



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΜ&ΜΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
1^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ
Ακ. έτος 2010-2011

Τμήμα Γ, Ομάδα 2^η

Βλάχση-Πανδή Ειρήνη	A.M.: 03108137
Ζακυνθινού Λυδία	A.M.: 03108024
Λύρας Γρηγόρης	A.M.: 03109687

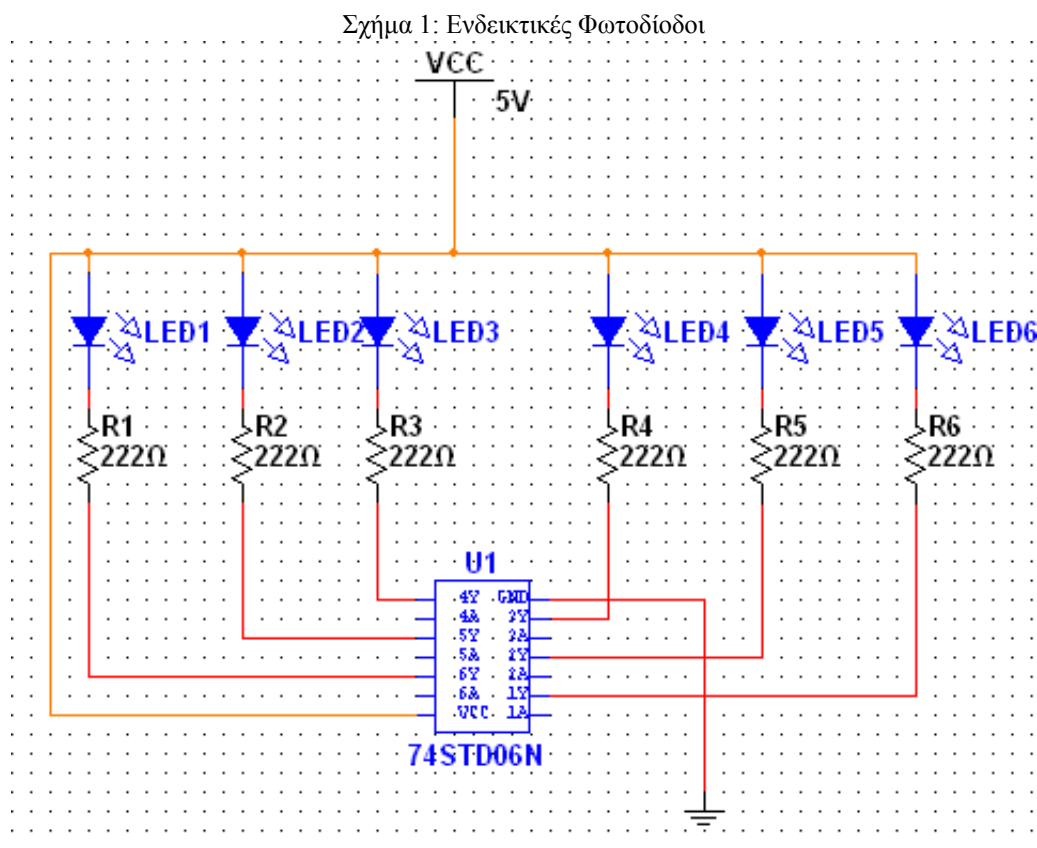
11 Νοεμβρίου 2011

Πρώτη Σειρά Ασκήσεων

1.1 Ενδεικτικές Φωτοдиодοι (leds)

Στο πρώτο μέρος της άσκησης, κατασκευάσαμε έναν ανιχνευτή λογικών επιπέδων τάσης, 5V για H και 0V για L. Η υλοποίηση του ενδείκτη αυτού έγινε μέσω ενός κυκλώματος οδήγησης 6 φωτοδιόδων. Η πλήρης διάταξη αποτελείται από 6 φωτοδιόδους (4 κόκκινες, 1 κίτρινη, 1 πράσινη), το OK (SN74LS06N) και 6 αντιστάσεις 220Ω. Σύμφωνα με το φύλλο δεδομένων του, το 7406 περιέχει εσωτερικά 6 αντιστροφείς κι έχει τη δυνατότητα να συμπεριφέρεται σαν καταβόθρα ηλεκτρικού ρεύματος τιμής μέχρι 40mA, όταν οι έξοδοι των αντιστροφέων του είναι στα 0V. Τα χαρακτηριστικά αυτά αιτιολογούν πλήρως και την επιλογή του συγκεκριμένου ολοκληρωμένου, καθώς ο 7406 μπορεί να συνδεθεί απευθείας σε φορτία που έχουν απαιτήσεις ρεύματος για να λειτουργήσουν (π.χ. φωτοδιόδοι), σε αντίθεση με άλλους αντιστροφείς, των οποίων οι έξοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο σαν εισόδοι σε άλλα OK με μεγάλη αντίσταση εισόδου.

Στην έξοδο του κάθε αντιστροφέα συνδέουμε την κάθοδο μιας φωτοδιόδου μέσω μίας αντίστασης R, ενώ η άνοδος της συνδέεται σε πηγή τάσης 5V (Σχήμα 1). Δημιουργούμε με αυτόν τον τρόπο 6 ανιχνευτές στάθμης τους οποίους μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε παράλληλα ως εξόδους για τα κυκλώματα που θα κατασκευάσουμε στο breadboard.

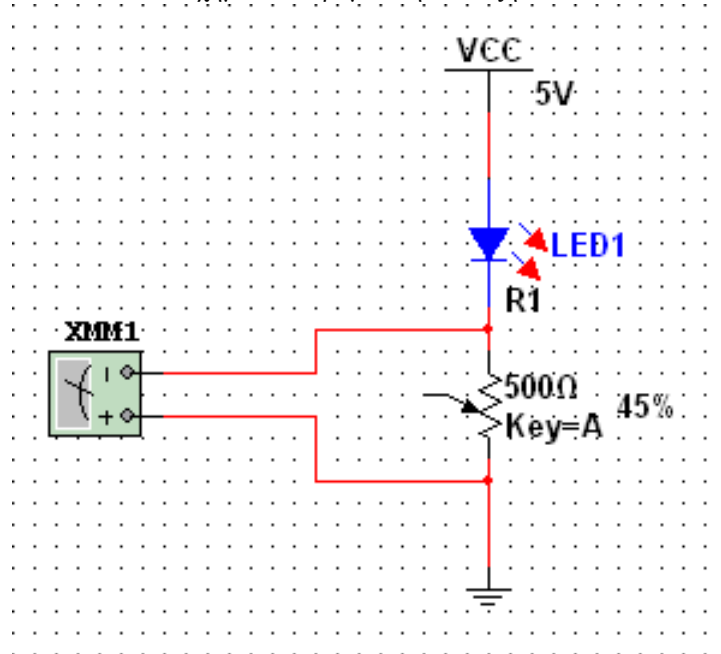


Διακρίνουμε έτσι, τον τρόπο που το 7406 οδηγεί τις φωτοδιόδους. Αναλυτικότερα, όταν σε οποιαδήποτε από τις εισόδους A του αντιστροφέα εφαρμοστεί το λογικό 0, η αντίστοιχη έξοδος Y θα βρεθεί στο λογικό 1, η διόδος πολώνεται ανάστροφα και συνεπώς δεν φωτοβολεί. Διαικτικά, όταν σε οποιαδήποτε είσοδο A εφαρμόσουμε λογικό 1, η αντίστοιχη έξοδος Y θα είναι στο λογικό 0, πετυχαίνοντας ορθή πόλωση της φωτοδιόδου και τη φωτοβολία αυτής.

Υπολογισμός Αντίστασης R1

Ανάλογα με τους περιορισμούς που είχαμε από τις προδιαγραφές των στοιχείων, πραγματοποιήσαμε πειραματικές μετρήσεις χρησιμοποιώντας μια κόκκινη φωτοδίοδο σε σειρά με μια μεταβλητή αντίσταση, ενώ κρατήσαμε σταθερή την τροφοδοσία στα 5V (Σχήμα 2). Προσδιορίσαμε έτσι, το άνω και το κάτω όριο της αντίστασης, λαμβάνοντας ως δεδομένο από το φυλλάδιο προδιαγραφών του 7406 ότι το μέγιστο ρεύμα που θα επιτρέψουμε να διατρέξει το κύκλωμα είναι 40mA.

Σχήμα 2: Πειραματική Διάταξη 1.1



Υπολογισμός Ελάχιστης Αντίστασης R1

Η ελάχιστη αντίσταση προσδιορίζεται από το μέγιστο ρεύμα που επιτρέπουμε να διασχίσει τον κλάδο 40mA (λόγω της μελλοντικής παρουσίας του 7406). Μεταβάλλοντας κάθε φορά την αντίσταση, σε διάστημα που επιτρέπει στη δίοδο να φωτοβολεί, μετρήσαμε την τιμή αυτής καθώς και την τάση στα άκρα της με τελικό σκοπό τον προσδιορισμό του ρεύματος από το νόμο του Ohm $I = \frac{V}{R}$. Ενδεικτικά λάβαμε τις παρακάτω μετρήσεις:

Πίνακας 1: Rmin

V (V)	R (Ω)	I (mA)
3.35	200	16.75
3.3	108	30.6
3.26	85	38.3

Το ρεύμα που αντέχει η δίοδος δεν αποτελεί περιορισμό μιας και αυτή φωτοβολεί όπως παρατηρήσαμε και όταν διαρρέεται από ρεύμα της τάξης των 70mA το οποίο προφανώς ξεπερνάει τα 40mA. Για την ακρίβεια, μεταβάλλοντας την αντίσταση μετρήσαμε πως η μέγιστη φωτοβολία της διόδου βρέθηκε για αντίσταση 42Ω πάνω στην οποία μετρήσαμε πτώση τάσης ίση με 3.19V. Επομένως το μέγιστο ρεύμα που διαρρέει τη δίοδο είναι $\frac{3.19V}{42\Omega} = 72mA$. Η τρίτη μέτρηση δίνει τιμή ρεύματος ικανοποιητικά κοντά στην επιθυμητή και γνωρίζοντας ότι τα στοιχεία που χρησιμοποιήσουμε έχουν μεγάλες ανοχές καταλήγουμε χοντρικά ότι $R_{min} \simeq 80\Omega$. Υπολογίζουμε θεωρητικά την ελάχιστη τιμή της αντίστασης λαμβάνοντας την πτώση τάσης στη φωτοδίοδο ίση με 1.8V και από το Νόμο του Ohm έχουμε: $R_{min} = \frac{V_{CC} - V_{LED}}{I_{max}} = \frac{5V - 1.8V}{40mA} = 80\Omega$

Υπολογισμός Μέγιστης Αντίστασης R1

Η μέγιστη αντίσταση αντίστοιχα προσδιορίζεται από το ελάχιστο ρεύμα που επιτρέπει στο LED να φωτοβολεί ικανοποιητικά. Όταν, σύμφωνα με τα υποκειμενικά μας κριτήρια, είχαμε ικανοποιητική ακτινοβολία οι τιμές μου μετρήσαμε με το πολύμετρο ανέρχονταν σε:

Πίνακας 2: Rmax

V (V)	R (Ω)	I (mA)
3.38	304	11.1

Τα 11.1mA έχουν μικρή απόκλιση από τα 10mA που προσδιορίζονται ως ελάχιστο ρεύμα από το datasheet της φωτοδίοδου. Συνεπώς, μπορούμε να θεωρήσουμε ως $R_{max} \simeq 300\Omega$.

Συμπερασματικά, έχουμε ότι:

$$(80 \leq R1 \leq 300)\Omega$$

Από θεωρητική προσέγγιση, όμοια με προηγουμένως έχουμε ότι $R_{max} = \frac{V_{CC}-V_{LED}}{I_{min}} = \frac{5V-1.8V}{10mA} = 320\Omega$

Οι αντιστάσεις που προμηθευτήκαμε είναι $220\Omega \in [80, 300]\Omega$ και συνεπώς κατάλληλες για τη διάταξή μας.

1.2 Ενδείκτης 7 τμημάτων (7-segment display)

Στο δεύτερο τμήμα της άσκησης υλοποιούμε τη μετάφραση ενός ψηφίου του κώδικα BCD (Πίνακας 3) σε έναν ενδείκτη φωτοδίοδων 7 τμημάτων. Το κύκλωμα αποτελείται από έναν αποκωδικοποιητή (SN74LS47N) και τον ενδείκτη κοινής ανόδου (TOS-5165). Όπως γνωρίζουμε ο BCD κώδικας χρησιμοποιεί 4 bits με βάρη 8,4,2 και 1 -που αντιστοιχούν στην τιμή της δύναμης του δύο του κάθε bit- για να παραστήσει τους αριθμούς 0-9. Συνεπώς έχουμε 6 αχρησιμοποίητους συνδυασμούς των 4 bits. Ο χρησιμοποιούμενος αποκωδικοποιητής έχει καθορισμένη λειτουργία γι' αυτούς τους μη-επιτρεπτούς αριθμούς BCD και παράγει ειδικές ενδείξεις. Συνεπώς ουσιαστικά μπορούμε να θεωρήσουμε τον αποκωδικοποιητή σαν 4-16. Όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί όπως κι αυτοί εμφανίστηκαν στον ενδείκτη μας φαίνονται παρακάτω (Σχήμα 3).

Πίνακας 3: BCD CODE

0	0000	8	1000
1	0001	9	1001
2	0010	10	1010
3	0011	11	1011
4	0100	12	1100
5	0101	13	1101
6	0110	14	1110
7	0111	15	1111

Σχήμα 3: Απεικόνιση στον ενδείκτη 7 τμημάτων

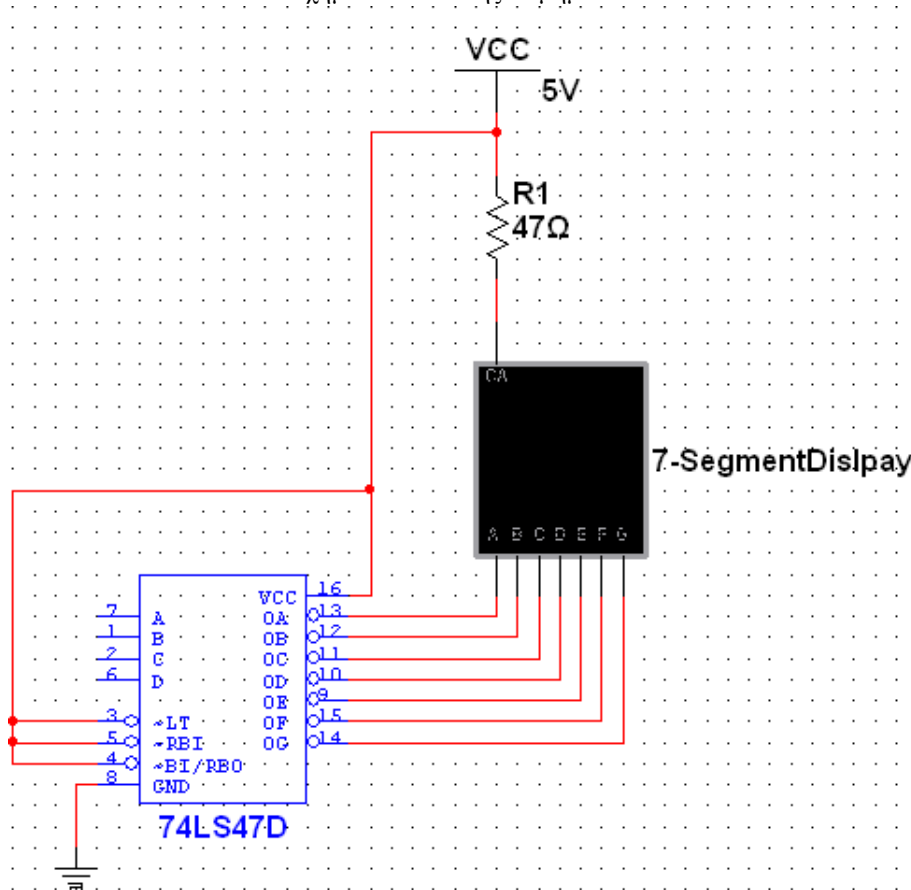
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

NUMERICAL DESIGNATIONS — RESULTANT DISPLAYS

Κυκλωματική Ανάλυση

Το (Σχήμα 4) δείχνει τις απαραίτητες συνδέσεις μεταξύ του αποκωδικοποιητή και του ενδείκτη. Το OK έχει τέσσερις εισόδους από τις οποίες η είσοδος D θεωρείται ως MSB και η είσοδος A ως το LSB, έτσι τα bits D,C,B και A του ψηφίου BCD οδηγούνται στις εισόδους 6,2,1 και 7 αντίστοιχα. Εσωτερικά το 7447, μετατρέπει τις εισόδους σε κώδικα επτά ψηφίων, στις εξόδους 15-19 (a-g), οι οποίες συνδέονται στη συνέχεια με τα συνονόματα leds ώστε να σχηματιστεί εκεί το αποτέλεσμα σε δεκαδική μορφή. Σημειώνεται πως τα pins 9 και 10 του ενδείκτη αντιστοιχούν στα τμήματα f και g. Οι ακροδέκτες 3,4,5 (LT,BI/RBO,RBI) διατηρούνται στο λογικό επίπεδο H. Για να το επιτύχουμε αυτό επιλέξαμε να τις συνδέσουμε με την τροφοδοσία αντί να παραμείνουν στον αέρα καθότι είναι ασφαλέστερη οδός.

Σχήμα 4: Ενδείκτης 7 τμημάτων



Η είσοδος στον ακροδέκτη 3 ή 8 του ενδείκτη είναι η κοινή άνοδος (CA) όλων των LED και γειώνεται εσωτερικά από τον 7447. Είναι απαραίτητη η σύνδεση μια αντίστασης R2 ανάμεσα στον ενδείκτη και την τροφοδοσία, ώστε να παραχθεί το κατάλληλο ρεύμα στα επιθυμητά LED.

Υπολογισμός Αντίστασης R2

Υπολογισμός Ελάχιστης Αντίστασης R2

Η ελάχιστη αντίσταση περιορίζεται από το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να δεχθεί το ολοκληρωμένο. Το ρεύμα βύθισης του καθένα τρανζίστορ του OK είναι σύμφωνα με το datasheet 24mA. Η ελάχιστη απαίτηση από το κύκλωμα εμφανίζεται για το δεκαδικό ψηφίο 1, όπου χρησιμοποιεί μόνο δύο από τις επτά καταβόθρες. Σε αυτήν την περίπτωση η R2 διαρρέεται από ρεύμα $2 * 24mA = 48mA$. Από το Νόμο του Ohm έχουμε: $R_{min} = \frac{V_{CC} - V_{LED}}{I_{max}} = \frac{5V - 2.7V}{48mA} \simeq 47\Omega$.

Υπολογισμός Μέγιστης Αντίστασης R2

Σύμφωνα με τον κατασκευαστή αλλά και τη διευκρίνιση που μας δόθηκε θεωρούμε ότι οι φωτοδίοδοι λειτουργούν χωρίς καταπόνηση στα 2.7V με ρεύμα 5mA για κανονική φωτεινότητα. Έτσι η R2 θα διαρρέεται από ρεύμα $7 * 5mA = 35mA$ (έχουμε επτά διόδους). Από το Νόμο του Ohm έχουμε: $R_{min} = \frac{V_{CC} - V_{LED}}{I_{max}} = \frac{5V - 2.7V}{35mA} \simeq 66\Omega$. Η ισχύς που καταναλώνεται ανέρχεται σε $66 * (35mA)^2 \simeq 80.85mW$, σαφώς ανεκτή από μια εμπορική αντίσταση που αντέχει ισχύ μέχρι 250mW.

Συμπερασματικά, έχουμε ότι:

$$(47 \leq R2 \leq 66)\Omega$$

Η αντίσταση που προμηθευτήκαμε είναι 47Ω , ακριβώς όπως υποδεικνύεται και από το υποκέφαλαιο 11.5 του M.Mano και προσεγγίζει το κάτω όριο της θεωρητικής μας ανάλυσης εξασφαλίζοντας άριστη λειτουργία.

Πειραματικές Μετρήσεις

Μετρήσαμε με πολύμετρο την αντίσταση $R2 = 46.6\Omega$.

Για το δεκαδικό ψηφίο 1 είχαμε τάση $V_{R2} = 2.8V$ οπότε η ελάχιστη απαίτηση από το ρεύμα προσδιορίζεται ως:

$$I_{\min} = 60mA$$

Για το δεκαδικό ψηφίο 8 είχαμε τάση $V_{R2} = 3.03V$ οπότε η μέγιστη απαίτηση από το ρεύμα προσδιορίζεται ως:

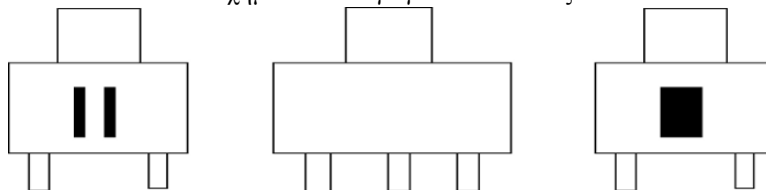
$$I_{\max} = 65mA$$

Οι τιμές αυτές κρίνονται ικανοποιητικές για την λειτουργία του κυκλώματος.

1.3 Διακόπτες Παροχής Λογικών Επιπέδων L,H

Σκοπός του τρίτου και τελευταίου μέρους της άσκησης είναι η δημιουργία ενός εύχρηστου και μόνιμου κυκλώματος που θα χρησιμεύει σαν είσοδος δοκιμής για τα επερχόμενα κυκλώματα. Η υλοποίηση πραγματοποιήθηκε μέσω κυκλώματος που αποτελείται από έξι μεταγωγικούς διακόπτες κι ένα OK (SN74LS04N) έξι αντιστροφών.

Σχήμα 5: Μεταγωγικοί Διακόπτες



Οι διακόπτες που χρησιμοποιούμε για αυτό το μέρος είναι μεταγωγικοί δύο καταστάσεων και επιτρέπουν την παροχή λογικών επιπέδων τάσης L και H. Μετά από δοκιμές με το πολύμετρο καταλήξαμε στα εξής συμπεράσματα: οι έξι ακροδέκτες χωρίζονται σε δύο ομάδες των τριών, λειτουργικά ανεξάρτητες μεταξύ τους. Ο κοινός ακροδέκτης κάθε ομάδας είναι ο μεσαίος. Στις δύο από τις τέσσερις πλευρές υπάρχει μια σήμανση για την εσωτερική λειτουργία του διακόπτη με την παρουσία μιας ή δύο γραμμών (Σχήμα 5). Από κάθε διακόπτη χρησιμοποιούμε μόνο τη μία από τις δύο αντιπλευρικές ομάδες έτσι ώστε όταν ο διακόπτης δεν είναι πατημένος να μας δίνει στον κοινό ακροδέκτη στάθμη H ενώ όταν πιέσουμε τον διακόπτη, στον κοινό ακροδέκτη να έχουμε στάθμη L.

Οι διακόπτες συνδέονται σε τροφοδοτικό τάσης 5V και στη συνέχεια οι κοινοί ακροδέκτες οδηγούνται στον αντιστροφέα 7404. Ο αντιστροφέας αυτός έχει έξοδο τύπου TOTEM που του επιτρέπει γρηγορότερη απόκριση σε σχέση με το 7406 και τον καθιστά καταλληλότερο για κυκλώματα τροφοδοσίας λογικών επιπέδων. Επιπλέον το 7406 έχει την ικανότητα οδήγησης μεγαλύτερων ρευμάτων εξόδου, χαρακτηριστικό που δε θα απαιτηθεί για το αναφερόμενο κύκλωμα.