



**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ



Πτυχιακή Εργασία

Με τίτλο:

Έξυπνο εκκολαπτήριο με χρήση μικροελεγκτή και GSM (Smart Incubator using Microcontroller and GSM)

Από τους :

Κοντελατσίδα Ιωάννη

Μαγιά Βασίλειο

Επιβλέπων Καθηγητής : Χατζίκος Ευάγγελος

Μαΐος 2017

Θεσσαλονίκη

Πτυχιακή Εργασία : Κοντελατσίδης Ιωάννης – Μαγιάς Βασίλειος

Περίληψη :

Στην συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία θα γίνει η δημιουργία μιας εφαρμογής, βασισμένη πάνω στον προγραμματισμό ενός μικροελεγκτή. Συγκεκριμένα η παρούσα εργασία είναι ένα σύστημα από το οποίο ο χρήστης μπορεί να ελέγξει διάφορες λειτουργίες εκκολαπτήριου ενώ βρίσκεται σε απόσταση. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση του δικτύου GSM μέσω του κινητού τηλεφώνου. Για την υλοποίηση της εργασίας χρησιμοποιήθηκε ο Arduino Mega 2560, ο οποίος είναι ένας single-board μικροελεγκτής, δηλαδή μια απλή μητρική πλακέτα ανοικτού κώδικα, με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους / εξόδους. Οι λειτουργίες που μπορεί ο χρήστης να ελέγξει μπορούν να είναι πολλές, συγκεκριμένα σε αυτήν εργασία είναι το άναμμα / σβήσιμο του φωτισμού, και τη θέρμανση του εκκολαπτήριου. Επίσης υπάρχει ανα πάσα στιγμή έλεγχος της θερμοκρασίας και της υγρασίας του εκκολαπτήριου, καθώς και ειδικός μηχανισμός ο οποίος μεταβάλλει, με τη βοήθεια ενός stepper motor, τη θέση των αυγών ανα συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα. Η ανάπτυξη του προγραμματισμού έγινε σε γλώσσα Wiring, παρόμοια με την C++.

Abstract :

In this dissertation, we will create an application, based on a microcontroller programming. In fact, this application is a system where the user is able to control various incubator functions while being in a distance from the incubator itself. This can be achieved with a mobile phone by using the GSM network. To create this application we used the Arduino Mega 2560, which is a single-board microcontroller, namely an open-source motherboard, with an included microcontroller and various in and out ports. The functions that a user is able to control are plenty, however in this application is turning the lights on and off, and checking the incubator temperature. There is also constant control of the incubator's temperature and humidity, while there is also a specialized machine that modifies the eggs position, during several programmed times, using a stepper motor. The programming development was made in the Wiring language, which is similar to C++.

Περιεχόμενα

Περίληψη	3
Abstract	3
1. ΕΚΚΟΛΑΠΤΗΡΙΟ	
1. Εκκολαπτήρια – Καλλιέργεια	6
1.1 Εκκολαπτήρια Αυγών	8
1.1.1 Ιστορία	9
1.1.2 Στόχοι	10
1.1.3 Μέθοδοι Επώασης	11
1.2 Αρχές λειτουργίας εκκολαπτήριου	13
2.ARDUINO	18
3.GSM MODEM	
3.1 Global system communication	38
3.2 Ζώνες συχνότητων που λειτουργούν τα δίκτυα GSM	39
3.3 Κυψελοειδής μορφή δικτύου	41
3.4 Αρχιτεκτονική	42
3.5 Κάρτες SIM	46
3.6 Υπηρεσίες δικτύου	47
3.7 Τεχνολογίες GSM	51
3.8 Παρεθλόν GSM	54

3.9 Λειτουργικά τμήματα	56
3.10 GSMSHIELD και ARDUINO	59
4. BLUETOOTH	
4.1 Εισαγωγή	63
4.2 Ιστορία	64
4.3 Εφαρμογές	64
4.4 Λειτουργία	66
4.5 Δομή	67
5. ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ & ΕΛΕΓΧΟΥ	
5.1 Αισθητήρας Θερμοκρασίας – Υγρασίας (DHT11)	71
5.2 Stepper Motor (NEMA 17)	77
5.3 Stepper Motor Driver (A4988)	88
5.4 Arduino Relay Module	91
5.5 HC-06 Bluetooth Module	94
6. ΚΩΔΙΚΑΣ – ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ	97
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ	104

Σε αυτό το σημείο θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερα τον επιβλέπων καθηγητή της πτυχιακής μας εργασίας κ. Ευάγγελο Χατζίκο, για τη συμβολή και τη καθοδήγηση που μας παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια πραγματοποίησης του project. Απο τη σύλληψη της ιδέας ως και την υλοποίηση η βοήθεια του αποδείχθηκε καθοριστικής σημασίας.

1.Εκκολαπτήρια - Καλλιέργεια

Σύμφωνα με τη Βιολογία, το εκκολαπτήριο είναι μια συσκευή η οποία αναπτύχθηκε προκειμένου να διατηρεί και να ωριμάζει μικροβιολογικούς οργανισμούς ή πλυθισμούς κυττάρων. Το εκκολαπτήριο διατηρεί εντός του ιδανική θερμοκρασία, υγρασία και άλλες συνθήκες όπως διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και αποθέματα οξυγόνου της ατμόσφαιρας. Τα εκκολαπτήρια παίζουν βασικό ρόλο στην εργαστηριακή δουλειά που γίνεται στη βιολογία κυττάρων, στη μικροβιολογία και στη μοριακή βιολογία και συνηθίζεται να χρησιμοποιούνται τόσο για τη καλλιέργεια βακτηρίων, όσο και για τη καλλιέργεια ευκαρυωτικών κυττάρων.

Ο Λουί Παστέρ χρησιμοποιούσε το μικρό άνοιγμα κάτω από τη σκάλα του ως εκκολαπτήριο.

Τα εκκολαπτήρια είναι επίσης διαδεδομένα στη βιομηχανία των πουλερικών, όπου δρουν στην ουσία ως κοτόπουλα που κλωσσουν.

Τα πιο απλά εκκολαπτήρια είναι μονωμένα κουτιά με προσαρμόσιμη θερμότητα, η οποία συνήθως φθάνει τους 60 με 65 βαθμούς Κελσίου (140 με 150 Fahrenheit), ενώ κάποια από αυτά μπορούν να αγγίξουν και ελαφρά μεγαλύτερες θερμοκρασίες (συνήθως όχι πάνω των 100 βαθμών Κελσίου). Η πιο συνηθισμένη θερμοκρασία για τα περισσότερα βακτήρια, όπως το συχνά χρησιμοποιούμενο Εσερίχια Κόλι και τα κύτταρα θηλαστικών, είναι γύρω στους 37 βαθμούς Κελσίου, καθώς οι οργανισμοί αυτοί αναπτύσσονται ιδανικά κάτω από αυτές τις συνθήκες. Για άλλους οργανισμούς που χρησιμοποιούνται σε βιολογικά πειράματα, όπως η εκβλάστηση του ζυμομύκητα *Saccharomyces cerevisiae*, μία θερμοκρασία ανάπτυξης των 30 βαθμών Κελσίου θεωρείται ιδανική.

Υπάρχουν επίσης και πιο ανεπτυγμένα εκκολαπτήρια, στα οποία παρέχεται η δυνατότητα, να μειωθεί η θερμοκρασία (μέσω ψύξης), ή η δυνατότητα να ελέγχεται η υγρασία και τα επίπεδα του Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂). Το τελευταίο ειδικότερα παίζει σημαντικό ρόλο στην καλλιέργεια κυττάρων των θηλαστικών, όπου η αναγκαία υγρασία είναι συνήθως μεγαλύτερη του 80%, προκειμένου να αποφευχθεί η εξάτμιση

τους και ένα απαραίτητο ελαφρώς όξινο pH επιτυγχάνεται με τη διατήρηση ενός 5% του Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂).



Βακτηριολογικό Εκκολαπτήριο



Εσωτερικό ενός εκκολαπτηρίου Διοξειδίου του άνθρακα που χρησιμοποιείται για τη καλλιέργεια κυττάρων

1.1 Εκκολαπτήρια Αυγών

1.1.1 Ιστορία

Ένα περιοδικό που δημοσιεύτηκε στη Βρετανία κατά τη διάρκεια του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου, περιέγραφε ένα εκκολαπτήριο ως «ένα ξύλινο κουτί, ζεστό νερό και μία κουρτίνα». Μία απο τις πρώτες καταγεγραμμένες μεθόδους εκκόλαψης συμπεριλάμβανε τη χρήση της θερμότητας του σαπισμένου λιπάσματος για την θέρμανση των αυγών. Οι Αιγύπτιοι είχαν αναπτύξει μία καλύτερη μέθοδο εκκόλαψης, η οποία χρησιμοποιούσε ένα κυλινδρικό κτήριο το οποίο είχε φωτιά στον πάτο του. Τα αυγά εκκολάπτονταν όταν τοποθετούνταν σε έναν ανεστραμμένο κώνο, ο οποίος ήταν κατα ένα μέρος καλυμμένο στη στάχτη. Τα αυγά τοποθετούνταν σε ένα υφαντό ύφασμα το οποίο είχε τοποθετηθεί («καθόταν») πάνω στις στάχτες. Το κτήριο είχε επίσης μία οροφή η οποία επέτρεπε στον καπνό να διαφύγει, αλλά κρατούσε μακριά το νερό της βροχής. Απο το 400 π.Χ. η μηχανική εκκόλαψη δεν είχε εφευρεθεί, έως το 1749 στο Παρίσι της Γαλλίας, ενώ το 1879 ο Lyman Byce δημιούργησε ένα εκκολαπτήριο με λάμπα του άνθρακα. Η πρώτη εμπορική εκκολαπτική μηχανή φτιάχτηκε απο τον Hearson το 1881.

Τα σύγχρονα εκκολαπτήρια αυγών θερμαίνονται μέσω ηλεκτρισμού και χρησιμοποιούν έναν θερμοστάτη. Τα εκκολαπτήρια αυγών μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αγροικίες, όπως μεγάλες εγκαταστάσεις ανάπτυξης κοτόπουλων, ή μπορεί να βρεθούν σε μία συνηθισμένη αίθουσα όπου οι μαθητές δύνανται να παρατηρήσουν το αυγό μέσα και όταν σπάσει. Κάποια εκκολαπτήρια που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία είναι αρκετά μεγάλα, ούτως ώστε να κρατήσουν έως και 124.416 αυγά, ενώ κάποια άλλα σε πολύ μικρότερη κλίμακα μπορούν να κρατήσουν λίγα μόνο αυγά.





Εκκολαπτική μηχανή παραγωγής 1920-1930, Φωτογραφία απο το Wollondilly Heritage Centre

1.1.2 Στόχοι

Το εκκολαπτήριο αυγών είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται για περιβαλλοντολογικούς λόγους, όπως τη θερμοκρασία και την υγρασία που πρέπει να ελέγχονται. Χρησιμοποιείται συχνά για την ανάπτυξη βακτηριακών καλλιεργειών, τη τεχνητή επώαση αυγών, ή τη δημιουργία ιδανικών συνθηκών για μία χημική ή βιολογική αντίδραση. Έχει καταγραφεί πως οι συσκευές αυτές έχουν εκκολάψει όχι μόνο αυγά πουλιών, αλλά έχουν χρησιμοποιηθεί για να εκκολάψουν και αυγά ερπετών. Δίνουν τη δυνατότητα στο έμβρυο να αναπτυχθεί εντός του

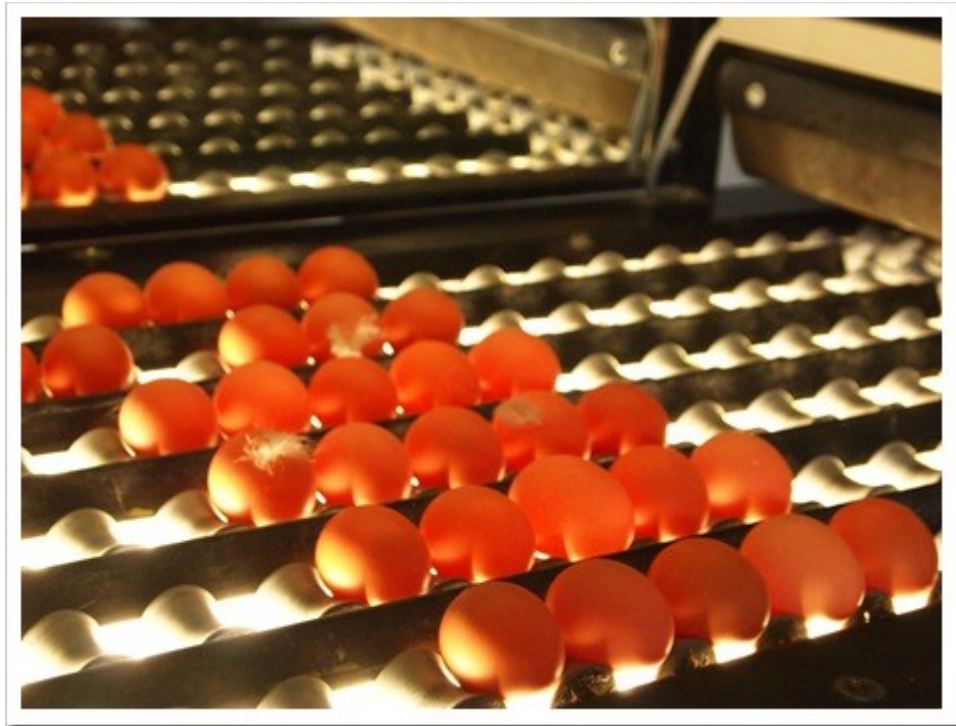
αυγού, χωρίς να είναι απαραίτητη η παρουσία της μητέρας για να του παρέχει την απαραίτητη ζεστασιά. Τα αυγά κοτόπουλων υπολογίζεται πως εκκολάπτονται μετά από 21 ημέρες, όμως σε άλλα είδη πουλιών ενδέχεται να χρειάζονται μεγαλύτερες ή και μικρότερες χρονικές περιόδους. Η εκκολαπτική μηχανή πρέπει να έχει τη δυνατότητα να προσαρμόζει ιδανικά το περιβάλλον και τις συνθήκες για την εκκόλαψη του αυγού, καθώς καθορίζει παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και γυρνάει τα αυγά όταν είναι απαραίτητο. Το τελευταίο γίνεται καθώς παίζει σημαντικό ρόλο για την εκκόλαψη του αυγού, η φυσική θέση του πτηνού που το εκκολάπτει. Η εκκολαπτική μηχανή επίσης επιτρέπει στο αυγό να εκκολαφθεί εξουδετερώνοντας κάθε πιθανό εξωτερικό κίνδυνο που θα μπορούσε να το βλάψει. Στόχος της σύγχρονης εκκόλαψης είναι να παράγει μεγάλους αριθμούς όμοιων και ισχυρών κοτόπουλων που θα ζήσουν για αρκετά μεγάλο διάστημα. Η ισχύροτητα είναι ένας παράγοντας της υγείας που καθορίζεται από την εμβρυϊκή ακόμα ζωή του κοτόπουλου και σχετίζεται άμεσα με την απόδοση και την αντοχή των κοτόπουλων μεμονομένα κάτω από διάφορες συνθήκες καλλιέργειας. Είναι πιθανόν να εκκολαφθούν επίσης διάφορα είδη πτηνών μέσα στην ίδια εκκολαπτική μηχανή στο ίδιο χρονικό διάστημα.

1.1.3 Μέθοδοι Επώασης

Στη βιομηχανική επώαση, υπάρχουν δύο τρόποι επώασης. Στην επώαση ενός σταδίου, η εκκολαπτική μηχανή περιλαμβάνει μόνο αυγά ίδιας εμβρυϊκής ηλικίας. Το πλεονέκτημα της επώασης ενός σταδίου, είναι πως οι κλιματικές συνθήκες μπορούν να προσαρμοστούν σύμφωνα με τις ανάγκες των αναπτυσσόμενων εμβρύων. Στην επώαση πολλαπλών σταδίων, στο εσωτερικό συμπεριλαμβάνονται ομάδες αυγών διαφορετικής εμβρυϊκής ηλικίας. Συνήθως 6 ή 2 ομάδων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι κλιματικές συνθήκες να μην μπορούν να προσαρμοστούν ακριβώς στις ανάγκες όλων των αναπτυσσόμενων εμβρύων και πρέπει να βρεθεί ο καλύτερος δυνατός συμβιβασμός προκειμένου οι προσαρμογές που θα γίνουν να ταιριάζουν όσο το

δυνατόν καλύτερα στις ηλικιακές ομάδες που βρίσκονται στο εσωτερικό της εκκολαπτικής μηχανής. Κατά τη διαδικασία της επώασης πολλαπλών σταδίων, η θερμότητα που αναπαράγεται από τα μεγαλύτερα ηλικιακά έμβρυα χρησιμοποιείται για να θερμάνει τα μικρότερα ηλικιακά και πιο απαιτητικά έμβρυα. Στην επώαση ενός σταδίου και στην επώαση πολλαπλών σταδίων δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται διαφορετικές εκκολαπτικές μηχανές. Κάποιες εκκολαπτικές μηχανές έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιούν και τις δύο μεθόδους ανάλογα με το πως έχουν προγραμματιστεί.





1.2 Αρχές λειτουργίας Εκκολαπτήριου

Η διαχείριση της επώασης – εκκόλαψης, αφορά μια μεγάλη σειρά εργασιών. Αυτή αρχίζει από την παραγωγή και τη συλλογή των αυγών στον πτηνοτροφικό θάλαμο και ολοκληρώνεται με την διάθεση των νεοσσών μιας ημέρας σε πτηνοτροφικές μονάδες εκτροφής κρεοπαραγωγικών ή αυγοπαραγωγικών ορνιθίων. Αφού μαζευτούν τα αυγά και γίνει η διαλογή των κατάλληλων για εκκόλαψη, μεταφέρονται στο εκκολαπτήριο όπου τοποθετούνται στον θάλαμο υποκαπνισμού, με σκοπό την απολύμανση τους που γίνεται με διάλυμα φορμόλης και υπερμαγγανικού καλίου.

Μετά την απολύμανση τα αυγά αποθηκεύονται σε θάλαμο. Ο θάλαμος πρέπει να είναι μονωμένος και να υπάρχει σύστημα αερισμού, δηλαδή μηχανισμός ανανέωσης του αέρα και διατήρησης της θερμοκρασίας στους 18°C.

Σε αυτή την θερμοκρασία μπορεί να παραμείνουν μέχρι και 5 ημέρες.

Πριν από την τοποθέτηση των αυγών στις μηχανές επώασης, προηγείται το πλύσιμο και η απολύμανση τους που γίνεται αυτόματα σε ειδικό μηχάνημα.

Η σχέση της χωρητικότητας του επωαστικού προς τον εκκόλαπτικό θάλαμο είναι 6:1. Έτσι η τοποθέτηση των αυγών και η εκκόλαψη των νεοσσών, γίνεται κάθε τρεις ημέρες.

Στο στάδιο της επώασης, δηλαδή από την 1^η ως την 18^η ημέρα, η άριστη θερμοκρασία είναι 37,6 – 37,8 °C, ενώ στο στάδιο της εκκόλαψης, 19^η – 21^η ημέρα, η άριστη θερμοκρασία είναι 36,1 – 37,2 ° C. Η σχετική υγρασία στο στάδιο της επώασης πρέπει να είναι 60% ενώ στο στάδιο της εκκόλαψης πρέπει να ανέρχεται σε 70%. Επίσης, η περιεκτικότητα του αέρα σε οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα πρέπει να κυμαίνεται μέσα σε καθορισμένα όρια. Στον εξωτερικό πίνακα των θαλάμων επώασης, αναγράφονται οι ενδείξεις θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και αερισμού.

Κατά την περίοδο της επώασης τα αυγά αναστρέφονται αυτόματα κατά 90° και σε συχνότητα 1 φορά κάθε ώρα. Μετά την εκκόλαψη, γίνεται διαλογή και διαχωρισμός των υγιών νεοσσών από εκείνους που παρουσιάζουν ανωμαλίες διάπλασης οι οποίοι καταστρέφονται.

Στους υγιείς νεοσσούς, γίνεται εμβολιασμός κατά των ασθενειών Μάρεκ, Λοιμώδους βρογχίτιδας και

Ψευδοπανώλης. Στην συνέχεια τοποθετούνται σε ειδικά κιβώτια για μεταφορά τους στους χώρους προορισμού, είτε για πάχυνση ή για παραγωγή ορνίθων αυγοπαραγωγής.

Κάθε εκκολαπτήριο, πρέπει να εγκριθεί, με την προϋπόθεση ότι πληρούνται οι υγειονομικοί όροι διάθεσης και εμπορίας πουλερικών και αυγών επώασης.

Η έγκριση γίνεται, εφόσον ο Διευθυντής Κτηνιατρικών Υπηρεσιών ικανοποιηθεί με βάση τα υποβαλλόμενα στοιχεία και πληροφορίες ότι συντρέχουν οι εξής όροι και προϋποθέσεις που προβλέπονται στον περί υγείας των ζώων Νόμο:

- Σε κάθε εγκεκριμένο εκκολαπτήριο χορηγείται αριθμός έγκρισης.
- Να τηρούνται τα μέτρα υγιεινής και λειτουργίας της επιχείρησης.
- Μεταξύ επωαστηρίου και εγκαταστάσεων εκτροφής, να υπάρχει φυσικός και λειτουργικός διαχωρισμός. Η διάταξη των χώρων να επιτρέπει τον διαχωρισμό των διάφορων λειτουργικών τομέων όπως, της αποθήκευσης και ταξινόμησης των αυγών, της απολύμανσης, της επώασης, της εκκόλαψης, καθώς και της ετοιμασίας και συσκευασίας των αποστολών.
- Τα κτίρια να προστατεύονται από τα άγρια πτηνά και τα τρωκτικά και να διαθέτουν περίφραξη.
- Το δάπεδο και οι τοίχοι να είναι καλυμμένοι από ανθεκτικό και αδιάβροχο υλικό το οποίο να καθαρίζεται και να απολυμαίνεται εύκολα. Οι συνθήκες φυσικού ή τεχνητού φωτισμού και τα συστήματα ρύθμισης του αέρα και της θερμοκρασίας να είναι κατάλληλα.
- Οι επιφάνειες του εξοπλισμού να είναι λείες και στεγανές.
- Η λειτουργία των επωαστηρίων να βασίζεται στην αρχή της κυκλοφορίας των αυγών, του χρησιμοποιούμενου υλικού και του προσωπικού προς μια κατεύθυνση.

- Τα αυγά για επώαση να προέρχονται από εκμεταλλεύσεις αναπαραγωγής εγκεκριμένες, σύμφωνα με την ισχύουσα Νομοθεσία ή από εισαγωγές από τρίτες χώρες οι οποίες πραγματοποιούνται σύμφωνα με τις πρόνοιες της Ευρωπαϊκής Νομοθεσίας.

Οι κανόνες υγιεινής καθορίζονται από την Διεύθυνση της εκμετάλλευσης. Το προσωπικό πρέπει να φέρει στολή εργασίας καθ' όλη την διάρκεια της εργασίας του στο εκκολαπτήριο.

- Τα κτίρια τα υλικά και τα μηχανήματα πρέπει να διατηρούνται σε καλή λειτουργική κατάσταση.
- Να εφαρμόζεται απολύμανση στα αυγά, μεταξύ της άφιξης τους και της έναρξης της επώασης, στις μηχανές επώασης τακτικά, καθώς και στις μηχανές εκκόλαψης και στον εξοπλισμό μετά από κάθε εκκόλαψη.
- Να εφαρμόζεται πρόγραμμα μικροβιολογικού ελέγχου ποιότητας ώστε να επιτρέπει την αξιολόγηση της υγειονομικής κατάστασης του επωαστηρίου.

Να τηρείται βιβλίο επωαστηρίου, με δελτία ή ηλεκτρονικά για κάθε σμήνος.

Το βιβλίο αυτό πρέπει να φυλάγεται για δύο χρόνια τουλάχιστον.

Τα στοιχεία αυτά είναι απαραίτητα γιατί με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται ο έλεγχος όλων των μετακινήσεων από και προς το εκκολαπτήριο νεοσσών, καθώς και αυγών. Έτσι σε περίπτωση εκδήλωσης κάποιας ασθένειας, να είναι δυνατός ο εύκολος εντοπισμός της πηγής μόλυνσης, αλλά και η εφαρμογή όλων των απαιτούμενων περιοριστικών μέτρων στις μονάδες προέλευσης των αυγών και προορισμού των νεοσσών.

Από την 1^η Ιανουαρίου του 2007, έχει τεθεί πρόγραμμα ελέγχου της σαλμονέλας στα σμήνη αναπαραγωγής σύμφωνα με τις πρόνοιες των σχετικών Κανονισμών της Ευρωπαϊκής Ένωσης .

Το εθνικό αυτό πρόγραμμα ελέγχου, στα σμήνη αναπαραγωγής, περιλαμβάνει δειγματοληψίες που πρέπει να διενεργούν οι ιδιοκτήτες των μονάδων αναπαραγωγής και εκκολαπτηρίων εκτός από τους ελέγχους που να γίνονται από τις Κτηνιατρικές Υπηρεσίες.

Οι ιδιοκτήτες των εκκολαπτηρίων έχουν επίσης την υποχρέωση να τηρούν τις απαιτήσεις του Κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 στον οποίο καθορίζονται οι υγειονομικοί κανόνες σχετικά με τα υποπροϊόντα ζωικής προέλευσης τα οποία δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο.

2. ARDUINO



Οι πλατφόρμες Arduino κατασκευάζονται κυρίως από την εταιρία SmartProject. Ωστόσο, το Arduino ξεκίνησε ως έργο προς ανάπτυξη το 2005 στην Ιταλία, στο Ινστιτούτο Αλληλεπίδρασης Σχεδίασης Inrea ώστε οι φοιτητές του Ινστιτούτου να αναπτύσσουν 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 chipFTDI 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 FlashMemory του Arduino μέσω σειριακής USB θύρας.

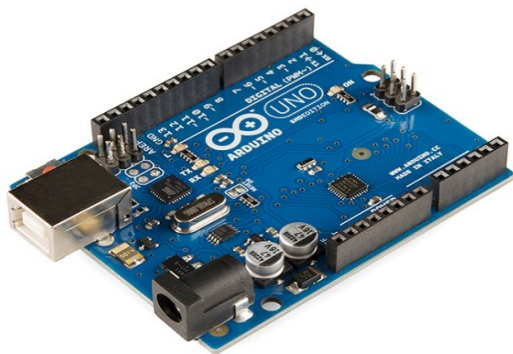
Επιπλέον, η γλώσσα προγραμματισμού, οι διάφορες βιβλιοθήκες και το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης που υπάρχουν για τον προγραμματισμό της πλατφόρμας Arduino αποτελούν ανοιχτό λογισμικό προσφέροντας έτσι ανεκτίμητη γνώση σε όλους

Βασικά Πλεονεκτήματα πλατφόρμας Arduino:

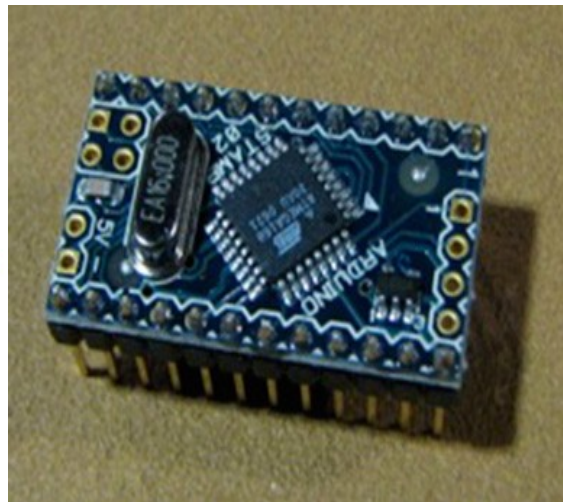
- 1) ***Οικονομική:*** Η πλατφόρμα Arduino αποτελεί οικονομική λύση διότι είναι φθηνότερη. Επιπλέον, είναι αρχιτεκτονικά ανοιχτή και μπορεί ο οποιοσδήποτε να την αναπτύξει από μόνος του.
- 2) ***Μεταφέρσιμη:*** Σε σχέση με τις υπάρχουσες πλατφόρμες στο εμπόριο η πλατφόρμα Arduino παρέχει πλήρη μεταφερσιμότητα με αποτέλεσμα να μπορεί να προγραμματιστεί στα περισσότερα λειτουργικά συστήματα.
- 3) ***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.

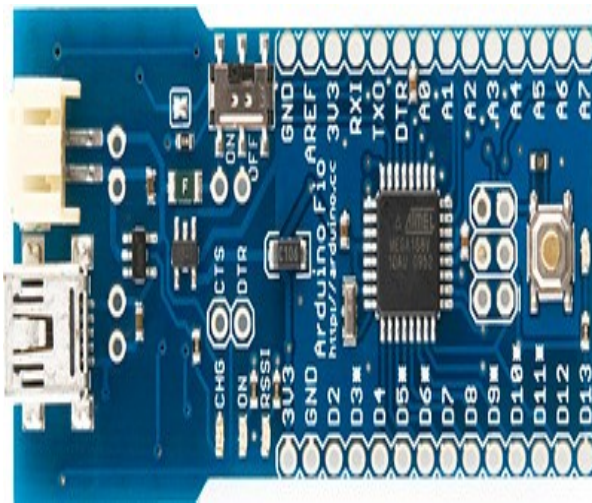
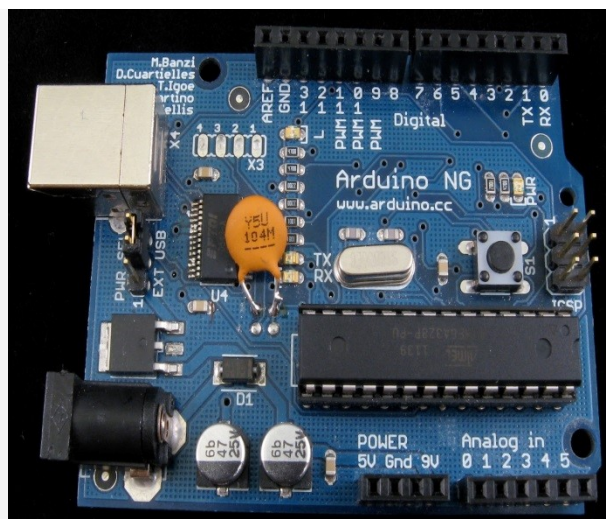
Παρακάτω ακολουθούν μερικές από τις πλατφόρμες Arduino που έχουν αναπτυχθεί και όπου η κάθε μία είτε αποτελεί εξέλιξη κάποιας άλλης, είτε έχει αναπτυχθεί για κάποιο συγκεκριμένο σκοπό.

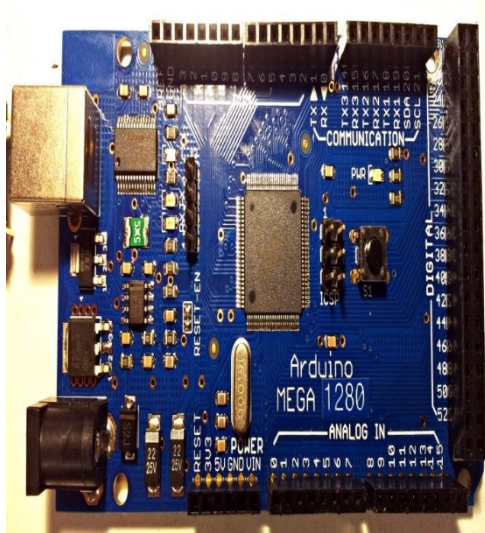
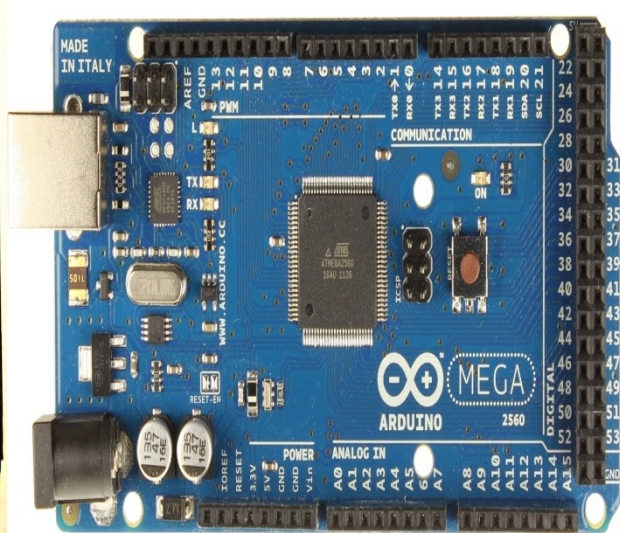
ArduinoUno

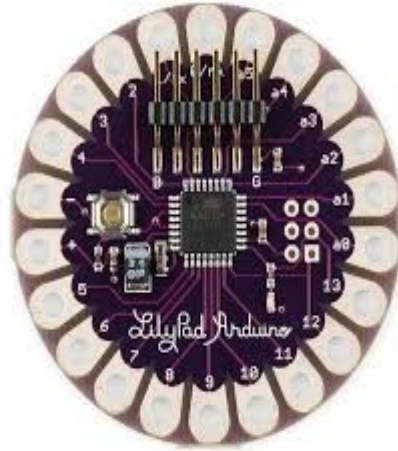
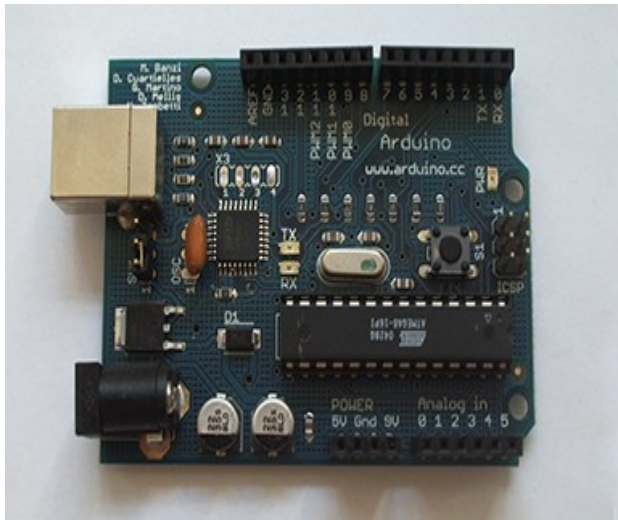
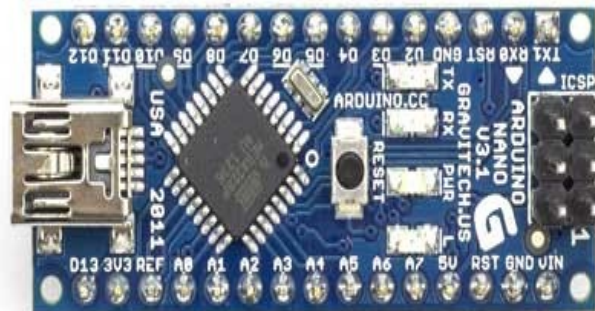


Arduino Stamp



Arduino Diecimila**Arduino Fio****Arduino Duemilanove****Arduino Ng**

Arduino Mega1280**Arduino Mega2560**

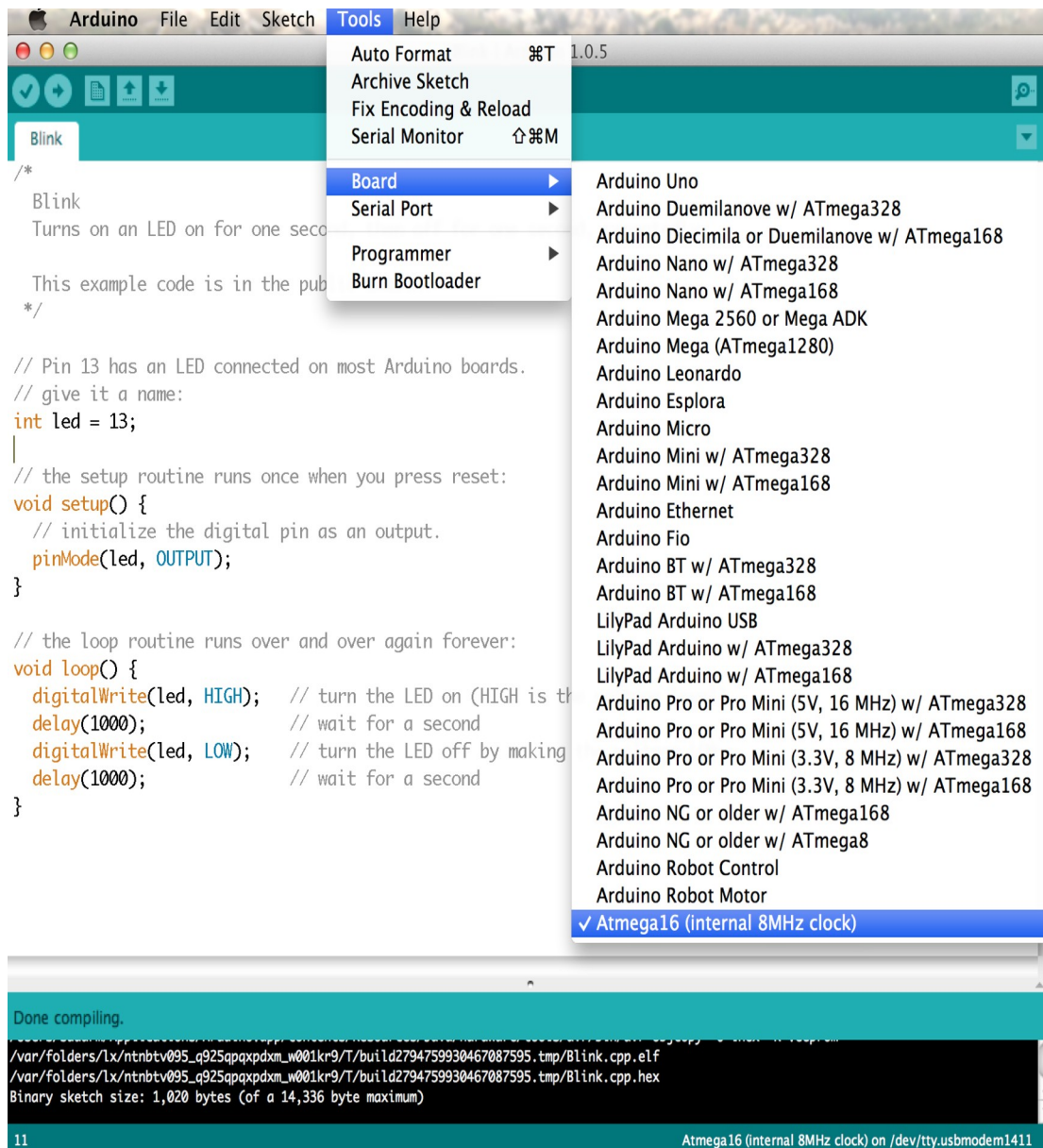
Arduino Extreme**Arduino Lilypad****Arduino Mini****Arduino Nano**

Ακολουθεί ένας πίνακας όπου περιέχει για τις πιο τυπικές πλατφόρμες Arduino τα βασικά χαρακτηριστικά όσο αφορά το υλικό τους μέρος.

Πλατφόρμα Arduino	Μικροελεγκτής Atmel AVR	Flash KiB	EEPROM KiB	SRAM KiB	SRAM KiB	PWM	Αναλογικές Επαφές Εισόδου
Diecimila	ATmega168	16	0.5	1	14	6	6
Duemilano	ATmega168/ 328	16	0.5	1	14	6	6
Uno	ATmega328	32	1	2	14	6	6
Mega 1280	ATmega1280	128	4	8	54	14	16
Fio	ATmega328P	32	1	2	14	6	8
Mega 2560	ATmega2560	256	4	8	54	14	16

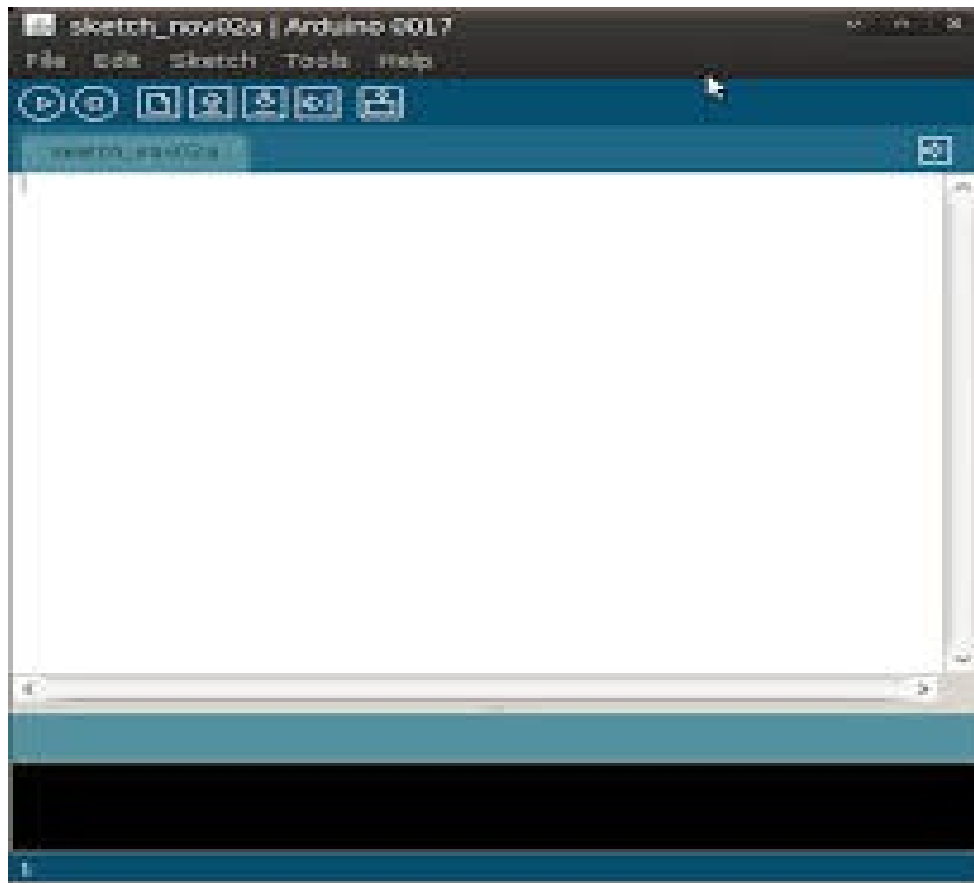
Το λογισμικό του Arduino

Η γλώσσα του Arduino βασίζεται στη γλώσσα Wiring, μια παραλλαγή C/C++ για μικροελεγκτές αρχιτεκτονικής AVR όπως ο ATmega, και υποστηρίζει όλες τις βασικές δομές της C καθώς και μερικά χαρακτηριστικά της C++. Για compiler χρησιμοποιείται ο AVRgcc και ως βασική βιβλιοθήκη C χρησιμοποιείται η AVRlibc. Λόγω της καταγωγής της από την C, στην γλώσσα του Arduino μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ουσιαστικά τις ίδιες βασικές εντολές και συναρτήσεις, με την ίδια σύνταξη, τους ίδιους τύπων δεδομένων και τους ίδιους τελεστές όπως και στην C. Πέρα από αυτές όμως, υπάρχουν κάποιες ειδικές εντολές, συναρτήσεις και σταθερές που βοηθούν για την διαχείριση του ειδικού hardware του Arduino.



Το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) του Arduino είναι μία εφαρμογή γραμμένη σε Java, που λειτουργεί σε πολλές πλατφόρμες, και προέρχεται από το IDE για τη γλώσσα προγραμματισμού Processing και το σχέδιο Wiring. Έχει σχεδιαστεί για να εισαγάγει τον προγραμματισμό στους καλλιτέχνες και τους νέους που δεν είναι εξοικειωμένοι με την ανάπτυξη λογισμικού. Περιλαμβάνει ένα πρόγραμμα επεξεργασίας κώδικα με χαρακτηριστικά όπως είναι η επισήμανση σύνταξης και ο συνδυασμός αγκύλων και είναι επίσης σε θέση να μεταγλωττίζει και να φορτώνει προγράμματα στην πλακέτα με ένα μόνο κλικ. Δεν υπάρχει συνήθως καμία ανάγκη να επεξεργαστείτε αρχεία make ή να τρέξετε προγράμματα σε ένα περιβάλλον γραμμής

εντολών. Ένα πρόγραμμα ή κώδικας που γράφτηκε για Arduino ονομάζεται σκίτσο (sketch).



ArduinoMega2560

Γενικά

Η καρδιά του ArduinoMega2560 είναι φυσικά ένας μικροεπεξεργαστής. Αυτός είναι το «μυαλό» του Arduino και είναι προγραμματιζόμενος ώστε να ελέγχει τα 54 ψηφιακά input/output pins και τα 14 αναλογικά που υπάρχουν πάνω στην πλακέτα ανάπτυξης. Δια μέσου αυτών των 68 pins γίνονται όλες οι διασυνδέσεις με εξωτερικά στοιχεία (κινητήρες, LEDs, LCD οθόνες κλπ) και αισθητήρες (Ultrasonic, θερμομέτρα, accelerometers κ.α). Στην πλακέτα ανάπτυξης υπάρχει μια θύρα USB. Μέσω αυτής γίνεται η μεταφορά δεδομένων από αυτήν προς κάποια άλλη συσκευή, συνήθως έναν υπολογιστή, και το αντίστροφο. Ωστόσο, η κύρια χρήση στα αρχικά στάδια εκμάθησης είναι η μεταφορά του προγράμματος από τον υπολογιστή στον μικροεπεξεργαστή αλλά και η οπτικοποίηση των δεδομένων που απορρέουν από την λειτουργία της συσκευής μετά από το προγραμματισμό.

Μέρη ενός ArduinoMega

Το Arduino έχει 54 ψηφιακούς ακροδέκτες Εισόδου/Εξόδου οι οποίοι μπορούν να τεθούν ως είσοδοι ή ως έξοδοι με τις εντολές-συναρτήσεις pinMode(), digitalWrite(), και digitalRead() που θα αναλυθούν παρακάτω. Λειτουργούν στα 5 Volts και έχουν την δυνατότητα να παρέχουν ή να καταβυθίζουν ένταση της τάξεως των 40mA. Σε κάθε pin υπάρχει εσωτερικά ένας Pull-up αντιστάτης στα 20-50KΩ. Επιπλέον, έχει 14 αναλογικούς ακροδέκτες εισόδου. Αυτοί μπορούν να διαβάσουν αναλογικές τιμές όπως η τάση μιας μπαταρίας κτλ και να τις μετατρέψουν σε έναν αριθμό από 0-1023. Η μέτρηση της τάσης γίνεται από προκαθορισμένα από 0 έως 5 volts. Κάποιοι ακροδέκτες έχουν συγκεκριμένες λειτουργίες.

α) Σειριακή Λειτουργία: 0 (RX) και 1 (TX). Χρησιμοποιούνται για λήψη (RX) και εκπομπή (TX) TTL σειριακών δεδομένων.

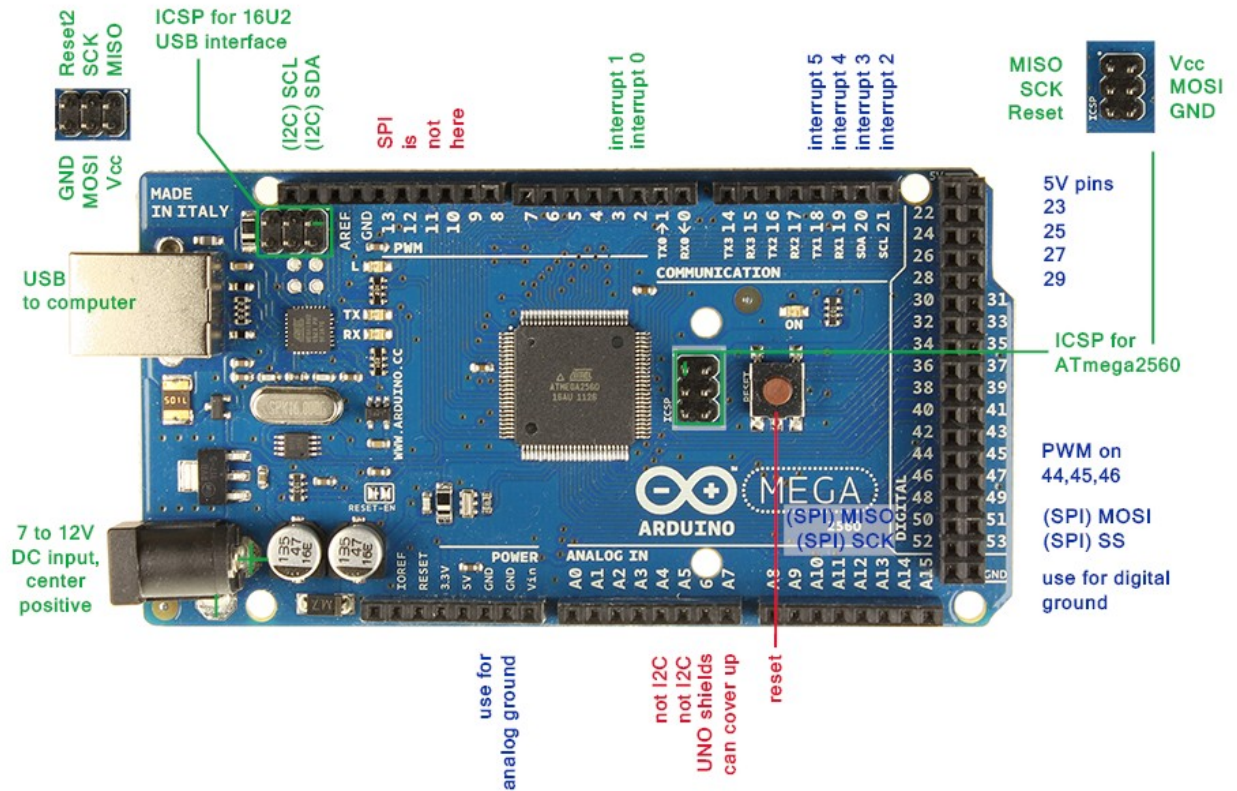
β) Εξωτερικές Διακοπές: 2 και 3. Αυτοί οι ακροδέκτες μπορούν να ενεργοποιούν διακοπές αν ανιχνευθεί παλμός χαμηλής τάσης. Με την συνάρτηση

`attachInterrupt()`. Ο σκανδαλισμός των διακοπών μπορεί να γίνεται στο λογικό 0,1.

γ)PWM: 3, 5, 6, 9, 10, και 11 pins. Παρέχουν Έξοδο 8-bitPWM με την συνάρτηση `analogWrite()`.

δ) SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Αυτοί οι ακροδέκτες επιτρέπουν επικοινωνία SPI, η οποία αν και παρέχεται από το hardware δεν είναι ακόμα διαθέσιμη στην γλώσσα προγραμματισμού του Arduino.

ε)LED: 13. Στον ακροδέκτη 13 υπάρχει ένα ενσωματωμένο LED. Όταν ο ακροδέκτης έχει τιμή HIGH, το LED ανάβει ενώ όταν το pin είναι LOW δεν ανάβει.



Σειριακή Θύρα

Χρησιμοποιείται για επικοινωνία μεταξύ της πλατφόρμας Arduino και ενός υπολογιστή ή με άλλες συσκευές. Επομένως, όλες οι πλακέτες έχουν τουλάχιστον μια σειριακή θύρα. Επικοινωνεί με τις ψηφιακές ακίδες 0 (RX) και 1 (TX), καθώς και με τον υπολογιστή μέσω USB. Έτσι, εάν χρησιμοποιείται αυτή η λειτουργία(USB), δεν μπορούν ταυτόχρονα να χρησιμοποιηθούν οι ακίδες 0 και 1 για ψηφιακή είσοδο ή έξοδο.

Αξίζει να αναφερθεί, η ενσωματωμένη σειριακή οθόνη στο περιβάλλον του Arduino μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επικοινωνεί με την πλακέτα Arduino. Κάνοντας κλικ στο κουμπί SerialMonitor στην γραμμή εργαλείων και επιλέγοντας την ίδια ταχύτητα που χρησιμοποιείται στην κλήση της Serial.begin().

Οι βασικές συναρτήσεις της σειριακής θύρας είναι :

- **begin()** (αρχικοποίηση της σειριακής)
- **end()** (κλείσιμο της σειριακής)
- **available()** (έλεγχος αν υπάρχουν δεδομένα να διαβαστούν)
- **read()** (ανάγνωση των εισερχόμενων σειριακών δεδομένων)
- **peek()** (επιστρέφει το επόμενο byte από την σειριακή)
- **flush()** (άδειασμα του buffer της σειριακής από δεδομένα που έχει)
- **print()** (γράφει δεδομένων στη σειριακή)
- **println()** (το ίδιο με την Print(), αλλά με αλλαγή γραμμής στο τέλος)
- **write()** (γράφει δυαδικά δεδομένα στη σειριακή)

Χαρακτηριστικά του Arduino

- Microcontroller: ATmega328
- Τάση λειτουργίας: 5V
- Τάση εισόδου: 7-12V
- Τάση εισόδου (όριο): 6-20V
- DigitalI/O Pins: 14 (εκ των οποίων 6 περιέχουν PWM εξόδους)
- AnalogInputPins: 6
- DCρεύματοςI/O Pin: 40 mA

- DC τρέχουσα για 3.3VPin: 50 mA
- FlashMemory: 32 KB εκ των οποίων 0,5KBχρησιμοποιούνται στονbootloader
- SRAM: 2 KB
- EEPROM: 1 KB
- ClockSpeed: 16 MHz

Βασικές μνήμες

Οι πλατφόρμες Arduino διαθέτουν τρεις βασικές μνήμες:

- 1 Flashmemory (32 Kbytes) στην οποία τοποθετείται κάθε φορά το πρόγραμμα που πρόκειται να εκτελεστεί καθώς και ο φορτωτής εκκίνησης που διευκολύνει την διαδικασία του προγραμματισμού της πλατφόρμας.
- 2 SRAMmemory (στατική μνήμη τυχαίας προσπέλασης των 2 Kbytes) η οποία χρησιμοποιείται για την προσωρινή αποθήκευση των στατικών και των μεταβλητών δεδομένων του προγράμματος που εκτελείται.
- 3 EEPROMmemory (1 Kbytes) στην οποία αποθηκεύονται οι τιμές των μεταβλητών όταν η πλατφόρμα σβήσει(OFF). Χρησιμοποιείται για την αποθήκευση ρυθμίσεων και άλλων παραμέτρων ανάμεσα στα Reset του Arduino.

Πρέπει να προστεθεί, η μνήμη Flash και η μνήμη EEPROM είναι σταθερές (οι πληροφορίες παραμένουν μετά την απενεργοποίησης του ρεύματος). Η μνήμη SRAM είναι ασταθής και οι πληροφορίες χάνονται όταν εναλλάσσεται το ρεύμα.

Επειδή δεν υπάρχει πολύ διαθέσιμη SRAM, αν τελειώσει, το πρόγραμμα μπορεί να αποτύχει με απροσδόκητους τρόπους. Μπορεί να φαίνεται ότι φορτώνει με επιτυχία, αλλά δεν τρέχει, ή τρέχει παράξενα. Για να ελεγχθεί εάν αυτό συμβαίνει, μπορούν να μειωθούν τα σχόλια ή οι σειρές ή άλλες δομές δεδομένων στο sketch (χωρίς να αλλάξει ο κώδικας). Εάν λειτουργεί με επιτυχία στη συνέχεια, κατά πάσα πιθανότητα έχει εξαντληθεί η SRAM. Ένας τρόπος για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα είναι αν υπάρχουν πίνακες αναζήτησης ή άλλοι μεγάλοι πίνακες, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο μικρότερος τύπος δεδομένων που είναι αναγκαίος για να αποθηκευτούν οι τιμές που χρειάζονται.

Τροφοδοσία

Το ArduinoMega τροφοδοτείται είτε από εξωτερική τροφοδοσία που παρέχεται είτε μέσω μιας υποδοχής των 2.1mm (θετικός πόλος στο κέντρο) που βρίσκεται στην κάτω αριστερή γωνία του Arduino είτε απευθείας από την θύρα USB του υπολογιστή. Η επιλογή της πηγής γίνεται αυτόματα από το αναπτυξιακό. Ως εξωτερική τροφοδοσία ορίζεται είτε μια μπαταρία, είτε μετασχηματιστής των 9Volt από 220V. Η μπαταρία μπορεί να συνδεθεί στις υποδοχές του ArduinoVin και GND όπου τοποθετούνται ο θετικός πόλος και ο αρνητικός αντίστοιχα. Από την άλλη αν τροφοδοτηθεί με μετασχηματιστή απλά πρέπει να

τοποθετηθεί το βύσμα στην υποδοχή που υπάρχει θετικό πόλο στο κέντρο.

Η πλακέτα μπορεί να λειτουργήσει με εξωτερική πηγή από 6 έως 20 Volts. Αν ωστόσο τροφοδοτηθεί με λιγότερα από 7 Volt τα pin εξόδου 5Volt δεν θα καταφέρουν να εξάγουν τάση 5 Volts. Αντίθετα, αν δώσουμε πάνω από 12 Volts θα υπερθερμανθεί ο σταθεροποιητής τάσης στην πλακέτα και ενδεχομένως να καταστραφεί. Συνεπώς, μια ιδανική τάση είναι τα 9 Volts.

Οι ακροδέκτες τροφοδοσίας είναι οι εξής:

VIN. Ακροδέκτης για μη σταθεροποιημένη τάση. Συνήθως εδώ συνδέεται μια εξωτερική πηγή τροφοδοσίας.

5V. Ακροδέκτης σταθεροποιημένης τάσης 5Volt. Η ρυθμιζόμενη παροχή ηλεκτρικού ρεύματος που χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του μικροελεγκτή ή άλλων ηλεκτρονικών στοιχείων της πλακέτας. Αυτό μπορεί να προέρχεται είτε από Vin με ενσωματωμένο ρυθμιστή, ή να παρέχεται από USB ή άλλη ρυθμιζόμενη παροχή 5V

GND. Γειωμένες ακίδες

Επικοινωνία

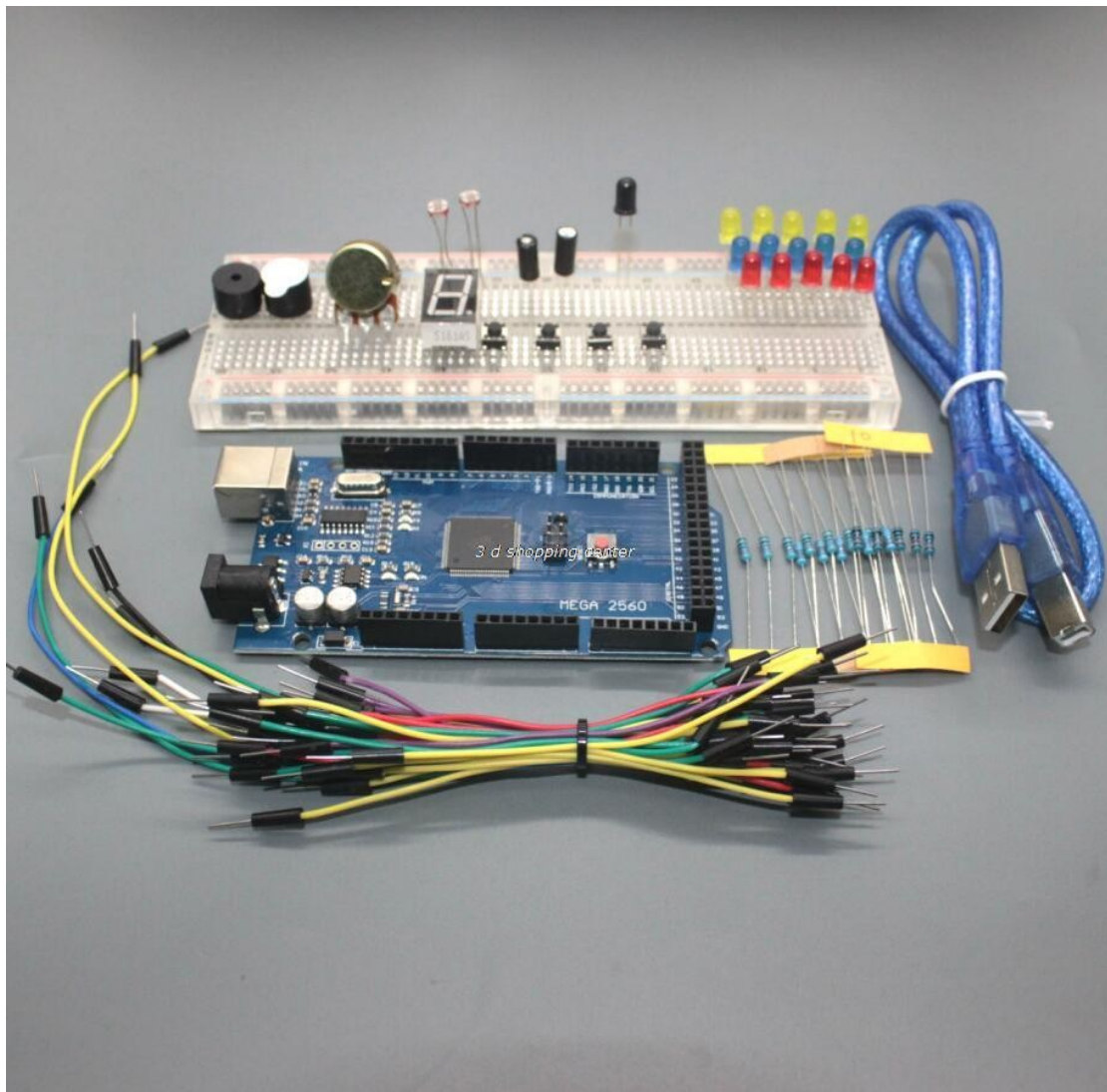
Το ArduinoMega2650 έχει την δυνατότητα να επικοινωνεί με τον Ηλεκτρονικό Υπολογιστή, έναν άλλον Arduino ή άλλους μικροελεγκτές. Το ολοκληρωμένο ATmega2560



παρέχει σειριακή επικοινωνία TTL 5 VoltUART, η οποία είναι διαθέσιμη από τους ακροδέκτες (λήψη RX) 0 και (εκπομπή TX) 1 του ολοκληρωμένου.

Επιπλέον, η αναπτυξιακή πλακέτα του Arduino παρέχει σειριακή επικοινωνία με τον Ηλεκτρονικό Υπολογιστή για προγραμματισμό με την βοήθεια ενός ειδικά προγραμματιζόμενου ενσωματωμένου ολοκληρωμένου ATmega2560 αντί του chipFTDI. Ωστόσο, αυτό επιτρέπει την πιο γρήγορη ταχύτητα μεταφοράς και γρήγορης σειριακής επικοινωνίας. Με την σύνδεση του Arduino μέσω της θύρας USB αυτό εμφανίζεται ως εικονική σειριακή θύρα COM στο λογισμικό του υπολογιστή. Ωστόσο, αυτό επιτρέπει την πιο γρήγορη ταχύτητα μεταφοράς και γρήγορης σειριακής επικοινωνίας. Με την σύνδεση του Arduino μέσω της θύρας USB αυτό εμφανίζεται ως εικονική σειριακή

θύρα COM στο λογισμικό του υπολογιστή. Ένα Arduino περιλαμβάνει ένα τμηματικό όργανο ελέγχου το οποίο επιτρέπει την απλή μορφή κειμένου δεδομένων που αποστέλλονται προς και από τη πλακέτα Arduino. Οι RX και TX λυχνίες LED στην πλακέτα θα αναβοσβήνουν όταν γίνεται μετάδοση δεδομένων μέσω του USB-to-chip σειριακή και USB σύνδεση με τον υπολογιστή (αλλά όχι για σειριακή επικοινωνία στις ακίδες 0 και 1).





3.1 Global System for Mobile Communications

Το Global System for Mobile Communications (Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Επικοινωνιών), συντμ. GSM είναι ένα κοινό Ευρωπαϊκό ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας. Το Ευρωπαϊκό Τηλεπικοινωνιακό Συμβούλιο (European Telecommunications Standards Institute) το 1982, άρχισε την μελέτη για την δημιουργία ενός κοινού Ευρωπαϊκού ψηφιακού συστήματος κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς (2G). Αυτό το σύστημα ονομάστηκε αρχικά Group Special Mobile (GSM).

Το GSM είναι ένα κυψελοειδές ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς (2G), το οποίο χρησιμοποιεί ηλεκτρομαγνητικά σήματα και την τεχνική πολλαπλής πρόσβασης με διαχωρισμό του διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων σε ένα αριθμό καναλιών και την διαίρεση αυτών σε χρονοθυρίδες για την μετάδοση σημάτων.

Το 1989 η ευθύνη του GSM ανατέθηκε στο Ευρωπαϊκό Τηλεπικοινωνιακό

Ινστιτούτο Προτύπων (ETSI) και το 1990 ανακοινώθηκαν επίσημα για πρώτη φορά το πρότυπο και τα χαρακτηριστικά του GSM. Το 1991 άρχισε η εμπορική του διάθεση στην Ευρώπη, ενώ στην Ελλάδα το σύστημα χρησιμοποιήθηκε το 1993 από την WINDHellas (πρώην TIM ή πρώην TELESTET). Το πρότυπο GSM δεν είναι μόνο Ευρωπαϊκό πρότυπο, αφού υιοθετήθηκε από πολλές άλλες χώρες των άλλων Ηπείρων, εκμεταλλευόμενες διάφορες ζώνες συχνοτήτων.

3.2 Ζώνες Συχνοτήτων που λειτουργούν τα δίκτυα GSM

GSM 900

Το 1990 άρχισαν να λειτουργούν τα πρώτα δίκτυα GSM στη ζώνη συχνοτήτων των 900 MHz. Η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU) παραχώρησε ένα ζεύγος συχνοτήτων, από τα 890 έως τα 915 MHz και από τα 935 έως τα 960 MHz. Η πρώτη περιοχή χρησιμοποιείται για την επικοινωνία του κινητού με τον σταθμό βάσης (Uplink), ενώ η δεύτερη για την επικοινωνία του σταθμού βάσης με το κινητό (downlink). Οι περιοχές (ζώνες) των 25MHz υποδιαιρούνται η καθεμία σε 124 + (1 ελεύθερο) κανάλια συχνότητας και κάθε κανάλι έχει εύρος ζώνης 200 KHz. Όλο αυτό το σύστημα ονομάστηκε GSM 900 ή Standard GSM.

GSM 1800

Στη συνέχεια, το 1991, αναπτύχθηκε το σύστημα DCS 1800, στο οποίο διατηρείται η δομή ενός GSM 900 δικτύου αλλά χρησιμοποιούνται

διαφορετικά ζεύγη συχνοτήτων, από τα 1710 έως τα 1785 MHz Uplink και από τα 1805 έως τα 1880 MHz Downlink. Οι περιοχές των 75 MHz υποδιαιρούνται η καθεμία σε 374 (+ 1 ελεύθερο) κανάλια και κάθε κανάλι έχει εύρος ζώνης 200 KHz. Αυτή η αλλαγή στην ζώνη συχνοτήτων έγινε διότι οι ζώνες του GSM 900 στην Ευρώπη ήταν πιασμένες από άλλους παροχείς κινητής τηλεφωνίας. Σήμερα, όλες οι εταιρίες κινητής τηλεφωνίας χρησιμοποιούν και τα δύο συστήματα (GSM 900/GSM 1800) στα δίκτυα τους αυξάνοντας αισθητά τη χωρητικότητά στα δίκτυα τους. Στα τέλη δεκαετίας του 1990 η GSM World Association αποφάσισε να μετονομάσει το DCS 1800 σε GSM 1800 για να φανεί η δυναμικότητα και η παγκοσμιότητα του GSM.

GSM 1900

Στο GSM 1900 χρησιμοποιείται σε αρκετές χώρες της Αμερικής, διατηρείται και πάλι η δομή ενός GSM 900 δικτύου, αλλά χρησιμοποιούνται και εδώ διαφορετικά ζεύγη συχνοτήτων: Από τα 1850 έως τα 1910 MHz για Uplink και από τα 1930 έως τα 1990 MHz για Downlink. Οι περιοχές των 60 MHz υποδιαιρούνται η καθεμία σε 299+ (1 ελεύθερο) κανάλια συχνότητας και κάθε κανάλι έχει εύρος ζώνης 200 KHz. Στα τέλη δεκαετίας του 1990 η GSM World Association αποφάσισε να μετονομάσει το PCS 1900 που λεγότανε παλιότερα σε GSM 1900 για να φανεί η δυναμικότητα και η παγκοσμιότητα του GSM.

E-GSM - Extended-GSM 900 - Εκτεταμένη ζώνη GSM

Το E-GSM καθορίστηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ράδιο Επικοινωνιών στα τέλη της δεκαετίας του 1990 για να «αντικαταστήσει» το κλασικό GSM 900 διατηρώντας βέβαια την δομή του αυξάνοντας όμως τις περιοχές συχνοτήτων από 880 έως 915 MHz για Uplink και 925 έως 960 MHz Downlink. Έτσι επέτρεψε στα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας

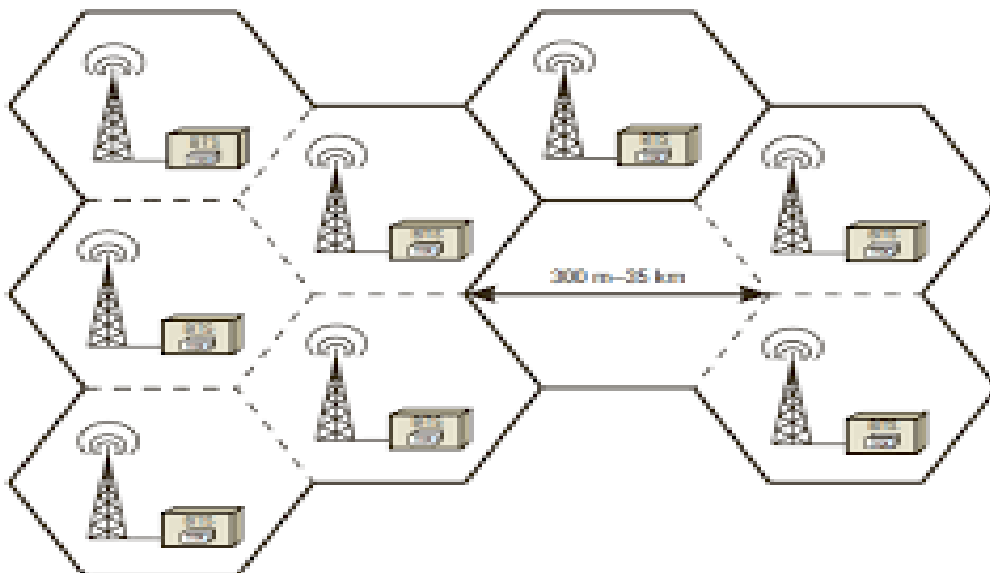
να αυξήσουν τη χωρητικότητά τους και να καλύψουν τις ανάγκες από την αυξημένη κίνηση των πελατών τους.

3.3 Κυψελοειδής Δομή Δικτύου.

Η εμβέλεια ενός δικτύου GSM σε μία γεωγραφική περιοχή για να γίνει, η περιοχή αυτή διαμερίζεται σε μικρότερες περιοχές που λέγονται κυψέλες, οι οποίες εφάπτονται μεταξύ τους με κάθε κυψέλη να έχει και ένα σταθμό βάσης (Base Station), συνθέτοντας έτσι μια δομή κυψελών. Η δομή αυτή επαναλαμβάνεται όσες φορές χρειάζεται για την απαιτούμενη κάλυψη της μιας περιοχής κάνοντας επαναχρησιμοποίηση των συχνοτήτων. Με την μέθοδο αυτή αυξάνεται η χωρητικότητα του δικτύου αλλά πρέπει η ισχύς κάθε κυψέλης να είναι όση χρειάζεται ώστε να μην ξεπερνάει τα όρια της και να υπερχειλίζει άλλες κυψέλες της ίδιας δομής ενώ για να μην δημιουργείται ενδοκαναλική παρεμβολή σε γειτονικές κυψέλες η επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να απέχουν επαρκή απόσταση οι κυψέλες μιας δομής που έχουν την ίδια συχνότητα με τις κυψέλες μιας άλλης δομής. Η ενδοκαναλική παρεμβολή μειώνεται όσο αυξάνει ο αριθμός των κυψελών της δομής. Η ακτίνα κάθε κυψέλης σε αραιοκατοικημένες περιοχές είναι έως και 35 Km ενώ σε πυκνοκατοικημένες περιοχές δεν ξεπερνά τα 300 μέτρα.

Σε περιοχές με πολύ μεγάλη ζήτηση χωρητικότητας δικτύου όπως σε αστικά κέντρα, οι σταθμοί βάσης υπερφορτώνονται και έτσι υπάρχει ανάγκη για μεγαλύτερη χωρητικότητα του δικτύου.

Έτσι για να επιτευχθεί αυτός ο σκοπός γίνεται διάσπαση των
υπαρχόντων
κυψελών σε μικρότερες, ενώ γι' αυτές χρησιμοποιούνται κεραίες
μικρότερης
ισχύος (macrobs - micro- bs - picobs) όπως σε κτήρια, στο μετρό,
Δημόσιους Οργανισμούς, οδικές αρτηρίες κτλ..



3.4 Αρχιτεκτονική.

Ένα GSM δίκτυο χωρίζεται σε 3 βασικά μέρη:

Πτυχιακή Εργασία : Κοντελατσιδης Ιωάννης – Μαγιάς Βασίλειος

1) Τον Κινητό Σταθμό (MobileStation): Έχει οπωσδήποτε πομπό-δέκτη, κεραία, οθόνη και την κάρτα SIM. Η μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς εκπομπής στην Ευρώπη μιας κινητής μονάδας είναι στα 2 Watt ενώ σε Αυστραλία και Αμερική είναι 1,6W, οι τιμές αυτές καθορίστηκαν από την Διεθνή Επιτροπή για την προστασία από τη μη ιονίζουσα ακτινοβολία.

2) Το Βασικό Υποσύστημα Σταθμού (BaseStationSubsystem): Το BSS διαχειρίζεται τις κλήσεις σε μια γεωγραφική περιοχή όπου καλύπτεται από ένα σύνολο κεραιών διαφόρων μεγεθών σε σειρά σαν αυτούς που βλέπουμε σε λόφους, ταράτσες πολυκατοικιών-εταιριών-σχολείων-οργανισμών κτλ. και κάθε τέτοια κεραία εξυπηρετεί και από μια κυψέλη. Το BSS χωρίζεται στο βασικό σταθμό πομπό-δέκτη BaseTransceiverStation (BTS) και στο βασικό σταθμό ελέγχου BaseStationController (BSC).

Το Βασικό Υποσύστημα Σταθμού (BTS) φροντίζει την επικοινωνία μεταξύ του δικτύου GSM και του κινητού σταθμού. Ένα BTS μπορεί να ελέγχει μια ή περισσότερες κεραίες. Η ισχύς των κεραιών σε ένα BTS μπορεί είναι 40W έως 500W. Όταν ένας χρήστης Α θέλει να πραγματοποιήσει μια κλήση σε έναν άλλο συνδρομητή Β, ο σταθμός βάσης μεταβιβάζει το σήμα με το αίτημά του Α για αναζήτηση και εντοπισμό του άλλου συνδρομητή Β στο τηλεπικοινωνιακό κέντρο της εταιρείας του Α. Το κέντρο της εταιρείας εντοπίζει την κυψέλη στην οποία βρίσκεται ο Β και στέλνει το σήμα στον πλησιέστερο σταθμό βάσης. Από εκεί, πάλι με τη χρήση των διαθέσιμων συχνοτήτων, στέλνεται το σήμα στο κινητό του Β κι έτσι μπορεί να επικοινωνήσει μαζί του ο Α. Το πεδίο μιας GSM κεραίας ενός σταθμού

βάσης κινητής μονάδας, είναι παλμικό με κανάλια διάρκειας 4,616 ή 9,232 msec το καθένα, που είναι χωρισμένα σε 8 ή 16 διαστήματα-χρονοθυρίδες, διάρκειας 0.577 msec η καθεμία (8Χ0,577 ή 16Χ0,577) . Κάθε χρήστης χρησιμοποιεί για μια τηλεφωνική κλήση από μια χρονοθυρίδα άρα ένα κανάλι μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέχρι και από 8 ή 16 συνδρομητές. Οι 8 ή 16 χρονοθυρίδες που χωρίζονται σε ένα κανάλι αποκαλούνται πλαίσιο TDMA ενώ κάθε χρονοθυρίδα αντιστοιχεί σε 156 bits.

Το BSC (BaseStationControler-Βασικός Σταθμός Ελέγχου) ελέγχει τα σήματα παίρνοντας τα από ένα ή περισσότερα BTS ενώ εκχωρεί και απελευθερώνει κανάλια. Τα σήματα που λαμβάνει τα κατευθύνει στο MSC Mobile Switching Centre και όταν χρειάζεται μετατρέπει τα 16kbrps φωνής που είναι στην κινητή τηλεφωνία σε 64kbrps που χρησιμοποιείται στην σταθερή τηλεφωνία.

3) Το Υποσύστημα Δικτύου μεταγωγής (NNS- Network Switching Subsystem) που αποτελείται από:

Το Κέντρο Διαμονής (Mobile Switching Center), είναι υπεύθυνο για την διασύνδεση, τον έλεγχο και την δρομολόγηση εισερχόμενων/εξερχόμενων κλήσεων μεταξύ του δικτύου κινητής τηλεφωνίας και ενός άλλου δικτύου ή άλλων. Όταν ένα MSC συνδέεται με ένα δίκτυο σταθερής τηλεφωνίας θα πρέπει να δέχεται 64kbrps φωνής, όταν όμως ο MSC συνδέεται με ένα δίκτυο κινητής τηλεφωνίας τότε θα πρέπει να γνωρίζει που βρίσκεται εκείνη τη δεδομένη χρονική στιγμή ο χρήστης, αυτό επιτυγχάνεται με την βοήθεια καταχωρητών VLR (Visitor Locator Register), Home Locator Register (HLR).

Ο πάτριος καταχωρητής θέσης αναζήτησης ή τοπικά κέντρα εγγραφής-HLR έχει μια Βάση Δεδομένων που κρατά στοιχεία προφίλ ενός συνδρομητή και πληροφορίες για την τρέχουσα θέση του, κάθε τέτοιο κέντρο η εμβέλεια του είναι σε τοπικό επίπεδο. Έτσι π.χ. όταν ένας συνδρομητής από το Πέραμα το HLRτου χρήστη είναι το "HLR Πέραμα", επίσης σε μια πιο πυκνοκατοικημένη περιοχή μπορεί να υπάρχουν περισσότερα από ένα τοπικά κέντρα εγγραφής πχ. το Περιστέρι. Ο καταχωρητής θέσης αναζήτησης επισκεπτών ή εικονικό κέντρο εγγραφής χρήστη (VLR): Όταν ο συνδρομητής βγει από τα όρια της τοπικής περιοχής που καλύπτει το HLRδηλαδή είναι πολύ μακριά από το σπίτι του τότε αναλαμβάνει τον χρήστη ο καταχωρητής θέσης αναζήτησης ή εικονικό κέντρο εγγραφής - VLR ο οποίος έχει μια βάση δεδομένων, ο οποίος συγκρατεί προσωρινά δεδομένα καθώς και την τρέχουσα θέση του, αναλαμβάνοντας τις κλήσεις του καλύτερα κατά τις ώρες αιχμής στο κέντρο της πόλης. Το κέντρο πιστοποίησης (AuthenticationCentre – AuC) ο ρόλος του οποίου έγκειται στη διαχείριση δεδομένων για την πιστοποίηση της ταυτότητας του χρήστη.

Πιστοποίηση και Ασφάλεια.

Ένας χρήστης για να μπορέσει να χρησιμοποιήσει το δίκτυο τότε το δίκτυο θα πρέπει πρώτα να τον πιστοποιήσει. Καταρχήν για να γίνει αυτό κάθε κινητό θα πρέπει να διαθέτει ένα κρυμμένο κλειδί το οποίο βρίσκεται συγκεκριμένα στην κάρτα SIM του και στο Κέντρο Πιστοποίησης (AC).

Όταν ενεργοποιείται το κινητό, το Κέντρο Πιστοποίησης στέλνει ένα τυχαίο αριθμό στο κινητό και αυτόν τον αριθμό τον χρησιμοποιούν μαζί με το κρυμμένο κλειδί και με έναν κρυπτογραφημένο αλγόριθμο για την δημιουργία ενός νέου αριθμού. Το κινητό στέλνει πίσω στον κέντρο

πιστοποίησης τον αριθμό αυτό και το κέντρο πιστοποίησης με την σειρά του ελέγχει αν είναι ίδιος με αυτόν που έφτιαξε.

Αν ο αριθμός είναι ίδιος τότε ο χρήστης πιστοποιήθηκε ειδάλλως τον ειδοποιεί ότι διαδικασία εγγραφής στο δίκτυο ήταν ανεπιτυχής.

Κάθε

κινητό τηλέφωνο έχει την δικιά του ταυτότητα IMEI (ταυτότητα τηλεφώνου). Η ταυτότητα αυτή είναι ένας μοναδικός 16ψήφιος για κάθε συσκευή που αντιστοιχεί στην μάρκα του κινητού, αριθμός σειράς, στοιχεία κατόχου, ημερομηνία αγοράς συσκευής κ.α. Ένα δίκτυο τηλεφωνίας GSM αποθηκεύει σε 3 διαφορετικές λίστες τα IMEI των συνδρομητών της. 1η λίστα είναι η λευκή λίστα που υπάρχουν όλα τα IMEI το κινητών που λειτουργούν φυσιολογικά και μπορούν να συνδεθούν δίκτυο με ασφάλεια. 2η λίστα είναι η γκρι λίστα που υπάρχουν τα IMEI των κινητών που είναι υπό-παρακολούθηση λόγω πιθανόν προβλημάτων που δημιουργούν. 3η λίστα είναι η μαύρη λίστα που υπάρχουν τα IMEI των κινητών που έχουν δηλωθεί από τους κατόχους τους σαν κλεμμένους ή απολεσθέν τους και ανάλογα την περίπτωση διενεργείται παρακολούθηση των κινητών αυτών αν χρησιμοποιούνται ή την άρνηση εγγραφής τους με το δίκτυο, λειτουργίες αυτές ανήκουν στο MSC.

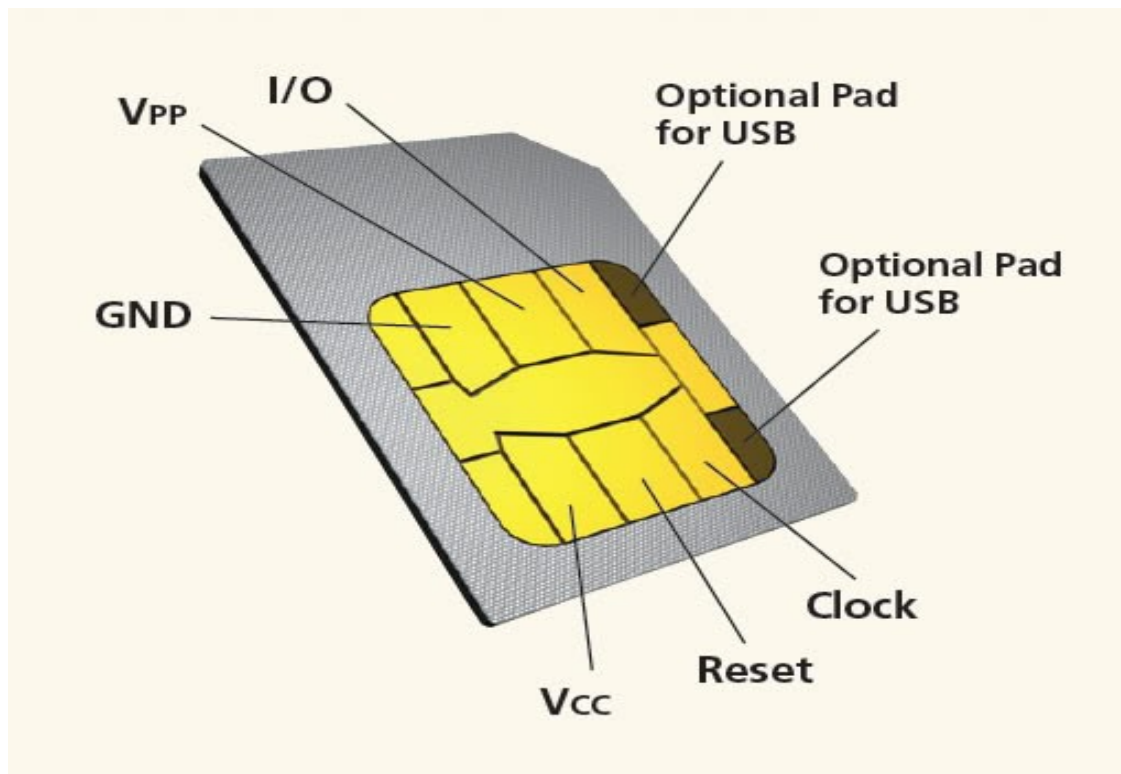
3.5 Καρτες SIM.

Κάθε κινητή μονάδα για να συνδεθεί με το δίκτυο GSM θα πρέπει απαραίτητος να διαθέτει στο εσωτερικό της και μία κάρτα SIM (Subscriber

IdentityModule). Αυτή η κάρτα διατίθεται από τον παροχέα και αποτελεί την

ταυτότητα για έναν συνδρομητή αφού περιλαμβάνει απαραίτητες πληροφορίες για αυτόν και για το δίκτυο του με το οποίο συνδέεται, καθώς και μια περιορισμένη ποσότητα μνήμης. Από τη στιγμή που θα αφαιρεθεί από τη κινητή μονάδα, η κινητή μονάδα δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί πέραν από κλήσεις ανάγκης εκτατού ανάγκης (112).

Μια κάρτα SIM διαθέτει έναν μικροεπεξεργαστή, μια μνήμη ROM που χρησιμοποιείται για τις λειτουργίες του δικτύου (αναγνωριστικά, πιστοποίηση κτλ.) και μια μνήμη EPROM που την χρησιμοποιεί ο χρήστης για τα δικά του προσωπικά δεδομένα.



3.6 Υπηρεσίες Δικτύου

Η βασικότερη υπηρεσία του GSM είναι η δυνατότητα πραγματοποίησης και λήψη τηλεφωνικών κλήσεων. Σε κάθε κανάλι υπάρχουν 8 έως 16 χρονοθυρίδες και μπορούν να το μοιραστούν περισσότεροι του ενός χρήστες, έτσι για την πραγματοποίηση μιας κλήσης δεσμεύεται μια χρονοθυρίδα κάθε φορά.

CalledID

Εκτροπή κλήσεων

Η υπηρεσία αυτή επιτρέπει στο χρήστη την δυνατότητα προώθησης αναπάντητων ή μη εφικτών ή κατελιημμένων ή άμεσων εισερχόμενων κλήσεων προς έναν άλλο προορισμό.

Απόκρυψη κλήσεων

Φραγή κλήσεων

Η υπηρεσία αυτή δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να ενεργοποιήσει φραγή εισερχόμενων ή εξερχόμενων ή εισερχόμενων διεθνών ή εξερχόμενων διεθνών ή σε περιαγωγή ή και όλων κλήσεων για όσο διάστημα θέλει.

CellBroadcast

Η υπηρεσία αυτή δίνει την δυνατότητα στο χρήστη στην οθόνη του κινητού την εμφάνιση σύντομων τοπικών πληροφοριών.

Ειδοποίηση κλήσεων

Είναι μια υπηρεσία δικτύου δίνοντας την δυνατότητα στον χρήστη να ενημερώνεται με γραπτό μήνυμα για τον ποιος και πότε επιχείρησε να επικοινωνήσει μαζί του και δεν καταστεί δυνατό λόγω μη εφικτής σύνδεσης μαζί του ή ήταν απενεργοποιημένη η μονάδα του.

SMS-ShortMessagingService

Η υπηρεσία αυτή προσφέρει την αποστολή και την λήψη κειμένου μέχρι και 160 αλφαριθμητικών χαρακτήρων από ένα κινητό προς ένα οποιοδήποτε άλλο κινητό με την προϋπόθεση βέβαια ότι υπάρχει κάποιο κέντρο υπηρεσίας SMS για την διαχείριση τους. Έτσι η υπηρεσία SMS έχει 2 επιμέρους υπηρεσίες, τις SMS-MO και SMS-MT.

SMS-MO • SMS-MobileOriginated

Γίνεται η αποστολή ενός γραπτού μηνύματος, από το κινητό προς το Κέντρο Υπηρεσίας SMS.

SMS-MT • SMS-MobileTerminated

Γίνεται η παράδοση του γραπτού μηνύματος στον παραλήπτη, από το Κέντρο Υπηρεσίας SMS.

MMS-MultimediaMessagingService

Είναι μια υπηρεσία 2.5G και προσφέρει την αποστολή και την λήψη μηνυμάτων εμπλουτισμένων με περιεχόμενο multimedia.

AdviceofChange

Η υπηρεσία αυτή δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να ενημερώνεται μετά

από κάθε εξερχόμενη κλήση στην οθόνη του κινητού του, την διάρκεια και τηνχρέωση της κλήσης του.

Αναμονής και κράτησης κλήσεων-Συνδιάσκεψη

Είναι μια υπηρεσία προστιθέμενης αξίας και δίνει την δυνατότητα σε έναν χρήστη να πραγματοποιεί ή να δέχεται μια κλήση ενώ έχει ήδη μια κλήση σε εξέλιξη. Στην πρώτη περίπτωση όταν επιχειρείται μια νέα κλήση προς αυτόν ακούει ένα χαρακτηριστικό ήχο που τον προειδοποιεί, τότε ο χρήστης τότε μπορεί να απορρίψει αυτή την νέα κλήση ή να βάλει σε κράτηση την αρχική του κλήση για να επικοινωνήσει με την αναμένουσα, αυτή την εναλλαγή μπορεί να την κάνει όσες φορές θέλει. Επίσης αν ο χρήστης διαθέτει την υπηρεσία αναγνώρισης κλήσεων μπορεί να γίνει συνδυασμός των δύο αυτών υπηρεσιών και να τον ενημερώνει στην οθόνη του κινητού του για τον τηλεφωνικό αριθμό που επιχειρεί την κλήση προς σ'αυτόν. Στην δεύτερη περίπτωση όταν πραγματοποιεί μια κλήση ο συνδρομητής βάζει σε κράτηση την αρχική του συνομιλία ενώ μπορεί να εναλλάσσεται μεταξύ των 2 κλήσεων. Και στις δύο περιπτώσεις μπορεί να γίνει εφόσον επιτρέπεται από τον παροχέα, χρήση της υπηρεσίας τηλεσυνδιάσκεψης που επιτρέπει την ταυτόχρονη συνομιλία μέχρι και 5 + 1 ατόμων.

Roaming

Στην υπηρεσία αυτή επιτρέπετε σε συνδρομητές που βρίσκονται εκτός της περιοχής κάλυψης του δικτύου τους, να δέχονται και να πραγματοποιούν τηλεφωνικές κλήσεις και να έχουν πρόσβαση σε διάφορες υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας, εφόσον βέβαια επιτρέπεται από τον παροχέα τους και τον παροχέα του <<ξένου>> δικτύου.

3.7 Τεχνολογίες GSM

Τεχνολογία CSD (Circuit Switched Data)

Το CSD μια τεχνολογία όπου βασίζεται μια από τις πιο βασικές υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας των δικτύων GSM, η οποία επιτρέπει μέσω σύνδεσης μεταγωγής κυκλώματος τη μεταφορά δεδομένων στη ταχύτητα των 9,6 ή 14,4 kbps (συμμετρική σύνδεση) για upload-download ή 28.800 kbps για download (ασύμμετρη σύνδεση) και στο HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) τα 57,6 kbps για download και 14,4 kbps για upload (ασύμμετρη σύνδεση).

Η ταχύτητα μίας χρονοθυρίδας μπορεί να είναι 9.600 kbps ή 14.400 kbps αλλά μπορεί να φτάνει και ως τα 48 kbps σε δίκτυα 2.5G.

Γενιά 2.5G και 2.7G.

Η 2.5G είναι η μεταβατική διαδικασία αναβάθμισης των υπάρχοντων δικτύων GSM 2G με σκοπό την αύξηση χωρητικότητας του δικτύου προσφέροντας και την προσφορά περισσότερων και ποιοτικότερων υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας. Για την ανάπτυξη των δικτύων GSM αναπτύχθηκαν 2 τεχνολογίες:

Τεχνολογία EDGE - (Enhanced Data rates for GSM Evolution)

Τεχνολογία GPRS - (General Packet Radio Service)

Το GPRS (General Packet Radio Service) γενικά είναι το τεχνολογικό πρότυπο που επιτρέπει την ταχύτερη αποστολή και λήψη δεδομένων μέσω

των δικτύων κινητής τηλεφωνίας GSM μέσω της τεχνολογίας μεταγωγής πακέτων. Το GPRS επιτρέπεται η ταυτόχρονη χρήση περισσότερων του ενός χρονοθυρίδων έτσι η μεταφορά δεδομένων μπορεί να φτάσει θεωρητικά ως και τα $153,6 = 16 \times 9.6$ kbps για 16 χρονοθυρίδες ή $21,4 \times 8 = 171,2$ kbps για 8 χρονοθυρίδες. Οι πόροι του δικτύου χρησιμοποιούνται πιο αποδοτικά γιατί οι χρονοθύριδες δεσμεύονται μόνο κατά την ώρα μετάδοσης και αποδεσμεύονται όταν τελειώνει η μετάδοση σε αντίθεση με την τεχνολογία CSD. Στην πράξη όμως το GPRS χρησιμοποιεί 3 με 4 χρονοθυρίδες για κατέβασμα και μια χρονοθυρίδα για ανέβασμα(μη συμμετρική σύνδεση).

Τεχνολογία EDGE (2.7G) - (Enhanced Data rates for GSM Evolution)

Το EDGE είναι μια ενδιάμεση μεταβατική τεχνολογία πριν το 3G και αυτό είναι τεχνολογικό πρότυπο που επιτρέπει στα δίκτυα 2G να έχουν τριπλάσια χωρητικότητα δικτύου με πολύ υψηλές ταχύτητες μετάδοσης για την παροχή υπηρεσιών 3G, όπως videostreaming, πραγματικό Internet browsing κτλ.. Το EDGE είναι μια αναβάθμιση του GPRS αλλά δεν μπορεί να λειτουργήσει αυτόνομα ενώ η αναβάθμιση και η εγκατάσταση του EDGE δεν απαιτεί την χρήση νέου εξοπλισμού από τις εταιρίες κινητής τηλεφωνίας αλλά την βελτίωση του ήδη υπάρχοντος. Βασικό πλεονέκτημα της τεχνολογίας EDGE σε σχέση με το ήδη υπάρχον GSM δίκτυο, είναι η χρήση μίας διαφορετικής μεθόδου διαμόρφωσης των δεδομένων.

Η μέθοδος αυτή ονομάζεται 8PSK (8 Phase Shift Keying modulation) επιτρέποντας τη μεταφορά 3 bit δεδομένων σε κάθε μοναδικό παλμό του δικτύου. Η τεχνολογία που παρέχουν τα απλά δίκτυα GSM με υποστήριξη υπηρεσιών GPRS, χρησιμοποιεί τη μέθοδο GMSK (Gaussian pre-filtered Minimum Shift Keying) η οποία βασίζεται στη μέθοδο Gauss για την εκθετική μείωση των πιθανοτήτων λάθους κατά

τη μεταφορά των δεδομένων, αλλά επιτρέπει τη μεταφορά μόνο ενός bitδεδομένων σε κάθε μοναδικό παλμό του δικτύου. Οι ταχύτητες που επιτυγχάνονται είναι 384Kbps ή και 768kbps με στόχο όμως να φτάσει τα 2Mbps. Επίσης το EDGE έχει την ικανότητα αναμετάδοσης ενός πακέτου πληροφοριών, που δεν κωδικοποιήθηκε σωστά, με ένα περισσότερο ισχυρό σχήμα κωδικοποίησης, ενώ στο GPRS τα πακέτα θα έπρεπε να αποστέλλονται με το ίδιο σχήμα κωδικοποίησης ακόμη και αν το περιβάλλον μεταβάλλεται με αποτέλεσμα τις αποσυνδέσεις και τα προβλήματα, ιδιαίτερα σε περιοχές με αυξημένη ζήτηση.

GlobalPositioningSystem

Το GPS (GlobalPositioningSystem), Παγκόσμιο Σύστημα Θεσιθεσίας είναι ένα παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης, το οποίο βασίζεται σε ένα "πλέγμα" εικοσιτεσσάρων δορυφόρων της Γης, στους οποίους υπάρχουν ειδικές συσκευές, οι οποίες ονομάζονται "δέκτες GPS". Οι δέκτες αυτοί παρέχουν ακριβείς πληροφορίες για τη θέση ενός σημείου, το υψόμετρό του, την ταχύτητα και την κατεύθυνση της κίνησης του. Επίσης, σε συνδυασμό με ειδικό λογισμικό χαρτογράφησης μπορούν να απεικονίσουν γραφικά τις πληροφορίες αυτές.

Το σύστημα ξεκίνησε από το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ και ονομάστηκε "NAVSTARGPS" (NavigationSignalTimingandRangingGlobalPositioning System). Το δορυφορικό αυτό σύστημα ρυθμίζεται καθημερινά από τη Βάση Πολεμικής Αεροπορίας Σρίβερ (Schriever) με κόστος 400 εκατομμύρια δολάρια το χρόνο.

3.8 Παρελθόν GSM

Τα σημεία του ορίζοντα, ή ακόμη και τα αστέρια, χρησιμοποιούνταν από την αρχαιότητα για τον προσανατολισμό των ανθρώπων. Ένα σταθερό άστρο στον ουρανό, με γνωστή γεωγραφική θέση ως προς το σημείο παρατήρησης, αποτελούσε σημείο αναφοράς και βοηθούσε τους ανθρώπους στο να βρουν τη σωστή πορεία τους. Στον προσανατολισμό συνέβαλαν αργότερα και άλλα μέσα, όπως η πυξίδα και ο εξάντας. Ωστόσο ο εξάντας είναι εύχρηστος μόνο για τον προσδιορισμό του γεωγραφικού πλάτους, ενώ η χρήση του για τον προσδιορισμό του γεωγραφικού μήκους είναι δύσκολη και εξαιρετικά σύνθετη, πράγμα που αποτελεί ένα σημαντικό μειονέκτημα για προσδιορισμό του στίγματος στην θάλασσα. Ως αποτέλεσμα, τον 17ο αιώνα, το Ηνωμένο Βασίλειο συνέστησε ένα συμβούλιο επιστημόνων, το οποίο θα επιβράβευε χρηματικά όποιον θα μπορούσε να εφεύρει ένα όργανο, το οποίο θα επέτρεπε τον ακριβή υπολογισμό και των δύο γεωγραφικών συντεταγμένων, δηλαδή μήκους και πλάτους.

Το 1761, ο Άγγλος ωρολογοποιός Τζον Χάρισσον (John Harrison), ύστερα από προσπάθειες δώδεκα ετών, κατασκεύασε ένα όργανο, το οποίο δεν ήταν άλλο από το γνωστό σημερινό χρονόμετρο. Σε συνδυασμό με τον εξάντα, το χρονόμετρο επέτρεπε τον υπολογισμό του στίγματος των πλοίων με εξαιρετική ακρίβεια (για τα δεδομένα της εποχής). Πέρασαν αρκετά χρόνια μέχρι να δημιουργηθούν τα πρώτα συστήματα εντοπισμού θέσης που βασίζονταν σε ηλεκτρομαγνητικά κύματα (ραντάρ, στα μέσα του 20ού αιώνα. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν ευρύτατα κατά τη διάρκεια του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου (και χρησιμοποιούνται ακόμη). Τα συστήματα εντοπισμού θέσης της εποχής αποτελούνταν από ένα δίκτυο σταθμών βάσης και κατάλληλους δέκτες.

Ανάλογα με την ισχύ του σήματος που λάμβανε κάθε δέκτης από σταθμούς γνωστής γεωγραφικής θέσης, σχηματίζονταν δύο ή περισσότερες συντεταγμένες, μέσω των οποίων προσδιοριζόταν η θέση των σημείων ενδιαφέροντος επάνω σε ένα χάρτη. Στην περίπτωση αυτή, όμως, συνέβαιναν υπήρχαν δύο διαφορετικά προβλήματα: Στην πρώτη περίπτωση η χρήση σταθμών βάσης, που θα εξέπεμπαν σήμα σε υψηλή συχνότητα, διέθεταν μεν υψηλή ακρίβεια εντοπισμού, αλλά είχαν μικρή εμβέλεια. Στη δεύτερη περίπτωση συνέβαινε το ακριβώς αντίθετο, δηλαδή ο σταθμός βάσης χρησιμοποιούσε μεν χαμηλή συχνότητα εκπομπής σήματος, προσφέροντας έτσι υψηλότερη εμβέλεια, αλλά και η ακρίβεια που παρείχε ήταν χαμηλή.

Έστω και με αυτά τα προβλήματα, η αρχή της χρήσης ραδιοκυμάτων για τον εντοπισμό της θέσης ενός σημείου είχε ήδη γίνει. Το

Global Positioning

System στη σημερινή του μορφή βασίζεται σε παρεμφερή τεχνολογία. Συνδυάζει όλες τις μεθόδους που είχαν χρησιμοποιηθεί στον ουρανό, δηλαδή την τεχνολογία των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων καθώς και την παρατήρηση ενός –τεχνητού αυτή τη φορά- ουράνιου σώματος. Οι σταθμοί βάσης που λαμβάνουν και δέχονται τα απαραίτητα ηλεκτρομαγνητικά κύματα δεν είναι πλέον επίγειοι, αλλά εδρεύουν σε δορυφόρους.

Ένα δίκτυο πολυάριθμων (24 - 32) δορυφόρων που βρίσκεται σε σταθερή

θέση γύρω από τον πλανήτη μας, βοηθά τους δέκτες GPS να παρέξουν το

ακριβές στίγμα ενός σημείου οπουδήποτε στον κόσμο. Όταν, το 1957, πραγματοποιήθηκε η εκτόξευση του δορυφόρου Σπούτνικ, οι άνθρωποι είχαν ήδη αντιληφθεί ότι ένα τεχνητό ουράνιο σώμα κοντά στη Γη είναι

δυνατό να χρησιμοποιηθεί για να εντοπιστεί η θέση ενός σημείου πάνω στον πλανήτη. Αμέσως μετά την εκτόξευσή του, οι ερευνητές του Ινστιτούτου Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης (MIT) διαπίστωσαν ότι το σήμα που λαμβανόταν από τον δορυφόρο αυξανόταν καθώς αυτός πλησίαζε προς το επίγειο σημείο παρατήρησης και μειωνόταν όταν ο δορυφόρος απομακρυνόταν από αυτό. Αυτό ήταν και το πρώτο βήμα για την υλοποίηση της τεχνολογίας που σήμερα αποκαλείται GlobalPositioningSystem. Με τον ίδιο τρόπο που η θέση ενός δορυφόρου μπορούσε να εντοπιστεί ανάλογα με την ισχύ του σήματος που λαμβάνεται από αυτόν, υπήρχε και η δυνατότητα να συμβεί το ακριβώς αντίθετο: Ο δορυφόρος να εντοπίσει την ενός σημείου θέση με ιδιαίτερη ακρίβεια. Στην πραγματικότητα ένας δορυφόρος δεν είναι αρκετός για να υπάρξουν ακριβή αποτελέσματα, αλλά απαιτούνται τουλάχιστον τρεις, όπως θα δούμε στη συνέχεια.

Το GPS αρχικά δημιουργήθηκε αποκλειστικά για στρατιωτική χρήση και ανήκε στη δικαιοδοσία του αμερικανικού Υπουργείου Εθνικής Άμυνας. Στα μέσα της δεκαετίας του 1960 το σύστημα δορυφορικής πλοήγησης, γνωστό τότε με την ονομασία TransitSystem, χρησιμοποιήθηκε ευρέως από το αμερικανικό ναυτικό. Απαιτήθηκαν αρκετές δεκαετίες, μέχρι δηλαδή τα μέσα της δεκαετίας του 1990, ώστε το σύστημα GPS να εξελιχθεί, να γίνει ιδιαίτερα ακριβές και να αρχίσει να διατίθεται για ελεύθερη χρήση από το ευρύ κοινό.

3.9 Λειτουργικά τμήματα

Το σύστημα εντοπισμού θέσης GPS σχηματίζει ένα παγκόσμιο δίκτυο, με εμβέλεια που καλύπτει ξηρά, θάλασσα και αέρα. Εξαιτίας αυτής της

έκτασής του, είναι απαραίτητος ο διαχωρισμός του σε επιμέρους τμήματα όπου πραγματοποιούνται όλες οι λειτουργίες του αλλά και ο συντονισμός του.

Αναλυτικά, τα τμήματα αυτά είναι:

Διαστημικό τμήμα: Αποτελείται από το δίκτυο των 24 - 32 δορυφόρων που ήδη αναφέραμε. Οι δορυφόροι αυτοί «σκεπάζουν» ομοιόμορφα με το σήμα τους ολόκληρο τον πλανήτη, γεγονός που αποδεικνύει τη φιλοσοφία που κρύβεται πίσω από τη λειτουργία του συστήματος GPS, δηλαδή τη διαθεσιμότητά του σε κάθε σημείο της Γης, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος να αποπροσανατολιστεί κανείς ποτέ και πουθενά.

Όλοι οι δορυφόροι βρίσκονται σε ύψος 12.552 μιλίων (20.200 χιλιομέτρων) πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και εκτελούν δύο περιστροφές γύρω από τη Γη κάθε 24ωρο. Η κατασκευάστρια εταιρεία είναι η Rockwell International, η εκτόξευσή τους πραγματοποιήθηκε από το ακρωτήριο Canaveral, ενώ η τροφοδοσία τους με ηλεκτρική ενέργεια πραγματοποιείται μέσω των ηλιακών στοιχείων που διαθέτουν.

Επίγειο τμήμα ελέγχου: Οι δορυφόροι, όπως είναι αναμενόμενο, είναι πολύ πιθανό να αντιμετωπίσουν ανά πάσα στιγμή προβλήματα στη σωστή λειτουργία τους. Οι έλεγχοι που πραγματοποιούνται σε αυτούς αφορούν στη σωστή τους ταχύτητα και υψόμετρο και στην κατάσταση της επάρκειάς τους σε ηλεκτρική ενέργεια. Παράλληλα, εφαρμόζονται όλες οι διορθωτικές ενέργειες που αφορούν στο σύστημα χρονομέτρησης των δορυφόρων, ώστε να αποτρέπεται η παροχή λανθασμένων πληροφοριών στους

χρήστες του συστήματος. Το τμήμα επίγειου ελέγχου αποτελείται από ένα επανδρωμένο και τέσσερα μη επανδρωμένα κέντρα, εγκατεστημένα σε ισάριθμες περιοχές του πλανήτη.

Οι περιοχές αυτές είναι οι εξής: α) Κολοράντο (ΗΠΑ) β) Χαβάη (Ανατολικός Ειρηνικός Ωκεανός) γ) AscensionIsland (Ατλαντικός Ωκεανός) δ) Diego Garcia (Ινδικός Ωκεανός) ε) Kwajalein (Δυτικός Ειρηνικός Ωκεανός)

Ο κυριότερος σταθμός βάσης είναι αυτός του Κολοράντο, ο οποίος είναι μάλιστα και ο μοναδικός που βρίσκεται στην ξηρά. Αναλαμβάνει τον έλεγχο

της σωστής λειτουργίας των εναπομεινάντων τεσσάρων σταθμών, καθώς και τον συντονισμό τους. Σημειώνοντας τη θέση των σταθμών αυτών πάνω σε έναν παγκόσμιο χάρτη, παρατηρεί κανείς ότι η διάταξή τους δεν είναι τυχαία, αλλά ακολουθούν μια γραμμή παράλληλη με τα γεωγραφικά μήκη της Γης.

Το τμήμα τελικού χρήστη: Απαρτίζεται από τους χιλιάδες χρήστες δεκτών

GPS ανά την υφήλιο. Οι δέκτες αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο

κατά τη διάρκεια μιας απλής πεζοπορίας, όσο και σε οχήματα ή θαλάσσια

σκάφη και κατά κανόνα διαθέτουν αρκετά μικρές διαστάσεις. Για να προσφέρουν όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες, οι δέκτες συνδυάζονται με ειδικό λογισμικό, που προβάλλει ένα χάρτη στην οθόνη της συσκευής GPS. Πρόκειται, δηλαδή, για λογισμικό που λαμβάνει από τους δορυφόρους τις πληροφορίες για το στίγμα του σημείου στο οποίο βρίσκεται ο δέκτης και τις μετατρέπει σε κατανοητή «ανθρώπινη» μορφή, πληροφορώντας το χρήστη για την ακριβή γεωγραφική του θέση.

3.10 GSM SHIELD KAI ARDUINO

Περιγραφή GSM MODEM

Για να πετύχουμε τον έλεγχο και την παρακολούθηση συγκεκριμένων παραμέτρων που έχουμε επιλέξει για το συγκεκριμένο project μέσω κινητού τηλεφώνου ,ήταν απαραίτητη η χρήση ενός GSMmodem. Έτσι έχουμε την δυνατότητα να λαμβάνουμε και να αποστέλλουμε δεδομένα,άρα υπάρχει μία μορφή απομακρυσμένης επικοινωνίας.Κάτι το οποίο αποδικνύεται πολύ σημαντικό για τις απαιτήσεις της σημερινής εξελισσόμενης κοινωνίας. Το GSMShield δίνει την δυνατότητα στην αναπτυξιακή μας πλακέτα να συνδεθεί στο internet χρησιμοποιώντας το ασύρματο δίκτυο GPRS, επίσης μπορεί να πραγματοποιήσει ή να δεχτεί τηλεφωνικές κλήσεις ή ακόμα και να αποστείλει ή να παραλάβει γραπτά sms επεκτείνοντας ακόμα περισσότερο το εύρος εφαρμογών της.

Σκοπός του GSMmodem είναι να υπάρχει επικοινωνία με τον απομακρυσμένο σταθμό που είναι το θερμκήπιο.

Το μοντέλο GSM που χρησιμοποιήθηκε για την παρούσα εργασία είναι το

SIM900AV4.0 και συνδέει τον arduino με το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας.



Εικόνα:GSMshield

Το GSMShield φέρει επάνω του ένα ασύρματο modem, στην περίπτωση μας το SIM900.



Εικόνα:modemsim900

Χαρακτηριστικά GSMsim900

Τροφοδοσία:5V

Μέγεθος μονάδας:49*50

Υποστηρίζει τεχνολογίες 3G,4G

SMF05CESDchip

TTL συμβατό με 3,3 και 5Volt

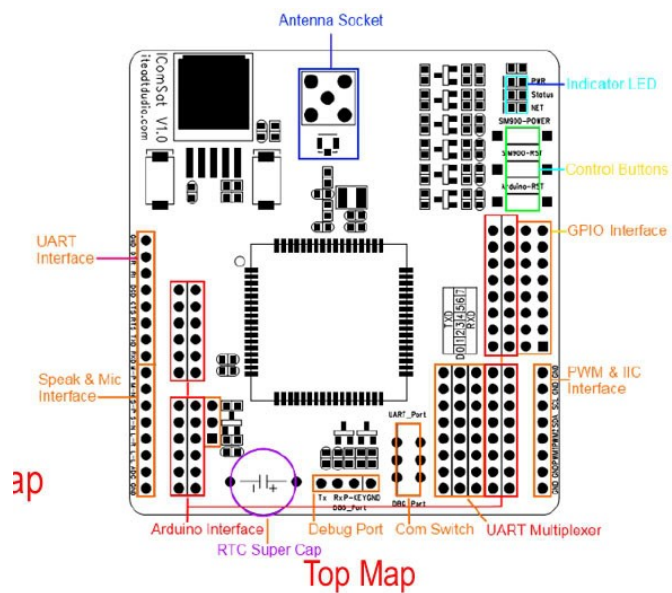
Κύκλωμα σειριακής θύρας

Κύκλωμα διασύνδεσης κεραίας

Βάρος:28 gr



Εικόνα:Υποδοχή κάρτας SIM



4. BLUETOOTH



Bluetooth®

4.1 Εισαγωγή

Το Bluetooth είναι ένα βιομηχανικό πρότυπο για ασύρματα προσωπικά δίκτυα υπολογιστών (Wireless Personal Area Networks, WPAN). Πρόκειται για μια ασύρματη τηλεπικοινωνιακή τεχνολογία μικρών αποστάσεων, η οποία μπορεί να μεταδώσει σήματα μέσω μικροκυμάτων σε ψηφιακές συσκευές. Επομένως το Bluetooth είναι ένα πρωτόκολλο το οποίο παρέχει προτυποποιημένη, ασύρματη επικοινωνία ανάμεσα σε PDA, κινητά τηλέφωνα, φορητοί υπολογιστές, προσωπικοί υπολογιστές, εκτυπωτές, καθώς και ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές ή ψηφιακές κάμερες, μέσω μιας ασφαλούς, φθηνής και παγκοσμίως διαθέσιμης χωρίς ειδική άδεια ραδιοσυχνότητας μικρής εμβέλειας. Από τεχνικής άποψης το Bluetooth είναι ένα πρωτόκολλο ασύρματης δικτύωσης σε φυσικό επίπεδο, υποεπίπεδο MAC και, προαιρετικά, υποεπίπεδο LLC.

4.2 Ιστορία

Ως τα τέλη της δεκαετίας του 1990 δεν υπήρχε κάποιο ευρέως αποδεκτό πρότυπο WPAN, ούτε φυσικά ανάλογες εμπορικές εφαρμογές / πομποδέκτες. Όμως τότε η Ericsson έθεσε τις βάσεις για την ανάπτυξη μίας τεχνολογίας η οποία θα επέτρεπε τον σχηματισμό τοπικών δικτύων πολύ μικρής εμβέλειας με σκοπό την ασύρματη και ad hoc δικτύωση ετερογενών φορητών συσκευών. Το πρότυπο που προέκυψε υιοθετήθηκε στη συνέχεια από την IEEE ως το πρότυπο 802.15 για WPAN. Οι σχεδιαστές του κλήθηκαν να επιλέξουν το όνομα με το οποίο αυτή η τεχνολογία θα γινόταν αργότερα γνωστή σε όλο τον κόσμο. Οι Σουηδοί εμπνευστές του 802.15 ήταν βέβαιοι ότι το νέο πρότυπο θα επικρατούσε και θα έφερνε ακόμη πιο κοντά τους ανθρώπους και τις συσκευές τους. Οι Σκανδιναβοί μάλιστα διαφημίζουν ότι κάτι ανάλογο έκανε και ο Δανός Βασιλιάς Χάραλντ ο Κυανόδους, ο οποίος έζησε στα τέλη του 10ου αιώνα μ.Χ.: κατέλαβε με τα στρατεύματά του πολλές χώρες, ενώ λέγεται ότι κατάφερε να ενώσει τη Δανία με τη Νορβηγία.

Ο Χάραλντ ήταν ο πρωτότοκος υιός του βασιλιά Γκορμ που κυβερνούσε για πολλά έτη τη Γιουτλάνδη, τη μεγαλύτερη χερσόνησο της Δανίας. Από μικρός έμαθε να τιμά την οικογένειά του και τις παραδόσεις των Βίκινγκς. Στην εποχή του οι περισσότεροι Σκανδιναβοί ήταν αγρότες, ενώ οι ασθενέστεροι υπηρετούσαν τους βασιλείς ως δούλοι. Σε αυτήν την κοινωνία μεγάλωσε ο Harald Blatand (Κυανόδους), το όνομα του οποίου έχει τις ρίζες του σε δύο αρχαίες δανέζικες λέξεις: bla (σκουρόδερμος) και tan (γενναίος άνδρας). Αυτά τουλάχιστον αναφέρονται σε ένα δελτίο τύπου της Ericsson το οποίο δημοσιεύθηκε το 1999.

4.3 Εφαρμογές

Το Bluetooth επιτρέπει την κατάργηση όλων των καλωδίων τα οποία παλαιότερα ήταν απαραίτητα για τη «διασύνδεση» μεταξύ

υπολογιστών, φορητών υπολογιστών χειρός, κινητών τηλεφώνων και άλλων ψηφιακών συσκευών, όπως ψηφιακές κάμερες, σαρωτές, εκτυπωτές, μικρόφωνα, ακουστικά, ραδιόφωνα κ.α. Το Bluetooth επιτρέπει την σύνδεση του κινητού με τον υπολογιστή, τη μεταφορά δεδομένων, όπως εικόνες, επαφές και σημειώσεις από κινητό προς κινητό, τη σύνδεση στο Internet κ.α. Όλα αυτά χωρίς καλώδια και πολύπλοκες ρυθμίσεις.

Οι εφαρμογές του λοιπόν είναι πολλαπλές:

- Ασύρματη δικτύωση μεταξύ επιτραπέζιου και φορητού υπολογιστή, σε έναν περιορισμένο χώρο με ελάχιστο διαθέσιμο εύρος ζώνης.
- Ασύρματα περιφερειακά, όπως εκτυπωτές, ποντίκια και πληκτρολόγια, τα οποία επικοινωνούν με κάποιον επιτραπέζιο ή φορητό υπολογιστή.
- Ασύρματη μεταφορά ψηφιακών αρχείων (εικόνες, mp3 κλπ) ανάμεσα σε κινητά τηλέφωνα και PDA.
- Ασύρματα ακουστικά για κινητά τηλέφωνα και Smartphone.
- Ιατρικές εφαρμογές – δοκιμάζονται συσκευές από εταιρίες που παρέχουν ηλεκτρονικές συσκευές προχωρημένης ιατρικής.
- Ορισμένοι δέκτες GPS μεταφέρουν πληροφορίες NMEA μέσω Bluetooth.
- Ασύρματη τηλεφωνία στο αυτοκίνητο: Το Bluetooth δίνει τη δυνατότητα σε χρήστες καταλλήλως εξοπλισμένων κινητών τηλεφώνων να χρησιμοποιούν κάποιες βασικές λειτουργίες τους με ασύρματα ακουστικά. Ανάλογο σύστημα υπάρχει ενσωματωμένο και σε κράνη οδηγών μοτοσικλέτας, επιτρέποντας τη συνομιλία κατά την οδήγηση.
- Απομακρυσμένος έλεγχος συσκευών, όπου έως την εμφάνιση του Bluetooth χρησιμοποιούνταν τεχνολογία υπέρυθρων ακτίνων.

4.4 Λειτουργία

Οι προδιαγραφές του Bluetooth καθορίζουν την «ασύρματη» τεχνολογία χαμηλού κόστους και χαμηλής ισχύος, που εξαλείφει τα καλώδια μεταξύ των κινητών συσκευών και επιτρέπει τη διασύνδεσή τους. Το Bluetooth λειτουργεί στο «αδέσμευτο» φάσμα συχνοτήτων των 2,4 GHz, ώστε οι συσκευές που το ενσωματώνουν να μπορούν να λειτουργήσουν απροβλημάτιστα σε οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη. Για να περιοριστούν στο ελάχιστο οι παρεμβολές από παρεμφερείς συσκευές, το Bluetooth εκμεταλλεύεται την αμφίδρομη επικοινωνία και τη μέθοδο μετάδοσης με διασπορά φάσματος Frequency Hopping (έως και 1600 εναλλαγές συχνότητας ανά δευτερόλεπτο). Από φυσική άποψη επίσης το Bluetooth λειτουργεί περίπου στα 2.4 GHz, προδιαγράφει τρία επίπεδα ισχύος της εκπομπής από τα οποία εξαρτάται και η εμβέλεια επικοινωνίας (πάντα μικρότερη των 10 μέτρων σε PAN), ενώ η τακτική αλλαγή της συχνότητας εκπομπής λόγω της αξιοποίησης του FHSS καθορίζεται ψευδοτυχαία από έναν κεντρικό κόμβο, τον Master.

Το Bluetooth επιτρέπει τις απευθείας συνδέσεις από συσκευή προς συσκευή (point to point), καθώς και την ταυτόχρονη σύνδεση έως και 7 συσκευών με τη χρήση μιας μοναδικής συχνότητας. Τις προδιαγραφές της συγκεκριμένης τεχνολογίας ανέπτυξε και υποστηρίζει το Bluetooth Special Interest Group, ενώ η τελευταία «δημόσια» έκδοσή τους είναι η 1.1, η οποία ενσωματώνεται πλέον στις περισσότερες συμβατές συσκευές μέσω κατάλληλων πομποδεκτών και καρτών δικτύου. Ένα πρόβλημα των προδιαγραφών του Bluetooth είναι ότι, λόγω της μετάδοσης στην ελεύθερη ζώνη συχνοτήτων των 2,4 GHz, οι συσκευές που το υποστηρίζουν αδυνατούν να χρησιμοποιήσουν ταυτόχρονα τα περισσότερα πρωτόκολλα της οικογένειας IEEE 802.11, καθώς τότε θα υπήρχαν σοβαρά προβλήματα παρεμβολών.

Οι βασικότερες προδιαγραφές του Bluetooth αφορούν το φυσικό επίπεδο και το υποεπίπεδο MAC, όπου έχουν δημιουργηθεί διαφορετικά πρωτόκολλα για διαφορετικές εφαρμογές και τα οποία

ονομάζονται προφίλ. Το Bluetooth SIG έχει ήδη παρουσιάσει τέτοιες παραμετροποιημένες εκδοχές του προτύπου για διάφορες «αγορές» (π.χ. προφίλ ασύρματου τηλεφώνου, προφίλ πρόσβασης σε LAN, προφίλ εκτύπωσης, φωτογραφίας, αυτοκινήτου κλπ). Κάθε προφίλ περιλαμβάνει πρότυπα για όλα τα επίπεδα και προσφέρει λύσεις για τη διασύνδεση με διαφορετικά δίκτυα μεγαλύτερης κλίμακας.

4.5 Δομή

Η βασική δομική μονάδα ενός δικτύου Bluetooth είναι το piconet, στο οποίο όλοι οι κόμβοι που μετέχουν (μέχρι 7 συσκευές Slaves) μοιράζονται τον ίδιο κώδικα διασποράς και υπόκεινται στον έλεγχο ενός κοινού Master. Ο τελευταίος διαμοιράζει στους σταθμούς Slaves την πρόσβαση στο κοινό μέσο (τον ελεύθερο χώρο) με τη μέθοδο TDMA/TDD, όπου ο χρόνος διαμερίζεται σε αυστηρές χρονοθυρίδες, ο Master εκπέμπει στις περιττές και οι Slaves στις άρτιες (εναλλάξ), κάθε κόμβος που θέλει να εκπέμψει λαμβάνει περιοδικά από τον Master το δικαίωμα μετάδοσης σε 1, 3 ή 5 συνεχόμενες χρονοθυρίδες και κατά τη διάρκεια εκπομπής ενός πλαισίου δεν γίνεται εναλλαγή συχνότητας. Τα τερματικά μεταδίδουν μόνο στον Master, ο οποίος αποστέλλει στη συνέχεια τα πλαίσιά τους προς τον τελικό παραλήπτη, και διακρίνονται από μία παγκόσμια μοναδική 48-bit διεύθυνση. Δύο ή περισσότερα piconet μπορούν να βρίσκονται στον ίδιο χώρο, με τους κόμβους να μπορούν να συμμετέχουν σε παραπάνω από ένα ταυτόχρονα, και να επικοινωνούν μεταξύ τους δημιουργώντας ένα μεγαλύτερης κλίμακας scatternet. Υπάρχουν δύο τύποι συνδέσεων:

1) Σύγχρονες ή SCO. Επιτρέπουν τη διέλευση χρονικά κρίσιμων πληροφοριών (συνήθως φωνής), κάθε κόμβος μπορεί να δεσμεύσει μόνο μέχρι μία χρονοθυρίδα, έχουν ρυθμό μετάδοσης δεδομένων 64 kbps, υλοποιούν συνδεσμωτική επικοινωνία αυστηρά από σημείο σε σημείο, χρησιμοποιούν αλγορίθμους ανίχνευσης και διόρθωσης σφαλμάτων (FEC), ενώ δεν υπάρχουν επανεκπομπές ή επιβεβαιώσεις.

2) Ασύγχρονες ή ACL. Τυπικά χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση δεδομένων, κάθε κόμβος μπορεί να δεσμεύσει 1, 3 ή 5 χρονοθυρίδες για την εκπομπή ενός πλαισίου, είναι ασυνδεσμικές με έλεγχο ροής, έλεγχο σφαλμάτων (με αριθμούς ακολουθίας 1-bit και θετικές/αρνητικές επιβεβαιώσεις) και δυνατότητα πολυδιανομής, ενώ ο ρυθμός μετάδοσης μπορεί να ανέβει ως τα 724 kbps.

Διαδικασίες

Ένα riconet σχηματίζεται από έναν κόμβο που επιθυμεί να γίνει Master (διαδικασία Inquiry). Ο Master είναι υπεύθυνος για τις μεταβολές της δικτυακής τοπολογίας (εισαγωγές, αποχωρήσεις κόμβων και συντονισμός τους -διαδικασία Page). Η ακολουθία των ενεργειών είναι ως εξής: ο δυνάμει Master κόμβος εκκινεί τη διαδικασία ανίχνευσης πιθανών Slaves εκπέμποντας ένα μήνυμα Inquiry που περιέχει έναν κώδικα ονόματι IAC. Κάθε κόμβος που λαμβάνει ένα τέτοιο μήνυμα απαντά με πλαίσιο που περιέχει τη διεύθυνση του και πληροφορίες συγχρονισμού, ενώ στη συνέχεια αναμένει μήνυμα Page. Ο Master λαμβάνει αυτά τα πλαίσια των Slaves, χρησιμοποιεί τις διευθύνσεις των τελευταίων για να υπολογίσει τον κώδικα διασποράς του Frequency Hopping και αποστέλλει στους Slaves που βρέθηκαν ένα μήνυμα Page που περιέχει έναν κώδικα DAC. Οι Slaves απαντούν με τον κώδικα IAC (ένα είδος πιστοποίησης) και ο κεντρικός Master τους στέλνει τον κώδικα διασποράς. Οι Slaves επιβεβαιώνουν τη λήψη, συνδέονται κι έτσι το riconet σχηματίστηκε. Οι συνδεδεμένοι κόμβοι μπορούν να είναι κάθε στιγμή είτε Active (συμμετέχουν ενεργά στο δίκτυο ανταλλάσσοντας δεδομένα), είτε Sniff (ακούν σε συγκεκριμένες χρονοθυρίδες), είτε Hold (όπου μπορούν να μεταφέρουν μόνο φωνή, με σύνδεση SCO, κι έχουν μειωμένη κατανάλωση ισχύος), είτε τέλος

Parked (είναι μέλη του δικτύου αλλά δεν ακούν το κανάλι και δεν ανταλλάσσουν δεδομένα). Οι κόμβοι Active, Sniff και Hold αναγνωρίζονται από διευθύνσεις 3-bit (έως 7 ενεργοί Slaves), ενώ οι κόμβοι Parked από διευθύνσεις 8-bit (έως 256 ανενεργοί Slaves).

Υπάρχουν 4 διαφορετικοί τύποι πλαισίων SCO και έξι τύποι ACL. Σε όλους όμως υπάρχει ένας κώδικας πρόσβασης, ο οποίος είναι είτε ο IAC, είτε ο DAC είτε ο CAC και σκοπεύει στο συγχρονισμό της εναλλαγής συχνοτήτων του FHSS μεταξύ του Master και των Slaves, μία κεφαλίδα υποεπιπέδου MAC με άθροισμα ελέγχου CRC και το ωφέλιμο φορτίο. Το τελευταίο ουσιαστικά είναι ένα πλαίσιο υποεπιπέδου LLC το οποίο μπορεί να έχει μια δική του κεφαλίδα, μεταφέρουσα στοιχεία για τη λογική σύνδεση του LLC στην οποία ανήκει το πλαίσιο και το μήκος του ωφέλιμου φορτίου, την πληροφορία προς μετάδοση και ίσως έναν κώδικα CRC ή/και FEC. Οι διαφορετικοί τύποι πλαισίων MAC του Bluetooth διαφοροποιούνται στο ωφέλιμο φορτίο: οι τύποι SCO είναι ο High Quality Voice 1, στον οποίον τα 2/3 του μήκους του ωφέλιμου φορτίου του πλαισίου είναι κώδικας FEC (με αποτέλεσμα μικρή απώλεια πλαισίων αλλά μειωμένο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων) και τα υπόλοιπα πληροφορίες φωνής, ο High Quality Voice 2, στον οποίον το 1/3 του μήκους του ωφέλιμου φορτίου του πλαισίου είναι κώδικας FEC και τα υπόλοιπα πληροφορίες φωνής, ο High Quality Voice 3, στο ωφέλιμο φορτίο του οποίου υπάρχουν μόνο πληροφορίες φωνής, και ο Data-Voice, ο οποίος έχει κώδικα FEC ίσο με το 1/3 του συνολικού μήκους του πλαισίου, κώδικα CRC, την κεφαλίδα LLC που προαναφέρθηκε, πληροφορίες φωνής και πληροφορίες δεδομένων. Οι τύποι ACL από την άλλη επίσης υποστηρίζουν διαφορετικούς ρυθμούς μετάδοσης και απώλειας πακέτων (όπου υψηλός ρυθμός μετάδοσης σημαίνει μικρό μήκος κώδικα FEC και άρα υψηλή απώλεια πακέτων), μεταφέρουν μόνο πληροφορίες δεδομένων και διακρίνονται σε Data Medium Rate 1,3 και 5, καθώς και Data High Rate 1,3 και 5.

Έλεγχος και διαχείριση

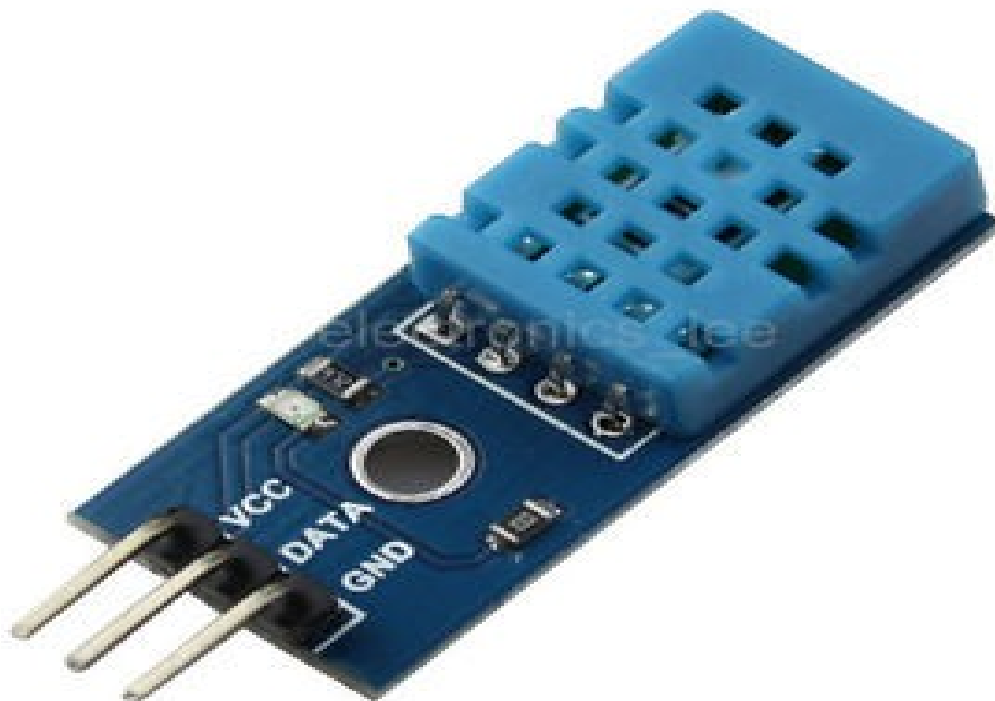
Όλα τα προαναφερόμενα καθορίζονται από τα πρωτόκολλα Radio (φυσικό επίπεδο) και Baseband (υποεπίπεδο MAC) του προτύπου

Bluetooth, με ελαφρές διαφορές ανάλογα με το προφίλ. Παράλληλα με το πρωτόκολλο Baseband τρέχει το πρωτόκολλο LMP, που επίσης προδιαγράφεται από το πρότυπο και αναλαμβάνει υπηρεσίες ελέγχου και διαχείρισης δικτύου: πιστοποίηση κόμβων, κρυπτογράφηση πληροφορίας, συγχρονισμός ρολογιού για το FHSS, προσαρμογή ισχύος εκπομπής με βάση τη λαμβανόμενη ισχύ, επιλογή κατάλληλου τύπου πλαισίου MAC ανάλογα με το κανάλι, εγκαθίδρυση συνδέσεων SCO κλπ. Πάνω από αυτά τρέχει το πρωτόκολλο υποεπιπέδου LLC του Bluetooth, το L2CAP, το οποίο ενεργοποιείται μόνο για συνδέσεις ACL, υλοποιεί λογικές συνδέσεις πάνω από τις φυσικές ζεύξεις, καθορίζει κριτήρια ποιότητας υπηρεσιών για κάθε σύνδεση, πολυπλέκει πολλές λογικές συνδέσεις σε μία φυσική κλπ.

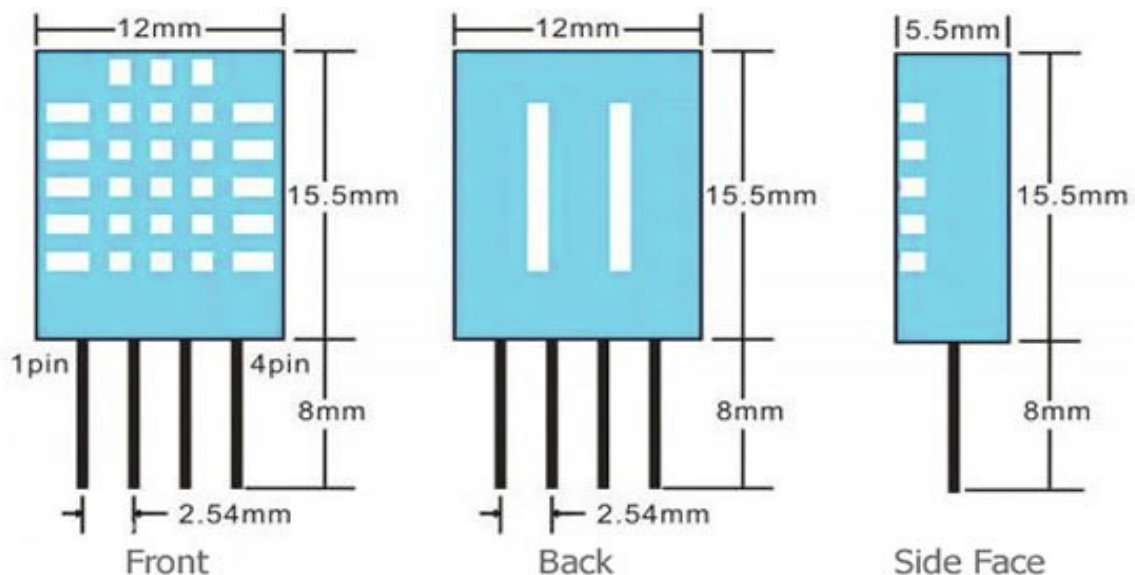
5. Αισθητήρια μέτρησης & ελέγχου

5.1 Αισθητήρας ελέγχου θερμοκρασίας και υγρασίας DHT11

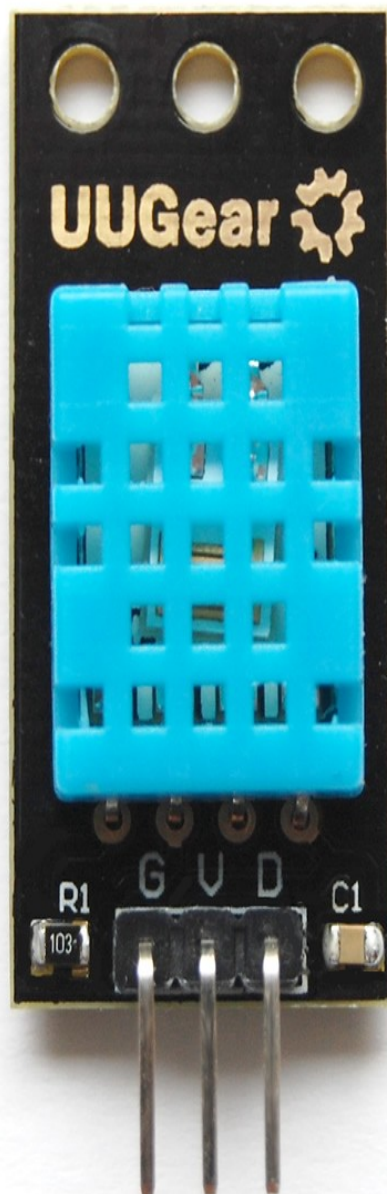
Ο ψηφιακός αισθητήρας ελέγχου θερμοκρασίας και υγρασίας DHT11 είναι ένας σύνθετος αισθητήρας που περιέχει ένα βαθμονομημένο ψηφιακό σήμα εξόδου της θερμοκρασίας και της υγρασίας.



Κάθε μονάδα DHT11 είναι αυστηρώς βαθμονομημένη έτσι ώστε να αποδίδει ακριβή μέτρηση της υπάρχουσας θερμοκρασίας και υγρασίας. Οι συντελεστές βαθμονόμησης καταχωρούνται ως προγράμματα στην μνήμη OTP, και χρησιμοποιούνται από την εσωτερική διαδικασία αναγνώρισης σημάτων του αισθητήρα. Η σειριακή σύνδεση μέσω μονόκλωνου καλωδίου κάνει τη διεπαφή γρήγορη και εύκολη. Το μικρό του μέγεθος, η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και η δυνατότητα ακριβούς μετάδοσης σήματος μέσω καλωδίου που μπορεί να φτάσει και τα 20 μέτρα, κάνει το DHT11 ιδανική επιλογή για διάφορες, ακόμα και τις πιο απαιτητικές, διεργασίες. Το συγκεκριμένο εξάρτημα συμπεριλαμβάνει ένα πακέτο τεσσάρων pin σε σειρά. Είναι εύκολο στη σύνδεση και παρέχει πληθώρα επιλογών στον χρήστη.



Η μονάδα που χρησιμοποιούμε στη δική μας εφαρμογή είναι για την ακρίβεια ένα PCB που χρησιμοποιεί ένα DHT11 το οποίο είναι συγκολλημένο με μερικά ακόμα στοιχεία και αποτελεί μία μονάδα τριών pins.



Pin-1: GND που συνδέεται στη γείωση

Pin-2: Vcc που συνδέεται στη τάση τροφοδοσίας +3.3~5V.

Pin-3: Data που συνδέεται στις εισόδους/εξόδους του μικροελεγκτή

Τεχνικές προδιαγραφές:

Power Supply : 3.3~5.5V DC

Output : 4 pin single row

Measurement Range : Humidity 20-90%RH, Temperature 0~50°C

Accuracy : Humidity +-5%RH, Temperature +-2°C

Resolution : Humidity 1%RH, Temperature 1°C

Interchangeability : Fully Interchangeable

Long-Term Stability : $\pm 1\%RH/year$

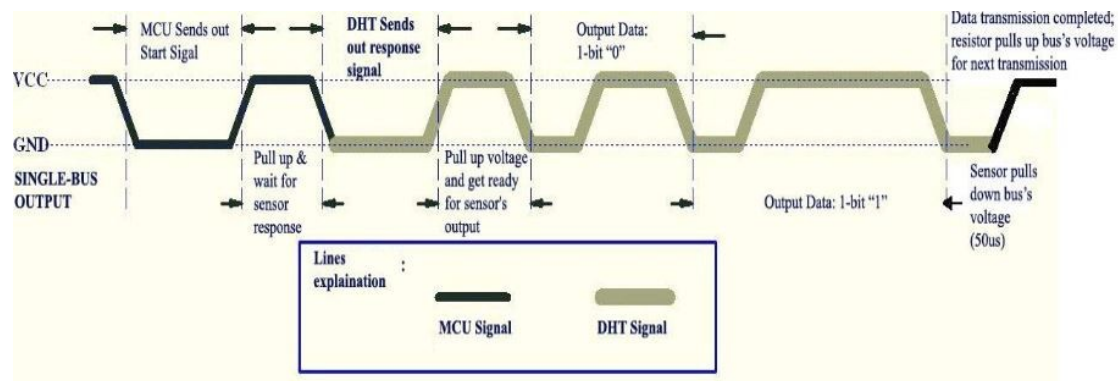
Διαδικασία διεργασίας των δεδομένων:

Για την επικοινωνία μεταξύ των MCU και του αισθητήρα DHT11, χρησιμοποιείται μία μορφή μονού διαδρόμου δεδομένων. Κάθε διαδικασία επικοινωνίας διαρκεί περίπου 4ms.

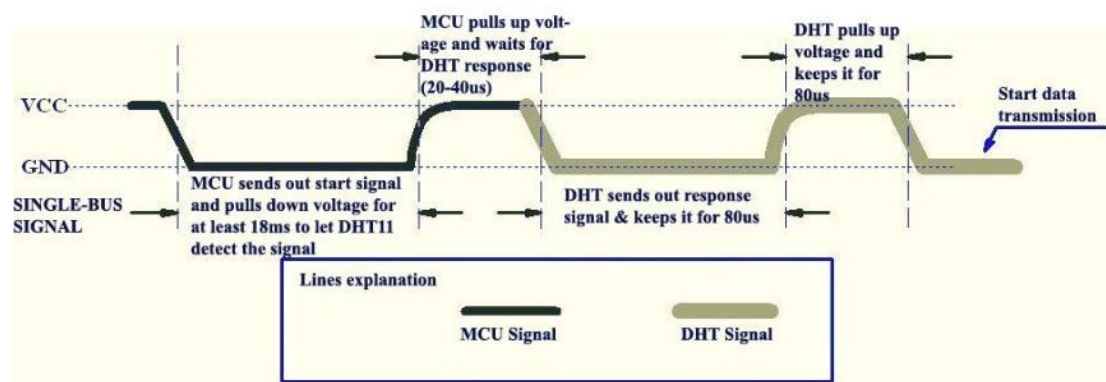
Τα δεδομένα μεταδίδονται με τη συγκεκριμένη μορφή:

- 8bit integral RH data +
- 8bit decimal RH data +
- 8bit integral T data +
- 8bit decimal T data +
- 8bit check sum.

Αν η μετάδοση των δεδομένων είναι σωστή τότε ο έλεγχος του αθροίσματος πρέπει να ισούται με το τελευταίο 8^ο bit του αποτελέσματος της πράξης “8bit integral RH data + 8bit decimal RH data + 8bit integral T data + 8bit decimal T data”.



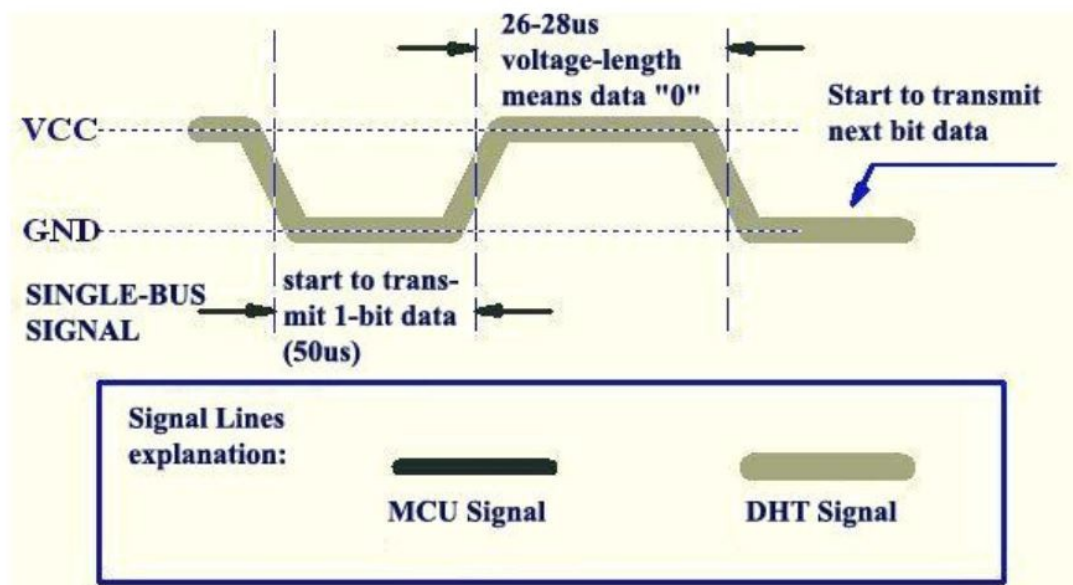
Η προκαθορισμένη τιμή του Data Pin είναι HIGH. Όταν ξεκινάει η επικοινωνία μεταξύ του MCU και του DHT11, το MCU θα τραβήξει κάτω την τιμή του Data Pin για τουλάχιστον 18ms. Η διαδικασία αυτή αποκαλείται «Αρχικό σήμα» και πραγματοποιείται προκειμένου να διασφαλίσει ότι το DHT11 επικοινωνεί με το MCU. Μετά το MCU θα τραβήξει πάνω τη τιμή του Data Pin για 20-40μs προκειμένου να περιμένει την αντίδραση του DHT11.



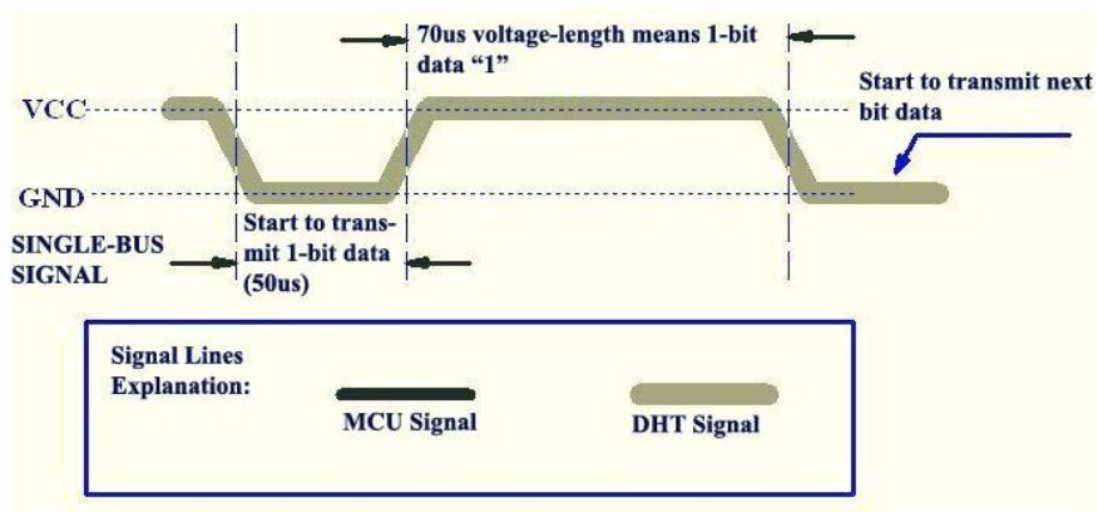
Μόλις το DHT11 ανιχνεύσει το «Αρχικό σήμα» , θα τραβήξει κάτω το Data Pin ως «Σήμα Ανταπόκρισης» το οποίο διαρκεί 80μs. Μετά απο αυτό το DHT11 θα τραβήξει πάνω το Data Pin για 80μs και θα προετοιμαστεί για αποστολή δεδομένων.

Κατα τη διάρκεια εναλλαγής των δεδομένων, κάθε bit δεδομένων ξεκινάει με 50μs σήμα χαμηλής τάσης και καταλήγει σε ένα σήμα υψηλής τάσης. Η διάρκεια του σήματος υψηλής τάσης καθορίζει αν αυτό θα είναι "0" η "1".

Το Data Pin "0" έχει διάρκεια 28μs σήματος υψηλής τάσης:



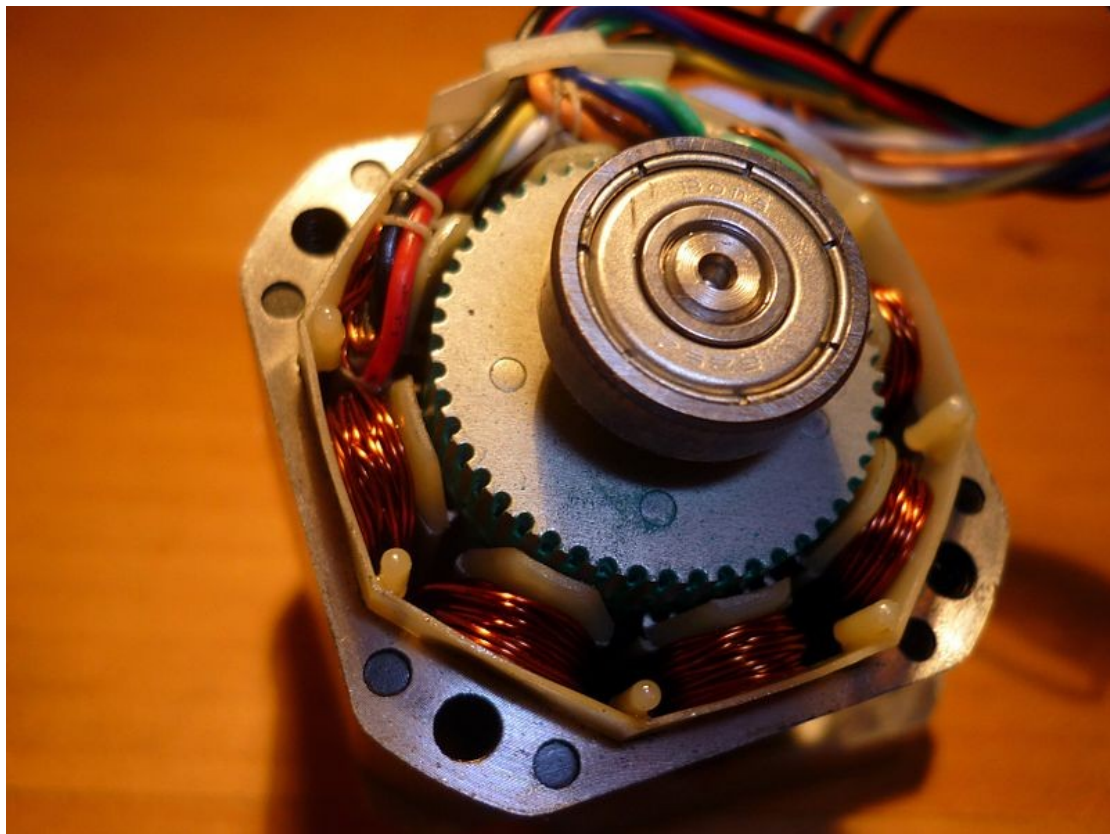
Ενώ το Data Pin "1" έχει διάρκεια 70μs σήματος υψηλής τάσης:



5.2 Stepper Motor (NEMA 17)

Ως stepper motor, ορίζεται ο ηλεκτρικός κινητήρας συνεχούς ρεύματος χωρίς ψήκτρες, ο οποίος διαιρεί μία πλήρη περιστροφή σε έναν αριθμό ίσων βημάτων. Οι κινητήρες τέτοιου τύπου έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν τόσο σε ανοικτό βρόγχο (χωρίς κάποιον αισθητήρα ανάδρασης), όσο και σε κλειστό βρόγχο.

5.2.1 Αρχές λειτουργίας των Stepper Motors



Οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος κινούνται συνεχώς όταν το συνεχές ρεύμα εφαρμόζεται στους ακροδέκτες τους. Ο Stepper Motor είναι ευρέως γνωστός από την δυνατότητα που έχει να μετατρέπει ένα «τρένο» παλμών εισόδου (συνήθως τετραγωνικούς παλμούς) σε μία

ακριβή προκαθορισμένη θέση του άξονα. Κάθε παλμός μετακινεί τον άξονα σε μία προκαθορισμένη γωνία.

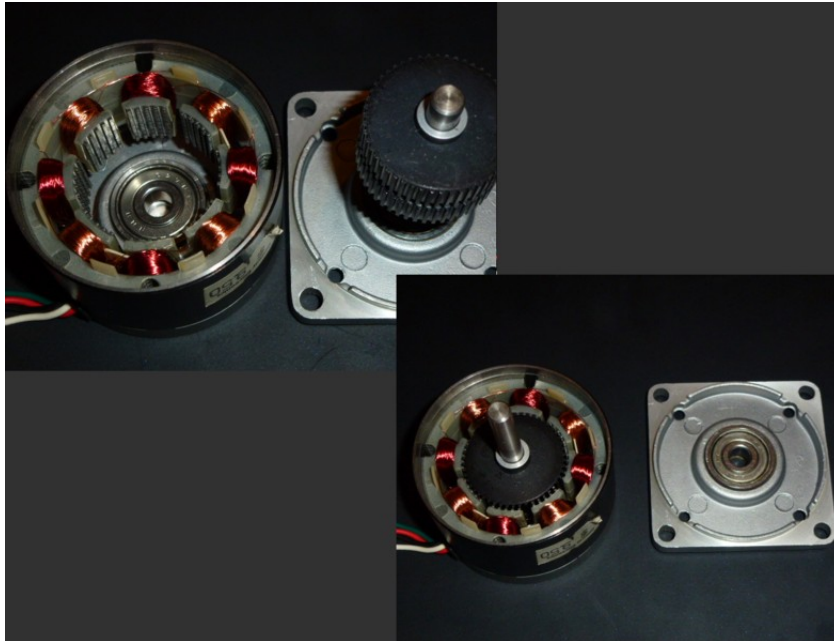
Οι Stepper Motors έχουν πολλούς «οδωντοτούς» ηλεκτρομαγνήτες τοποθετημένους γύρω από ένα κεντρικό σίδηρο σε σχήμα γραναζιού. Οι ηλεκτρομαγνήτες αυτοί τροφοδοτούνται από ένα εξωτερικό κύκλωμα οδήγησης ή κάποιον μικροελεγκτή. Για να πραγματοποιηθεί η κίνηση του άξονα, αρχικά ένας ηλεκτρομαγνήτης δέχεται ενέργεια, η οποία μαγνητικά προσελκύει τα «δόντια» του γραναζιού. Όταν τα δόντια του γραναζιού ευθυγραμμίζονται με τον πρώτο ηλεκτρομαγνήτη, είναι ελαφρώς μετατοπισμένα από τον επόμενο ηλεκτρομαγνήτη. Αυτό σημαίνει ότι όταν ο επόμενος ηλεκτρομαγνήτης είναι ανοιχτός και ο πρώτος είναι απενεργοποιημένος, το γρανάτζι περιστρέφεται ελαφρά για να ευθυγραμμιστεί με το επόμενο. Από εκεί και έπειτα η διαδικασία επαναλαμβάνεται. Κάθε μία από αυτές τις περιστροφές ονομάζεται «βήμα», με έναν ακέραιο αριθμό βημάτων που κάνουν μία πλήρη περιστροφή. Με αυτό τον τρόπο, ο κινητήρας μπορεί να γυρίζει σε μία ακριβή γωνία.

5.2.2 Τύποι Stepper Motors

Υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι βηματικών κινητήρων:

1. Με σταθερό μαγνητικό βήμα
2. Με υβριδικό σύγχρονο βήμα
3. Με μεταβλητό βήμα απροθυμίας

Οι μόνιμοι μαγνητικοί κινητήρες χρησιμοποιούν έναν μόνιμο μαγνήτη (PM) στο ρότορα και λειτουργούν με την έλξη ή την απόφραξη μεταξύ του ρότορα και των ηλεκτρομαγνητών του στάτη. Οι κινητήρες μεταβλητής απροθυμίας (VR) έχουν ένα απλό στροφέιο σιδήρου και λειτουργούν με βάση την αρχή ότι η ελάχιστη απροθυμία εμφανίζεται με ελάχιστο κενό, εξ ου και τα σημεία του ρότορα έλκονται προς τους πόλους μαγνητών του στάτη.



Διπολικός υβριδικός βηματικός κινητήρας

5.2.3 Μονοφασικοί βηματικοί κινητήρες

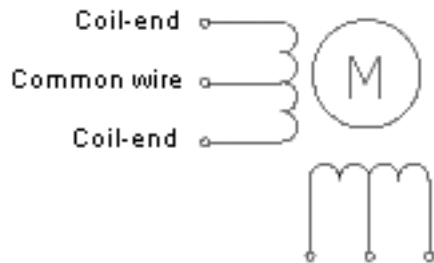
Υπάρχουν δύο βασικές διατάξεις περιέλιξης για τα ηλεκτρομαγνητικά πηνία σε έναν κινητήρα σταδιακής φάσης δύο φάσεων. Διπολικό και μονοπολικό.

Μονοπολικοί κινητήρες

Ένας μονοπολικός βηματικός κινητήρας έχει μια περιέλιξη με κεντρική σύνδεση ανά φάση. Κάθε τμήμα περιελίξεων ενεργοποιείται για κάθε κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου. Επειδή σε αυτή τη διάταξη ένας μαγνητικός πόλος μπορεί να αντιστραφεί χωρίς να αλλάξει τη κατεύθυνση του ρεύματος, το κύκλωμα μεταγωγής μπορεί να γίνει πολύ απλό (π.χ. ένα μονό τρανζίστορ) για κάθε περιέλιξη. Συνήθως, δεδομένης μιας φάσης, η κεντρική σύνδεση κάθε περιέλιξης γίνεται κοινή: Δίνοντας τρεις αγωγούς ανά φάση και έξι καλώδια για έναν τυπικό κινητήρα δύο φάσεων. Συχνά αυτά τα κοινά δύο φάσεων είναι εσωτερικά συνδεδεμένα, οπότε ο κινητήρας έχει μόνο πέντε καλώδια.

Ένας μικροελεγκτής ή ένας ελεγκτής stepper motor μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ενεργοποιήσει τα τρανζίστορ οδήγησης με τη σωστή σειρά και αυτή η ευκολία λειτουργίας κάνει τους μονοπολικούς

κινητήρες δημοφιλείς στους χομπίστες. Είναι ίσως ο φθηνότερος τρόπος να επιτευχθούν ακριβείς γωνιακές κινήσεις.



Μονοπολική σπειροειδής κινητήρας

Διπολική κινητήρας

Οι διπολική κινητήρας έχουν ένα μόνο τύλιγμα ανά φάση. Το ρεύμα σε μία περιέλιξη πρέπει να αντιστραφεί προκειμένου να αντιστραφεί ένας μαγνητικός πόλος, οπότε το κύκλωμα οδήγησης πρέπει να είναι πιο περίπλοκο, συνήθως με μία διάταξη γέφυρας. Υπάρχουν δύο αγωγοί ανά φάση, όπου κανένας δεν είναι κοινός.

Στατικά φαινόμενα τριβής με χρήση γέφυρας έχουν παρατηρηθεί με ορισμένες τοπολογίες κίνησης.

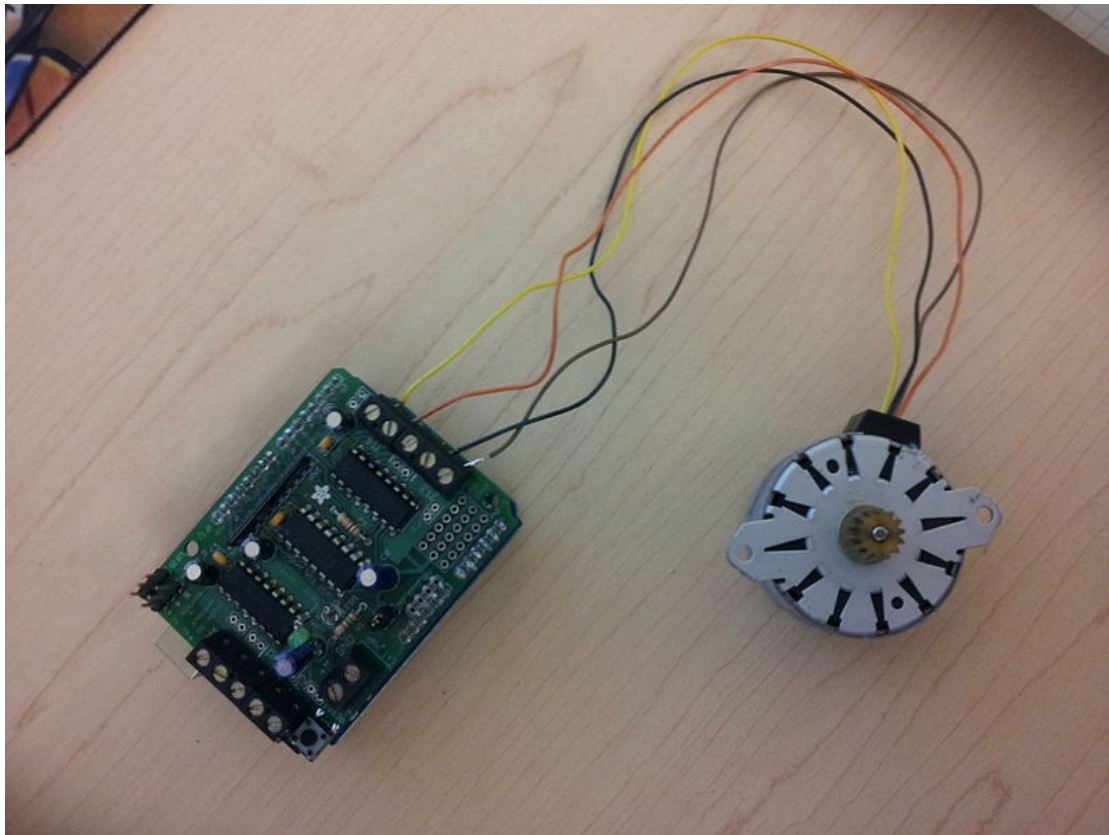
Η απόσταση του βαθμιδωτού σήματος σε υψηλότερη συχνότητα από την οποία μπορεί να ανταποκριθεί ο κινητήρας μειώνει αυτό το φαινόμενο της «στατικής τριβής».

Επειδή οι περιελίξεις χρησιμοποιούνται καλύτερα, είναι πιο ισχυρές από έναν μονοπολική κινητήρα του ίδιου βάτρου. Αυτό οφείλεται στον φυσικό χώρο που καταλαμβάνουν οι περιελίξεις. Ένας μονοπολική κινητήρας έχει διπλάσια ποσότητα καλωδίου στον ίδιο χώρο, αλλά μόνο το μισό χρησιμοποιείται σε κάθε χρονική στιγμή, επομένως είναι 50% αποτελεσματικός (ή περίπου 70% της διαθέσιμης ροπής).

Ένα σύστημα 8 ακροδεκτών είναι τυλιγμένο σαν ένα μονοπολική σύστημα, αλλά τα καλώδια δεν είναι ενωμένα με κοινά εσωτερικά στον κινητήρα. Αυτός ο τύπος κινητήρα μπορεί να συνδεθεί σε διάφορες διαμορφώσεις:

- Διπολική
- Διπολική με περιελίξεις σειρών. Αυτό δίνει μεγαλύτερη αυτεπαγωγή αλλά χαμηλότερο ρεύμα ανά περιέλιξη
- Διπολική με παράλληλες περιελίξεις. Αυτό απαιτεί υψηλότερο ρεύμα αλλά μπορεί να αποδίδει καλύτερα καθώς μειώνεται η αυτεπαγωγή του τυλίγματος
- Διπολική με μία μόνο περιέλιξη ανά φάση. Αυτή η μέθοδος θα εκτελεί τον κινητήρα μόνο στις μισές διαθέσιμες περιελίξεις, πράγμα που θα μειώσει τη διαθέσιμη ροπή χαμηλής ταχύτητας αλλά θα απαιτήσει μικρότερο ρεύμα

Κύκλωμα οδηγού βηματικού κινητήρα



Βηματικός κινητήρας συνδεδεμένος πάνω σε κύκλωμα οδηγού.

Η απόδοση ενός βηματικού κινητήρα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το κύκλωμα του οδηγού. Οι καμπύλες ροπής μπορεί να επεκταθούν σε μεγαλύτερες ταχύτητες εάν οι πόλοι του στάτη μπορούν να αντιστραφούν πιο γρήγορα, με τον περιοριστικό παράγοντα να είναι η αυτεπαγωγή τύλιξης. Για να ξεπεραστεί η αυτεπαγωγή και να μετακινηθούν γρήγορα οι περιελίξεις, πρέπει να αυξηθεί η τάση της κίνησης. Αυτό οδηγεί περαιτέρω στην ανάγκη περιορισμού του ρεύματος το οποίο αυτές οι υψηλές τάσεις μπορεί να προκαλούν.

Κύκλωμα οδηγού L/R

Τα κυκλώματα οδηγού L/R αναφέρονται επίσης ως μονάδες σταθερής τάσης επειδή εφαρμόζεται σταθερή θετική ή αρνητική τάση σε κάθε περιέλιξη για να ρυθμιστούν οι θέσεις των βημάτων. Ωστόσο, πρόκειται για ρεύμα περιέλιξης, όχι για τάση που εφαρμόζει ροπή στρέψης στον άξονα του βηματικού κινητήρα. Το ρεύμα I σε κάθε περιέλιξη σχετίζεται με την εφαρμοζόμενη τάση V από την αυτεπαγωγή περιέλιξης L και την αντίσταση περιέλιξης R . Η αντίσταση R καθορίζει το μέγιστο ρεύμα σύμφωνα με το νόμο του Ohm ($I=V/R$). Η αυτεπαγωγή L καθορίζει το μέγιστο ρυθμό μεταβολής του ρεύματος στην περιέλιξη σύμφωνα με τον τύπο ($dI/dt=V/L$). Έτσι, όταν ελέγχεται από μία μονάδα L/R, η μέγιστη ταχύτητα ενός βηματικού κινητήρα περιορίζεται από την αυτεπαγωγή του δεδομένου ότι με κάποια ταχύτητα η τάση θα αλλάζει ταχύτερα από το ρεύμα που μπορούμε να διατηρήσουμε. Με απλά λόγια, ο ρυθμός μεταβολής του ρεύματος είναι L/R . Για να επιτευχθεί υψηλή ροπή σε υψηλές ταχύτητες απαιτείται μεγάλη τάση κίνησης με χαμηλή αντίσταση και χαμηλή αυτεπαγωγή.

Με μία μονάδα L/R είναι δυνατό να ελέγχεται ένας κινητήρας αντιστάσεως χαμηλής τάσης με έναν κινητήρα υψηλότερης τάσης απλά προσθέτοντας έναν εξωτερικό αντιστάτη σε σειρά με κάθε περιέλιξη. Αυτό θα αποβάλει την ισχύ των αντιστάσεων και θα παράγει θερμότητα. Ως εκ τούτου, θεωρείται επιλογή χαμηλής απόδοσης, αν και απλή και φθηνή.

Κυματομορφές ρεύματος φάσης

Ένας βηματικός κινητήρας είναι ένας σύγχρονος κινητήρας πολλαπλών φάσεων εναλλασόμενου ρεύματος και οδηγείται ιδανικά από το ημιτονοειδές ρεύμα. Μια κυματομορφή πλήρους βήματος είναι μία συνολική προσέγγιση ενός ημιτονοειδούς και είναι ο λόγος για τον οποίο ο κινητήρας παρουσιάζει τόσο πολλούς κραδασμούς. Διάφορες τεχνικές οδήγησης έχουν αναπτυχθεί για να προσεγγίσουν καλύτερα μία κυματομορφή ημιτονοειδούς κίνησης.

Δίαυλος κύματος (μία φάση ενεργοποιημένη)

Σε αυτή τη μέθοδο οδήγησης ενεργοποιείται μόνο μία φάση τη φορά. Έχει τον ίδιο αριθμό βημάτων με την κίνηση πλήρους βήματος, αλλά ο

κινητήρας θα έχει σημαντικά μικρότερη ονομαστική ροπή. Σπάνια χρησιμοποιείται.

Πλήρης μονάδα δίσκου (δύο φάσεις ενεργοποιημένες)

Αυτή είναι η συνήθης μέθοδος για πλήρη οδήγηση του κινητήρα. Οι δύο φάσεις είναι πάντα ενεργοποιημένες ώστε ο κινητήρας να παρέχει τη μέγιστη ονομαστική ροπή. Μόλις απενεργοποιηθεί μία φάση, ενεργοποιείται και μία άλλη. Η κίνηση με κύμα και το μονοφασικό πλήρες βήμα είναι ταυτόσημα, με τον ίδιο αριθμό βημάτων αλλά με διαφορά ροπής.

Half-stepping

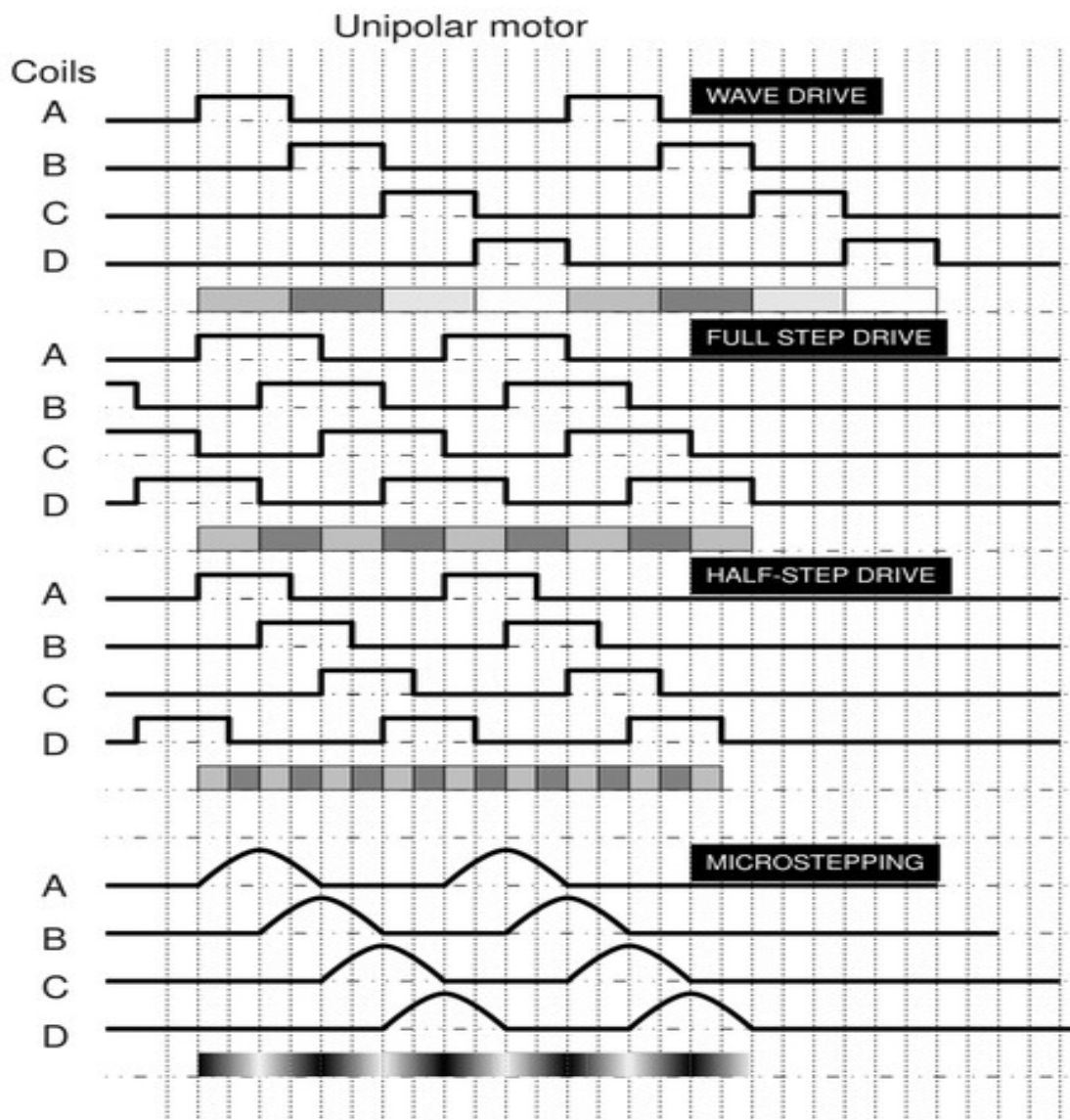
Όταν βρισκόμαστε στη λειτουργία μισού βήματος, ο ηλεκτροκινητήρας εναλλάσσεται μεταξύ δύο φάσεων και μίας μόνο φάσης. Αυτό αυξάνει τη γωνιακή ανάλυση. Ο κινητήρας έχει επίσης μικρότερη ροπή (περίπου 70%) στη θέση πλήρους βήματος (όπου μόνο μια φάση είναι ενεργοποιημένη). Αυτό μπορεί να μετριαστεί με την αύξηση του ρεύματος στο ενεργό τύλιγμα για να αντισταθμιστεί. Το πλεονέκτημα του μισού βηματισμού (Half-Stepping), είναι ότι τα ηλεκτρονικά συστήματα κίνησης δε χρειάζεται να αλλάξουν για να τον υποστηρίξουν.

Microstepping

Αυτό που συνήθως αναφέρεται ως microstepping είναι μία εναλλαγή ημίτονου-συνημίτονου στην οποία το ρεύμα περιέλιξης προσεγγίζει μια ημιτονοειδή κυματομορφή εναλλασσόμενου ρεύματος. Η μικροστεοσύνθεση ημιτονοειδούς συνημιτόνου είναι η πιο κοινή μορφή, αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλες κυματομορφές.

Ανεξάρτητα από τη χρησιμοποιούμενη κυματομορφή, καθώς τα μικροδιατάγματα γίνονται μικρότερα, η λειτουργία του κινητήρα γίνεται πιο ομαλή, μειώνοντας έτσι σημαντικά τον συντονισμό σε οποιαδήποτε μέρη μπορεί να συνδεθεί ο κινητήρας. Η ανάλυση περιορίζεται από τη μηχανική παραμόρφωση, την αντίδραση και άλλες πηγές σφάλματος μεταξύ του κινητήρα και της τελικής συσκευής. Οι μειωτήρες γραναζιών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αύξηση της ανάλυσης της τοποθέτησης.

Η επαναληψιμότητα μεγέθους βημάτων είναι σημαντικό χαρακτηριστικό των βηματικών κινητήρων και ένας βασικός λόγος για τη χρήση τους.



Παρακάτω ακολουθεί το datasheet του NEMA 17, ο οποίος είναι και ο Stepper Motor που επιλέξαμε για τη πραγματοποίηση της πτυχιακής μας εργασίας.

Technique parameter

Item	Specifications
Step Angle Accuracy	± 5%(full step, no load)
Resistance Accuracy	± 10%
Inductance Accuracy	± 20%
Temperature Rise	80°CMax.(rated current, 2 phase on)
Ambient Temperature	- 10°C- +50°C
Insulation Class	B
Dielectric Strength	500VAC for one minute
Shaft Radial Play	0.06Max.(450 g-load)
Shaft Axial Play	0.08Max.(450 g-load)

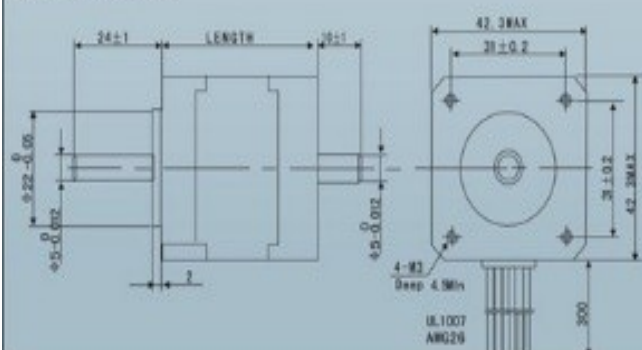


Technique Specification

Model		Step angle	Motor length	Rated voltage	Rated current	Phase resistance	Phase inductance	Holding torque		lead wire	Rotor inertia	Weight
Single Shaft	Double Shaft	°	L(mm)	V	A	Ω	mH	Oz-in	gf.cm	No.	g.cm ²	kg
42BYGH33-001A	42BYGH33-001B	1.8	33	12	0.3	40	22	23.5	1700	5	35	0.22
42BYGH33-601A	42BYGH33-601B	1.8	33	4	0.95	4.2	2.5	22	1580	6	35	0.22
42BYGH33-602A	42BYGH33-602B	1.8	33	9.6	0.4	24	15	22	1580	6	35	0.22
42BYGH33-603A	42BYGH33-603B	1.8	33	12	0.31	38.5	21	22	1580	6	35	0.22
42BYGH33-401A	42BYGH33-401B	1.8	33	2.8	1.33	2.1	2.5	30	2200	4	35	0.22
42BYGH39-601A	42BYGH39-601B	1.8	39	4	1.2	3.3	3.2	36	2590	6	54	0.28
42BYGH39-602A	42BYGH39-602B	1.8	39	6	0.8	7.5	6.7	36	2590	6	54	0.28
42BYGH39-603A	42BYGH39-603B	1.8	39	12	0.4	30	30	36	2590	6	54	0.28
42BYGH39-401A	42BYGH39-401B	1.8	39	2.8	1.68	1.65	3.2	50	3600	4	54	0.28
42BYGH47-601A	42BYGH47-601B	1.8	47	4	1.2	3.3	2.8	44	3170	6	68	0.35
42BYGH47-602A	42BYGH47-602B	1.8	47	6	0.8	7.5	6.3	44	3170	6	68	0.35
42BYGH47-603A	42BYGH47-603B	1.8	47	12	0.4	30	25	44	3170	6	68	0.35
42BYGH47-401A	42BYGH47-401B	1.8	47	2.8	1.68	1.65	2.8	62	4400	4	68	0.35

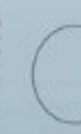
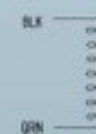
◆ We also manufacture products according to customer's requirements.

Dimensions

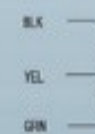


Wiring Diagram

4LEADES



6LEADES



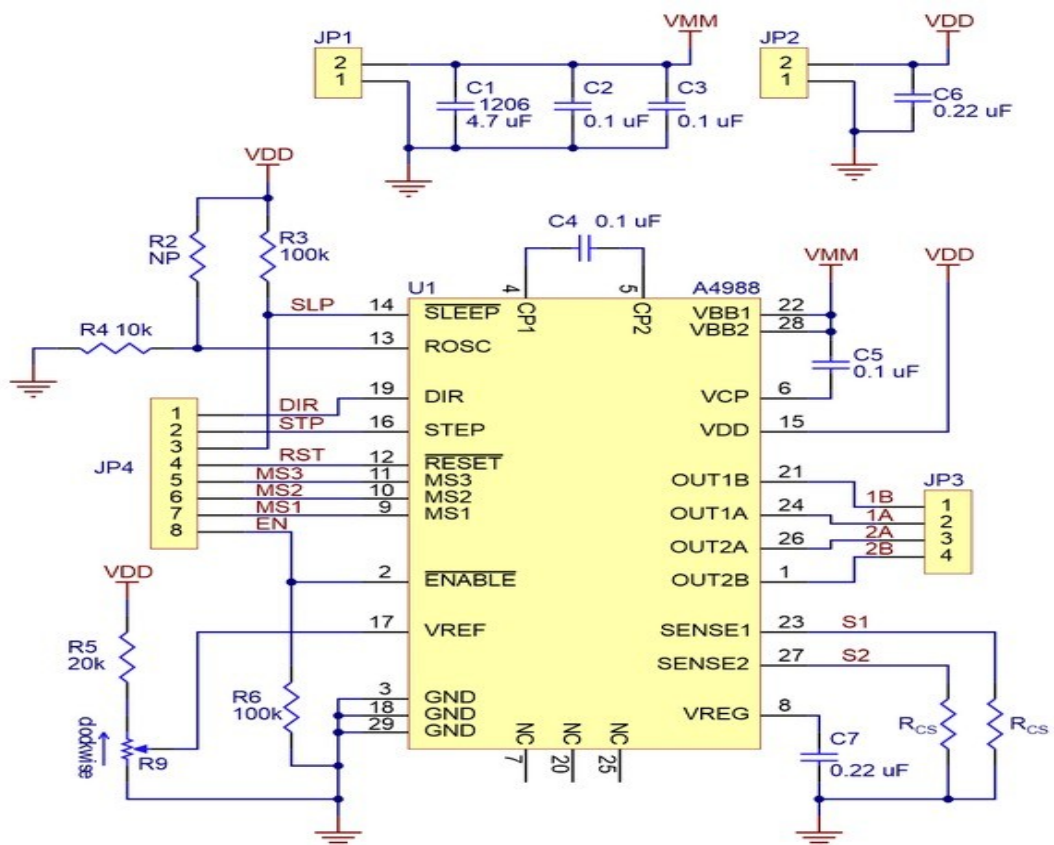
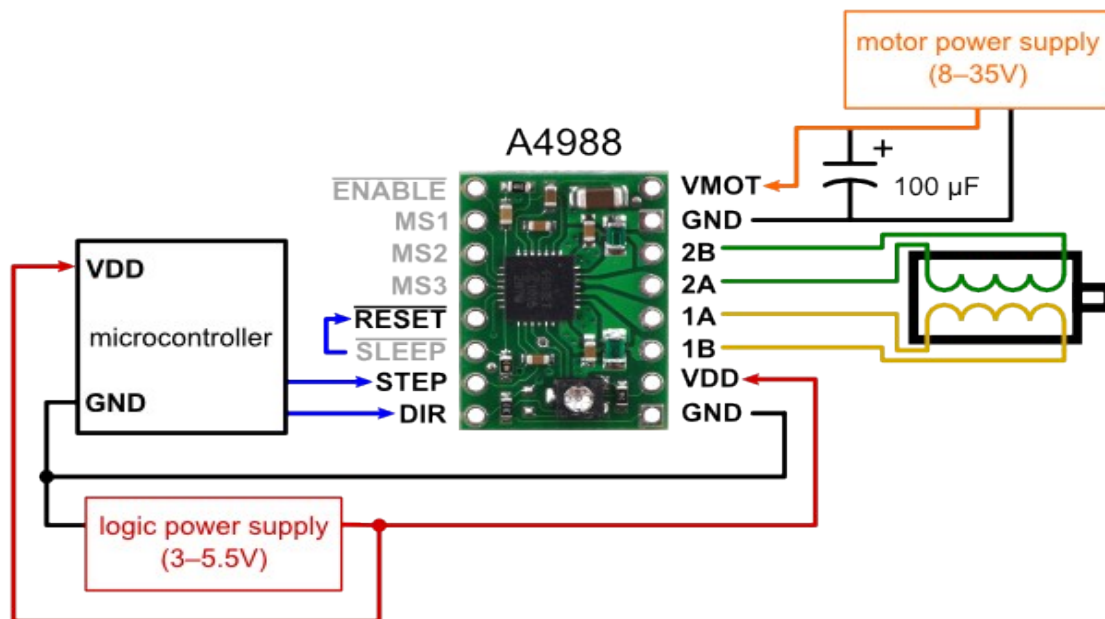
5.3 A4988 Stepper Motor Driver

Πρόκειται για μία πλακέτα οδήγησης με ενσωματωμένο μεταγλωτιστή και προστασία απο υπερβολικό ρεύμα. Η πλακέτα αυτή μας δίνει τη δυνατότητα να έχουμε έλεγχο πάνω σε έναν Bipolar Stepper Motor έως και σε 2 Ampere έξοδο ρεύματος ανα τύλιγμα.

Μερικά απο τα πλεονεκτήματα του A4988 Driver συνοψίζονται παρακάτω:

- Απλοϊκός έλεγχος βημάτων και κατευθυνσης.
- Πέντε διαφορετικές συχνότητες βηματων : Full-step, Half-step, Quarter-Step, Eighth-step, Sixteenth-step.
- Η εύκολη δυνατότητα ρύθμισης του ρεύματος μας επιτρέπει να ορίσουμε τη μέγιστη έξοδο ρεύματος με ποτενσιόμετρο, πράγμα που μας επιτρέπει να χρησιμοποιήσουμε τάση μεγαλύτερη απο αυτή που ενδείκνυται για τον εν λόγω stepper και να πετύχουμε υψηλότερα ποσοστά απόδοσης.
- Προστασία απο υπερθέρμανση η οποία τερματίζει τη λειτουργία του κινητήρα.

Παρακάτω ακολουθεί το σχήμα όπου φαίνεται η διασύνδεση του A4988 με την τάση τροφοδοσίας και τον βηματικό μας κινητήρα, όπως και στη συνέχεια το schematic diagram του.



R_{cs} is 50mΩ for units with green resistors and 68mΩ for units with white resistors

Η εναλλαγή συχνότητας των βημάτων απο Full-step έως και σε Sixteenth-step γίνεται μέσω των Pins MS1-MS2-MS3.

Ακολουθεί ο πίνακας αλήθειας που μας δείχνει πως επιτυγχάνουμε τα επιθυμητά steps.

MS1	MS2	MS3	Resolution
LOW	LOW	LOW	Full Step
HIGH	LOW	LOW	Half Step
LOW	HIGH	LOW	Quarter Step
HIGH	HIGH	LOW	Eighth step
HIGH	HIGH	HIGH	Sixteenth Step

5.4 Arduino Relay Module

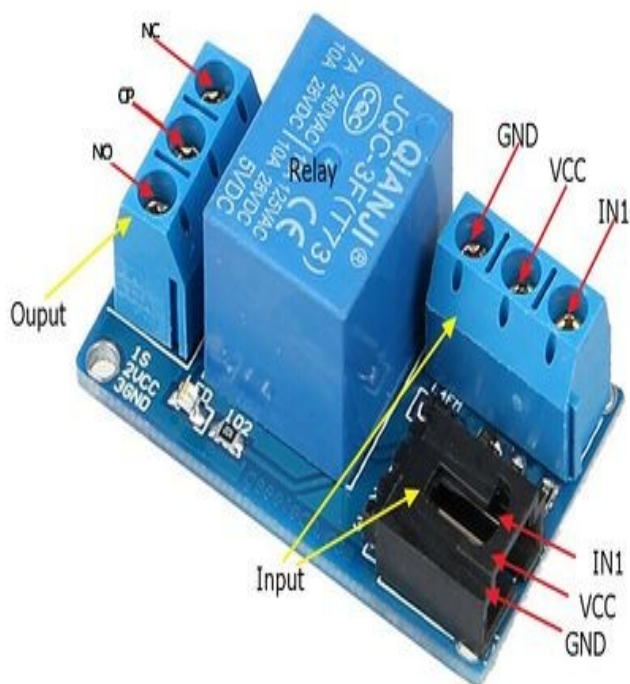


Ο ηλεκτρονόμος ή ρελέ (relay), είναι ένας ηλεκτρικός διακόπτης που ανοίγει και κλείνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα κάτω από τον έλεγχο ενός άλλου ηλεκτρικού κυκλώματος.

Επειδή ένας ηλεκτρονόμος είναι ικανός να ελέγχει ένα κύκλωμα εξόδου υψηλότερης ισχύος από το κύκλωμα εισόδου, μπορεί να θεωρηθεί, γενικά, μια μορφή ηλεκτρικού ενισχυτή.

Κάθε επαφή ενός ηλεκτρονόμου μπορεί να είναι Κανονικά_Ανοικτή (Normally Open, NO), Κανονικά-Κλειστή (Normally-Closed, NC) ή μεταγωγικός (Change-Over), ανάλογα με τον τύπο της.

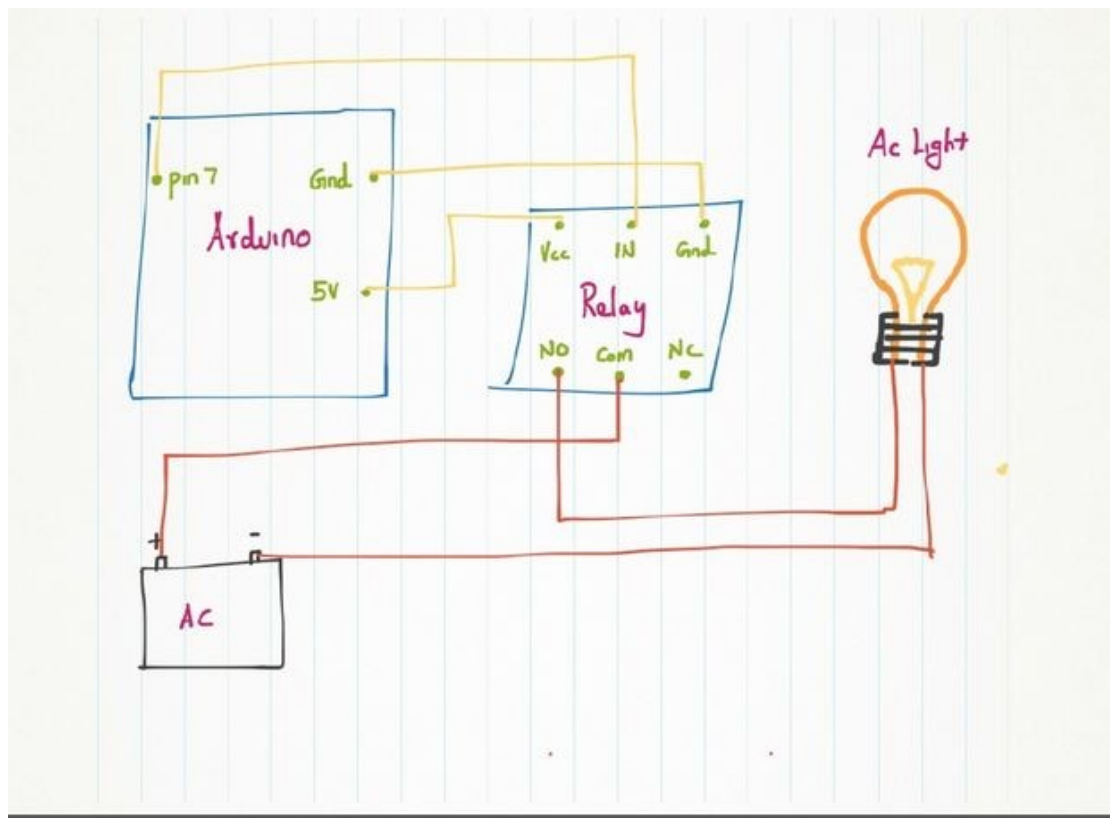
- Μία επαφή Κανονικά-Ανοικτή συνδέει το κύκλωμα όταν ο ηλεκτρονόμος ενεργοποιείται. Το κύκλωμα αποσυνδέεται όταν ο ηλεκτρονόμος είναι ανενεργός.
- Μία επαφή Κανονικά-Κλειστή αποσυνδέει το κύκλωμα όταν ο ηλεκτρονόμος ενεργοποιείται. Το κύκλωμα συνδέεται όταν ο ηλεκτρονόμος είναι ανενεργός.
- Μία επαφή μεταγωγική μπορεί να ελέγχει δύο κυκλώματα. Ισοδυναμεί με επαφή κανονικά-ανοικτή και μια επαφή κανονικά-κλειστή που έχουν έναν κοινό ακροδέκτη.



Στη συγκεκριμένη Πτυχιακή Εργασία χρησιμοποιήσαμε ένα module συμβατό με την πλακέτα του Arduino Mega 2560 προκειμένου να ανάβουμε ή να σβήνουμε μία λάμπα η οποία έχει ως σκοπό την παραγωγή θερμότητας μέσα στον χώρο του εκκολαπτηρίου.

Ανάλογα με τη θερμοκρασία που διαβάζει ο αισθητήρας DHT11 που αναφέραμε προτύτερα, δίνεται η εντολή στο ρελέ να αφήνει ή να εμποδίζει το ρεύμα να περάσει.

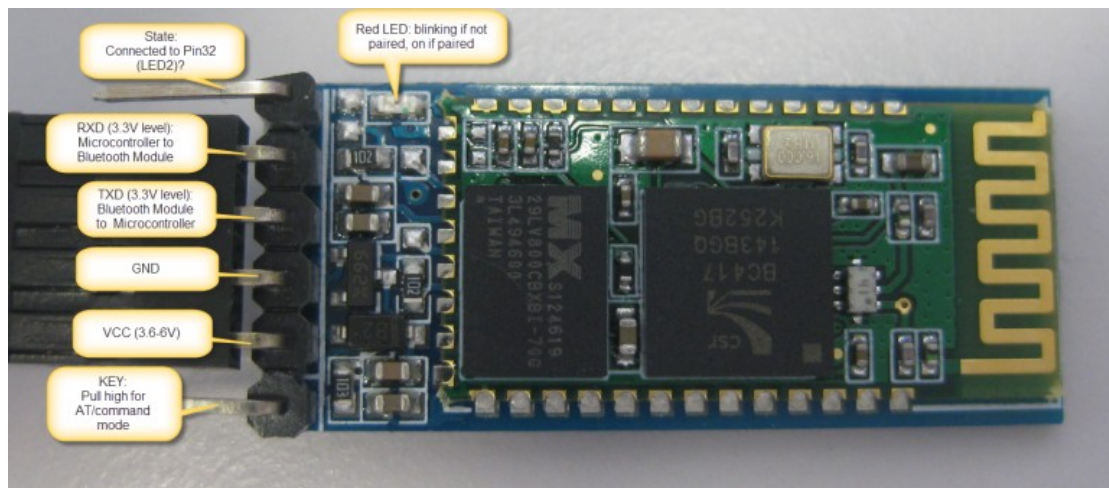
Η συνδεσμολογία που ακολουθήσαμε είναι αυτή που ακολουθεί στην παρακάτω εικόνα.



5.5 HC-06 Bluetooth Module

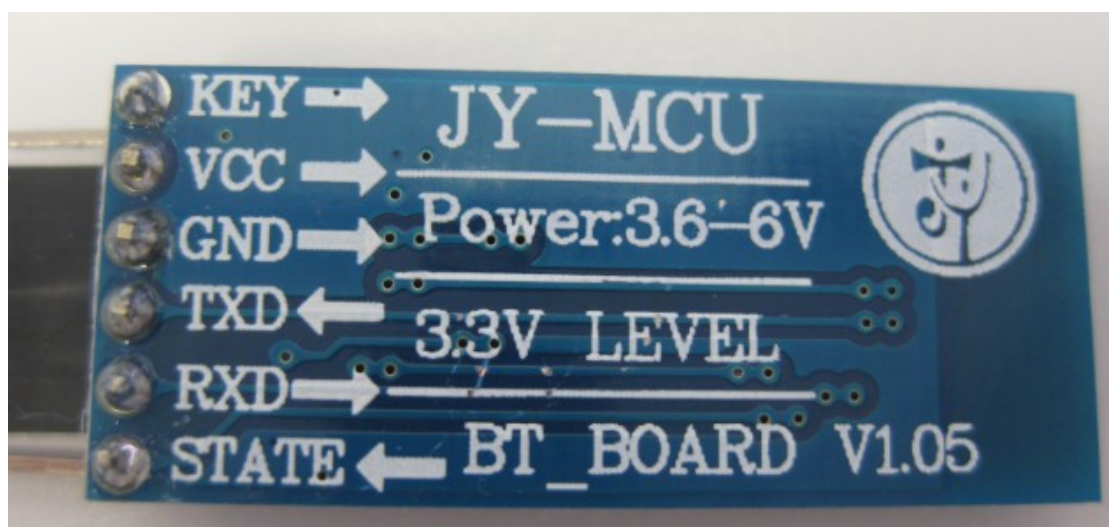
Παρακάτω βλέπουμε μία εικόνα της μονάδας JY-MCU HC-06.

Η μονάδα ήρθε με μία κεφαλίδα 4-pin.



Pins

Απο την κάτω πλευρά του module υπάρχουν ετικέτες για την κατεύθυνση του σήματος και την τάση.



- **VCC** : Υποδεικνύεται στο εύρος των 3.6V-6V. Η μονάδα μας λειτουργήσει με 5V
- **GND** : Γείωση
- **TXD** : Σειριακή έξοδος της μονάδας, συνδέεται με το RX του μικροελεγκτή
- **RXD** : Σειριακή είσοδος της μονάδας, συνδέεται με το TX του μικροελεγκτή

Εντολές AT που μπορούν να δωθούν στη μονάδα HC-06 μέσω της σειριακής

COMMAND	RESPONSE	COMMENT
AT	OK	Used to verify communication
AT+VERSION	OKlinvorV1.8	The firmware version (version might depend on firmware)
AT+NAMExyz	OKsetname	Sets the module name to “xyz”
AT+PIN1234	OKsetPIN	Sets the module PIN to 1234
AT+BAUD1	OK1200	Sets the baud rate to 1200
AT+BAUD2	OK2400	Sets the baud rate to 2400
AT+BAUD3	OK4800	Sets the baud rate to 4800
AT+BAUD4	OK9600	Sets the baud rate to 9600
AT+BAUD5	OK19200	Sets the baud rate to 19200
AT+BAUD6	OK38400	Sets the baud rate to 38400
AT+BAUD7	OK57600	Sets the baud rate to 57600

AT+BAUD8	OK115200	Sets the baud rate to 115200
AT+BAUD9	OK230400	Sets the baud rate to 230400
AT+BAUDA	OK460800	Sets the baud rate to 460800
AT+BAUDB	OK921600	Sets the baud rate to 921600
AT+BAUDC	OK1382400	Sets the baud rate to 1382400

6. Κώδικας – Προγραμματισμός Μικροελεγκτή

```
#include <LiquidCrystal.h>
#include "DHT.h"
#define DHTPIN 2
#define DHTTYPE DHT11
#define RELAY 6
#include <Stepper.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial GPRS(14,15);

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
LiquidCrystal lcd(12, 11, 10, 5, 4, 3, 7);
int backLight = 13;
int is,im,ih,id,ida;
float time,s1,m1,h1,d1;
int ic,ip,ik;
const int stepPin = 8;
const int dirPin = 9;
int bt1pin=18;
int bt2pin=19;
char bluetoothData;

void setup()
{
  dht.begin();
  Serial1.begin(9600);
```



```
GPRS.begin(9600);  
Serial3.begin(9600);  
  
GPRS.println("AT+CPIN=75080200");  
GPRS.println("AT+CMGF=1");  
  
delay(500);  
  
pinMode(RELAY, OUTPUT);  
pinMode(backLight, OUTPUT);  
pinMode(stepPin,OUTPUT);  
pinMode(dirPin,OUTPUT);  
pinMode(bt1pin,OUTPUT);  
pinMode(bt2pin,OUTPUT);  
digitalWrite(RELAY,HIGH);  
digitalWrite(backLight, LOW);  
lcd.begin(16,2);  
lcd.clear();  
lcd.setCursor(0,0);  
lcd.print("ATEI Thess/nikis");  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print("Automation Eng");  
delay(5000);  
lcd.clear();  
lcd.setCursor(0,0);  
lcd.print("Ptyxiaki");
```

```
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Ergasia");
delay(3000);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Kontelatsidis");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Magias");
delay(3000);

}

//loop to read the sensor and display
void loop(){

while(GPRS.available())
{
  Serial3.write(GPRS.read());
}

float h = dht.readHumidity();
float t = dht.readTemperature();
float f = dht.readTemperature();
float hic = dht.computeHeatIndex(t, h, false);

time=millis();
s1=time/1000;
```

```
m1=s1/60;
h1=m1/60;
d1=h1/24;
id=int(d1);
ih=int((d1-int(d1))*24);
im=int((h1-int(h1))*60);
is=int((m1-int(m1))*60);

ida=21-id;
if (isnan(h) || isnan(t) || isnan(f))
{

    sendSMS();

    lcd.clear();
    delay(500);
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("failed to read");
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("sensor");
    bluetoothData=Serial1.read();
    if (bluetoothData =='R')
    {
        digitalWrite(RELAY , HIGH);
        delay(1000);
    }
}
```

```
else if(blueetoothData == 'A')
{
    digitalWrite(RELAY , LOW);
    delay(1000);
}
return;
delay(50000);

}
else
{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("T:");
    lcd.print(t,1);
    lcd.print("C-");
    lcd.print("H:");
    lcd.print(h,0);
    lcd.print("%");
    lcd.print(" |");
    lcd.print(21-id);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(id);
    lcd.print("d:");
    lcd.print(ih);
    lcd.print("h:");
```

```
lcd.print(im);  
lcd.print("m:");  
lcd.print(is);  
lcd.print("s");  
  
if(t < 35.0){  
  digitalWrite(RELAY,LOW);  
}  
else{  
  digitalWrite(RELAY,HIGH);  
}  
digitalWrite(dirPin,HIGH);  
digitalWrite(stepPin,LOW);  
ic= im % 1;  
ik=im-ip;  
if(ic==0 && ik != 0){  
  ip=im;  
  lcd.setCursor(0,2);  
  lcd.print("Turning Eggs!");  
  for(int x = 0; x < 800; x++) {  
    digitalWrite(stepPin,HIGH);  
    delayMicroseconds(3000);  
    digitalWrite(stepPin,LOW);  
    delayMicroseconds(3000);  
  }  
}
```

```
}  
delay(500);  
}  
}  
  
void sendSMS() {  
    Serial3.print(" Failed to read sensor ");  
  
    GPRS.println("AT+CMGS=\"+306982493668\"");  
  
    delay(500);  
  
    GPRS.print(" Failed to read sensor ");  
    GPRS.write( 0x1a ); // ctrl+Z character  
  
    delay(500);  
}
```

7.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ

[https://en.wikipedia.org/wiki/Incubator_\(culture\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Incubator_(culture))

[https://en.wikipedia.org/wiki/Incubator_\(egg\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Incubator_(egg))

[http://www.moa.gov.cy/moa/vs/vs.nsf/0/D9EC0DC753337635C225767700387D31/\\$file/%CE%B1%CF%80%CE%B1%CE%B9%CF%84%CE%AE%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1%CF%82%20%CE%B5%CE%BD%CF%8C%CF%82%20%CF%83%CF%8D%CE%B3%CF%87%CF%81%CE%BF%CE%BD%CE%BF%CF%85%20%CE%B5%CE%BA%CE%BA%CE%BF%CE%BB%CE%B1%CF%80%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%AF%CE%BF%CF%85.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/vs/vs.nsf/0/D9EC0DC753337635C225767700387D31/$file/%CE%B1%CF%80%CE%B1%CE%B9%CF%84%CE%AE%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1%CF%82%20%CE%B5%CE%BD%CF%8C%CF%82%20%CF%83%CF%8D%CE%B3%CF%87%CF%81%CE%BF%CE%BD%CE%BF%CF%85%20%CE%B5%CE%BA%CE%BA%CE%BF%CE%BB%CE%B1%CF%80%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%AF%CE%BF%CF%85.pdf)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>

http://www.geeetech.com/wiki/index.php/Arduino_Mega_2560

https://el.wikipedia.org/wiki/Global_System_for_Mobile_Communications

http://www.geeetech.com/wiki/index.php/Arduino_GPRS_Shield

[https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/DHT11_Temperature_and_Humidity_Sensor_\(SKU:_DFR0067\)](https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/DHT11_Temperature_and_Humidity_Sensor_(SKU:_DFR0067))

http://www.geeetech.com/wiki/index.php/DHT_11_Humidity_%26_Temperature_Sensor

https://en.wikipedia.org/wiki/Stepper_motor

http://reprap.org/wiki/NEMA_17_Stepper_motor

http://www.geeetech.com/wiki/index.php/StepStick_A4988_Stepper_Driver_Module

http://www.geeetech.com/wiki/index.php/One-Channel_Relay_module

<https://mcuoneclipse.com/2013/06/19/using-the-hc-06-bluetooth-module/>

<https://el.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>