

## Εργαστηριακές Ασκήσεις

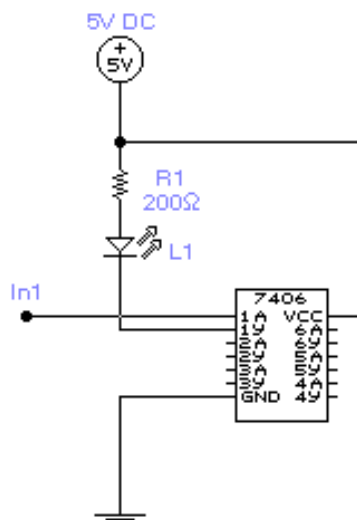
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

#### 1. ΠΡΩΤΗ ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ (EA1)

Κατασκευάστε (κολλήστε) σε πλακέτα τα επόμενα κυκλώματα, ελέγξτε την λειτουργία τους και επιδείξτε τα στους διδάσκοντες του Εργαστηρίου την ημέρα παρουσίασης της πρώτης Σειράς Ασκήσεων.

##### 1.1. Πρώτη Άσκηση (EA1.1): Ενδεικτικές φωτοдиодοι (leds)

Χρησιμοποιήστε ένα ολοκληρωμένο 7406, το οποίο έχει εσωτερικά έξι αντιστροφείς με έξοδο ανοικτού συλλέκτη ("Ψηφιακή Σχεδίαση", Μ. Μανο - 3η έκδοση, υποκεφάλαιο 10-5) και δυνατότητα μεγάλης (για τα ψηφιακά κυκλώματα) τάσεως εξόδου και ρεύματος. Το εσωτερικό διάγραμμα του 7406 και οι προδιαγραφές του, φαίνονται στο αντίστοιχο φύλλο δεδομένων που μπορείτε να βρείτε στην ιστοσελίδα του εργαστηρίου (αρχείο 7406.pdf). Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του ολοκληρωμένου αυτού είναι ότι, όταν η έξοδος ενός αντιστροφέα είναι στο λογικό 0 (0V), μπορεί να δράσει σαν *καταβόθρα ρεύματος* (current sink) τιμής μέχρι 40 mA, και, επομένως, μπορεί να οδηγήσει μια ορθά πολωμένη φωτοδιόδο σε φωτοβολία. Χρησιμοποιήστε, στη συνέχεια, 6 ενδεικτικές φωτοδιόδους και συνδέστε την κάθε μία από αυτές στο 7406, με τρόπο αντίστοιχο με αυτόν της L1 στο σχ. 1. Στο σχήμα αυτό, η διόδος L1 και η αντίσταση R1 προς τα 5V, συμπληρώνουν το κύκλωμα της εξόδου ενός των αντιστροφέων του 7406, του οποίου η είσοδος σημειώνεται σαν 1A και η έξοδος του σαν 1y.



Σχήμα 1

Η κάθε φωτοδιόδος θα φωτοβολεί, όταν η αντίστοιχη είσοδος του αντιστροφέα του 7406 είναι στα 5V, δηλαδή στο λογικό 1 για θετική λογική (και επομένως η έξοδός του στα 0V, το λογικό 0). Η κάθε αντίσταση χρησιμεύει στον περιορισμό της τιμής του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστροφέα σε μια ελάχιστη τιμή, επαρκή ωστόσο για την φωτοβολία της φωτοδιόδου.

Το κύκλωμα αυτό θα χρησιμοποιείται από εδώ και πέρα σαν συσκευή ένδειξης λογικών επιπέδων τάσεων L, H για την οικογένεια TTL. Στις εισόδους των αντιστροφέων συνδέστε μια κενή είσοδο από pin βάσης ολοκληρωμένου. Από εκεί χρησιμοποιώντας συρματάκια θα συνδέετε τις εισόδους στο breadboard. Τα συρματάκια αυτά θα συνδέετε μελλοντικά στα μέρη κυκλωμάτων που θα κατασκευάζετε σε breadboard, στα οποία επιθυμείτε να ανιχνεύσετε την λογική στάθμη.

### **Προσοχή:**

1) Η τιμή της R1 στο σχήμα 1 είναι ενδεικτική. Η πραγματική τιμή εξαρτάται από τις προδιαγραφές της φωτοδιόδου και, συγκεκριμένα, από την ελάχιστη τιμή του ρεύματος που οδηγεί την δίοδο σε φωτοβολία. Επιπλέον, η τιμή της αντίστασης δεν πρέπει να συνεπάγεται ρεύμα που ξεπερνάει τις προδιαγραφές ρεύματος εξόδου των αντιστροφέων του 7406. Υπολογίστε λοιπόν τις τιμές των αντιστάσεων που θα χρησιμοποιήσετε στο κύκλωμά σας, *ανάλογα με τις προδιαγραφές των διόδων*. Χρησιμοποιείτε τον εξοπλισμό του Εργαστηρίου για να μετρήσετε ακριβώς τα ρεύματα που διαρρέουν τις διόδους. **Αναφέρετε τα αποτελέσματά σας στην σχετική αναφορά και χρησιμοποιείτε τα στον υπολογισμό του κυκλώματός σας.** Ποιο κύκλωμα ακριβώς (χωρίς, φυσικά, το 7406) θα χρησιμοποιήσετε για την μέτρηση των τιμών αυτών;

2) Πριν επιχειρήσετε να κολλήσετε σε πλακέτα το κύκλωμά σας, *δοκιμάστε το πρώτα επαρκώς σε breadboard*, ώστε να ανιχνεύσετε έγκαιρα πιθανά σχεδιαστικά λάθη ή ατέλειες ή αστοχίες υλικών.

3) Αν χρειάζεστε περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο κολλήματος των υλικών στην πλακέτα, απευθυνθείτε στους υπευθύνους του Εργαστηρίου.

## **1.2. Δεύτερη Άσκηση (EA1.2): Ενδείκτης επτά τμημάτων**

Διαβάστε προσεκτικά την περιγραφή του αποκωδικοποιητή BCD σε επτά τμήματα και του ενδείκτη επτά τμημάτων που υπάρχουν στο υποκεφάλαιο 11-5 του M. Mano. Στη συνέχεια, συμπληρώστε, στην ίδια πλακέτα της άσκησης EA1.1, το ενδεικτικό σας κύκλωμα με έναν αποκωδικοποιητή BCD σε επτά τμήματα και έναν ενδείκτη επτά τμημάτων, σύμφωνα με τα επόμενα.

Οι ενδείκτες επτά τμημάτων μπορεί να είναι *κοινής ανόδου* ή *κοινής καθόδου*. Στο υποκεφάλαιο 11-5 του M. Mano περιγράφεται το 7730 που είναι ενδείκτης επτά τμημάτων κοινής ανόδου. Στο εργαστήριο θα χρησιμοποιήσετε άλλον αντίστοιχο ενδείκτη κοινής ανόδου (πιθανότατα τον TOS-5165), τον οποίον μπορείτε να χρησιμοποιήσετε χωρίς πρόβλημα, αρκεί να έχετε την πληροφορία για τον τρόπο σύνδεσης που συνιστά ο κατασκευαστής. Την πληροφορία αυτή το αντίστοιχο *φύλλο δεδομένων* (data sheet) του κατασκευαστή τα οποία μπορείτε να βρείτε στην ιστοσελίδα του μαθήματος. Εναλλακτικά, μπορείτε να αναζητήσετε την πληροφορία αυτή στην ιστοσελίδα της κατασκευάστριας εταιρείας των ολοκληρωμένων. Ενδεικτικά αναφέρεται το αρχείο 7-SegmentDisplay.pdf με τα φύλλα δεδομένων ενός κοινού κυκλώματος ενδείκτη επτά τμημάτων

Στην περίπτωση που θα χρησιμοποιήσετε ενδείκτη επτά τμημάτων κοινής ανόδου, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε σαν αποκωδικοποιητή BCD σε επτά τμήματα το 7447, που περιγράφει ο M. Mano στο υποκεφάλαιο 11-5 και το οποίο έχει εξόδους ενεργές χαμηλά (ώστε να συνεργάζονται άμεσα με ενδείκτες επτά τμημάτων κοινής ανόδου). Οι εξόδοι του 7447 είναι υλοποιημένες με τρανζίστορ ανοικτού συλλέκτη με τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορούν να μπορούν να δράσουν σαν καταβόθρες ρεύματος αρκετά υψηλού για την οδήγηση των φωτοδιόδων του ενδείκτη, με τρόπο τελείως ανάλογο με αυτόν των εξόδων του 7406 της άσκησης EA1.1. Οι τυπικές τιμές ρεύματος των φωτοδιόδων αυτών για φωτοβολία είναι από 10mA έως 40mA. Οι επιτρεπτές περιοχές τιμών της αντιστάσεως (ή των αντιστάσεων) περιορισμού του ρεύματος που πρέπει να χρησιμοποιηθούν (τέτοια είναι η αντίσταση 47Ω στο σχήμα 11-8 του M. Mano), συνήθως υποδεικνύονται από τον κατασκευαστή ή υπολογίζονται από τις προδιαγραφές των φωτοδιόδων του ενδείκτη. Εάν, παραδείγματος χάριν, ο κατασκευαστής του ενδείκτη συνιστά οι φωτοδιόδοι να λειτουργούν ορθά πολωμένες στα 2.7V με ρεύμα 10mA για κανονική φωτεινότητα, τότε η αντίσταση προς την τροφοδοσία των 5V θα πρέπει να καταναλώσει τάση  $5V - 2.7V = 2.3V$  και να διαρρέεται από ρεύμα  $7 \times 10mA = 70mA$  (διότι υπάρχουν επτά φωτοδιόδοι), επομένως πρέπει να έχει μέγιστη τιμή  $R = 2.3V / 70mA \approx 33\Omega$ . Οποιαδήποτε τιμή αντίστασης του εμπορίου κοντά στην τιμή αυτή είναι ανεκτή, δεδομένου ότι, συνήθως, υπάρχουν σημαντικές ανοχές στις προδιαγραφές φωτοβολίας. Αυτό που πρέπει να προσέξει κανείς στην περίπτωση αυτή, είναι να μπορεί η αντίσταση να ανεχθεί την κατανάλωση ισχύος που προκύπτει. Στο παράδειγμά μας, η ισχύς που καταναλώνεται στην αντίσταση των 33Ω με την μορφή θερμικών απωλειών, είναι  $33\Omega \times (70mA)^2 \approx 176mW$ , ανεκτή από αυτές τις εμπορικές αντιστάσεις που αντέχουν ισχύ μέχρι 0.25W. Σε περίπτωση που η συνδεσμολογία του ενδείκτη που προτείνει ο κατασκευαστής είναι διαφορετική από αυτήν του σχήματος 11-8 του M. Mano, ο ακριβής τρόπος υπολογισμού της αντιστάσεως (ή των αντιστάσεων) περιορισμού του ρεύματος μπορεί να είναι ελαφρά διαφορετικός, η μεθοδολογία ωστόσο είναι η ίδια.

Εάν αντί ενδεικτών επτά τμημάτων κοινής ανόδου, χρησιμοποιήσετε ενδείκτες κοινής καθόδου (στους οποίους η *κάθοδος* των φωτοδιόδων συνδέεται με την γη μέσω μιας αντιστάσεως), μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τον αποκωδικοποιητή BCD σε επτά τμήματα 7448, ο οποίος έχει εξόδους ενεργές ψηλά, κατάλληλες για τέτοιου τύπου ενδείκτες. Η μεθοδολογία επιλογής της αντιστάσεως (ή των αντιστάσεων) περιορισμού του ρεύματος είναι η ίδια. Το αρχείο 7447.pdf περιέχει τα φύλλα δεδομένων των δύο αυτών κυκλωμάτων (7447 - 7448).

Χρησιμοποιήστε, έναν ενδείκτη επτά τμημάτων και έναν αντίστοιχο αποκωδικοποιητή BCD σε επτά τμήματα, επιλέξτε και την αντίσταση (ή τις αντιστάσεις) περιορισμού του ρεύματος και κολλήστε τα υλικά αυτά στην πλακέτα σας. Στις εισόδους του αποκωδικοποιητή BCD σε επτά τμήματα κολλήστε pins βάσης ολοκληρωμένων όπου θα συνδέετε συρματάκια ικανού μήκους (15-20 cm), κατάλληλα για σύνδεση σε breadboard, τα οποία θα συνδέετε μελλοντικά σε εξόδους BCD κυκλωμάτων που θα κατασκευάζετε σε breadboard. Δοκιμάστε το κύκλωμά σας

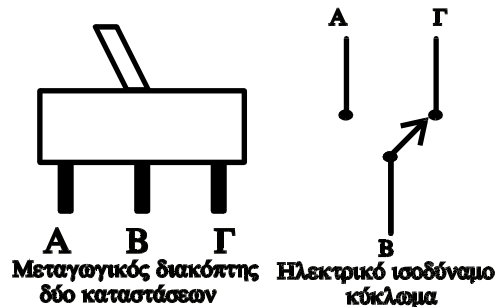
(α) με εισόδους κανονικά ψηφία BCD και

(β) με όλους τους συνδυασμούς εισόδων που δεν είναι επιτρεπτοί αριθμοί BCD

και καταγράψτε τα αποτελέσματα. Σημειώστε, ότι οι περισσότεροι αποκωδικοποιητές BCD σε επτά τμήματα χειρίζονται τους ανεπίτρεπτους συνδυασμούς εισόδου με τέτοιο τρόπο, ώστε να παράγουν ειδικές ενδείξεις. Προσδιορίστε ακριβώς τον τρόπο χειρισμού των ανεπίτρεπτων συνδυασμών εισόδου του αποκωδικοποιητή που επιλέξατε.

### 1.3. Τρίτη Άσκηση (ΕΑ1.3): Διακόπτες παροχής Λογικών Επιπέδων Τάσεων L, H.

Κατασκευάστε (κολλήστε) το κύκλωμα που περιγράφεται σε αυτήν την Εργαστηριακή Άσκηση σε μία νέα πλακέτα, στην οποία όμως θα αφήσετε άλλο τόσο κενό χώρο (για δύο μικρά υποκυκλώματα, τα οποία θα συμπληρώσετε σε επόμενη Σειρά Ασκήσεων). Το κύκλωμα αυτό θα έχει 6 μεταγωγικούς διακόπτες, ο κάθε ένας εκ των οποίων είναι σαν αυτόν που φαίνεται στο επόμενο σχήμα (η σειρά των ακροδεκτών Α, Β και Γ στο σχήμα είναι ενδεικτική και μπορεί να είναι διαφορετική από διακόπτη σε διακόπτη):



Οι διακόπτες αυτοί θα χρησιμοποιηθούν από εδώ και πέρα για την παροχή λογικών επιπέδων τάσεων L και H στα κυκλώματα που θα κατασκευάζετε και επιδεικνύετε στο Εργαστήριο. Συνδέστε τον ακροδέκτη Α των διακοπών στην τροφοδοσία των 5V και τον Γ στην γη. Τον ακροδέκτη Β του κάθε διακόπτη συνδέστε τον στην είσοδο ενός από τους 6 αντιστροφείς που έχει ένα 7404. Η έξοδος του κάθε αντιστροφέα, προφανώς, θα είναι L (0V) όταν ο αντίστοιχος διακόπτης συνδέει το Β με το Α και H (5V) όταν ο διακόπτης συνδέει το Β με το Γ. Τις εξόδους των αντιστροφέων κολλήστε τις σε pins βάσεων ολοκληρωμένων όπου θα συνδέετε συρματάκια ικανού μήκους (15-20 cm), κατάλληλα για σύνδεση σε breadboard. Τα συρματάκια αυτά θα τα συνδέετε μελλοντικά στα μέρη κυκλωμάτων που θα κατασκευάζετε σε breadboard, στα οποία επιθυμείτε να καθορίσετε την λογική στάθμη (L ή H).

#### Παρουσίαση άσκησης:

Αφού ολοκληρώστε τις συνδέσεις και τις δοκιμάσετε, συνδέστε τις εισόδους σας (τα διακοπτάκια) στις εξόδους σας (στα leds) και ταυτόχρονα 4 από τα διακοπτάκια στο κύκλωμα του ενδείκτη. Καλέστε τότε τους υπευθύνους για την εξέταση της άσκησης.