

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : Κατασκευή ψηφιακού ασύρματου ταχυμέτρου για την
μέτρηση και ένδειξη σε ψηφιακή οθόνη στροφών άξονα.**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : Κατίνας Ηλίας, Μαρές Δημήτριος

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Παπασταμούλης Αθανάσιος

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2015

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : Κατασκευή ψηφιακού ασύρματου ταχυμέτρου για την
μέτρηση και ένδειξη σε ψηφιακή οθόνη στροφών άξονα.**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : Κατίνας Ηλίας , Μαρές Δημήτριος

ΑΜ : 4643 , 4731

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :

03/07/2015

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

Περίληψη

Σκοπός αυτής της πτυχιακής εργασίας έχει σκοπό την κατανόηση της λειτουργίας των μικροελεγκτή Arduino. Για την μελέτη αυτή επιλέχτηκε η κατασκευή ενός ασύρματου ψηφιακού ταχομέτρου για μέτρηση και ένδειξη σε ψηφιακή οθόνη στροφών άξονα.

Στην αρχή θα γίνει μια μικρή αναφορά στα βασικά στοιχεία λειτουργίας του λογισμικού των συγκεκριμένων μικροελεγκτή Arduino. Και θα συνεχίσουμε με αναλυτική περιγραφή της κατασκευής του ασύρματου ψηφιακού ταχομέτρου για την μέτρηση και ένδειξη στροφών σε άξονα.

Στο πρώτο κεφάλαιο θα υπάρξει μια αναφορά για τα βασικά στοιχεία για τον τρόπο λειτουργίας, για τα πλεονεκτήματα των μικροελεγκτή Arduino και την χρήσης τους σε διάφορες περιπτώσεις. Στην συνέχεια θα αναφερθούν μερικοί τύποι τύποι Arduino και θα αναφέρουμε κάποιες βασικές διαφορές διάφορων τύπων πλακετών Arduino.

Στο δεύτερο κεφάλαιο θα δούμε τα διάφορα ηλεκτρονικά εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν στη κατασκευή με μια μικρή αναφορά για την λειτουργία τους. Σε συνδυασμό με φωτογραφικό υλικό θα προσπαθήσουμε να το κάνουμε πιο κατανοητό.

Στο τελευταίο κεφάλαιο θα περιγράψουμε το κατασκευαστικό μέρος της πτυχιακής εργασίας και θα περιγράψουμε την λειτουργία του κυκλώματος.

Abstract

The purpose of this graduation project is to comprehension of the operation of microcontroller. For this study, the construction of wireless digital speedometer measuring and indication shaft gear was chosen.

At first, there will be a brief report for the basic operational data of microcontroller Arduino. Then we will be in particularly description of our construction wireless digital speedometer measuring and indication shaft gear.

In first chapter will be a report the basic operational details of Arduino, for the benefits of microcontrollers Arduino and different uses. After that will be report some types of different Arduino and we report basic different between others type of Arduino.

In the second chapter we will report the various electronic equipment we had used and with brief report we will describe the operation of those. With the attached photos we will try to be easier and understood.

Finally, in the last chapter we explain the construction part of the graduating project and we will describe the operation of the circuit.

Πρόλογος

Οι πλατφόρμες Arduino κατασκευάζονται κυρίως από την εταιρία Smart Project. Ωστόσο, το Arduino ξεκίνησε ως έργο προς ανάπτυξη το 2005 στην Ιταλία, στο Ινστιτούτο Αλληλεπίδρασης Σχεδίασης Invea ώστε οι φοιτητές του Ινστιτούτου να αναπτύξουν ενσωματωμένα συστήματα οικονομικά και αποδοτικά αξιοποιώντας τις δυνατότητες και τις ευκαιρίες που μπορεί να προσφέρει το ελεύθερο λογισμικό.

Γενικότερα, το Arduino θα λέγαμε ότι είναι ένα εργαλείο που μπορούμε να κατασκευάσουμε ένα υπολογιστικό σύστημα με την έννοια ότι αυτό θα ελέγχει συσκευές του φυσικού κόσμου, σε αντίθεση με τον κοινό Ηλεκτρονικό Υπολογιστή. Βασίζεται σε ευέλικτο, εύκολο στη χρήση υλικό και λογισμικό, σε μια αναπτυξιακή πλακέτα που ενσωματώνει επάνω έναν μικροελεγκτή και συνδέεται με τον Η/Υ για να προγραμματιστεί μέσα από ένα απλό περιβάλλον ανάπτυξης. Με το Arduino δημιουργούνται συσκευές οι οποίες εξυπηρετούν διάφορους σκοπούς έχοντας την δυνατότητα να δέχονται ερεθίσματα από το περιβάλλον τους (μέσω των αισθητήρων) και να αντιδρούν ανάλογα με το πως έχουν προγραμματιστεί.

Τα παραπάνω δεν ακούγονται πρωτότυπα. Υπάρχουν και άλλες πλατφόρμες και υλοποιήσεις που μπορούν να κάνουν τα ίδια πράγματα. Ποια είναι η ειδοποιός διαφορά; Το Arduino βασίζεται σε τεχνολογίες ανοιχτού κώδικα. Μπορεί να κατασκευαστεί από τον καθένα, μπορεί να ενσωματωθεί σε συσκευές ακόμα και για εμπορικούς σκοπούς και το σημαντικότερο είναι ότι υπάρχει μια ολόκληρη κοινότητα που χρησιμοποιεί το Arduino σε κατασκευές άρα υπάρχει μεγάλος όγκος ελεύθερης πληροφορίας. Γενικά, τα Projects στον εν λόγω Μικροελεγκτή μπορούν να είναι αυτόνομα (σε επίπεδο hardware) ή να επικοινωνούν με κάποιο Software στον Η/Υ του προγραμματιστή (προγράμματα όπως τα Flash, Processing, MaxMSP). Το Arduino χρησιμοποιεί τώρα ένα ειδικά προγραμματιζόμενο Atmega382 αντί του chip FTDI ώστε αυτό να επιτρέπει τόσο την πιο γρήγορη ταχύτητα μεταφοράς όσο και τη γρήγορη σειριακή επικοινωνία.

Ο μικροεπεξεργαστής ενός Arduino συνήθως προγραμματίζεται εκ των προτέρων ώστε να παρέχει κάποιο φορτωτή εκκίνησης (Bootloader). Ο φορτωτής εκκίνησης υπάρχει ώστε να απλοποιεί την διαδικασία της αποθήκευσης των προγραμμάτων στην Flash Memory του Arduino μέσω σειριακής USB θύρας. Επιπλέον, η γλώσσα προγραμματισμού, οι διάφορες βιβλιοθήκες και το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης που υπάρχουν για τον προγραμματισμό της πλατφόρμας Arduino αποτελούν ανοιχτό λογισμικό προσφέροντας έτσι ανεκτίμητη γνώση σε όλους.

Κεφάλαιο 1

Γενικά για το Arduino

1.1 Εισαγωγή

Μία πλακέτα Arduino αποτελείται από ένα μικροελεγκτή Atmel AVR (ATmega328 και ATmega168 στις νεότερες εκδόσεις, ATmega8 στις παλαιότερες) και συμπληρωματικά εξαρτήματα για την διευκόλυνση του χρήστη στον προγραμματισμό και την ενσωμάτωση του σε άλλα κυκλώματα. Ο μικροελεγκτής είναι ουσιαστικά μια παραλλαγή μικροεπεξεργαστή, ο οποίος μπορεί να λειτουργήσει με ελάχιστα εξωτερικά εξαρτήματα, λόγω των πολλών ενσωματωμένων υποσυστημάτων που διαθέτει. Όλες οι πλακέτες περιλαμβάνουν ένα γραμμικό ρυθμιστή τάσης 5V και έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή 16MHz ή κεραμικό αντηχητή σε κάποιες παραλλαγές. Ο μικροελεγκτής είναι από κατασκευής προγραμματισμένος με ένα bootloader, έτσι ώστε να μην χρειάζεται εξωτερικός προγραμματιστής.

1.2 Τι είναι το Υλικό-Hardware του Arduino

Μία πλακέτα Arduino αποτελείται από ένα μικροελεγκτή Atmel AVR (ATmega328 και ATmega168 στις νεότερες εκδόσεις, ATmega8 στις παλαιότερες) και συμπληρωματικά εξαρτήματα για την διευκόλυνση του χρήστη στον προγραμματισμό και την ενσωμάτωση του σε άλλα κυκλώματα. Όλες οι πλακέτες περιλαμβάνουν ένα γραμμικό ρυθμιστή τάσης 5V και έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή 16MHz (ή κεραμικό αντηχητή σε κάποιες παραλλαγές).

Ο μικροελεγκτής είναι από κατασκευής προγραμματισμένος με ένα *bootloader*, έτσι ώστε να μην χρειάζεται εξωτερικός προγραμματιστής. Σε εννοιολογικό επίπεδο, στην χρήση του Arduino Software stack, όλα τα boards προγραμματίζονται με μία RS-232 σειριακή σύνδεση, αλλά ο τρόπος που επιτυγχάνεται αυτό διαφέρει σε κάθε hardware εκδοχή. Οι σειριακές πλάκες Arduino περιέχουν ένα απλό level shifter κύκλωμα για να μετατρέπει μεταξύ σήματος επιπέδου RS-232 και TTL. Τα τωρινά Arduino προγραμματίζονται μέσω USB, αυτό καθίσταται δυνατό μέσω της εφαρμογής προσαρμοστικών chip USB-to-Serial όπως το FTDI FT232. Κάποιες παραλλαγές, όπως το Arduino Mini και το ανεπίσημο Boarduino, χρησιμοποιούν ένα αφαιρούμενο USB-to-Serial καλώδιο ή board, Bluetooth ή άλλες μεθόδους.

Η πλακέτα Arduino εκθέτει τα περισσότερα microcontroller I/O pins για χρήση από άλλα κυκλώματα. Τα Diecimila, Duemilanove και το τρέχον Uno παρέχουν 14 ψηφιακά I/O pins, έξι από

τα οποία μπορούν να παράγουν pulse-width διαμορφωμένα σήματα (PWM), και έξι αναλογικά δεδομένα.

1.3 Μικροελεγκτής- η καρδιά του Arduino

Το Arduino βασίζεται στον ATmega328, έναν 8-bit RISC μικροελεγκτή, τον οποίο χρονίζει στα 16MHz. Ο ATmega328 διαθέτει ενσωματωμένη μνήμη τριών τύπων:

2Kb μνήμης SRAM που είναι η ωφέλιμη μνήμη που μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα προγράμματά σας για να αποθηκεύουν μεταβλητές, πίνακες κ.λπ. κατά το runtime. Όπως και σε έναν υπολογιστή, αυτή η μνήμη χάνει τα δεδομένα της όταν η παροχή ρεύματος στο Arduino σταματήσει ή αν γίνει reset.

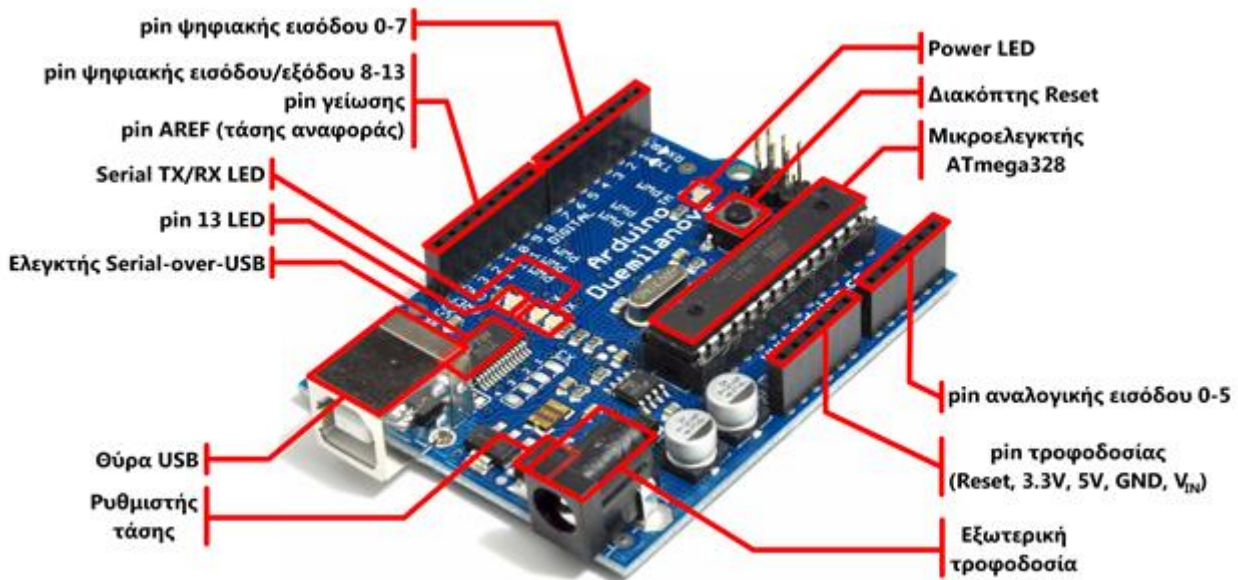
1Kb μνήμης EEPROM η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για «ωμή» εγγραφή/ανάγνωση δεδομένων (χωρίς datatype) ανά byte από τα προγράμματά σας κατά το runtime. Σε αντίθεση με την SRAM, η EEPROM δεν χάνει τα περιεχόμενά της με απώλεια τροφοδοσίας ή reset οπότε είναι το ανάλογο του σκληρού δίσκου.

32Kb μνήμης Flash, από τα οποία τα 2Kb χρησιμοποιούνται από το firmware του Arduino που έχει εγκαταστήσει ήδη ο κατασκευαστής του. Το firmware αυτό που στην ορολογία του Arduino ονομάζεται bootloader είναι αναγκαίο για την εγκατάσταση των δικών σας προγραμμάτων στον μικροελεγκτή μέσω της θύρας USB, χωρίς δηλαδή να χρειάζεται εξωτερικός hardware programmer. Τα υπόλοιπα 30Kb της μνήμης Flash χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση αυτών ακριβώς των προγραμμάτων, αφού πρώτα μεταγλωττιστούν στον υπολογιστή σας. Η μνήμη Flash, όπως και η EEPROM δεν χάνει τα περιεχόμενά της με απώλεια τροφοδοσίας ή reset. Επίσης, ενώ η μνήμη Flash υπό κανονικές συνθήκες δεν προορίζεται για χρήση runtime μέσα από τα προγράμματά σας, λόγω της μικρής συνολικής μνήμης που είναι διαθέσιμη σε αυτά (2Kb SRAM + 1Kb EEPROM), έχει σχεδιαστεί μια βιβλιοθήκη που επιτρέπει την χρήση όσου χώρου περισσεύει (30Kb μείον το μέγεθος του προγράμματός σας σε μεταγλωττισμένη μορφή).

1.4 Είσοδοι –Έξοδοι Arduino

Καταρχήν το Arduino διαθέτει σειριακό interface. Ο μικροελεγκτής ATmega υποστηρίζει σειριακή επικοινωνία, την οποία το Arduino προωθεί μέσα από έναν ελεγκτή Serial-over-USB ώστε να συνδέεται με τον υπολογιστή μέσω USB. Η σύνδεση αυτή

χρησιμοποιείται για την μεταφορά των προγραμμάτων που σχεδιάζονται από τον υπολογιστή στο Arduino αλλά και για αμφίδρομη επικοινωνία του Arduino με τον υπολογιστή μέσα από το πρόγραμμα την ώρα που εκτελείται.



Επιπλέον, στην πάνω πλευρά του Arduino βρίσκονται 14 θηλυκά pins, αριθμημένα από 0 ως 13, που μπορούν να λειτουργήσουν ως ψηφιακές εισοδοι και έξοδοι. Λειτουργούν στα 5V και καθένα μπορεί να παρέχει ή να δεχτεί το πολύ 40mA. Ως ψηφιακή έξοδος, ένα από αυτά τα pin μπορεί να τεθεί από το πρόγραμμά σας σε κατάσταση HIGH ή LOW, οπότε το Arduino θα ξέρει αν πρέπει να διοχετεύσει ή όχι ρεύμα στο συγκεκριμένο pin. Με αυτόν τον τρόπο μπορείτε λόγω χάρη να ανάψετε και να σβήσετε ένα LED που έχετε συνδέσει στο συγκεκριμένο pin. Αν πάλι ρυθμίσετε ένα από αυτά τα pin ως ψηφιακή είσοδο μέσα από το πρόγραμμά σας, μπορείτε με την κατάλληλη εντολή να διαβάσετε την κατάστασή του (HIGH ή LOW) ανάλογα με το αν η εξωτερική συσκευή που έχετε συνδέσει σε αυτό το pin διοχετεύει ή όχι ρεύμα στο pin (με αυτόν τον τρόπο λόγω χάρη μπορείτε να «διαβάζετε» την κατάσταση ενός διακόπτη). Μερικά από αυτά τα 14 pin, εκτός από ψηφιακές εισοδοι/έξοδοι έχουν και δεύτερη λειτουργία. Συγκεκριμένα:

Τα pin 0 και 1 λειτουργούν ως RX και TX της σειριακής όταν το πρόγραμμά σας ενεργοποιεί την σειριακή θύρα. Έτσι, όταν λόγω χάρη το πρόγραμμά σας στέλνει δεδομένα στην σειριακή, αυτά προωθούνται και στην θύρα USB μέσω του ελεγκτή Serial-Over-USB αλλά και στο pin 0 για να τα διαβάσει ενδεχομένως μια άλλη συσκευή (π.χ. ένα δεύτερο Arduino στο

δικό του pin 1). Αυτό φυσικά σημαίνει ότι αν στο πρόγραμμά σας ενεργοποιήσετε το σειριακό interface, χάνετε 2 ψηφιακές εισόδους/εξόδους.

Τα pin 2 και 3 λειτουργούν και ως εξωτερικά interrupt (interrupt 0 και 1 αντίστοιχα). Με άλλα λόγια, μπορείτε να τα ρυθμίσετε μέσα από το πρόγραμμά σας ώστε να λειτουργούν αποκλειστικά ως ψηφιακές εισοδοί στις οποίες όταν συμβαίνουν συγκεκριμένες αλλαγές, η κανονική ροή του προγράμματος σταματάει *άμεσα* και εκτελείται μια συγκεκριμένη συνάρτηση. Τα εξωτερικά interrupt είναι ιδιαίτερα χρήσιμα σε εφαρμογές που απαιτούν συγχρονισμό μεγάλης ακρίβειας.

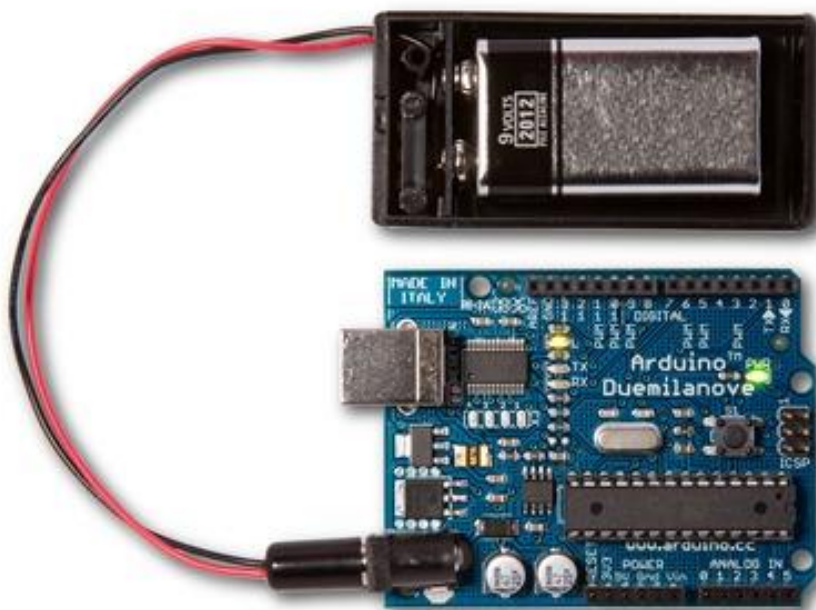
Τα pin 3, 5, 6, 9, 10 και 11 μπορούν να λειτουργήσουν και ως ψευδοαναλογικές έξοδοι με το σύστημα PWM (Pulse Width Modulation), δηλαδή το ίδιο σύστημα που διαθέτουν οι μητρικές των υπολογιστών για να ελέγχουν τις ταχύτητες των ανεμιστήρων. Έτσι, μπορείτε να συνδέσετε λόγω χάρη ένα LED σε κάποιο από αυτά τα pin και να ελέγξετε πλήρως την φωτεινότητά του με ανάλυση 8bit (256 καταστάσεις από 0-σβηστό ως 255-πλήρως αναμμένο) αντί να έχετε απλά την δυνατότητα αναμμένο-σβηστό που παρέχουν οι υπόλοιπες ψηφιακές έξοδοι. Είναι σημαντικό να καταλάβετε ότι το PWM δεν είναι πραγματικά αναλογικό σύστημα και ότι θέτοντας στην έξοδο την τιμή 127, δεν σημαίνει ότι η έξοδος θα δίνει 2.5V αντί της κανονικής τιμής των 5V, αλλά ότι θα δίνει ένα παλμό που θα εναλλάσσεται με μεγάλη συχνότητα και για ίσους χρόνους μεταξύ των τιμών 0 και 5V.

Στην κάτω πλευρά του Arduino, με τη σήμανση ANALOG IN, θα βρείτε μια ακόμη σειρά από 6 pin, αριθμημένα από το 0 ως το 5. Το καθένα από αυτά λειτουργεί ως αναλογική είσοδος κάνοντας χρήση του ADC (Analog to Digital Converter) που είναι ενσωματωμένο στον μικροελεγκτή. Για παράδειγμα, μπορείτε να τροφοδοτήσετε ένα από αυτά με μια τάση την οποία μπορείτε να κυμάνετε με ένα ποτενσιόμετρο από 0V ως μια τάση αναφοράς Vref η οποία, αν δεν κάνετε κάποια αλλαγή είναι προρυθμισμένη στα 5V. Τότε, μέσα από το πρόγραμμά σας μπορείτε να «διαβάσετε» την τιμή του pin ως ένα ακέραιο αριθμό ανάλυσης 10-bit, από 0 (όταν η τάση στο pin είναι 0V) μέχρι 1023 (όταν η τάση στο pin είναι 5V). Η τάση αναφοράς μπορεί να ρυθμιστεί με μια εντολή στο 1.1V, ή σε όποια τάση επιθυμείτε (μεταξύ 2 και 5V) τροφοδοτώντας εξωτερικά με αυτή την τάση το pin με την σήμανση AREF που βρίσκεται στην απέναντι πλευρά της πλακέτας. Έτσι, αν τροφοδοτήσετε το pin AREF με 3.3V και στην συνέχεια δοκιμάσετε να διαβάσετε κάποιο pin αναλογικής εισόδου στο οποίο εφαρμόζετε τάση 1.65V, το Arduino θα σας επιστρέψει την τιμή 512. Τέλος, καθένα από τα 6 αυτά pin, με κατάλληλη εντολή μέσα από το πρόγραμμα μπορεί να μετατραπεί σε ψηφιακό pin εισόδου/εξόδου όπως τα

14 που βρίσκονται στην απέναντι πλευρά και τα οποία περιεγράφηκαν πριν. Σε αυτή την περίπτωση τα pin μετονομάζονται από 0~5 σε 14~19 αντίστοιχα.

1.5 Τροφοδοσία Arduino

Το Arduino μπορεί να τροφοδοτηθεί με ρεύμα είτε από τον υπολογιστή μέσω της σύνδεσης USB, είτε από εξωτερική τροφοδοσία που παρέχεται μέσω μιας υποδοχής φισ των 2.1mm (θετικός πόλος στο κέντρο) και βρίσκεται στην κάτω-αριστερή γωνία του Arduino.



Για να μην υπάρχουν προβλήματα, η εξωτερική τροφοδοσία πρέπει να είναι από 7 ως 12V και μπορεί να προέρχεται από ένα κοινό μετασχηματιστή του εμπορίου, από μπαταρίες ή οποιαδήποτε άλλη πηγή συνεχούς ρεύματος. Δίπλα από τα pin αναλογικής εισόδου, υπάρχει μια ακόμα συστοιχία από 6 pin με την σήμανση POWER. Η λειτουργία του καθενός έχει ως εξής:

Το πρώτο, με την ένδειξη RESET, όταν γειωθεί (σε οποιοδήποτε από τα 3 pin με την ένδειξη GND που υπάρχουν στο Arduino) έχει ως αποτέλεσμα την επανεκκίνηση του Arduino.

Το δεύτερο, με την ένδειξη 3.3V, μπορεί να τροφοδοτήσει τα εξαρτήματά σας με τάση 3.3V. Η τάση αυτή δεν προέρχεται από την εξωτερική τροφοδοσία αλλά παράγεται από τον ελεγκτή Serial-over-USB και έτσι η μέγιστη ένταση που μπορεί να παρέχει είναι μόλις 50mA.

Το τρίτο, με την ένδειξη 5V, μπορεί να τροφοδοτήσει τα εξαρτήματά σας με τάση 5V. Ανάλογα με τον τρόπο τροφοδοσίας του ίδιου. Το έκτο και ου Arduino, η τάση αυτή προέρχεται είτε

άμεσα από την θύρα USB (που ούτως ή άλλως λειτουργεί στα 5V), είτε από την εξωτερική τροφοδοσία αφού αυτή περάσει από ένα ρυθμιστή τάσης για να την «φέρει» στα 5V.

Το τέταρτο και το πέμπτο pin, με την ένδειξη GND, είναι φυσικά γειώσεις.

Το τελευταίο pin, με την ένδειξη Vin έχει διπλό ρόλο. Σε συνδυασμό με το pin γείωσης δίπλα του, μπορεί να λειτουργήσει ως μέθοδος εξωτερικής τροφοδοσίας του Arduino, στην περίπτωση που δεν σας βολεύει να χρησιμοποιήσετε την υποδοχή του φισ των 2.1mm. Αν όμως έχετε ήδη συνδεδεμένη εξωτερική τροφοδοσία μέσω του φισ, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αυτό το pin για να τροφοδοτήσετε εξαρτήματα με την πλήρη τάση της εξωτερικής τροφοδοσίας (7~12V), πριν αυτή περάσει από τον ρυθμιστή τάσης όπως γίνεται με το pin των 5V.

1.6 Ενσωματωμένα κουμπιά και LED

Πάνω στην πλακέτα του Arduino υπάρχει ένας διακόπτης micro-switch και 4 μικροσκοπικά LED. Η λειτουργία του διακόπτη (που έχει την σήμανση RESET) και του ενός LED με την σήμανση POWER είναι μάλλον προφανής.

Τα δύο LED με τις σημάνσεις TX και RX, χρησιμοποιούνται ως ένδειξη λειτουργίας του σειριακού interface, καθώς ανάβουν όταν το Arduino στέλνει ή λαμβάνει (αντίστοιχα) δεδομένα μέσω USB. Σημειώστε ότι τα LED αυτά ελέγχονται από τον ελεγκτή Serial-over-USB και συνεπώς δεν λειτουργούν όταν η σειριακή επικοινωνία γίνεται αποκλειστικά μέσω των ψηφιακών pin 0 και 1.

Τέλος, υπάρχει το LED με την σήμανση L. Η βασική δοκιμή λειτουργίας του Arduino είναι να του αναθέσετε να αναβοσβήνει ένα LED (θα το δείτε αυτό στην συνέχεια όταν θα φτιάξετε την πρώτη εφαρμογή σας). Για να μπορείτε να το κάνετε αυτό από την πρώτη στιγμή, χωρίς να συνδέσετε τίποτα πάνω στο Arduino, οι κατασκευαστές του σκέφτηκαν να ενσωματώσουν ένα LED στην πλακέτα, το οποίο σύνδεσαν στο ψηφιακό pin 13. Έτσι, ακόμα και αν δεν έχετε συνδέσει τίποτα πάνω στο φυσικό pin 13, αναθέτοντάς του την τιμή HIGH μέσα από το πρόγραμμά σας, θα ανάψει αυτό το ενσωματωμένο LED.

1.7 Arduino IDE και σύνδεση με τον υπολογιστή

Ένα πρακτικό περιβάλλον για την συγγραφή των προγραμμάτων σας (τα οποία ονομάζονται sketch στην ορολογία του Arduino) με συντακτική χρωματική σήμανση. Αρκετά έτοιμα παραδείγματα, μερικές έτοιμες βιβλιοθήκες για προέκταση της γλώσσας και για να χειριστούμε εύκολα μέσα από τον κώδικά σας τα εξαρτήματα που συνδέετε στο Arduino, τον compiler για την μεταγλώττιση των sketch σας, ένα serial monitor που παρακολουθεί τις επικοινωνίες της σειριακής (USB), αναλαμβάνει να στείλει αλφαριθμητικά της επιλογής σας στο Arduino μέσω αυτής και είναι

ιδιαίτερα χρήσιμο για το debugging των sketch σας και την επιλογή να ανεβάσετε το μεταγλωττισμένο sketch στο Arduino.

Για τα δύο τελευταία χαρακτηριστικά βέβαια, το Arduino πρέπει να έχει συνδεθεί σε μια από τις θύρες USB του υπολογιστή και, λόγω του ελεγκτή Serial-over-USB, θα πρέπει να αναγνωριστεί από το λειτουργικό σας σύστημα ως εικονική σειριακή θύρα.

Για την σύνδεση χρειαζόμαστε ένα καλώδιο USB από Type A σε Type B, όπως αυτό των εκτυπωτών. Για την αναγνώριση από το λειτουργικό χρειάζεται εγκατάσταση του οδηγού του FTDI chip (δηλαδή του ελεγκτή Serial-over-USB) ο οποίος υπάρχει στον φάκελο drivers του Arduino IDE που κατεβάσατε. Την τελευταία έκδοση αυτού του οδηγού μπορείτε επίσης να κατεβάσετε για κάθε λειτουργικό σύστημα από το site της FTDI. Σημειώστε ότι στους τελευταίους πυρήνες του Linux υπάρχει εγγενής υποστήριξη του συγκεκριμένου ελεγκτή.

1.8 Γλώσσα προγραμματισμού

Η γλώσσα του Arduino βασίζεται στη γλώσσα Wiring, μια παραλλαγή C/C++ για μικροελεγκτής αρχιτεκτονικής AVR όπως ο ATmega, και υποστηρίζει όλες τις βασικές δομές της C καθώς και μερικά χαρακτηριστικά της C++. Για compiler χρησιμοποιείται ο AVR gcc και ως βασική βιβλιοθήκη C χρησιμοποιείται η AVR libc.

1.9 Βασικά πλεονεκτήματα πλατφόρμας Arduino

Οικονομική: Η πλατφόρμα Arduino αποτελεί οικονομική λύση διότι είναι φθηνότερη. Επιπλέον, είναι αρχιτεκτονικά ανοιχτή και μπορεί ο οποιοσδήποτε να την αναπτύξει από μόνος του.

Μεταφέρσιμη: Σε σχέση με τις υπάρχουσες πλατφόρμας στο εμπόριο η πλατφόρμα Arduino παρέχει πλήρη μεταφερσιμότητα με αποτέλεσμα να μπορεί να προγραμματιστεί στα περισσότερα λειτουργικά συστήματα.

Επεκτάσιμη: Το υλικό και το λογισμικό της πλατφόρμας Arduino είναι ανοιχτά και ελεύθερα για όλους. Καθημερινά, χιλιάδες υποστηρικτές του ελεύθερου λογισμικού αναπτύσσουν διάφορες βιβλιοθήκες για την υποστήριξη της πλατφόρμας. Παράλληλα, τόσο η αρχιτεκτονική όσο και το υλικό της πλατφόρμας εξελίσσονται συνεχώς.

Κεφάλαιο 2

Ηλεκτρικά εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν

2.1 Αντιστάσεις

Την αντίσταση την χρησιμοποιούμε για να μειώσουμε την κατανάλωση - ισχύ σε κάποιο ηλεκτρονικό εξάρτημα, π.χ. ένα led, χρησιμοποιώντας τον νόμο του Ωμ και τον τύπο υπολογισμού της ισχύος (δες εδώ). Όσο πιο μεγάλη η τιμή της αντίστασης τόσο λιγότερο ρεύμα θα περάσει από αυτή. Στις κατασκευές μας δεν θα χρειαστεί να υπολογίσετε την τιμή της αντίστασης, θα σας την δίνω εγώ. Μια αντίσταση έχει δυο ακροδέκτες και δεν έχει πολικότητα, δηλαδή όπως και να την τοποθετήσετε θα λειτουργήσει. Συμβολίζεται με το γράμμα R και μετριέται σε Ωμ (Ohm). Μερικά παραδείγματα $R=4.7k\Omega$, $R=500\Omega$, $R=1M\Omega$.

2.2 Ποτενσιόμετρο

Οι αντιστάσεις μεταβλητής τιμής είναι εκείνες που μπορούμε να μεταβάλουμε την ονομαστική τους τιμή και κατασκευάζονται από άνθρακα ή σύρμα ανάλογα με την ισχύ τους. Το ποτενσιόμετρο ή τα τρίμμερ που χρησιμοποιούμε, είναι μεταβλητές αντιστάσεις κυρίως από άνθρακα, ενώ για μεγαλύτερες ισχύς κατασκευάζονται από αγωγό υψηλής αντίστασης. Στην κατασκευή τους συνήθως αποτελούνται από μια μονωτική πλάκα πάνω στην οποία στηρίζεται το υλικό της αντίστασης και ένας δρομέας περιστρεφόμενος εφάπτεται πάνω στο υλικό και έτσι κατασκευάζονται τα τρίμμερ και τα ποτενσιόμετρα χαμηλής ισχύος. Οι μεταβλητές αντιστάσεις σύρματος στην κατασκευή τους αποτελούνται από ένα μονωτικό υλικό κυλινδρικής μορφής, πάνω στο οποίο τυλίγεται ένας αγωγός υψηλής αντίστασης. Πάνω στον συρμάτινο αγωγό εφάπτεται ένας δρομέας ο οποίος ολισθαίνει κατά μήκος της αντίστασης σύρματος με αποτέλεσμα να παίρνουμε την μεταβλητή τιμή της αντίστασης που θέλουμε.



Τα ποτενσιόμετρα άνθρακα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: α) στα γραμμικά ποτενσιόμετρα και β) στα λογαριθμικά ποτενσιόμετρα. Τα γραμμικά ποτενσιόμετρα είναι εκείνα που η τιμή της αντίστασης μεταβάλλεται με σταθερό βήμα ανάλογα με την γωνία στροφής του ποτενσιόμετρου.

Τα λογαριθμικά ποτενσιόμετρα ή αλλιώς μη γραμμικά, είναι εκείνα που η αντίστασή τους μεταβάλλεται στην αρχή αργά και κατόπιν γρηγορότερα και η παραμικρή αύξηση της γωνίας στροφής του δρομέα προκαλεί απότομη μεταβολή της αύξησης ή μείωσης της τιμής της αντίστασης με μεγάλη διαφορά τιμής από την προηγούμενη θέση.

Τα λογαριθμικά ποτενσιόμετρα χρησιμοποιούνται για την ρύθμιση της έντασης ήχου (volume control), σε ενισχυτές και προενισχυτές ήχου ενώ τα γραμμικά σε κυκλώματα τα οποία θέλουμε να έχουμε σταθερό βήμα και ακρίβεια στην ρύθμιση.

Τα ποτενσιόμετρα αναγράφουν την ονομαστική τους τιμή, καθώς και τον τύπο τους, δηλαδή αν είναι γραμμικά ή λογαριθμικά. Τα γραμμικά ποτενσιόμετρα αναγνωρίζονται από το γράμμα Α, ενώ τα λογαριθμικά από το γράμμα Β.

A) Γραμμικά ποτενσιόμετρα:

Το γραμμικό δοχείο νόμου ("τύπος β") έχει ένα ανθεκτικό στοιχείο της σταθερής διατομής, με συνέπεια μια συσκευή όπου η αντίσταση μεταξύ της ψήκτρας και ενός τερματικού τελών είναι ανάλογος στην απόσταση μεταξύ τους. Γραμμικός περιγράφει τον ηλεκτρικό "νόμο" της συσκευής, όχι η γεωμετρία του ανθεκτικού στοιχείου.

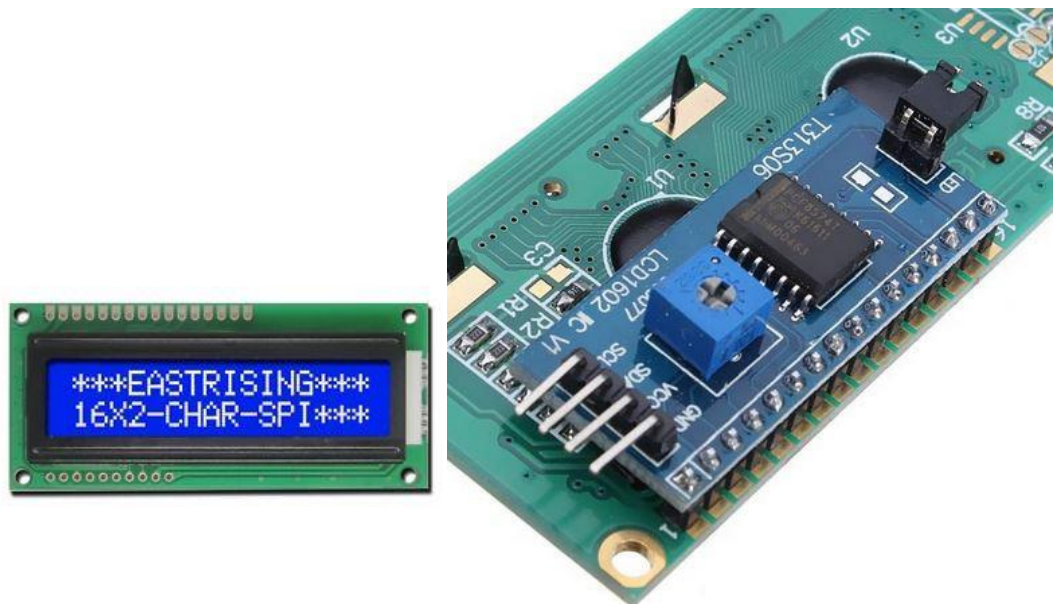
B) Λογαριθμικά ποτενσιόμετρα

Α δοχείο κούτσουρων ("τύπος Α") (μερικές φορές αποκαλούμενος κούτσουρο κωνικότητα pot) έχει ένα ανθεκτικό στοιχείο που καθένας "εκλεπύνει" κατά τρόπο λογαριθμικό από ένα τέλος

σε άλλο, ή γίνεται από ένα υλικό η του οποίου ειδική αντίσταση ποικίλλει logarithmically από ένα τέλος σε άλλο. Αυτό οδηγεί σε μια συσκευή όπου η απόσταση μεταξύ της ψήκτρας και ενός τερματικού τελών είναι ανάλογη προς το λογάριθμο της αντίστασης μεταξύ τους. Το "δοχείο κούτσουρων" χρησιμοποιείται ως έλεγχος όγκου μέσα ακουστικοί ενισχυτές, όπου καλείται επίσης "ακουστικό μυτερό δοχείο", επειδή εύρος απάντηση του ανθρώπου αντί είναι επίσης λογαριθμικός. Εξασφαλίζει ότι, σε έναν όγκο ο έλεγχος χαρακτηρίσει 0 έως 10, παραδείγματος χάριν, μια ρύθμιση 5 μισού τόσο δυνατού ήχων όπως μια ρύθμιση 10. Υπάρχει επίσης δοχείο αντι-κούτσουρων ή αντίστροφη ακουστική κωνικότητα ("τύπος γ") που είναι απλά η αντιστροφή ενός δοχείου κούτσουρων. Σχεδόν πάντα χρησιμοποιείται στο α η διαμόρφωση με ένα δοχείο κούτσουρων, παραδείγματος χάριν, σε έναν ακουστικό έλεγχο ισορροπίας.

2.3 LCD 1602

δηλαδή ,Είναι ο εύκολος τρόπος ώστε να λαμβάνεις τις πληροφορίες από το μικροελεγκτή
,Το χαρακτηριστικό των LCD είναι απλές και στην χρήση αλλά και στην αγορά τους .σε μια οθόνη
το να βρούμε τον αριθμό των απαιτούμενων pins Αλλά .διαθέσιμες σε πολλά χρώματα και μεγέθη
Οι περισσότερες . ειδικά με τα φιλόδοξες εργασίες ,για τον έλεγχο της οθόνης είναι περιοριστικός
Στην συγκεκριμένη περίπτωση με τη .οθόνες έχουν περισσότερα από 6 pins για την λειτουργία της
.Arduino lcd module lcd1602 χρειάζεσαι μόνο 2 σειρές για να έχουμε ένδειξη των μετρήσεων μας



Δίοδος Εκπομπής Φωτός, (LED, Light Emitting Diode), αποκαλείται ένας ημιαγωγός ο οποίος εκπέμπει φωτεινή ακτινοβολία στενού φάσματος όταν του παρέχεται μία ηλεκτρική τάση κατά τη φορά ορθής πόλωσης (forward-biased).

Βασικές αρχές:

Το χρώμα του φωτός που εκπέμπεται εξαρτάται από την χημική σύσταση του ημιαγωγικού υλικού που χρησιμοποιείται, και μπορεί να είναι υπεριώδες, ορατό ή υπέρυθρο. Το μήκος κύματος του φωτός που εκπέμπεται, και, κατά συνέπεια, το χρώμα του, εξαρτάται από το χάσμα ενέργειας των υλικών, τα οποία χρησιμοποιούνται για την δημιουργία του περάσματος p-n, όπου:

- p = Υλικό νοθευμένο με αποδέκτες.
- n = Υλικό νοθευμένο με δότες.

Η βασική αρχή των LED είναι μια επαφή p-n η οποία πολώνεται ορθά για να εγγείη ηλεκτρόνια και οπές μέσα στις p- και n- πλευρές αντίστοιχα. Το εγγεόμενο φορτίο μειονότητας επανασυνδέεται με το φορτίο πλειονότητας στην περιοχή απογύμνωσης ή στην ουδέτερη περιοχή. Σε ημιαγωγούς αμέσου διάκενου η επανασύνδεση οδηγεί σε εκπομπή φωτός αφού η ακτινοβόλα επανασύνδεση κυριαρχεί σε υλικά υψηλής ποιότητας. Σε υλικά έμμεσου χάσματος, η απόδοση εκπομπής φωτός είναι αρκετά φτωγή και οι περισσότερες από τις διαδρομές επανασύνδεσης είναι μη ακτινοβόλες με παραγωγή θερμότητας μάλλον παρά φωτός.

Τρόπος λειτουργίας και δομή

Μια δίοδος εκπομπής φωτός (light emitting diode, LED) είναι στην ουσία μια ένωση pn που έχει κατασκευαστεί από ένα ημιαγωγό άμεσου ενεργειακού χάσματος, όπως για παράδειγμα το GaAs, και στην οποία η επανασύνδεση των ζευγών ηλεκτρονίων – οπών (ZHO) έχει ως αποτέλεσμα την εκπομπή φωτονίων. Η ενέργεια των εκπεμπόμενων φωτονίων, $h\nu$, ισούται κατά προσέγγιση με το ενεργειακό χάσμα E_g

$$E_g = E_{\text{φωτονίου}} = h \cdot \nu$$

Η δομή ενός LED πρέπει να είναι τέτοια ώστε τα εκπεμπόμενα φωτόνια να μπορούν να απομακρύνονται από την διάταξη χωρίς να επαναπορροφώνται από το ημιαγωγικό υλικό. Αυτό σημαίνει ότι η p-περιοχή πρέπει να είναι επαρκώς ρηχή, ή διαφορετικά πρέπει να χρησιμοποιήσουμε διατάξεις ετεροδομών.

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε πολλά ημιαγωγικά υλικά άμεσου ενεργειακού διακένου, τα οποία μπορούν εύκολα να νοθευτούν και να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή εμπορικών LED που εκπέμπουν ακτινοβολία στην ερυθρή και την υπέρυθη περιοχή μικρών κύματος του φάσματος.

Μια σημαντική κατηγορία εμπορικών ημιαγωγικών υλικών, που εκπέμπουν ακτινοβολία στην ορατή περιοχή είναι τα τριαδικά κράματα III-V.

Η εξωτερική απόδοση $\eta_{εξ}$ ενός LED είναι ένα μέτρο της απόδοσης της μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας σε εκπεμπόμενη εξωτερικά φωτεινή ενέργεια. Στο μέγεθος αυτό συνυπολογίζεται η εσωτερική απόδοση της ακτινοβόλουσας διαδικασίας επανασύνδεσης και η επακόλουθη απόδοση της εξόδου των φωτονίων από την διάταξη. Η ηλεκτρική ενέργεια στην είσοδο ενός LED ισούται απλά με το γινόμενο του ρεύματος επί την ηλεκτρική τάση της διόδου ($I \times V$). Αν η φωτεινή ισχύς που εκπέμπεται από την διάταξη είναι P_{out} , τότε

$$\eta_{εξ} = P_{εξ(οπτική)} \times 100\% / I \cdot V$$

Για τους ημιαγωγούς εμμέσου ενεργειακού διακένου, η τιμή της απόδοσης είναι μικρότερη από 1%, ενώ για τους ημιαγωγούς αμέσου ενεργειακού διακένου με την ορθή δομή διάταξης, η $\eta_{εξ}$ μπορεί να είναι αρκετά μεγάλη.

Κατηγορίες LED

LED Ετεροεπαφής Υψηλής Εντάσεως

Μια ένωση p-n ανάμεσα σε δύο ημιαγωγούς με διαφορετική νόθευση, οι οποίοι όμως αποτελούνται από το ίδιο υλικό, έχουν δηλαδή το ίδιο ενεργειακό διάκενο $g E$, ονομάζεται ομοεπαφή. Μια ένωση ανάμεσα σε δύο ημιαγωγούς με το ίδιο ενεργειακό διάκενο ονομάζεται ετεροεπαφή. Μια ημιαγωγίμη δομή διάταξης η οποία περιλαμβάνει ενώσεις ανάμεσα σε υλικά με διαφορετικό ενεργειακό διάκενο ονομάζεται διάταξη ετεροδομής.

Αν η LED κατασκευάζεται από ένα απλό ημιαγωγό, υπάρχει ένας αριθμός προβλημάτων που μειώνει την απόδοση της συσκευής. Ένα σημαντικό πρόβλημα είναι ότι σε μία LED ομοιοδομής (μια συσκευή βασισμένη σε ένα απλό ημιαγωγό), ο όγκος εκπομπής φωτονίων πρέπει να είναι κοντά στην επιφάνεια ώστε τα εκπεμπόμενα φωτόνια να μην απορροφώνται ξανά. Αφού κοντά στην επιφάνεια η ποιότητα του ημιαγωγού δεν είναι συνήθως πολύ καλή λόγω της παρουσίας καταστάσεων ατελειών, αυτό προκαλεί μεγάλο αριθμό μη ακτινοβόλων επανασυνδέσεων με την βοήθεια επιφανειακών καταστάσεων. Ένα ακόμα πρόβλημα είναι το ότι τα ηλεκτρόνια που εγχέονται από την πλευρά στην p-περιοχή μπορούν να διαχυθούν σε μεγάλες αποστάσεις πριν επανασυνδεθούν με οπές. Έτσι ο ενεργός όγκος από τον οποίο εξέρχονται τα φωτόνια είναι πολύ μεγάλος. Η ετεροδομή LED λύνει αυτά τα προβλήματα εγχέοντας φορτίο από ένα υλικό μεγαλύτερου ενεργειακού διακενου σε μια περιοχή στενού διακενου.

Οι διατάξεις LED που έχουν στόχο την αύξηση της έντασης του φωτός στην έξοδο κάνουν χρήση της διπλής ετεροδομής. Οι LEDs ετεροδομών κατασκευάζονται με επιταξιακές διαδικασίες και η ενεργός περιοχή κρατείται στα 0.1-0.2 μm . Τα υλικά που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι GaAs/AlGaAs το οποίο αναπτύσσεται σε GaAs και InGaAs/InGaAsP που αναπτύσσεται σε στρώματα InP.

LED Εκπομπής Άκρου

Ένα σημαντικό στοιχείο στην οπτική επικοινωνία είναι η απόδοση με την οποία το φως που εκπέμπεται από μια LED συζεύγνυται σε μια οπτική ίνα. Για να πραγματοποιηθεί μια ικανοποιητική σύζευξη χρειάζεται κανείς μια ισχυρά ευθυγραμμισμένη δέσμη. Η τεχνολογία ετεροδομών χρησιμοποιείται για να κατασκευαστεί η LED εκπομπής άκρου (edge emitting LED) Ένα σημαντικό στοιχείο της LED εκπομπής άκρου είναι τα στρώματα μανδύα μεγάλου ενεργειακού χάσματος τα οποία περιορίζουν όχι μόνο τα ηλεκτρόνια και τις οπές στο ενεργό στρώμα, αλλά επίσης αναγκάζουν τα εκπεμπόμενα φωτόνια να κινηθούν κατά μήκος του άξονα της LED και να εξέρχονται από το άκρο της συσκευής.

LED Εκπομπής Επιφάνειας

Μια σημαντική κατηγορία των LEDs είναι η LED εκπομπής επιφάνειας (surface emitting LED) η οποία πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά από τους Burrus και Dawson το 1970. Μια οπτική ίνα συζεύγνυται στο άκρο της LED με απόξεση της LED, προσαρμόζοντας την ίνα με εποξική ρητίνη. Η ίδια η LED είναι μια LED ετεροδομής με μία λεπτή ενεργό περιοχή χαμηλού ενεργειακού χάσματος η οποία περιβάλλεται από περιοχές μεγάλου ενεργειακού χάσματος.

Τα φωτόνια που εκπέμπονται συζεύγνυται απ' ευθείας στην οπτική ίνα. Σε διάφορες δομές ένας μικροφακός τοποθετείται στη LED για να βελτιώσει την απόδοση σύζευξης.

Πλεονεκτήματα των LED

- **Απόδοση:** Τα LED παράγουν περισσότερο φως ανά watt συγκριτικά με της λάμπες πυράκτωσης.
- **Χρώμα:** Τα LED εκπέμπουν φως συγκεκριμένου χρώματος χωρίς την χρήση φίλτρων που απαιτούν οι παραδοσιακοί μέθοδοι φωτισμού. Είναι πιο αποδοτικά και χαμηλώνουν το αρχικό κόστος.
- **Μέγεθος:** Τα LED είναι πολύ μικρά (μικρότερα από 2mm) και μπορούν να τοποθετηθούν σε πινάκες αποτύπωσης.
- **Χρόνος ON/OFF:** Τα LED έχουν γρήγορη απόκριση. Μια τυπική κόκκινη LED μπορεί να έρθει σε κατάσταση πλήρους φωτεινότητας σε χρόνο microsecond. Τα LED που χρησιμοποιούνται ως συσκευές επικοινωνίας έχουν ακόμα μικρότερους χρόνους απόκρισης.
- **Ψυχρό φως:** Σε αντίθεση με τις κοινές πηγές φωτός, τα LED εκπέμπουν πολύ λίγη θερμότητα σε μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας που μπορεί να προκαλέσει ζημιά σε ευαίσθητα αντικείμενα ή κατασκευές. Η ενέργεια που χάνεται διαχέεται ως θερμότητα μέσω της βάσης του LED.

- Χρόνος ζωής: Τα LED έχουν μεγάλους χρόνους ζωής. Οι ώρες λειτουργίας τους κυμαίνονται από 35.000 έως 50.000 ώρες, αριθμός τεράστιος συγκριτικά με αυτόν των λαμπτήρων πυράκτωσης που κυμαίνεται από 1.000 έως 2.000 ώρες και των λαμπτήρων φθορισμού που κυμαίνεται από 10.000 έως 15.000 ώρες.
- Αντίσταση σε κραδασμούς: Τα LED, όντας στοιχεία στερεάς κατάστασης, είναι δύσκολο να υποστούν ζημιά από κραδασμούς όπως συμβαίνει με τις λάμπες πυράκτωσης και φθορισμού.
- Εστίαση: Τα LED μπορούν να σχεδιαστούν ώστε να εστιάζουν το φως σε ένα συγκεκριμένο σημείο ή περιοχή. Οι λάμπες πυράκτωσης και φθορισμού απαιτούν ένα εξωτερικό ανακλαστήρα για να συλλέγει το φως και να το κατευθύνει με ένα χρήσιμο τρόπο.
- Τοξικότητα: Τα LED δεν περιέχουν υδράργυρο όπως οι λάμπες φθορισμού.

Μειονεκτήματα των LED

Υψηλό αρχικό κόστος: Τα LED σήμερα είναι ακριβότερα στην αγορά τους απ' ό,τι οι κοινές τεχνολογίες φωτισμού. Όμως αυτό το κόστος αντισταθμίζεται με την χαμηλή κατανάλωση ενέργειας που έχουν.

-
- Εξάρτηση από τη θερμοκρασία: Η λειτουργία των LED έχει ισχυρή εξάρτηση από της θερμοκρασιακές συνθήκες που επικρατούν στον χώρο που τα περιβάλλει. Σε περιβάλλον υψηλών θερμοκρασιών, τα LED μπορούν να υπερθερμανθούν και να υποστούν ζημιά. Αυτός ο παράγοντας είναι πολύ σημαντικός αν σκεφτούμε ότι αυτοκινητιστικές, στρατιωτικές και ιατρικές εφαρμογές απαιτούν η συσκευή να λειτουργεί σε ένα επαρκώς μεγάλο εύρος θερμοκρασιών και να είναι ανθεκτική στις βλάβες.
 - Ευαισθησία στην Τάση: Τα LED είναι αρκετά ευαίσθητα στη τάση και κατ' επέκταση στο ρεύμα που τα τροφοδοτεί. Έτσι πολλές φορές χρησιμοποιούνται σειρές αντιστάσεων ή πηγές ελέγχου του ρεύματος.
 - Ποιότητα φωτός: Τα περισσότερα ψυχρού λευκού LED έχουν φάσμα που διαφέρει σημαντικά από αυτό ενός ακτινοβολέα μελανού σώματος όπως ο ήλιος ή ο λαμπτήρας πυράκτωσης. Αυτό σημαίνει ότι το χρώμα κάποιων αντικειμένων μπορεί να φαίνεται διαφορετικό κάτω από μια LED ψυχρού λευκού απ' ό,τι θα φαίνονταν κάτω από το φως του ήλιου ή κάτω από μια λάμπα πυράκτωσης.
 - Μόλυνση από το μπλε: Επειδή τα μπλε LED και αυτά του ψυχρού λευκού είναι πλέον ικανά να εκπέμπουν περισσότερο μπλε φως απ' ό,τι οι κοινές πηγές φωτός όπως οι λάμπες νατρίου υψηλής πίεσης, η ισχυρή εξάρτηση από το μήκος κύματος της σκέδασης Rayleigh σημαίνει ότι τα LED μπορούν να προκαλέσουν περισσότερη φωτορύπανση απ' ό,τι οι άλλες πηγές φωτός.

Εφαρμογές

Οι εφαρμογές των LED μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες:

1. Ορατή απεικόνιση, όπου το φως κατευθύνεται περισσότερο ή λιγότερο στο ανθρώπινο μάτι για να μεταφέρει ένα μήνυμα ή μια έννοια.

Πίνακες αποτύπωσης και σηματοδότες

Η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, το χαμηλό κόστος συντήρησης και το μικρό μέγεθος των σημερινών LED έχει οδηγήσει στην εφαρμογή τους σε μια πληθώρα εγκαταστάσεων και εξοπλισμού για την ορατή απεικόνιση. Τοποθετούνται σε μεγάλες επιφάνειες για την αποτύπωση δεδομένων και μηνυμάτων στα στάδια, στους σταθμούς των τρένων και των λεωφορείων, στα αεροδρόμια, στα λιμάνια, στους δρόμους ως πινακίδες ή ως σηματοδότες, στις συναυλίες. Εξ' αιτίας της μεγάλης διάρκειας ζωής τους και των μικρών χρόνων απόκτησης, τα LED χρησιμοποιούνται στην αυτοκινητοβιομηχανία ως σηματοδότες φρένων και στροφής (φλας). Έτσι αυξάνεται και ο παράγοντας ασφάλειας που μπορεί να παρέχει ένα όχημα αφού ο οδηγός έχει στην διάθεσή του περισσότερο χρόνο αντίδρασης.

2. Φωταγώγηση, όπου το φως από τα LED ανακλάται από αντικείμενα για να μπορούν αυτά να είναι ορατά.

Φωτισμός

Με την εξέλιξη των LED υψηλής απόδοσης και ισχύος έγινε δυνατή η χρήση τους για φωτισμό και φωταγώγηση. Τα LED χρησιμοποιούνται στα φώτα των δρόμων ή σε αρχιτεκτονικές κατασκευές που απαιτείται φωτισμός με εναλλαγή χρωμάτων. Επίσης χρησιμοποιούνται και ως κύρια φώτα στα αυτοκίνητα, στις μοτοσυκλέτες και στα ποδήλατα.

Επίσης τα LED χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στον φωτισμό ενυδρείων. Μπορούν να παρέχουν το απαιτούμενο φως με μικρότερη εκπομπή θερμότητας και έτσι βοηθούν στην συντήρηση της βέλτιστης θερμοκρασίας του ενυδρείου. Επειδή μπορούν να παράγουν φως με συγκεκριμένο μήκος κύματος είναι ιδανικά για να παρέχουν ένα συγκεκριμένο χρώμα-φάσμα για τον χρωματισμό των κοραλλιών, των ψαριών, των ανεμώνων κ.α.

Τα LED είναι ακόμα ιδανικά για χρήση στις τηλεοράσεις, στους φορητούς υπολογιστές και στους προβολείς (projectors) DLP.

3. Παράγωγή φωτός για μέτρηση και αλληλεπίδραση με διαδικασίες που δεν γίνονται αντιληπτές από το ανθρώπινο μάτι.

Μη ορατές εφαρμογές

Το φως έχει και άλλες χρήσεις έκτος από την όραση. Τα LED χρησιμοποιούνται για μερικές από αυτές της εφαρμογές. Αυτές χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: i) επικοινωνία ii) αισθητήρες iii) αλληλεπίδραση φωτός με την ύλη.

Το φως των LED μπορεί να τροποποιηθεί πολύ γρήγορα και έτσι χρησιμοποιείται στις οπτικές ίνες και στις οπτικές επικοινωνίες ελεύθερου χώρου. Αυτές περιλαμβάνουν τα τηλεχειριστήρια των τηλεοράσεων και των βίντεο, όπου χρησιμοποιούνται τα LED υπερύθρου. Οι οπτομονωτές χρησιμοποιούν ένα LED και μια φωτοδίοδο ή ένα φωτοτρανζίστορ για να παρέχουν ένα «μονοπάτι» σήματος με ηλεκτρική μόνωση μεταξύ δυο διαδρομών. Αυτοί είναι αρκετά χρήσιμοι στον ιατρικό εξοπλισμό, όπου τα σήματα από τον αισθητήρα χαμηλής τάσης που είναι συνδεδεμένος με τον ανθρώπινο οργανισμό πρέπει να είναι ηλεκτρικά μονωμένα.

Πολλά συστήματα αισθητήρων χρησιμοποιούν το φως ως πηγή σήματος. Τα LED είναι ιδανική πηγή για να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις των αισθητήρων. Χρησιμοποιούνται στους αισθητήρες κίνησης ή στις οθόνες αφής εντοπίζοντας το φως που ανακλάται από το δάχτυλο ή την ακίδα.

Μια άλλη χρήση των LED είναι στις καλλιέργειες φυτών κυρίως γιατί είναι ενεργειακά αποδοτικά, παράγουν θερμότητα που δεν είναι ικανή να τα καταστρέψει γιατί είναι μικρή, και μπορούν να παρέχουν την βέλτιστη οπτική συχνότητα για την ανάπτυξή τους.

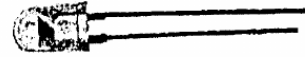
Στην συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκε ο εξής τύπος ir led CQY99 με τα εξής χαρακτηριστικά λειτουργείας:



184500

CQY 99 · V 290 P · CQW 14

GaAs-Infrarotdioden im 5 mm-Gehäuse



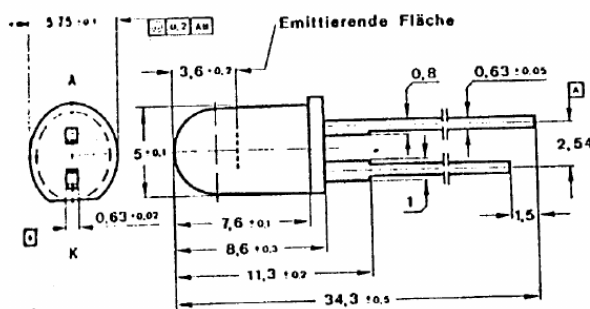
Anwendung: Strahlungsquelle im nahen Infrarot-Bereich

Besondere Merkmale:

- Kunststoffgehäuse
- Hoher Strahlungsfluß
- Für Impulsbetrieb geeignet
- Abstrahlwinkel 50°

Vorläufige technische Daten

Abmessungen in mm



Abstrahlwinkel $\alpha = 50^\circ$

Kunststoffgehäuse
Gewicht max. 0,4 g

Zubehör

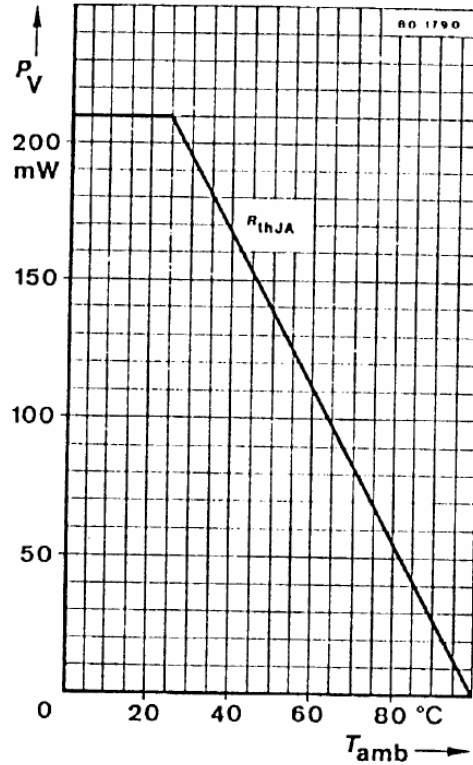
- Montagehülse Best. Nr. 562 136
- Haltering Best. Nr. 562 135

Absolute Grenzdaten

		Min.	Typ.	Max.
Sperrspannung	U_R		5	V
Durchlaßstrom	I_F		150	mA
Spitzendurchlaßstrom			300	mA
$\frac{t_p}{T} = 0,5, t_p \leq 10 \text{ ms}$	I_{FM}		2,5	A
Stoßdurchlaßstrom	I_{FSM}		210	mW
$t_p \leq 10 \mu\text{s}$			100	°C
Verlustleistung	P_V		-25...+100	°C
$T_{\text{amb}} \leq 25^\circ\text{C}$	T_j		245	°C
Sperrschichttemperatur	T_{stg}			
Lagerungstemperaturbereich				
Maximal zulässige Löttemperatur	$T_{\text{sd}}^1)$			
$t \leq 3 \text{ s}$				

¹⁾ Abstand von der Aufsetzkante $\geq 1,5 \text{ mm}$ mit zwischengelegter Leiterplatte

V 290 P · CQW 14



Wärmewiderstand

Sperrschicht-Umgebung

Min. Typ. Max.

R_{thJA} 350 K/W

Optische und elektrische Kenngrößen

$T_{amb} = 25^\circ\text{C}$

Strahlungsfluß

$I_F = 100\text{ mA}$

CQY 99, V 290 P ϕ_e

11 mW

CQW 14 ϕ_e

15 mW

Temperaturkoeffizient von ϕ_e

$I_F = 100\text{ mA}$

$TK \phi_e$

-0,8 %/K

Typ	Strahlstärke I_e (mW/sr)			Durchlaßspannung U_F^* (V)			
	$I_F = 100\text{ mA}$		$I_F = 1,5\text{ A}, t_p = 100\ \mu\text{s}^*)$	$I_F = 100\text{ mA}$		$I_F = 1,5\text{ A}, t_p = 100\ \mu\text{s}$	
	Typ.	Min.	Typ.	Typ.	Max.	Typ.	Max.
CQY 99	14	60	120	1,4	1,7	2,7	—
V 290 P	15	85	125	1,4	1,7	2,7	—
CQW 14	19	120	180	1,3	—	2,4	2,7

*) AQL = 0,65%

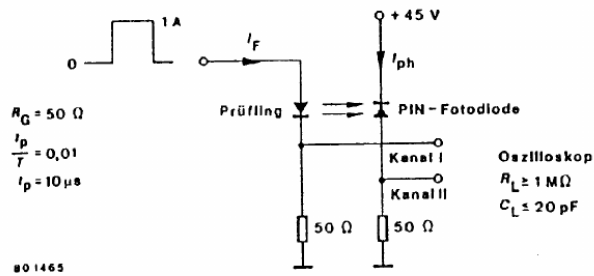
CQY 99 · V 290 P · CQW 14

		Min.	Typ.	Max.
Wellenlänge der maximalen Emission $I_F = 100 \text{ mA}$	λ_p		950	nm
Spektrale Halbwertsbreite $I_F = 100 \text{ mA}$	$\Delta\lambda$		50	nm
Durchbruchspannung $I_R = 100 \mu\text{A}$	$U_{(BR)^*}$	5		V
Sperrschichtkapazität $U_R = 0, f = 1 \text{ MHz}$	C_j		50	pF

Schaltzeiten

$$I_{FM} = 1 \text{ A}, \frac{t_p}{T} = 0,01, t_p \leq 10 \mu\text{s}, \text{ siehe Meßschaltung}$$

Anstiegszeit	t_r	400	ns
Abfallzeit	t_f	450	ns



Meßschaltung

*) AQL = 0,65%

2.5 Φωτοτρανζίστορ (phototransistor).

Τα φωτοτρανζίστορ βασίζονται στην ίδια αρχή λειτουργίας με την φωτοδίοδο και, επιπλέον, προχωρούν σε ενίσχυση του ρεύματος που εμφανίζεται, αυξάνοντας με τον τρόπο αυτό την ευαισθησία. Η επαφή βάσης-συλλέκτη είναι μία δίοδος ανάστροφα πολωμένη, που λειτουργεί όπως περιγράφηκε προηγούμενα. Με κατάλληλη πόλωση η επαφή βάσης-εκπομπού πολώνεται ορθά και ενισχύει το ρεύμα του συλλέκτη. Στη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκε ο εξής τύπος PWB-40 με τα εξής χαρακτηριστικά λειτουργείας

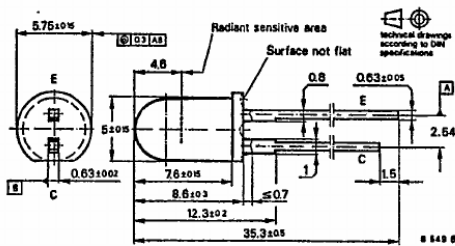
Silicon NPN Epitaxial Planar Phototransistor

Applications: Detector in electronic control and drive circuits

Features:

- Plastic case \varnothing 5 mm (T-1 $\frac{1}{2}$)
- Suitable for visible and near infrared radiation
- High sensitivity
- Wide angle of half sensitivity
- Axial terminals

Dimensions in mm



Angle of half sensitivity
 $\pm \varphi = 20^\circ$
Special case
Clear plastic
Weight max. 0.4 g

Accessories

- Mounting clip Order No. 562136
- Retainer ring Order No. 562135

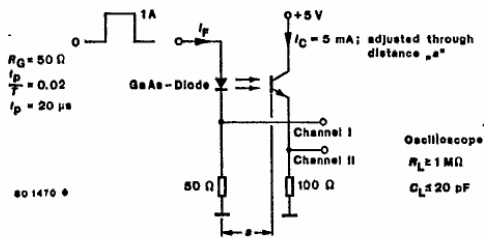
Absolute maximum ratings

Collector-emitter voltage	V_{CE0}	32	V
Emitter-collector voltage	V_{ECO}	5	V
Collector current	I_C	100	mA
Peak collector current $\frac{t_p}{T} = 0.5, t_p \leq 10\text{ms}$	I_{CM}	200	mA
Total power dissipation $T_{amb} \leq 47^\circ\text{C}$	P_{tot}	150	mW
Junction temperature	T_j	100	$^\circ\text{C}$
Storage temperature range	T_{stg}	-25...+100	$^\circ\text{C}$
Soldering temperature $t \leq 3\text{ s}$	$T_{sd}^{1)}$	245	$^\circ\text{C}$

¹⁾ Distance from the touching border ≥ 1.5 mm with intermediate PC-board

BPW 40

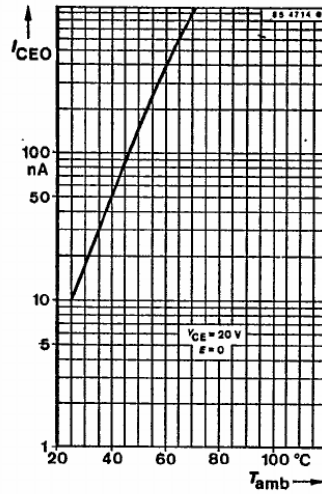
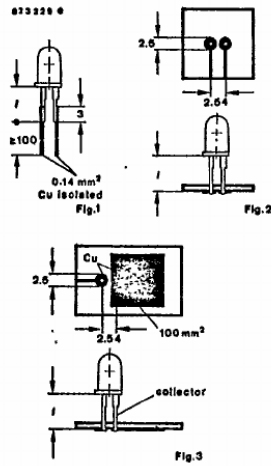
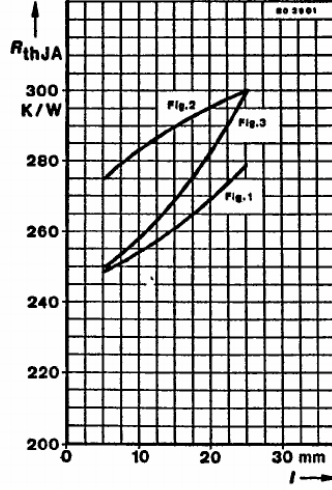
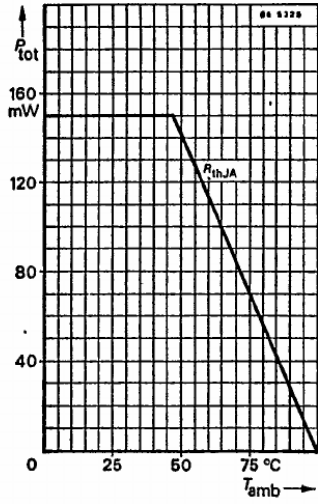
		Min.	Typ.	Max.	
Thermal resistance					
Junction ambient	R_{thJA}			350	K/W
Optical and electrical characteristics					
$T_{amb} = 25\text{ °C}$					
Collector dark current	$V_{CE} = 20\text{ V}, E = 0$	$I_{CEO}^{(1)}$	10	200	nA
Collector light current	$V_{CE} = 5\text{ V}, E_s = 1\text{ klx}$ $V_{CE} = 5\text{ V}, E_s = 1\text{ mW/cm}^2, \lambda_p = 950\text{ nm}$	$I_{CS}^{(2)}$	1	6	mA
Peak wavelength sensitivity		λ_p	780		nm
Range of spectral bandwidth (50%)		$\lambda_{0.5}$.520...950		nm
Collector-emitter breakdown voltage	$I_C = 1\text{ mA}$	$V_{(BR)CEO}^{(1)}$	32		V
Collector-Emitter saturation voltage	$I_C = 1\text{ mA}, E_s = 1\text{ mW/cm}^2, \lambda_p = 950\text{ nm}$	$V_{CEsat}^{(1)}$		0.3	V
Cut-off frequency	$V_S = 5\text{ V}, I_C = 5\text{ mA}, R_L = 100\text{ }\Omega$	f_c	170		kHz
Switching characteristics					
$V_S = 5\text{ V}, I_C = 5\text{ mA}, R_L = 100\text{ }\Omega$, see test circuit					
Delay time		t_d	1.8		μs
Rise time		t_r	1.6		μs
Turn-on time		t_{on}	3.4		μs
Storage time		t_s	0.3		μs
Fall time		t_f	1.7		μs
Turn-off time		t_{off}	2.0		μs



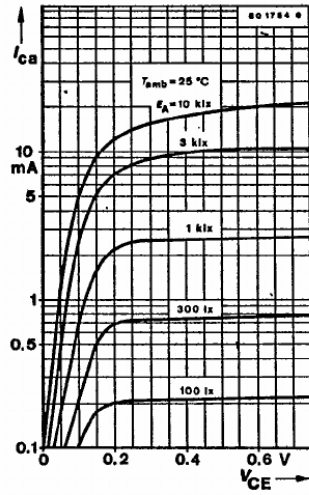
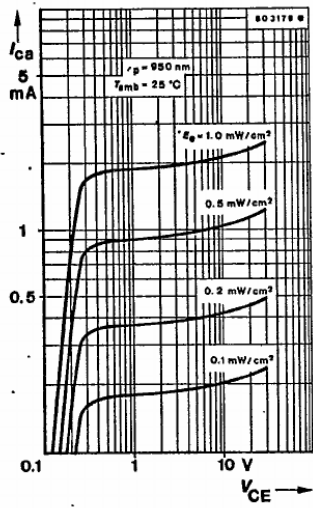
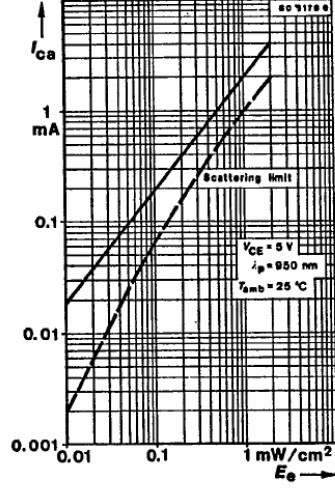
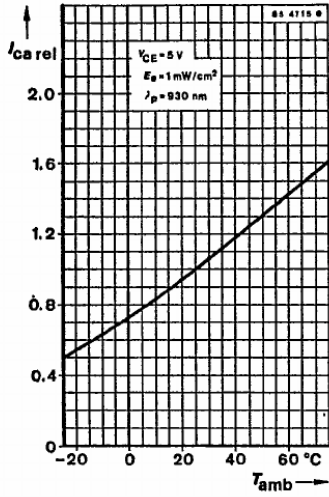
Test circuit

¹⁾ AQL = 0.65% ²⁾ Standard illuminant A (DIN 5033/IEC 306-1)

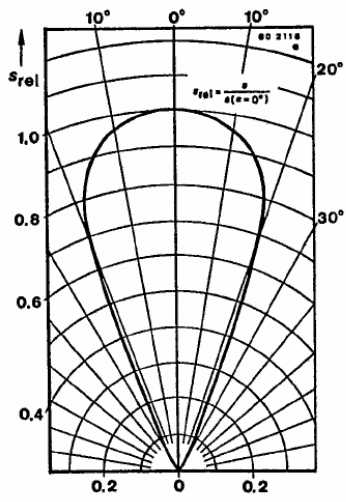
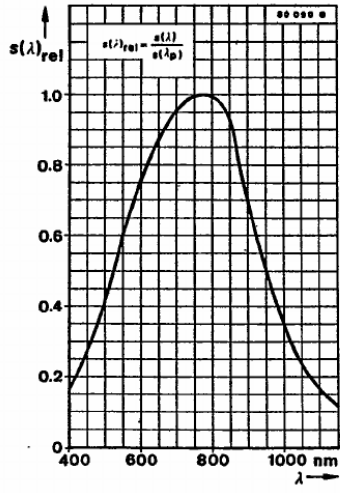
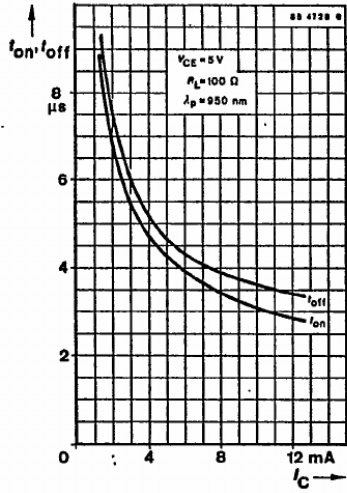
BPW 40



BPW 40



BPW 40



2.6 Έλεγχος στροφών κινητήρα με PWM

PWM (Pulse Width Modulation) Διαμόρφωση εύρους παλμών. Μια PWM κυματομορφή στην πραγματικότητα αποτελεί μία περιοδική κυματομορφή η οποία έχει δύο τμήματα. Το τμήμα ON στο οποίο η κυματομορφή έχει την μέγιστη τιμή της και το τμήμα OFF στο οποίο έχει την τιμή μηδέν. Το ON τμήμα ονομάζεται Duty Cycle και μετριέται είτε σε μονάδες χρόνου (ms, us κλπ) είτε σε ποσοστό (%) επί της περιόδου. Εφαρμόζοντας μία PWM κυματομορφή στην τροφοδοσία ενός φορτίου επιτυγχάνουμε να ελέγξουμε την το ποσοστό της ισχύος που πέφτει πάνω στο φορτίο. Για την περίπτωση που το φορτίο είναι ένας κινητήρας αυτό συνεπάγεται έλεγχος στροφών του κινητήρα. Για τον έλεγχο χρησιμοποιήθηκε ένας κινητήρας fan turbo-x dc 12V 140mA.

2.7 Εξωτερική τροφοδοσία

Για την τροφοδοσία του Arduino στην εξωτερική πηγή ενέργειας των 9V χρησιμοποιήθηκε ένα βύσμα των 2mm. Ένας διακόπτης on-off τύπου mrs-101 με 3A-250 . Μια μπαταριοθήκη και μια μπαταρία των 9V.

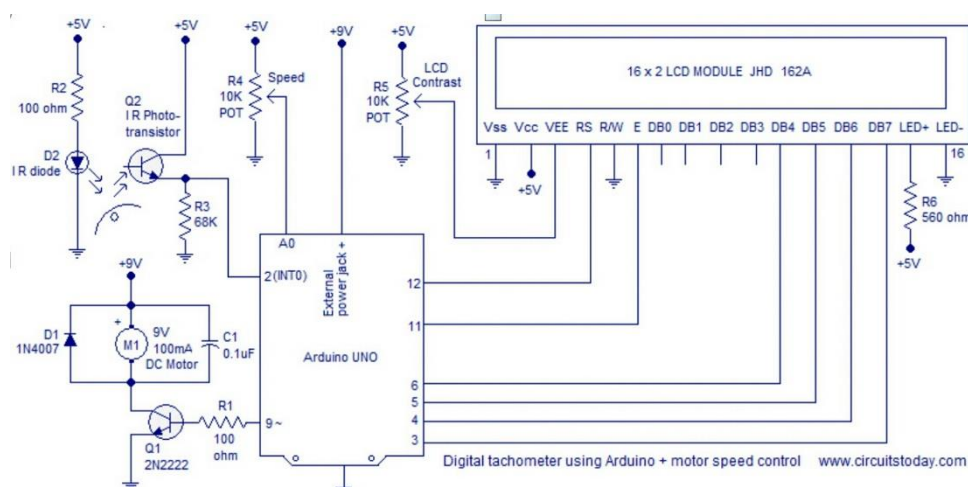
Κεφάλαιο 3

Κατασκευαστική διαδικασία

3.1 Αρχικές κολλήσεις επαφών για σύνδεση σε ηλεκτρολογικό ράστερ

Κατά την παραλαβή των αντικειμένων δεν υπήρχαν οι απαραίτητες καλωδιώσεις που θα ένωναν τα την πλακέτα με τα υπόλοιπα περιφερικά (οθόνη ,ποτενσιόμετρα και τον υπολιπόν εξοπλισμό) .Αρχικά έγιναν μόνο οι απαραίτητες κολλήσεις καθώς οι πρώτες δοκιμές έγιναν σε δοκιμαστική πλακέτα βάση του σχεδιαγράμματος ,μετά τις αναγκαίες δοκιμές και εφόσον είχαν γίνει όλες οι απαραίτητες ρυθμίσεις μεταφέραμε από την πλακέτα δοκιμών και κολλήσαμε με την χρήση ετερογενούς συγκόλλησης (καλαί) στην διατηρητή πλακέτα εφαρμογής.

3.2 Συνδεσμολογία κυκλώματος

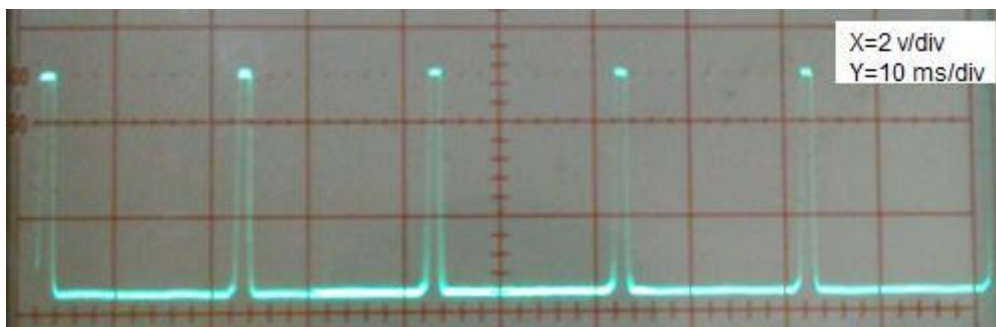


Στο παραπάνω σχεδιάγραμμα φαίνεται η συνδεσμολογία του κυκλώματος μας. Η πλακέτα ARDUINO UNO συνδέεται με την ψηφιακή οθόνη κατά τον εξής τρόπο ,από την θύρα της οθόνης RS συνδέεται με την digital pin θύρα νούμερα 12 του ARDUINO κατά τον ίδιο τρόπο συνδέονται η E θύρα με την D-P 11, Η θύρα DB4 με την D-P6, Η θύρα DB5 με την D-P5,η θύρα DB5 με την D-P 4,η θύρα DB7H με την D-P3.Η pwm του arduino συνδέετε με την αντίσταση r1, η D-P2 συνδέεται με το φωτοτρανζιστορ ,η θύρα D-P A0 συνδέεται με το ποτενσιόμετρο ρύθμισης στροφών με pwm και τέλος η εξωτερική πηγή ενέργειας που τροφοδοτείτε από μπαταριά συνεχούς ρεύματος 9 Volt.

3.3 Ταχύμετρο με την χρήση Arduino.

Το ταχύμετρο είναι συσκευή που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση στροφών ενός κινητήρα σε οποιαδήποτε δεδομένη στιγμή . Συνήθως εκφράζει της στροφές ανά λεπτά (σ.α.λ). Τα πρώτα ταχύμετρα ήταν πλήρες μηχανικά όπου οι στροφές μεταφερόντουσαν με μηχανικό τρόπο (καλώδιο ή άξονα) χρησιμοποιούσαν μηχανισμό γραναζιών και έτσι έδειχναν ένδειξη. Με την πρόοδο της τεχνολογίας στα ηλεκτρονικά τα ταχύμετρα άλλαξαν αρκετά.

Τα αισθητήρια που χρησιμοποιήθηκαν είναι φωτότρανζιστορ υπέρυθρων και Led υπέρυθρων. Το φωτοτρανζιστορ που χρησιμοποιήθηκε ανταποκρίνεται μόνο στο φάσμα των υπέρυθρων. Έτσι αποφεύγεται η παρεμβολή από άλλα φώτα που υπάρχουν στο περιβάλλον. Το led και το φωτοτρανζιστορ ευθυγραμμιστήκαν δίπλα δίπλα Η αντίσταση R2 περιορίζει το ρεύμα που διαρρέει την δίοδο. Ένα αντανακλαστικό καθρεφτάκι έχει κολληθεί στο περιστρεφόμενο αντικείμενο απέναντι από το αισθητήριο. Το κενό ανάμεσα στο αισθητήριο και το αντανακλαστικό πρέπει να είναι λιγότερο από ένα εκατοστό. Όταν το αντανακλαστικό περάσει μπροστά από το αισθητήριο , τα υπέρυθρα κύματα θα αντανακλάσουν πίσω στο φωτοτρανζιστορ. Τα αποτελέσματα θα είναι σε κυματομορφή όπως η παρακάτω εικόνα, όπως και μεταδίδεται από τον εκπομπό του φωτοτρανζιστορ.



Μέτρηση στροφών

Το Arduino χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των στροφών και προβολή του στην οθόνη LCD. Ο εκπομπός του φωτοτρανζιστορ είναι συνδεδεμένο με το διακοπής 0 (ψηφιακή θύρα 2) του

Arduino. Το Arduino έχει ρυθμιστεί ώστε ανταποκρίνεται και να μετράει κάθε αύξηση του παλμού της κυματομορφής του εκπομπού. Ο αριθμός των διακοπών εμφανίστηκαν σε μια δεδομένη χρονική στιγμή υπολογίζεται με αύξηση ενός μεταβολέα χρησιμοποιώντας την ρουτίνα εξυπηρέτησεως διακοπών. Ο χρόνος που έχει παρέλθει κατά τη διάρκεια του κύκλου καταμέτρησης, προσδιορίζεται χρησιμοποιώντας τα Millis (λειτουργία). Τα Millis () επιστρέφει τον αριθμό των χιλιοστά δευτερόλεπτα πέρασαν από την πλακέτα Arduino είναι ενεργοποιημένη. Καλώντας τα Millis (λειτουργία) πριν και μετά τον κύκλο καταμέτρησης και την ανάληψη διαφορά τους δίνει τους χρόνους πέρασε κατά τη διάρκεια του κύκλου μέτρησης. Ο (αριθμός των διακοπών / ώρα σε χιλιοστά του δευτερολέπτου) * 60.000 θα δώσει τις στροφές ανά λεπτό (RPM).

Έλεγχος στροφών κινητήρα

Οι διατάξεις ελέγχου στροφών μέσω ποτενσιόμετρου (όπως φαίνεται και στο διάγραμμα της 3.2). Το τρανζίστορ Q1 είναι για την οδήγηση του κινητήρα. Η βάση του τρανζίστορ συνδέθηκε στον pwm θύρα 9 του arduino μέσω της αντίστασης R1 για την μείωση του ρεύματος. Το καλώδιο ελέγχου της ταχύτητας είναι συνδεδεμένο με την αναλογική θύρα A0 του arduino. Μέσω αυτή της θύρας η τάση που δέχεται μετατρέπεται η τιμή ανάμεσα στο 0 και στο 1023 μέσω της αναλογικής λειτουργίας ανάγνωσης. Μετά αυτό το αποτέλεσμα διαιρείτε δια του 4 για να αντιστοιχεί στην τιμή ανάμεσα σε 0 και 255. Αυτή η τιμή μεταφέρεται μέσω της pwm θύρας 9. Αυτό το αποτέλεσμα μας εμφανίζεται ως ποσοστό. Που ουσιαστικά είναι το επι της εκατο το φορτίο που θα έχουμε στον κινητήρα μας. Μαζί με το προαναφερθέν ποσοστό μας εμφανίζει αι της επιθυμητές στροφές. Παρακάτω θα δώσουμε και το πρόγραμμα το οποίο είναι προγραμματισμένο το Arduino μας.

```
#include<LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12,11,6,5,4,3);
int pwm=9;
int pot=A0;
float value=0;
int percent;
float rev=0;
int rpm;
int oldtime=0;
int time;

void isr() //interrupt service routine
{
  rev++;
```

```

}

void setup()
{
  lcd.begin(16,2);          //initialize LCD
  attachInterrupt(0,isr,RISING); //attaching the interrupt
}

void loop()
{
  delay(1000);
  detachInterrupt(0);      //detaches the interrupt
  time=millis()-oldtime;   //finds the time
  rpm=(rev/time)*60000;    //calculates rpm
  oldtime=millis();       //saves the current time
  rev=0;
  value=analogRead(pot);   //reads the speed control POT
  value=value/4;
  analogWrite(pwm,value);  //sets the desired speed
  percent=(value/255)*100; //finds the duty cycle %
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("___TACHOMETER___");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(rpm);
  lcd.print(" RPM");
  lcd.print(" ");
  lcd.print(percent);
  lcd.print("%");
  attachInterrupt(0,isr,RISING);
}

```

Επίλογος - Συμπεράσματα

Μετά από την κατάλληλη επιλογή των κυκλωμάτων, των υλικών κατασκευής του ολικού κυκλώματος και τον κατάλληλο προγραμματισμό του μικρο-ελεγκτή Arduino. Με την σωστή λειτουργία όλων των κυκλωμάτων του σε συνεργασία με τον μικρο-ελεγκτή Arduino, έχουμε ένδειξη στροφών και έλεγχο του dc κινητήρα.



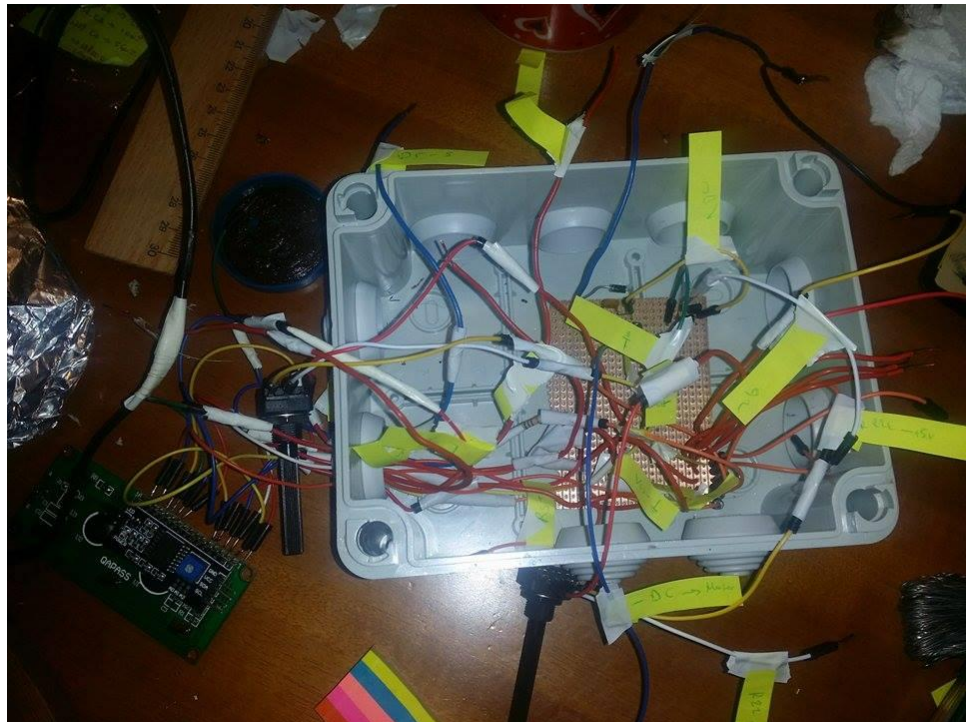
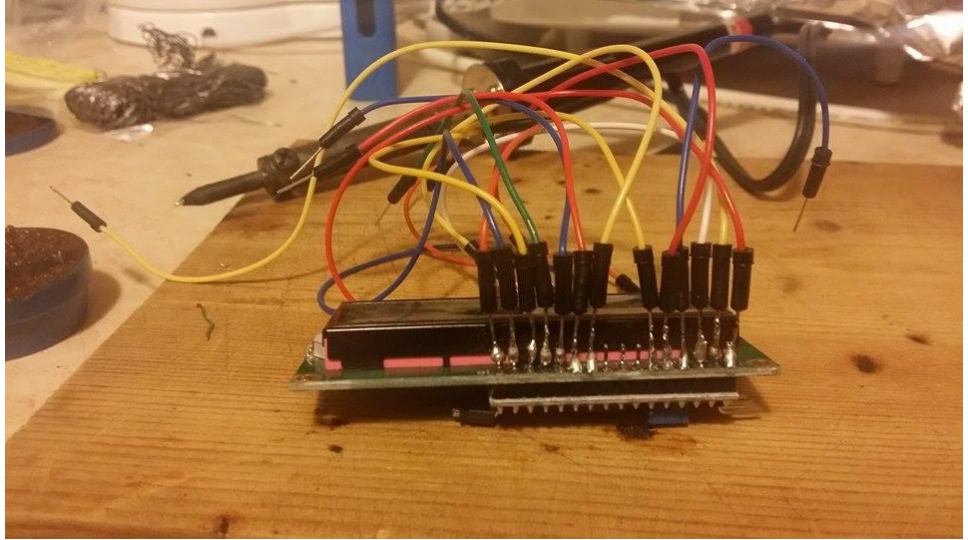
ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ

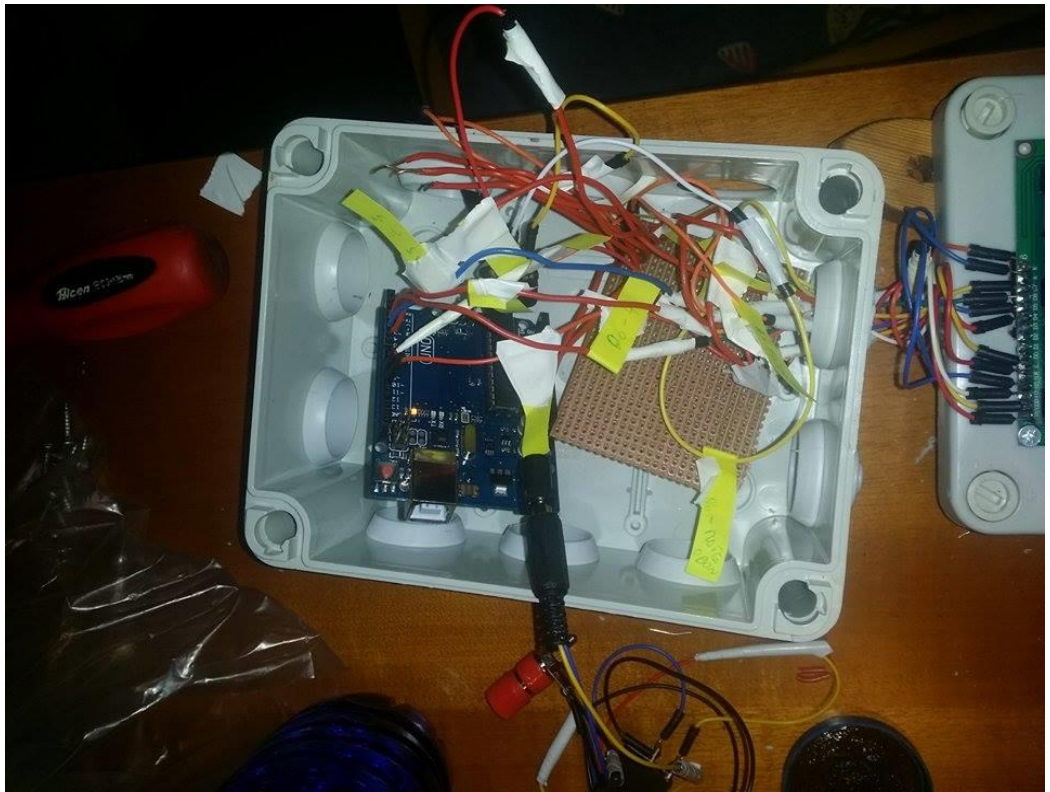
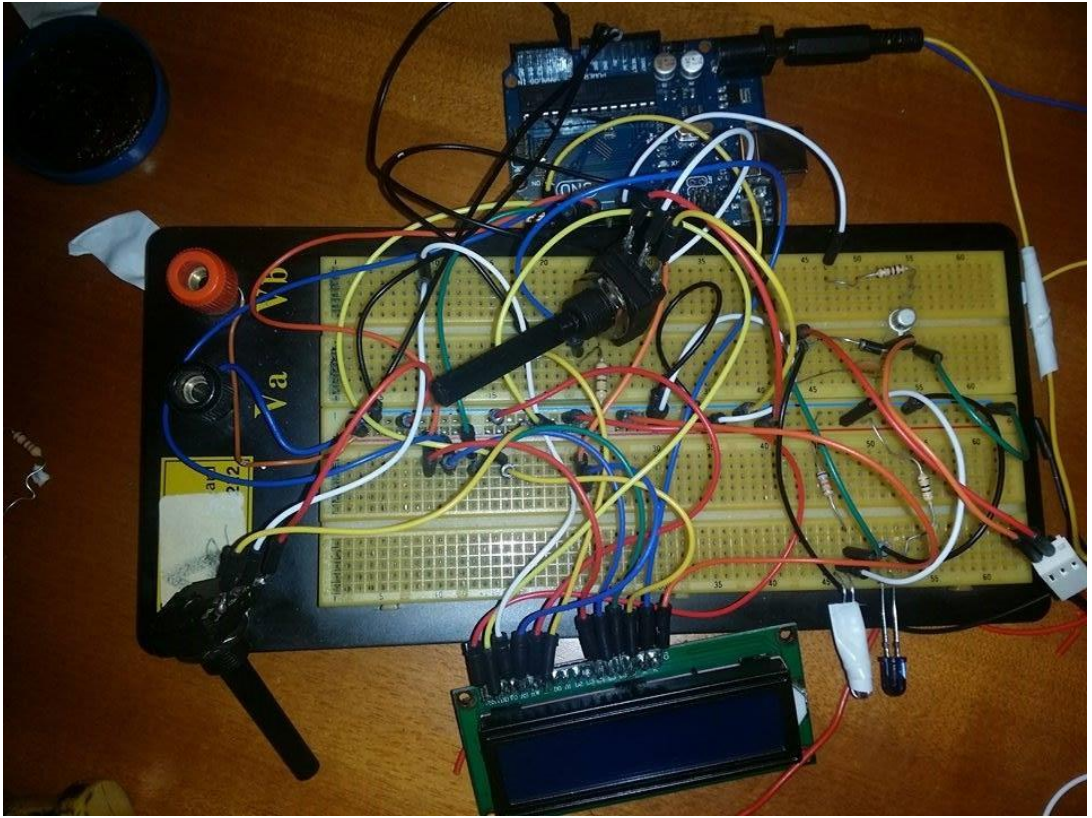
Βιβλιογραφία

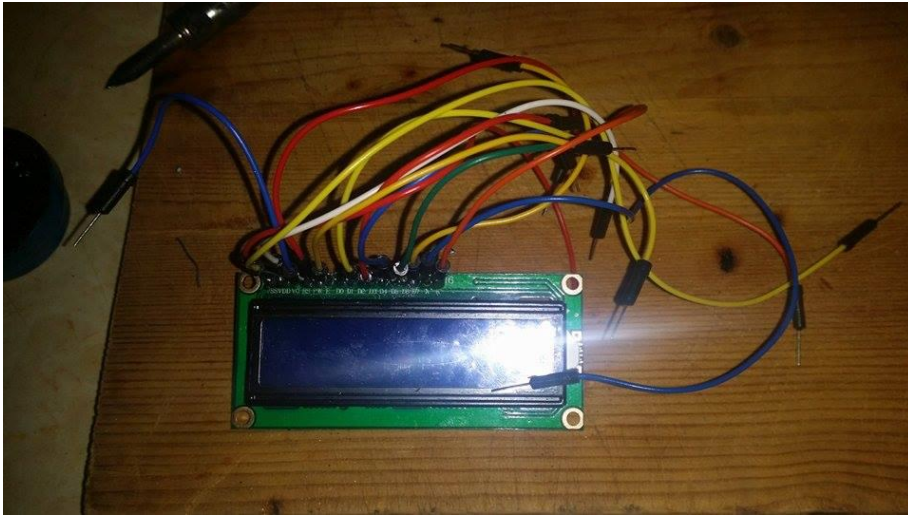
1. <http://deltahacker.gr/arduino-intro>
2. <http://www.ardumotive.com/about-arduino.html>
3. <http://www.datasheet-pdf.com>
4. <http://cdn.clickplus.pt/>
5. https://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page

Παράρτημα

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΤΑΔΙΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ







Περιεχόμενα

Περίληψη	3
Abstract.....	4
Πρόλογος	5
Κεφάλαιο 1: Γενικά για το Arduino	6
1.1 Εισαγωγή	6
1.2 Τι είναι το υλικό- Hardware του Arduino.....	6
1.3 Μικροελεγκτής η καρδιά του Arduino	7
1.4 Είσοδοι-Έξοδοι.....	7
1.5 Τροφοδοσία arduino	10
1.6 Ενσωματωμένοι κουμπιά και LED	11
1.7 Arduino IDE κι σύνδεση με τον υπολογιστή.....	11
1.8 Γλώσσα προγραμματισμού.....	12
1.9 Βασικά πλεονεκτήματα πλατφόρμας Arduino	12
Κεφάλαιο 2: Ηλεκτρικά εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν	13
2.1 Αντιστάσεις.....	13
2.2 Ποτενσιόμετρο.....	13
2.3 LCD 1602	15
2.4 IR LED EMMITER (CQY99)	15
2.5 Φωτοτρανζίστορ (phototrasistor)	26
2.6 Έλεγχος στροφών κινητήρα PMW	33
2.7 Εξωτερική τροφοδοσία	33
Κεφάλαιο 3: Κατασκευαστική διαδικασία	34
3.1 Αρχικές κολλήσεις επαφών για σύνδεση σε ηλεκτρολογικό ράστερ	34
3.2 Συνδεσμολογία κυκλώματος.....	34
3.3 Ταχύμετρο με την χρήση του Arduino	35
Επίλογος - Συμπεράσματα.....	38
Βιβλιογραφία	39
Παράρτημα	40