία στάση ως κριτήρια πιστοποίησης. Μάλλον, αναμένεται ότι αυτοί οι στόχοι θα είναι χρήσιμοι στους παιδαγωγούς που βοηθούν στην αξιολόγηση της εργαστηριακής δραστηριότητάς τους και που επικυρώνουν την αποτελεσματικότητά τους, ειδικά όπως τα προγράμματα τηλεμάθησης προκύπτουν. Οι στόχοι πρέπει επίσης να είναι χρήσιμοι στο σχέδιο των πειραματικών εργαστηριακών προγραμμάτων και στην επίδειξη της αξίας της συμπληρωματικής χρηματοδότησής τους.

1.7

Το συμπέρασμα

Από την αρχή της εκπαίδευσης εφαρμοσμένης μηχανικής, τα εργαστήρια είχαν έναν κεντρικό ρόλο στην εκπαίδευση των μηχανικών. Ενώ έχει υπάρξει μια άμπωτη και μια ροή στην αντιληπτή σημασία της εργαστηριακής μελέτης εναντίον της θεωρητικότερης εργασίας στις τάξεις, δεν έχει προταθεί ποτέ ότι τα εργαστήρια μπορούν να αποποιηθούν εντελώς. Εντούτοις, κατά περιόδους, έχουν ληφθεί ως δεδομένα σε σημαντική έκταση.

Η εμφάνιση του Διαδικτύου, η ανάπτυξη των ισχυρών προγραμμάτων προσομοίωσης που επιτρέπονται από την τεράστια, φτηνή δύναμη υπολογισμού, και ο αυξανόμενος

αριθμός σε απευθείας σύνδεση προγραμμάτων προπτυχιακής εφαρμοσμένης μηχανικής, έχουν συνδυαστεί επικεντρώνοντας εκ νέου την προσοχή στα εργαστήρια. Οι θεμελιώδεις στόχοι που αναπτύχθηκαν σε μια συνομιλία των ιδρυμάτων ABET και Sloan, έχουν βοηθήσει στο να προτρέψουν τη συζήτηση για το γιατί τα εργαστήρια είναι σημαντικά και ποια είναι τα χαρακτηριστικά μιας καλής εργαστηριακής άσκησης.

Αυτοί οι θεμελιώδεις στόχοι μπορούν και πρέπει να παρέχουν ένα πλαίσιο για την τρέχουσα εργαστηριακή πρακτική. Ικανότητες που ενδιαφέρονται για το ακόνισμα του σκοπού των εργαστηριακών προγραμμάτων τους ή την αύξηση της χρήσης αποδοτικότητας- μπορούν να χρησιμοποιήσουν τους στόχους για να κατευθύνουν και να διευκολύνουν τις διδακτικές συζητήσεις τους και επίσης για να κρίνουν την αποτελεσματικότητα των εργασιών που παρατηρούν σε άλλα όργανα.

Οι στόχοι μπορούν επίσης να προτείνουν και να κατευθύνουν την έρευνα στα εκπαιδευτικά εργαστήρια εφαρμοσμένης μηχανικής με την παρεμβολή μιας πειθαρχίας που μέχρι τώρα κατά ένα μεγάλο μέρος είναι απύσχα. Αντί απλά να δημιουργήσουν μια έξυπνη εργαστηριακή άσκηση και έπειτα να υποβάλουν έκθεση σχετικά με τα ενδιαφέροντα και την ικανοποίηση των σπουδαστών, οι ερευνητές πρέπει να αναμένονται για να προσδιορίσουν τους συγκεκριμένους στόχους τους και έπειτα να καταδείξουν ότι εκείνοι οι στόχοι έχουν επιτευχθεί. Εάν αυτά τα πρότυπα ανταποκρίνονται, η ποιότητα και η χρησιμότητα της έρευνας για τα εργαστήρια θα αυξηθούν εμφανώς. Κατά συνέπεια, η κοινότητα θα έχει έναν μεγαλύτερο σεβασμό απέναντι στην εκπαιδευτική έρευνα και περισσότερα μέλη ικανότητας μπορούν να είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν εκείνες τις δραστηριότητες σε περιπτώσεις για την προώθηση και τη διάρκεια αξιώματος.

Τέλος, καθώς η συζήτηση των εργαστηρίων αυξάνεται, οι διαφορετικές απόψεις θα προκύψουν. Οι θεμελιώδεις στόχοι μπορούν να χρησιμεύσουν ως ένα πλαίσιο να ακονίσουν και να στρέψουν αυτήν την συζήτηση, εάν η διαφωνία είναι για την ισχύ των στόχων ή των τρόπων στους οποίους οι στόχοι επιτυγχάνονται.

Σίγουρα ο κεντρικός σκοπός της εφαρμοσμένης μηχανικής ακόμη είναι να τροποποιηθεί η φύση ηθικά και οικονομικά, προς όφελος της ανθρωπότητας, αλλά οι μηχανικοί το κάνουν αυτό ολοένα και περισσότερο από ένα τερματικό υπολογιστών και όχι από το πάτωμα εργαστηρίων ή από όλους τους τομείς. Εν τούτοις, οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί εφαρμοσμένης μηχανικής συμφωνούν ότι οι σπουδαστές πρέπει να έχουν κάποια επαφή-ή να γίνει τουλάχιστον πιστευτό από εκείνους ότι είχαν επαφή-με τη φύση. Οι συνεχόμενες συζητήσεις και η περαιτέρω έρευνα απαιτούνται για να καθορίσουν τον αποδοτικότερο, αποτελεσματικό τρόπο να παρουσιαστεί αυτό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΑΙ Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ

2.1

Εργαστήριο Ηλεκτρικών και Ηλεκτρονικών Κυκλωμάτων

2.1.1

Σκοπός του εργαστηρίου

Σκοπός του εργαστηρίου Ηλεκτρονικών και Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων είναι να εισάγει τους σπουδαστές στις βασικές αρχές των κυκλωμάτων εναλλασσόμενου ρεύματος και των βασικών δομικών παθητικών στοιχείων που χρησιμοποιούνται σε αυτά (π.χ. αντιστάσεις, πυκνωτές, πηνία, μετασχηματιστές). Επιπλέον το εργαστήριο έχει ως στόχο να εξοικειώσει τους σπουδαστές με τα βασικά εργαλεία και όργανα που χρησιμοποιούνται σε ένα ηλεκτρονικό εργαστήριο (π.χ. παλμογράφο, πολύμετρο, βασικά υλικά, συγκολλήσεις). Τέλος το εργαστήριο δίνει την δυνατότητα στους σπουδαστές να αναλύσουν, σχεδιάσουν και εξομοιώσουν την λειτουργία των κυκλωμάτων που μελετούνται στο εργαστήριο με την χρήση σύγχρονων πακέτων λογισμικού.

2.1.2

Αντικείμενο του εργαστηρίου

Το Εργαστήριο Ηλεκτρονικών και Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων προσφέρει στους σπουδαστές την εμπειρία για την σχεδίαση, χρήση και αξιολόγηση παθητικών ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών κυκλωμάτων δίνοντας τους την δυνατότητα να

μελετήσουν και να αναλύσουν τις βασικές αιτίες που επηρεάζουν την λειτουργία ενός κυκλώματος (επίδραση τάσης, συχνότητας, θερμοκρασίας κλπ) και να επιλέξουν τα κατάλληλα υλικά για την υλοποίηση ενός κυκλώματος που επιθυμούν να παρουσιάσει συγκεκριμένη συμπεριφορά. Μέσα από την πρακτική άσκηση οι σπουδαστές εξοικειώνονται με σωστή χρησιμοποίηση των οργάνων, συσκευών και εργαλείων, για την επίτευξη μετρήσεων και πρακτική επαλήθευση των αποτελεσμάτων. Οι σπουδαστές συντάσσουν τεχνικές μελέτες στις οποίες παρουσιάζουν όλα τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τις εργαστηριακές ασκήσεις, τα βασικά προβλήματα εφαρμογής που αντιμετωπίζουν και τις προτεινόμενες λύσεις αυτών των προβλημάτων. Τέλος οι σπουδαστές εξοικειώνονται με την μελέτη της διεθνούς βιβλιογραφίας, μαθαίνουν να αναζητούν λύσεις, μελετούν τις τελευταίες προόδους, τα σύγχρονα προϊόντα και τις προτεινόμενες λύσεις της αγοράς στον τομέα της ανάλυσης, σχεδίασης και εξομοίωσης λειτουργίας των παθητικών ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

Το εργαστήριο πέραν του βασικού εξοπλισμού ηλεκτρονικής (πάγκους εργασίας, πολύμετρα, παλμογράφους, αναλυτές φάσματος, breadboard, υπολογιστές κλπ), διαθέτει και αναπτυξιακά συστήματα πρακτικής εκμάθησης για την υλοποίηση πειραμάτων με παθητικά ηλεκτρονικά και ηλεκτρικά κυκλώματα. Σε αυτά τα συστήματα πρακτικής εκμάθησης μπορούν να υλοποιηθούν πάνω από 20 πειράματα μέσα από τα οποία παρουσιάζονται τα κύρια σημεία των παθητικών κυκλωμάτων. Τα πειράματα αυτά παρουσιάζονται έτσι, ώστε να δίνουν στους σπουδαστές την δυνατότητα να κατανοήσουν τα πιο σημαντικά πρακτικά σημεία, που δεν είναι δυνατόν να μελετηθούν στην θεωρητική διδασκαλία του μαθήματος. Ειδικότερα οι σπουδαστές εξοικειώνονται με:

- Την χρήση βασικών οπτικών οργάνων και συσκευών π.χ. παλμογράφος, πολύμετρο, πάγκος εργασίας, μέτρα προφύλαξης κτλ.
- Τις μετρήσεις σε ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά κυκλώματα (μέτρηση τάσης, συχνότητας, διαφοράς φάσης κλπ)
- Τις βασικές μετρήσεις και υπολογισμούς απωλειών σε ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά κυκλώματα (άεργη ισχύς, απώλειες αγωγών, διόρθωση συνημίτονου κλπ)
- Την βασική σχεδίαση παθητικών κυκλωμάτων
- Την μελέτη του φαινομένου του συντονισμού και η αξιοποίησή του
- Την μελέτη συζευγμένων κυκλωμάτων
- Την χρήση των μετρήσεων για την σχεδίαση και την ανάλυση ενός ηλεκτρονικού και ηλεκτρικού κυκλώματος

Μερικά από τα πειράματα που μελετώνται κατά την διάρκεια του εργαστηρίου είναι:

1) Εξοικείωση με τον Παλμογράφο (μέτρηση τάσης από κορυφή σε κορυφή, μέτρηση ενεργούς τιμής τάσης, μέτρηση συχνότητας, καμπύλες LISSAJOUS, μέτρηση διαφοράς φάσης κλπ)

2)Μελέτη άεργης αντίστασης (πηνίο, πυκνωτής κλπ)

3)Μελέτη σύνθετης αντίστασης (κυκλώματα σε σειρά και παράλληλα RL,RC)

4)Μελέτη Μετασχηματιστών (ιδανικός μετασχηματιστής, φορτίο, προσαρμογή σύνθετης αντίστασης, απώλειες μετασχηματιστή, μετασχηματιστές ραδιοσυχνοτήτων, αυτό-μετασχηματιστές, απόκριση συχνοτήτων μετασχηματιστή)

5)Μελέτη συζευγμένων κυκλωμάτων (ασυντόνιστο συζευγμένο κύκλωμα, συζευγμένο κύκλωμα με συντονισμένο δευτερεύον, συζευγμένο κύκλωμα με συντονισμένο πρωτεύον και δευτερεύον, οριακός συντελεστής σύζευξης, διπλά συντονισμένο κύκλωμα)

6)Συντονισμένα κυκλώματα (εν σειρά συντονισμένο κύκλωμα, εν παράλληλω συντονισμένο κύκλωμα)

7)Σταθερά χρόνου φόρτισης και εκφόρτισης πυκνωτή

Στους σπουδαστές δίνεται τετράδιο εργασιών στα οποία περιλαμβάνονται κύρια σημεία τα οποία θα πρέπει να καταγραφούν και να μελετηθούν για την ολοκλήρωση μιας εργασίας με την μορφή γραπτής αναφοράς. Είναι προφανές ότι μεγάλο μέρος του επιστημονικού υποβάθρου που απαιτείται για το εργαστήριο καλύπτεται από το αντίστοιχο θεωρητικό τμήμα, ωστόσο είναι απαραίτητο ο σπουδαστής να αναζητήσει περισσότερες πληροφορίες από αντίστοιχη βιβλιογραφία ή το διαδίκτυο κλπ (οι σπουδαστές εργάζονται ανά ομάδες των 2 ή 3 ατόμων ανάλογα με την διαθεσιμότητα των συστημάτων πρακτικής εκμάθησης).

Για την ανάπτυξη των ικανοτήτων ομαδικής συνεργασίας, αλλά και την μελέτη θεμάτων ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών κυκλωμάτων που άπτονται σε τεχνολογίες αιχμής και σε σύγχρονα προϊόντα της αγοράς ανατίθενται σε ομάδες των 2-3 ατόμων, εργασίες ανάλυσης και εξομοίωσης της λειτουργίας των κυκλωμάτων που μελετούνται στο εργαστήριο με χρήση σύγχρονων εργαλείων και σχετικού λογισμικού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

3.1

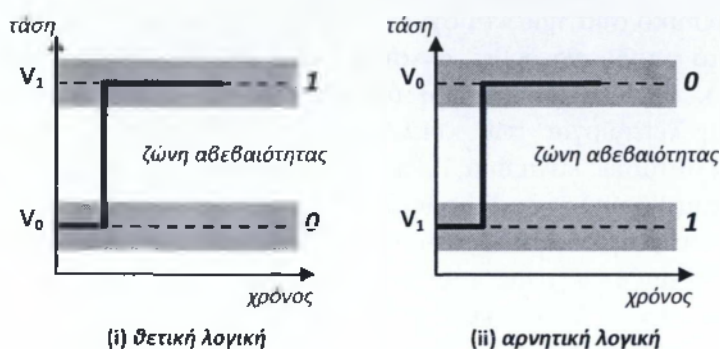
Γενικά

Η χαρακτηριστικότερη ίσως εφαρμογή των ηλεκτρονικών στην πληροφορική είναι οι **ηλεκτρονικοί υπολογιστές**. Οι σύγχρονοι υπολογιστές αποτελούν πολύπλοκα συστήματα τα οποία δομούνται από ψηφιακά αλλά και αναλογικά κυκλώματα. Μια **κεντρική μονάδα επεξεργασίας** (Central Processing Unit – CPU), για παράδειγμα, αποτελείται από έναν πολύ μεγάλο αριθμό **λογικών πυλών** (logical gates), οι οποίες είναι απλά ηλεκτρονικά κυκλώματα τα οποία εκτελούν πράξεις της **άλγεβρας Boole**, όπως θα δούμε στη συνέχεια. Από την άλλη μεριά, μια **κάρτα ήχου** (sound card) διαθέτει αναλογικές εισόδους ή/και εξόδους μέσω των οποίων διακινούνται αναλογικά σήματα (π.χ. το σήμα που παράγεται από ένα μικρόφωνο, ή το σήμα που οδηγεί ένα ηχείο). Καθώς η επεξεργασία των αναλογικών αυτών σημάτων γίνεται με ψηφιακές τεχνικές (**ψηφιακή επεξεργασία σήματος** [Digital Signal Processing – DSP]), είναι απαραίτητη η μετατροπή τους από αναλογική σε ψηφιακή μορφή ή αντίστροφα, με τη βοήθεια εξειδικευμένων κυκλωμάτων που ονομάζονται **μετατροπείς αναλογικού σε ψηφιακό** (Analog to Digital Converters – A/D) ή **μετατροπείς ψηφιακού σε αναλογικό** (Digital to Analog Converters – D/A), αντίστοιχα. (Για μια συνοπτική παρουσίαση τέτοιων κυκλωμάτων ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει στα Παραρτήματα.)

Μπορούμε, επομένως, να πούμε πως τα ψηφιακά δεδομένα τα οποία επεξεργάζεται ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής μπορούν να είναι είτε το αποτέλεσμα της επεξεργασίας άλλων δεδομένων της ίδιας (ψηφιακής) μορφής, είτε δεδομένα που προέκυψαν από τη μετατροπή αναλογικών σημάτων σε ψηφιακά.

Πριν εξετάσουμε τους λόγους για τους οποίους τα δεδομένα τα οποία επεξεργάζονται οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές είναι σε ψηφιακή μορφή, ας θυμηθούμε πως ένα ψηφιακό σήμα – σε αντίθεση με ένα αναλογικό – περιέχει δύο μονάχα διακριτές επιτρεπτές στάθμες, που αντιστοιχούν στα ψηφία του **δυναδικού συστήματος αρίθμησης**, δηλαδή στο 0 και στο 1, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.1. Προκειμένου να γίνεται σαφής διάκριση θα χαρακτηρίζουμε, πολλές φορές, τα ψηφία αυτά ως **λογικό 0** και **λογικό 1**, αντίστοιχα. Αν και οι λογικές πύλες υλοποιούν πράξεις με δυαδικά ψηφία, ως ηλεκτρονικά κυκλώματα «αντιλαμβάνονται» τιμές τάσεων. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η αντιστοίχιση των δυαδικών ψηφίων σε δύο στάθμες τάσεων, ή **λογικές στάθμες**. Αν η τάση στην οποία γίνεται αντιστοίχιση της λογικής μονάδας είναι μεγαλύτερη από την στάθμη τάσης στην οποία αντιστοιχεί

το λογικό μηδέν, λέμε ότι έχουμε ένα κύκλωμα **θετικής λογικής**, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.1-i. Αν η στάθμη τάσης της λογικής μονάδας είναι μικρότερη από τη στάθμη του λογικού μηδενός, λέμε ότι έχουμε ένα κύκλωμα **αρνητικής λογικής**, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.1-ii. Στη συντριπτική τους πλειοψηφία τα λογικά κυκλώματα είναι κυκλώματα θετικής λογικής. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι λογικές πύλες της οικογένειας CMOS (Complementary MOS) οι οποίες χρησιμοποιούν ως λογική στάθμη για το 0 την τάση των 0V και ως λογική στάθμη για τη μονάδα τα 5V.



Σχήμα 3.1: Αντιστοίχιση των λογικών σταθμών ψηφιακού σήματος με τα ψηφία του δυαδικού συστήματος αρίθμησης

Κατά τη διακίνηση ενός ψηφιακού σήματος μέσα σε ένα ψηφιακό πληροφοριακό σύστημα ή μέσω μια τηλεπικοινωνιακής ζεύξης, ή ακόμα και κατά μήκος των αγωγών που διασυνδέουν μεταξύ τους τις λογικές πύλες ενός επεξεργαστή, οι λογικές στάθμες αλλοιώνονται. Η αλλοίωση αυτή μπορεί να οφείλεται σε διάφορα αίτια, όπως ο **θόρυβος**. (Για μια συνοπτική παρουσίαση της έννοιας του θορύβου παραπέμπουμε στο σχετικό Παράρτημα.) Επομένως, κάθε λογική στάθμη αντιστοιχεί μάλλον σε ένα εύρος τιμών, παρά σε μια καθορισμένη τιμή τάσης όπως υποδεικνύουν οι σκιασμένες περιοχές στο Σχήμα 3.1. Η μεταξύ των περιοχών αυτών ζώνη ονομάζεται **ζώνη αβεβαιότητας** επειδή τιμές τάσης εντός της ζώνης αυτής στην είσοδο ενός ψηφιακού κυκλώματος δίνουν απροσδιόριστη λογική στάθμη στην έξοδό του (ούτε δηλαδή '0', ούτε '1'). Μια τέτοια κατάσταση θα πρέπει, προφανώς, να αποφεύγεται.

Γιατί όμως χρησιμοποιούμε το δυαδικό σύστημα για τη σχεδίαση των ηλεκτρονικών υπολογιστών; Και γιατί, άραγε, αυτοί να είναι ψηφιακοί και όχι αναλογικοί; **Αναλογικοί υπολογιστές** πράγματι μπορούν να κατασκευαστούν. Συχνά χρησιμοποιούνται για την επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων, όπως π.χ. η λύση διαφορικών εξισώσεων (το κύκλωμα του ταλαντωτή van der Pol στο σχετικό Παράρτημα, μπορεί να θεωρηθεί ως ένας αναλογικός υπολογιστής ο οποίος επιλύει την ομώνυμη διαφορική εξίσωση). Βασική δομική μονάδα ενός αναλογικού ηλεκτρονικού υπολογιστή είναι ο **τελεστικός ενισχυτής** (τον οποίο θα μελετήσουμε στο επόμενο κεφάλαιο). Όπως μπορούμε να συμπεράνουμε από την ονομασία του, πρόκειται για ένα κύκλωμα που μπορεί να «τελεί» (να εκτελεί) διάφορες μαθηματικές πράξεις, όπως η πρόσθεση και η ολοκλήρωση. Το σημαντικότερο μειονέκτημα των αναλογικών υπολογιστών είναι πως αφορούν συγκεκριμένα προβλήματα. Αυτό σημαίνει, για παράδειγμα, πως με έναν συγκεκριμένο αναλογικό υπολογιστή μπορούμε να επιλύσουμε μόνο μια συγκεκριμένη διαφορική εξίσωση. Με άλλα λόγια, οι αναλογικοί υπολογιστές έχουν περιορισμένη δυνατότητα

προγραμματισμού, αν δεν την στερούνται παντελώς. Ένας αναλογικός υπολογιστής δεν θα μπορούσε, επομένως, να είναι **προσωπικός υπολογιστής** (Personal Computer – PC) αφού δεν επιτρέπει στον κάτοχό του να τον προγραμματίζει όπως εκείνος θέλει, ούτε του δίνει την ευχέρεια να τον χρησιμοποιεί για διαφορετικό σκοπό, κάθε φορά. Επιπλέον, η κυκλωματική πολυπλοκότητα ενός αναλογικού υπολογιστή είναι γενικά μεγαλύτερη εκείνης ενός αντίστοιχου ψηφιακού.

Με βάση τα προηγούμενα αντιλαμβανόμαστε ότι ένας υπολογιστής γενικού σκοπού θα πρέπει, αναγκαστικά, να είναι ψηφιακός. Γιατί, όμως, να πρέπει να λειτουργεί στο δυαδικό σύστημα και όχι στο δεκαδικό ή το δεκαεξαδικό; Η απάντηση στο ερώτημα αυτό μπορεί να δοθεί, αν σκεφτούμε πως το σύστημα αρίθμησης που χρησιμοποιούμε καθορίζει στην πράξη τον αριθμό των σταθμών τάσης που είναι αναγκαίες για τη λειτουργία των κυκλωμάτων ενός ψηφιακού υπολογιστή. Στο δυαδικό σύστημα οι τάσεις είναι δύο, όπως ήδη διαπιστώσαμε. Αν χρησιμοποιούσαμε το δεκαδικό σύστημα αρίθμησης, ο αριθμός των απαιτούμενων τάσεων θα ήταν δέκα. Σε μια τέτοια περίπτωση, το τροφοδοτικό του υπολογιστή μας θα έπρεπε να παρέχει δέκα διαφορετικές τιμές, γεγονός που θα αύξανε την πολυπλοκότητα όχι μόνο του ίδιου του τροφοδοτικού αλλά και των ψηφιακών κυκλωμάτων. Επιπλέον, οι υπολογισμοί στο δυαδικό σύστημα είναι δυνατό να γίνουν εύκολα με τη βοήθεια απλών λογικών πράξεων (βλπ. άλγεβρα Boole) οι οποίες μπορούν να υλοποιηθούν από πολύ απλά κυκλώματα, όπως θα δούμε σε επόμενες παραγράφους.

3.2

Αναπαράσταση δεδομένων στο δυαδικό σύστημα

Βασικός σκοπός ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή είναι η επεξεργασία δεδομένων. Ως **δεδομένα** χαρακτηρίζουμε ένα σύνολο **πληροφοριών** (από τις οποίες προέρχεται και ο όρος **πληροφορική**) οργανωμένων με κάποιο είδος **κωδικοποίησης** ή **αναπαράστασης**. Η αναπαράσταση των δεδομένων μπορεί να είναι αναλογική ή ψηφιακή, ανάλογα με τη φύση τους αλλά και τον τρόπο με τον οποίο πρόκειται να τα επεξεργαστούμε. Ως παράδειγμα ψηφιακών δεδομένων μπορούμε να αναφέρουμε ένα κείμενο τυπωμένο στην αγγλική γλώσσα. Το κείμενο αυτό είναι κωδικοποιημένο με βάση ένα σύνολο διακριτών συμβόλων (τα γράμματα του αγγλικού αλφαβήτου, τα σημεία στίξης, κ.λπ.), μπορούμε επομένως να πούμε πως η κωδικοποίηση που χρησιμοποιούμε είναι ψηφιακή. Δεν θα μπορούσε να γίνει και αλλιώς, μιας και τα ίδια τα δεδομένα (το κείμενο) είναι από τη φύση τους ψηφιακά. Από την άλλη μεριά, ένα απόσπασμα μουσικής γραμμένο σε έναν παλιό δίσκο γραμμοφώνου αποτελεί πληροφορία αποθηκευμένη με αναλογικό τρόπο, μιας και ο ήχος αποτυπώνεται στον δίσκο ως ένα «αυλάκι» μεταβλητού βάθους. Εδώ, τόσο τα δεδομένα (η ίδια η μουσική), όσο και η αναπαράστασή τους (το αυλάκι πάνω στην επιφάνεια του δίσκου) είναι αναλογικά.

Όπως ήδη εξηγήσαμε, οι σύγχρονοι ψηφιακοί ηλεκτρονικοί υπολογιστές χρησιμοποιούν το δυαδικό σύστημα αρίθμησης. Για το λόγο αυτό, τα δεδομένα με τα οποία τροφοδοτούνται θα πρέπει να μετατρέπονται στο σύστημα αυτό.

Για την περίπτωση ψηφιακών δεδομένων, η μετατροπή γίνεται με τη χρήση συγκεκριμένων (πρότυπων) κωδικοποιήσεων. Τα δεδομένα, δηλαδή,

ανακωδικοποιούνται στο δυαδικό σύστημα. Αν επανέλθουμε στο παράδειγμα του αγγλικού κειμένου, υποθέτοντας ότι αυτό εισάγεται στον υπολογιστή μέσω του πληκτρολογίου, μια κωδικοποίηση που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί θα ήταν η **ASCII** (American Standard Code for Information Interchange). Στον Πίνακα 3.1 παρουσιάζεται ενδεικτικά ένα υποσύνολο της κωδικοποίησης αυτής. Πιέζοντας, το πλήκτρο «Α» στο πληκτρολόγιο, ο υπολογιστής κωδικοποιεί την αντίστοιχη πληροφορία στη δυαδική αναπαράσταση του συμβόλου «Α», δηλαδή το **byte** «01000001». (*Byte ονομάζουμε μια οκτάδα δυαδικών ψηφίων*).

Για την περίπτωση αναλογικών δεδομένων τα πράγματα είναι λίγο πιο πολύπλοκα. Η διαδικασία μετατροπής ενός αναλογικού μεγέθους σε ψηφιακό συνίσταται στην επιλογή ενός υποσυνόλου των συνεχών τιμών του αναλογικού μεγέθους με τέτοιο τρόπο ώστε να μην έχουμε απώλεια ή αλλοίωση της πληροφορίας, όπως θα δούμε στη συνέχεια.

Στις μέρες μας οι **πηγές πληροφορίας** είναι ψηφιακές αλλά και αναλογικές, τα δε δεδομένα από αυτές κωδικοποιούνται (ή ανακωδικοποιούνται) σε ψηφιακή μορφή προκειμένου να γίνει η επεξεργασία τους από ένα **πληροφοριακό σύστημα** ή η διακίνησή τους μέσα από ένα **τηλεπικοινωνιακό σύστημα**. Για το λόγο αυτό η συγγένεια μεταξύ Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών είναι μεγάλη, λόγω των κοινών μεθόδων και τεχνικών που χρησιμοποιούν, κάνοντας πολλές φορές δυσδιάκριτα και τα όρια μεταξύ των δύο.

Πίνακας 3.1: Κωδικοποίηση ASCII (υποσύνολο)

Δυαδικό (Binary)	ASCII	Δυαδικό (Binary)	ASCII
01000001	A	01001110	N
01000010	B	01001111	O
01000011	C	01010000	P
01000100	D	01010001	Q
01000101	E	01010010	R
01000110	F	01010011	S
01000111	G	01010100	T
01001000	H	01010101	U
01001001	I	01010110	V
01001010	J	01010111	W
01001011	K	01011000	X
01001100	L	01011001	Y

01001101	M	01011010	Z
----------	---	----------	---

3.3

Αρχές λειτουργίας των ψηφιακών κυκλωμάτων – Άλγεβρα Διακόπτων

Η κατανόηση των κανόνων σχεδίασης των λογικών πυλών, από τις οποίες δομούνται τα πιο σύνθετα ηλεκτρονικά κυκλώματα μπορεί να γίνει μελετώντας την **άλγεβρα των διακοπών**. Άλλωστε, η υλοποίηση των λογικών πυλών γίνεται και στην πράξη με ηλεκτρονικά ελεγχόμενους διακόπτες, όπως θα δούμε αναλυτικά στη συνέχεια. Πριν, όμως, ας δούμε μερικά χρήσιμα στοιχεία από την **άλγεβρα των διακοπών**, η οποία συγγενεύει στενά με την **άλγεβρα Boole**.

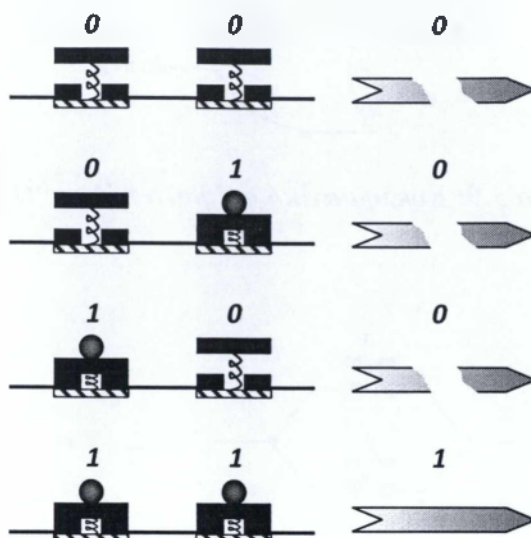
Η άλγεβρα των διακοπών χρησιμοποιεί τις δύο καταστάσεις ενός ηλεκτρικού διακόπτη, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.6.



Σχήμα 3.6: Λογικές καταστάσεις ενός διακόπτη

Όταν ένας διακόπτης είναι ανοικτός, θα θεωρούμε ότι βρίσκεται στη λογική κατάσταση '0', ενώ όταν είναι κλειστός ότι βρίσκεται στη λογική κατάσταση '1'. Επιπλέον, θα λέμε ότι ένα σύστημα διακοπών βρίσκεται συνολικά στη λογική κατάσταση '0' όταν απαγορεύει τη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος (όταν βρίσκεται δηλαδή σε κατάσταση αποκοπής), ενώ όταν επιτρέπει τη διέλευση του ρεύματος (όταν βρίσκεται σε κατάσταση αγωγής) θα λέμε ότι το σύστημα των διακοπών έχει τη λογική κατάσταση '1'.

Ας θεωρήσουμε δύο διακόπτες συνδεδεμένους σε σειρά. Είναι εύκολο να διαπιστώσουμε πως το σύστημα των δύο διακοπών μπορεί να υλοποιήσει τη λογική πράξη AND, όπως υποδεικνύει το Σχήμα 3.7. Είναι γνωστό ότι η λογική πράξη AND (η οποία αντιστοιχεί στη σύζευξη της μαθηματικής λογικής $[\wedge]$, ή στην τομή $[\cap]$ της θεωρίας των συνόλων) υπακούει στον πίνακα αλήθειας του Πίνακα 3.2, το δε κυκλωματικό σύμβολο της λογικής πύλης που την υλοποιεί φαίνεται στο Σχήμα 3.8, ενώ στην άλγεβρα Boole συμβολίζεται με « \cdot ».



Σχήμα 3.7: Υλοποίηση της λογικής πράξης "AND" με διακόπτες

Πίνακας 3.2: Πίνακας αλήθειας για τη λογική πράξη AND

A	B	A·B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



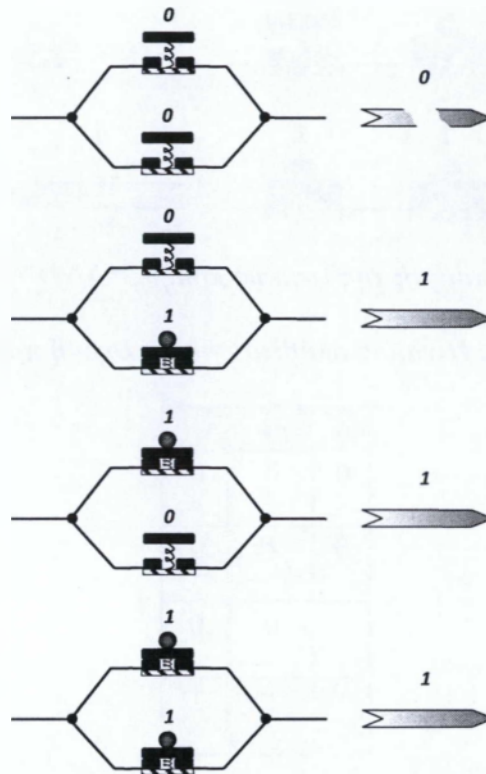
Σχήμα 3.8: Κυκλωματικό σύμβολο πύλης "AND"

Πίνακας 3.3: Πίνακας αλήθειας πύλης για τη λογική πράξη OR

A	B	A+B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



Σχήμα 3.9: Κυκλωματικό σύμβολο πύλης "OR"

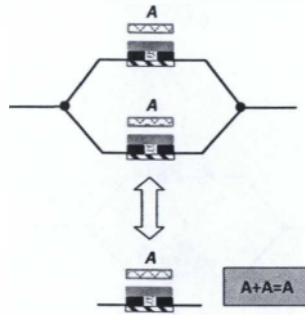


Σχήμα 3.10: Υλοποίηση της λογικής πράξης "OR" με διακόπτες

Μια άλλη χρήσιμη λογική πράξη είναι η πράξη OR (η οποία αντιστοιχεί στη διάζευξη της μαθηματικής λογικής \vee , ή στην ένωση $[U]$ της θεωρίας των συνόλων). Η πράξη OR υπακούει στον πίνακα αλήθειας του Πίνακα 3.3, το δε κυκλωματικό σύμβολο της λογικής πύλης που την υλοποιεί φαίνεται στο Σχήμα 3.9, ενώ στην άλγεβρα Boole συμβολίζεται με «+».

Η υλοποίηση της λογικής πράξης OR μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια δύο παράλληλα συνδεδεμένων διακοπών, όπως εύκολα μπορούμε να διαπιστώσουμε από το Σχήμα 3.10.

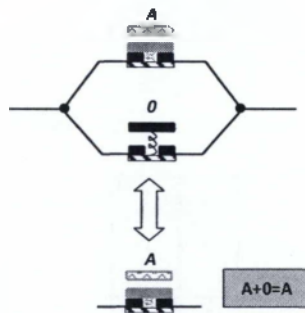
Όλες οι προτάσεις, οι ταυτότητες, και τα θεωρήματα της άλγεβρας Boole μπορούν να αποδειχθούν και με την άλγεβρα των διακοπών. Χαρακτηριστικά παραδείγματα φαίνονται στα Σχήματα 3.11-3.15.



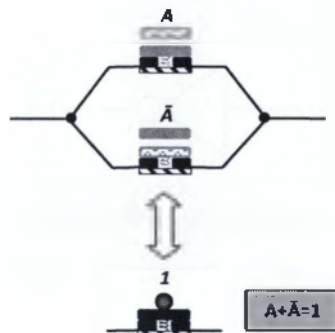
Σχήμα 3.11: Απόδειξη ταυτοτήτων της άλγεβρας Boole με την άλγεβρα διακοπών (1/5)

Στο Σχήμα 3.11 αποδεικνύεται η ταυτότητα $A+A=A$. Η υλοποίηση της πράξης OR γίνεται, όπως είδαμε, με δύο διακόπτες συνδεδεμένους παράλληλα. Στην περίπτωση της πιο πάνω ταυτότητας οι καταστάσεις και των δύο διακοπών καθορίζονται από την τιμή του A , οπότε το σύστημα μπορεί να απλοποιηθεί σε έναν διακόπτη με κατάσταση καθοριζόμενη από το A . Οπότε, η ταυτότητα αποδείχθηκε.

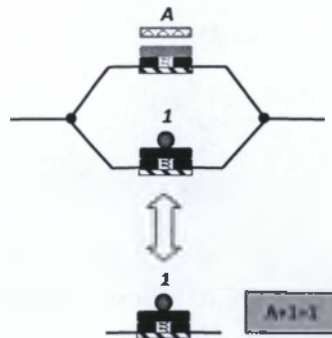
Παρόμοια αποδεικνύονται και οι ταυτότητες των Σχημάτων 3.12 – 3.15. Θα πρέπει εδώ να θυμηθούμε πως ο συμβολισμός \bar{A} στην άλγεβρα Boole υποδηλώνει το συμπλήρωμα του A , αντιστοιχεί δηλαδή στη λογική πράξη της άρνησης, η οποία κυκλωματικά υλοποιείται από μια πύλη NOT, ο πίνακας αλήθειας της οποίας φαίνεται στον Πίνακα 3.4, το δε κυκλωματικό της σύμβολο στο Σχήμα 3.16. Όπως θα δούμε και στη συνέχεια, η υλοποίηση μιας πύλης NOT μόνο με διακόπτες δεν είναι δυνατή.



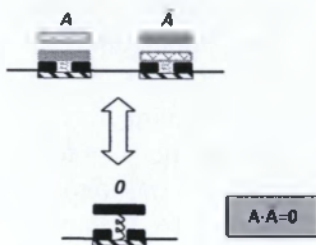
Σχήμα 3.12: Απόδειξη ταυτοτήτων της άλγεβρας Boole με την άλγεβρα διακοπών (2/5)



Σχήμα 3.13: Απόδειξη ταυτοτήτων της άλγεβρας Boole με την άλγεβρα διακοπών (3/5)



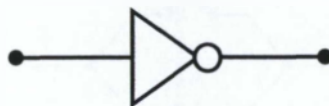
Σχήμα 3.14: Απόδειξη ταυτοτήτων της άλγεβρας Boole με την άλγεβρα διακοπών (4/5)



Σχήμα 3.15: Απόδειξη ταυτοτήτων της άλγεβρας Boole με την άλγεβρα διακοπών (5/5)

Πίνακας 3.4: Πίνακας αλήθειας πύλης για τη λογική πράξη NOT

A	\bar{A}
0	1
1	0



Σχήμα 3.16: Κυκλωματικό σύμβολο πύλης “NOT”

3.4

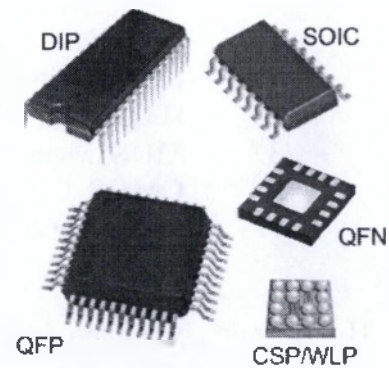
Κυκλωματική υλοποίηση λογικών πυλών

Η κυκλωματική υλοποίηση των λογικών πυλών μπορεί να γίνει σύμφωνα με τις αρχές της άλγεβρας διακοπών που ήδη παρουσιάσαμε. Τη λειτουργία του διακόπτη μπορούν να αναλάβουν διάφορες ηλεκτρονικές διατάξεις (π.χ. δίοδος [υπό την αίρεση των παρατηρήσεων που θα γίνουν στη συνέχεια], διπολικό τρανζίστορ, τρανζίστορ MOS), με τις οποίες δομούνται **οικογένειες λογικών πυλών** η ονομασία των οποίων καθορίζεται κυρίως από τη διάταξη που έχει το ρόλο του διακόπτη.

3.4.1

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

Για την υλοποίηση της συντριπτικής πλειοψηφίας των ηλεκτρονικών ψηφιακών διατάξεων χρησιμοποιούνται **ολοκληρωμένα κυκλώματα** (Integrated Circuits, ICs). Ένα Ολοκληρωμένο Κύκλωμα (ΟΚ) είναι ένας κρύσταλλος ημιαγωγού (πυρίτιο), μικρών διαστάσεων, που ονομάζεται **chip** και περιέχει μεγάλο αριθμό κατάλληλα συνδεδεμένων ηλεκτρονικών στοιχείων (αντιστάσεις, δίοδους, τρανζίστορ κ.λπ.), τα οποία αποτελούν ένα συγκεκριμένο ηλεκτρονικό κύκλωμα. Το chip τοποθετείται σε πλαστικό – εποξικό ή κεραμικό περίβλημα (package) και οι εσωτερικές του επαφές συνδέονται με τους εξωτερικούς ακροδέκτες (pins). Τα περιβλήματα μπορεί να είναι διαφόρων ειδών (π.χ. διπλογραμμικά (DIP, Dual In line Package), επίπεδα (flat) κ.λπ.), όπως φαίνεται και στο σχήμα.



Τα πλεονεκτήματα των ΟΚ σε σχέση με τα ηλεκτρονικά κυκλώματα διακριτών στοιχείων είναι το χαμηλό κόστος κατασκευής, η μικρότερη κατανάλωση ενέργειας και το πολύ μικρό τους μέγεθος.

3.4.2

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ

Με βάση τον αριθμό των ηλεκτρονικών στοιχείων (π.χ. τον αριθμό των πυλών) που περιέχουν, τα ΟΚ διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

1. **SSI**, Small Scale Integration (μικρή κλίμακα ολοκλήρωσης 1-12 πύλες ανά OK)
2. **MSI**, Medium Scale Integration (μεσαία κλίμακα ολοκλήρωσης, 13-99 πύλες ανά OK)
3. **LSI**, Large Scale Integration (μεγάλη κλίμακα ολοκλήρωσης, 100-9999 πύλες ανά OK)
4. **VLSI**, Very Large Scale Integration (πολύ μεγάλη κλίμακα ολοκλήρωσης, 10000-99999 πύλες ανά OK)
5. **ULSI**, Ultra Large Scale Integration (εξαιρετικά μεγάλη κλίμακα ολοκλήρωσης (πάνω από 100000 πύλες ανά OK)

Με βάση τα ηλεκτρονικά τους χαρακτηριστικά, τα OK κατατάσσονται σε **λογικές οικογένειες (logic families)**. Οι πρώτες οικογένειες που εμφανίστηκαν ήταν η RTL (Resistor – Transistor Logic) και η DTL (Diode – Transistor Logic) οι οποίες σήμερα δεν χρησιμοποιούνται.

Άλλες οικογένειες είναι οι εξής:



1. **ECL**, Emitter Coupled Logic
2. **HTL**, High Threshold Logic
3. **MOS**, Metal Oxide Semiconductor
4. **CMOS**, Complementary MOS
5. **TTL**, Transistor – Transistor Logic

Η τελευταία είναι η πιο διαδεδομένη σήμερα σειρά.

3.4.3

ΣΥΜΒΟΛΑ ΤΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ ΑΛΗΘΕΙΑΣ

Στους πίνακες αλήθειας των OK που βρίσκουμε στα βιβλία των κατασκευαστών χρησιμοποιούνται συνήθως τα παρακάτω σύμβολα:

- ❖ H (High) Λογική κατάσταση 1
- ❖ L (Low) Λογική κατάσταση 0
- ❖ X Οποιαδήποτε λογική κατάσταση
- ❖ ↑ Μετάβαση από L σε H
- ❖ ↓ Μετάβαση από H σε L
- ❖ Z Κατάσταση υψηλής αντίστασης
- ❖  Θετικός παλμός χρονισμού
- ❖  Αρνητικός παλμός χρονισμού

3.4.4

ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ

Κάθε ΟΚ φέρει έναν κωδικό που υποδηλώνει τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του και την κατασκευάστρια εταιρεία. Ο κωδικός αυτός αποτελείται κατά κανόνα από πέντε πεδία:

1^ο: Κατασκευάστρια Εταιρεία

MC, Motorola

DM, National Semiconductor

SN, Texas Instruments

HD, Hitachi

MN, Panasonic

F, Fairchild

P, Intel

2^ο: Προδιαγραφές Λειτουργίας

74, Εμπορικές Προδιαγραφές

54, Στρατιωτικές Προδιαγραφές

3^ο: Λογική Οικογένεια

LS, Low Power Schottky

L, Low Power

S, Schottky

ALS, Advanced Low power Schottky

AS, Advanced Schottky

C, CMOS

HCU, High Speed CMOS Unbuffered

HCT, High Speed CMOS

4^ο: Τύπος

00, τέσσερις NAND δύο εισόδων,

01, τέσσερις NAND δύο εισόδων με εξόδους ανοικτού συλλέκτη

02, τέσσερις NOR δύο εισόδων

04, έξι αναστροφείς

05, έξι αναστροφείς με εξόδους ανοικτού συλλέκτη

08, τέσσερις AND δύο εισόδων

09, τέσσερις AND δύο εισόδων με εξόδους ανοικτού συλλέκτη

10, τρεις NAND τεσσάρων εξόδων

20, δύο NAND τεσσάρων εισόδων

32, τέσσερις OR δύο εισόδων

86, τέσσερις XOR δύο εισόδων

5^ο: Τύπος περιβλήματος (συσκευασίας)

N, πλαστικό DIP

M, Επίπεδο

Παράδειγμα

SN74LS00N

SN, Texas Instruments

74, εμπορικές προδιαγραφές

LS, Low Power Schottky

00, τέσσερις NAND δύο εισόδων

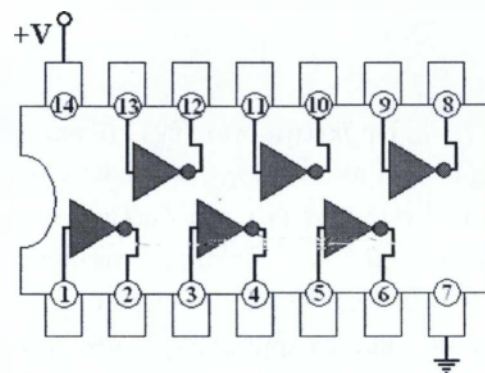
N, πλαστικό DIP

3.5

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΕΣ ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΠΥΛΕΣ

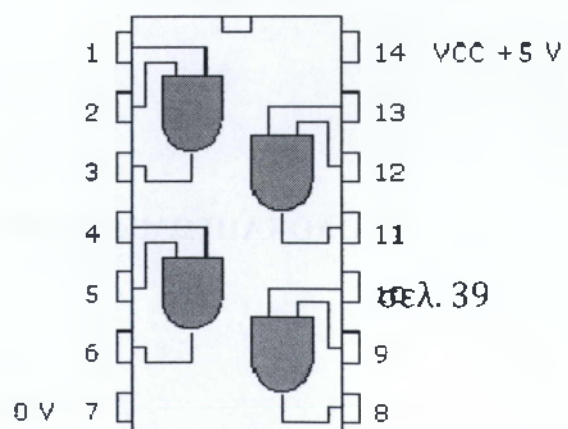
A. ΤΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ 7404

Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο που περιέχει έξι πύλες NOT όπως φαίνεται και στο διπλανό σχηματικό διάγραμμα. Οι λογικές στάθμες που χρησιμοποιεί είναι 0V (L) και 5V (H) οι οποίες και εφαρμόζονται κατά τον τρόπο που υπαγορεύει το σχήμα. Για περισσότερες λεπτομέρειες παραπέμπουμε στο φύλλο δεδομένων του ολοκληρωμένου που βρίσκεται στα παραρτήματα.



B. ΤΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ 7408

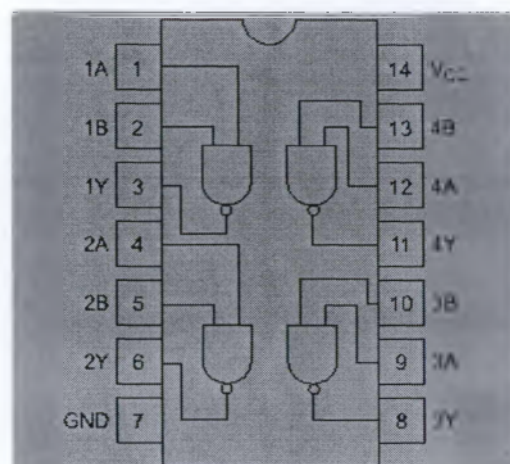
Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα που περιέχει τέσσερις πύλες AND όπως φαίνεται και στο διπλανό σχηματικό



διάγραμμα. Οι λογικές στάθμες που χρησιμοποιεί είναι 0V (L) και 5V (H) οι οποίες και εφαρμόζονται κατά τον τρόπο που υπαγορεύει το σχήμα. Για περισσότερες λεπτομέρειες παραπέμπουμε στο φύλλο δεδομένων του ολοκληρωμένου που βρίσκεται στα παραρτήματα.

Γ. ΤΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ 7400

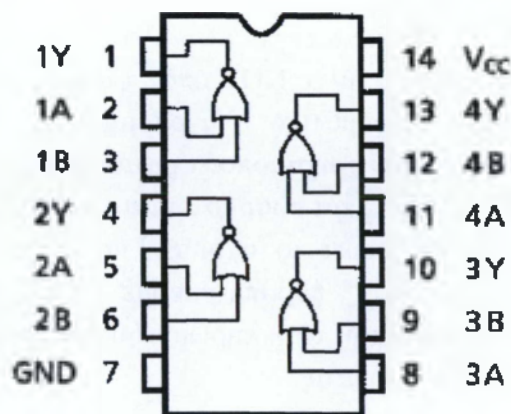
Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα που περιέχει τέσσερις πύλες NAND όπως φαίνεται και στο διπλανό σχηματικό διάγραμμα. Οι λογικές στάθμες που χρησιμοποιεί είναι 0V (L) και 5V (H) οι οποίες και εφαρμόζονται κατά τον τρόπο που υπαγορεύει το σχήμα. Για περισσότερες λεπτομέρειες παραπέμπουμε στο φύλλο δεδομένων του ολοκληρωμένου που βρίσκεται στα παραρτήματα.



δεδομένων του ολοκληρωμένου που

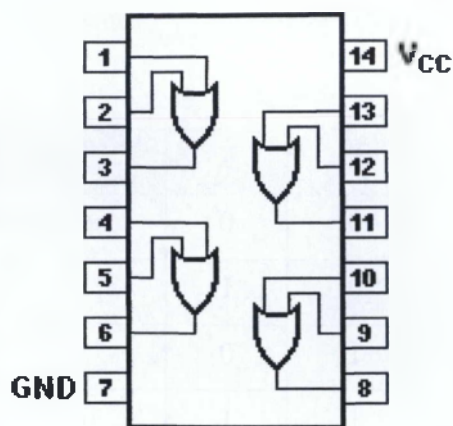
Δ. ΤΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ 7402

Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα που περιέχει τέσσερις πύλες NOR όπως φαίνεται και στο διπλανό σχηματικό διάγραμμα. Οι λογικές στάθμες που χρησιμοποιεί είναι 0V (L) και 5V (H) οι οποίες και εφαρμόζονται κατά τον τρόπο που υπαγορεύει το σχήμα. Για περισσότερες λεπτομέρειες παραπέμπουμε στο φύλλο δεδομένων του ολοκληρωμένου που βρίσκεται στα παραρτήματα.



Ε. ΤΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ 7432

Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα που περιέχει τέσσερις πύλες OR όπως φαίνεται και στο διπλανό σχηματικό διάγραμμα. Οι λογικές στάθμες που χρησιμοποιεί είναι 0V (L) και 5V (H) οι οποίες και εφαρμόζονται κατά τον τρόπο που υπαγορεύει το σχήμα. Για περισσότερες λεπτομέρειες παραπέμπουμε στο φύλλο δεδομένων του ολοκληρωμένου που βρίσκεται στα παραρτήματα.



3.6

FLIP FLOP

Ο όρος flip flop (ή διασταθής πολυδονητής) αναφέρεται σε ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα με δύο σταθερές καταστάσεις το οποίο μπορεί να χρησιμεύσει ως μνήμη ενός δυαδικού ψηφίου. Το flip flop είναι κύκλωμα ακολουθιακό μιας και η τιμή των εξόδων του εξαρτάται όχι μόνο από τις τιμές των εισόδων του αλλά και από τις τιμές των εξόδων του την προηγούμενη χρονική στιγμή.

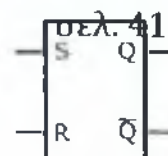
3.6.1

ΤΥΠΟΙ

Οι σπουδαιότεροι τύποι flip flop είναι οι εξής:

SR (Set – Reset)

Καλείται και μανδαλωτής (Latch). Ο πίνακας λειτουργίας και το σύμβολό του



φαίνονται πιο κάτω.

S	R	Ενέργεια
0	0	Διατηρεί την κατάσταση του
0	1	Q=0
1	0	Q=1
1	1	Μη επιτρεπτός συνδυασμός (ασταθής έξοδος)

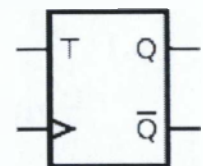
T (Toggle)

Σε αντίθεση με το προηγούμενο διαθέτει και είσοδο για χρονισμό που απεικονίζεται με > στο σύμβολό του. Η συμπεριφορά του περιγράφεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$Q_{\text{επόμενο}} = Q \oplus T$$

Ο πίνακας λειτουργίας και το σύμβολό του φαίνονται πιο κάτω.

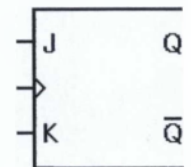
Q	T	Q _{επόμενο}	Ενέργεια
0	0	0	Διατηρεί την κατάσταση του
0	1	1	Διατηρεί την κατάσταση του
1	0	1	Αλλάζει κατάσταση
1	1	0	Αλλάζει κατάσταση



B3.
JK

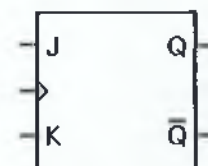
Αποτελεί βελτίωση του μανδαλωτή SR μιας και δεν έχει μη επιτρεπτό συνδυασμό εισόδων και διαθέτει, επίσης, είσοδο χρονισμού. Ο πίνακας λειτουργίας και το σύμβολό του φαίνονται πιο κάτω.

J	K	Q _{επόμενο}	Ενέργεια
0	0	Q	Διατηρεί την κατάσταση του
0	1	0	Reset
1	0	1	Set
1	1	\bar{Q}	Αλλάζει κατάσταση



D

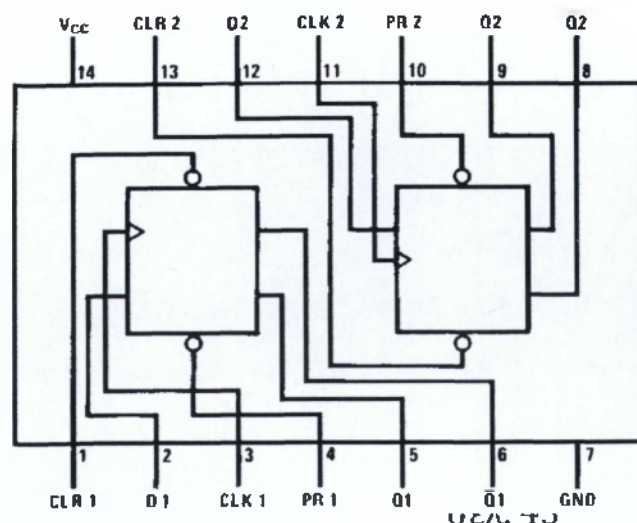
Διαθέτει μια μονάχα είσοδο, πλην της εισόδου χρονισμού. Σε κάθε μέτωπο του παλμού ρολογιού μεταφέρει στην έξοδό του την τρέχουσα τιμή στην είσοδό του, διατηρώντας την τιμή αυτή μέχρι το επόμενο μέτωπο. Το σύμβολό του φαίνεται πιο κάτω.



3.6.2

ΤΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ 7474

Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα που περιέχει δύο flip flop τύπου D όπως φαίνεται και στο διπλανό σχηματικό διάγραμμα. Οι λογικές στάθμες που χρησιμοποιεί είναι 0V (L) και 5V (H) οι οποίες και εφαρμόζονται κατά τον τρόπο που υπαγορεύει το σχήμα. Διαθέτει επίσης εισόδους Preset (PR) οι οποίες θέτουν στη λογική μονάδα (H)

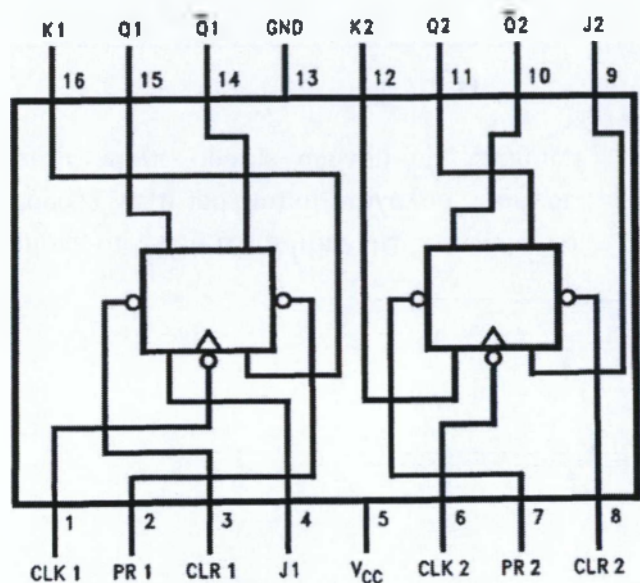


την έξοδο του αντίστοιχου flip flop όταν τεθούν στο λογικό μηδέν. Παρόμοια, οι εισοδοί Clear (CLR) μηδενίζουν την έξοδο του αντίστοιχου flip flop όταν τεθούν στο λογικό μηδέν. Για περισσότερες λεπτομέρειες παραπέμπουμε στο φύλλο δεδομένων του ολοκληρωμένου που βρίσκεται στα παραρτήματα.

3.6.3

ΤΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ 7476

Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα που περιέχει δύο flip flop τύπου JK όπως φαίνεται και στο διπλανό σχηματικό διάγραμμα. Οι λογικές στάθμες που χρησιμοποιεί είναι 0V (L) και 5V (H) οι οποίες και εφαρμόζονται κατά τον τρόπο που υπαγορεύει το σχήμα. Διαθέτει επίσης εισόδους Preset (PR) οι οποίες θέτουν στη λογική μονάδα (H) την έξοδο του αντίστοιχου flip flop όταν τεθούν στο λογικό μηδέν. Παρόμοια, οι εισοδοί Clear (CLR) μηδενίζουν την έξοδο του αντίστοιχου flip flop όταν τεθούν στο λογικό μηδέν. Για περισσότερες λεπτομέρειες παραπέμπουμε στο φύλλο δεδομένων του ολοκληρωμένου που βρίσκεται στα παραρτήματα.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Denshi Block

4.1

Λίγα λόγια για το Denshi Block

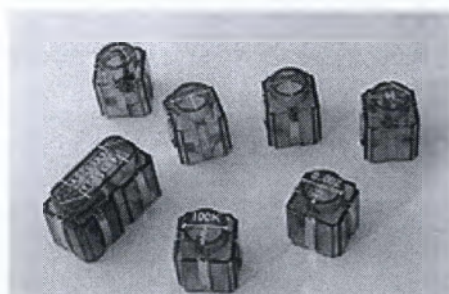
Το **Denshi Block** (ή ηλεκτρονικό μπλοκ) είναι ένα μικρό πλαστικό κουτί που περιέχει ένα ηλεκτρονικό συστατικό.

Τα μπλοκ χρησιμοποιούνται σε ορισμένα εκπαιδευτικά πακέτα ηλεκτρονικών ειδών, όπως είναι το Gakken EX-150 , για να επιτρέψουν πειράματα που πρέπει να εκτελεστούν εύκολα και με ασφάλεια.

Το μέγεθος και το σχήμα των Denshi μπλοκ εξαρτάται από το kit από το οποίο προέρχονται.

Τα μπλοκ του συγκεκριμένου πακέτου θα έχουν το ίδιο ύψος, συνήθως μερικά εκατοστά, και καλύπτουν μια ορθογώνια περιοχή, λίγα εκατοστά από κάθε πλευρά.

Έχουν σχεδιαστεί για να χωρέσουν σε ένα πλέγμα τετραγώνων, ώστε τα μπλοκ να καταλαμβάνουν πάντα κάποια ορθογώνια περιοχή από αυτά τα τετράγωνα, με την πλειονότητα των τμημάτων που κατέχουν μόνο ένα τετράγωνο.



Εικόνα 1. Αρκετά μπλοκ Denshi από την Gakken EX-150.

Τα περισσότερα block περιέχουν είτε ένα ενιαίο ηλεκτρονικό εξάρτημα, για παράδειγμα μια αντίσταση, ή απλά κάποιες καλωδιώσεις. Κάποια ασυνήθιστα μπλοκ περιέχουν σύνθετα κυκλώματα, για παράδειγμα, ένα synthesizer ήχου στην Gakken EX-System ή έναν μικροϋπολογιστή στο Gakken FX-System. Συνήθως, μια σχηματική παράσταση των περιεχομένων των block είναι τυπωμένη πάνω τους.

Οι πλευρές του κάθε μπλοκ είναι αγωγίμες μεταλλικές λωρίδες, έτσι ώστε όταν δύο μπλοκ τίθενται δίπλα-δίπλα, οι μεταλλικές λωρίδες αφής επιτρέπουν ηλεκτρική ενέργεια να ρέει μεταξύ τους.

Ένα κύκλωμα είναι χτισμένο με την τοποθέτηση διαμορφωμένων Denshi μπλοκ σε ένα δισδιάστατο πλέγμα.

Οι οδηγίες για την κατασκευή του κυκλώματος χρειάζονται μόνο για να δείχνουν το που θα τοποθετηθούν τα μπλοκ του πλέγματος.

Εξαιτίας της δισδιάστατης διάταξης και τις ετικέτες για το μπλοκ, μια διαμόρφωση του μπλοκ μοιάζει με ένα σχηματικό του κυκλώματος.

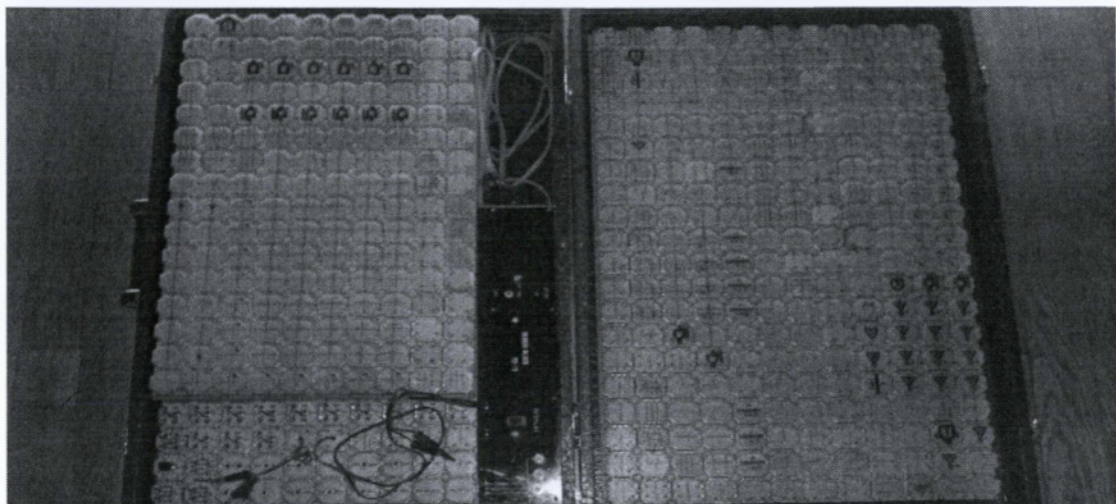
Ενώ τα περισσότερα Denshi μπλοκ έχουν ένα τυποποιημένο μέγεθος, υπάρχουν ορισμένα μεγαλύτερα μπλοκ που περιέχουν σύνθετα εξαρτήματα.

Ειδικότερα, το συνθεσάιζερ μπλοκ και το FM tuner είναι πολύ μεγαλύτερα, που καταλαμβάνουν έκταση 4x5 πρότυπα μπλοκ και 3x6 πρότυπα μπλοκ, αντίστοιχα.

4.1.1

Η κύρια μονάδα

Η κύρια μονάδα διαθέτει το δίκτυο του μπλοκ (που έχει χώρο για 6x8 πρότυπα μπλοκ), τις μπαταρίες και κάποια πρόσθετα στοιχεία κυκλώματος.



4.1.2

Εξωτερικές συσκευές

Ορισμένα κυκλώματα απαιτούν συσκευές οι οποίες είναι ακατάλληλες για τοποθέτηση μέσα στο μπλοκ.

Αυτά έχουν καλώδια που καταλήγουν σε επίπεδες μεταλλικές επαφές, και συνδέονται με το κύκλωμα με την ολίσθηση των επαφών μεταξύ των μεταλλικών ταινιών των δύο γειτονικών τμημάτων.

Ορισμένα πειράματα περιλαμβάνουν επίσης μη ηλεκτρικές συσκευές, για παράδειγμα, οι οπτικές ίνες από το οπτικό κιτ πειραμάτων.

Οι οπτικές ίνες συνδέονται μέσω ενός ειδικού μπλοκ.

4.1.3

Το πρωτότυπο EX-System κιτ

Τα ονόματα του αρχικού σετ, EX-15, EX-30, κλπ., δίνουν τον αριθμό των πειραμάτων που θα μπορούσε να γίνει με αυτά. Με την αγορά πακέτων επέκτασης, EX-A, EX-B, κτλ., οποιοδήποτε από τα πακέτα θα μπορούσε να αναβαθμιστεί για να υποστηρίξει το σύνολο των 191 πειραμάτων. Κάθε κιτ επέκτασης προσθέτει νέα μπλοκ Denshi και συνοδεύεται από ένα κομμάτι μίας εξωτερικής συσκευής ή κάποιο κύκλωμα που θα εγκατασταθεί στην κύρια μονάδα. Το EX-FM kit είναι συμβατό με όλα τα βασικά πακέτα, αν και μερικά από τα πειράματα της απαιτούν μπλοκ από μεταγενέστερες σειρές κιτ.

4.1.4

Η επανέκδοση κιτ

Η επανέκδοση του EX-150 kit από το 2002 είναι σχεδόν πανομοιότυπη με το αρχικό EX-150 κιτ από τη δεκαετία του 1970. Λόγω των διαφορών όσον αφορά τη διαθεσιμότητα ορισμένων εξαρτημάτων, υπάρχουν αλλαγές σε μερικά από τα κυκλώματα. Μια συνέπεια είναι ότι μερικά από τα πειράματα έχουν μεταβληθεί.

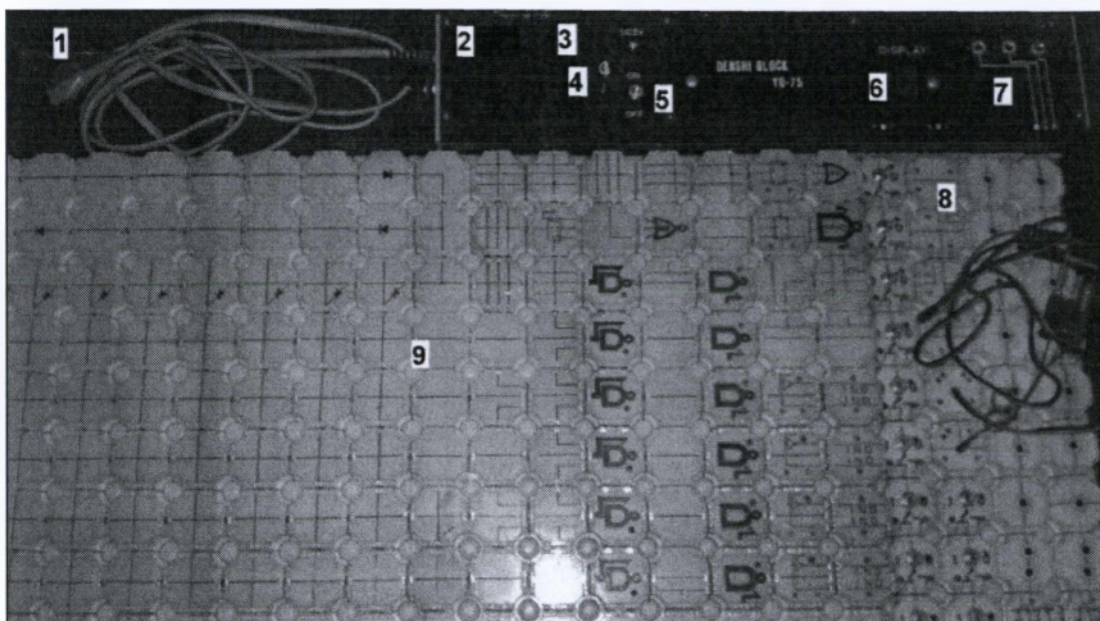
4.1.5

Κιτ Οπτικής Επέκτασης(Optical expansion kit)

Η επανέκδοση EX-150 πωλήθηκε αρκετά καλά για να δικαιολογήσει ένα κιτ επέκτασης. Είναι σχεδιασμένο για την επανέκδοση EX-150 και μόνο, κατά τους ισχυρισμούς, δεν θα συνεργαστεί με το πρωτότυπο. Η επέκταση περιλαμβάνει στοιχεία για την εκτέλεση των οπτικών πειραμάτων, συμπεριλαμβανομένων LED μπλοκ, οπτικές ίνες και 555 IC χρονόμετρο μπλοκ. Επειδή ορισμένα από τα πειράματα αφορούν δύο ξεχωριστά κυκλώματα, παρέχεται επίσης ένας πλαστικός δίσκος με χώρο για 6 x 5 πρότυπο μπλοκ.

4.2

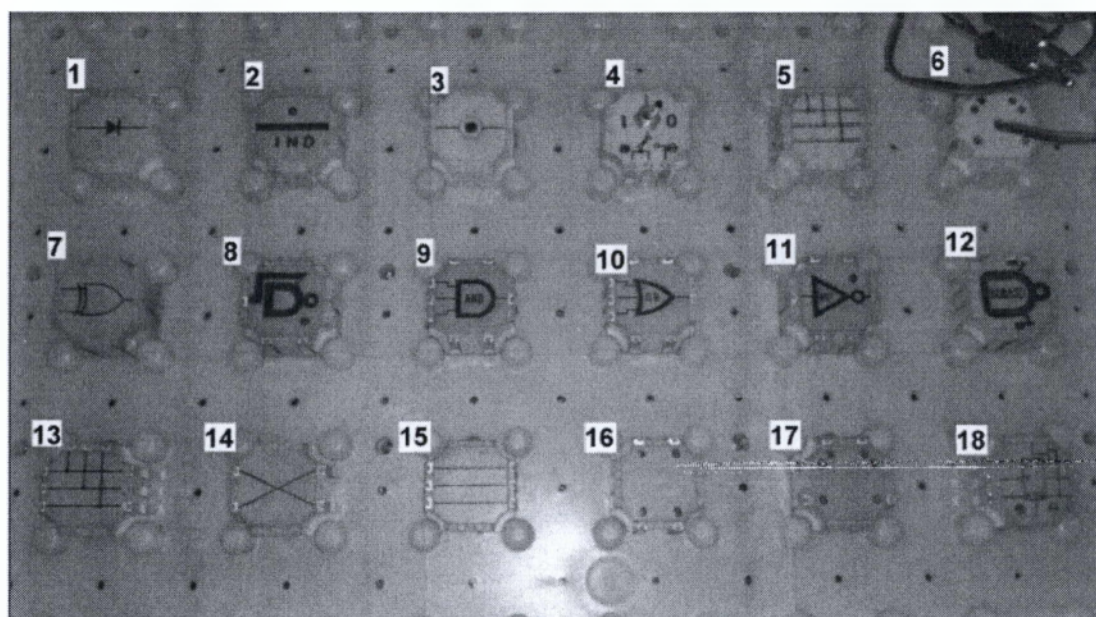
Τμηματική περιγραφή της βαλίτσας Denshi Block



- 1) Καλώδιο τροφοδοσίας
- 2) Τροφοδοτικό DC 5V
- 3) Ενδεικτική λυχνία

- 4) Ασφάλεια 1A
- 5) Διακόπτης ON/OFF
- 6) Οθόνη SSD (SEVEN-SEGEMENT Display)
- 7) Υποδοχέας βυσμάτων τροφοδοσίας
- 8) Blocks

ΒΑΣΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΕΝΟΣ DENSHI BLOCK



- 1) Δίοδος
- 2) Ενδείκτης ψηφιακής στάθμης
- 3) Κινητός υποδοχέας βύσματος
- 4) Διακόπτης
- 5) Διακλαδωτής

- 6) Καλώδια τροφοδοσίας
- 7) XOR
- 8) NAND με ενδεικτική λυχνία
- 9) AND τριών εισόδων
- 10) OR τριών εισόδων
- 11) NOT με ενδεικτική λυχνία
- 12) NAND
- 13),14),15),16),17) Καλωδιώσεις
- 18) Ολοκληρωμένο κύκλωμα J-K flip flop

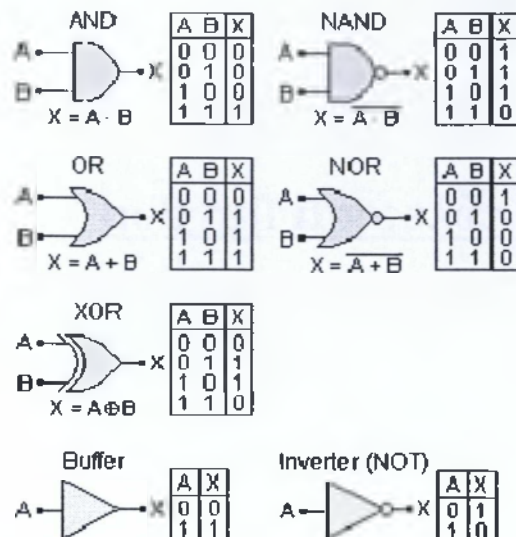
4.3

Πύλες

Οι λογικές πύλες (ή απλά πύλες) είναι οι θεμελιώδεις δομικές μονάδες των ψηφιακών κυκλωμάτων. Όπως φαίνεται και από την ονομασία τους λειτουργούν σαν διακόπτες "ανοίγοντας" και "κλείνοντας", ώστε να επιτρέπουν ή όχι τη ροή ψηφιακής πληροφορίας. Με τις πύλες εκτελούνται απλές λογικές πράξεις σε μεταβλητές boolean (της άλγεβρας **Boole**), δηλ. μεταβλητές δυαδικού χαρακτήρα, που μπορούν να έχουν μία από δύο μόνο τιμές ή καταστάσεις (0 / 1, χαμηλή / υψηλή, λάθος / σωστό).

Από ηλεκτρική άποψη και για την οικογένεια ψηφιακών ηλεκτρονικών εξαρτημάτων TTL (transistor-transistor-logic), οι λογικές καταστάσεις 0 and 1 ισοδυναμούν σε τάσεις στην περιοχή 0-0,7 V και 2,5-5 V, αντίστοιχα.

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται ο ηλεκτρονικός συμβολισμός διάφορων τύπων πυλών μαζί με τους αντίστοιχους "πίνακες αλήθειας" και τη συμβολική λογική έκφραση. Όλες οι αναφερόμενες μεταβλητές (ή σήματα εισόδου-εξόδου) A, B, X, ... είναι boolean. είναι boolean.



Οι πλέον τυπικές λογικές πράξεις πραγματοποιούνται με τις πύλες AND (ΚΑΙ) και OR (Ή). Η λογική έκφραση για την πράξη και είναι "εάν το A είναι σωστό ΚΑΙ το B είναι σωστό, τότε το X είναι σωστό". Για την πράξη OR η αντίστοιχη έκφραση είναι "εάν το A είναι σωστό Ή το B είναι σωστό, τότε το X είναι σωστό". Οι αντεστραμμένες λογικές πύλες "ΚΑΙ" και "Ή" είναι γνωστές ως NAND (και όχι, όχι-ΚΑΙ) και NOR (ή όχι, όχι-Ή). Η πύλη XOR (Exclusive-OR, αποκλειστικός-Ή) πραγματοποιεί τη λογική έκφραση "εάν το A διαφέρει από το B τότε το X είναι σωστό" και συχνά αναφέρεται ως "ανιχνευτής ανισότητας".

Ο απομονωτής δεν αλλάζει τη λογική κατάσταση της εισόδου του και χρησιμοποιείται μόνο στις περιπτώσεις που χρειάζεται να αυξηθεί η ικανότητα οδήγησης (άλλων πυλών) της εξόδου μιας πύλης. Ο αντιστροφέας είναι πολύ πιο σημαντικός και χρησιμοποιείται για την αντιστροφή μιας λογικής κατάστασης, δηλ. εκτελεί τη λογική πράξη της άρνησης (άρνηση, ΟΧΙ). Οι λογικές εκφράσεις για τον απομονωτή και τον αντιστροφέα είναι "το X είναι A" και "το X είναι ΟΧΙ A", αντίστοιχα.

Οι πύλες AND, OR, NAND και NOR μπορούν να έχουν περισσότερες από δύο εισόδους. Στις περιπτώσεις αυτές οι αντίστοιχοι πίνακες αλήθειας επεκτείνονται, ώστε να περιλάβουν όλους τους δυνατούς συνδυασμούς λογικών σημάτων εισόδου, όπως επίσης και οι αντίστοιχες εκφράσεις τους. Για παράδειγμα, η λογική έκφραση για πύλη ΚΑΙ 4 εισόδων η έκφραση είναι "εάν το A είναι σωστό ΚΑΙ το B είναι σωστό ΚΑΙ το C είναι σωστό ΚΑΙ το D είναι σωστό, τότε το X είναι σωστό" και η έκφραση για μια πύλη NOR 3 εισόδων είναι "εάν το A είναι σωστό Ή το B είναι σωστό Ή το C είναι σωστό, τότε το X είναι λάθος".

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Πειράματα με πύλες και flip flop

5.1

Η ΠΥΛΗ ΟΧΙ-ΑΝΑΣΤΡΟΦΕΑΣ (NOT)

5.1.1

Θεωρητικό μέρος

Η λογική πύλη NOT αποτελείται από μία είσοδο και μία έξοδο. Στην λειτουργία της αντιστρέφει την λογική κατάσταση της εισόδου. Δηλαδή αν στην είσοδο της πύλης NOT έχουμε λογικό 0, τότε στην έξοδό της θα έχουμε λογικό 1 και αντίστροφα. Η λειτουργία της πύλης NOT απεικονίζεται και στον παρακάτω πίνακα αληθείας.

Μια πύλη NOT (ή αναστροφέας, Inverter) πρόκειται για μια ψηφιακή λογική πύλη που υλοποιεί την λογική άρνηση και υπακούει στον ακόλουθο πίνακα αλήθειας:

ΕΙΣΟΔΟΣ	ΕΞΟΔΟΣ
0	1
1	0

ή αλλιώς :

ΕΙΣΟΔΟΣ	ΕΞΟΔΟΣ
L	H
H	L

Όπου L (low) λογική κατάσταση 0 και

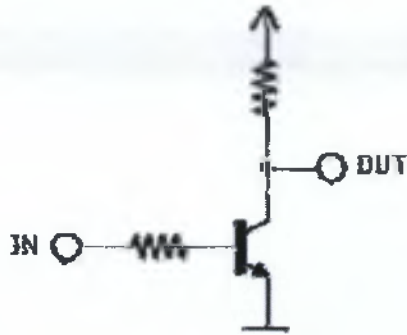
H (high) λογική κατάσταση 1

Το συνηθέστερο λογικό σύμβολο του αναστροφέα είναι το εξής:



ΑΝΑΣΤΡΟΦΕΑΣ (NOT) RTL(Resistor-Transistor Logic)

Ένα απλό κύκλωμα αναστροφέα με διπολικό τρανζίστορ φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Ως (L) χρησιμοποιείται η τάση των 0V και ως λογικό 1 (H) η τιμή της τάσης τροφοδοσίας. Όταν στην είσοδο εφαρμόζεται L, το transistor είναι περίπου ίση με την τάση τροφοδοσίας + Vcc. Όταν η είσοδος είναι H το transistor μεταπίπτει στον κόρο και η τάση εξόδου είναι (L). Για την ακρίβεια, η τάση εξόδου γίνεται ίση με την τάση κόρου $V_{ce(sat)}$ του transistor που είναι συνήθως μερικά δέκατα του Volt.

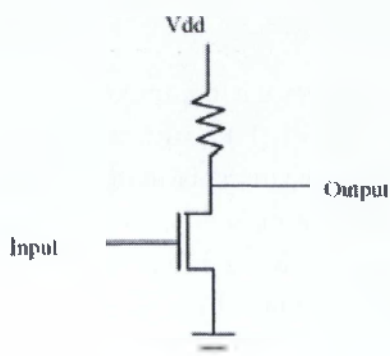


Το κύκλωμα αυτό προφανώς απαρτίζεται στην οικογένεια RTL αφού απαρτίζεται από αντιστάσεις και τρανζίστορ.

ΑΝΑΣΤΡΟΦΕΑΣ (NOT) n-MOS

Ένα απλό κύκλωμα με αναστροφή με τρανζίστορ MOS είναι αυτό του σχήματος και η αρχή λειτουργίας του έχει ως εξής:

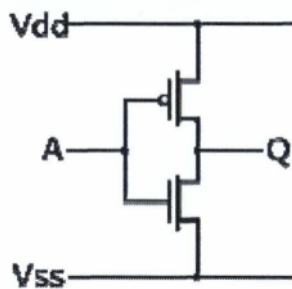
Όταν η τάση εισόδου είναι 0 V (L) το τρανζίστορ βρίσκεται στην αποκοπή και η τάση τροφοδοσίας μεταφέρεται ως έχει στην έξοδο η οποία, επομένως, παίρνει την τιμή H. Όταν η τάση εισόδου είναι V_{dd} (H) το τρανζίστορ λειτουργεί στον κόρο και η πτώση τάσης στην αντίσταση οδηγεί την έξοδο σε λογικό 0 (L).



Το βασικό μειονέκτημα της συνδεσμολογίας αυτής είναι ότι η αντίσταση καταναλώνει ισχύ διαρκώς (σε σταθερή κατάσταση) και ξεπερνιέται με την συνδεσμολογία CMOS της ακόλουθης παραγράφου.

ΑΝΑΣΤΡΟΦΕΑΣ (NOT) CMOS

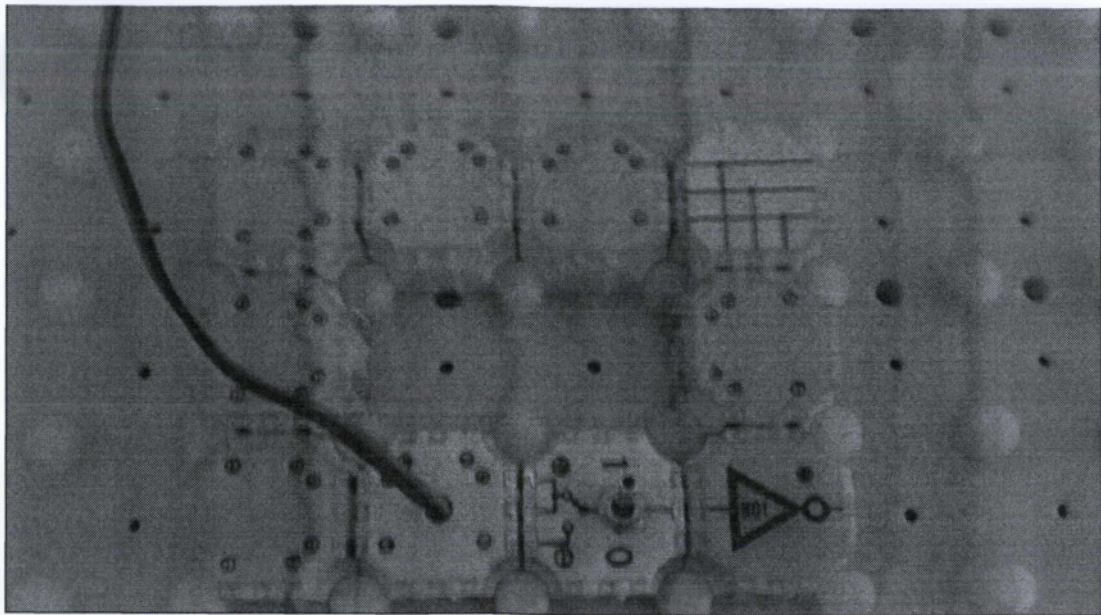
Στο παρακάτω κύκλωμα φαίνεται η συνδεσμολογία ενός αναστροφέα CMOS. Χρησιμοποιεί δύο συμπληρωματικά τρανζίστορ MOS ώστε όταν το ένα λειτουργεί στον κόρο το άλλο να βρίσκεται στην αποκοπή. Συγκεκριμένα, όταν η είσοδος είναι το L το n-MOS είναι στην αποκοπή και το p-MOS άγει οδηγώντας την έξοδο σε H μέσω της τροφοδοσίας V_{dd} . Αντίθετα όταν η είσοδος είναι H το p-MOS είναι αποκομμένο, ενώ το n-MOS οδηγεί την έξοδο στην τιμή V_{ss} (L).



5.1.2

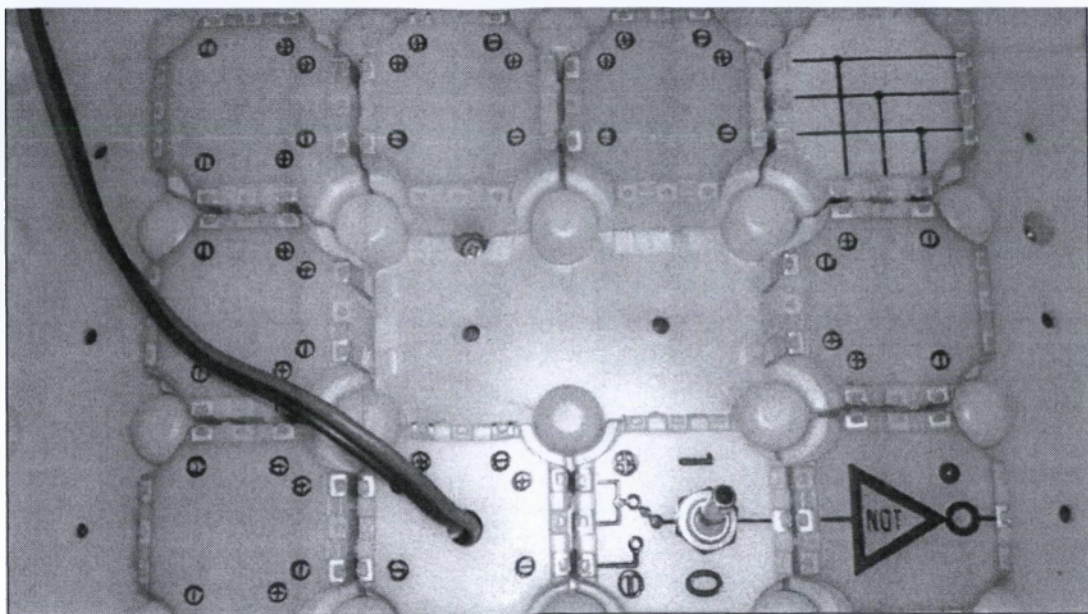
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΠΥΛΗΣ NOT ΜΕΣΩ ΤΟΥ DENSHI BLOCK



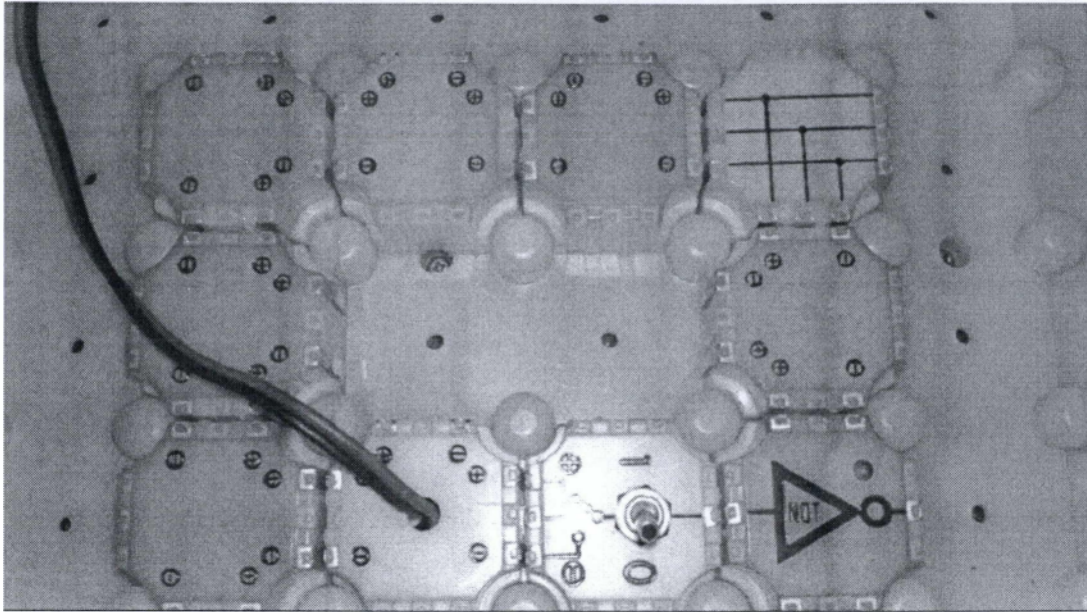
Η δημιουργία ενός κυκλώματος για την λειτουργία μιας πύλης NOT είναι πολύ απλή. Το μόνο που χρειάζεται είναι η τροφοδοσία, ένας διακόπτης, πύλη NOT και τα καλώδια. Η σωστή διάταξη απεικονίζεται παραπάνω.

Ως γνωστόν και από τα παραπάνω το αποτέλεσμα της λειτουργίας μιας πύλης NOT είναι το αντίστροφο της εισόδου της. Οπότε εάν δώσουμε στη πύλη ρεύμα (δηλαδή 1) τότε το led της NOT δεν θα ανάψει(δηλαδή 0). Βλέπε Σχ.1



Σχ.1 παράδειγμα με είσοδο 1

Αντίστοιχα εάν η NOT πάρει είσοδο 0 τότε το led της θα ανάψει. Βλέπε Σχ.2



Σχ.2 παράδειγμα με είσοδο 0

5.2

Η ΠΥΛΗ ΚΑΙ (AND)

5.2.1

Θεωρητικό μέρος

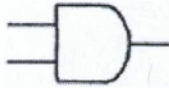
Πύλη AND (ΚΑΙ)

Η πύλη AND εκτελεί την λογική πράξη ΚΑΙ. Το σύμβολό της φαίνεται παρακάτω. Έχει δύο ή περισσότερες εισόδους και μία έξοδο. Η λειτουργία της πύλης AND περιγράφεται από τον πίνακα αλήθειας, που έχει δύο στήλες, όσες και οι εισοδοι, και μία τρίτη στήλη για την έξοδο X. Από τον πίνακα αλήθειας συμπεραίνουμε ότι για να είναι η έξοδος λογικό 1 θα πρέπει η είσοδος A ΚΑΙ η είσοδος B να είναι λογικό 1. Αν μία από τις εισόδους είναι λογικό 1 ή και οι δύο είναι λογικό 0 τότε και η έξοδος είναι 0.

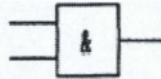


A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Διεθνής συμβολισμός της AND GATE



Αμερικάνικο σύμβολο

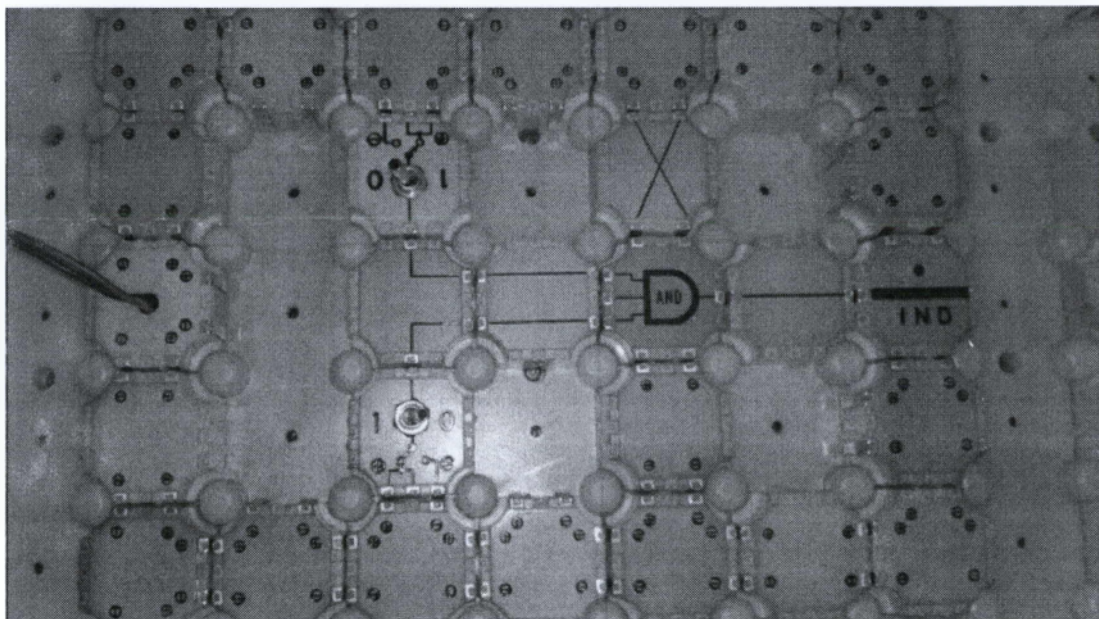


Βρετανικό σύμβολο

5.2.2

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΠΥΛΗΣ AND ΜΕΣΩ ΤΟΥ DENSHI BLOCK

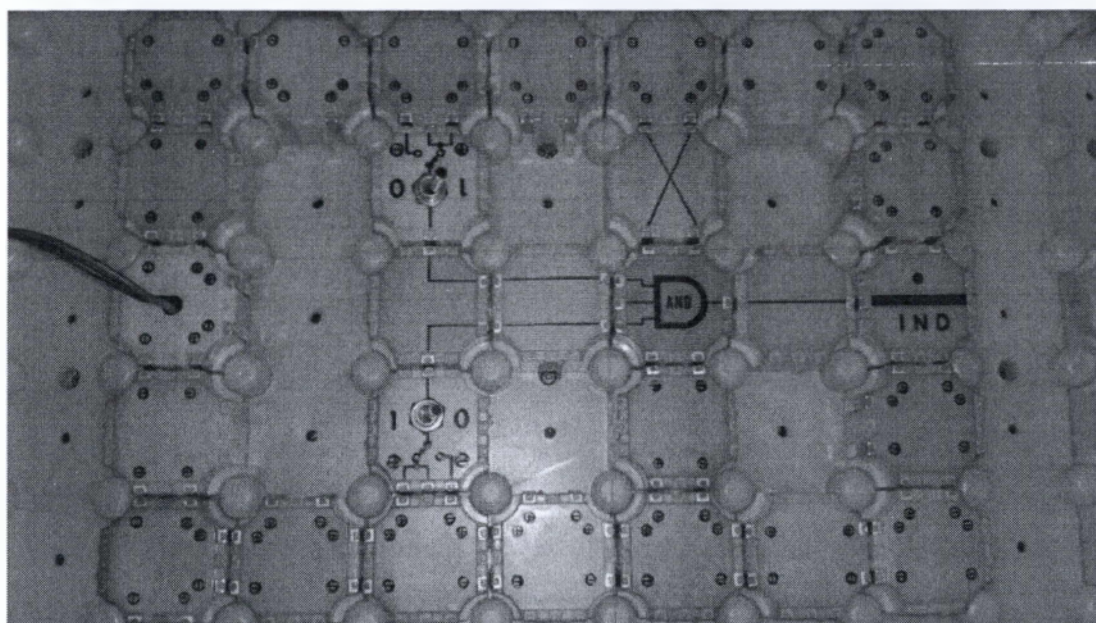


Σχ. 3

Η δημιουργία ενός κυκλώματος για την λειτουργία μιας πύλης AND είναι λίγο πιο περίπλοκη από της NOT. Χρειάζεται ,όπως παντού άλλωστε, η τροφοδοσία, δύο διακόπτες ή περισσότεροι (ανάλογα πόσες εισόδους θέλουμε να έχουμε), πύλη AND ,έναν ενδείκτη (Indicator) και τα αντίστοιχα καλώδια. Η σωστή διάταξη απεικονίζεται στο σχήμα 3.

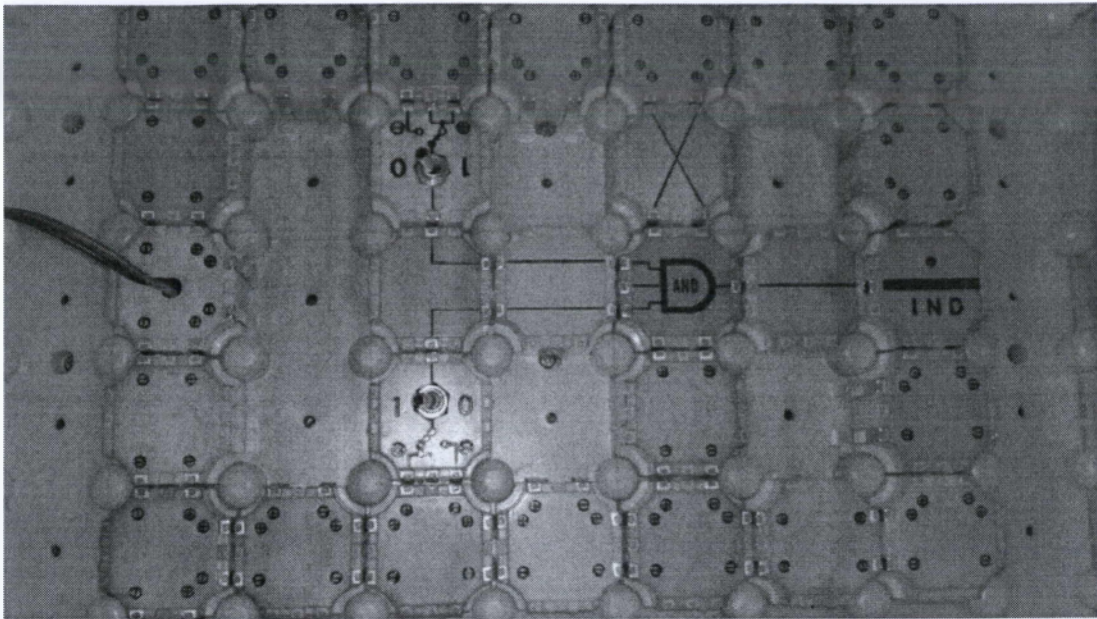
Με βάση τον πίνακα της πύλης AND, όταν οι καταστάσεις των εισόδων είναι λογικό 0 τότε το Led δεν θα ανάψει. Η κατάσταση αυτή παρουσιάζεται στο παραπάνω σχήμα.

Όταν δώσουμε ρεύμα στο A (λογικό 1) και διατηρήσουμε την είσοδο B στο λογικό 0 τότε η έξοδος μας θα είναι 0. Αυτό φαίνεται στο σχήμα 4.



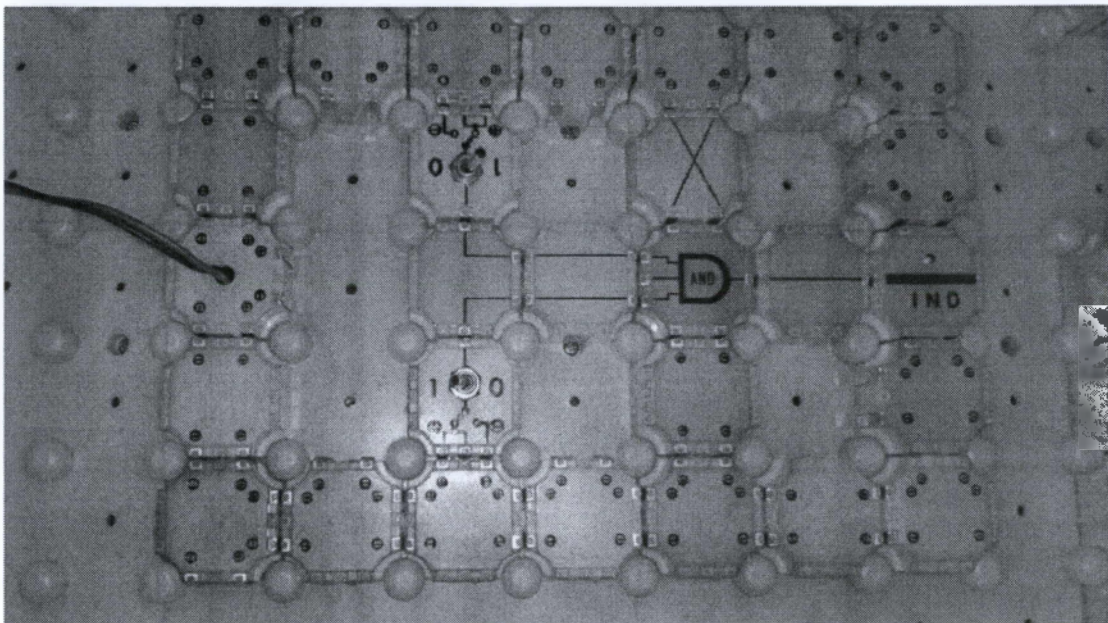
Σχ. 4

Ομοίως όταν η είσοδος A είναι στο λογικό 0 και η είσοδος B στο λογικό 1 τότε και πάλι η έξοδος μας θα είναι 0. Βλέπε σχήμα 5.



Σχ. 5

Με βάση τον πίνακα της πύλης AND όπου αναλύσαμε παραπάνω η μόνη περίπτωση στην οποία η έξοδος μας θα είναι 1, είναι όταν στην είσοδο A αλλά και στην είσοδο B θα έχουμε λογικό 1. (βλέπε σχήμα 6)



Σχ.6

5.3

Η ΠΥΛΗ ΕΙΤΕ (OR)

5.3.1

Θεωρητικό μέρος

Η πύλη OR εκτελεί την λογική πράξη Η. Το σύμβολο της πύλης φαίνεται παρακάτω. Έχει δύο ή περισσότερες εισόδους και μία έξοδο. Η λειτουργία της πύλης OR περιγράφεται στον παρακάτω πίνακα αλήθειας όπου συμπεραίνουμε ότι για να είναι η έξοδος μιας πύλης OR ίση με λογικό 1 ή η μια είσοδος ή η άλλη ή και οι δύο πρέπει να είναι λογικό 1. Εάν και οι δύο εισοδοι είναι μηδέν τότε και η έξοδος θα είναι λογικό 0.

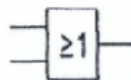


A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Διεθνής συμβολισμός της OR GATE



Αμερικάνικο σύμβολο



Βρετανικό σύμβολο

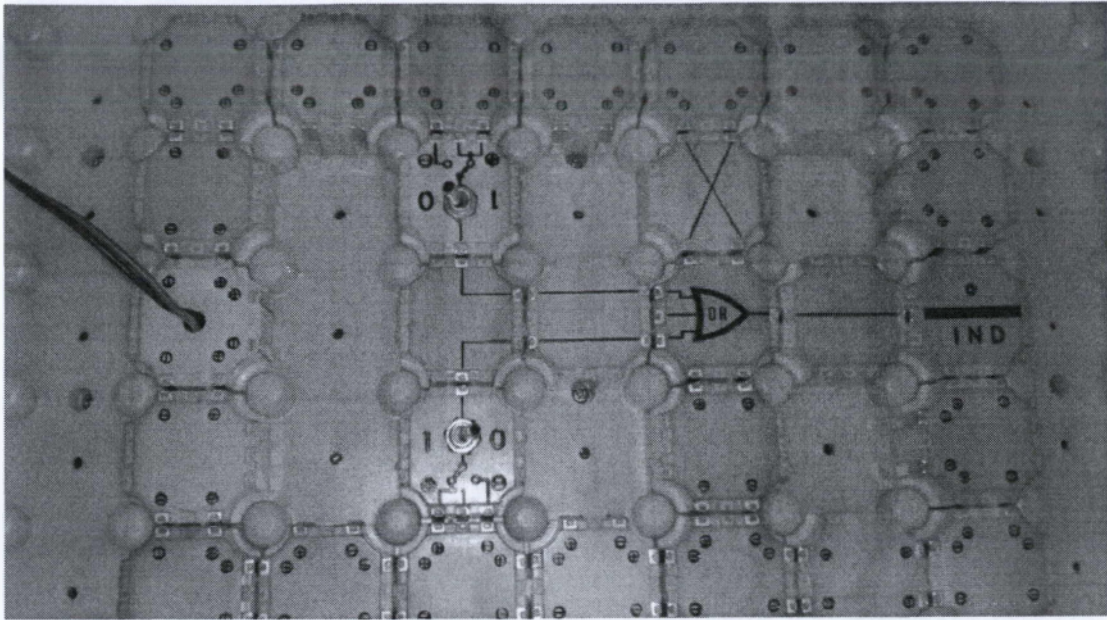
5.3.2

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΠΥΛΗΣ OR ΜΕΣΩ ΤΟΥ DENSHI BLOCK

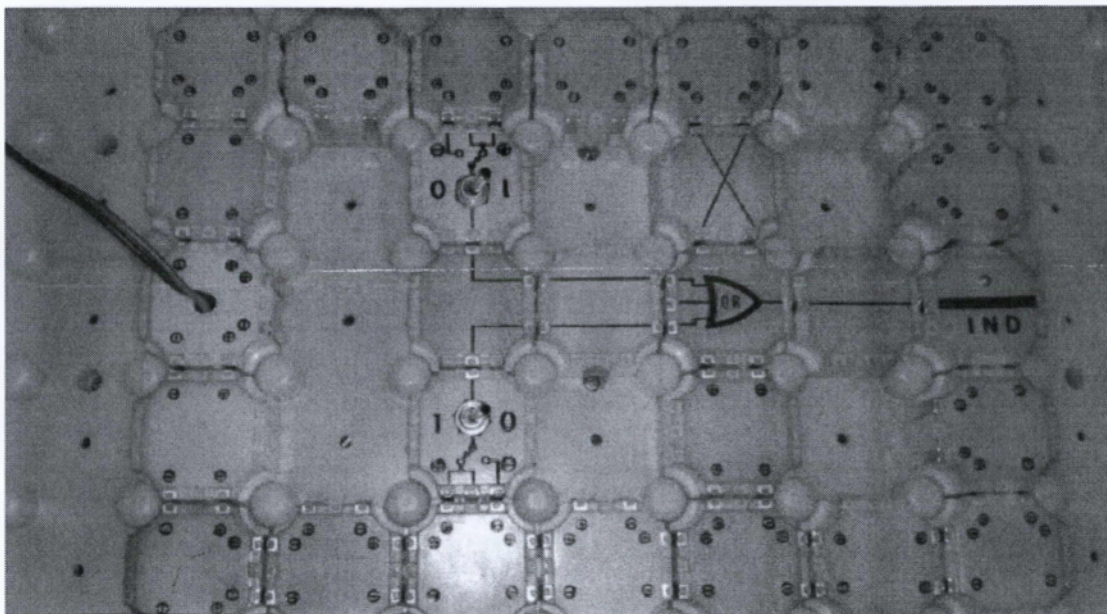
Η δημιουργία ενός κυκλώματος για την λειτουργία μιας πύλης OR είναι όμοια με εκείνη της AND. Χρειάζεται την τροφοδοσία, δύο ή περισσότερους διακόπτες, πύλη OR, έναν ενδείκτη (Indicator) και τα αντίστοιχα καλώδια. Η τοποθέτηση των εξαρτημάτων είναι πανομοιότυπη με αυτής της πύλης AND και απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα...

Με βάση τον πίνακα της πύλης OR, όταν οι καταστάσεις των εισόδων είναι λογικό 0 τότε το Led δεν θα ανάψει. Η κατάσταση αυτή παρουσιάζεται στο σχήμα 7.



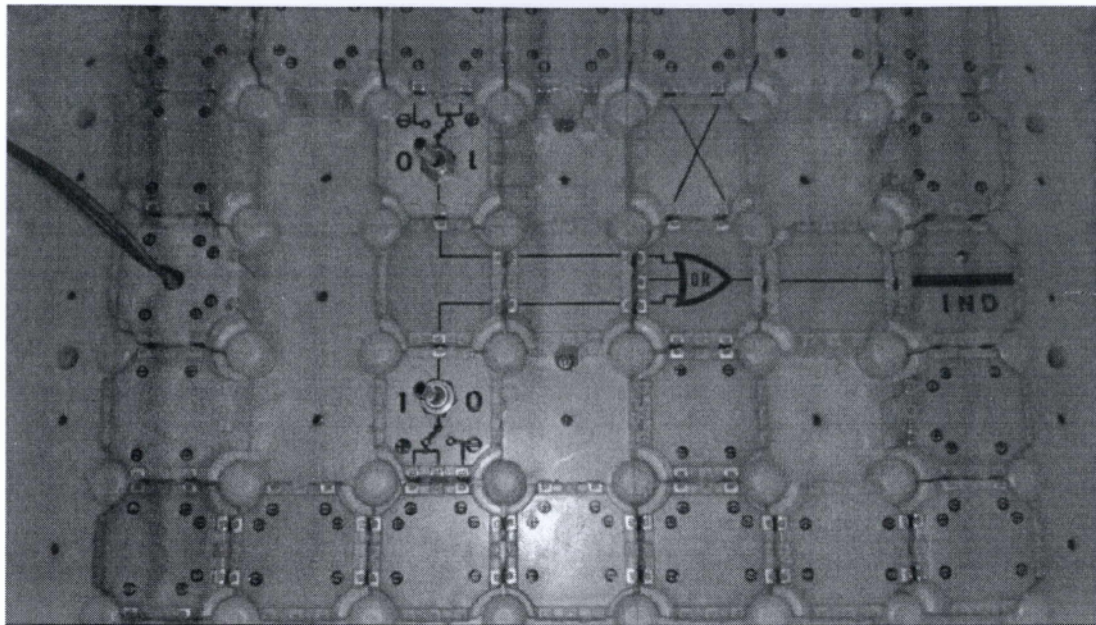
Σχ. 7

Όταν διατηρήσουμε τον διακόπτη B δηλαδή την είσοδο B στο λογικό 0 και ανοίξουμε τον διακόπτη A στην θέση 1 (η είσοδος A παίρνει την τιμή 1), τότε η έξοδος θα πάρει την τιμή 1 και το led θα ανάψει. (σχήμα 8)



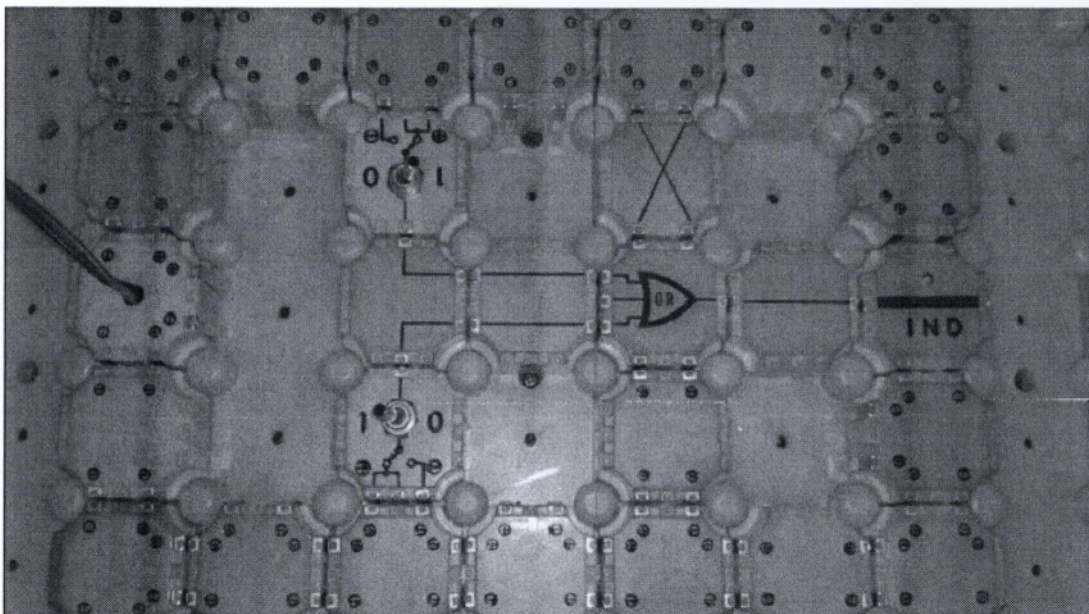
Σχ. 8

Ομοίως και όταν βάλουμε στην είσοδο A το λογικό 0 και στην είσοδο B το λογικό 1. (σχήμα 9)



Σχ. 9

Τέλος, στην περίπτωση στην οποία και οι δύο εισοδοι A και B είναι στο λογικό 1, τότε η έξοδος της θα πάρει την τιμή 1 και το led θα ανάψει. (βλέπε σχήμα 10)



Σχ. 10

5.4

ΟΙ ΠΥΛΕΣ NAND, NOR, XOR

Η πύλη NOT μπορεί να συνδυαστεί με τις άλλες πύλες που περιγράψαμε παραπάνω και να προκύψουν τρεις ακόμη πύλες. Έτσι με το συνδυασμό των AND και NOT προκύπτει η NAND και με το συνδυασμό OR και NOT προκύπτει η NOR.

5.4.1

Η ΠΥΛΗ NAND

Θεωρητικό μέρος

Η πύλη *NAND* λειτουργεί ως πύλη AND που ακολουθείται από μια πύλη NOT. Ενεργεί με τον τρόπο της λογικής λειτουργίας "και" ακολουθούμενο από άρνηση. Το αποτέλεσμα είναι "ψευδές" εάν και οι δύο εισοδοι είναι "αλήθεια". Σε αντίθετη περίπτωση, η έξοδος είναι "αλήθεια".

NAND



A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

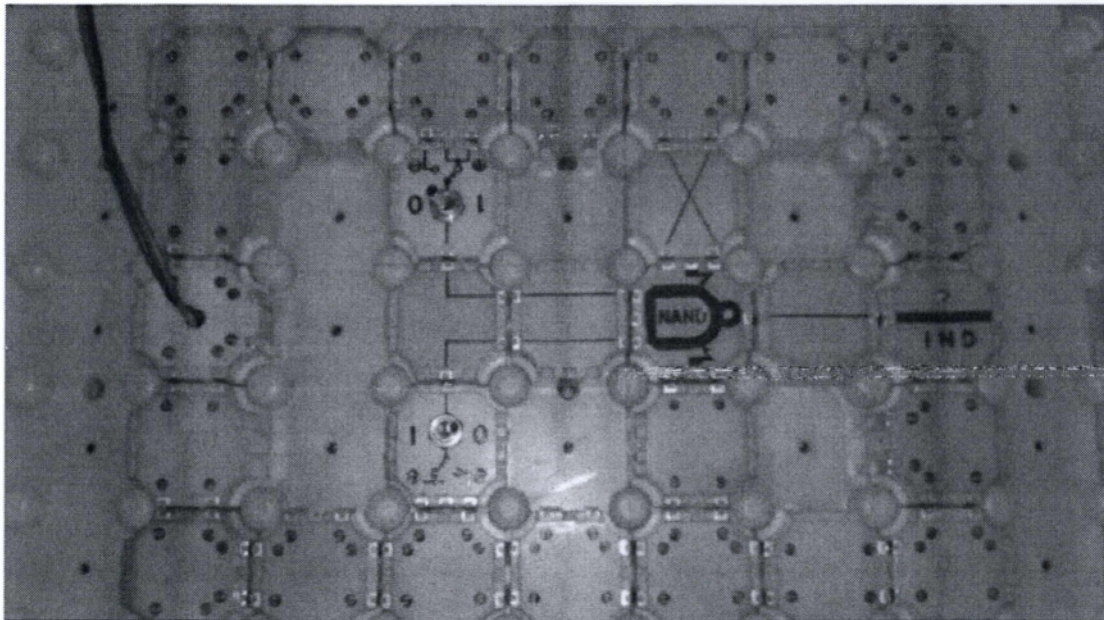
5.4.2

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΠΥΛΗΣ NAND ΜΕΣΩ ΤΟΥ DENSHI BLOCK

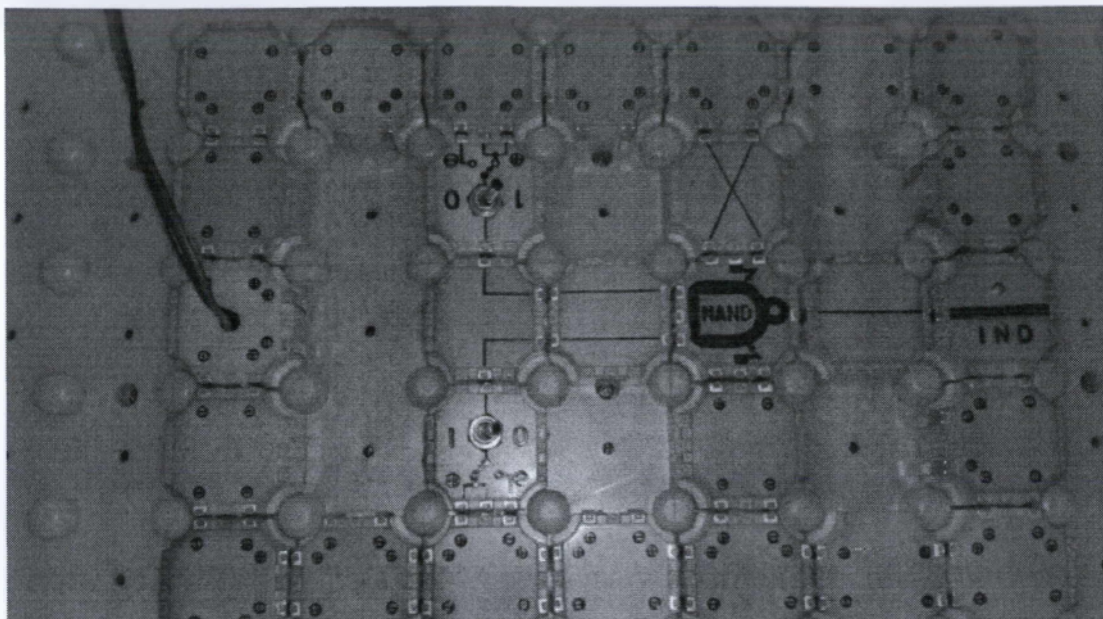
Ομοίως όπως και με τις πύλες AND και OR σχεδιάζουμε την πύλη NAND. Χρειάζεται την τροφοδοσία, δύο ή περισσότερους διακόπτες, μία πύλη NAND, έναν ενδείκτη (Indicator) και τα αντίστοιχα καλώδια. Η τοποθέτηση των εξαρτημάτων απεικονίζεται στο σχήμα...

Με βάση τον πίνακα της πύλης OR, όταν οι καταστάσεις των εισόδων είναι λογικό 0 τότε η έξοδος θα είναι "1" και το led θα ανάψει. Η κατάσταση αυτή παρουσιάζεται στο σχήμα 11.



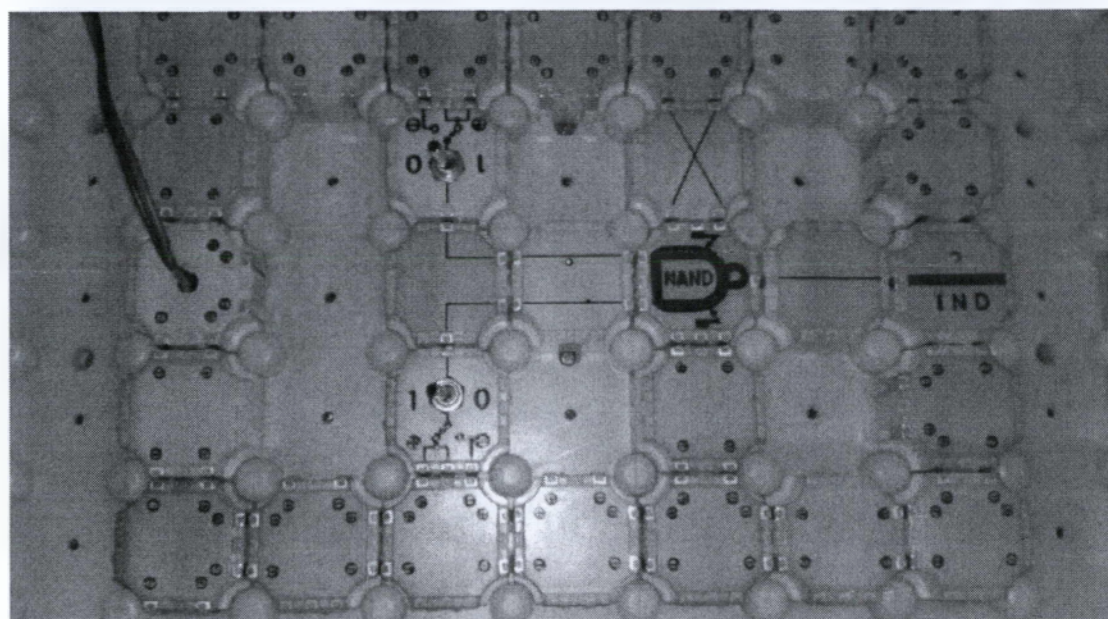
Σχ.11

Όταν διατηρήσουμε τον διακόπτη B δηλαδή την είσοδο B στο λογικό 0 και ανοίξουμε τον διακόπτη A στην θέση 1 (η είσοδος A παίρνει την τιμή 1), τότε η έξοδος θα πάρει την τιμή 1 και το led θα ανάψει. (σχήμα 12)



Σχ. 12

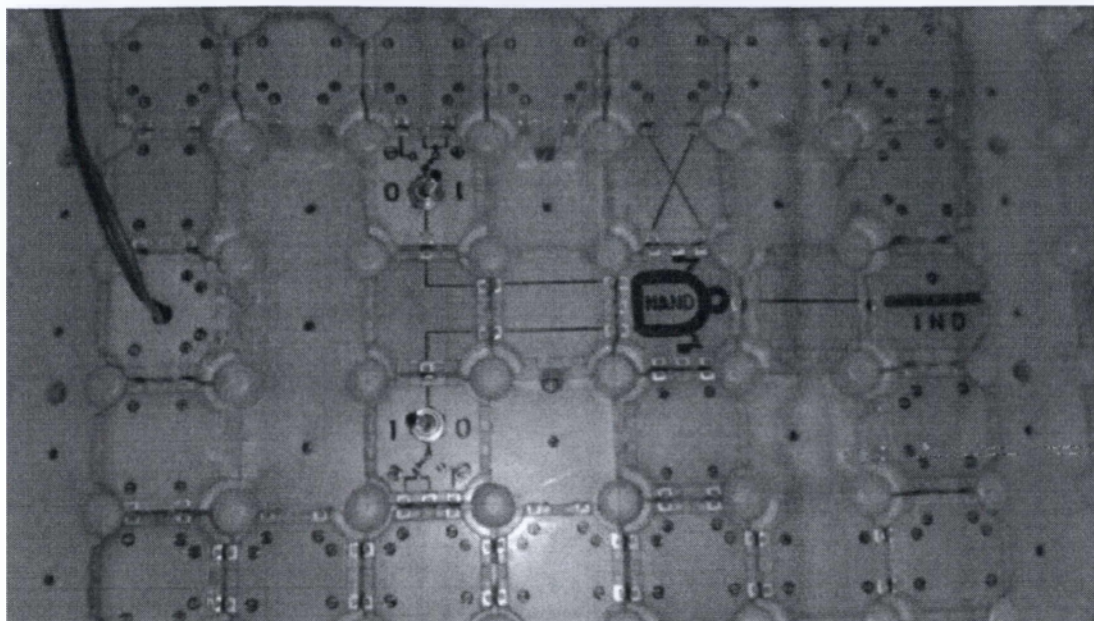
Όταν γυρίσουμε τον διακόπτη A στο λογικό 0 και τον διακόπτη B στο λογικό 1, τότε η έξοδος επίσης θα πάρει την τιμή 1 και το led θα ανάψει. (σχήμα 13)



Σχ. 13

Τέλος όταν και οι δύο εισοδοι (διακόπτες) τοποθετηθούν στην θέση 1 το led δεν θα ανάψει. (βλέπετε σχήμα 14)

Ουσιαστικά είναι η άρνηση της AND, εξ' ου και ο αντίστροφος πίνακας που έχει η καθεμία.



Σχ. 14

5.4.3

Η ΠΥΛΗ NOR

Θεωρητικό μέρος

Η *πύλη NOR* είναι ένας συνδυασμός μιας πύλης OR (ή) που ακολουθείται από ένα μετατροπέα. Τα αποτελέσματά του είναι "αλήθεια" αν και οι δύο εισοδοι είναι «ψευδείς». Σε αντίθετη περίπτωση, η έξοδος είναι "ψευδής".

NOR



A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

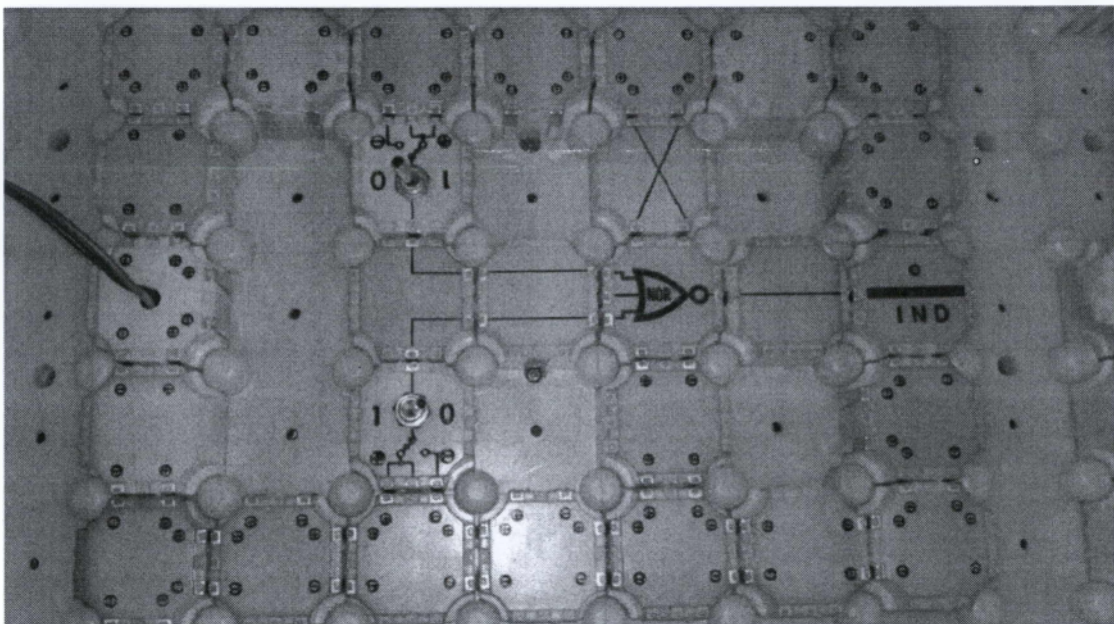
5.4.4

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΠΥΛΗΣ NOR ΜΕΣΩ ΤΟΥ DENSHI BLOCK

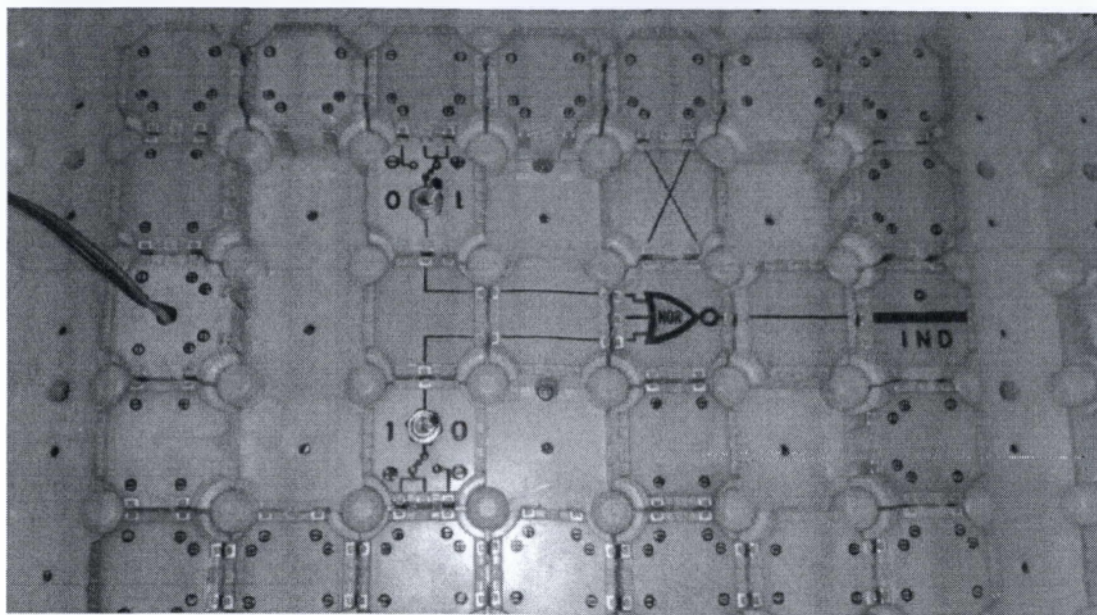
Χρησιμοποιώντας ακριβώς την ίδια συνδεσμολογία με τις προηγούμενες πύλες δημιουργούμε το κύκλωμα λειτουργίας μίας πύλης NOR. Το μόνο που αλλάζει είναι η πύλη.

Όταν και οι δύο εισοδοι είναι "0" τότε η έξοδος θα είναι "1", όπως ακριβώς και στο σχήμα 15 παρακάτω.



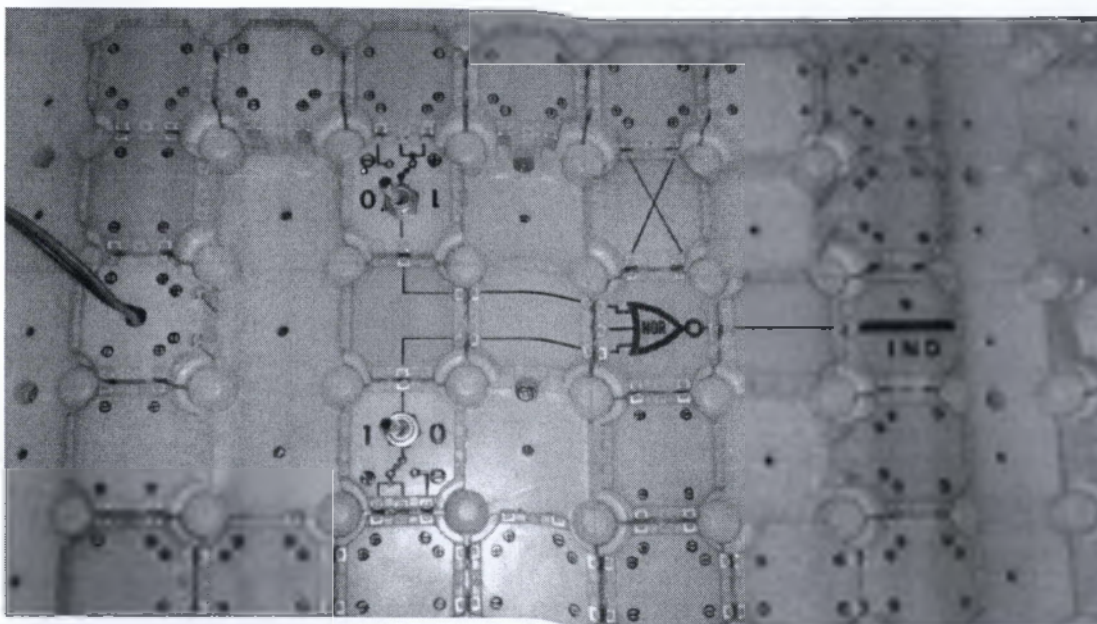
Σχ. 15

Όταν η είσοδος A πάρει την τιμή 1 και η είσοδος B παραμείνει στην τιμή 0, τότε η έξοδος θα πάρει την τιμή 0. Αυτό επιβεβαιώνεται και από το σχήμα 16.



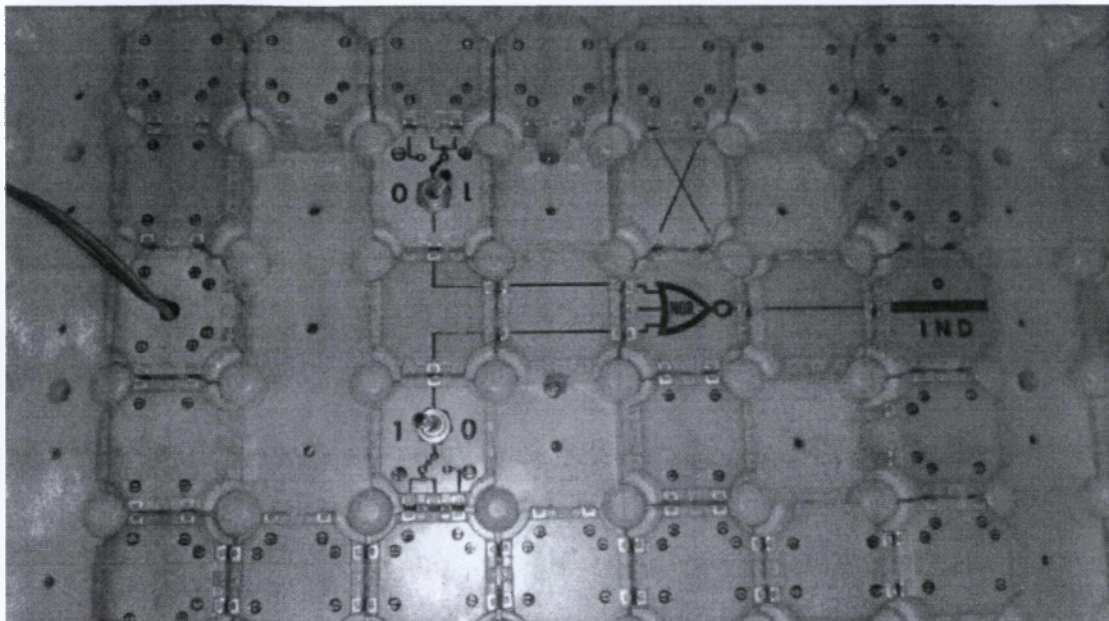
Σχ. 16

Ομοίως, όταν η είσοδος A πάρει την τιμή 0 και η B την τιμή 1, τότε η έξοδος θα έχει και πάλι την τιμή 0.(σχήμα 17)



Σχ.17

Τέλος, όταν και οι δύο εισοδοι γίνουν λογικό "1", τότε η έξοδος θα είναι το λογικό "0" (σχήμα 18)



Σχ. 18

5.4.5

Η ΠΥΛΗ XOR (Αποκλειστικό Η)

Θεωρητικό μέρος

Η πύλη XOR εκτελεί την λογική πράξη "αποκλειστικό Η". Το σύμβολό της φαίνεται παρακάτω. Έχει δύο ή περισσότερες εισόδους και μία έξοδο. Από τον πίνακα αλήθειας μιας πύλης XOR παρατηρούμε ότι όταν μία από τις δύο εισόδους είναι λογικό 1, τότε η έξοδος είναι και αυτή λογικό 1. Η XOR (αποκλειστικό-Η) πύλη δρα με τον ίδιο τρόπο όπως και η λογική "είτε / ή." Το αποτέλεσμα είναι "αλήθεια" όταν μία, αλλά όχι και τα δύο, από τις εισόδους είναι "αληθείς". Το αποτέλεσμα είναι "ψευδές" εάν και οι δύο εισοδοι είναι «ψευδείς» ή εάν και οι δύο εισοδοι είναι "αληθείς". Ένας άλλος τρόπος για να βλέπουμε αυτό το κύκλωμα είναι να παρατηρήσουμε ότι η έξοδος είναι 1 αν οι εισοδοι είναι διαφορετικές, αλλά 0 εάν οι εισοδοι είναι το ίδιο.



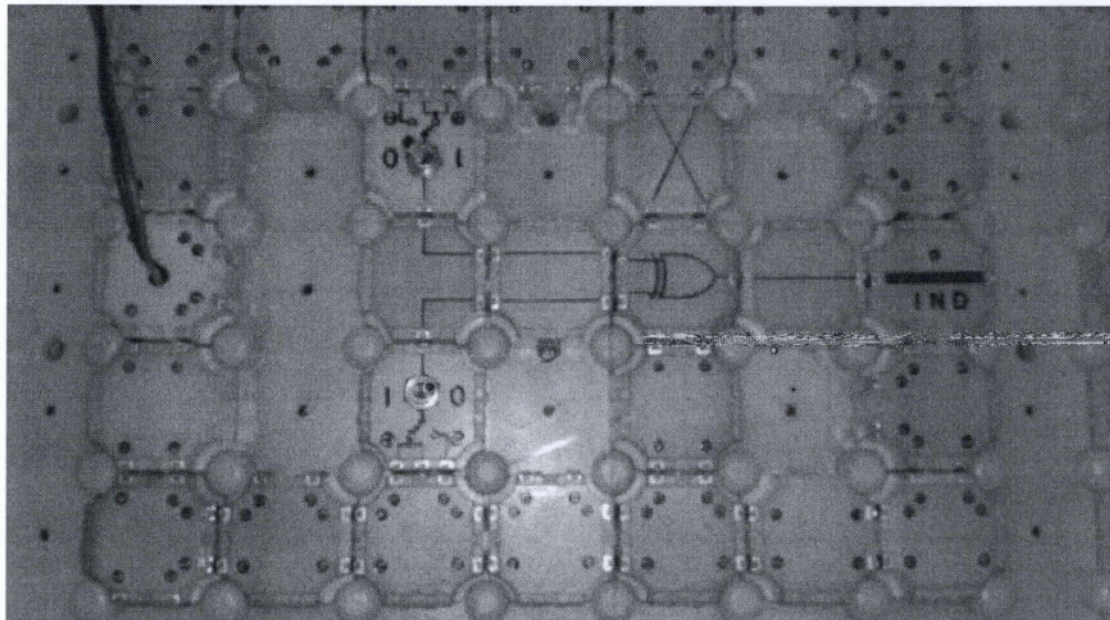
A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

5.4.6

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

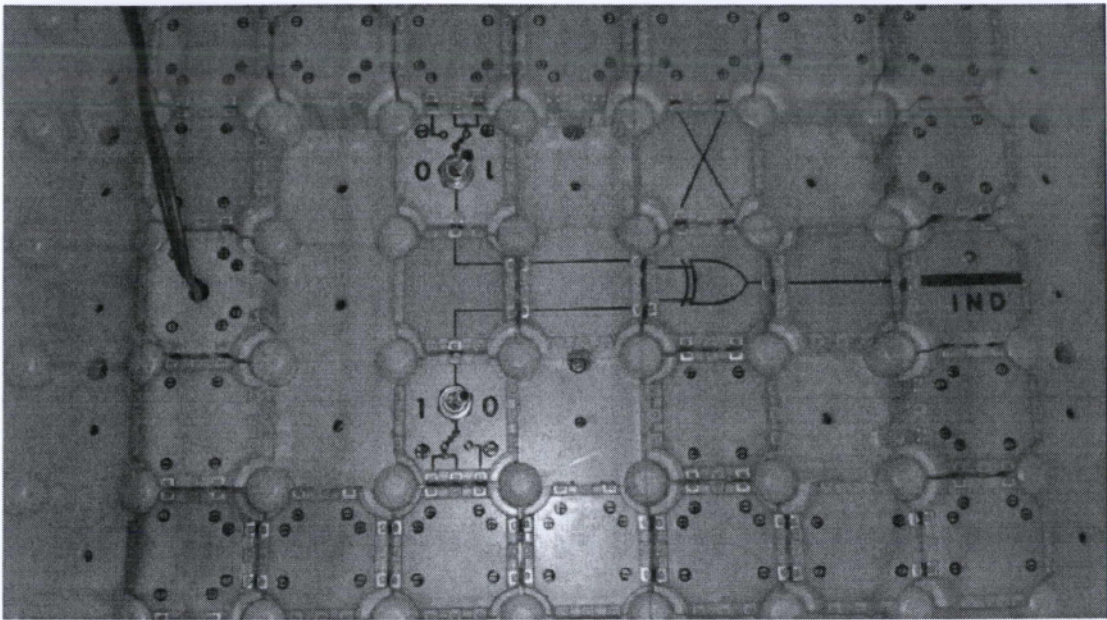
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΠΥΛΗΣ XOR ΜΕΣΩ ΤΟΥ DENSHI BLOCK

Με βάση την παραπάνω επεξήγηση και τον πίνακα την XOR όταν οι εισόδους A και B είναι λογικό 0 τότε και η έξοδος θα είναι λογικό 0. (σχήμα 19)



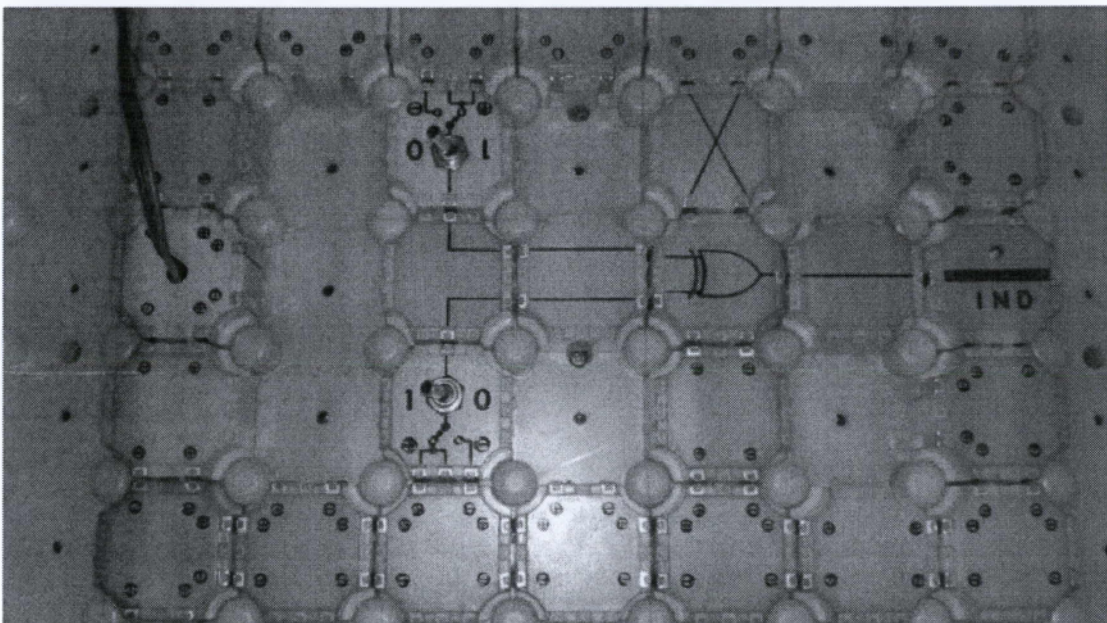
Σχ. 19

Όταν η είσοδος A γίνει λογικό 1 και η B είναι λογικό 0 τότε η έξοδος θα είναι 1.(σχήμα 20)



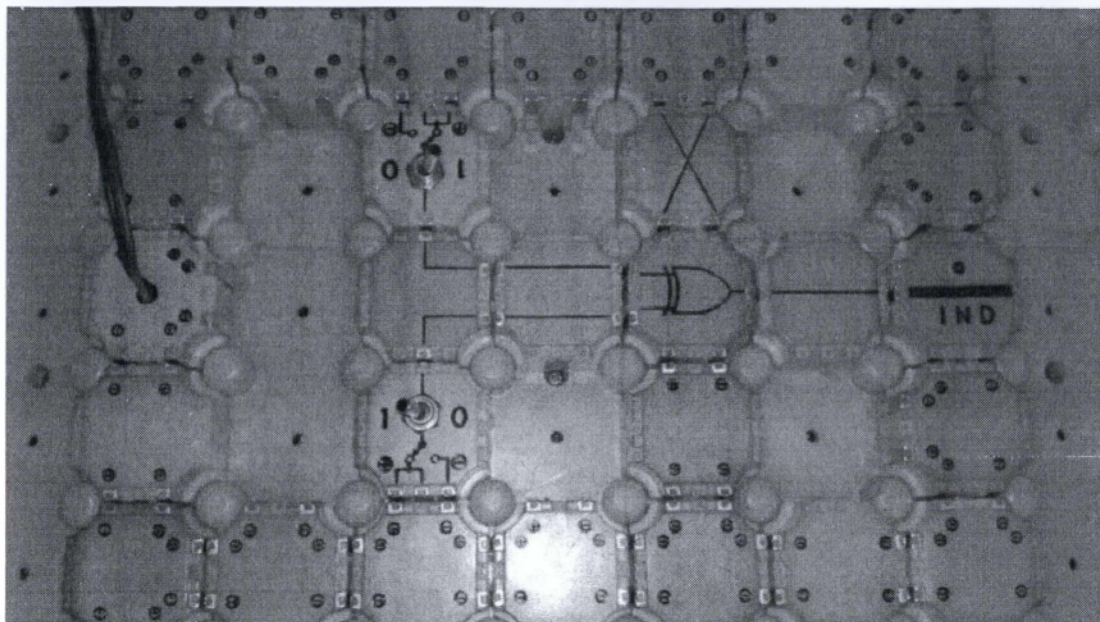
Σχ. 20

Ομοίως και αν αντιστρέψουμε τις εισόδους Α και Β. (σχήμα 21)



Σχ.21

Και τέλος όταν οι εισοδοι A και B γίνουν αμφότερες 1, τότε η έξοδος θα γίνει 0.
(σχήμα 22)



Σχ. 22

5.5

ΤΟ FLIP FLOP

5.5.1

ΠΕΙΡΑΜΑ ΜΕ FLIP FLOP

Θεωρητικό μέρος

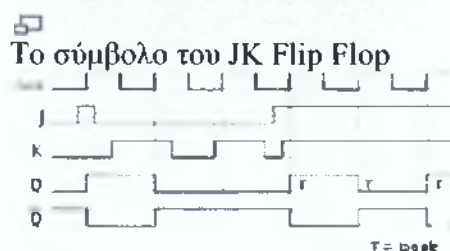
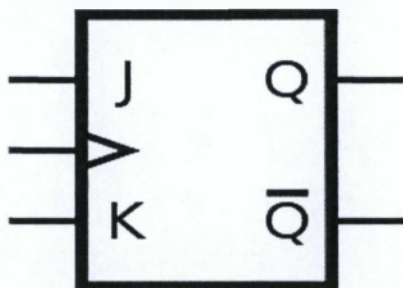
Στην ηλεκτρονική, ένα **Flip-Flop** ή **μάνδαλο** είναι ένα κύκλωμα που έχει δύο σταθερές καταστάσεις και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση πληροφοριών κατάστασης. Το κύκλωμα μπορεί να γίνει για να αλλάξει κατάσταση από τα σήματα που εφαρμόζονται σε μία ή περισσότερες εισόδους ελέγχου και θα έχουν ένα ή δύο εξόδους. Flip-Flop και ασφάλειες αποτελούν θεμελιώδες δομικό στοιχείο των ψηφιακών ηλεκτρονικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται στους υπολογιστές, επικοινωνίες, και πολλούς άλλους τύπους συστημάτων.

Flip-flop και κλείθρα χρησιμοποιούνται ως δεδομένα στοιχεία αποθήκευσης. Τα εν λόγω δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποθήκευση της κατάστασης, και ένα τέτοιο κύκλωμα περιγράφεται ως διαδοχική λογική. Όταν χρησιμοποιείται σε μια πεπερασμένων καταστάσεων μηχανή, την παραγωγή και την επόμενη κατάσταση εξαρτάται όχι μόνο από ρεύμα εισόδου της, αλλά και στην σημερινή της κατάσταση (και ως εκ τούτου, τα προηγούμενα δεδομένα.) Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την καταμέτρηση των παλμών, και για το συγχρονισμό μεταβλητά -χρονικά σήματα εισόδου σε κάποια χρονική στιγμή το σήμα αναφοράς.

Flip-flop μπορεί να είναι είτε απλό (διαφανές ή αδιαφανές) ή χρονισμένος (σύγχρονη ή από άκρη ενεργοποιείται)? είναι οι απλές κοινώς ονομάζεται ασφαλίσει. Το σύνολο του κλείθρου λέξη χρησιμοποιείται κυρίως για την αποθήκευση στοιχείων, ενώ είναι χρονισμένος συσκευές που περιγράφονται ως κτύπημα -flip.

Τα **Flip Flop** είναι σύγχρονα ακολουθιακά κυκλώματα, οι έξοδοι των οποίων ανταποκρίνονται στις εισόδους όταν εφαρμόζονται παλμοί συγχρονισμού που αποκαλούνται και παλμοί ρολογιού (Flop Pulses). Τα Flip Flop αποτελούν τις δομικές μονάδες για πιο πολύπλοκα ψηφιακά κυκλώματα όπως καταχωρητές, απαριθμητές αλλά και κάποιες κατηγορίες μνήμης RAM.

JK Flip Flop



Διάγραμμα παλμών λειτουργίας του JK flip-flop

Το JK FLIP FLOP έχει δύο σύγχρονες εισόδους που ονομάζονται J και K. Η λειτουργία του JK FLIP FLOP περιγράφεται παρακάτω: Συμβολίζοντας την επόμενη κατάσταση με $Q(n+1)$ τότε σε κάθε μία από τις παρακάτω περιπτώσεις ισχύει:

- Όταν $J=0$ και $K=0$, τότε η επόμενη κατάσταση είναι ίδια με την προηγούμενη κατάσταση δηλαδή $Q(n)$.

- Όταν $J=0$ και $K=1$, τότε η επόμενη κατάσταση είναι $Q(n+1)=0$.
- Όταν $J=1$ και $K=0$, τότε η επόμενη κατάσταση είναι $Q(n+1)=1$.
- Όταν $J=1$ και $K=1$, τότε η κατάσταση του flip-flop αντιστρέφεται, δηλαδή η επόμενη κατάσταση είναι η συμπληρωματική της προηγούμενης κατάστασης δηλαδή $Q(n)'$.

Πίνακας αληθείας του JK Flip Flop

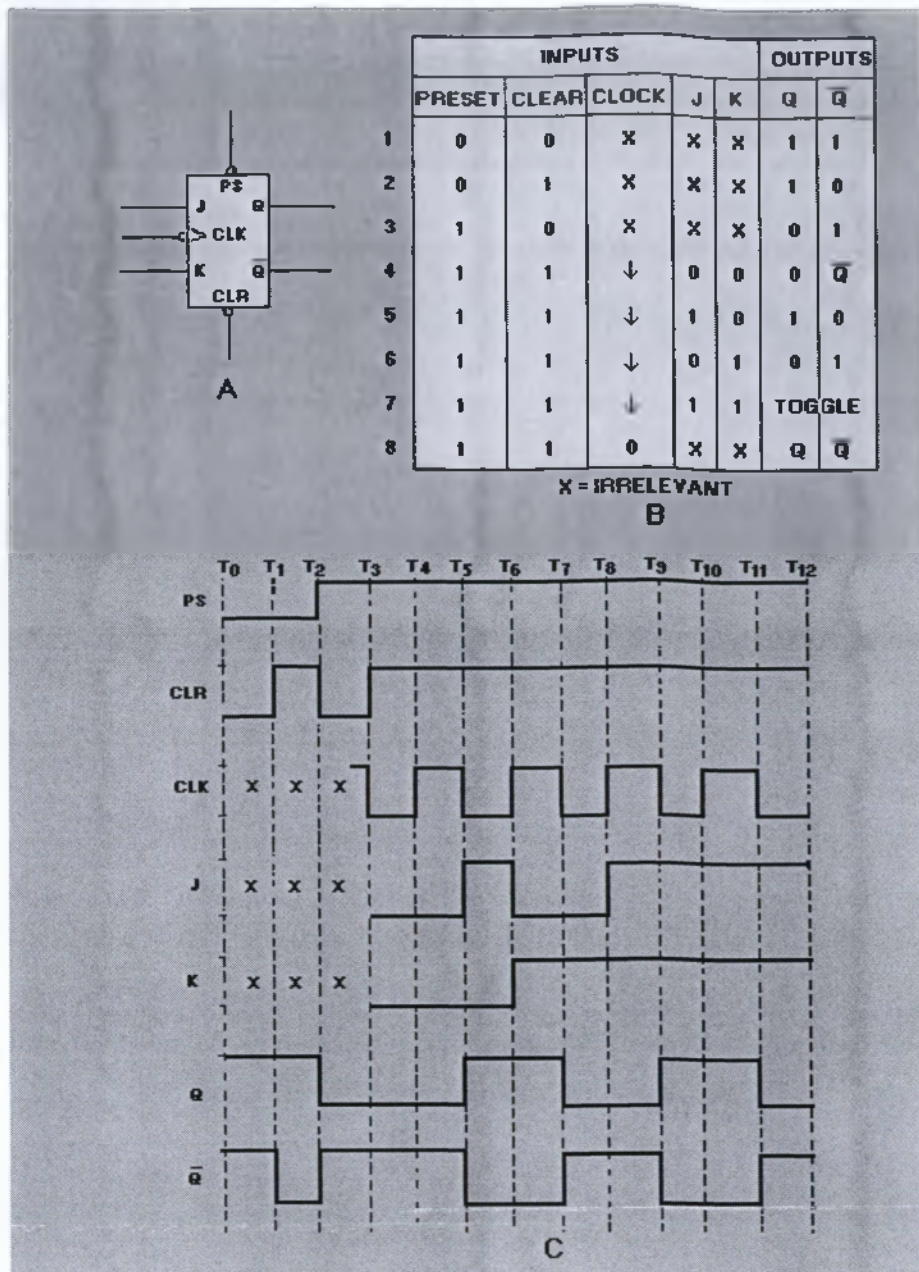
ΕΙΣΟΔΟΣ		ΕΞΟΔΟΣ
J	K	$Q(n+1)$
0	0	$Q(n)$
0	1	0
1	0	1
1	1	$Q(n)'$

Το JK Flip Flop χρησιμοποιείται στην κατασκευή απαριθμητών

JK FLIP-FLOP

Το JK FF είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο γαλλικών φράγκων λόγω της προσαρμοστικότητάς του. Όταν χρησιμοποιείται σωστά, μπορεί να εκτελέσει τη λειτουργία της RS, T, ή D FF. Το πρότυπο σύμβολο για το JK FF εμφανίζεται κατά την άποψη A του σχήματος 3-18.

Figure 3-18. Εικόνα 3-18. - JK flip-flop: A. Τυποποιημένο σύμβολο? B. Πίνακας Αλήθεια? Γ. διάγραμμα χρονισμού.



Το JK είναι πέντε εισόδου της συσκευής. Οι εισόδοι J και K είναι για τα δεδομένα. Η είσοδος CLK είναι για το ρολόι? Και τις εισόδους PS και η CLR είναι η προκαθορισμένη και σαφής εισροών, αντίστοιχα. Οι έξοδοι Q και \bar{Q} είναι τα κανονικά συμπληρωματικές εξόδους.

Παρατηρήστε τον πίνακα αληθείας και το διάγραμμα χρονισμού στο σχήμα 3-18, τις απόψεις B και Γ, καθώς το κύκλωμα εξηγείται.

Η γραμμή 1 του πίνακα αλήθειας αντιστοιχεί στο T₀ στο διάγραμμα χρονισμού. Οι εισόδοι PS και της CLR είναι τόσο χαμηλά. Οι εισόδοι CLK, J, K και δεν ασκούν

επιρροή. Σε αυτό το σημείο ο FF έχει μπλοκάρει, και οι δύο Q και Q είναι υψηλές. Όπως και με το RS FF, αυτή η κατάσταση δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

Στο T_1 , PS παραμένει σε χαμηλά επίπεδα, ενώ η CLR πηγαίνει ΥΨΗΛΗ. Η έξοδος Q παραμένει σε υψηλά επίπεδα και Q πηγαίνει LOW. Το FF είναι στην προεπιλογή κατάσταση (γραμμή 2 του πίνακα αληθείας).

Στο T_2 , PS πηγαίνει HIGH, CLR πηγαίνει LOW, Q πηγαίνει LOW, και Q πηγαίνει HIGH. Σε αυτό το σημείο το FF δεν είναι επιλεγμένο (γραμμή 3 του πίνακα αληθείας). Η κατάσταση των εισόδων CLK, J, K και δεν έχουν καμία επίδραση στις δράσεις PS και η CLR από αυτά τα δεδομένα προτεραιότητα έναντι των άλλων εισροών. Ξεκινώντας σε T_3 , PS και η CLR θα πραγματοποιηθεί στις ψηλά, ώστε να μην παρακάμψετε τις άλλες δράσεις του FF. Χρησιμοποιώντας το PS και η CLR εισροών, μόνον, το κύκλωμα θα λειτουργήσει ως RS FF.

Μεταξύ T_2 και T_3 , την είσοδο του CLK εφαρμόζεται στη συσκευή. Από την είσοδο του CLK έχει ένα inverter, όλες οι ενέργειες θα λάβουν χώρα στην αρνητική εξέλιξη μετάβασης του παλμού ρολογιού.

Η γραμμή 4 του πίνακα αληθείας δείχνει τόσο PS και CLR HIGH, μια αρνητική εξέλιξη CLK, και J και K στο 0, ή LOW. Αυτό αντιστοιχεί σε T_3 στο διάγραμμα χρονισμού. Σε αυτή την κατάσταση ο FF έχει την προηγούμενη κατάσταση της εξόδου. Στην περίπτωση αυτή ο FF έχει μηδενιστεί. Αν το κύκλωμα ήταν που όταν συνέβησαν αυτά τα δεδομένα, θα παραμείνει σύνολο.

Στο χρόνο T_5 , έχουμε μια αρνητική εξέλιξη παλμό ρολογιού και ένα υψηλό σχετικά με τη συμβολή J. Αυτό αναγκάζει το κύκλωμα για να ρυθμίσετε, Q για να πάει ψηλά, Q και να πάει LOW. Δείτε γραμμή 5 του πίνακα αληθείας.

Στο T_6 , J πηγαίνει LOW, K πηγαίνει υψηλό, και το ρολόι βρίσκεται σε μια θετική εξέλιξη της μετάβασης. Δεν υπάρχει καμία αλλαγή στην έξοδο, διότι όλες οι ενέργειες λαμβάνουν χώρα στην αρνητική μετάβασης ρολόι.

Στο T_7 , όταν J είναι χαμηλή, K είναι υψηλή? Το ρολόι θα αρνητική, το FF επαναφέρει, Q πηγαίνει LOW, και Q πηγαίνει HIGH (γραμμή 6).

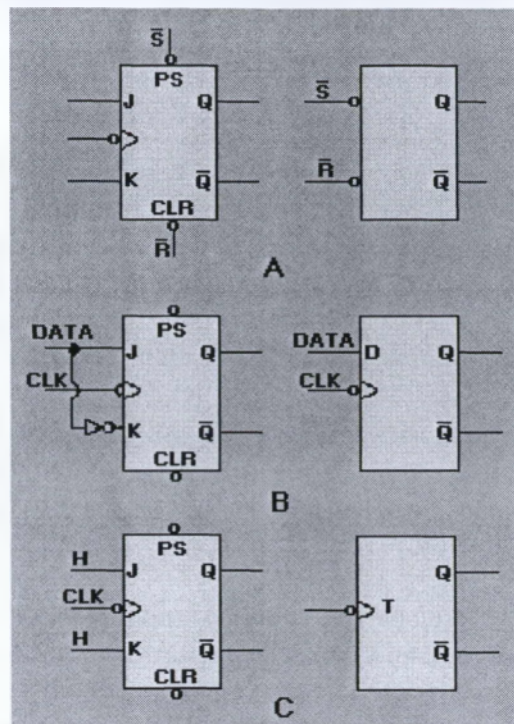
Με δύο J και K HIGH και μια αρνητική εξέλιξη ρολογιού (όπως στο T_9 και γραμμή 7), το FF θα αλλάξετε ή να αλλάξετε κατάσταση με κάθε παλμό ρολογιού. Θα συνεχίσει να αλλάξετε όσο J και K τα δύο παραμένουν σε υψηλά επίπεδα.

Η γραμμή 8 του πίνακα αληθείας δείχνει ότι εφ'όσον το ρολόι είναι σε οποιαδήποτε κατάσταση εκτός από μια αρνητική εξέλιξη της μετάβασης, δεν θα υπάρξει αλλαγή στην παραγωγή, ανεξάρτητα από την κατάσταση της J ή K.

Όπως αναφέρθηκε στην αρχή του παρόντος τμήματος, JK FFS μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως RS, T, D ή FFS.

Σχήμα 3-19 δείχνει πώς ένα JK μπορεί να γίνει για να εκτελεί τα άλλα καθήκοντα.

Εικόνα 3-19. - Ευελιξία JK: Α. Χρησιμοποιώντας μόνο το PS και η CLR εισόδους? Β. Δεδομένων που εφαρμόζεται στην είσοδο J? Γ. Τόσο η J και K εισοδοι ψηλά.



Κατά την άποψη Α, χρησιμοποιώντας μόνο τις εισόδους PS και CLR της JK θα το αναγκάσει να αντιδράσει σαν RS FF.

Κατά την άποψη Β, τα δεδομένα εφαρμόζονται με την είσοδο J. Η ίδια δεδομένα ισχύουν για την είσοδο K μέσω ενός μετατροπέα για να διασφαλιστεί ότι η είσοδος K είναι στην αντίθετη κατάσταση. Σε αυτήν τη ρύθμιση, η JK εκτελεί την ίδια λειτουργία ως D FF.

Προβολή Γ δείχνει τόσο η J και K εισοδοι που πραγματοποιήθηκε στο 1, ή HIGH. Η ΔΠ θα αλλάξει κατάσταση ή εναλλαγή με κάθε αρνητική εξέλιξη μετάβαση του ρολογιού απλά ως T FF θα.

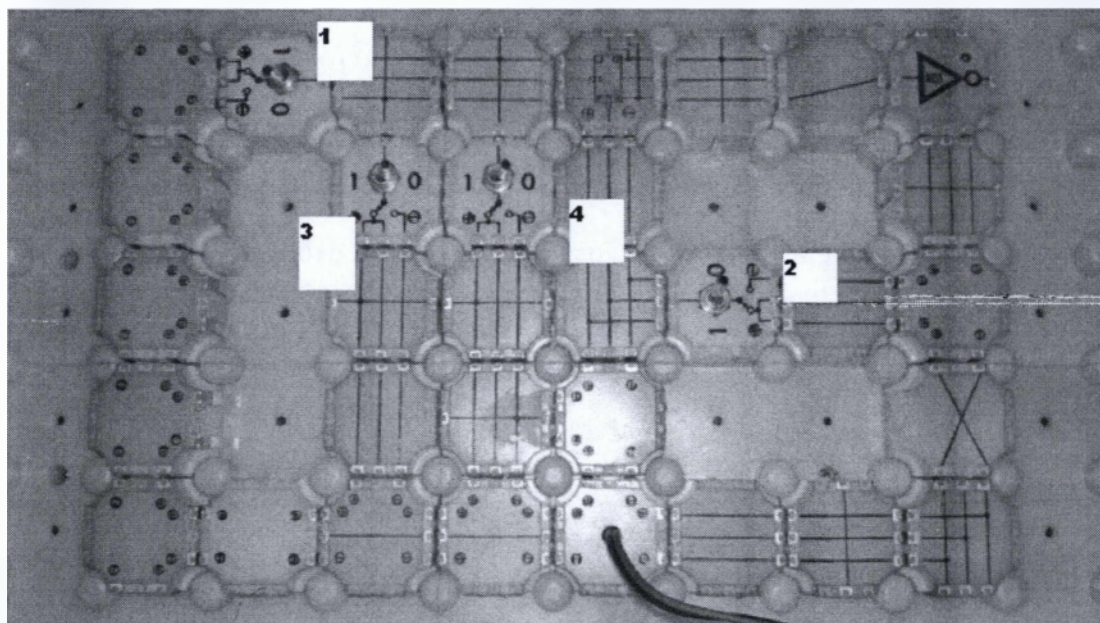
5.5.2

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ FLIP FLOP ΜΕΣΩ ΤΟΥ DENSHI BLOCK

Η μορφή ενός flip-flop μέσω του denshi block είναι η ακόλουθη.

Αποτελείται από 4 διακόπτες, την τροφοδοσία, μια πύλη NOT με ενδεικτη, το chip του J-K flip-flop και φυσικά από την αντίστοιχη καλωδίωση. Η σωστή συνδεσμολογία απεικονίζεται στο σχήμα 23.

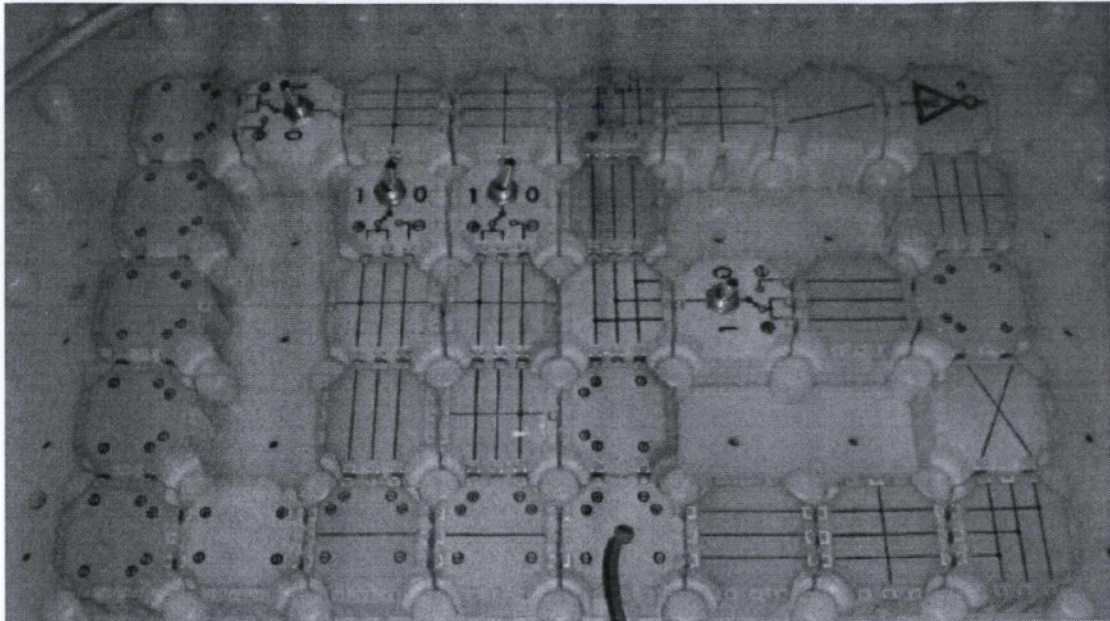


Σχ.23

Το κύκλωμα flip flop έχει 4 διακόπτες. Ο διακόπτης 1 είναι το "ρολόι", ο 2 το "reset". Ο διακόπτης 3 και το K και ο διακόπτης 4 το J. Στο flip flop chip του denshi block παρατηρούμε ότι στο reset από κάτω έχει ένα κύκλο που μας θυμίζει πολύ την

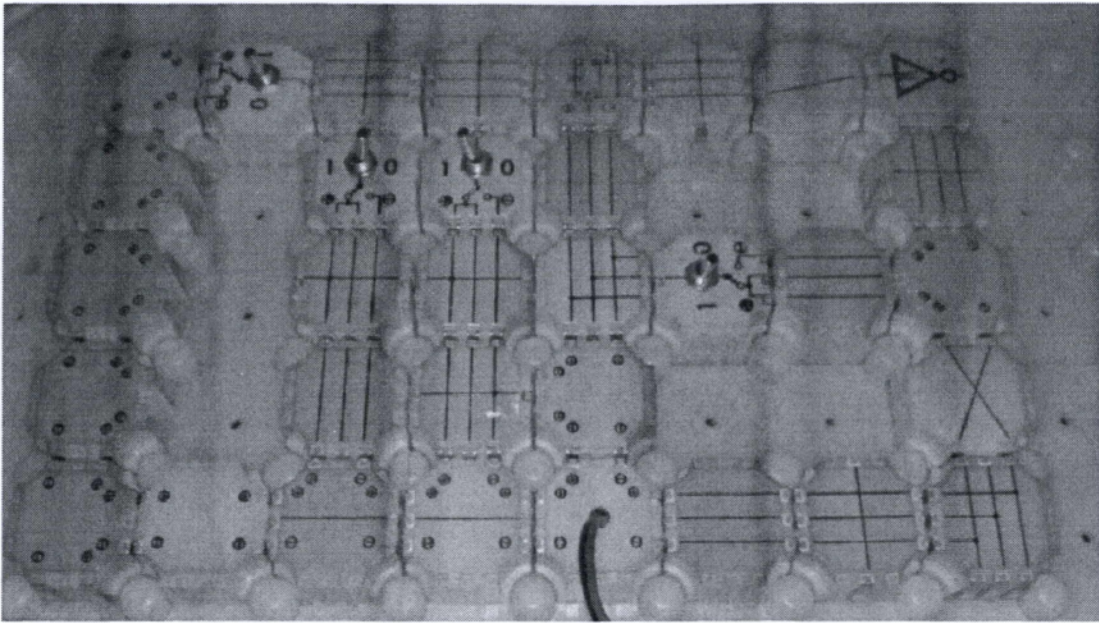
άρνηση και όπως και κάποιες πύλες (NOT, NOR, NAND και XNOR). Και στην συγκεκριμένη περίπτωση όμως αυτό είναι. Για να λειτουργήσει το κύκλωμα που έχουμε φτιάξει, το reset πρέπει να είναι στο 0 άρα λόγω της άρνησης στο 1. Στην κατάσταση 0 του διακόπτη 4 δεν θα περνά ρεύμα και η λυχνία της not δεν πρόκειται να ανάψει ποτέ.

Τοποθετώντας λοιπόν τον διακόπτη 4 στο 1, ξεκινάμε το πείραμα μας. Τοποθετούμε τους διακόπτες 3 και 4 στην κατάσταση 0 και τσεκάρουμε με τον διακόπτη 1 (ρολόι) το αποτέλεσμα. Θα παρατηρήσουμε ότι το led της NOT δεν αλλάζει κατάσταση.(σχ.24)



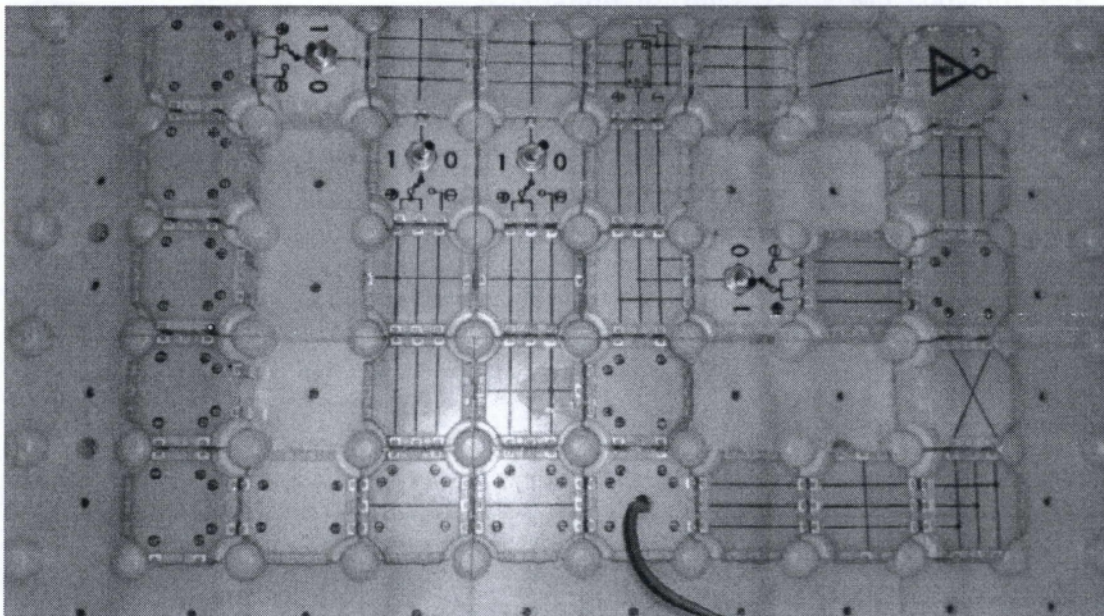
Σχ.24

Προχώρημα το πείραμα μας και δίνουμε στο J την τιμή 1 και στο K την τιμή 0. Παρατηρούμε ότι μετά από έναν κύκλο ρολογιού (δηλαδή σ' διακόπτης 1 ανοιγοκλείνει και έρχεται πάλι στην θέση 0) το led ανάβει. Για όσους κύκλους και να δοκιμάσουμε, η λυχνία θα παραμείνει αναμμένη. Η κατάσταση αυτή του κυκλώματος ονομάζεται SET.(Σχ.25)



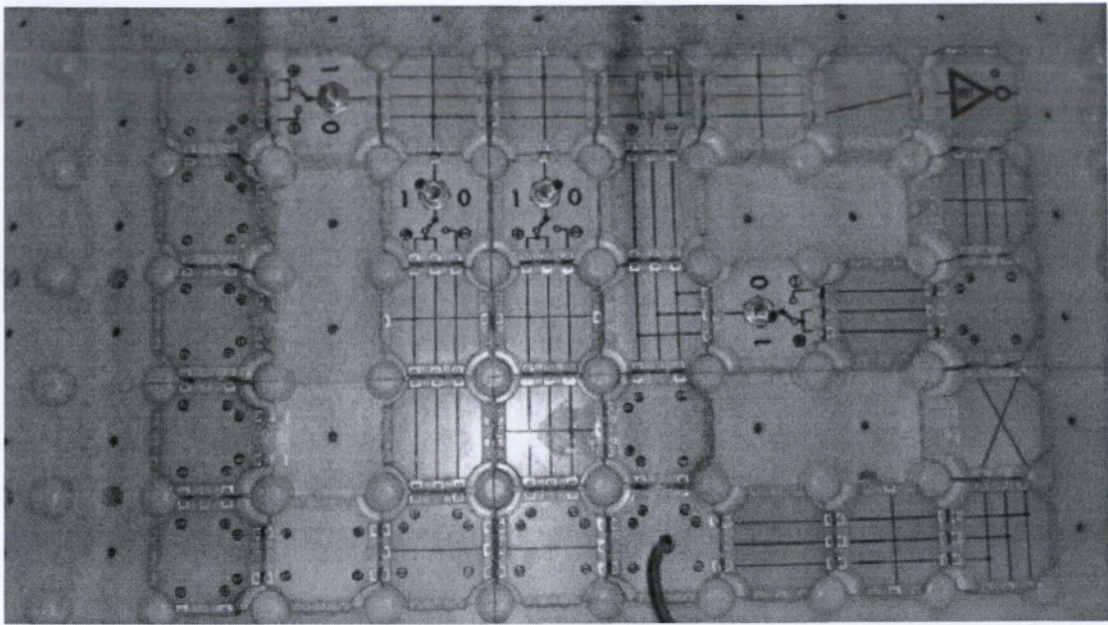
Σχ.25

Παρατηρούμε όμως παράλληλα και κάτι άλλο. Αν κάνουμε το J πάλι 0 τότε και πάλι η λυχνία δεν θα σβήσει για όσους κύκλους ρολογιού και αν δοκιμάσουμε. Συνεπώς ερχόμαστε στο συμπέρασμα ότι το κύκλωμα flip flop στην κατάσταση $J=0$ ΚΑΙ $K=0$, διατηρεί την κατάσταση του (Σχ.26)



Σχ.26

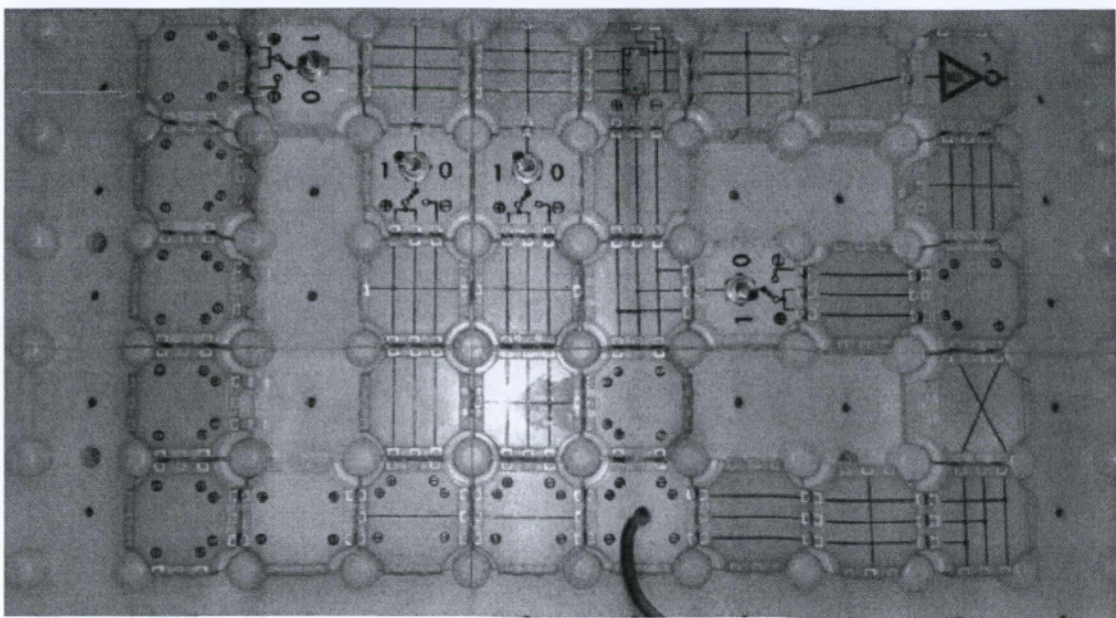
Συνεχίζουμε δίνοντας στο K την τιμή 1 και στο J την τιμή 0. Τότε το led θα σβήσει και θα παραμείνει σβηστό όσους κύκλους και να δοκιμάσουμε. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται RESET.(Σχ.27)



Σχ.27

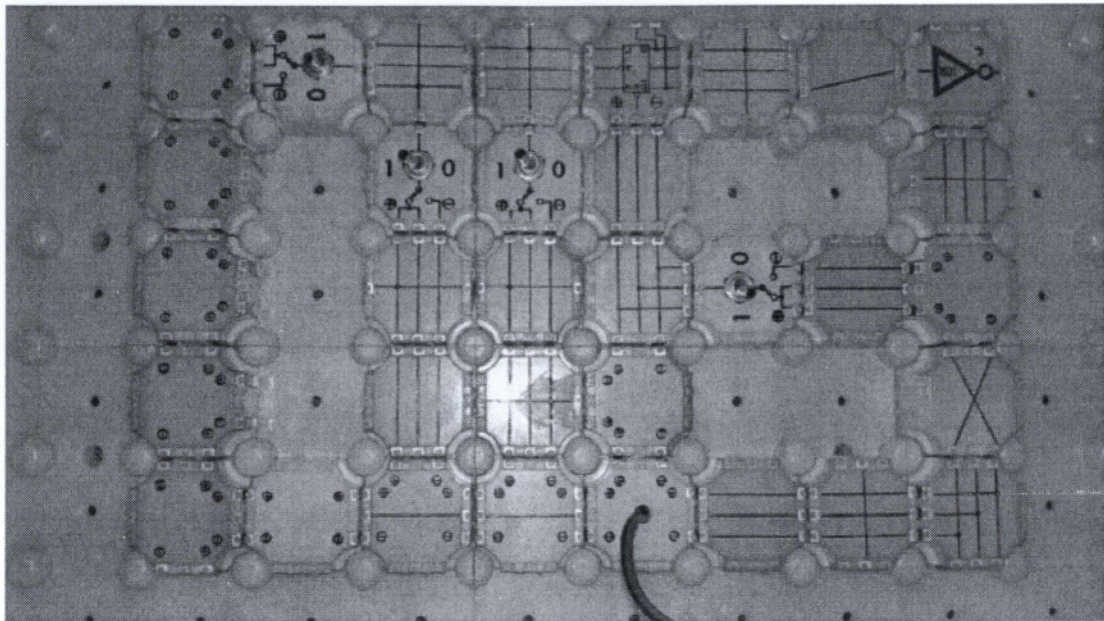
Η διαφορά μεταξύ αυτού του RESET και του διακόπτη 2 είναι ότι ο διακόπτης κάνει reset κατευθείαν σε οποια κατάσταση και να βρίσκονται οι άλλοι διακόπτες και όχι μετά από έναν κύκλο ρολογιού. Ο διακόπτης σε αυτήν την θέση (RESET) ονομάζεται σύγχρονος (επειδή για να λειτουργήσει χρειάζεται έναν κύκλο ρολογιού) ενώ το RESET που προαναφέραμε ονομάζεται ασύγχρονο.

Τέλος βάζουμε στο K και στο J την τιμή 1 και παρατηρούμε ότι στον πρώτο κύκλο ρολογιού που κάνουμε η λυχνία ανάβει (Σχ.28)



Σχ.28

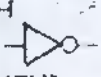

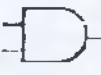









Ενώ μετά από άλλον έναν κύκλο, η λυχνία σβήνει (Σχ.29)



Σχ.29

Αυτό που συμπεραίνουμε λοιπόν είναι ότι στην κατάσταση $J=1$ Α και $K=1$,το Σ αλλάζει κατάσταση για κάθε κύκλο ρολογιού.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΒΑΣΙΚΩΝ ΠΥΛΩΝ

ΠΥΛΗ	ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΛΗΘΕΙΑΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ															
<p>ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ ή ΠΥΛΗ ΑΡΝΗΣΗΣ (NOT)</p>  	<table style="border-collapse: collapse; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="padding: 2px;">A</td><td style="padding: 2px;">Q</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">1</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td></tr> </table>	A	Q	0	1	1	0	<p>Η έξοδος ενός αναστροφέα είναι πάντοτε το λογικό αντίθετο της εισόδου.</p>									
A	Q																
0	1																
1	0																
<p>ΠΥΛΗ ΚΑΙ (AND)</p>  	<table style="border-collapse: collapse; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="padding: 2px;">A</td><td style="padding: 2px;">B</td><td style="padding: 2px;">Q</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td></tr> </table>	A	B	Q	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	<p>Η έξοδος της πύλης ΚΑΙ είναι μόνο το λογικό 1 αν όλες οι εισοδοί της είναι στο λογικό 1.</p>
A	B	Q															
0	0	0															
0	1	0															
1	0	0															
1	1	1															
<p>ΠΥΛΗ ΔΙΑΖΕΥΞΗΣ (OR)</p>  	<table style="border-collapse: collapse; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="padding: 2px;">A</td><td style="padding: 2px;">B</td><td style="padding: 2px;">Q</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">1</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td></tr> </table>	A	B	Q	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	<p>Η έξοδος της πύλης Διάζευξης είναι το λογικό 1 αν οποιαδήποτε από τις εισόδους της ή και όλες μαζί είναι στο λογικό 1.</p>
A	B	Q															
0	0	0															
0	1	1															
1	0	1															
1	1	1															
<p>ΠΥΛΗ ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ ΤΗΣ ΚΑΙ (NAND)</p>  	<table style="border-collapse: collapse; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="padding: 2px;">A</td><td style="padding: 2px;">B</td><td style="padding: 2px;">Q</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">1</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">1</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td></tr> </table>	A	B	Q	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	<p>Η πύλη NAND δίνει το λογικό 1 εκτός αν όλες οι εισοδοί της είναι στο λογικό 1. Η πύλη NAND είναι το λογικό αντίθετο της πύλης ΚΑΙ.</p>
A	B	Q															
0	0	1															
0	1	1															
1	0	1															
1	1	0															
<p>ΠΥΛΗ ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ ΔΙΑΖΕΥΞΗΣ (NOR)</p>  	<table style="border-collapse: collapse; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="padding: 2px;">A</td><td style="padding: 2px;">B</td><td style="padding: 2px;">Q</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">1</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td></tr> </table>	A	B	Q	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	<p>Η πύλη NOR δίνει πάντοτε το λογικό 1 αν καμία από τις εισόδους της είναι στο λογικό 1. Η πύλη NOR είναι το λογικό αντίθετο της πύλης OR.</p>
A	B	Q															
0	0	1															
0	1	0															
1	0	0															
1	1	0															
<p>ΠΥΛΗ XOR</p>  	<table style="border-collapse: collapse; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="padding: 2px;">A</td><td style="padding: 2px;">B</td><td style="padding: 2px;">Q</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">0</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td><td style="padding: 2px;">1</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">0</td></tr> </table>	A	B	Q	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	<p>Η πύλη XOR δίνει το λογικό 1 αν οι εισοδοί της είναι διαφορετικές.</p>
A	B	Q															
0	0	0															
0	1	1															
1	0	1															
1	1	0															

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

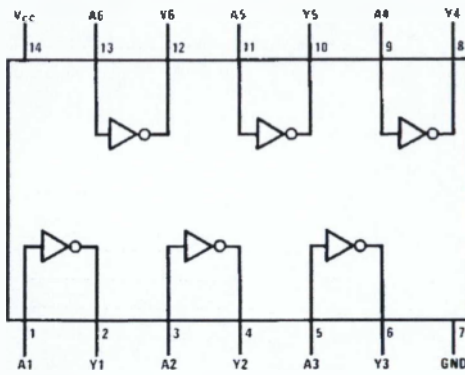
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

«Φύλλα Δεδομένων Ολοκληρωμένων Ψηφιακών Πυλών»

This device contains six independent gates each of which performs the logic INVERT function.

DM74LS04M	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150 Narrow
DM74LS04SJ	M14D	14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS04N	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter 'X' to the ordering code.



L	H
H	L

H = HIGH Logic Level
L = LOW Logic Level

(Note 1)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

The 'Absolute Maximum Ratings' are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The 'Recommended Operating Conditions' table will define the conditions for actual device operation.

V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage	2			V
V_{IL}	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I_{OH}	HIGH Level Output Current			-0.4	mA
I_{OL}	LOW Level Output Current			8	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

V_I	Input Clamp Voltage	$V_{CC} = \text{Min.}, I_I = -18 \text{ mA}$			-1.5	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min.}, I_{OH} = \text{Max.}, V_R = \text{Max.}$	2.7	3.4		V
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min.}, I_{OL} = \text{Max.}, V_{IH} = \text{Min.}, I_{OL} = 4 \text{ mA}, V_{CC} = \text{Min.}$		0.35	0.5	V
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	$V_{CC} = \text{Max.}, V_I = 7V$			0.1	mA
I_{IH}	HIGH Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max.}, V_I = 2.7V$			20	μA
I_{IL}	LOW Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max.}, V_I = 0.4V$			-0.36	mA
I_{OSC}	Short Circuit Output Current	$V_{CC} = \text{Max. (Note 3)}$	-20		-100	mA
I_{CC1}	Supply Current with Outputs HIGH	$V_{CC} = \text{Max.}$		1.2	2.4	mA
I_{CC2}	Supply Current with Outputs LOW	$V_{CC} = \text{Max.}$		3.6	6.6	mA

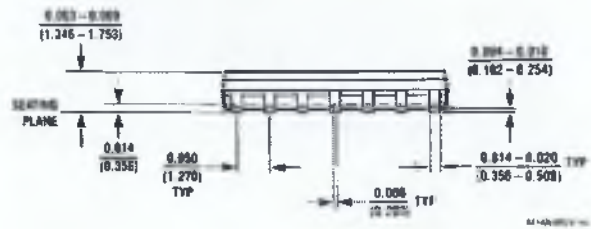
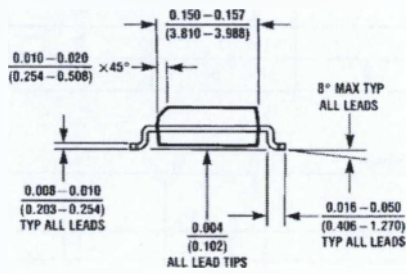
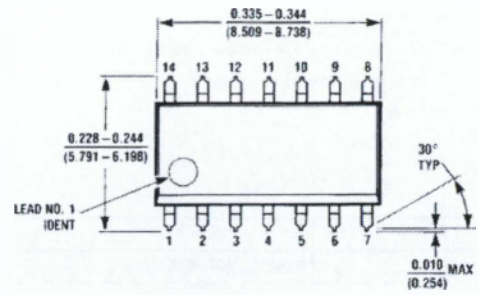
All typicals are at $V_{CC} = 5V, T_A = 25^\circ\text{C}$

Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second

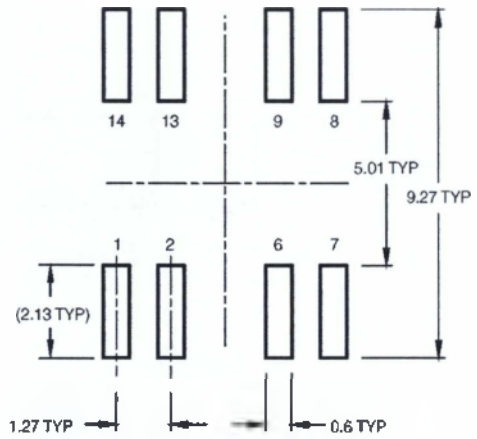
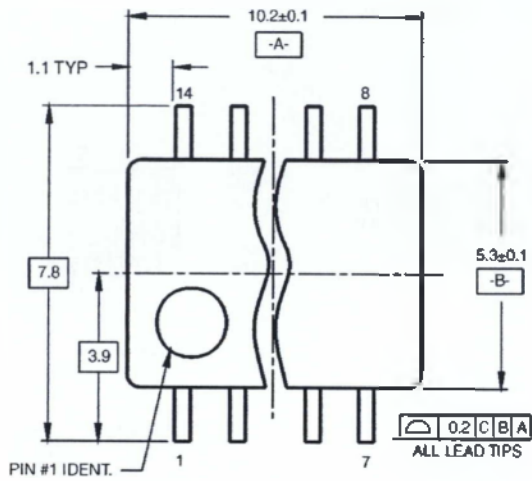
at $V_{CC} = 5V$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$

		= Ω				
		=		=		
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	3	10	4	15	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	3	10	4	15	ns

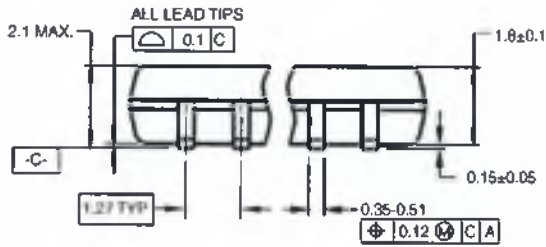
inches (millimeters) unless otherwise noted



inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



LAND PATTERN RECOMMENDATION

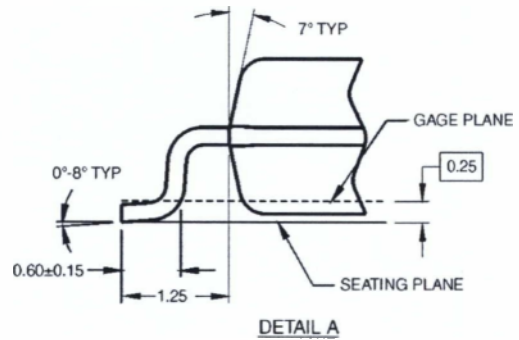
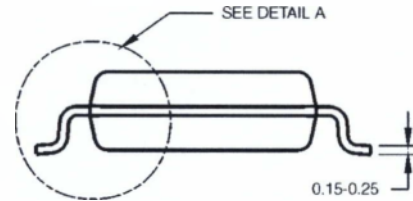


DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

NOTES:

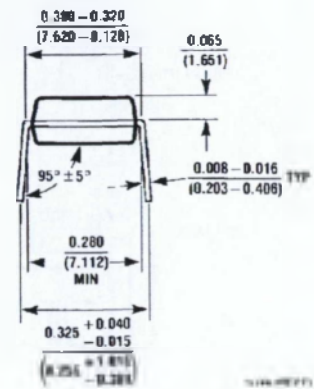
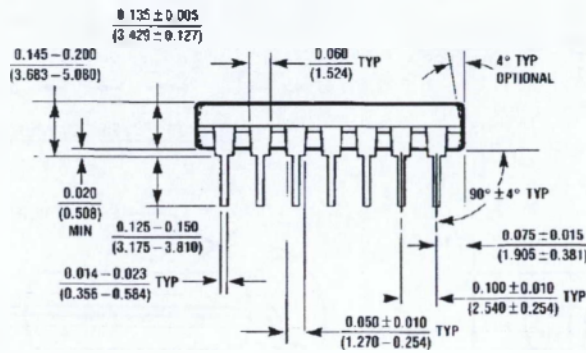
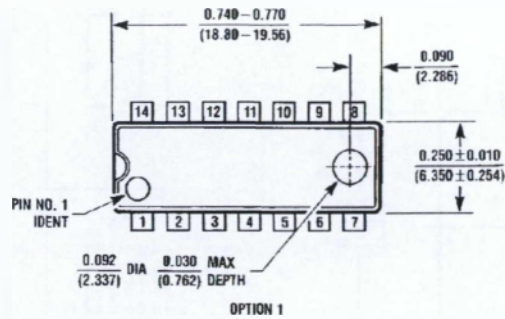
- A. CONFORMS TO EIAJ EDR-7320 REGISTRATION, ESTABLISHED IN DECEMBER, 1998.
- B. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- C. DIMENSIONS ARE EXCLUSIVE OF BURRS, MOLD FLASH, AND TIE BAR EXTRUSIONS.

M14DRRevB1



DETAIL A

inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Fairchild does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and Fairchild reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

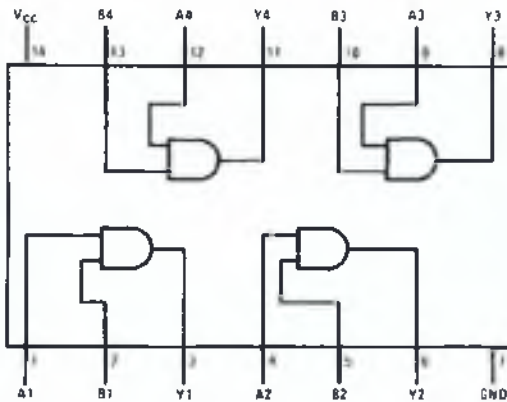
FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

This device contains four independent gates each of which performs the logic AND function.

DM74LS08M	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150 Narrow
DM74LS08SJ	M14D	14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS08N	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code



L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

H = HIGH Logic Level
L = LOW Logic Level

(Note 1)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage	2			V
V_{IL}	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I_{OH}	HIGH Level Output Current			-0.4	mA
I_{OL}	LOW Level Output Current			8	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

V_I	Input Clamp Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_I = 18 \text{ mA}$			-1.5	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OH} = \text{Max}, V_{IH} = \text{Min}$	2.7	3.4		V
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OL} = \text{Max}, V_{IL} = \text{Max}$		0.35	0.5	V
		$I_{OL} = 4 \text{ mA}, V_{CC} = \text{Min}$		0.25	0.4	
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 7V$			0.1	mA
I_{IH}	HIGH Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 2.7V$			20	μA
I_{IL}	LOW Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 0.4V$			-0.36	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 3)	-20		100	mA
I_{CCH}	Supply Current with Outputs HIGH	$V_{CC} = \text{Max}$		2.4	4.8	mA
I_{CCL}	Supply Current with Outputs LOW	$V_{CC} = \text{Max}$		4.4	8.8	mA

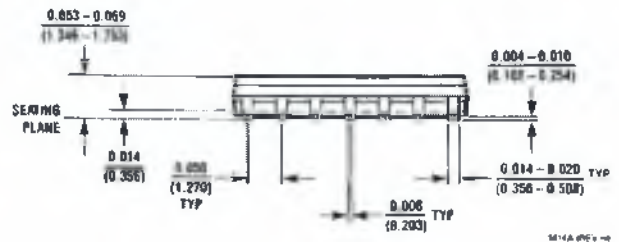
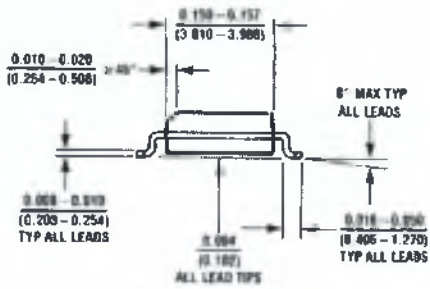
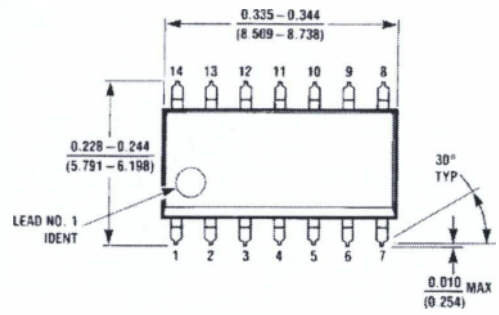
at $V_{CC} = 5V$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$

		= Ω				
		o	+	=		
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	4	13	6	18	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	3	11	5	18	ns

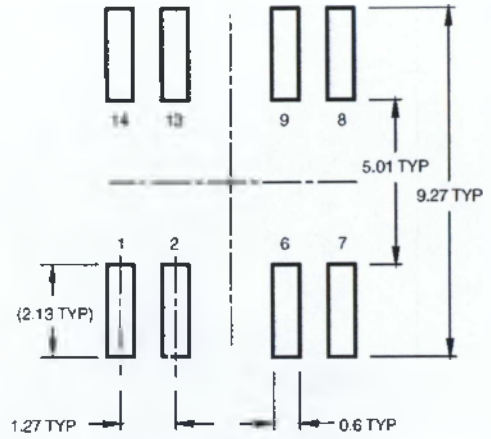
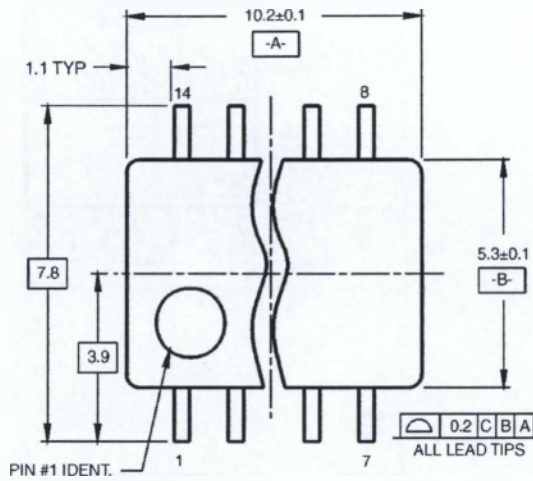
All typicals are at $V_{CC} = 5V, T_A = 25^\circ\text{C}$.

Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

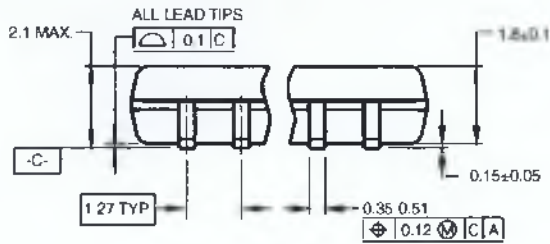
inches (millimeters) unless otherwise noted



inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



LAND PATTERN RECOMMENDATION

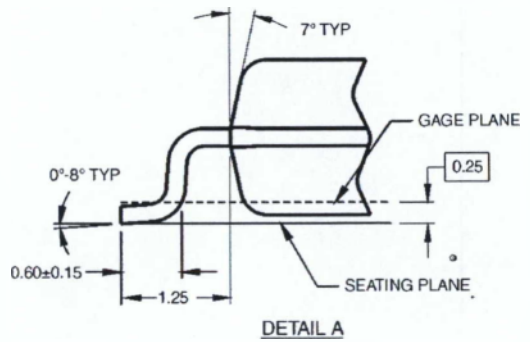
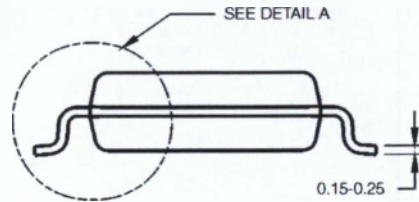


DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

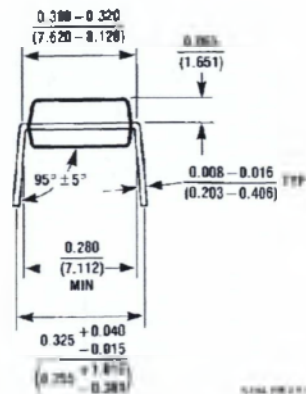
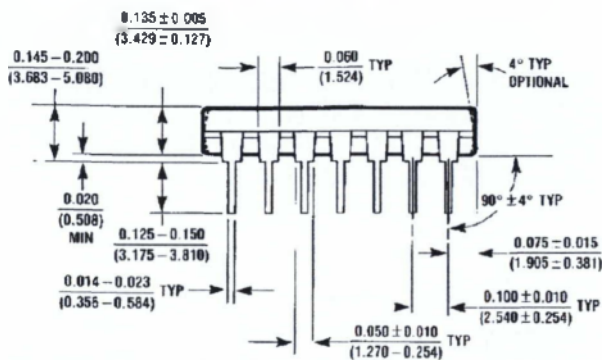
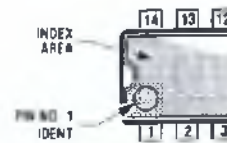
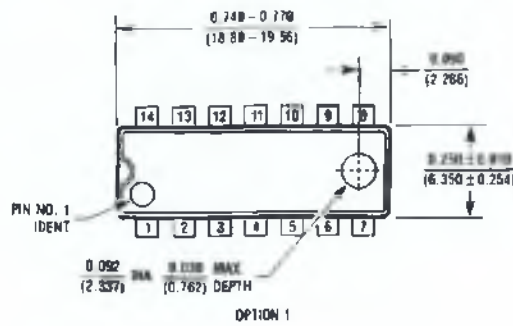
NOTES:

- A. CONFORMS TO EIAJ EDR-7320 REGISTRATION, ESTABLISHED IN DECEMBER, 1998.
- B. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- C. DIMENSIONS ARE EXCLUSIVE OF BURRS, MOLD FLASH, AND TIE BAR EXTRUSIONS.

M14DRRevB1



inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Fairchild does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and Fairchild reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

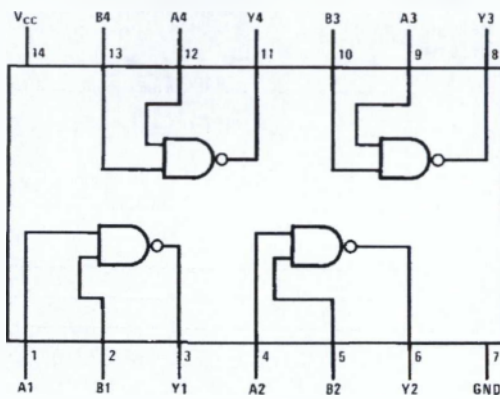
FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

This device contains four independent gates each of which performs the logic NAND function.

DM74LS00M	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150 Narrow
DM74LS00SJ	M14D	14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS00N	N14A	14-Lead Plastic Dual-in-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.



L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

H = HIGH Logic Level
L = LOW Logic Level

(Note 1)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage	2			V
V_{IL}	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I_{OH}	HIGH Level Output Current			0.4	mA
I_{OL}	LOW Level Output Current			8	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

V_I	Input Clamp Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_I = 18 \text{ mA}$			-1.5	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OH} = \text{Max}, V_{IL} = \text{Max}$	2.7	3.4		V
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OL} = \text{Max}, V_{IH} = \text{Min}, I_{OL} = 4 \text{ mA}, V_{CC} = \text{Min}$		0.35	0.5	V
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 7V$			0.1	mA
I_{IH}	HIGH Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 2.7V$			20	μA
I_{IL}	LOW Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 0.4V$			-0.36	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 3)	-20		-100	mA
I_{CCH}	Supply Current with Outputs HIGH	$V_{CC} = \text{Max}$		0.8	1.6	mA
I_{CCL}	Supply Current with Outputs LOW	$V_{CC} = \text{Max}$		2.4	4.4	mA

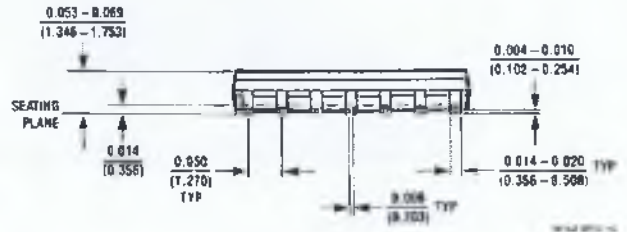
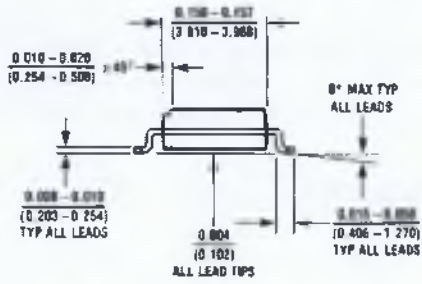
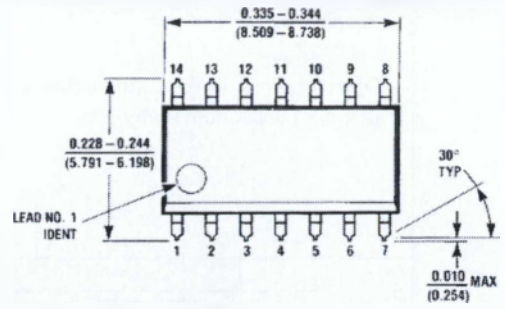
All typicals are at $V_{CC} = 5V, T_A = 25^\circ\text{C}$

Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

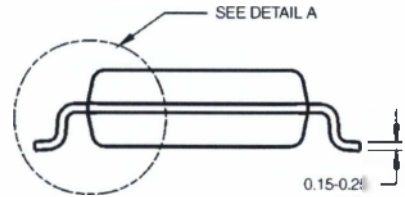
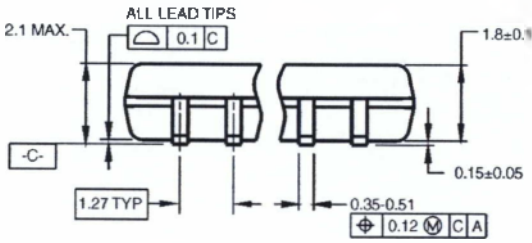
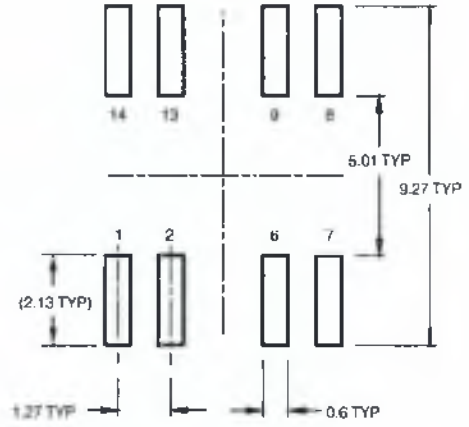
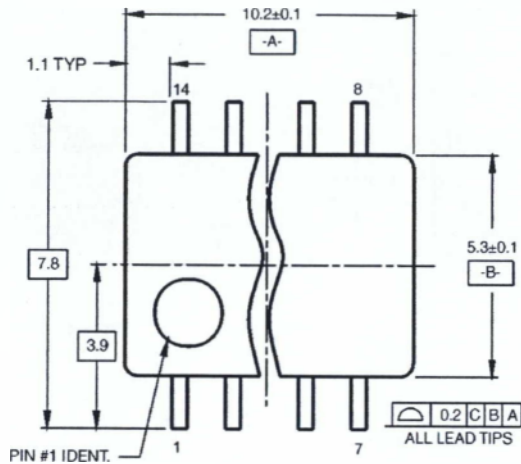
at $V_{CC} = 5V$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$

		Ω				
		=		=		
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	3	10	4	15	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	3	10	4	15	ns

inches (millimeters) unless otherwise noted



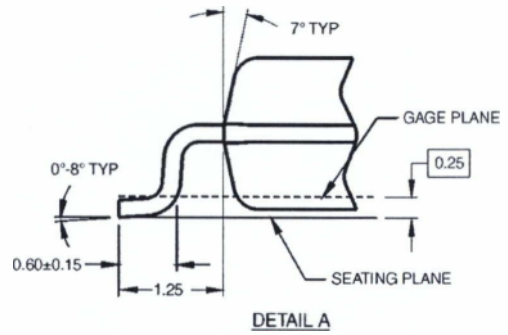
inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



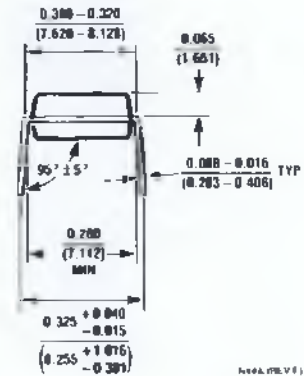
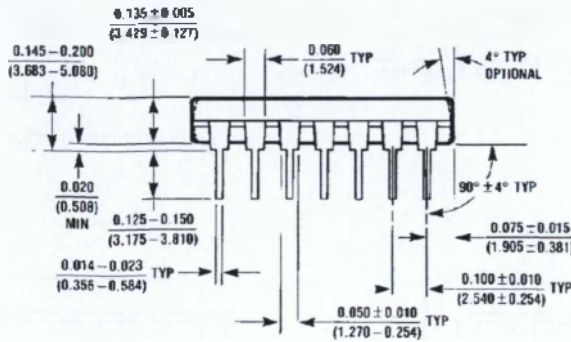
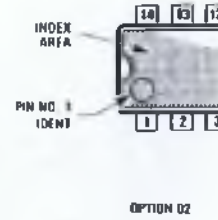
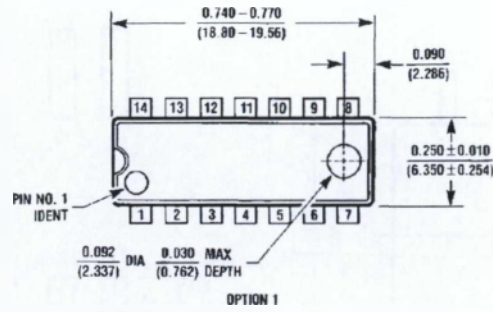
NOTES:

- A. CONFORMS TO EIAJ EDR-7320 REGISTRATION, ESTABLISHED IN DECEMBER, 1998
- B. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- C. DIMENSIONS ARE EXCLUSIVE OF BURRS, MOLD FLASH, AND TIE BAR EXTRUSIONS.

M14DRevB1



inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



INCHES (MILLIMETERS)

Fairchild does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and Fairchild reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

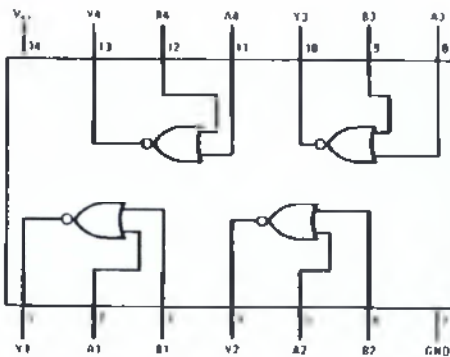
FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

This device contains four independent gates each of which performs the logic NOR function.

DM74LS02M	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150 Narrow
DM74LS02SJ	M14D	14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS02N	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter 'X' to the ordering code.



L	L	H
L	H	L
H	L	L
H	H	L

H = HIGH Logic Level
L = LOW Logic Level

(Note 1)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage	2			V
V_{IL}	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I_{OH}	HIGH Level Output Current			-0.4	mA
I_{OL}	LOW Level Output Current			8	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

V_I	Input Clamp Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_I = -18 \text{ mA}$			-1.5	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OH} = \text{Max}, V_{IL} = \text{Max}$	2.7	3.4		V
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OL} = \text{Max}, V_{IH} = \text{Min}, I_{OL} = 4 \text{ mA}, V_{CC} = \text{Min}$		0.35	0.5	V
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 7V$			0.1	mA
I_{IH}	HIGH Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 2.7V$			20	μA
I_{IL}	LOW Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 0.4V$			-0.40	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 3)	-20		-100	mA
I_{CCH}	Supply Current with Outputs HIGH	$V_{CC} = \text{Max}$		1.8	3.2	mA
I_{CCL}	Supply Current with Outputs LOW	$V_{CC} = \text{Max}$		2.8	5.4	mA

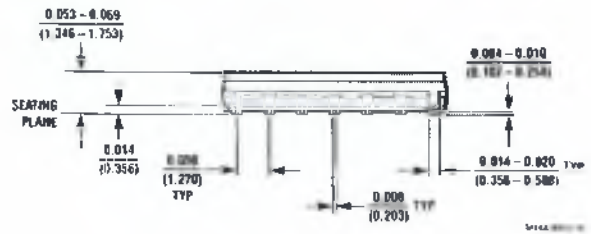
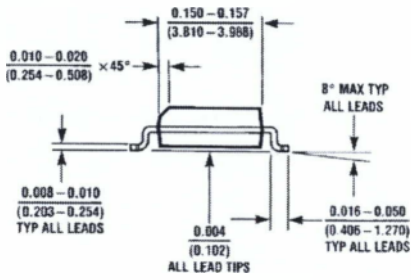
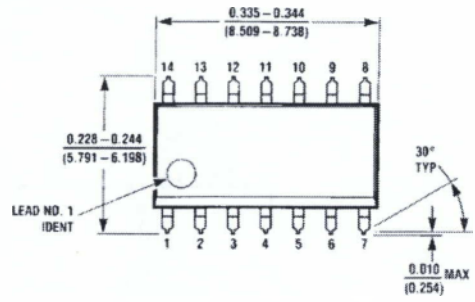
All typicals are at $V_{CC} = 5V, T_A = 25^\circ\text{C}$.

Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

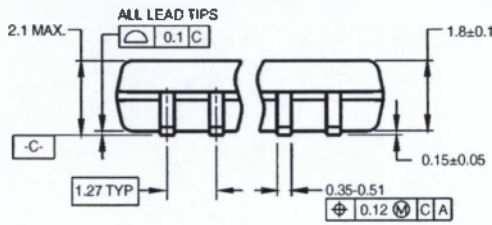
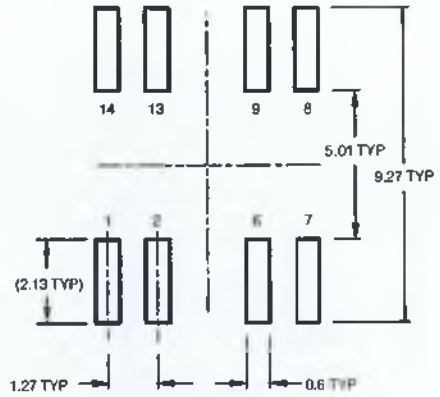
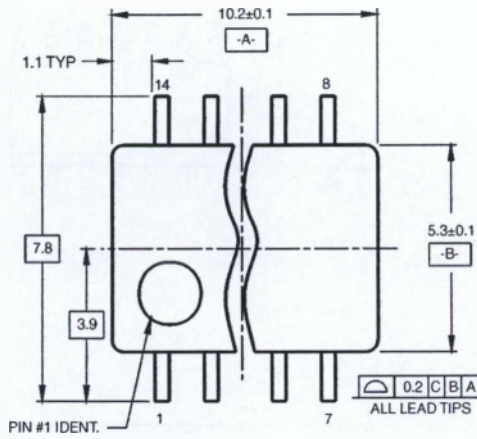
at $V_{CC} = 5V$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$

		= Ω				
		=	=			
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output		13		18	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output		10		15	ns

inches (millimeters) unless otherwise noted



inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)

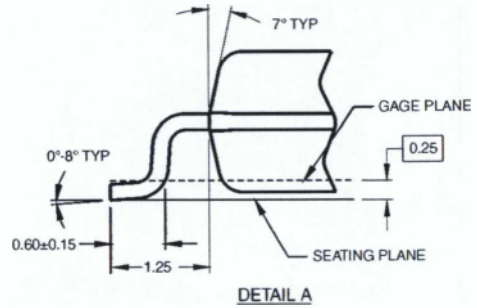
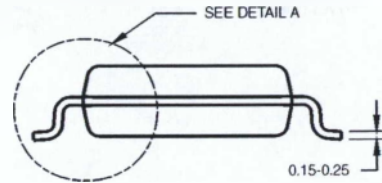


DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

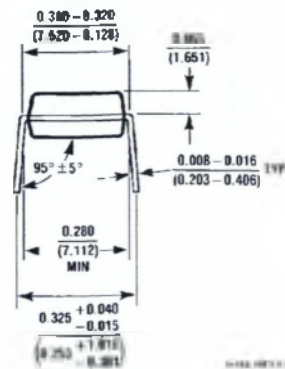
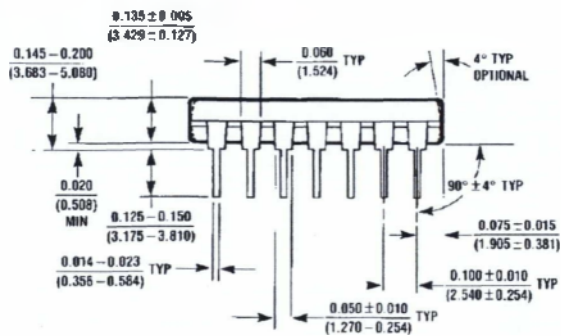
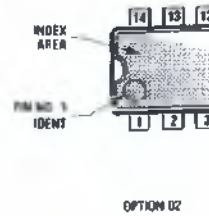
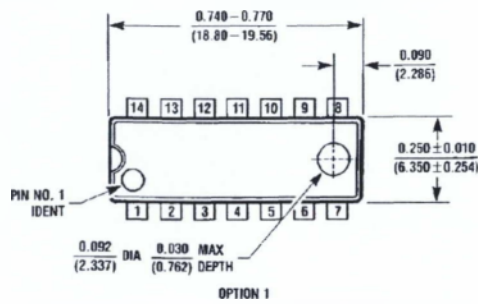
NOTES:

- A. CONFORMS TO EIAJ EDR-7320 REGISTRATION, ESTABLISHED IN DECEMBER, 1998.
- B. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- C. DIMENSIONS ARE EXCLUSIVE OF BURRS, MOLD FLASH, AND TIE BAR EXTRUSIONS.

M14DRevB1



inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Fairchild does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and Fairchild reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

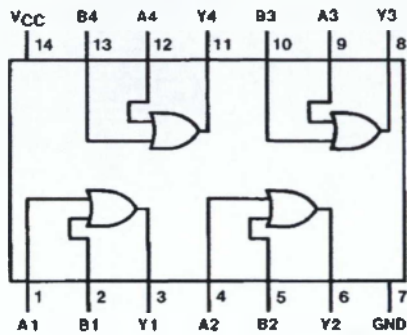
FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

This device contains four independent gates each of which performs the logic OR function.

DM74LS32M	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150 Narrow
DM74LS32SJ	M14D	14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS32N	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.



L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	H

H = HIGH Logic Level
L = LOW Logic Level

(Note 1)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage	2			V
V_{IL}	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I_{OH}	HIGH Level Output Current			-0.4	mA
I_{OL}	LOW Level Output Current			8	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

V_I	Input Clamp Voltage	$V_{CC} - \text{Min}$, $I_I = -18 \text{ mA}$			-1.5	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}$, $I_{OH} = \text{Max}$ $V_{IH} = \text{Min}$	2.7	3.4		V
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}$, $I_{OL} = \text{Max}$ $V_{IL} = \text{Max}$ $I_{OL} = 4 \text{ mA}$, $V_{CC} = \text{Min}$		0.35	0.5	V
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	$V_{CC} = \text{Max}$, $V_I = 7V$			0.1	mA
I_{IH}	HIGH Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}$, $V_I = 2.7V$			20	μA
I_{IL}	LOW Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}$, $V_I = 0.4V$			-0.36	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 3)	-20		-100	mA
I_{CCH}	Supply Current with Outputs HIGH	$V_{CC} = \text{Max}$		3.1	6.2	mA
I_{CCL}	Supply Current with Outputs LOW	$V_{CC} = \text{Max}$		4.9	9.8	mA

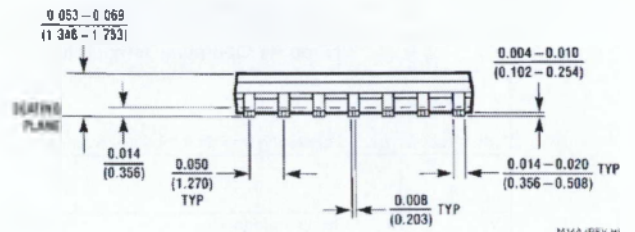
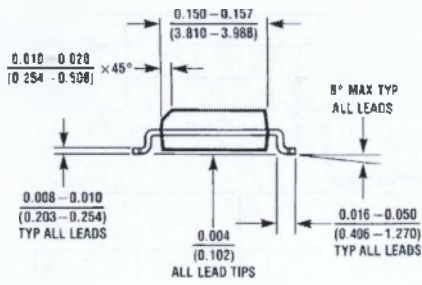
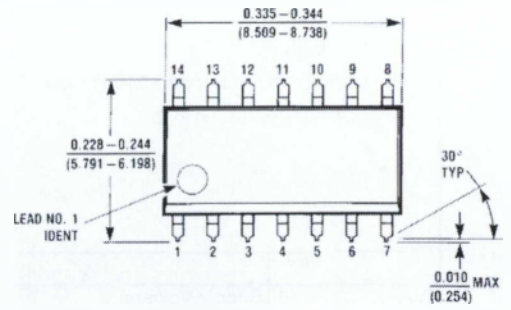
All typicals are at $V_{CC} = 5V$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second

at $V_{CC} = 5V$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$

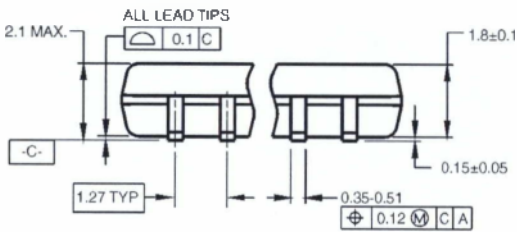
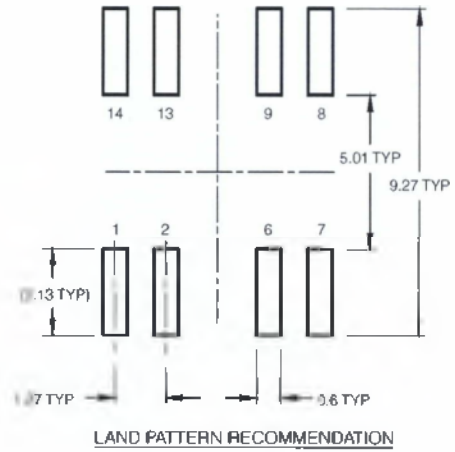
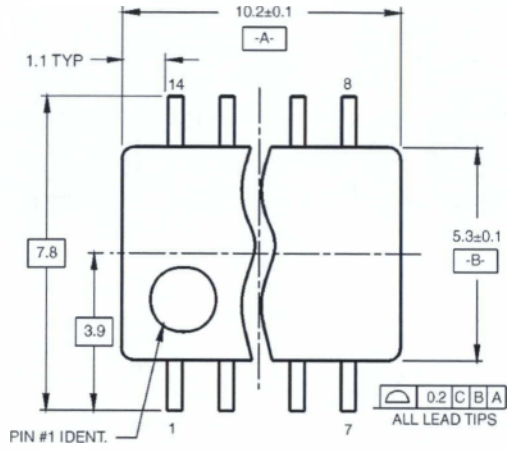
		Ω				
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	3	11	4	15	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	3	11	4	15	ns

inches (millimeters) unless otherwise noted



M14A (REV. HI)

inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)

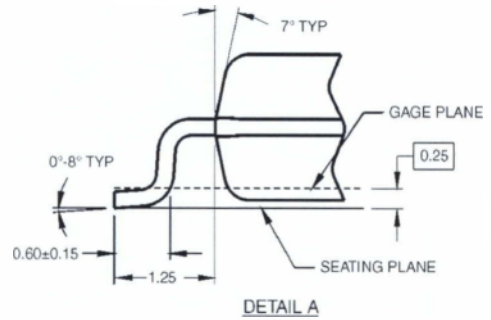
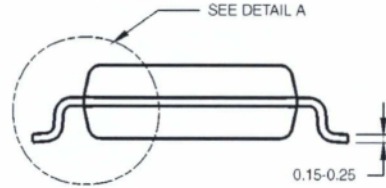


DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

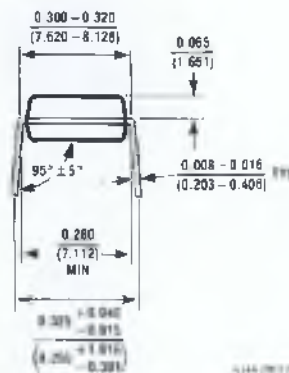
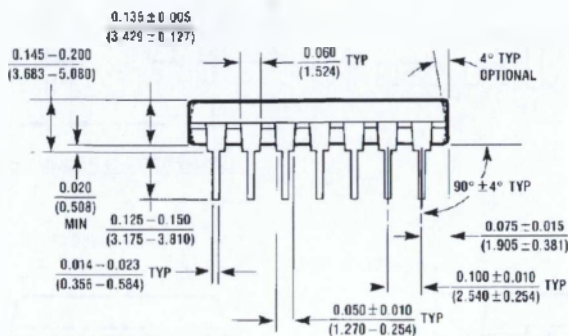
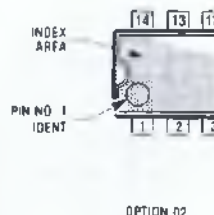
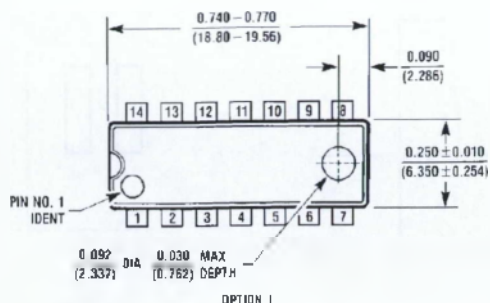
NOTES:

- A. CONFORMS TO EIAJ EDR-7320 REGISTRATION, ESTABLISHED IN DECEMBER, 1998.
- B. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- C. DIMENSIONS ARE EXCLUSIVE OF BURRS, MOLD FLASH, AND TIE BAR EXTRUSIONS

M14DRevB1



inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Fairchild does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and Fairchild reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness

54LS74/DM54LS74A/DM74LS74A Dual Positive-Edge-Triggered D Flip-Flops with Preset, Clear and Complementary Outputs

General Description

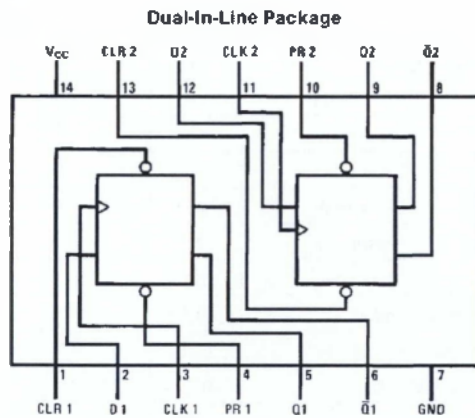
This device contains two independent positive-edge-triggered D flip-flops with complementary outputs. The information on the D input is accepted by the flip-flops on the positive going edge of the clock pulse. The triggering occurs at a voltage level and is not directly related to the transition time of the rising edge of the clock. The data on the D input may be changed while the clock is low or high without affecting the outputs as long as the data setup and hold times are not

violated. A low logic level on the preset or clear inputs will set or reset the outputs regardless of the logic levels of the other inputs.

Features

- Alternate military/aerospace device (54LS74) is available. Contact a National Semiconductor Sales Office/Distributor for specifications.

Connection Diagram



TL/F/6973-1

Order Number 54LS74DMQB, 54LS74FMQB, 54LS74LMQB, DM54LS74AJ, DM54LS74AW, DM74LS74AM or DM74LS74AN
See NS Package Number E20A, J14A, M14A, N14A or W14B

Function Table

Inputs				Outputs	
PR	CLR	CLK	D	Q	\bar{Q}
L	H	X	X	H	L
H	L	X	X	L	H
L	L	X	X	H*	H*
H	H	↑	H	H	L
H	H	↑	L	L	H
H	H	L	X	Q ₀	\bar{Q} ₀

H = High Logic Level

X = Either Low or High Logic Level

L = Low Logic Level

↑ = Positive-going Transition

* - This configuration is nonstable; that is, it will not persist when either the preset and/or clear inputs return to their inactive (high) level.

Q₀ - The output logic level of Q before the indicated input conditions were established

54LS74/DM54LS74A/DM74LS74A Dual Positive-Edge-Triggered D Flip-Flops with Preset, Clear and Complementary Outputs

Absolute Maximum Ratings (Note)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	
DM54LS and 54LS	-55°C to +125°C
DM74LS	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

Note: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the "Electrical Characteristics" table are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	DM54LS74A			DM74LS74A			Units
		Min	Nom	Max	Min	Nom	Max	
V _{CC}	Supply Voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V _{IH}	High Level Input Voltage	2			2			V
V _{IL}	Low Level Input Voltage			0.7			0.8	V
I _{OH}	High Level Output Current			-0.4			-0.4	mA
I _{OL}	Low Level Output Current			4			8	mA
f _{CLK}	Clock Frequency (Note 2)	0		25	0		25	MHz
f _{CLK}	Clock Frequency (Note 3)	0		20	0		20	MHz
t _w	Pulse Width (Note 2)	Clock High	18		18			ns
		Preset Low	15		15			
		Clear Low	15		15			
t _w	Pulse Width (Note 3)	Clock High	25		25		ns	
		Preset Low	20		20			
		Clear Low	20		20			
t _{SU}	Setup Time (Notes 1 and 2)	20 ↑			20 ↑			ns
t _{SU}	Setup Time (Notes 1 and 3)	25 ↑			25 ↑			ns
t _H	Hold Time (Note 1 and 4)	0 ↑			0 ↑			ns
T _A	Free Air Operating Temperature	-55		125	0		70	°C

Note 1: The symbol (↑) indicates the rising edge of the clock pulse is used for reference.

Note 2: C_I = 15 pF, R_L = 2 kΩ, T_A = 25°C, and V_{CC} = 5V.

Note 3: C_I = 50 pF, R_L = 2 kΩ, T_A = 25°C, and V_{CC} = 5V.

Note 4: T_A = 25°C and V_{CC} = 5V.

Electrical Characteristics over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 1)	Max	Units		
V_I	Input Clamp Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_I = -18 \text{ mA}$			-1.5	V		
V_{OH}	High Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OH} = \text{Max}$ $V_{IL} = \text{Max}, V_{IH} = \text{Min}$	DM54	2.5	3.4		V	
			DM74	2.7	3.4			
V_{OL}	Low Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OL} = \text{Max}$ $V_{IL} = \text{Max}, V_{IH} = \text{Min}$	DM54		0.25	0.4	V	
			DM74		0.35	0.5		
			$I_{OL} = 4 \text{ mA}, V_{CC} = \text{Min}$	DM74		0.25		0.4
I_I	Input Current @Max input Voltage	$V_{CC} = \text{Max}$ $V_I = 7 \text{ V}$	Data			0.1	mA	
			Clock					0.1
			Preset					0.2
			Clear					0.2
I_{IH}	High Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}$ $V_I = 2.7 \text{ V}$	Data			20	μA	
			Clock					20
			Clear					40
			Preset					40
I_{IL}	Low Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}$ $V_I = 0.4 \text{ V}$	Data			0.4	mA	
			Clock					0.4
			Preset					-0.8
			Clear					-0.8
I_{OS}	Short Circuit Output Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 2)	DM54	-20		-100	mA	
			DM74	-20		-100		
I_{CC}	Supply Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 3)		4	8	mA		

Note 1: All typicals are at $V_{CC} = 5 \text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$.

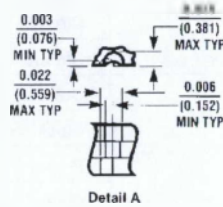
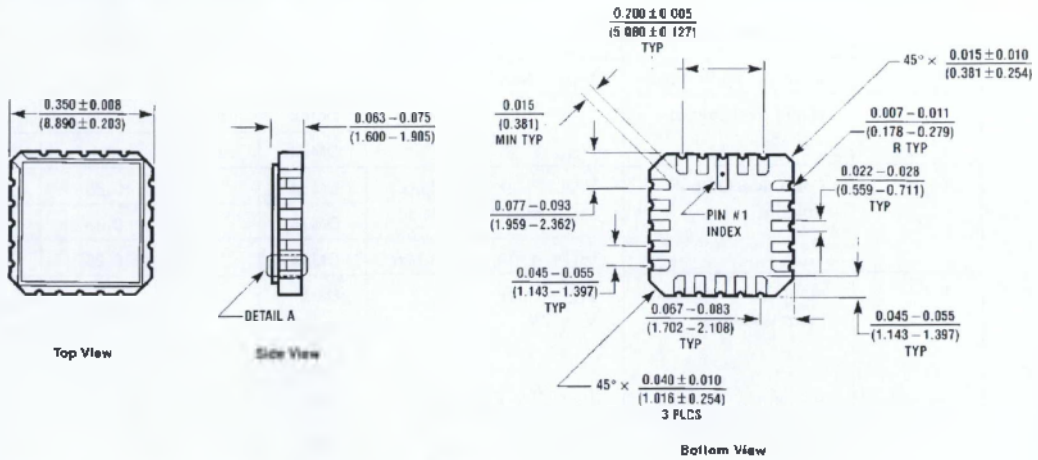
Note 2: Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second. For devices, with feedback from the outputs, where shorting the outputs to ground may cause the outputs to change logic state an equivalent test may be performed where $V_O = 2.25 \text{ V}$ and 2.125 V for DM54 and DM74 series, respectively, with the minimum and maximum limits reduced by one half from their stated values. This is very useful when using automatic test equipment.

Note 3: With all outputs open, I_{CC} is measured with CLOCK grounded after setting the Q and \bar{Q} outputs high in turn.

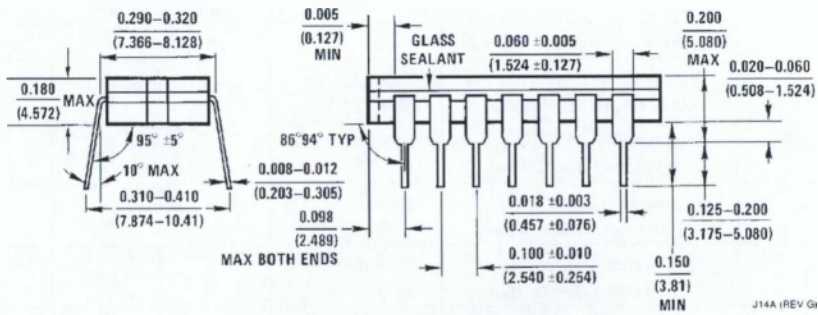
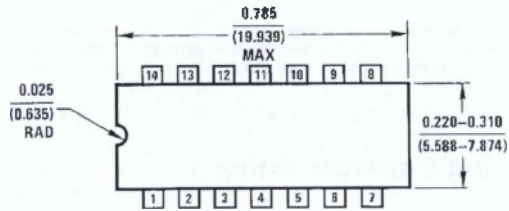
Switching Characteristics at $V_{CC} = 5 \text{ V}$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$ (See Section 1 for Test Waveforms and Output Load)

Symbol	Parameter	From (Input) To (Output)	$R_L = 2 \text{ k}\Omega$				Units
			$C_L = 15 \text{ pF}$		$C_L = 50 \text{ pF}$		
			Min	Max	Min	Max	
f_{MAX}	Maximum Clock Frequency		25		20		MHz
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Clock to Q or \bar{Q}		25		35	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Clock to Q or \bar{Q}		30		35	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Preset to Q		25		35	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Preset to \bar{Q}		30		35	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Clear to \bar{Q}		25		35	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Clear to Q		30		35	ns

Physical Dimensions inches (millimeters)

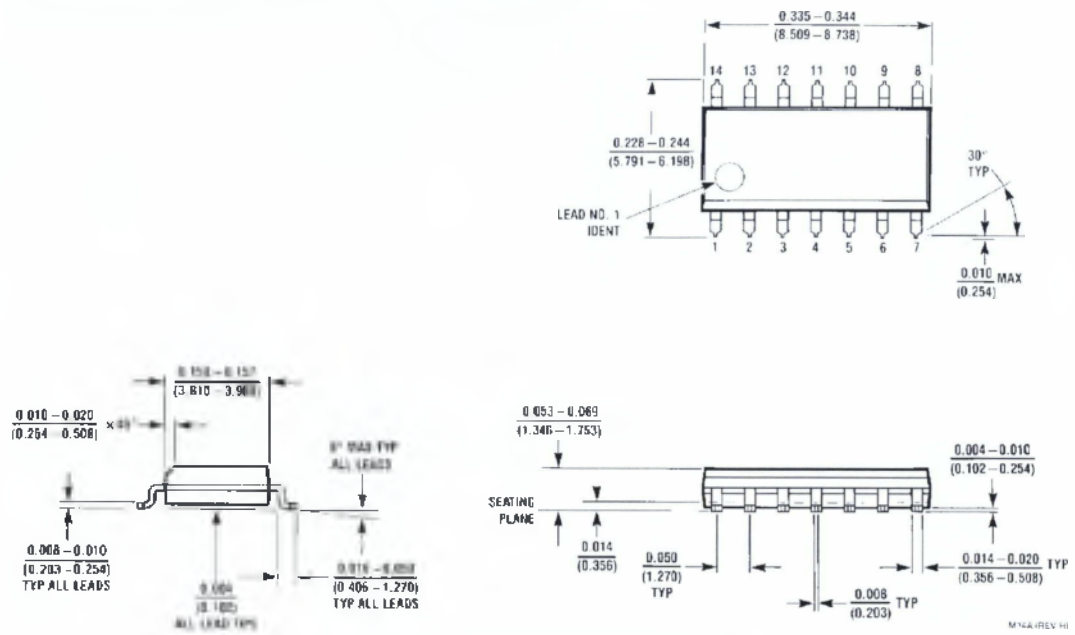


Ceramic Leadless Chip Carrier Package (E)
 Order Number 54LS74LMQB
 NS Package Number E20A

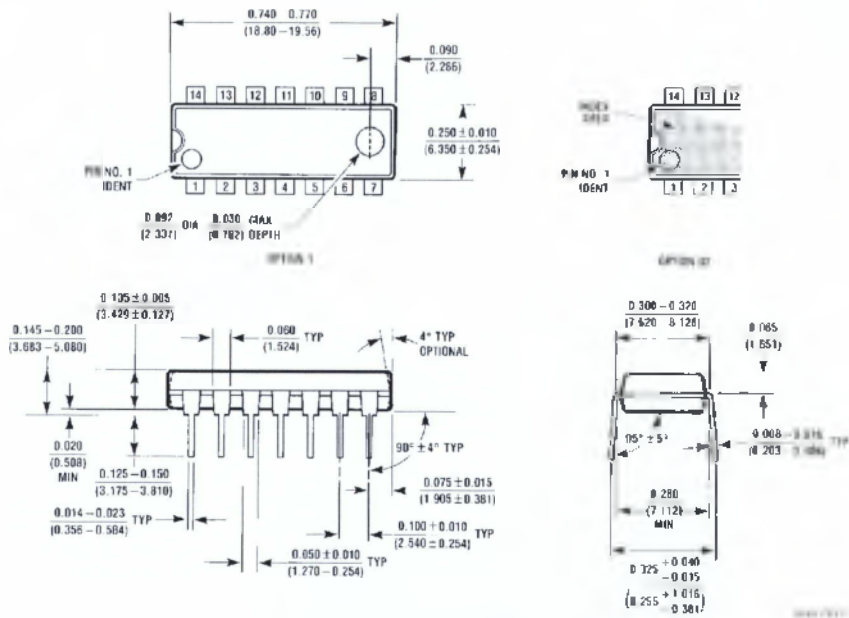


14-Lead Ceramic Dual-In-Line Package (J)
 Order Number 54LS74DMQB or DM54LS74AJ
 NS Package Number J14A

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



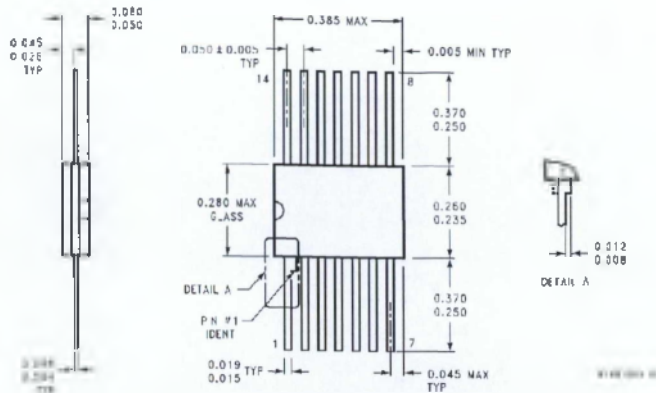
14-Lead Small Outline Molded Package (M)
Order Number DM74LS74AM
NS Package Number M14A



14-Lead Molded Dual-In-Line Package (N)
Order Number DM74LS74AN
NS Package Number N14A

**54LS74/DM54LS74A/DM74LS74A Dual Positive-Edge-Triggered
D Flip-Flops with Preset, Clear and Complementary Outputs**

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



14-Lead Ceramic Flat Package (W)
Order Number 54LS74FMQB or DM54LS74AW
NS Package Number W14B

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform, when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.



National Semiconductor Corporation
 1111 West Barton Road
 Arlington, TX 76017
 Tel: 1(800) 272-9959
 Fax: 1(800) 737-7018

National Semiconductor Europe
 Fax: (+49) 0-180-530 65 86
 Email: cnjwge@levm2.nsc.com
 Deutsch Tel: (+49) 0-180-530 85 85
 English Tel: (+49) 0-180-532 78 32
 Français Tel: (+49) 0-180-532 83 58
 Italiano Tel: (+49) 0-180-534 16 80

National Semiconductor Hong Kong Ltd.
 13th Floor, Straight Block,
 Ocean Centre, 5 Canton Rd
 Tsimshatsui, Kowloon
 Hong Kong
 Tel: (852) 2737-1800
 Fax: (852) 2736-9960

National Semiconductor Japan Ltd.
 Tel: 81-043-299-2309
 Fax: 81-043-299-2408

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patents for any are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

SN74LS76A

Dual JK Flip-Flop with Set and Clear

The SN74LS76A offers individual J, K, Clock Pulse, Direct Set and Direct Clear inputs. These dual flip-flops are designed so that when the clock goes HIGH, the inputs are enabled and data will be accepted. The Logic Level of the J and K inputs will perform according to the Truth Table as long as minimum set-up times are observed. Input data is transferred to the outputs on the HIGH-to-LOW clock transitions.

	J	K	Q	\bar{Q}	S_D	C_D
Set	L	H	X	X	H	L
Reset (Clear)	H	L	X	X	L	H
*Undetermined	L	L	X	X	H	H
Toggle	H	H	h	h	q	q
Load "0" (Reset)	H	H	l	h	L	H
Load "1" (Set)	H	H	h	l	H	L
Hold	H	H	l	l	q	q

* Both outputs will be HIGH while both S_D and C_D are LOW, but the output states are unpredictable if S_D and C_D go HIGH simultaneously

H, h = HIGH Voltage Level

L, l = LOW Voltage Level

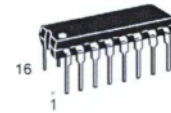
X = Immaterial

l, h (q) = Lower case letters indicate the state of the referenced input (or output) one setup time prior to the HIGH-to-LOW clock transition

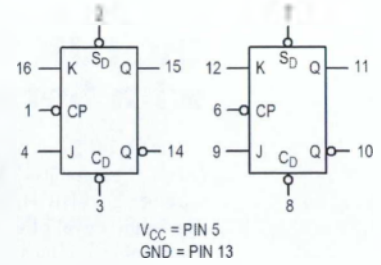
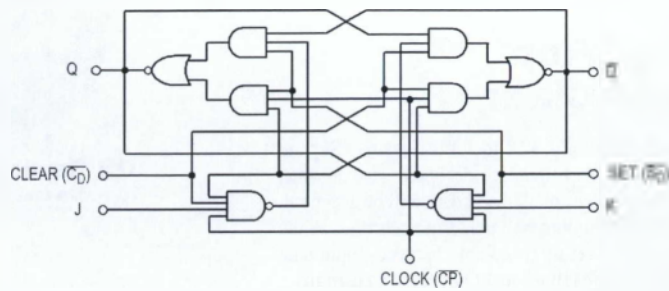
V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5.0	5.25	V
T_A	Operating Ambient Temperature Range	0	25	70	°C
I_{OH}	Output Current - High			-0.4	mA
I_{OL}	Output Current - Low			8.0	mA



ON Semiconductor
Formerly a Division of Motorola



SN74LS76AN	16 Pin DIP	2000 Units/Box
SN74LS76AD	16 Pin	2500/Tape & Reel



(unless otherwise specified)

V_{IH}	Input HIGH Voltage	2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs
V_{IL}	Input LOW Voltage			0.8	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs
V_{IK}	Input Clamp Diode Voltage		-0.65	-1.5	V	$V_{CC} = \text{MIN}$, $I_{IN} = -18 \text{ mA}$
V_{OH}	Output HIGH Voltage	2.7	3.5		V	$V_{CC} = \text{MIN}$, $I_{OH} = \text{MAX}$, $V_{IN} = V_{IH}$ or V_{IL} per Truth Table
V_{OL}	Output LOW Voltage		0.25	0.4	V	$I_{OL} = 4.0 \text{ mA}$
			0.35	0.5	V	$I_{OL} = 8.0 \text{ mA}$
I_{IH}	Input HIGH Current	J, K Clear Clock		20 60 80	μA	$V_{CC} = \text{MAX}$, $V_{IN} = 2.7 \text{ V}$
		J, K Clear Clock		0.1 0.3 0.4	mA	$V_{CC} = \text{MAX}$, $V_{IN} = 7.0 \text{ V}$
I_{IL}	Input LOW Current	J, K Clear, Clock		-0.4 -0.8	mA	$V_{CC} = \text{MAX}$, $V_{IN} = 0.4 \text{ V}$
I_{OS}	Short Circuit Current (Note 1)		-20	-100	mA	$V_{CC} = \text{MAX}$
I_{CC}	Power Supply Current			6.0	mA	$V_{CC} = \text{MAX}$

Note 1: Not more than one output should be shorted at a time, nor for more than 1 second.

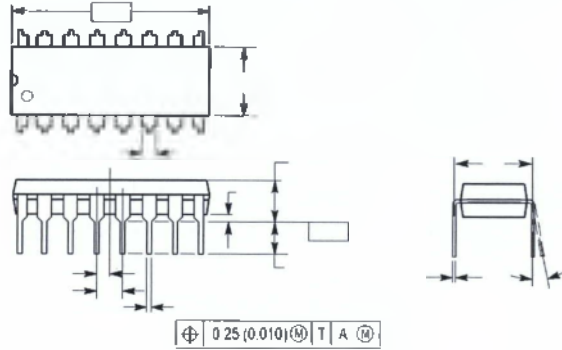
($T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 5.0 \text{ V}$)

f_{MAX}	Maximum Clock Frequency	30	45		MHz	$V_{CC} = 5.0 \text{ V}$ $C_L = 15 \text{ pF}$
t_{PLH} t_{PHL}	Clock, Clear, Set to Output		15	20	ns	
			15	20	ns	

($T_A = 25^\circ\text{C}$)

t_W	Clock Pulse Width High	20			ns	$V_{CC} = 5.0 \text{ V}$
t_W	Clear Set Pulse Width	25			ns	
t_s	Setup Time	20			ns	
t_h	Hold Time	0			ns	

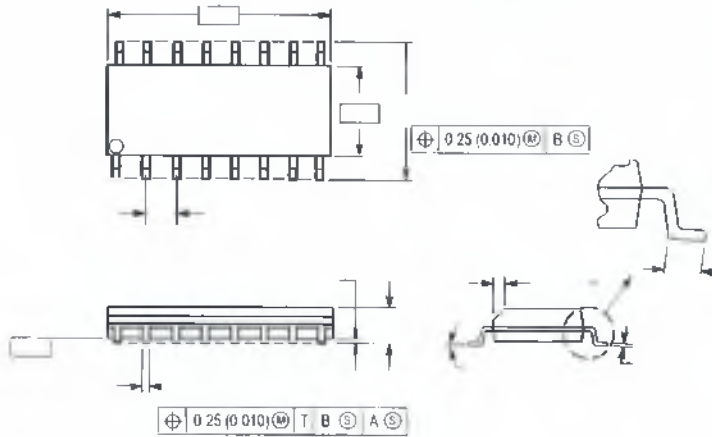
PLASTIC PACKAGE
CASE 648-08
ISSUE R



- NOTES
- 1 DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
 - 2 CONTROLLING DIMENSION INCH.
 - 3 DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
 - 4 DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.
 - 5 ROUNDED CORNERS OPTIONAL.

0.740	0.770	18.80	19.55
0.250	0.270	6.35	6.85
0.145	0.175	3.68	4.44
0.015	0.021	0.39	0.53
0.040	0.70	1.02	1.77
0.100 BSC		2.54 BSC	
0.050 BSC		1.27 BSC	
0.008	0.015	0.21	0.38
0.110	0.130	2.80	3.30
0.295	0.305	7.50	7.74
0°	10°	0°	10°
0.020	0.040	0.51	1.01

PLASTIC SOIC PACKAGE
CASE 751B-05
ISSUE J



- NOTES
- 1 DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
 - 2 CONTROLLING DIMENSION MILLIMETER.
 - 3 DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
 - 4 MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE.
 - 5 DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.127 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF THE D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

9.86	10.00	0.388	0.393
3.80	4.00	0.150	0.157
1.35	1.75	0.054	0.068
0.35	0.48	0.014	0.019
0.46	1.25	0.018	0.049
1.27 BSC		0.050 BSC	
0.19	0.25	0.008	0.009
0.16	0.25	0.004	0.006
0°	7°	0°	7°
5.86	6.20	0.229	0.244
0.25	0.50	0.010	0.019

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Μ. Μανο, Ψηφιακή σχεδίαση, εκδ. Παπασωτηρίου, 1992
2. Κ. Καρούμπαλος, Γ. Φιλοκύπρου, Μαθήματα Ηλεκτρονικής, Εκδ. Πανεπ. Αθηνών
3. Α. Ρ. Malvino, Βασική Ηλεκτρονική, εκδ. Τζιόλα, 2001
4. Β. Μπρακατσούλας, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ
5. Χ. Παλακίτσος, Φ. Ρωμανός, Π. Τσιρώνης, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ, ΟΕΔΒ
6. P. Horowitz, W. Hill: The Art of Electronics, Cambridge University Press, Second Edition, 1989
7. A.P. Malvino, D.P. Leach, Ψηφιακά Ηλεκτρονικά, Εκδ. Τζιόλα, 1996
8. Γιάννης Λιαπέρδος: Εργαστηριακές Ασκήσεις Αναλογικών Ηλεκτρονικών, Σπάρτη 2008 (Εργαστηριακό Εγχειρίδιο)
9. Γιάννης Λιαπέρδος: Εργαστηριακές Ασκήσεις Ψηφιακών Ηλεκτρονικών, Σπάρτη 2008 (Εργαστηριακό Εγχειρίδιο)

ΑΛΛΕΣ ΠΗΓΕΣ

1. www.wikipedia.org
2. www.hameg.com
3. bkprecision.com