



**Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης**

**Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών**

**Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής**



**Πτυχιακή εργασία**

**Ολοκληρωμένο σύστημα συναγερμού Arduino  
με RFID**

**Μαλλούρης Γιάννης (ΑΜ: 2692)**

**Κυριάκος Παπαχριστοδούλου (ΑΜ: 2785)**

**Επιβλέπων καθηγητής : Δρ. Παναγιωτάκης Σπυρίδων**

**Επιτροπή Αξιολόγησης :**

**Ημερομηνία παρουσίασης:**

## Περιεχόμενα

Περιεχόμενα Πινάκων – Εικόνων .....	3
Abstract .....	5
1. Εισαγωγή .....	6
2. Internet of Things .....	7
2.1. Machine to Machine .....	9
2.1.1. Τα στάδια της M2M επικοινωνίας .....	11
2.1.2. Αρχιτεκτονική της M2M επικοινωνίας .....	14
3. Arduino .....	16
3.1. Μοντέλα Arduino .....	17
Εκδόσεις .....	17
3.1.2. Arduino Shields .....	18
Ακροδέκτες .....	19
Μνήμη Arduino .....	20
Είσοδοι και Έξοδοι .....	20
Τρόποι επικοινωνίας .....	21
Προγραμματισμός arduino .....	22
3.2. RFID .....	23
Ζώνες συχνοτήτων τεχνολογίας RFID .....	25
Λειτουργία RFID .....	27
3.2.1. RFID Ετικέτες (Tags) .....	28
4. Μεθοδολογία Υλοποίησης .....	31
4.1. Δίκτυα αισθητήρων .....	33
4.2. Προώθηση στο διαδικτυό .....	33
4.3. Προγραμματισμός μικροελεγκτή .....	34
4.4. Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν .....	35
Xampp .....	35
Apache Web Server .....	36
Arduino IDE .....	36
VBScript .....	38
5. Το υλικό μέρος του συστήματος .....	39
5.1. Κόστος υλικών .....	39
5.2. Arduino Mega 2560 .....	39

Χαρακτηριστικά.....	40
Τροφοδοσία Arduino.....	41
5.3. RFID MF-RC522.....	41
5.4. Πληκτρολόγιο .....	43
5.5. Ηλεκτρονική Κλειδαριά - Ρελέ .....	44
5.6. Παθητικό αισθητήριο PIR.....	45
5.7. Siemens TC35 .....	49
5.8. LCD Screen Module .....	51
6. Συνδεσμολογία του κυκλώματος.....	52
7. Το λογισμικό μέρος του συστήματος.....	57
7.1. Ανάλυση και επεξήγηση του κώδικα. ....	61
8. Φωτογραφικό υλικό.....	69
9. Συμπεράσματα.....	73
Προβλήματα.....	73
Μελλοντικές εργασίες και επεκτάσεις .....	74
Βιβλιογραφία .....	74

## Περιεχόμενα Πινάκων – Εικόνων

INTERNET OF THINGS.....	8
MACHINE TO MACHINE .....	11
ARDUINO MODELS .....	17
ARDUINO SHIELDS .....	19
ΖΩΝΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ RFID.....	24
ISM ΖΩΝΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ.....	25
RFID ANTENA.....	29
RFID TAG BLOCK SECTORS.....	29
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΡΟΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....	31
WEB TOOLS.....	35
ARDUINO IDE ICONS.....	37
ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ.....	39
ARDUINO MEGA 2560 .....	40
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ARDUINO MEGA 2560 .....	40
RFID - MF-RC522.....	42
PINS OF RF522 .....	42

KEYPAD .....	43
SINGLE RELAY	
ELECTRIC LOCKER .....	44
PIR SENSOR .....	46
PIR DETECTING AREA .....	47
SIEMENS TC35 .....	49
ΘΥΡΑ RS232 (RECOMMENDED STANDARD 232) .....	50
LCD MODULE .....	51
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ BREADBOARD ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ .....	53
ΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ .....	54
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ .....	56
ARDUINO BASIC CODES .....	58
ARDUINO IDE ENVIRONMENT .....	59
ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ ARDUINO IDE .....	60

## Abstract

In earlier times, where there were no modern means for people to watch and protect their property and to ensure the security of their private space, various patents and traps were used to stop unwanted intruders, causing injury or even the burglars death.

In these times the security of private areas has continued to be a very important issue, the increase in crime, especially in the field of burglaries has given considerable emphasis on the continuous control / monitoring of our private spaces. So many of us seek a sense of security in the home, in the factory, the company or in any other area of work or leisure. This can easily be achieved nowadays due the new technological means at our disposal and without great cost.

Alarm systems are now an essential part of our everyday life. Through sensors we get alerted to events that may be dangerous for the place and for our lives. Alarms have the ability to detect motion, changing position of various objects, opening doors, fire detection and many other changing states in the environment.

## 1. Εισαγωγή

Στις παλαιότερες εποχές όπου δεν υπήρχαν τα σύγχρονα μέσα για να παρακολουθούν και να προστατεύουν τις περιουσίες τους και να εξασφαλίζουν την ασφάλεια του ιδιωτικού τους χώρου χρησιμοποιούσαν διάφορες ευρεσιτεχνίες όπως διάφορες παγίδες για να σταματήσουν τους ανεπιθύμητους εισβολείς, με αποτέλεσμα τον τραυματισμό ή ακόμα και τον θάνατο του διαρρήκτη.

Στις εποχές που βαδίζουμε η ασφάλεια του ιδιωτικού χώρου δεν έπαψε να είναι ένα πολύ σημαντικό ζήτημα, η αύξηση της εγκληματικότητας και κυρίως στον τομέα των διαρρήξεων, έχει δώσει σημαντική έμφαση στο συνεχή έλεγχο/παρακολούθηση των ιδιωτικών μας χώρων. Έτσι λοιπόν πολλοί από εμάς επιζητούν το αίσθημα της ασφάλειας στην οικία, στο εργοστάσιο, στην εταιρία, στο χώρο όπου εργαζόμαστε ή σε οποιοδήποτε άλλο χώρο. Επομένως αυτό μπορεί εύκολα να επιτευχτεί στις μέρες μας εξαιτίας των τεχνολογικών μέσων που διαθέτουμε και μπορούμε να το επιτύχουμε χωρίς μεγάλο κόστος.

Τα συστήματα συναγερμού είναι πλέον απαραίτητο κομμάτι της καθημερινότητας μας. Μέσω αισθητήρων, μας ειδοποιούν για γεγονότα τα οποία μπορεί να είναι επικίνδυνα για τον χώρο και για τη ζωή μας. Οι συναγερμοί έχουν τη δυνατότητα να ανιχνεύουν την κίνηση, την αλλαγή θέσης διάφορων αντικειμένων, το άνοιγμα θυρών, τη ανίχνευση φωτιάς και ότι άλλο είναι εφικτό και επιθυμητό.

Τα συστήματα συναγερμού έχουν εξελιχθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό, καλύπτοντας τις ανάγκες φύλαξης που έχουν προκύψει σε δημόσιους και ιδιωτικούς χώρους. Είναι πλέον απαραίτητη η ενεργοποίηση δικλείδων ασφαλείας που θα προστατεύσουν τις εγκαταστάσεις από πράξεις δολιοφθοράς-διάρρηξης-κλοπής-πυρκαγιάς κ.α. Κάθε σύστημα συναγερμού αποτελείται από διάφορες συσκευές, όπου η κάθε μια εκτελεί ένα συγκεκριμένο σκοπό και μια συγκεκριμένη εργασία, ανάλογα με τις ανάγκες που απαιτούνται. Κάθε χρήστης του συστήματος είναι ξεχωριστός και έχει ξεχωριστές απαιτήσεις. Αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για να ικανοποιούνται πάντα οι απαιτήσεις του χρήστη όποιες και να είναι αυτές.

Στην παρούσα εργασία κατασκευάστηκε ένα σύστημα συναγερμού βασισμένο στην πλατφόρμα του arduino (microcontroller) το οποίο έχει την δυνατότητα εντόπισης κίνησης στον χώρο μέσω υπέρυθρων αισθητήρων, άνοιγμα θύρας μέσω ηλεκτρομαγνητικής κλειδαριάς η οποία επιτρέπει την είσοδο αν η κάρτα (RFID) είναι έγκυρη ή αν ο χρήστης γνωρίζει τον κωδικό πρόσβασης που εισάγεται από φυσικό πληκτρολόγιο.

Αντικείμενο της πτυχιακής εργασίας μας είναι η σχεδίαση και κατασκευή ολοκληρωμένου συστήματος συναγερμού με arduino-RFID με δίκτυα αισθητήρων με σκοπό :

- Την παρακολούθηση εσωτερικών χώρων από αισθητήρα ανίχνευσης κίνησης.
- Την Ηλεκτρονική πρόσβαση με ταυτοποίηση μέσω rfid card ή μέσω φυσικού πληκτρολογίου.
- Την προβολή της κατάστασης του χώρου από lcd οθόνης.
- Να είναι διαθέσιμο μέσω διαδικτύου για προβολή της κατάστασης, και για προβολή του αρχείου επισκεπτών.
- Να καταγράφεται σε txt (log) αρχείο με όλα τα γεγονότα που έχουν συμβεί με ημερομηνία και ώρα, και θα είναι διαθέσιμο μέσω web interface και μέσω σειριακής επικοινωνίας.
- Να έχει την δυνατότητα αποστολής sms στον χρήστη σε περίπτωση που θα ανιχνευτεί κάποια παραβίαση στον χώρο.

Βασική επίδιωξη του project είναι η ενσωμάτωση πολλαπλών τεχνολογιών στην ανάγκη του για την βέλτιστη λειτουργία - κόστος του συστήματος.

## 2. Internet of Things

Η ιδέα πίσω από το Internet of Things, είναι η σύνδεση όλων των ηλεκτρονικών συσκευών μεταξύ τους ή/και με το Internet. Όταν λέμε ηλεκτρονικές συσκευές, εννοούμε σχεδόν τα πάντα. Από τα κινητά τηλέφωνα και τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, μέχρι τις καφετιέρες, τα ψυγεία, τα αυτοκίνητα, τα φανάρια στους δρόμους, τους ανελκυστήρες κτιρίων, τους λαμπτήρες, τα διάφορα wearable gadgets και οτιδήποτε άλλο μπορείς να φανταστείς. Το Internet όπως το γνωρίζουμε αυτή τη στιγμή αποτελεί τη ραχοκοκαλιά του Internet of Things, ωστόσο δεν είναι απαραίτητο οι συσκευές να έχουν απευθείας πρόσβαση σε αυτό. Για παράδειγμα, ένα fitness band συλλέγει αμέτρητα δεδομένα για τη φυσική σου κατάσταση και την υγεία σου, τα μεταδίδει στο smartphone ή το tablet σου μέσω Bluetooth και στη συνέχεια αυτά περνάνε online, στο cloud που χρησιμοποιείς για την καταγραφή τους. Πρακτικά, δηλαδή, μιλάμε για ένα περιβάλλον συλλογής δεδομένων από οποιαδήποτε ηλεκτρονική συσκευή ή μικροσκοπικό αισθητήρα που υπάρχει γύρω μας.

Οι περισσότεροι από εμάς έχουμε τουλάχιστον μια συσκευή μόνιμα συνδεδεμένη στο Internet (το smartphone ή/και τον ηλεκτρονικό μας υπολογιστή) και η ευρυζωνική πρόσβαση έχει γίνει πολύ πιο προσιτή απ' ό,τι στο παρελθόν. Παράλληλα, η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει οδηγήσει στη μείωση του κόστους παραγωγής, με αποτέλεσμα όλο και περισσότερες συσκευές να διαθέτουν ενσωματωμένο Wi-Fi (όπως για παράδειγμα όλες τις σύγχρονες τηλεοράσεις) ή Bluetooth, καθώς και προηγμένους αισθητήρες. Δεν πρέπει, φυσικά, να παραλείψουμε να αναφέρουμε και την έλευση του πρωτοκόλλου IPv6 (Internet Protocol version 6), που επιτρέπει σε όσα δισεκατομμύρια συνδεδεμένες συσκευές κι αν κατασκευαστούν μελλοντικά, να έχουν τη δική τους διεύθυνση IP για να είναι δυνατή η επικοινωνία. Σύμφωνα με τη Cisco, μέχρι το 2020 θα υπάρχουν 50 δισεκατομμύρια συνδεδεμένες συσκευές (ή «πράγματα»), ενώ η Intel και η IDC ανεβάζουν τον αριθμό για την ίδια χρονιά στα 200 –τουλάχιστον– δισεκατομμύρια!

Θεωρητικά, υπάρχει και θα έχει θετικό αντίκτυπο στην καθημερινότητα μας. Θα προσπαθήσουμε να το κάνουμε λίγο πιο σαφές με συγκεκριμένα παραδείγματα. Φαντάσου ένα σπίτι με συνδεδεμένες συσκευές που όταν το πρωί χτυπάει το ξυπνητήρι του smartphone σου, θα ανάβει αυτόματα το φως στο υπνοδωμάτιο και, ταυτόχρονα, θα ενεργοποιείται η καφετιέρα για να σου ετοιμάσει ένα ζεστό espresso. Φαντάσου, επίσης, να μπορείς να ενεργοποιήσεις τον κλιματισμό και το θερμοσίφωνο μέσω του smartphone σου, μισή ώρα πριν επιστρέψεις σπίτι απ' το γραφείο.

Φυσικά, το Internet of Things πηγαίνει πολύ πιο πέρα από τους «αυτοματισμούς» ενός σπιτιού. Συνδεδεμένα αυτοκίνητα θα μπορούν να «επικοινωνούν» μεταξύ τους και να κρατάνε αποστάσεις ασφαλείας, καθώς και να ενημερώνουν την τροχαία και τους άλλους οδηγούς για την κίνηση στους δρόμους. Συνδεδεμένα μέσα μαζικής μεταφοράς θα σου επιτρέπουν να γνωρίζεις το πότε ακριβώς θα βρίσκονται στη στάση σου. Έξυπνα πιεσόμετρα ή συσκευές μέτρησης των επιπέδων της γλυκόζης στο αίμα, θα μπορούν να στέλνουν τις μετρήσεις απευθείας στον γιατρό σου για να έχει μια καλύτερη εικόνα της κατάστασης της υγείας σου, με αναλυτικές μετρήσεις σε καθημερινή βάση –που αυτή τη στιγμή είναι πρακτικά αδύνατο να συγκεντρώσει.

Αισθητήρες που θα είναι πάντα online στο δίκτυο ύδρευσης των πόλεων, θα μπορούν να ενημερώνουν τους πολίτες ανά πάσα στιγμή για την ποιότητα του νερού και να





## 2.1. Machine to Machine

Με τον όρο «M2M Επικοινωνίες» ή «Machine-To-Machine Communications» αναφερόμαστε στην χαμηλής ισχύος και χαμηλού κόστους αυτόματη ανταλλαγή πληροφοριών, μεταξύ ασύρματων ή ενσύρματων μηχανών και συσκευών του ίδιου τύπου με ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση ή ακόμη και με πλήρη απουσία αυτής. Κατά τη διαδικασία αυτή, εξασφαλίζονται οι κατάλληλες συνθήκες ώστε μηχανήματα και συσκευές να επικοινωνούν μεταξύ τους ανταλλάσσοντας πληροφορίες οι οποίες επεξεργαζόμενες και αξιολογούμενες προκαλούν αυτόματες λειτουργίες ωφέλιμες για την ανθρώπινη δραστηριότητα. Η επικοινωνία αυτή γίνεται μέσω της χρήσης ενός δικτύου επικοινωνίας όπως το Bluetooth, το Wi-Fi και το Zigbee καθώς και ενός συνόλου υπολογιστών με ενσωματωμένο μικροεπεξεργαστή, αισθητήρες, διακόπτες, οθόνη χειρισμού κ.α..

Η κύρια ιδέα γύρω από την οποία έχουν δομηθεί οι M2M επικοινωνίες είναι αυτή του δικτύου και πιο συγκεκριμένα η αντίληψη πως οι συσκευές λειτουργούν βέλτιστα όταν είναι συνδεδεμένες σε δίκτυο, ενώ ταυτόχρονα το ίδιο το δίκτυο επωφελείται από την προσθήκη όλο και περισσότερων συσκευών σε αυτό. Έτσι, υπάρχει η τάση για όλο και περισσότερες συσκευές να συνδέονται σε δίκτυα επικοινωνίας με την M2M επικοινωνία να τείνει να τυποποιηθεί στα πλαίσια των ασύρματων επικοινωνιών 5ης γενιάς. Έτσι, μέσα στα επόμενα χρόνια προβλέπεται ότι θα υπάρχουν 2 δισεκατομμύρια συνδεδεμένες ασύρματες συσκευές (εξαιρουμένων των κινητών τηλεφώνων), σπάζοντας κάθε προηγούμενο ρεκόρ αναφορικά με τον όγκο των M2M δεδομένων. Προς το παρόν, οι διάφορες εφαρμογές των M2M επικοινωνιών έχουν κάνει την εμφάνισή τους σε τομείς όπως η υγειονομική περίθαλψη, τα κυβερνοσυστήματα μεταφοράς (CTS) και οι αυτόματες οικιακές τεχνολογίες.

Αρχικά, η M2M επικοινωνία εφαρμόστηκε στη βιομηχανική οργανολογία όπου ένας αισθητήρας ή μετρητής καλείται να ανιχνεύσει ένα συγκεκριμένο γεγονός (το επίπεδο πληρότητας μιας αποθήκης τροφίμων είναι μια τέτοια ανιχνεύσιμη ποσότητα), σήμα το οποίο μεταβιβάζοταν μέσω ενός δικτύου (ενσύρματου, ασύρματου ή υβριδικού) σε εφαρμογή (επίπεδο λογισμικού) η οποία θα το μετέφραζε σε χρήσιμη πληροφορία αποσκοπώντας σε κάποια λήψη αποφάσεων (η αποθήκη, για παράδειγμα, θα έπρεπε ίσως να ενισχυθεί από άποψη προμηθειών). Σχηματικά, λοιπόν, η επικοινωνία αυτή επιτυγχάνεται μέσω ενός δικτύου συσκευών οι οποίες μεταβίβαζαν δεδομένα προς ανάλυση σε έναν κεντρικό κόμβο και στη συνέχεια η παραγόμενη από τον κόμβο πληροφορία θα ανακατευθυνόταν σε ένα σύστημα τύπου προσωπικού υπολογιστή.

Ωστόσο, οι σύγχρονες M2M επικοινωνίες έχουν ξεφύγει από τα στενά πλαίσια της σύνδεσης συσκευών μια-προς-μια και έχουν αποκτήσει τη μορφή του συστήματος δικτύων που εκπέμπουν δεδομένα σε προσωπικές ηλεκτρικές συσκευές. Αυτή η εξέλιξη οφείλεται σε πολύ μεγάλο βαθμό στην ανάπτυξη των IP δικτύων παγκοσμίως, μια ανάπτυξη η οποία καθιστά την M2M επικοινωνία ευκολότερη, γρηγορότερη και με μικρότερες ενεργειακές ανάγκες. Έτσι, ενώ αρχικά οι M2M επικοινωνίες ξεκίνησαν ως βιομηχανικές εφαρμογές, στις μέρες μας έχουν πλέον εισέλθει στο τεχνολογικό κλάδο της Τηλεματικής.

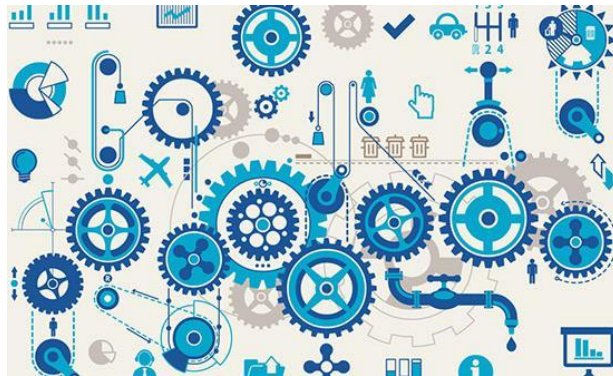
Θεωρώντας την εξέλιξη τους με το πέρασμα του χρόνου, οι M2M επικοινωνίες έχουν υπάρξει σε διάφορες μορφές από την έλευση του δικτυακού αυτοματισμού μέχρι σήμερα και έχουν χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές της Τηλεμετρίας, της Βιομηχανίας, του Αυτοματισμού καθώς και σε εφαρμογές SCADA (Supervisory Control & Data Acquisition).

Παρά το γεγονός ότι τα κυβελωτά δίκτυα γίνονται συνεχώς όλο και πιο συνηθισμένα, ένας σημαντικός όγκος συσκευών ακολουθεί να χρησιμοποιεί επίγειες γραμμές (POTS, DSL, καλώδια) για τη σύνδεση σε δίκτυα IP. Η M2M επικοινωνία αναδύθηκε το 1995 όταν

η Siemens κατασκεύασε ειδικό τμήμα στη μονάδα της κινητής της τηλεφωνίας ώστε να κατασκευαστεί και να δοθεί στην αγορά ένα δίκτυο τύπου GSM με την ονομασία «MI» που θα επιτρέπει την επικοινωνία συσκευών μέσω ασύρματων δικτύων. Τον Οκτώβρη του 2000 δημιουργήθηκε ειδικό τμήμα εντός της εταιρείας με την ονομασία «Μονάδα Ασύρματων» το οποίο τον Ιούνιο του 2008 μετατράπηκε σε αυτόνομη εταιρεία με την ονομασία «Cinterion». Οι πρώτες μονάδες MI χρησιμοποιήθηκαν σε κινούμενα οχήματα, την παρακολούθηση εξ' αποστάσεως και σε εφαρμογές παρακολούθησης και εντοπισμού. Οι πρώτες εμπορικές βιομηχανίες οι οποίες αναγνώρισαν τα οφέλη της νέο-αφιχθείσας M2M επικοινωνίας ήταν η GM και η εταιρεία ηλεκτρονικών Hughes. Σήμερα, η M2M επικοινωνία έχει πλέον ραφινάρισμα χαρακτηριστικά και δυνατότητες όπως ο παγκόσμιος εντοπισμός στίγματος και ενσωματωμένη Java, σημαντική δυνατότητα για την επιτάχυνση της τεχνολογίας Ίντερνετ των Πραγμάτων (Internet of Things - IoT). Από άποψης υλικού, τα δίκτυα επικοινωνίας M2M κατασκευάζονται από πολύ συγκεκριμένες εταιρείες. Το 1998, η Quake Global κατασκεύασε τα πρώτα M2M δορυφορικά και επίγεια μόντεμ και ενώ μέχρι εκείνη την περίοδο εξαρτιόταν πλήρως από το δίκτυο της ORBCOMM για τις δορυφορικές του υπηρεσίες, επεκτείνοντας τις δυνατότητές της στις δορυφορικές επικοινωνίες απέκτησε σαφές προβάδισμα στην αγορά δικτυακών προϊόντων. Το 2004, η Digi Int. ξεκίνησε την παραγωγή ασύρματων δρομολογητών ενώ το 2006 εξαγόρασε την Max Stream, κατασκευάστρια εταιρεία των ασύρματων XBee. Έτσι, είχε πλέον τη δυνατότητα να συνδέει συσκευές, όσο απομακρυσμένες κι αν ήταν αυτές. Μέχρι σήμερα, η Digi έχει συνεργαστεί με αρκετές εταιρείες με αποτέλεσμα να έχει επιτύχει τη σύνδεση εκατοντάδων χιλιάδων συσκευών παγκοσμίως. Το 2009, οι AT&T και Jasper ήρθαν σε συμφωνία ώστε να κατασκευάσουν από κοινού συσκευές για M2M επικοινωνία. Κατά την υπογραφή της συμφωνίας αυτής, οι εταιρείες δήλωσαν πως θα προσπαθήσουν να προωθήσουν τη συνδεσιμότητα μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών που αφορούν εξατομικευμένους καταναλωτές (και όχι πλέον σε βιομηχανικό ή εταιρικό επίπεδο), αυξάνοντας την ταχύτητα λειτουργίας αλλά και την αποδοτικότητα των συσκευών αυτών. Το 2009, επίσης, έλαβε χώρα το λανσάρισμα της πλατφόρμας PRiSMPro™ από την KORE Telematics με σκοπό τη διαχείριση πολλαπλών δικτύων αλλά και της Telenor Connexion της νορβηγικής εταιρείας Telenor, η οποία είναι ο ηγέτης στην ευρωπαϊκή αγορά υπηρεσιών εφοδιασμού, διαχείρισης στόλου, ασφάλειας οχημάτων, υγειονομικής περιθάλψης και έξυπνων μετρητικών συστημάτων ηλεκτρικής κατανάλωσης. Το 2009 είναι η χρονιά που και η ισπανική Telefonica ανακοινώνει τη δημιουργία μονάδας M2M επικοινωνιών στη Μαδρίτη. Στις αρχές του 2010, οι AT&T, KPN, Rogers, Telcel και Jasper ξεκίνησαν μια συνεργασία για την κατασκευή ενός κεντρικού κόμβου εξυπηρέτησης προγραμματιστών που εργάζονται στις M2M επικοινωνίες ενώ οι Vodafone, Verizon και nPhase δημιούργησαν μια στρατηγική συμμαχία που αποσκοπούσε στη δημιουργία προϊόντων M2M με προορισμό την ευρωπαϊκή και αμερικανική αγορά. Το 2011, η Aeris Communications ανακοίνωσε τη συνεργασία της με την αυτοκινητοβιομηχανία Hyundai και η KORE συνεργάστηκε με τη Vodafone και την Iridium Communications για την προώθηση των προϊόντων και των υπηρεσιών της σε πάνω από 180 χώρες παγκοσμίως. Ωστόσο, ήταν η συνεργασία της με την Mach Communications η οποία εισήγαγε την KORE στις αγορές Ασίας-Ειρηνικού. Μελλοντικά, θεωρείται βέβαιο πως η συνδεσιμότητα σε νέφος θα ωφελήσει σημαντικά τις M2M επικοινωνίες αναφορικά με τις ταχύτητες σύνδεσης. Επίσης, μέσα στα επόμενα 5 χρόνια αναμένεται σημαντική ανάπτυξη στο χώρο των εφαρμογών ασφάλειας. Συγκεκριμένα, η ABI Research προβλέπει μέχρι το 2018 έσοδα ύψους \$198 εκατομμυρίων από εφαρμογές ασφάλειας.

Οι εφαρμογές των δικτύων επικοινωνίας M2M είναι πολυάριθμες. Στη βιομηχανία τα δίκτυα επικοινωνίας M2M προσφέρουν τη δυνατότητα ύπαρξης ταχέων γραμμών παραγωγής υψηλής παραγωγικότητας προϊόντων που θα καταλήξουν στο εμπόριο. Σπουδαίο παράδειγμα αποτελούν οι γραμμές παραγωγής των αυτοκινητοβιομηχανιών όπου τα δίκτυα

M2M προσφέρουν πολύτιμη ανάδραση αναφορικά με την ανάκληση συγκεκριμένων μερών της γραμμής και την αντικατάστασή τους. Μια, επίσης, σπουδαία εμπορική εφαρμογή είναι η τοποθέτηση μετρητών κατανάλωσης ως σύστημα ελέγχου μέσω ασύρματου δικτύου για την παρακολούθηση της πιθανής παραποίησης προϊόντων, εφαρμογή που αποτελεί σπουδαίο ποιοτικό έλεγχο κατά της οποιοσδήποτε προσπάθειας εξαπάτησης από τη πλευρά κάποιου υπαλλήλου προς τη διοίκηση. Στον τομέα της διαφήμισης, τα M2M δίκτυα προσφέρουν τη δυνατότητα αυτόματης ενημέρωσης των ηλεκτρονικών πινακίδων με διαφορετικά μηνύματα ανάλογα με την ημέρα ή την ώρα της ημέρας και επίσης αυτόματη ενημέρωση αναφορικά με σημαντικές αλλαγές όπως για παράδειγμα στην παγκόσμια τιμή του πετρελαίου. Στον τομέα της αυτοκίνησης, μια ενδιαφέρουσα εφαρμογή είναι αυτή του εκ των προτέρων προγραμματισμού ενός ταξιδιού όπου ο οδηγός μπορεί να εποπτεύει και να ελέγχει τη διαθεσιμότητα των καυσίμων για τα συμβατικά αυτοκίνητα ή και της φόρτισης για τα υβριδικά, να προγραμματίζει τις στάσεις που θα πραγματοποιηθούν τόσο αριθμητικά όσο και τη θέση τους γεωγραφικά, να προθερμάνει ή να ψύξει το όχημα κτλ. Τέλος, ιδιαίτερης σημασίας είναι οι εφαρμογές της M2M επικοινωνίας στην Ιατρική όπου είναι δυνατή η παροχή φαρμακευτικής αγωγής σε συγκεκριμένο χρόνο και δόση σε ασθενείς που βρίσκονται σε καταστολή ή κώμα αλλά και η λειτουργία του εμφυτευμένου καρδιακού απινιδωτή όπου λαμβάνει σήμα από την καρδιά αναφορικά με τον καρδιακό ρυθμό και αντιδρά είτε λειτουργώντας ως βηματοδότης, είτε δίνοντας ηλεκτροσόκ στον ασθενή για να αποφευχθεί το ενδεχόμενο θανάτου, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να αποθηκεύει τα δεδομένα αυτά και να τα αποστέλλει στον ηλεκτρονικό υπολογιστή του προσωπικού γιατρού του ασθενούς. [2]



Machine to Machine

### 2.1.1. Τα στάδια της M2M επικοινωνίας

Σκοπός της M2M επικοινωνίας είναι η δημιουργία μιας ροής δεδομένων μεταξύ μηχανών και συσκευών του ίδιου τύπου είτε με ενσύρματα ή με ασύρματα δίκτυα αποσκοπώντας τελικά αυτή η ροή να καταλήξει σε σύστημα διαχειριζόμενο και εποπτευόμενο από τον άνθρωπο. Ανεξάρτητα από το είδος, τον κατασκευαστή ή τη λειτουργία των μηχανημάτων και των συσκευών, αυτή είναι και η κεντρική ιδέα πίσω από την M2M επικοινωνία. Ωστόσο, το είδος της συνδεσμολογίας των συσκευών, το πρωτόκολλο επικοινωνίας καθώς και ο τρόπος επεξεργασίας των πρωτογενών δεδομένων μπορεί κάθε φορά να διαφέρει.

Παράμετρος ρύθμισης των παραπάνω μεταβλητών που δημιουργούν την τελική μορφή της M2M επικοινωνίας είναι το είδος της εφαρμογής που αναπτύσσεται κάθε φορά, ο τρόπος και ο τόπος που αυτή θα εγκατασταθεί και οι γνώσεις που θα πρέπει να διαθέτει ο χρήστης της.

Υπάρχουν 4 πολύ βασικά στάδια επικοινωνίας που είναι κοινά στην πλειοψηφία των M2M εφαρμογών. Αυτά είναι τα εξής:

### **1. Συλλογή δεδομένων:**

Είναι μια πολύ απλή διαδικασία η οποία επιτελείται, για παράδειγμα, από ένα απλό αισθητήρα (π.χ. θερμοκρασίας), το κλείσιμο μιας επαφής ή ενός διακόπτη ή ένα σύστημα με θύρες επικοινωνίας. Η μηχανή, λοιπόν, λαμβάνει τα πρωτογενή δεδομένα τα οποία θα αποσταλούν σε ένα δίκτυο όπου και θα αναλυθούν. Το στοιχείο αυτό που λαμβάνει τα δεδομένα μπορεί είτε να είναι συνδεδεμένο σε δίκτυο για άμεση αποστολή τους, είτε να διαθέτει σειριακή θύρα όπου μία οποιαδήποτε έξυπνη συσκευή μπορεί να συνδεθεί για να «αιτηθεί» τα δεδομένα. Το συγκεκριμένο στάδιο της επικοινωνίας, εκτός από τη συλλογή των δεδομένων, αφορά και τη «γεφύρωση» του μηχανήματος με το δίκτυο επικοινωνιών. Ανάλογα με τον τρόπο που θα γίνει η λήψη και η μετάδοση των δεδομένων (εξαρτάται από το πρωτόκολλο που τίθεται σε ισχύ) ενσωματώνεται στο μηχανήμα και το κατάλληλο ασύρματο μοντέλο δεδομένων. Αν το ελεγχόμενο μηχανήμα είναι η master συσκευή του συστήματος, τότε διαχειρίζεται την M2M συσκευή ως μόντεμ φορτώνοντάς του τα δεδομένα ώστε αυτό να τα μεταφέρει στο δίκτυο. Αν η master συσκευή είναι η M2M, τότε αυτή κάνει περιοδικούς ελέγχους στη συσκευή ελέγχου τους αισθητήρες τους διακόπτες κτλ και λαμβάνει τα δεδομένα. Στις εφαρμογές υψηλής επικινδυνότητας, η ροή δεδομένων από τη συσκευή ελέγχου προς την M2M πρέπει να είναι σταθερή και σε πραγματικό χρόνο. Ωστόσο, στις περισσότερες εφαρμογές αυτό δεν είναι απαραίτητο και γι' αυτό αποφεύγεται αφού ανεβάζει το κόστος λειτουργίας του συστήματος. Σε αυτές τις περιπτώσεις, λοιπόν, καθορίζονται κάποια συγκεκριμένα όρια για το εύρος τιμών που μπορεί να λαμβάνει η τιμή της μεταβλητής που μετράει η συσκευή ελέγχου και η συσκευή M2M εκπέμπει πληροφορία σε πραγματικό χρόνο μόνο αν η τιμή αυτή σε κάποιον από τους αναγνωστικούς ελέγχους αποδειχθεί ότι ξεπέρασε κάποιο από αυτά τα όρια. Παρόλα αυτά, η αποστολή στοιχείων είναι πάντα δυνατή σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή ως απάντηση σε αίτημα που προέρχεται από τον server.

### **2. Μετάδοση δεδομένων:**

Στο στάδιο αυτό λαμβάνεται η μεταφορά των δεδομένων από ένα εξοπλισμό συνήθως βρίσκεται αρκετά απομακρυσμένος στο κέντρο λειτουργίας του δικτύου μέσω ενός δικτύου επικοινωνίας. Οι πιο κοινές λύσεις αναφορικά με το δίκτυο επικοινωνίας είναι αυτό της κινητής τηλεφωνίας, οι τηλεφωνικές γραμμές και οι δορυφόροι επικοινωνίας. Η πιο οικονομική από αυτές, είναι αυτή της σταθερής τηλεφωνίας γιατί υπάρχουν εγκατεστημένες γραμμές σχεδόν σε όλα τα κτίρια πλέον και το κόστος της χρήσης της μπορεί να διαμοιραστεί και σε άλλες χρήσεις. Ωστόσο, μπορεί η πιο δαπανηρή από αυτές τις επιλογές να είναι η δορυφορική επικοινωνία αλλά είναι η πιο αποτελεσματική πολλές φορές και η μόνη λύση για πολύ απομακρυσμένες περιοχές. Τέλος, το μεγάλο πλεονέκτημα της χρήσης του δικτύου κινητής τηλεφωνίας είναι η ευρεία γεωγραφική κάλυψη με την παράλληλη ολοένα συνεχιζόμενη πτώση των τιμολογίων των εταιρειών που παρέχουν τις υπηρεσίες. Στη Βόρεια Αμερική χρησιμοποιούνται ευρύτατα το CDMA και το GPRS λόγω της αυξημένης ικανότητάς τους να αποστέλλουν μεγάλο όγκο δεδομένων, για τη σύνδεση στα δίκτυα κινητής είναι υποχρεωτική η ύπαρξη πύλης που θα λάβει τα δεδομένα από το ασύρματο δίκτυο επικοινωνίας, θα τα μετατρέψει σε μορφή που να μπορούν να αποσταλούν προς το κέντρο λειτουργίας του δικτύου μέσω μιας σύνδεσης στο Internet ή μέσω μιας frame relay σύνδεσης. Σωστή

επιλογή της πύλης και του χρησιμοποιούμενου software εγγυάται την ασφαλή μετάδοση των δεδομένων. Επίσης, σωστή επιλογή της πύλης εγγυάται και τη λειτουργία της ως μετατροπέας πρωτοκόλλου, αυτή τη φορά από υψηλού εύρους ζώνης Internet πρωτόκολλα σε χαμηλού εύρους ζώνης ασύρματα πρωτόκολλα όταν αντιστρέφεται η ροή των δεδομένων.

### **3. Αξιολόγηση των δεδομένων:**

Τα δεδομένα τα οποία μεταδόθηκαν στο προηγούμενο στάδιο εμφανίζονται είτε στο software της εφαρμογής είτε σε ένα αυτόνομο σύστημα ειδικά σχεδιασμένο για την εξυπηρέτηση της M2M επικοινωνίας. Ωστόσο, στις μέρες μας έχει επικρατήσει η τάση να προτιμούνται τα αυτόνομα συστήματα αφού αποφεύγεται έτσι το κόστος ενσωμάτωσης ενός M2M συστήματος σε ένα ήδη υπάρχον σύστημα.

### **4. Ανταπόκριση στη διαθέσιμη πληροφορία:**

Είναι το στάδιο της επικοινωνίας όπου ουσιαστικά αυτοματοποιείται η οποιαδήποτε ελεγχόμενη διαδικασία ανάλογα με τις εντολές που έχει λάβει το σύστημα κατά τον προγραμματισμό του.

Για τη βέλτιστη λειτουργία της παραπάνω διαδοχής των σταδίων επικοινωνίας, τα M2M δίκτυα θα πρέπει να είναι ασφαλή, εύχρηστα και αξιόπιστα. Αυτές οι απαιτήσεις θα πρέπει κάθε φορά να εξυπηρετούν συγκεκριμένους στόχους. Έτσι, από τη στιγμή που ένα M2M δίκτυο θα πρέπει να μπορεί να υποστηρίζει όσο το δυνατόν περισσότερες συσκευές, το δίκτυο θα πρέπει να υποστεί τις κατάλληλες βελτιστοποιήσεις ώστε να αποφεύγεται η υπερφόρτωση του συστήματος. Επίσης, οι M2M συσκευές θα πρέπει να είναι σε θέση να είναι σχεδόν μόνιμα συνδεδεμένες στο δίκτυο ώστε να μπορούν να μεταδίδουν ακόμη και τον ελάχιστο όγκο πληροφορίας όταν αυτό θεωρείται σημαντικό, να εκτελούν διαφορετικές εφαρμογές M2M με διαφορετικά χαρακτηριστικά και απαιτήσεις, να διαχειρίζονται ορθολογικά τους διαθέσιμους πόρους καθώς και να μπορούν να υποστηρίξουν προηγμένους μηχανισμούς ελέγχου και ασφάλειας αφού θα λειτουργούν χωρίς ανθρώπινη επίβλεψη. Τέλος, θα πρέπει οι M2M συσκευές να διατίθενται σε χαμηλές τιμές, όπως χαμηλές θα πρέπει να είναι και οι χρεώσεις των υπηρεσιών δικτύου.

## 2.1.2. Αρχιτεκτονική της M2M επικοινωνίας

Από όσα συζητήθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο προκύπτει εύκολα το συμπέρασμα πως ένα δίκτυο M2 M επικοινωνίας είναι ουσιαστικά ένα κράμα από διάφορες ετερογενείς τεχνολογίες. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει συσκευές, δίκτυα, πύλες επικοινωνίας και λειτουργικό σύστημα καθώς και το τελικό προϊόν της εφαρμογής. Τα δομικά αυτά στοιχεία περιγράφονται ακολούθως:

- Συσκευές και μοντέλα επικοινωνίας:

Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται στα M2M δίκτυα επικοινωνίας είναι εξοπλισμένες με κάποιο μηχανήμα, κάποια συσκευή ή κάποια εφαρμογή που ενσωματώνει ένα μοντέλο επικοινωνίας όπως για παράδειγμα οι ενεργοποιητές, οι αισθητήρες, οι ετικέτες RFID, τα PLCs, τα μοντέλα I/O κτλ. Μέσω των αισθητήρων και των ενεργοποιητών, για παράδειγμα, μπορεί να γίνει η λήψη πληροφορίας και το σύστημα να εκτελέσει εντολές σύμφωνα με την επιθυμία του εκάστοτε ανθρώπινου παράγοντα ή ακόμα και εξαιτίας απουσίας κάποιας εντολής. Οι συσκευές των M2 M συστημάτων είναι προγραμματισμένες να αντιδρούν σε μεταβολές των τιμών συγκεκριμένων μεγεθών, όπως για παράδειγμα η θερμοκρασία ή η πίεση, η ανίχνευση φωτός ή μη κτλ. Επίσης, με τη βοήθεια αισθητήρων κατασκευάζονται PLCs και GSM μηχανήματα για ασύρματη λειτουργία συσκευών. Τα ασύρματα, αυτά, μοντέλα επικοινωνίας μπορούν είτε να ενσωματωθούν στο σύστημα είτε να προστεθούν ως ξεχωριστά εξαρτήματα.

- Δίκτυα:

Τα M2M συστήματα περιλαμβάνουν δύο ειδών δίκτυα. Το πρώτο είναι ένα δίκτυο επικοινωνίας το οποίο αποτελεί την κεντρική σύνδεση μεταξύ της συσκευής και του απομακρυσμένου χρήστη. Τυπικά δίκτυα επικοινωνιών είναι το xDSL, το IEEE802.11, τα τοπικά δίκτυα (LAN), τα W-LAN, το WiMAX, το Gena, το UTRAN, το GSM, το GPRS, το LTE κτλ. Υποχρέωση του δικτύου επικοινωνίας είναι η παραλαβή της πληροφορίας από την M2M πύλη και η αποστολή αυτής σε έναν back-end server ο οποίος επεξεργάζεται τα δεδομένα και τα αποστέλλει μέσω Internet στην κεντρική εγκατάσταση παρακολούθησης και ελέγχου του M2M συστήματος. Το δεύτερο είδος δικτύου που περιλαμβάνεται σε ένα σύστημα M2M είναι το M2M δίκτυο το οποίο είναι αυτό που συνδέει τη συσκευή με την M2M πύλη. Τυπικά M2M δίκτυα είναι το Wireless, το Zigbee, το Bluetooth, τα δίκτυα αισθητήρων κτλ. Η συνδεσιμότητα των συσκευών μπορεί να επωφελείται από όλα τα υπάρχοντα πρωτόκολλα (όπως, για παράδειγμα, το TCP/IP).

- Πύλη M2M:

Η πύλη M2M παραλαμβάνει τα πρωτογενή δεδομένα από τη συσκευή και τα προετοιμάζει για αποστολή μέσω του δικτύου επικοινωνίας. Στην πύλη βρίσκεται εγκατεστημένο και το πρωτόκολλο το οποίο θα μεταφράσει τα δεδομένα σε μορφή ικανή για αποστολή και αναγνώριση από τη συσκευή που θα τα παραλάβει ή ακόμη και κατανοητά από τον άνθρωπο.

- Λογισμικό:

Το M2M σύστημα διαθέτει ένα πλήθος εφαρμογών το οποίο αποσκοπεί κατά κύριο λόγο στην επικοινωνία της οποιοσδήποτε πληροφορίας με τους χρήστες. Η επικοινωνία αυτή μπορεί να γίνεται είτε αυτόματα είτε μετά από σχετικό αίτημα του χρήστη σε οποιοδήποτε επίπεδο λειτουργίας του συστήματος. Σημαντικό ρόλο σε αυτό το στοιχείο του συστήματος έχει η εξέλιξη στις γλώσσες προγραμματισμού και ιδιαίτερα η ανάπτυξη στις γλώσσες web προγραμματισμού καθώς και των διαφόρων υπηρεσιών web αφού με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατή η ανταλλαγή δεδομένων μέσω του διαδικτύου καθιστώντας ευκολότερη τη διαχείριση των διαφόρων δεδομένων από τις εταιρείες που παρέχουν τα M2M προϊόντα. Σε αυτή την περίπτωση προτιμούνται οι ανεξάρτητες γλώσσες προγραμματισμού οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σε ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών, όσο και σε ένα ευρύ φάσμα λειτουργικών προγραμμάτων. Ένα τέτοιο παράδειγμα ανεξάρτητης γλώσσας προγραμματισμού είναι η Java η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το «χτίσιμο» σχεδόν κάθε εφαρμογής ενώ είναι συμβατή τόσο με Unix όσο και με MacOS και Windows. Ένα ξεχωριστό τμήμα του τρέχοντος λογισμικού του συστήματος είναι το Middleware το οποίο παρέχει δρομολόγηση και buffering στα δεδομένα μεταξύ των απομακρυσμένων μηχανών και των κεντρικών συστημάτων πληροφορικής. Ουσιαστικά, το Middleware πρέπει να φροντίζει ώστε τα πολυάριθμα μηχανήματα από τα οποία συνίσταται ένα M2M σύστημα να μπορούν να επικοινωνούν αποδοτικά μεταξύ τους αφού γεφυρώνει τα διάφορα πρωτόκολλα μεταξύ των διαφορετικών υποσυστημάτων που περιλαμβάνονται. Τέλος, στο λογισμικό των M2M συστημάτων περιλαμβάνονται συγκεκριμένα πακέτα τα οποία ουσιαστικά κλειδώνουν τις εφαρμογές προς όφελος της εταιρίας που της ανέπτυξε.

- Εφαρμογές για απομακρυσμένους χρήστες:

Έχει τη μορφή είτε λογισμικού είτε συγκεκριμένου υλικού που παραλαμβάνει την πληροφορία από το δίκτυο επικοινωνίας και τη μεταφέρει στους απομακρυσμένους χρήστες. Ως παραλήπτες μπορούν να θεωρηθούν τα κινητά τηλέφωνα, οι web browsers, το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο καθώς και τα μηνύματα ειδοποιήσεων τύπου SMS. Αυτοί οι χρήστες χρησιμοποιούν μέρος του λογισμικού του συστήματος για να λάβουν τα δεδομένα, να αναλυθούν, να αναφερθούν και να δράσουν.

### 3. Arduino

Το Arduino είναι ένας single-board μικροελεγκτής, δηλαδή μια απλή μητρική πλακέτα ανοικτού κώδικα, με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους/εξόδους, και η οποία μπορεί να προγραμματιστεί με τη γλώσσα Wiring (ουσιαστικά πρόκειται για τη γλώσσα προγραμματισμού C++ και ένα σύνολο από βιβλιοθήκες, υλοποιημένες επίσης στην C++).

Μία πλακέτα Arduino αποτελείται από ένα μικροελεγκτή Atmel AVR (ATmega328 και ATmega168 στις νεότερες εκδόσεις, ATmega8 στις παλαιότερες) και συμπληρωματικά εξαρτήματα για την διευκόλυνση του χρήστη στον προγραμματισμό και την ενσωμάτωση του σε άλλα κυκλώματα. Όλες οι πλακέτες περιλαμβάνουν ένα γραμμικό ρυθμιστή τάσης 5V και έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή 16MHz (ή κεραμικό αντηχητή σε κάποιες παραλλαγές). Ο μικροελεγκτής είναι από κατασκευής προγραμματισμένος με ένα *bootloader*, έτσι ώστε να μην χρειάζεται εξωτερικός προγραμματιστής.

Σε εννοιολογικό επίπεδο, στην χρήση του Arduino software stack, όλα τα boards προγραμματίζονται με μία RS-232 σειριακή σύνδεση, αλλά ο τρόπος που επιτυγχάνεται αυτό διαφέρει σε κάθε hardware εκδοχή. Οι σειριακές πλάκες Arduino περιέχουν ένα απλό level shifter κύκλωμα για να μετατρέπει μεταξύ σήματος επιπέδου RS-232 και TTL. Τα τωρινά Arduino προγραμματίζονται μέσω USB, αυτό καθίσταται δυνατό μέσω της εφαρμογής προσαρμοστικών chip USB-to-Serial όπως το FTDI FT232. Κάποιες παραλλαγές, όπως το Arduino mini και το ανεπίσημο Boarduino, χρησιμοποιούν ένα αφαιρούμενο USB-to-Serial καλώδιο ή board, Bluetooth ή άλλες μεθόδους. (Όταν χρησιμοποιείτε με παραδοσιακά εργαλεία microcontroller αντί για το Arduino IDE, πρότυπος προγραμματισμός AVR ISP χρησιμοποιείτε) [8]

Το Arduino μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ανεξάρτητων διαδραστικών αντικειμένων αλλά και να συνδεθεί με υπολογιστή μέσω προγραμμάτων σε Processing, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider.

Λόγο της φύσης του ανοικτού κώδικα το arduino διαθέτει μια μεγάλη γκάμα από αισθητήρες οι οποίοι ανάλογα με το είδος τους μεταδίδουν δεδομένα στο arduino και ανάλογα πως θέλουμε να τα εκμεταλλευτούμε έχουμε την δυνατότητα αυτοματοποιημένων ενεργειών σε πολύ χαμηλό κόστος με αρκετά μεγάλη ακρίβεια.

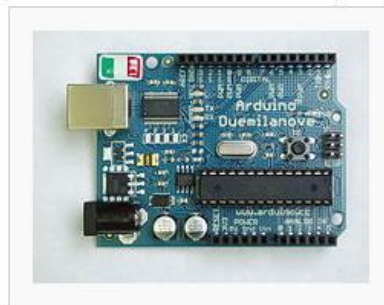


### 3.1. Μοντέλα Arduino

Τα μοντέλα Arduino που κυκλοφορούν στην αγορά, παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα . Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, επιλέχθηκε το μοντέλο Arduino mega μιας και καλύπτει όλες τις ανάγκες της εργασίας, καθώς τα pins που διαθέτει επαρκούν για όλες τις λειτουργίες, όπως και η μνήμη του μικροελεγκτή είναι αρκετή για να αποθηκεύσει τον κώδικα που κατασκευάστηκε.



Arduino Diecimila



Arduino Duemilanove (rev 2009b)



Arduino UNO



Arduino Leonardo



Arduino Mega



Arduino Nano



Arduino Mini



LilyPad Arduino

#### Arduino Models



#### Εκδόσεις

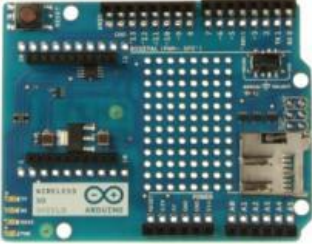
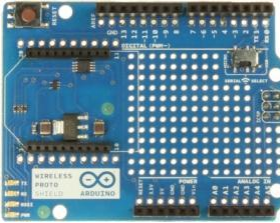

- Τον Σεπτέμβριο του 2006 ανακοινώθηκε το Arduino Mini
- Τον Οκτώβρη του 2008 ανακοινώθηκε το Arduino Duemilanove. Αρχικά βασίστηκε στο Atmel Atmega168, αλλά μετά στάλθηκε με το ATmega328
- Τον Μάρτιο του 2009 ανακοινώθηκε το Arduino Mega. Είναι βασισμένο στο Atmel ATmega1280
- Από τον Μάιο του 2011 πάνω από 300,000 Arduino ήταν σε χρήση σε όλο τον κόσμο

- Τον Ιούλιο του 2012 ανακοινώθηκε το Arduino Leonardo. Είναι βασισμένο στο Atmel ATmega32u4
- Τον Οκτώβριο του 2012 ανακοινώθηκε το Arduino Due. Είναι βασισμένο στο Atmel SAM3X8E, που είχε πυρήνα ARM Cortex-M3
- Τον Νοέμβριο του 2012 ανακοινώθηκε το Arduino Micro. Είναι βασισμένο στο Atmel ATmega32u4
- Τον Μάιο του 2013 ανακοινώθηκε το Arduino Robot. Είναι βασισμένο στο Atmel ATmega32u4 και ήταν το πρώτο επίσημο Arduino με ρόδες
- Τον Μάιο του 2013 ανακοινώθηκε το Arduino Yun. Είναι βασισμένο στο ATmega32u4 και στο Atheros AR9331 και ήταν το πρώτο προϊόν wifi που συνδύαζε το Arduino [8]

### 3.1.2. Arduino Shields

Τα Shields, είναι πλακέτες που μπορούν να συνδεθούν στην κορυφή ενός μικροελεγκτή Arduino, επεκτείνοντας τις δυνατότητές του. Τα διαφορετικά shields, ακολουθούν την ίδια φιλοσοφία, δηλαδή την ευκολία στην τοποθέτηση και το μικρό κόστος στην παραγωγή τους. Μερικά από αυτά φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα. [8]

Arduino WiFi Shield		Το Arduino WiFi Shield συνδέει το Arduino στο διαδίκτυο ασύρματα.
Arduino Ethernet Shield		Το Arduino Ethernet Shield συνδέει το Arduino στο διαδίκτυο με ένα RJ45 καλώδιο.

Wireless SD Shield		<p>Το Wireless SD Shield επιτρέπει σε μια πλακέτα Arduino να επικοινωνεί ασύρματα με μια ασύρματη μονάδα. Η μονάδα μπορεί να επικοινωνήσει έως και 100 πόδια σε εσωτερικούς χώρους ή σε εξωτερικούς χώρους ως 300 πόδια. Η μονάδα περιλαμβάνει μια θύρα υποδοχής SD.</p>
Wireless Proto Shield		<p>Το Wireless Proto Shield επιτρέπει στο Arduino να επικοινωνεί ασύρματα με μια ασύρματη μονάδα. Η μονάδα μπορεί να επικοινωνήσει έως και 100 πόδια σε εσωτερικούς χώρους ή σε εξωτερικούς χώρους ως 300 πόδια. Η μονάδα δεν περιλαμβάνει θύρα υποδοχής SD.</p>
Arduino Motor Shield		<p>Το Arduino Motor Shield επιτρέπει την οδήγηση δύο DC κινητήρων από την ίδια συσκευή, ελέγχοντας την ταχύτητα και την κατεύθυνση του καθενός ξεχωριστά.</p>

#### Arduino Shields

### Ακροδέκτες

**VIN** : Η τάση εισόδου πού τροφοδοτείτε ο Arduino, όταν χρησιμοποιούμε μια εξωτερική πηγή ισχύος (και όχι τα 5 volts από τη σύνδεση μέσω USB ή άλλων ρυθμιζόμενων πηγών ενέργειας).

**5 V** : Η ρυθμιζόμενη παροχή ηλεκτρικού ρεύματος πού χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του μικροελεγκτή και άλλα στοιχεία του Arduino. Αυτή μπορεί να προέλθει είτε από VIN μέσω του ρυθμιστή τάσης πάνω στον Arduino, είτε μέσω USB.

**3V3** : Η 3.3 προμήθεια Volts πού παράγεται από το ενσωματωμένο ρυθμιστή. Μέγιστο ρεύμα είναι 50 mA.

**GND** : Οι Ακίδες γείωσης. (Ground)

**IOREF:** Αυτή η καρφίτσα στη πλακέτα Arduino που παρέχει την τάση αναφοράς με το οποίο λειτουργεί το μικροελεγκτή. Μια σωστά ρυθμισμένη ασπίδα μπορεί να διαβάσει την τάση pin IOREF και επιλέγοντας την κατάλληλη πηγή ή να επιτρέπει στους μεταφραστές τάσης στις εξόδους για την εργασία με την 5V ή 3.3V.

## Μνήμη Arduino

Ο ATmega2560 έχει 256 KB μνήμη flash για την αποθήκευση κώδικα (εκ των οποίων 8 KB χρησιμοποιείται για τον φορτωτή εκκίνησης "Boot Loader"), 8 KB SRAM και 4 KB EEPROM (που μπορεί να διαβάσει και να γράψει με την βιβλιοθήκη EEPROM).

## Είσοδοι και Έξοδοι

Το Mega2560 έχει 16 αναλογικές εισόδους, καθένα από τα οποία παρέχουν 10 bits (δηλαδή 1.024 διαφορετικές τιμές). Από προεπιλογή μετρούν από το 0 έως 5 volts, είναι δυνατόν να αλλάξει το εύρος τους, χρησιμοποιώντας την συνάρτηση AREF και analogReference ().

Κάθε μια από της 54 ψηφιακές ακίδες του Arduino mega 2560 μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως είσοδοι ή έξοδοι, χρησιμοποιώντας τις pinMode() , digitalWrite() , και digitalRead() λειτουργίες. Λειτουργούν σε 5 volt. Κάθε ακίδα μπορεί να προσφέρει ή να λάβει μέγιστο 40mA και έχει εσωτερική αντίσταση 20-50 kOhms. Επιπλέον, μερικά Pins έχουν εξειδικευμένες λειτουργίες:

0 (RX) και 1(TX) ως serial 1, 19(RX) και 18(TX) ως serial 2, 17(RX) και 16(TX) ως serial 3, ως 15(RX) και 14(TX) Serial 4. Και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη λήψη (RX) και μετάδοση (TX) TTL (transistor – transistor logic) σειράς δεδομένων. Οι Καρφίτσες 0 και 1 συνδέονται επίσης και με τις αντίστοιχους ακροδέκτες του ATmega8U2 USB-TTL Serial chip.

**PWM:** από 0 έως 13, για παροχή 8-bit εξόδου PWM (Pulse-width modulation) με την συνάρτηση analogWrite().

**SPI:** Serial Peripheral Interface 50(MISO) Master In Slave Out, 51(MOSI) Master Out Slave In, 52(SCK) Serial Clock, 53(SS) Slave Select. Αυτές είναι οι ακίδες SPI και υποστηρίζονται μέσω των βιβλιοθηκών SPI .

**LED:** Υπάρχει ενσωματωμένο LED που συνδέετε ψηφιακά με τον ακροδέκτη 13. Όταν η τιμή της εξόδου είναι υψηλής αξίας, το LED είναι αναμμένο, και όταν η τιμή της εξόδου του είναι χαμηλής αξίας το LED είναι σβηστό.

**I<sup>2</sup>C:** 20(SDA) και 21(SCL). Η επικοινωνία τον I<sup>2</sup>C(TWI) γίνεται με την υποστήριξη των βιβλιοθηκών Wire.

**AREF:** Τάσης αναφοράς για τις αναλογικές εισόδους. Χρησιμοποιείται με την συνάρτηση analogReference().

**RESET:** Το κουμπί reset χρησιμοποιείτε για να επαναφέρουμε τον μικροελεγκτή στην αρχική κατάσταση.

Ο Arduino Mega 2560 διαθέτει 16 αναλογικές εισόδους, κάθε μια από της οποίες παρέχουν 10bits (δηλαδή 1024 διαφορετικές τιμές).

## Τρόποι επικοινωνίας

Ο Arduino Mega2560 έχει μια σειρά από εγκαταστάσεις για την επικοινωνία με ένα υπολογιστή, ένα άλλο Arduino ή άλλους μικροελεγκτές.

Ο ATmega2560 παρέχει τέσσερα UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) υλικού για TTL (5V) μέσω σειριακής επικοινωνίας. Μέσω του ATmega8U2 πάνω στην πλακέτα τον Arduino γίνεται επικοινωνία με σύνδεση USB και παρέχει μια εικονική Θύρα COM για το λογισμικό στον υπολογιστή. Το λογισμικό Arduino περιλαμβάνει μια σειριακή οθόνη που επιτρέπει την απλή μορφή κειμένου δεδομένων που αποστέλλονται από και προς τον Arduino.

Οι RX και TX λυχνίες LED πάνω στην πλακέτα αναβοσβήνουν όταν τα δεδομένα μεταδίδονται μέσω τον ATmega8U2 και από την USB σύνδεση, Με την SoftwareSerial βιβλιοθήκη που επιτρέπει την σειριακή επικοινωνία σε κάποιους από τους ψηφιακούς ακροδέκτες όπως προαναφέραμε του Arduino Mega2560.

Ο ATmega2560 υποστηρίζει επίσης I2C(TWI) και SPI επικοινωνία. Το λογισμικό περιλαμβάνει μια βιβλιοθήκη Wire για να απλοποιήσει τη χρήση τον I2C. Για επικοινωνία με το SPI, χρησιμοποιείτε η βιβλιοθήκη SPI. [9]

## Προγραμματισμός arduino

Ο Arduino mega 2560 μπορεί να προγραμματιστεί με το λογισμικό Arduino IDE που είναι διαθέσιμο για κατέβασμα στην επίσημη ιστοσελίδα του.

ATmega2560 Arduino έρχεται preburned με ένα bootloader που μας επιτρέπει να φορτώσουμε το νέο κώδικα χωρίς τη χρήση εξωτερικού προγραμματιστή υλικού. Επικοινωνεί χρησιμοποιώντας το αρχικό πρωτόκολλο STK500.

Μπορούμε επίσης να παρακάμψουμε το bootloader και το πρόγραμμα του μικροελεγκτή μέσω του ICSP (In Circuit Serial Programming) Pin.

Πηγαίος κώδικας του ATmega8U2 είναι διαθέσιμος στην επίσημη ιστοσελίδα του Arduino. Στον ATmega8U2 είναι φορτωμένο έναν bootloader DFU (Device Firmware Upgrade), το οποίο μπορεί να ενεργοποιηθεί από τη σύνδεση του βραχυκυκλωτήρα με κολλήσεις στο πίσω μέρος της πλακέτας (κοντά στο χάρτη της Ιταλίας) και στη συνέχεια επαναφορά του 8U2. Μπορείτε έπειτα να χρησιμοποιηθεί το λογισμικό FLIP της Atmel για Windows ή ο προγραμματιστής DFU για Mac OS X και Linux για να φορτώσετε ένα νέο firmware. Ή μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το ISP με εξωτερικό προγραμματιστή αντικαθιστώντας τον bootloader DFU.

## 3.2. RFID

Το RFID είναι τα αρχικά του όρου Radio Frequency Identification, η απόδοση του στα ελληνικά ορίζεται ως «ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων». Τα συστήματα RFID αποτελούν ένα υποσύνολο των Συστημάτων Αυτόματου Προσδιορισμού (Automatic Identification Systems). Ειδικότερα λειτουργεί ως γενικός όρος των τεχνολογιών που χρησιμοποιούν ραδιοκύματα για να προσδιορίσουν αυτόματα ανθρώπους ή αντικείμενα και αποτελεί την τεχνολογική εξέλιξη των ραβδωτών κωδίκων (barcode).

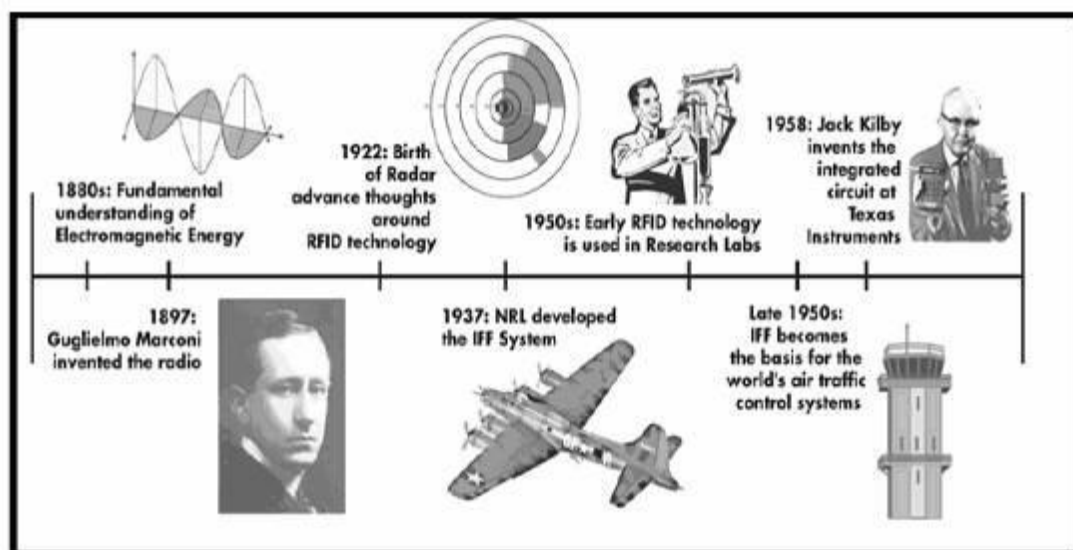
Η τεχνολογία RFID είναι γνωστή εδώ και 50 χρόνια. Χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από την πολεμική αεροπορία της Αγγλίας κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου, για την αναγνώριση και τη διάκριση των εχθρικών από τα φιλικά αεροπλάνα. Κατά τη διάρκεια των επόμενων δεκαετιών, άρχισε να εδραιώνεται η χρήση και εκμετάλλευσή της. Αρχικά, σε πειραματικό στάδιο και σε εργαστηριακό επίπεδο, για να φτάσουμε στο σήμερα, όπου γίνεται λόγος για εφαρμογή της τεχνολογίας RFID στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων, κυρίως μέσω του εμπορίου. Παράλληλα αναπτύσσεται το ενδεχόμενο της ευρείας εφαρμογής του, με την καθιέρωση προτύπων και την λειτουργία της σε παγκόσμιο επίπεδο.

Κατά τις δεκαετίες 1960 και 1970, ξεκίνησε η χρήση πομπών, που εξέπεμπαν ραδιοκύματα και είχαν σκοπό την παρακολούθηση του πολεμικού εξοπλισμού. Στα 1980 και 1990 άρχισε να γίνεται εφικτή η κατασκευή ενός λεπτομερούς σχεδίου του κυκλώματος ενός πομπού, με εξαίρεση την κεραία, σε ένα πολύ μικρό κύκλωμα (chip). Αυτό το τεχνολογικό άλμα σηματοδότησε την άφιξη της ετικέτας ραδιοσυχνικής αναγνώρισης (RFID tag), μιας μικρής, υψηλής συχνότητας, συσκευής αναγνώρισης, η οποία μπορεί να τοποθετηθεί πάνω σε οποιοδήποτε αντικείμενο. Έως τα μέσα της δεκαετίας του 1990, οι RFID ετικέτες έγιναν ευρέως γνωστές χάρη στη χρήση τους σε μια πληθώρα εφαρμογών που εξυπηρετούσαν κυρίως καταναλωτές. Παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών είναι η χρήση RFID ετικετών στα αυτοκίνητα, για την αυτόματη πληρωμή στα διόδια, η χρήση καρτών που παίζουν το ρόλο των κλειδιών για την είσοδο σε χώρους ελεγχόμενης πρόσβασης, καθώς και στα συστήματα ανεφοδιασμού καυσίμων με αυτόματη πληρωμή. Το κόστος μιας RFID ετικέτας ανέρχεται, αυτή τη στιγμή, περίπου στο \$1.00, ενώ η τεχνολογία RFID εδραιώνεται όλο και περισσότερο. Παρ' όλα αυτά, όμως, δεν έχουν καθοριστεί τα πρότυπα εκείνα που θα επιτρέψουν καθολική υιοθέτηση αυτής της τεχνολογίας.

Το 1999 ένα νέο κέντρο, αποκαλούμενο ως Auto-ID Center, ιδρύθηκε στο πανεπιστήμιο MIT, με σκοπό τη δημιουργία των τεχνολογιών, των προτύπων και των συστημάτων που θα οδηγούσαν στην ευρεία υιοθέτηση των RFID ετικετών χαμηλού κόστους. Το κέντρο αυτό πρότεινε μία προσέγγιση προσανατολισμένη στην έννοια του συστήματος. Οι αρχές που πρότεινε υπαγόρευαν τα εξής: διατήρηση της απλής μορφής των ετικετών και εστίαση στο κόστος και την απόδοση, άντληση των δεδομένων από τις ετικέτες με τη βοήθεια συσκευής ανάγνωσης και την εισαγωγή τους στο σύστημα της επιχείρησης, καθώς επίσης και την ευελιξία του λογισμικού του συστήματος, να αποθηκεύει τα επιχειρησιακά δεδομένα και να εκτελεί τις απαραίτητες ενέργειες προκειμένου να εκμεταλλεύεται τα οφέλη των RFID ετικετών.

Αυτή η μινιμαλιστική προσέγγιση, που συχνά αναφέρεται ως προσέγγιση του Ηλεκτρονικού Κωδικού Προϊόντος (Electronic Product Code-EPC), ερχόταν σε αντίθεση με τον έως τότε κόσμο των ιδιαίτερα εξειδικευμένων ετικετών, οι οποίες περιείχαν πολύ μεγάλη ενσωματωμένη λειτουργικότητα. Είναι προφανές σήμερα ότι η απλότητα αυτή που προτείνει η προσέγγιση EPC προσφέρει δύο σπουδαία πλεονεκτήματα. Πρώτον, θέτοντας τη λειτουργικότητα σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο, γίνεται εφικτή η εκμετάλλευση ενός κοινού προτύπου από ένα μεγάλο αριθμό εφαρμογών. Δεύτερον, περιορίζοντας το μέγεθος τους σχεδίου κυκλώματος στο εσωτερικό των ετικετών είναι δυνατό να μειωθούν τα κόστη, να βελτιωθεί η ποιότητα λειτουργίας και η απόδοση του συστήματος. Τα πρότυπα που προτάθηκαν από το Auto-ID Center κέρδισαν την ευρεία υποστήριξη των τελικών χρηστών της τεχνολογίας RFID και οδήγησαν στην ίδρυση ενός νέου μη κερδοσκοπικού φορέα υπό την ονομασία EPC global, ο οποίος συνεχίζει το έργο του Auto-ID Center.

Ο φορέας EPC global έχει δημοσιεύσει έναν αριθμό προτύπων υλικού και λογισμικού, τα οποία αναμένεται να οδηγήσουν σε μία νέα εποχή τυποποιημένης, χαμηλού κόστους και ευρέως διαδεδομένης RFID τεχνολογίας (Mark Global, 2004). [10]



Συχνότητα	Κανονισμοί	Εμβέλεια	Ταχύτητα	Παρατηρήσεις	Κόστος ετικέτας ανά μονάδα (2006) US \$
120–150 kHz (LF)	Αρρυθμιστη	10 cm	Χαμηλή	Αναγνώριση ζώων, συλλογή δεδομένων εργοστασίου	\$1
13.56 MHz (HF)	ISM Συχνότητα παγκοσμίως	1 m	Χαμηλή έως μέτρια	«Εξυπνες» κάρτες (MIFARE, ISO/IEC 14443)	\$0.50
433 MHz (UHF)	Συσκευές μικρής εμβέλειας	1–100 m	Μέτρια	Εφαρμογές Άμυνας, με ενεργητικές ετικέτες	\$5
865-868 MHz (Ευρώπη) 902-928 MHz (Βόρεια Αμερική) UHF	ISM Συχνότητα	1–2 m	Μέτρια με υψηλή	EAN, διάφορα πρότυπα	\$0.15 (παθητικό)
2450-5800 MHz (Μικροκύματα)	ISM Συχνότητα	1–2 m	Υψηλή	802.11 WLAN, Bluetooth πρότυπο	\$25 (ενεργητικό)
3.1–10 GHz (Μικροκύματα)	Πολύ Υψηλή Συχνότητα	Έως 200m	Υψηλή	Απαιτεί ημι-ενεργητική ή ενεργητική ετικέτα	\$5 (προσχέδιο)

Ζώνες συχνότητων τεχνολογίας RFID

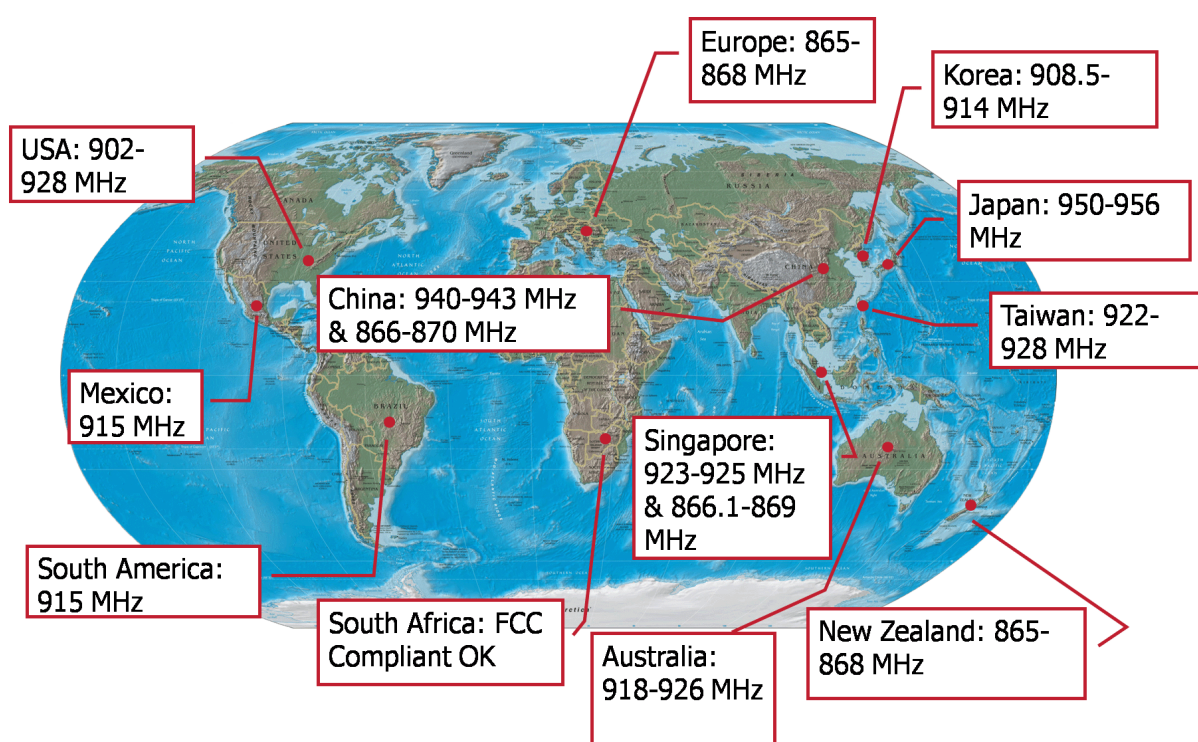


## Ζώνες συχνοτήτων τεχνολογίας RFID

Αναμεταδότες ή ετικέτες διαφοροποιούνται βάσει της περιοχής συχνοτήτων σε τέσσερις κατηγορίες:

- Χαμηλών Συχνοτήτων (Low Frequency) < 135 KHz
- Υψηλών Συχνοτήτων (High Frequency) 13,56 MHz
- Πολύ Υψηλών Συχνοτήτων (Ultra High Frequency) 860-930 MHz
- Συχνότητες Μικροκυμάτων (Microwaves) 2,45 GHz

Ένα σημαντικό κριτήριο για την επιλογή του συστήματος RFID, είναι η συχνότητα στην οποία επικοινωνούν ο αναγνώστης RFID με της ετικέτες. Πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή για να αποφευχθούν «συγκρούσεις» συχνοτήτων, με άλλα ασύρματα συστήματα. Ο λόγος έγκειται στο γεγονός, ότι το RFID λειτουργεί στην ISM ζώνη συχνοτήτων, στην οποία λειτουργούν επίσης πολλές ιατρικές, βιομηχανικές και επιστημονικές εφαρμογές.



### ISM ζώνη συχνοτήτων

Η εικόνα δείχνει ένα παγκόσμιο χάρτη, με τις συχνότητες λειτουργίας της RFID τεχνολογίας, που λειτουργούν στις χώρες αυτές. Δεν υπάρχει μια παγκόσμια συχνότητα, διότι κάθε χώρα χωρίζει διαφορετικά τις ζώνες συχνοτήτων της. Ορισμένες χρησιμοποιούν τη συχνότητα για διαφορετική εφαρμογή. Κάθε ζώνη συχνοτήτων έχει τη δική της χρήση, άρα και δικαιώματα.

Στη συνέχεια αναφέρονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των περιοχών συχνοτήτων.

**Ζώνη συχνοτήτων 100 – 135 KHz**

**Πλεονεκτήματα**

- Χρήση χαμηλού κόστους παθητικών πομποδεκτών.
- Καλή διείσδυση στα μη μεταλλικά αντικείμενα, στο νερό και στους οργανικούς ιστούς.
- Τυποποίηση μέσω του ISO 11784/85.
- Σχετικά αδιαπέραστη σε μεταλλικές παρεμβολές.
- Ζώνη συχνοτήτων παγκοσμίως διαθέσιμη.
- Υψηλή επιτρεπόμενη ισχύς εκπομπής.

**Μειονεκτήματα**

- Ευρύ φάσμα των διαθέσιμων μορφών κατασκευής αναμεταδότη (υψηλή συνέλιξη της σπειροειδής κεραίας).
- Μικρή χωρητικότητα δεδομένων.
- Αργή μεταφορά δεδομένων.

**Συχνότητα 13,56 MHz**

**Πλεονεκτήματα**

- Χρήση χαμηλού κόστους παθητικών πομποδεκτών.
- Τυποποίηση μέσω του ISO 15693, Part 1-3.
- Υψηλή χωρητικότητα δεδομένων.
- Η μέση ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων 26 kbit/sec.
- Ζώνη συχνοτήτων παγκοσμίως διαθέσιμη.

**Μειονεκτήματα**

- Υψηλή εξασθένηση μέσα από μεταλλικά περιβάλλοντα.
- Η απόσταση ανάγνωσης περιορίζεται από τους νομικούς κανονισμούς.
- Μεγαλύτερες αποστάσεις ανάγνωσης, μπορούν να επιτευχθούν με μεγαλύτερες κεραίες.

**Συχνότητες 896, 915 MHz**

**Πλεονεκτήματα**

- Μεγάλες αποστάσεις ανάγνωσης.
- Απλός σχεδιασμός της κεραίας.
- Αποδοτικό από πλευράς κόστους.
- Τυποποίηση (EPC - Electronic Product Code).

**Μειονεκτήματα**

- Αδύναμη η διείσδυση στο νερό και τους οργανικούς ιστούς.

**Συχνότητα 2,45 GHz**

**Πλεονεκτήματα**

- Υψηλή ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων.

- Μεγάλες αποστάσεις ανάγνωσης.

#### Μειονεκτήματα

- Μεγάλος μέγεθος.
- Υψηλό κόστος.
- Χρήση μπαταριών στους αναμεταδότες.
- Η διάρκεια ζωής περιορίζεται, λόγω των μπαταριών.
- Δεν υπάρχει τυποποίηση.

## Λειτουργία RFID

Τα συστήματα RFID απαρτίζονται από δύο κύρια μέρη. Το πρώτο είναι οι πομποδέκτες (transponders) που συχνά αναφέρονται και ως ετικέτες RFID (RFID tags). Οι ετικέτες RFID είναι μικρά chips που αποτελούνται από ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα, το οποίο περιλαμβάνει μνήμη ώστε να αποθηκεύει δεδομένα- πληροφορίες, και μία κεραία. Το μέγεθός τους μπορεί να είναι τόσο μικρό όσο το μισό ενός κόκκου άμμου (1/3 του χιλιοστού), ανάλογα με το τύπο τις ετικέτας. Το δεύτερο μέρος είναι οι αναγνώστες ή αισθητήρες (readers), οι οποίοι ανακτούν τα δεδομένα από τις ετικέτες RFID. Οι αναγνώστες RFID έχουν ενσωματωμένα μια κεραία και μια μονάδα ελέγχου.

Η λειτουργία των συστημάτων RFID είναι απλή και βασίζεται στη δυναμική και αμφίδρομη επικοινωνία των ετικετών και των αναγνώστών. Όταν οι ετικέτες RFID βρεθούν στην εμβέλεια της κεραίας του αναγνώστη, η μονάδα ελέγχου επικοινωνεί με ραδιοκύματα με την κεραία των ετικετών RFID. Οι ετικέτες RFID ενεργοποιούνται με τη σειρά τους και επιστρέφουν τα αναζητούμενα δεδομένα στους αναγνώστες. Στη συνέχεια παρεμβαίνει ένα ενδιάμεσο λογισμικό, το οποίο κατανοεί τις πληροφορίες, οι οποίες αποστέλλονται από τη μονάδα ελέγχου του αναγνώστη. Ο αναγνώστης τις μεταφέρει στο εκάστοτε πληροφοριακό σύστημα.

Οι ετικέτες RFID κατηγοριοποιούνται σε τρεις τύπους ανάλογα με τον τρόπο επικοινωνίας μεταξύ των ετικετών και των αναγνώστών, στις ενεργές ετικέτες, στις παθητικές ετικέτες και στις ημι-παθητικές ετικέτες. Ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα στις ετικέτες RFID μπορεί να περιέχει μνήμη μόνο για ανάγνωση (read only memory - ROM), επανεγγράψιμη μνήμη (Read - Write), μνήμη μιας εγγραφής και πολλών αναγνώσεων (Write Once and Read Many memory - WORM). Στο ολοκληρωμένο κύκλωμα με μνήμη ROM, η αναγνώριση της ταυτότητας κωδικοποιείται κατά τη διάρκεια της παραγωγής της και δεν ξαναεγγράφεται. Συμβάλει στην αποθήκευση των δεδομένων ασφαλείας, με ένα μοναδικό σειριακό αριθμό. Αντίθετα, τα ολοκληρωμένα κυκλώματα με επανεγγράψιμη μνήμη χρησιμοποιούνται για να αποθηκεύουν δεδομένα – πληροφορίες, όταν η ετικέτα βρίσκεται στην ακτίνα του αναγνώστη και παρουσιάζουν μεγαλύτερη ευελιξία, καθώς έχουν τη δυνατότητα τροποποίησης και προσθήκης πληροφοριών. Τέλος, τα ολοκληρωμένα κυκλώματα με μνήμη “WORM” προγραμματίζονται από τον οργανισμό που τα χρησιμοποιεί, χωρίς όμως να έχουν τη δυνατότητα της επανεγγραφής.

Οι αναγνώστες RFID αποτελούνται από μία κεραία, η οποία αναλαμβάνει την επικοινωνία, μέσω ραδιοσυχνοτήτων, με τις ετικέτες. Καθώς και μία μονάδα ελέγχου, που εκτελεί δύο συγκεκριμένα έργα. Πρωτίστως τον καθορισμό των διάφορων ενεργειών (αποστολή/ λήψη σημάτων, ανάγνωση/ εγγραφή ετικετών κ.ά.). Ενέργεια που πραγματοποιείται μέσω του ενδιάμεσου λογισμικού και δευτερευόντως την επικοινωνία με το πληροφοριακό σύστημα.

Οι αναγνώστες RFID μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε σχέση με τις φυσικές τους διαστάσεις, την εφαρμογή τους και τις τεχνικές ιδιότητες σε "σταθερούς αναγνώστες", "ολοκληρωμένους αναγνώστες", "αναγνώστες χειρός" και σε "ενσωματωμένους αναγνώστες"

Τα δεδομένα που αποθηκεύονται στις ετικέτες αποτελούνται από ένα μοναδικό αναγνωριστικό και μπορούν, επίσης, να περιλαμβάνουν ένα λειτουργικό σύστημα, μία αποθήκη δεδομένων (πιθητική ή όχι) και έναν ηλεκτρονικό κώδικα προϊόντων (Electronic Product Code - EPC ) Το μέγεθος των δεδομένων, που μια ετικέτα RFID έχει την δυνατότητα να υποθηκεύσει, καθορίζεται από τον εκάστοτε προμηθευτή αλλά και την ίδια την εφαρμογή, με ανώτερο όριο αποθήκευσης τα 2KB. Χωρητικότητα αρκετή για να αποθηκευτούν τα απαραίτητα δεδομένα του κάθε αντικειμένου. Μια άλλη σημαντική κατηγοριοποίηση που μπορούμε να διακρίνουμε στις ετικέτες RFID σχετίζεται με την κατασκευή και την εφαρμογή τους. Δεδομένου ότι τα συστήματα RFID έχουν εφαρμογή σε διάφορους τομείς στην καθημερινή ζωή του σύγχρονου ανθρώπου, η κατασκευή των ετικετών RFID αλλάζει ανάλογα με τις εφαρμογές και τις ανάγκες που χρειάζεται κάθε φορά, να καλύψει. [10]

Οι εφαρμογές του τεράστιες, με κλασικό παράδειγμα τα προϊόντα που έχουν συρμάτινες ταινίες στις αλυσίδες καταστημάτων. Τα σημαντικά πλεονεκτήματα που προσφέρει το RFID είναι:

- Η αναγνώριση μπορεί να γίνει από απόσταση μιας και υπάρχουν RFID tags που είναι σε θέση παίρνοντας ενέργεια από κάποια πηγή που συνήθως είναι μπαταρία να στείλουν τις πληροφορίες στον δέκτη.
- Δυνατότητα αποθήκευσης περισσότερων δεδομένων σε σχέση με τα Bar Code
- Μπορούν να μην είναι ορατά στο ανθρώπινο μάτι τα RFID tags μιας και για την αναγνώριση τους δεν χρειάζεται οπτικό μέσο.
- Δυνατότητα προγραμματισμού εξ αποστάσεως
- Επιπρόσθετες λειτουργίες. Π.χ. Παρακολούθηση και καταγραφή της θερμοκρασίας

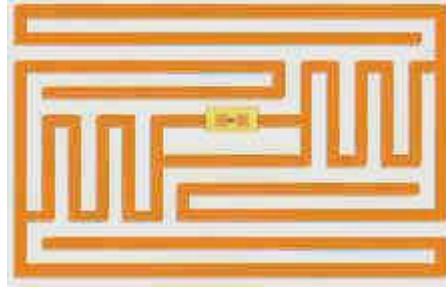
### 3.2.1. RFID Ετικέτες (Tags)

Μια ετικέτα RFID είναι ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα σε συνδυασμό με μία ή περισσότερες κεραίες που χρησιμοποιούν RF (Radio Frequency) κύματα για να επικοινωνήσει ένα αναγνωριστικό. Οι συγκεκριμένες ετικέτες, των 13,56 MHz, είναι παθητικές και έχουν τη δυνατότητα τόσο της ανάγνωσης όσο και της εγγραφής. Μια παθητική ετικέτα είναι φθηνή και μικρή επειδή δεν έχει μπαταρία. Αντί αυτού, η ετικέτα χρησιμοποιεί την ενέργεια του ραδιοκύματος, που μεταδίδεται από τον αναγνώστη ως ενεργειακή πηγή.

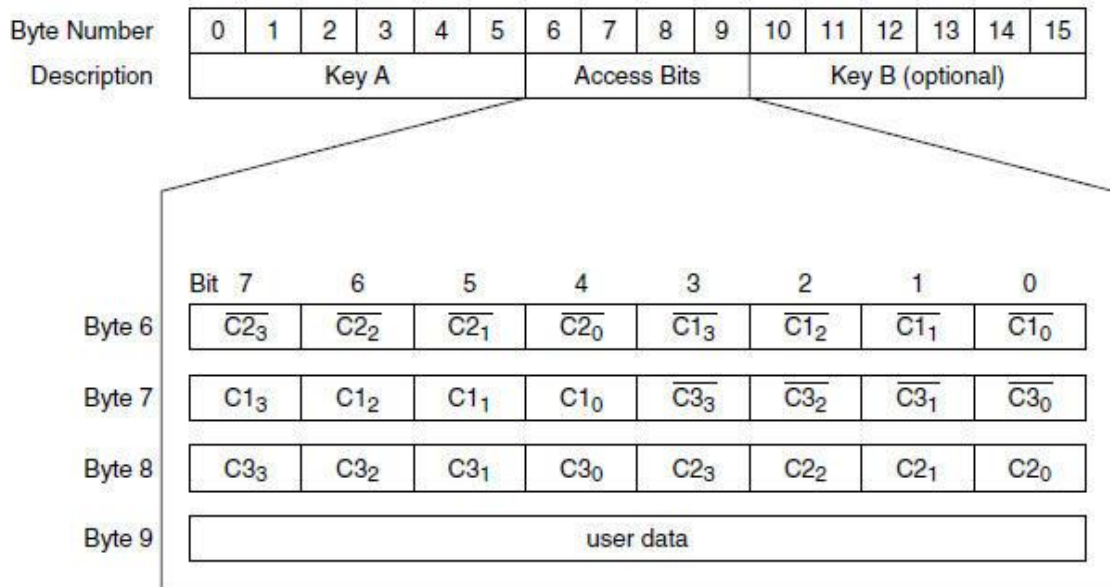
Για την ανάγνωση/εγγραφή της ετικέτας, ο αναγνώστης πρέπει να βρίσκεται κοντά, γιατί το πεδίο RF πρέπει να είναι αρκετά ισχυρό, ώστε να μεταφέρει επαρκή ισχύ για την ετικέτα, ώστε να μπορέσει στη συνέχεια να χρησιμοποιήσει την ενέργεια αυτή για αποστολή. Οι ετικέτες έχουν μοναδικό σειριακό αριθμό (serial number), έτσι ο σχεδιασμός του συστήματος RFID μπορεί να διακρίνει πολλές ετικέτες που θα μπορούσε να είναι εντός του εύρους των RFID reader και να διαβάζονται αυτές οι ετικέτες ταυτόχρονα.

Στην παρούσα εργασία το σύστημα δεν έχει τη δυνατότητα ανάγνωσης πολλαπλών ετικετών ταυτόχρονα. Ο περιορισμός αυτός δημιουργείται από το γεγονός ότι δεν διαθέτει το σύστημα μας δεύτερη κεραία.

Κάθε ετικέτα που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία είναι μεγέθους 1KB σύμφωνα με το πρότυπο MIFARE Classic 1KByte. Η συνολική χωρητικότητα της ετικέτας είναι χωρισμένη σε 16 sectors (τμήματα), με κάθε sector να έχει 4 blocks και με τη σειρά του κάθε block έχει χωρητικότητα 16 Byte. [10]



RFID Antena

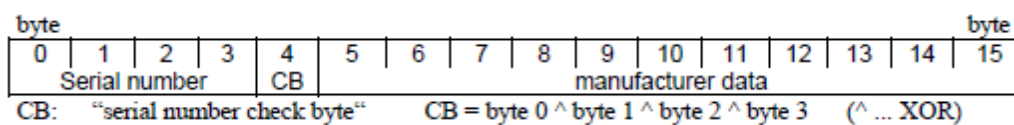


001aan003

### Access conditions

#### RFID Tag Block sectors

Το πρώτο block του πρώτου sector (block 0) ονομάζεται manufacturer block και περιέχει δεδομένα από τον κατασκευή της κάρτας και το σειριακό της αριθμό (serial number), τα οποία δεν έχουν τη δυνατότητα διαγραφής, αλλά χαρακτηρίζουν μοναδικά την κάρτα. Το block 0 είναι διαμορφωμένο όπως παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Κάθε sector αποτελείται από 4 blocks όπως αναφέρθηκε προηγουμένως. Από αυτά τα 4 blocks τα τρία πρώτα είναι για την αποθήκευση πληροφοριών (data blocks) και το τέταρτο, που ονομάζεται sector trailer, για την αποθήκευση των κλειδιών και των ιδιοτήτων του sector.

Πιο συγκεκριμένα, τα 6 πρώτα και τα 6 τελευταία byte του sector trailer, περιέχουν τα δυο κλειδιά (key A, key B) τα οποία χρησιμοποιούνται για την αυθεντικοποίηση του sector. Τα 4 μεσαία byte περιέχουν τις συνθήκες πρόσβασης (access conditions), δηλαδή αν επιτρέπεται πχ. η ανάγνωση ή η εγγραφή του sector και με ποιο τρόπο. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το περιεχόμενο που πρέπει να έχει τα access conditions bytes για να έχουν τις αντίστοιχες ιδιότητες. [10]

## 4. Μεθοδολογία Υλοποίησης

Τα συστήματα συναγερμού αποτελούν διεθνώς την πιο συμφέρουσα οικονομικά, την πιο γρήγορη και αποτελεσματική λύση για την αύξηση της ασφάλειας ενός χώρου. Σκοπός ενός συστήματος συναγερμού, είναι η προστασία κτιρίων ή άλλων χώρων από παράνομες εισβολές.

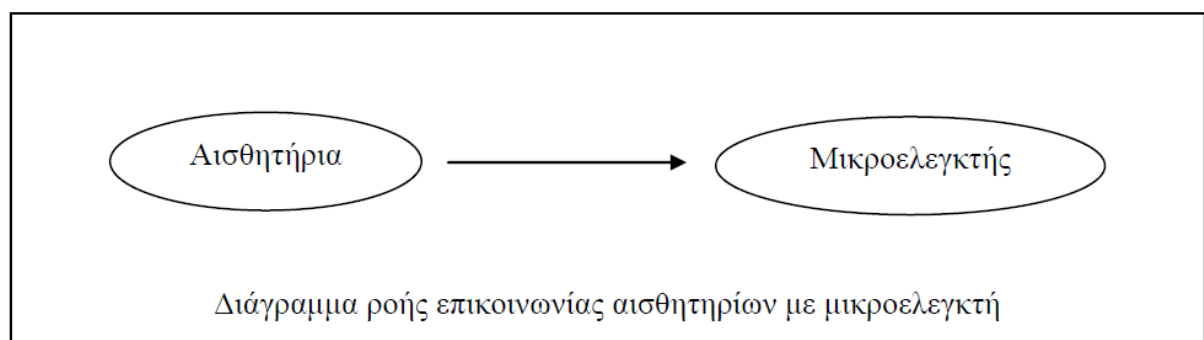
Βασικοί παράμετροι που οδηγούν στην αποτελεσματικότητα ενός συστήματος συναγερμού είναι καταρχάς η δημιουργία μιας σωστής κατασκευής, δηλαδή ο σωστός σχεδιασμός από τον κατασκευαστή αποφεύγοντας διάφορα λάθη και να αντεπεξέρχεται ο συναγερμός στις απαιτήσεις του χρήστη. Επίσης πολύ βασικό είναι να υπάρχει μια σωστή εγκατάσταση του συστήματος κάτι που οφείλεται στον χρήστη. Ο βαθμός αποτελεσματικότητας αυξάνεται όταν υπάρχει μια καλά σχεδιασμένη μελέτη, που θα πρέπει να συνοπολογίζει όσο το δυνατό μεγαλύτερο αριθμό ενδεχομένων και να διαθέτει ένα συνδυασμό μέτρων ασφάλειας, ούτως ώστε να υπάρχει μια δικλείδα προστασίας, στην περίπτωση που υπάρξει αστοχία ενός εκ των συστημάτων. Η ύπαρξη συστημάτων ασφάλειας, καταρχήν, λειτουργεί αποτρεπτικά. Δηλαδή, είναι σίγουρο ότι ένας εντελώς απροστάτευτος χώρος αποτελεί μαγνήτη για ένα διαρρήκτη, σε αντίθεση με εκείνον, που διαθέτει ένα σύστημα συναγερμού και το οποίο μόνο με την ύπαρξή του θα προβληματίσει τον υποψήφιο διαρρήκτη.

Ουσιαστικά τα τέσσερα κριτήρια που χρειάζεται να ελέγχει ο ενδιαφερόμενος πριν την αγορά και εγκατάσταση ενός συστήματος συναγερμού είναι:

1. η αξιοπιστία των συσκευών από τις οποίες απαρτίζεται,
2. η συνεχής τεχνική υποστήριξη, δηλαδή η συντήρηση και
3. ο έλεγχος της καλής λειτουργίας των συσκευών και
4. τέλος η δυνατότητα παροχής 24ωρης παρακολούθησης από κάποιο κέντρο λήψης των σημάτων του συναγερμού.

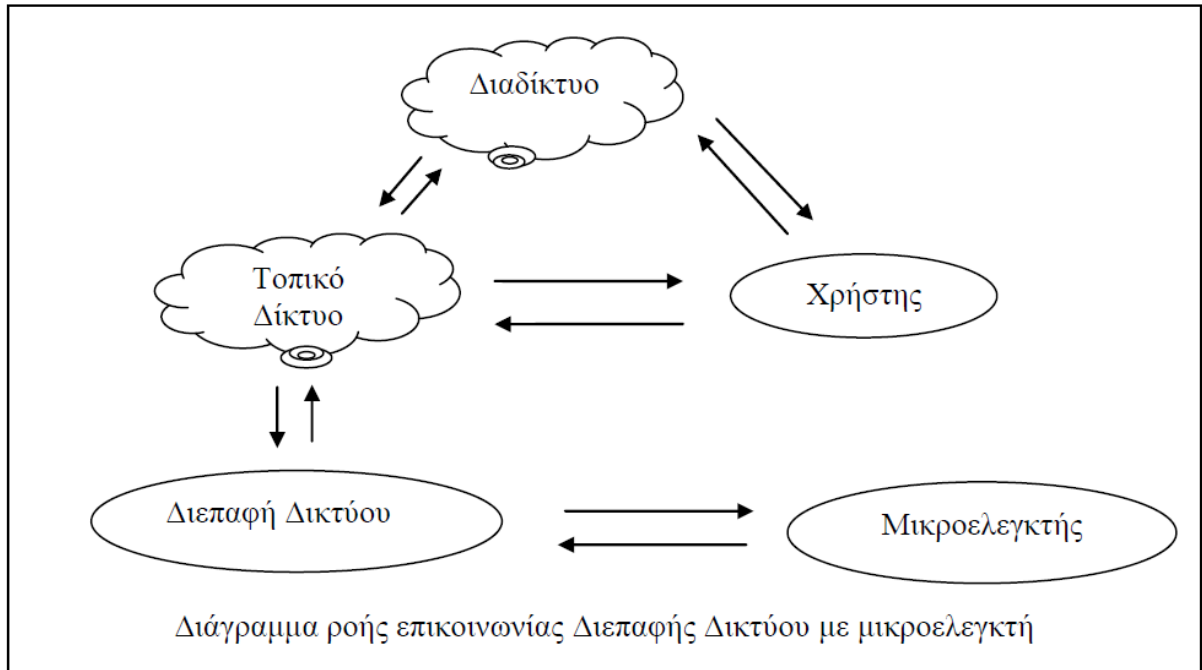
### Διαγράμματα ροής δεδομένων:

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις που καταγράφηκαν, δημιουργήθηκαν τα παρακάτω διαγράμματα ροής δεδομένων.

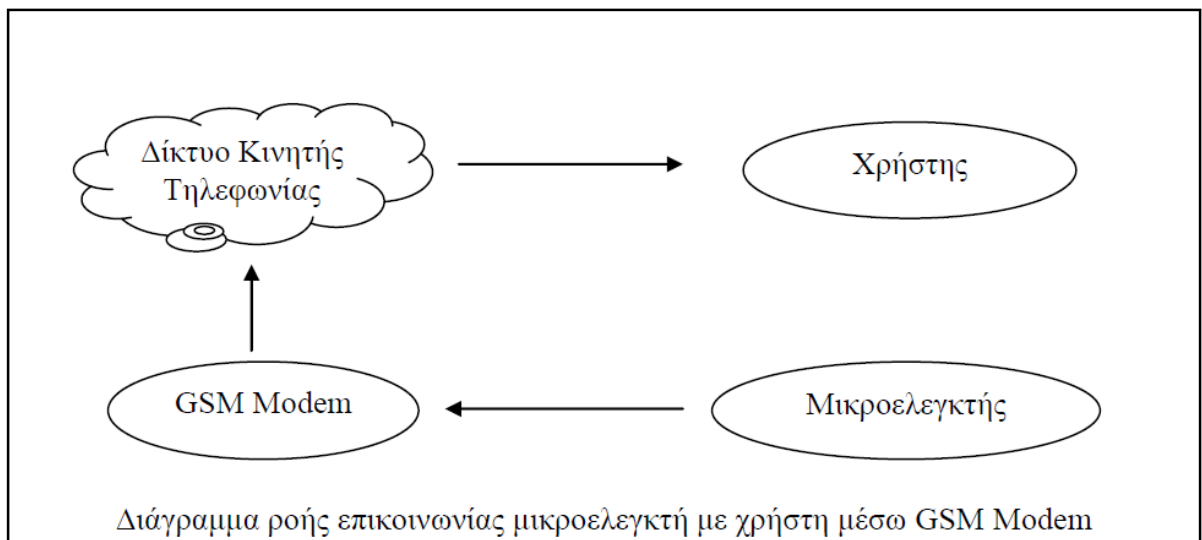


### Διαγράμματα ροής δεδομένων

- Στο παραπάνω διάγραμμα έχουμε την επικοινωνία από τους αισθητήρες προς τον μικροελεγκτή. Όταν το PIR αισθητήριο εντοπίσει αλλαγή στο περιβάλλον θα μεταδώσει στο Arduino την πληροφορία.



- Σε αυτό το διάγραμμα βλέπουμε την αμφίδρομη επικοινωνία που θα πρέπει να έχουμε μεταξύ του μικροελεγκτή ο οποίος θα στέλλει τα δεδομένα μεσών του Serial Port στον υπολογιστή ο οποίος είναι συνδεδεμένος στο διαδίκτυο και με αυτό το τρόπο ο χρήστης θα μπορεί να έχει πρόσβαση στις πληροφορίες που θα έχουμε στο web interface.



- Σε αυτό το διάγραμμα βλέπουμε την επικοινωνία που θα πρέπει να έχουμε μεταξύ του μικροελεγκτή ο οποίος θα στέλλει μέσον του gsm modem ένα γραπτό μήνυμα στον χρήστη σε περίπτωση που γίνει παραβίαση στον χώρο.



## 4.1. Δίκτυα αισθητήρων

Τα δίκτυα αισθητήρων αποτελούνται από στρατηγικά τοποθετημένους αυτόνομους αισθητήρες οι οποίοι μπορούν να μετρήσουν φυσικά μεγέθη όπως θερμοκρασία, ήχος, πίεση, κίνηση, κλπ. Η αυτονομία ενός αισθητήρα βασίζεται στο κύκλωμα στο οποίο είναι ενσωματωμένος ή απλά συνδεδεμένος. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει ένα μικροελεγκτή, στην δική μας περίπτωση Arduino mega ή ένα μικροεπεξεργαστή καθώς και άλλα συμπληρωματικά κυκλώματα που υποστηρίζουν τη διαχείριση ενέργειας και τις επικοινωνίες ενσύρματα ή ασύρματα.

Τα δίκτυα αισθητήρων χρησιμοποιούνται σήμερα σε ευρεία κλίμακα για την παρακολούθηση χώρων, τον έλεγχο της κυκλοφοριακής κίνησης, τη συλλογή δεδομένων και την αντιμετώπιση εκτάκτων αναγκών, τη παρακολούθηση κλιματικών μεταβολών και αντιμετώπιση των φυσικών κινδύνων, στο σύστημα υγείας με καινοτόμες διαγνωστικές, απεικονιστικές και θεραπευτικές προσεγγίσεις κ.α.

## 4.2. Προώθηση στο διαδίκτυο

Στην δική μας εργασία χρησιμοποιήσαμε την διαδικτυακή γλώσσα php για την επικοινωνία μεταξύ ενός script το οποίο διαβάζει τα δεδομένα εξόδου του microcontroller (arduino) μέσω της σειριακής θήρας και τα προωθεί στο διαδίκτυο για την απομακρυσμένη παρακολούθηση του συστήματος.

Η php είναι μια γλώσσα προγραμματισμού για τη δημιουργία σελίδων web με δυναμικό περιεχόμενο. Ο Rasmus Lerdorf ο οποίος ήταν τότε φοιτητής δημιούργησε το 1994 χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού Perl ένα απλό script με όνομα php.cgi, για προσωπική χρήση. Το script αυτό είχε σαν σκοπό να διατηρεί μια λίστα στατιστικών για τα άτομα που έβλεπαν το online βιογραφικό του σημείωμα. Αργότερα αυτό το script το διέθεσε και σε φίλους του, οι οποίοι άρχισαν να του ζητούν να προσθέσει περισσότερες δυνατότητες. Η γλώσσα τότε ονομαζόταν PHP/FI ( Personal Home Page/Form Interpreter). Το 1997 η PHP/FI έφθασε στην έκδοση 2.0, βασισμένη αυτή τη φορά στη γλώσσα C. Την ίδια χρονιά οι Andi Gutmans και Zeev Suraski ξαναέγραψαν τη γλώσσα από την αρχή, βασίζόμενοι όμως αρκετά στην PHP/FI 2.0. Στη συνέχεια η PHP έφθασε στην έκδοση 3.0 όπου θύμιζε περισσότερο τη σημερινή της μορφή. Οι Zeev και Andi, συνεχίζουν μέχρι και σήμερα την ανάπτυξη και εξέλιξη της γλώσσας PHP. Το 1998 είχαμε την έκδοση 4 της PHP, τον Ιούλιο του 2004 διατέθηκε η έκδοση 5, ενώ αυτή τη στιγμή έχουν ήδη διατεθεί και οι πρώτες δοκιμαστικές εκδόσεις της επερχόμενης PHP 6, για οποιονδήποτε προγραμματιστή θέλει να τη χρησιμοποιήσει. [3]

Μια σελίδα php περνά από επεξεργασία από ένα συμβατό διακομιστή του Παγκόσμιου Ιστού (π.χ. Apache Server), ώστε να παραχθεί σε πραγματικό χρόνο το τελικό περιεχόμενο, που θα σταλεί στο πρόγραμμα περιήγησης των επισκεπτών σε μορφή κώδικα HTML. Η γλώσσα αυτή εκτελείται στην πλευρά του εξυπηρετητή (server), κάτι που την κάνει να ξεχωρίζει από άλλες γλώσσες όπως η JavaScript, και κάτι που σημαίνει ότι ο εξυπηρετητής Ιστού τη διερμηνεύει προτού ακόμα τη στείλει στο φυλλομετρητή (browser).

### 4.3. Προγραμματισμός μικροελεγκτή

Ο μικροελεγκτής (*microcontroller*) είναι ένα αυτόνομο υπολογιστικό σύστημα, με πολύ μικρό μέγεθος, σε ένα και μοναδικό ολοκληρωμένο κύκλωμα (computer on a chip). Όπως και όλα τα VLSI (Very-large-scale integration) κυκλώματα, αποτελείται από μέρη που κατασκευάζονται με διάφορες λιθογραφικές μεθόδους πάνω σε πλάκες πυριτίου, τα λεγόμενα Silicon Wafers. Πάνω σε αυτά σχηματίζονται χιλιάδες έως εκατομμύρια τρανζίστορ και κατ' επέκταση δημιουργούνται τα λεγόμενα ολοκληρωμένα κυκλώματα που είναι συνδυασμός λογικών πυλών. Συνδυάζοντας τις λογικές πύλες, δημιουργούνται υπομονάδες που επιτελούν ορισμένες πιο εξειδικευμένες λειτουργίες στο μικροελεγκτή.

Μια κύρια διαφορά μεταξύ ενός μικροελεγκτή και ενός μικροεπεξεργαστή είναι πως στο μικροελεγκτή υπάρχει ενσωματωμένη μνήμη και μονάδες ελέγχου περιφερειακών συσκευών. Οι μικροελεγκτές έχουν ως κύριο σκοπό τους να επικοινωνούν με άλλες ηλεκτρονικές διατάξεις.

Ο προγραμματισμός αυτών των συσκευών γίνεται με ένα σετ εντολών που έχουν συγκεκριμένη σύνταξη και χρησιμοποιούν δύο καταστάσεις το 1 και το 0. Οι μικροελεγκτές αρχικά, προγραμματίζονταν μόνο σε γλώσσα assembly, αλλά πλέον διάφορες γλώσσες υψηλού επιπέδου χρησιμοποιούνται για αυτό το σκοπό. Αυτές οι γλώσσες προγραμματισμού είναι είτε αποκλειστικά στοχευμένες για τον προγραμματισμό μικροελεγκτών, ή απλά εκδόσεις τους που μας εξυπηρετούν, όπως η γλώσσα C. Οι εντολές της γλώσσας μηχανής επιτελούν περιορισμένες διεργασίες και πολλές φορές χρειάζεται εκατοντάδες εντολών για να εκτελέσουν πράξεις και λειτουργίες πιο σύνθετες από τις συνηθισμένες. Υπάρχει, όμως η δυνατότητα να γράψουμε το πρόγραμμα σε γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου. Οι γλώσσες υψηλού επιπέδου μπορούν να μεταφραστούν σε γλώσσα χαμηλού επιπέδου με τη βοήθεια μεταφραστικών εργαλείων, όπως είναι ο compiler (μεταγλωττιστής) και ο interpreter (διερμηνέας). Το πρώτο είναι εργαλείο λογισμικού, το οποίο δέχεται τις εντολές υψηλού επιπέδου που δίνει ο χρήστης και τις μετατρέπει σε γλώσσα μηχανής. Στους σύγχρονους μικροεπεξεργαστές για μη ενσωματωμένα συστήματα (πχ τους μικροεπεξεργαστές των προσωπικών υπολογιστών), δίνεται έμφαση στην υπολογιστική ισχύ. Η ευελιξία ανάπτυξης διαφορετικών εφαρμογών είναι μεγάλη, καθώς η λειτουργικότητα του τελικού συστήματος καθορίζεται από τα εξωτερικά περιφερειακά τα οποία διασυνδέονται με την κεντρική μονάδα (μικροεπεξεργαστή), η οποία δεν είναι εξειδικευμένη. Αντίθετα, στους μικροεπεξεργαστές για ενσωματωμένα συστήματα (μικροελεγκτές), οι οποίοι έχουν μικρότερες ή και μηδαμινές δυνατότητες συνεργασίας με εξωτερικά περιφερειακά, αυτού του είδους, η ευελιξία είναι περιορισμένη, καθώς και η υπολογιστική ισχύς. Οι μικροελεγκτές δίνουν έμφαση στο μικρό αριθμό ολοκληρωμένων κυκλωμάτων που απαιτείται για τη λειτουργία μιας συσκευής, το χαμηλό κόστος και την εξειδίκευση. [4]

Αναλυτικά, τα πλεονεκτήματα των μικροελεγκτών είναι:

- Αυτονομία, μέσω της ενσωμάτωσης σύνθετων περιφερειακών υποσυστημάτων όπως μνήμες και θύρες επικοινωνίας. Έτσι πολλοί μικροελεγκτές δεν χρειάζονται κανένα άλλο ολοκληρωμένο κύκλωμα για να λειτουργήσουν.
- Η ενσωμάτωση περιφερειακών σημαίνει ευκολότερη υλοποίηση εφαρμογών λόγω των απλούστερων διασυνδέσεων. Επίσης, οδηγεί σε χαμηλότερη κατανάλωση ισχύος, μεγιστοποιώντας τη φορητότητα και ελαχιστοποιεί το κόστος της συσκευής στην οποία ενσωματώνεται ο μικροελεγκτής.
- Χαμηλό κόστος.
- Μεγαλύτερη αξιοπιστία, και πάλι λόγω των λιγότερων διασυνδέσεων.
- Μειωμένες εκπομπές ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών και μειωμένη ευαισθησία σε αντίστοιχες παρεμβολές από άλλες ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές. Το πλεονέκτημα αυτό προκύπτει από το μικρότερο αριθμό και μήκος εξωτερικών διασυνδέσεων καθώς και τις χαμηλότερες ταχύτητες λειτουργίας.
- Περισσότεροι διαθέσιμοι ακροδέκτες για ψηφιακές εισόδους-εξόδους (για δεδομένο μέγεθος ολοκληρωμένου κυκλώματος), λόγω της μη δέσμευσής τους για τη σύνδεση εξωτερικών περιφερειακών.

- Μικρό μέγεθος συνολικού υπολογιστικού συστήματος.

Η βασική αρχιτεκτονική των μικροελεγκτών δεν διαφέρει από αυτή των κοινών μικροεπεξεργαστών, αν και στους πρώτους είναι απαντάται συχνά η αρχιτεκτονική μνήμης τύπου Harvard, η οποία χρησιμοποιεί διαφορετικές αρτηρίες σύνδεσης της μνήμης προγράμματος και της μνήμης δεδομένων (πχ οι σειρές AVR από την Atmel και PIC από την Microchip). Στους κοινούς μικροεπεξεργαστές συνηθίζεται η ενιαία διάταξη μνήμης τύπου φον Νόιμαν

#### 4.4. Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν

Όλα τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας είναι ανοιχτού ή ελεύθερου λογισμικού. Τα κύρια εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας είναι τα εξής:

##### Xampp

Το XAMPP είναι ένα πακέτο προγραμμάτων ελεύθερου λογισμικού, λογισμικού ανοικτού κώδικα και ανεξάρτητου πλατφόρμας το οποίο περιέχει το εξυπηρετητή ιστοσελίδων http Apache, την βάση δεδομένων MySQL και ένα διεργαστή για σενάρια γραμμένα σε γλώσσες προγραμματισμού PHP και Perl.

Το XAMPP είναι ακρωνύμιο και αναφέρεται στα παρακάτω αρχικά:

- X (αναφέρεται στο "cross-platform" που σημαίνει λογισμικό ανεξάρτητο πλατφόρμας)
- Apache HTTP εξυπηρετητής
- MySQL
- PHP
- Perl

Το XAMPP είναι ένα ελεύθερο λογισμικό το οποίο περιέχει ένα εξυπηρετητή ιστοσελίδων το οποίο μπορεί να εξυπηρετεί και δυναμικές ιστοσελίδες τεχνολογίας PHP/MySQL. Είναι ανεξάρτητο πλατφόρμας και τρέχει σε Microsoft Windows, Linux, Solaris, and Mac OS X και χρησιμοποιείται ως πλατφόρμα για την σχεδίαση και ανάπτυξη ιστοσελίδων με την τεχνολογίες όπως PHP, JSP και Servlets.



Web tools

## Apache Web Server

Ο **Apache HTTP** γνωστός και απλά σαν Apache είναι ένας εξυπηρετητής του Παγκόσμιου Ιστού (Web Server). Όποτε ένας χρήστης επισκέπτεται ένα ιστότοπο το πρόγραμμα πλοήγησης (browser) επικοινωνεί με έναν διακομιστή (server) μέσω του πρωτοκόλλου HTTP, ο οποίος παράγει τις ιστοσελίδες και τις αποστέλλει στο πρόγραμμα πλοήγησης.

Ο Apache αποτελεί ένα ανοικτού κώδικα λογισμικό, το οποίο υποστηρίζει ένα σύνολο από διάφορα λειτουργικά συστήματα, όπως Linux, Unix, Windows κ.α. Είναι γραμμένος στη γλώσσα C και αποτελεί το πιο διάσημο HTTP λογισμικό εξυπηρετητή. Το λογισμικό αυτό υποστηρίζει διάφορες εφαρμογές, όπως είναι γλώσσες προγραμματισμού της πλευράς του εξυπηρετητή, όπως η PHP. Υποστηρίζει Perl, Python, Tcl, καθώς επίσης, και SSL και TLS. Χρησιμοποιείται για να τρέχουν σε αυτόν τόσο στατικές, όσο και δυναμικές ιστοσελίδες. Ο APACHE, χρησιμοποιείται πολλές φορές σε περιπτώσεις που είναι αναγκαίο διάφορες πληροφορίες να γίνουν προσβάσιμες με ένα ασφαλή και αξιόπιστο τρόπο, όπως για παράδειγμα το διαμοίρασμα αρχείων από έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή στο διαδίκτυο.

Κυκλοφόρησε υπό την άδεια λογισμικού Apache και συντηρείται από μια κοινότητα ανοικτού κώδικα με επιτήρηση από το Ίδρυμα Λογισμικού Apache (Apache Software Foundation). Η πρώτη του έκδοση, γνωστή ως NCSA HTTPd, δημιουργήθηκε από τον Robert McCool και κυκλοφόρησε το 1993. Θεωρείται ότι έπαιξε σημαντικό ρόλο στην αρχική επέκταση του παγκόσμιου ιστού. Ήταν η πρώτη βιώσιμη εναλλακτική επιλογή που παρουσιάστηκε απέναντι στον εξυπηρετητή http της εταιρείας Netscape και από τότε έχει εξελιχθεί στο σημείο να ανταγωνίζεται άλλους εξυπηρετητές βασισμένους στο Unix σε λειτουργικότητα και απόδοση. Από το 1996 ήταν από τους πιο δημοφιλείς όμως από τον Μάρτιο του 2006 έχει μειωθεί το ποσοστό της εγκατάστασής του κυρίως από τον Microsoft Internet Information Services και την πλατφόρμα .NET. Τον Οκτώβριο του 2007 το μερίδιό του ήταν 47.73% από όλους τους ιστοτόπους. [5]

Επιπρόσθετα, χρησιμοποιείται από πολλούς προγραμματιστές διαδικτυακών εφαρμογών για να ελέγχουν, τοπικά στον ηλεκτρονικό τους υπολογιστή, τον κώδικά τους. Αυτός είναι ένας από τους λόγους που χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό αυτό στην παρούσα διπλωματική εργασία. Ένας ακόμη λόγος, είναι γιατί υποστηρίζει τη γλώσσα προγραμματισμού PHP, η οποία χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση των λειτουργιών της ιστοσελίδας.

## Arduino IDE

Το Arduino είναι ένας single-board μικροελεγκτής, δηλαδή μια απλή μητρική πλακέτα ανοικτού κώδικα, με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους/εξόδους, και η οποία μπορεί να προγραμματιστεί με τη γλώσσα Wiring (ουσιαστικά πρόκειται για τη γλώσσα προγραμματισμού C++ και ένα σύνολο από βιβλιοθήκες, υλοποιημένες επίσης στην C++). Το Arduino μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ανεξάρτητων διαδραστικών αντικειμένων αλλά και να συνδεθεί με υπολογιστή μέσω προγραμμάτων σε Processing, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider. Οι περισσότερες εκδόσεις του Arduino μπορούν να αγοραστούν προ-συναρμολογημένες· το διάγραμμα και πληροφορίες για το υλικό είναι ελεύθερα διαθέσιμα για αυτούς που θέλουν να συναρμολογήσουν το Arduino μόνοι τους.

Το πρόγραμμα Arduino έλαβε τιμητική μνεία στην κατηγορία *Digital Communities* στο *Prix Ars Electronica* το 2006.







Το 2005, ένα σχέδιο κίνησε προκειμένου να φτιαχτεί μία συσκευή για τον έλεγχο προγραμμάτων διαδραστικών σχεδίων από μαθητές, η οποία θα ήταν πιο φθηνή από άλλα πρωτότυπα συστήματα

διαθέσιμα εκείνη την περίοδο. Οι ιδρυτές Massimo Banzi και David Cueartielles ονόμασαν το σχέδιο από τον Arduino της Inrea και ξεκίνησαν να παράγουν πλακέτες σε ένα μικρό εργοστάσιο στην Ιβρέα, κωμόπολη της επαρχίας Τορίνο στην περιοχή Πεδεμόντιο της βορειοδυτικής Ιταλίας- την ίδια περιοχή στην οποία στεγαζόταν η εταιρία υπολογιστών Olivetti.

Το σχέδιο Arduino είναι μία διακλάδωση της πλατφόρμας Wiring για λογισμικό ανοικτού κώδικα και προγραμματίζεται χρησιμοποιώντας μια γλώσσα βασισμένη στο Wiring (σύνταξη και βιβλιοθήκες), παρόμοια με την C++ με απλοποιήσεις και αλλαγές, καθώς και ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE). [6]

Για τη διαχείριση του Arduino από τον υπολογιστή χρησιμοποιείται το Arduino IDE. Το Arduino IDE είναι βασισμένο σε Java και συγκεκριμένα παρέχει:

- ένα πρακτικό γραφικό περιβάλλον για τη συγγραφή των προγραμμάτων (τα οποία ονομάζονται sketch στην ορολογία του Arduino) με συντακτική χρωματική σήμανση.
- μερικές έτοιμες βιβλιοθήκες για προέκταση της.
- τον compiler για τη μεταγλώττιση των sketch.
- ένα serial monitor που παρακολουθεί την επικοινωνία της σειριακής θύρας (USB), αναλαμβάνει να στείλει αλφαριθμητικά στο Arduino μέσω αυτής και είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για το debugging των sketch
- και την επιλογή για ανέβασμα των μεταγλωττισμένων sketch στο Arduino.

<b>Εργαλεία ανάπτυξης Arduino IDE</b>	
<b>Εργαλείο</b>	<b>Περιγραφή</b>
	Ελέγχει για συντακτικά λάθη στον κώδικα.
	Μεταγλωττίζει τον κώδικα και το φορτώνει στο Arduino. Αν δεν είναι συντακτικά σωστός δε μπορεί να γίνει η φόρτωση.
	Δημιουργεί ένα νέο sketch.
	Παραθέτει ένα μενού με όλα τα sketch. Ενεργοποιώντας ένα από αυτά, θα ανοίξει αυτόματα στο τρέχον παράθυρο.
	Αποθηκεύει ένα sketch.
	Ανοίγει τη σειριακή οθόνη. Μέσω αυτής παρακολουθείται η ανταλλαγή δεδομένων που γίνεται στη σειριακή θύρα.

Arduino IDE icons

## VBScript

Η VBScript (Visual Basic Scripting Edition) είναι μια γλώσσα που αναπτύχθηκε από τη Microsoft, που εμπνέεται από τη Visual Basic. Είναι σχεδιασμένο ως μια «ελαφριά» γλώσσα με ένα γρήγορο διερμηνέα για χρήση σε μια ευρεία ποικιλία των Microsoft περιβάλλον. Η VBScript χρησιμοποιεί τη αντικειμενοστραφή μέθοδο για να αποκτήσει πρόσβαση σε στοιχεία του περιβάλλοντος εντός του οποίου λειτουργεί για παράδειγμα, η FileSystemObject (FSO) χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει, να διαβάσει, να ενημερώσει και να διαγράψει αρχεία.

Η VBScript είναι εγκατεστημένη από προεπιλογή σε κάθε έκδοση επιφάνειας εργασίας των Microsoft Windows από τα Windows 98 και προαιρετικά με Windows CE (ανάλογα με τη συσκευή που είναι εγκατεστημένη).

Ένα script της VBScript πρέπει να εκτελεστεί μέσα σε ένα περιβάλλον υποδοχής, εκ των οποίων παρέχονται με τα Microsoft Windows, συμπεριλαμβανομένων: Windows Script Host (WSH), ο Internet Explorer (IE), και υπηρεσίες Internet Information Services (IIS) Επιπλέον, η VBScript μπορεί να ενσωματωθεί σε άλλα προγράμματα, μέσω τεχνολογιών όπως η Microsoft Script (msscript.ocx). [7]

Την VB την εκμεταλλευτήκαμε θέλοντας να διαβάζουμε τα δεδομένα από την σειριακή θύρα USB που είναι συνδεδεμένος ο Arduino σε πραγματικό χρόνο, έτσι δημιουργήσαμε ένα μικρό script το οποίο τρέχει στον Host υπολογιστή και διαβάζει όλα τα εξερχόμενα δεδομένα από τον μικροελεγκτή και τα αποθηκεύει σε ένα αρχείο txt που το έχουμε σαν data logger.

## 5. Το υλικό μέρος του συστήματος

### 5.1. Κόστος υλικών

Το κόστος υλοποίησης του συγκεκριμένου συστήματος συναγερμού είναι σχετικά χαμηλό σε σχέση με τα άλλα συστήματα ασφάλειας για των λόγο ότι τα υλικά αγοράστηκαν από το διαδίκτυο όπου οι τιμές είναι χαμηλότερες από τοπικά καταστήματα λόγω ανταγωνισμού και φορολογίας.

Στον πίνακα παρακάτω αναγράφονται οι τιμές με τις οποίες αγοράστηκαν τα υλικά για την κατασκευή του συστήματος.

ΥΛΙΚΟ	ΚΟΣΤΟΣ
Arduino Mega 2560 R3	€ 12
MFRC-522 RC522 RFID Radiofrequency IC	€ 4
4 x 4 Matrix Array Keypad	€ 1
Blue Backlight LCD Display	€ 3
Infrared IR PIR Motion Sensor Detector Module	€ 1
1 Channel Relay Module	€ 1
Electromagnetic Locker	€ 5
Buzzer	€ 1
GSM Module SIEMENS TC35	€ 20
<b>Σύνολο</b>	<b>€ 48</b>

Κόστος υλικών

### 5.2. Arduino Mega 2560

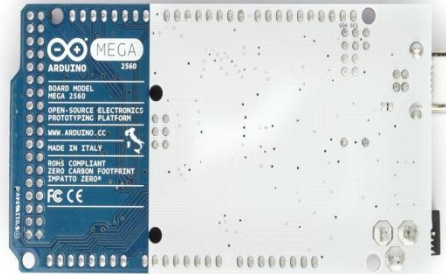
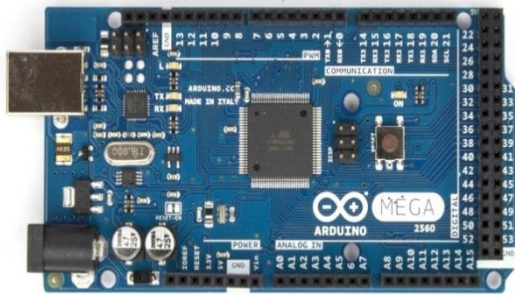
Ο Arduino mega 2560 είναι ένας μικροελεγκτής της οικογένειας arduino που βασίζεται στον ATmega2560 της Atmel, διαθέτει 54 ψηφιακές εισόδους/ εξόδους (εκ των οποίων 14 μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως έξοδοι PWM), 16 αναλογικές εισόδους, 4 UARTs (σειριακές Θύρες hardware), ένα κρύσταλλο ταλάντωσης στα 16 MHz, μια σύνδεση USB, μια είσοδο ρεύματος (για υποδοχή τροφοδοσίας), μια κεφαλίδα ICSP, και ένα reset button.

Περιέχει όλα όσα χρειάζονται για τη στήριξη του μικροελεγκτή απλά συνδέστε το σε έναν υπολογιστή με ένα καλώδιο USB ή εξουσία με έναν προσαρμογέα AC-to-DC ή μπαταρία για να ξεκινήσετε. Το Mega είναι συμβατό με τις περισσότερες ασπίδες έχουν σχεδιαστεί για την Arduino Duemilanove, Diecimila.

Το Mega 2560 είναι μια ενημερωμένη έκδοση για το Mega Arduino, το οποίο αντικαθιστά.

Η Mega2560 διαφέρει από όλα τα προηγούμενα διοικητικά συμβούλια στο ότι δεν χρησιμοποιεί το USB σε σειριακή τσιπ οδήγησης FTDI. Αντ' αυτού, διαθέτει τη ATmega16U2 (ATmega8U2 στα διοικητικά συμβούλια αναθεώρηση 1 και αναθεώρηση 2) προγραμματισμένο ως μετατροπέας USB σε σειριακή.

Αναθεώρηση 2 του διοικητικού συμβουλίου Mega2560 έχει μια αντίσταση τραβώντας τη γραμμή 8U2 HWB στο έδαφος, πράγμα που καθιστά ευκολότερο να τεθεί σε λειτουργία DFU. [9]



Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 R3 Front

Arduino Mega2560 R3 Back

## Χαρακτηριστικά

Μικροελεγκτής	ATmega2560
Τάση λειτουργίας	5V
Τάση εισόδου (συνιστάται)	7-12V
Τάση εισόδου (όρια)	6-20V
Ψηφιακές I/O Pins	54 (εκ των οποίων οι 14 προβλέπουν PWM εξόδο)
Αναλογικές Pins Είσοδοι	16
DC Ρεύμα ανά I/O Pin	40mA
DC Ρεύμα για 3.3V Pin	50 mA
FLASHMEMORY	256 KB εκ των οποίων 8 KB που χρησιμοποιούνται από τον boot loader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 K B
Ταχύτητα ρολογιού	16MHz

Χαρακτηριστικά Arduino mega 2560



## Τροφοδοσία Arduino

Ο Arduino Mega 2560 μπορεί να τροφοδοτείται μέσω της σύνδεσης USB ή με εξωτερικό τροφοδοτικό. Η πηγή ενέργειας επιλέγεται αυτόματα.

Εξωτερική (μη-USB) ισχύς μπορεί να προέρχεται είτε από ένα AC-to-DC μετασχηματιστή ή μπαταρία. Ο μετασχηματιστής μπορεί να συνδεθεί με τη σύνδεση ενός βύσματος 2,1 χιλιοστά με κέντρο-Θετικό στην υποδοχή ρεύματος .

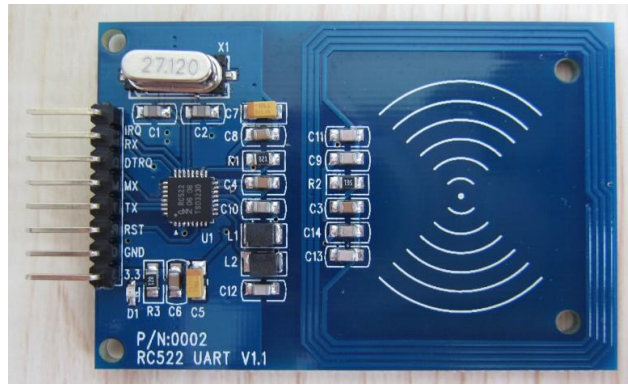
Ο Arduino Mega 2560 μπορεί να λειτουργήσει με εξωτερική παροχή των 6 έως 20 Volts. Σε περίπτωση που τροφοδοτηθεί με λιγότερο από 7V, μπορεί να είναι ασταθής. Εάν τροφοδοτηθεί περισσότερο από 12V, ο ρυθμιστής τάσης μπορεί να υπερθερμανθεί και να καταστραφεί . Η συνιστώμενη τάση τροφοδοσίας είναι 7 έως 12 Volts.

Ο Mega 2560 διαφέρει από όλους τους προηγούμενους του, γιατί δεν χρησιμοποιεί FTDI USB-to-Serial ως chip οδηγού, αλλά χρησιμοποιεί τον Atmega8U2 της Atmel που έχει προγραμματιστεί ως USB-to-Serial μετατροπέας, με αποτέλεσμα πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες στην σειριακή σύνδεση.

### 5.3. RFID MF-RC522

Η βιβλιοθήκη MFRC522 δημιουργήθηκε για πρώτη φορά Ιανουάριο του 2012 από τον Miguel Balboa με βάση τον κώδικα του Δρ Leong για “Arduino RFID ενότητα Kit 13,56 MHz”. Μεταφράστηκε στα αγγλικά και ξαναγράφηκε το φθινόπωρο του 2013 από τον Søren Andersen [11]

Μέγεθος	60mm X 40mm
Λειτουργώντας ρεύμα	13-26mA/3.3V DC
Λειτουργούσα συχνότητα	13.56MHz
Διεπαφή	SPI
Ποσοστό μεταφοράς	10Mbit/s
Λειτουργούσα θερμοκρασία	-20-80 βαθμοί Κέλσιος



RFID - MF-RC522

Το RC522 είναι ένα παθητικό chip ανέπαφης ανάγνωσης καρτών που λειτουργά στα 13.56Mhz, χρησιμοποιεί την διαμόρφωσης και αναδιαμόρφωσης που ενσωματώνεται εντελώς σε όλους τους τύπους παθητικών ανέπαφων μεθόδων, είναι χαμηλής τάσης στα 3.3V. Ο διάυλος επικοινωνίας με τον Arduino εφαρμόζετε πάνω στην συνδεσμολογία SPI που μας επιτρέπει να μην διακόπτουμε το πρόγραμμα κατά την ανάγνωση κάποιας κάρτας αλλά να τρέχει παράλληλα. Η απόσταση λήψης της κεραίας του είναι στα 2cm. [12]

Υπάρχουν φθηνά RFID που μπορούν να διαβάσει και να γράψουν στις ετικέτες Mifare και πωλούνται σε πολλά καταστήματα στο διαδίκτυο, όπως το eBay

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει την τυπική οργάνωση PIN που χρησιμοποιείται για το RF522 :

	PCD	Arduino					Teensy
	MFRC522	Uno	Mega	Nano v3	Leonardo/Micro	Pro Micro	3.1
Signal	Pin	Pin	Pin	Pin	Pin	Pin	Pin
RST/Reset	RST	9	5	D9	RESET/ICSP-5	RST	9
SPI SS	SDA	10	53	D10	10	10	10
SPI MOSI	MOSI	11 / ICSP-4	52	D11	ICSP-4	16	11
SPI MISO	MISO	12 / ICSP-1	51	D12	ICSP-1	14	12
SPI SCK	SCK	13 / ICSP-3	50	D13	ICSP-3	15	13

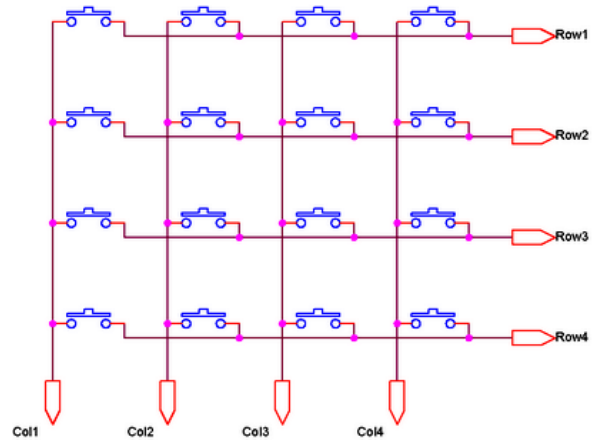
Pins of RF522

## 5.4. Πληκτρολόγιο

Στο project αυτό εισάγαμε και ένα αναλογικό πληκτρολόγιο για την χειροκίνητη χρήση του συστήματος. Το πληκτρολόγιο διαθέτει δεκαέξι πλήκτρα, από τα οποία δέκα με τους δέκα πρώτους ακέραιους αριθμούς (0-9) και επιπλέον τα πλήκτρα του αστεράκι (\*) της δίσωσης (#) και τα γράμματα (ABCD).



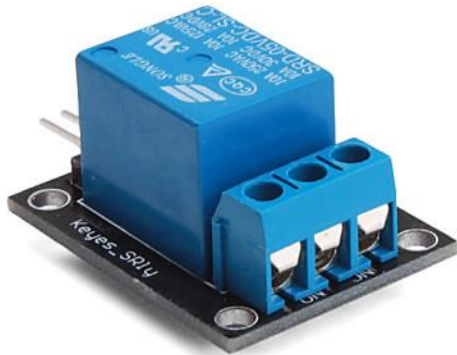
Keypad



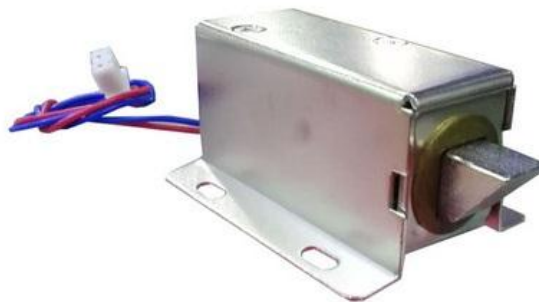
Το πληκτρολόγιο διαθέτει 8 ακροδέκτες, έναν για κάθε στήλη και έναν για κάθε γραμμή. Επομένως με το πάτημα ενός πλήκτρου ενεργοποιούνται δυο ακροδέκτες, ένας που αντιστοιχεί στη στήλη και ένας που αντιστοιχεί στη γραμμή. Για το χειρισμό του πληκτρολογίου μέσω του Arduino χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη Keypad.h.

## 5.5. Ηλεκτρονική Κλειδαριά - Ρελέ

Στο σύστημα, μας ζητήθηκε η προσθήκη μιας ηλεκτρονικής κλειδαριάς για ξεκλείδωμα της πόρτας μετά από την απενεργοποίηση του συναγερμού, η ηλεκτρονική κλειδαριά όμως ελέγχεται από τάση (12-24V) μεγαλύτερη από αυτή που μπορεί να διαχειριστεί το arduino. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται ένα ρελέ (relay) ως διακόπτης για μεγαλύτερες τάσεις.



Single Relay



Electric Locker

Ο ηλεκτρονόμος, ρελέ (*relay*) ή ρελές είναι ένας ηλεκτρικός διακόπτης που ανοίγει και κλείνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα κάτω από τον έλεγχο ενός άλλου ηλεκτρικού κυκλώματος. Στην αρχική μορφή του, ένας ηλεκτρομαγνήτης ενεργοποιούσε το διακόπτη, με το άνοιγμα ή κλείσιμο μιας ή περισσότερων επαφών. Εφευρέθηκε από τον Τζόζεφ Χένρυ το 1835. Επειδή ένας ηλεκτρονόμος είναι ικανός να ελέγχει ένα κύκλωμα εξόδου υψηλότερης ισχύος από το κύκλωμα εισόδου, μπορεί να θεωρηθεί, γενικά, μια μορφή ηλεκτρικού ενισχυτή. Ουσιαστικά ένα ρελέ είναι ένας μηχανικός διακόπτης που ελέγχεται ηλεκτρονικά

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.

Όταν ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει το πηνίο του ηλεκτρονόμου, το παραγόμενο μαγνητικό πεδίο έλκει έναν οπλισμό που είναι μηχανικά συνδεδεμένος σε μια κινούμενη επαφή. Έτσι, η κινούμενη επαφή είτε συνδέεται με μια σταθερή επαφή είτε αποσυνδέεται από τη σταθερή επαφή. Μόλις το ηλεκτρικό ρεύμα στο πηνίο διακοπεί, ο οπλισμός επιστέφει στη θέση ηρεμίας του εξαιτίας μιας δύναμης επαναφοράς, που είναι ίση με το ήμισυ της μαγνητικής. Η δύναμη επαναφοράς παρέχεται συνήθως από ένα ελατήριο, αλλά και η βαρύτητα χρησιμοποιείται συχνά σε βιομηχανικούς εκκινητές μηχανών. Η μεταβολή της μαγνητικής ροής στο πηνίο γεννά ένα ηλεκτρικό ρεύμα, το λεγόμενο "επαγωγικό", που έχει αντίθετη φορά από εκείνο που παρέχεται στο πηνίο. Για τη λειτουργία του πηνίου και τη μετακίνηση των επαφών απαιτείται σχετικά μεγάλη ένταση ηλεκτρικού ρεύματος, αλλά - μόλις ο οπλισμός κλείσει - το ηλεκτρικό ρεύμα που απαιτείται για να κρατήσει τον οπλισμό κλειστό είναι ένα μικρό κλάσμα του αρχικού, τυπικά το  $\frac{1}{10}$ . Οι ηλεκτρονόμοι κατασκευάζονται για να λειτουργούν γρήγορα. Σε μια εφαρμογή χαμηλής τάσης, αυτό γίνεται για τη μείωση του θορύβου. Σε μια εφαρμογή υψηλής τάσης ή υψηλής έντασης ρεύματος, αυτό γίνεται για τη μείωση των σπινθηρισμών (ηλεκτρικών εκφορτώσεων μορφής τόξου).

Εάν το πηνίο διεγείρεται με συνεχές (DC) ρεύμα, ανεξάρτητα από το ηλεκτρικό ρεύμα που ρέει διαμέσου των επαφών, μια δίοδος μπαίνει συνήθως παράλληλα με το πηνίο. Όταν το πηνίο διεγείρεται, αποκαθίσταται ένα μαγνητικό πεδίο. Όταν το πηνίο αποδιεγείρεται, το καταρρέον μαγνητικό πεδίο δημιουργεί μια αιχμή ηλεκτρικού ρεύματος που θα μπορούσε να βλάψει το υπόλοιπο κύκλωμα. Αν το πηνίο διεγείρεται με εναλλασσόμενο (AC) ρεύμα, ένα μικρό χάλκινο δαχτυλίδι πτυχώνεται στο άκρο του σωληνοειδούς πηνίου. Το εναλλασσόμενο ρεύμα μηδενίζεται 100 φορές το δευτερόλεπτο. Σε κάθε χρονική στιγμή μηδενισμού, δεν υπάρχει καμιά μαγνητική δύναμη που να συγκρατεί τις επαφές κλειστές. Το μικρό χάλκινο δαχτυλίδι παρέχει ένα μικρό ρεύμα εκτός φάσεως που καλείται *shadow pole* (σκιώδης πόλος). Το άθροισμα του εναλλασσόμενου ρεύματος και του *shadow pole* εξασφαλίζει τη συγκράτηση του οπλισμού στη θέση εμπλοκής σε όλες τις χρονικές στιγμές.

Τα άκρα του πηνίου ονοματίζονται ως A1 και A2 στην πλειοψηφία των κατασκευαστών ρελέ. Πρόβλημα δυσλειτουργίας μπορεί να παρουσιαστεί μετά από εντατική χρήση ή κακή επιλογή της ισχύος του ή βλάβης στο φορτίο - κατανάλωση που ελέγχουν. Συνήθως οι επαφές ισχύος είναι αυτές που παρουσιάζουν πρόβλημα πιο συχνά

Στη μια του άκρη έχει τρεις ακροδέκτες, 5V, CTRL και GND. Στη συνέχεια αυτοί οι ακροδέκτες συνδέονται με το arduino στα 5V και στη γείωση, όπως και σε μια από τις I/O του arduino. Στην άλλη άκρη του ρελέ συνδέονται τα δυο άκρα της ηλεκτρονικής κλειδαριάς, με την προσθήκη και της κατάλληλης τροφοδοσίας, για τη λειτουργία της.

Σε αναλογία με τις λειτουργίες της πρωτότυπης ηλεκτρομαγνητικής συσκευής, ένας *ηλεκτρονόμος στερεάς κατάστασης* κατασκευάζεται με ένα θυρίστορ ή άλλη συσκευή διακοπής στερεάς κατάστασης. Για να επιτευχθεί ηλεκτρική απομόνωση, μια δίοδος φωτοεκπομπής LED χρησιμοποιείται με ένα φωτοτρανζίστορ. [13]

## 5.6. Παθητικό αισθητήριο PIR

## Αρχή λειτουργίας

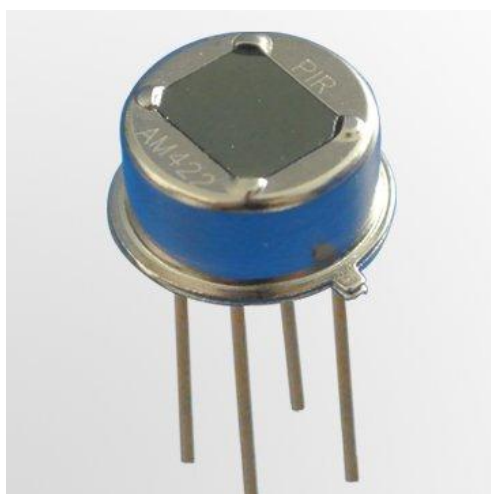
Με τον όρο παθητικό αισθητήριο εννοούμε παθητικό αισθητήριο υπέρυθρων (Passive Infrared Sensor). Σε αντίθεση με τους υπέρυθρους οπτικούς αισθητήρες που χρησιμοποιούν ένα LED για πομπό και δέκτη υπέρυθρων, το PIR δεν εκπέμπει τίποτα. Οι παθητικοί υπέρυθροι αισθητήρες (οι οποίοι μερικές φορές λέγονται και πυροηλεκτρικοί αισθητήρες) έχουν την ιδιότητα το αισθητήριο στοιχείο τους συνήθως να διαιρείται σε πολλούς τομείς. Η ανίχνευση κίνησης προκαλείται όταν μια πηγή θερμότητας, για παράδειγμα η θερμότητα του ανθρωπίνου σώματος .

Όπως υποδηλώνει το «παθητικό» στην ονομασία του, απαντά μόνο στην υπέρυθρη ενέργεια που ακτινοβολείται από το αντικείμενο που ανιχνεύτηκε. Το πιο συνηθισμένο αντικείμενο του οποίου ανιχνεύει την ακτινοβολία που εκπέμπεται ένα PIR είναι το ανθρώπινο σώμα, έτσι οι αισθητήρες αυτοί βρίσκουν χρήση σε αυτόματους διακόπτες φωτισμού, συστήματα συναγερμού, και ελεγκτές ανοίγματος πόρτας. Κάθε αντικείμενο με θερμοκρασία πάνω από το απόλυτο μηδέν εκπέμπει υπέρυθρη ενέργεια με μορφή ακτινοβολίας. Αυτή η ενέργεια είναι αόρατη στο ανθρώπινο μάτι, αλλά όχι στο πυροηλεκτρικό υλικό που βρίσκεται στον πυρήνα του αισθητήρα PIR. Όταν υποβάλλονται σε υπέρυθρη ακτινοβολία, τα πυροηλεκτρικά υλικά δημιουργούν ένα μικρό ηλεκτρικό φορτίο παρόμοιο με το ηλεκτρικό φορτίο που δημιουργείται όταν το ορατό φως χτυπάει ένα ηλιακό κύτταρο.

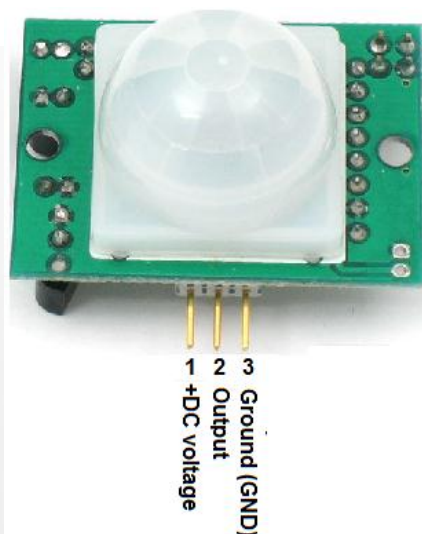
Επομένως οι παθητικοί υπέρυθροι αισθητήρες δεν μετρούν το ποσό της λαμβανόμενης υπέρυθρης ενέργειας ανά δευτερόλεπτο, αλλά τις αλλαγές της θερμικής ακτινοβολίας. Οι παθητικοί υπέρυθροι αισθητήρες ανιχνεύουν τις «θερμές» απεικονίσεις αντιλαμβανόμενοι την διαφορά που υπάρχει στην «θερμή» λαμβανόμενη εικόνα και στο «ψυχρό» φόντο κάτι που απορρέει από την λαμβανόμενη υπέρυθρη ακτινοβολία του χώρου.

Το μήκος κύματος της υπέρυθρης ακτινοβολίας μετράται σε μικρόμετρα, με την παραγόμενη υπέρυθρη ακτινοβολία να βρίσκεται στην περιοχή μεταξύ 7 έως 14 μικρομέτρων. Οι περισσότεροι υπέρυθροι παθητικοί αισθητήρες επικεντρώνονται σε αυτό το στενό εύρος ζώνης. Προκειμένου να αποφύγουμε τις θερμικές αποκλίσεις λόγω των περιβαλλοντικών αλλαγών χρησιμοποιείται ένα κύκλωμα μέτρησης του ρυθμού αλλαγής της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπεται από την θερμότητα των σωμάτων ή ένα κύκλωμα σύγκρισης της διαφοροποίησης της ακτινοβολίας των επιμέρους ζωνών των τομέων του αισθητήρα .

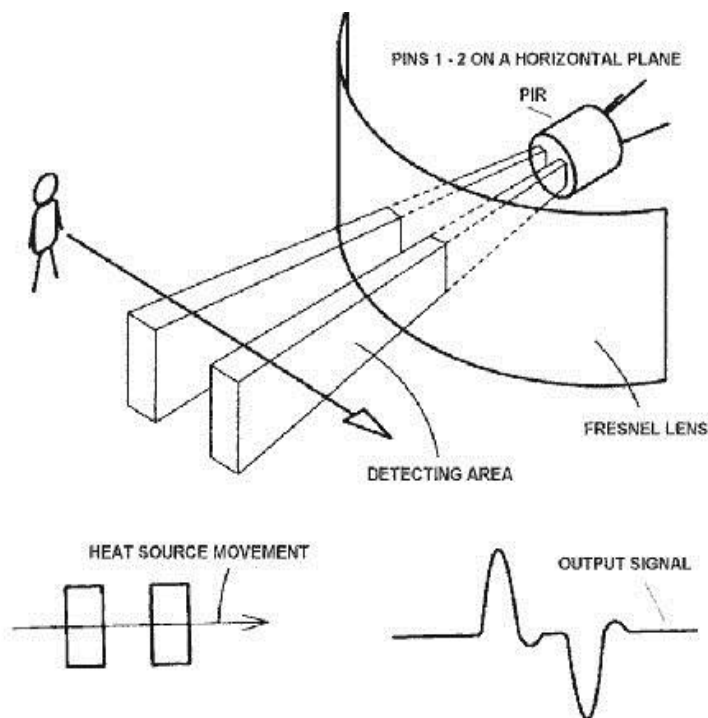
Τα Πυροηλεκτρικά υλικά που χρησιμοποιούνται σε αυτούς τους αισθητήρες περιλαμβάνουν νιτρίδιο του γαλλίου, νιτρικόκάλσιο και Τανταλικό λίθιο. Η θερμοκρασία του δέρματος είναι περίπου 34° C, κατά κανόνα υψηλότερη από τη θερμοκρασία που υπάρχει στον περιβάλλοντα χώρο. [14]



PIR Sensor



Καθώς ένα άτομο περνά μπροστά από το πεδίο του αισθητήρα, η υψηλότερη θερμοκρασία του δέρματός του δημιουργεί μια μεγαλύτερη φόρτιση στο πυροηλεκτρικό υλικό. Ένα κύκλωμα ενίσχυσης ενισχύει το μικρό σήμα που παράγεται από την προστιθέμενη ενέργεια των υπέρυθρων και τροφοδοτεί ένα διαφορετικό κύκλωμα σύγκρισης. Το κύκλωμα σύγκρισης αναζητά μια διαφορά στο σήμα από την αρχική ανάγνωση του, για να προκαλέσει μια έξοδο. Ωστόσο, αυτή η απλή λειτουργία μπορεί επίσης, να ενεργοποιείται από οποιαδήποτε πηγή ταχέως μεταβαλλόμενης φωτεινότητας ή θερμότητας, όπως είναι η λάμψη από έντονα φώτα ή ανακλάσεις από αντικείμενα κατά τη διάρκεια ζέστης, σε ηλιόλουστες ημέρες. Υπάρχουν αρκετές τεχνικές για να μειωθούν αυτές οι ψευδείς ενεργοποιήσεις. Πρώτον, το ανθρώπινο σώμα εκπέμπει υπέρυθρη ακτινοβολία σε μήκος κύματος από 9 έως 10  $\mu\text{m}$ . Έτσι, ένα υπέρυθρο φίλτρο που περνά μήκη κύματος από τις 8 έως 14  $\mu\text{m}$  είναι τοποθετημένο μπροστά από τον αισθητήρα για την ενίσχυση της ευαισθησίας στην υπέρυθρη ενέργεια που εκπέμπεται από τους ανθρώπους. Δεύτερον, ένας φακός Fresnel τοποθετείται μπροστά από τον αισθητήρα και εκτελεί δύο λειτουργίες. Επικεντρώνει την ενέργεια των υπέρυθρων που εκπέμπονται σε μια ευρύτερη περιοχή πάνω από τον αισθητήρα και χωρίζει την περιοχή σε θερμές και ψυχρές ζώνες ευαισθησίας. Καθώς λοιπόν ένα άτομο περπατά διασχίζοντας τις ζώνες, ο αισθητήρας βλέπει μια μεταβαλλόμενη αξία IR που παράγει ένα διαφορετικό σήμα εξόδου από τον αισθητήρα που ανιχνεύει την κίνηση. Το κύκλωμα σύγκρισης αναζητά και ανταποκρίνεται σε αυτή την αλλαγή σήματος. Θερμά αντικείμενα που δε μετακινούνται όπως θερμάστρες και φώτα, δεν παράγουν διακυμάνσεις στην εκπομπή υπέρυθρων. Το κύκλωμα σύγκρισης αγνοεί αυτές τις σταθερές πηγές υπέρυθρων ακτινοβολιών. Το αισθητήριο PIR είναι συμβατό με το μικροελεγκτή Arduino. [15]



PIR detecting area

### **Χαρακτηριστικά:**

- Έξοδος ενός και μόνο bit από το αισθητήριο (1 ανίχνευση κίνησης, 0 κατάσταση αδράνειας περιβάλλοντος χώρου)
- Το μικρό μέγεθος του αισθητηρίου, το καθιστά εύκολο στο να τοποθετηθεί χωρίς να είναι εμφανές.
- Συμβατό με όλους τους μικροελεγκτές της Parallax και το μικροελεγκτή Arduino
- Λειτουργία σε 3.3Volt ή 5 Volt με ρεύμα μικρότερο των 100μΑ

### **Ο ρόλος του αισθητηρίου στο σύστημα**

Οι παθητικοί αισθητήρες υπερύθρων εγκαθίστανται σε τοίχους ή οροφές και η περιοχή ανίχνευσης τους θα πρέπει να καλύπτει τις ζώνες εκείνες που είναι πιθανό να υπάρξει εισβολή. Η ζώνη ανίχνευσης μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τον αισθητήρα. Έτσι λοιπόν κατά την εγκατάσταση πρέπει να εστιάζεται ο αισθητήρας σε περιοχές που χρειάζονται προστασία και να αγνοηθούν οι άλλες περιοχές (λαμβάνοντας υπόψη την περιοχή κάλυψης του αισθητήρα που αναγράφονται στα χαρακτηριστικά του), για την αποφυγή ψευδών συναγερωμών. Οι παθητικοί αισθητήρες υπερύθρων θεωρητικά έχουν διάγραμμα κάλυψης 360 μοιρών.

- **Σωστή λειτουργία:**

Η κίνηση αντικειμένων στο χώρο (και επομένως η αλλαγή της εκπεμπόμενης ποσότητας υπερύθρων) ανιχνεύεται από ένα μικροελεγκτή Arduino με τον έλεγχο του Pin Εισόδου που έχουμε ορίσει σε αυτόν. Αν ο ακροδέκτης εισόδου έχει στάθμη υψηλή, τότε σημαίνει ότι ανιχνεύθηκε κίνηση από το αισθητήριο.

- **Συνθήκες μη αξιόπιστης ανίχνευσης:**

Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου προσεγγίζει την θερμοκρασία του σώματος του εισβολέα τότε έχουμε ως αποτέλεσμα τη μείωση της ευαισθησίας του αισθητήρα. Αυτό ισχύει σε χώρους όπου η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 27 και 38 βαθμών κελσίου. Θεωρητικά αν ένα άτομο έχει την ίδια θερμοκρασία με τον περιβάλλοντα χώρο δεν θα τον αντιληφθεί ο αισθητήρας. Επομένως πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας αισθητήρας διαφορετικής τεχνολογίας σε συνδυασμό με τον παθητικό αισθητήρα ανίχνευσης υπερύθρων.

- **Αίτια ψευδών συναγερωμών:**

Μερικές φορές έχουμε ψευδή συναγερωμό λόγο της εκπεμπόμενης θερμότητας μικρών ζώων ή τρωκτικών. Μια άλλη αίτια τέτοιου φαινομένου είναι η θερμότητα που υπάρχει από ένα καλοριφέρ, φούρνο ή από μια άλλη ηλεκτρική συσκευή, καθώς οι συσκευές αυτές βρίσκονται εντός της περιοχής κάλυψης του αισθητήρα. Επίσης αν οι αισθητήρες δεν έχουν σχεδιαστεί με την ικανότητα να φιλτράρουν το ορατό φως μπορεί να έχουμε ψευδείς συναγερωμούς από φώτα προβολείς ή άλλες πηγές φωτός. Έτσι για να αποφύγουμε τέτοια λάθη πρέπει να υπάρχει σκίαση, απόκρυψη ή συγκάλυψη της πηγής θερμότητας ενός εισβολέα εντός της περιοχής κάλυψης του αισθητήρα μειώνει την πιθανότητα ανίχνευσης λόγω της μειωμένης ακτινοβολίας θερμότητας που έχει ως αποτέλεσμα ο αισθητήρας να μην λαμβάνει επαρκές βαθμό σήματος υπέρυθρης ακτινοβολίας και έτσι δεν δίνει συναγερωμό. Επίσης γνωρίζοντας τα νεκρά σημεία του διαγράμματος κάλυψης κάποιος μπορεί να παρακάμψει την κάλυψη του αισθητήρα στην ενεργή περιοχή.



## 5.7. Siemens TC35

Το Siemens TC35 είναι ένα GSM, που το χρησιμοποιούμε για την ενημέρωση της κατάστασης του ελεγχόμενου χώρου μέσω αποστολής γραπτών μηνυμάτων (SMS) από το σύστημα συναγερμού στο κινητό μας τηλέφωνο όταν κάποια κίνηση εντοπιστεί. Τοποθετώντας μια SIM card έχουμε την δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας με την συσκευή μέσω βιβλιοθήκες του Arduino όπως είναι η AT. Το Module εκτός από τερματικό για γραπτά μηνύματα έχει την δυνατότητα αποδοχής και πραγματοποίησης τηλεφωνικών κλήσεων και σύνδεση με GPRS.

Σε ορισμένες εφαρμογές τα συστήματα που βασίζονται σε μικροελεγκτή πρέπει να συνδεθεί με το δίκτυο GSM το οποίο θα επιτρέψει σε έναν χρήστη να ελέγχει το σύστημα με την αποστολή μηνυμάτων ή την πραγματοποίηση μιας κλήσης. Τα συστήματα μπορούν να στείλουν μηνύματα στον χρήστη να προειδοποιήσει ή να ενημερώσει σχετικά με την κατάσταση του συστήματος λειτουργίας. Το πλεονέκτημα της χρήσης ενός επικοινωνίας GSM με ένα σύστημα ή συσκευή είναι ότι ο χρήστης μπορεί να ελέγχει το σύστημα ασύρματα δεν έχει σημασία πόσο μακριά διατηρείται σε σύγκριση με οποιαδήποτε άλλη ασύρματης επικοινωνίας, υπό την προϋπόθεση ότι τόσο ο χρήστης και η συσκευή θα πρέπει να είναι σε ένα κυτταρικό περιοχή κάλυψης . [16]



Siemens TC35

Παρέχει εξωτερική κεραία για την λήψη του σήματος ενώ για να λειτουργήσει χρειάζεται ένα τροφοδοτικό που να μπορεί να αποδώσει τουλάχιστον 5Volt και 1A. Διαθέτει μια θύρα RS232 (*Recommended Standard 232*) η οποία είναι ένα πρότυπο για σειριακή μετάδοση δυαδικών σημάτων δεδομένων μεταξύ ενός *DTE* (Data terminal equipment) και ενός *DCE* (Data Circuit-terminating equipment). Χρησιμοποιείται συχνά στις σειριακές θύρες των προσωπικών υπολογιστών και έχουμε ένα αγωγό για εκπομπή δεδομένων και ένα για λήψη καθώς και μία γείωση. Έτσι λόγω της διάδοσής του, RS-232 συχνά θεωρείται ταυτόσημο με τη *σειριακή* ή *σειραική θύρα*.

Επομένως η RS232 χρησιμοποιείται για συριακή επικοινωνία χρησιμοποιώντας είτε κλασικό 9pin καλώδιο μέσω της μπροστινής θύρας είτε με τους ακροδέκτες RX και TX οι οποίοι βρίσκονται πίσω από την πραγματική θύρα και βολεύουν περισσότερο στην σύνδεση με μικροελεγκτές.

Το board επίσης έχει ειδικά jumpers τα οποία πρέπει να ρυθμιστούν ανάλογα την σύνδεση που θέλουμε να επιτύχουμε, δηλαδή με υπολογιστή ή με μικροελεγκτή, πάντα σύμφωνα με το datasheet του. Το TC35 μπορεί να χρησιμοποιηθεί πάνω σε όλα τα standards gsm δικτύων από συχνότητες 800-1900Mhz [17]

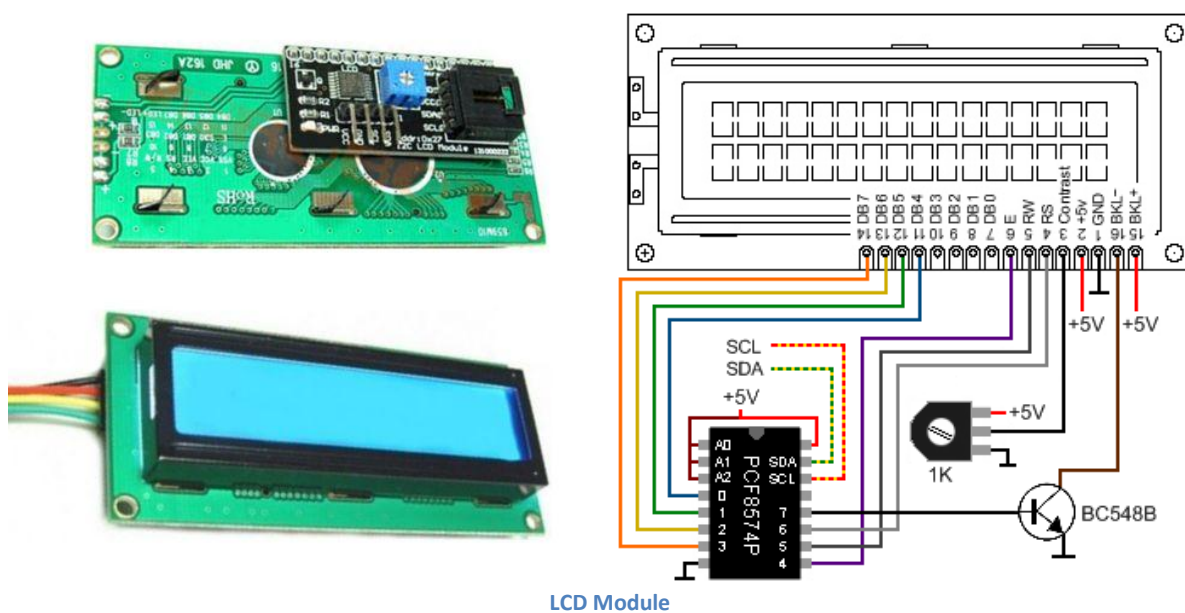
Τέλος, το board παρέχει και ένα κουμπί reset για να μπορούμε χειροκίνητα να το επανεκκινήσουμε και μερικές φωτεινές ενδείξεις που μας ειδοποιούν για την σωστή λειτουργία του board και την ύπαρξη εισερχόμενης κλήσης. Επιλέξαμε το συγκεκριμένο μοντέλο για τον λόγο του ότι είναι συμβατό με τον Arduino και ήταν η πιο οικονομική λύση σε σχέση με διάφορα μοντέλα που κυκλοφορούν στην αγορά σε πιο μικρό και ελκυστικό μέγεθος.



Θύρα RS232 (Recommended Standard 232)

## 5.8. LCD Screen Module

Η τεχνολογία LCD ( Liquid-crystal display ), που βασίζεται όπως δείχνει το ακρωνύμιο της στους υγρούς κρυστάλλους, είναι ευρέως διαδεδομένη και τώρα πια έχει αντικαταστήσει πλήρως την παλαιότερη τεχνολογία καθοδικού σωλήνα. Στο δικό μας project συμπεριλάβαμε μια ολοκληρωμένη οθόνη lcd 2X16 χαρακτήρων για την απεικόνιση μηνυμάτων προς τον χρήστη για την κατάσταση του συστήματος αλλά και την διαδραστικότητα με αυτό. Στην οθόνη εμφανίζονται μηνύματα όπως αν ο κωδικός πρόσβασης είναι λάθος, αν η κάρτα του χρήστη δεν είναι έγκυρη, αν εντοπιστεί κίνηση στο χώρο , αν ο συναγερμός βρίσκεται στο στάδιο ενημέρωσης μέσω γραπτού μηνύματος και αν στο παρόν στάδιο το σύστημα είναι ενεργοποιημένο ή απενεργοποιημένο.



LCD Module

Για την διευκόλυνση μας και την οικονομία χώρου στις εισόδους εξόδους του Arduino αποφασίσαμε να εγκαταστήσουμε μια οθόνη που διαθέτει I<sup>2</sup>C διάυλο επικοινωνίας δηλαδή μια ολοκληρωμένη πλακέτα που έχει απάνω τόσο την ίδια την οθόνη όσο και το απαραίτητο chip για την λειτουργία της. Η οθόνη μπορεί να απεικονίσει έως 16 χαρακτήρες σε κάθε μία σειρά από τις δύο που διαθέτει. Διαθέτει οπίσθιο φωτισμό για καλύτερη ανάγνωση, χρειάζεται τροφοδοσία της τάσης των 5V και έχει 16 pins τα οποία συνδέονται καταλλήλως με το I<sup>2</sup>C κύκλωμα και στην συνέχεια με τον μικροελεγκτή για μπορεί να εμφανίσει ότι του έχουμε καθορήσει.

## 6. Συνδεσμολογία του κυκλώματος

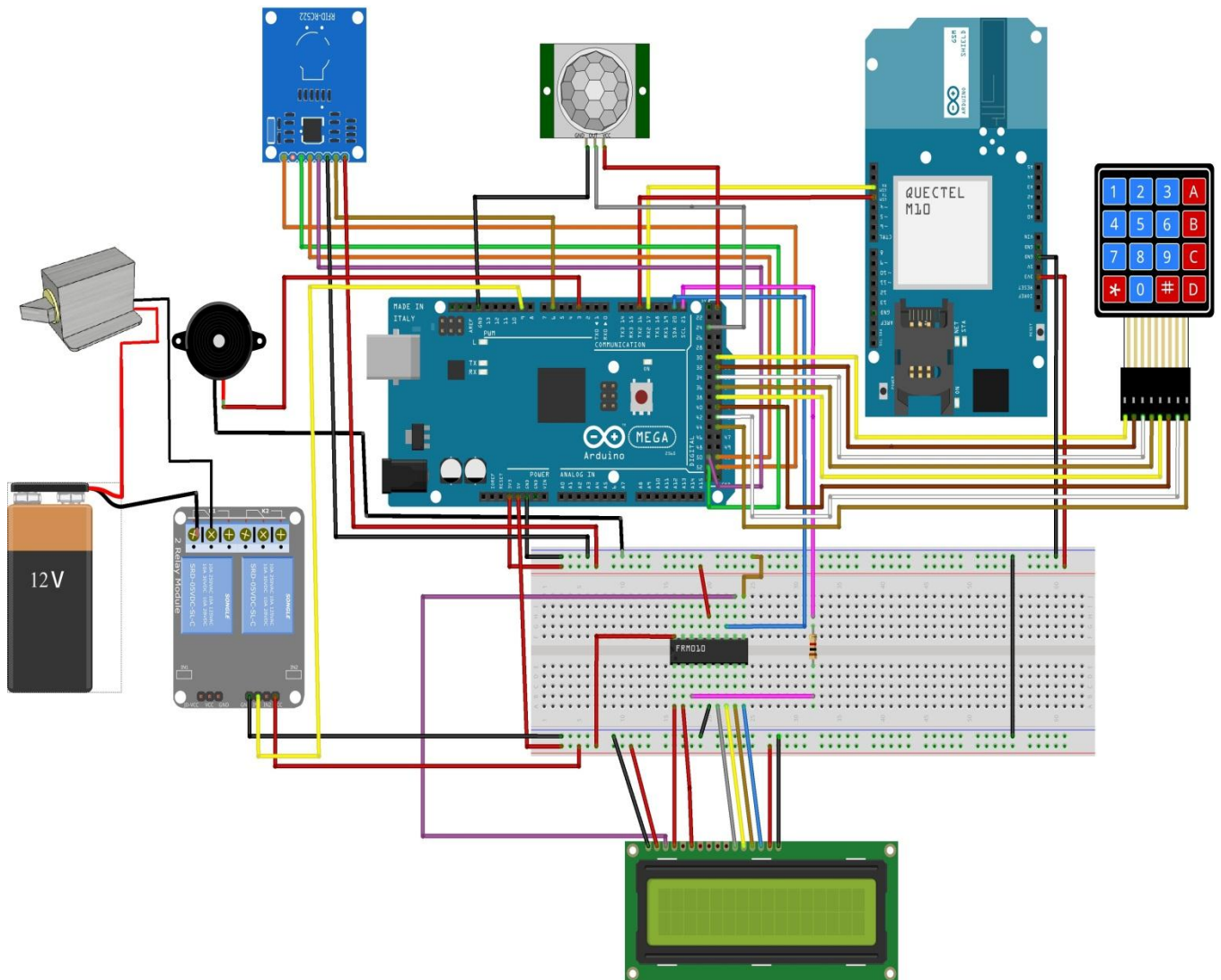
Η υλοποίηση του συστήματος ελέγχου πρόσβασης βασίστηκε στο μικροελεγκτή Arduino Mega, που παρουσιάστηκε αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο, και στήθηκε γύρω από αυτό. Η αρχιτεκτονική Arduino επιτρέπει τη σύνδεση διαφόρων εξαρτημάτων (αισθητήρων, συσκευών κτλ) τα οποία με τον κατάλληλο προγραμματισμό επιτελούν έναν στόχο.

Ο μικροελεγκτής ελέγχει και διαχειρίζεται ένα σύνολο υλικών-εξαρτημάτων:

- Rfid Shield
- Πληκτρολόγιο (keypad)
- PIR Sensor
- GSM Module
- Ηλεκτρονική κλειδαριά
- Relay
- LCD οθόνη

Ουσιαστικά αυτό που υλοποιεί το Arduino είναι να μαζεύει πληροφορίες και γεγονότα, αλληλεπιδρώντας με το περιβάλλον, μέσω των υλικών και των εξαρτημάτων που είναι συνδεδεμένα σε αυτό. Στη συνέχεια αναλύει τα στοιχεία και ανάλογα σε τη αντιστοιχεί το κάθε ένα σε συγκεκριμένες περιπτώσεις αντιδρά αναλόγως με την συνάρτηση που του έχουμε ορίσει.

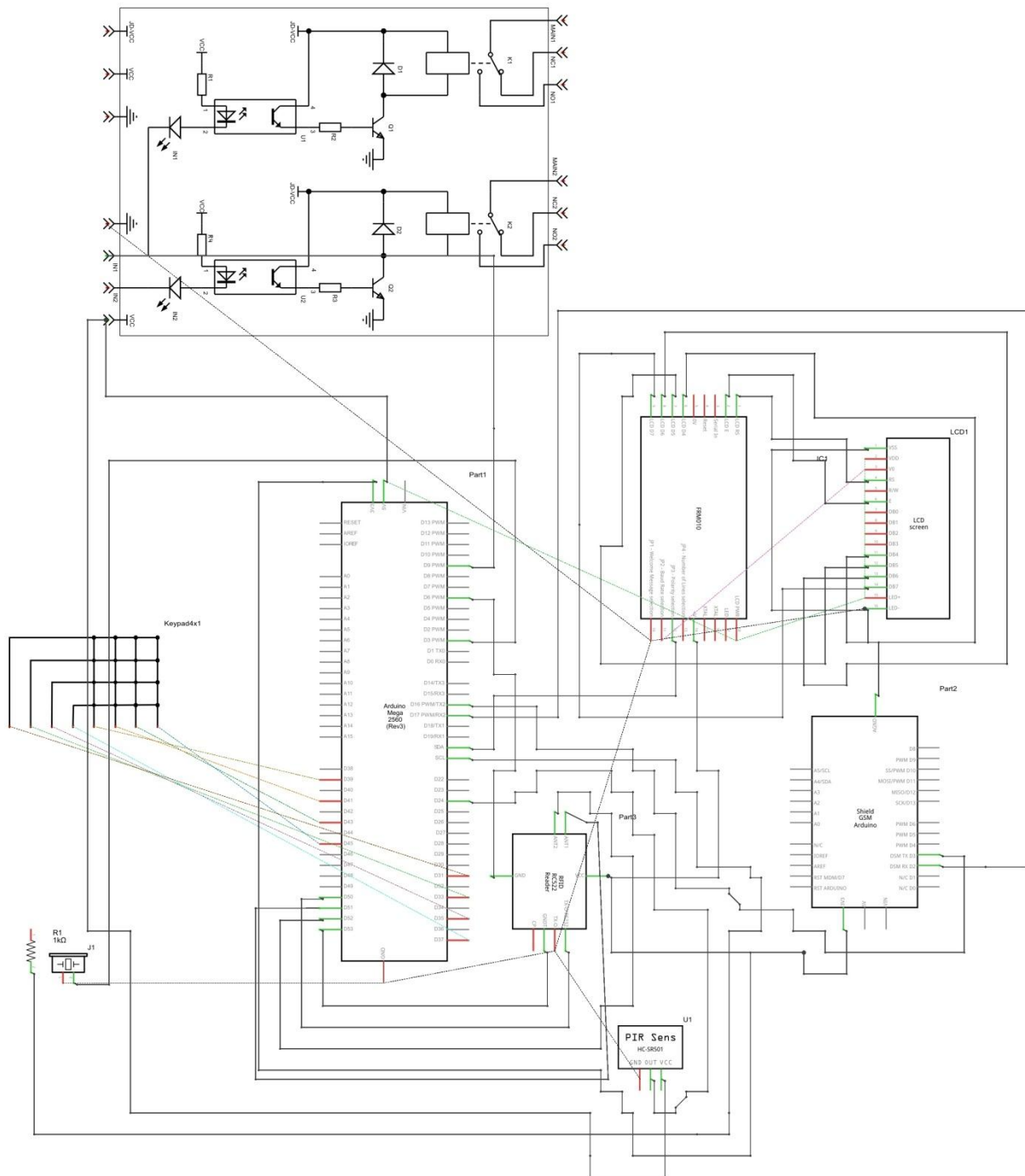
## Διάγραμμα Breadboard του κυκλώματος



## Διάγραμμα Breadboard του κυκλώματος

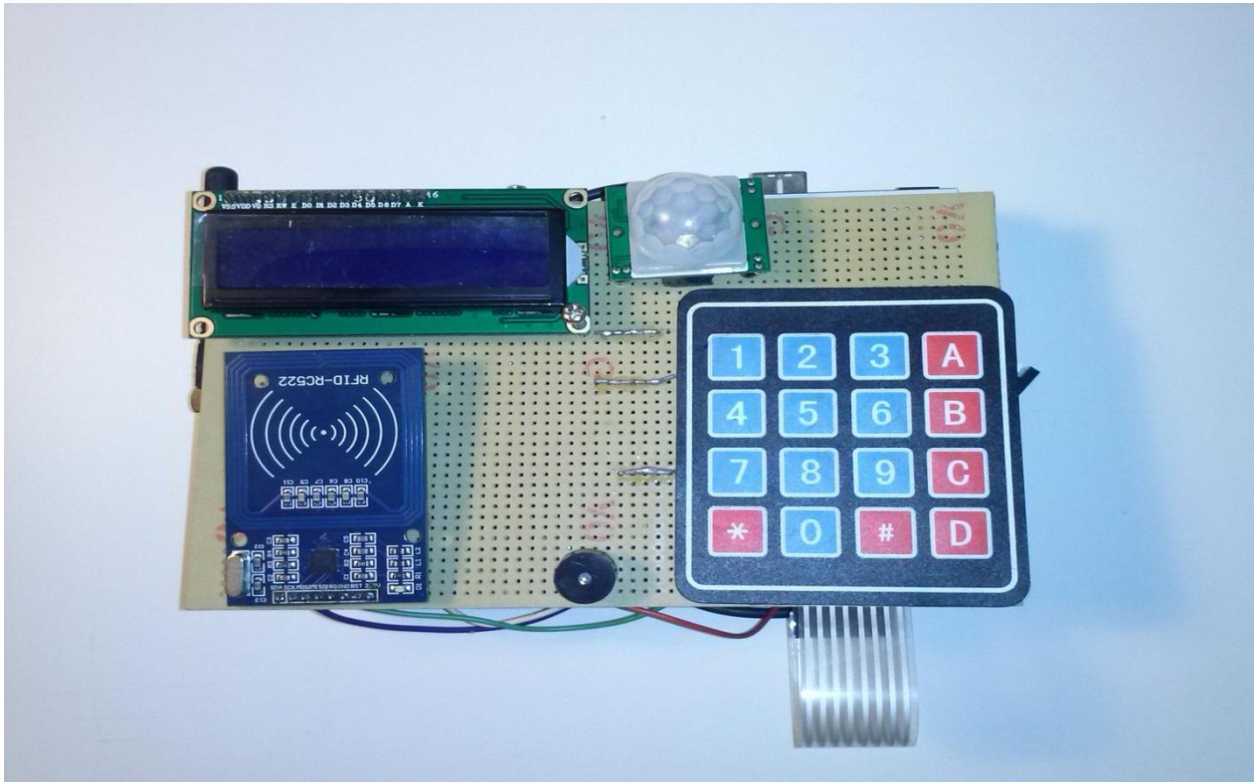
## Το κύκλωμα του συστήματος

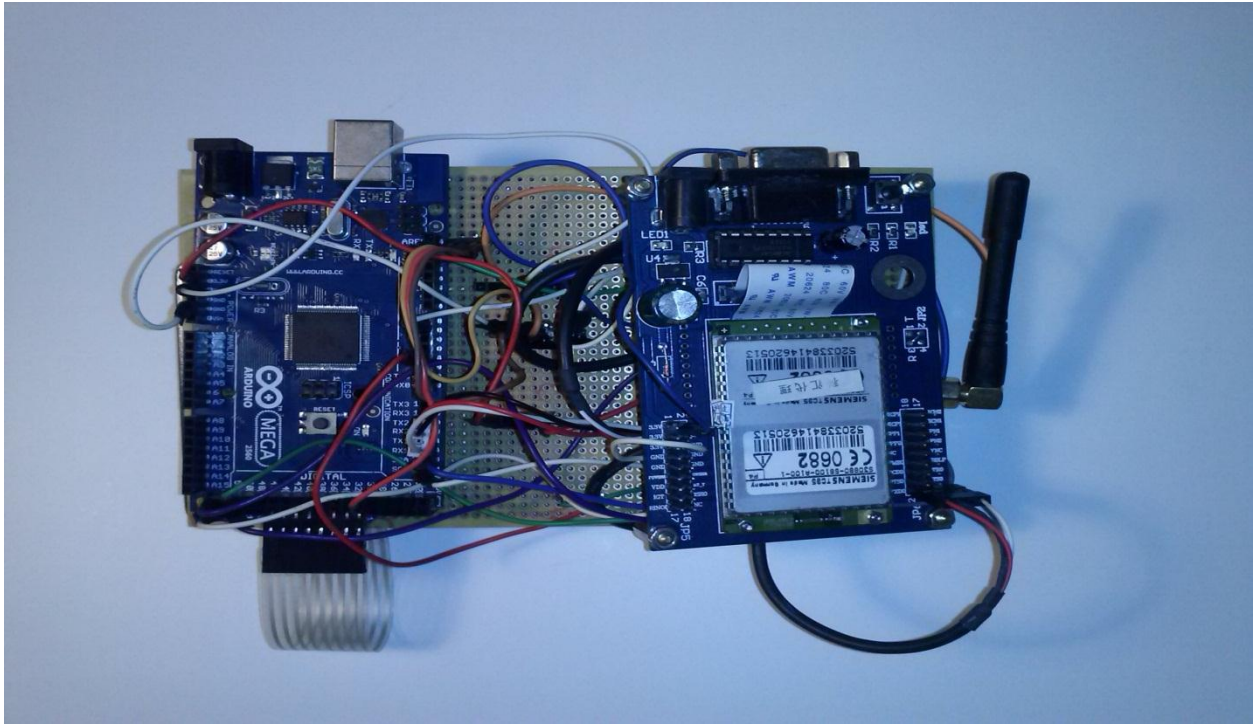
U2



Το κύκλωμα του συστήματος

Η ολοκληρωμένη κατασκευή του συστήματος είναι υλοποιημένη πάνω σε ένα πειραματικό pcb board όπου στην πρόσοψη βρίσκεται πάνω αριστερά η lcd οθόνη, από κάτω της το RFID reader, στο κέντρο χαμηλά το buzzer, δεξιά του το keypad και τέλος το PIR sensor βρίσκεται δεξιά της οθόνης και πάνω από το πληκτρολόγιο. Στο πίσω μέρος της πλακέτας έχουμε τον micro controller μας (Arduino) μαζί με τα καλώδια σύνδεσης και δίπλα του το GSM Module, το ρελέ και η ηλεκτρονική κλειδαριά είναι ανεξάρτητα από την πλακέτα για λόγους χωρητικότητας και για την διευκόλυνση παροχής ρεύματος από μια μπαταρία 12V στο ρελέ. Στις παρακάτω εικόνες μπορούμε να διακρίνουμε το κύκλωμα που περιγράψαμε.





Ολοκληρωμένο το κύκλωμα του συστήματος



## 7. Το λογισμικό μέρος του συστήματος

Το λογισμικό μέρος του συστήματος χωρίζεται σε δυο βασικά τμήματα. Το πρώτο τμήμα το οποίο ονομάζεται ως «διαδικτυακό τμήμα» δίνει τη δυνατότητα παρακολούθησης του συστήματος στους χρήστες. Το δεύτερο τμήμα που ονομάζεται ως «τμήμα μικροελεγκτή» είναι η τεχνική πλευρά του συστήματος, η αναγνώριση συσκευών, η σύνδεση μεταξύ των συσκευών και ο προγραμματισμός του μικροελεγκτή πραγματοποιούνται σε αυτό το τμήμα και παρουσιάζονται αναλυτικά σε αυτό το κεφάλαιο.

### Η δομή ενός προγράμματος και η γλώσσα

#### Sketch

Τα προγράμματα που γράφονται στο IDE του Arduino ονομάζονται sketch και τους δίνεται αυτόματα όνομα βάση της ημερομηνίας που ξεκίνησαν. Τα αρχεία αυτά έχουν επέκταση INO.

#### Βασική δομή

Τα προγράμματα του Arduino διαιρούνται σε τρία μέρη: δομή (structure), τιμές (values) και συναρτήσεις (functions).

#### Σχόλια

Τα σχόλια μιας γραμμής γράφονται μετά από διπλές καθέτους '//'. (//σχόλιο) Σχόλια περισσότερων γραμμών γράφονται εντός '/'\* και '\*/'. ( /\* σχόλιο \*/) Το IDE αναγνωρίζει τα σχόλια και τα χρωματίζει γκριζα, για να δείξει ότι δεν είναι ενεργά στο πρόγραμμα ή στο debugging.

#### Γλώσσα

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 AVR gcc και ως βασική βιβλιοθήκη C χρησιμοποιείται η AVR libc. Λόγω της καταγωγής της από τη C, στη γλώσσα του Arduino, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ουσιαστικά οι ίδιες βασικές εντολές και συναρτήσεις, με την ίδια σύνταξη, τους ίδιους τύπους δεδομένων και τους ίδιους τελεστές όπως και στη C. Πέρα από αυτές όμως, υπάρχουν κάποιες ειδικές εντολές, συναρτήσεις και σταθερές που βοηθούν για τη διαχείριση του ειδικού hardware του Arduino. Τα προγράμματα του Arduino διαιρούνται σε τρία μέρη: δομή (structure), τιμές (values) και συναρτήσεις (functions).

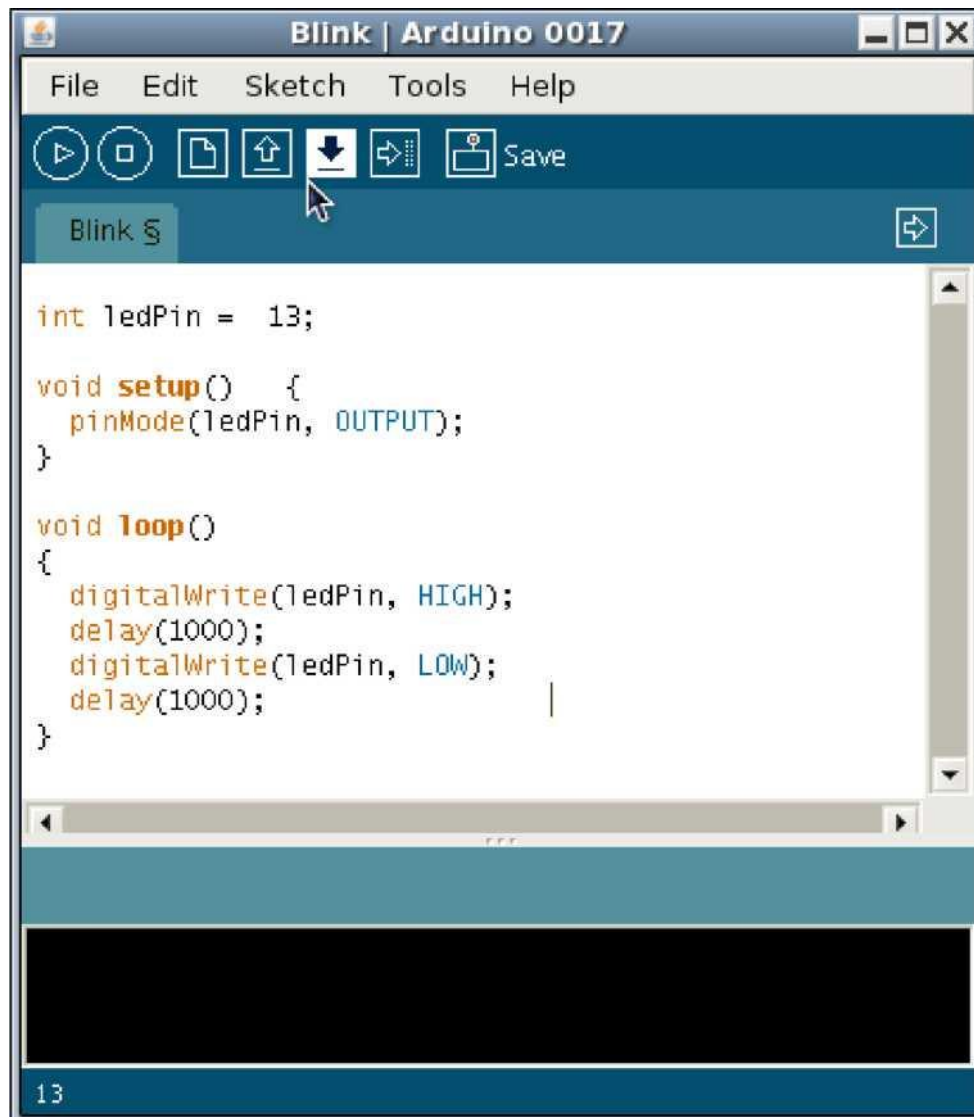
Οι πιο σημαντικές εντολές ανά μέρη επεξηγούνται στον πίνακα που ακολουθεί:

<b>ΔΟΜΗ</b>	<b>ΤΙΜΕΣ</b>	<b>ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ</b>
setup()	<b>Σταθερές</b>	<b>Ψηφιακές I/O</b>
loop()	HIGH – LOW	pinMode()
<b>Έλεγχος</b>	INPUT – OUTPUT	digitalWire()
if	true - false	digitalRead()
if..else	integer constants	<b>Αναλογικές I/O</b>
for	floating point constants	analogReference()
switch case	<b>Τύποι δεδομένων</b>	analogRead()
while	void	analogWrite()
do...while	boolean	<b>Ειδικές I/O</b>
break	(unsigned)char	tone(), noTone()
continue	byte	shiftOut()
return	(unsigned)int	pulseIn()
goto	word	<b>Χρόνος</b>
<b>Σύνταξη</b>	(unsigned)long	millis(), micros()
;	float	delay(), delayMicroseconds()
{ }	double	<b>Μαθηματικές</b>
// ή /* */	string (πίνακας char)	min(), max(),abs(), constraint(), map()
#define	String (αντικείμενο)	pow(), sqrt(), sin(), cos(), tan()
#include	array	randomSeed(), random()
<b>Αριθμητικοί τελεστές</b>	<b>Μετατροπή</b>	<b>Bits/Bytes</b>
=	char(), byte(), int(), word()	lowByte(), highByte(), bitRate(), bitWrite
+, -, *, /, %	long(), float()	bitSet(), bitClear(), bit()
<b>Σύγκριση</b>	<b>Πεδίο μεταβλητών</b>	<b>Interrupts</b>
==, !=	variable scope, static	attachInterrupt(), detachInterrupt()
<, >, <=, >=	volatile, const	interrupts(), noInterrupts()
<b>Λογικοί τελεστές</b>	<b>Εργαλεία</b>	<b>Επικοινωνία</b>
&&,   , !	sizeof()	Serial

Arduino Basic Codes







## Το περιβάλλον ανάπτυξης

Το περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) του Arduino είναι μία πολυπλατφορμική εφαρμογή γραμμένη σε Java και βασίζεται στο περιβάλλον της γλώσσας προγραμματισμού Processing ( <http://processing.org/> ).



Arduino IDE environment

## Βασικές λειτουργίες του IDE

Εργαλεία ανάπτυξης Arduino IDE	
Εργαλείο	Περιγραφή
	Ελέγχει για συντακτικά λάθη στον κώδικα.
	Μεταγλωττίζει τον κώδικα και το φορτώνει στο Arduino. Αν δεν είναι συντακτικά σωστός δε μπορεί να γίνει η φόρτωση.
	Δημιουργεί ένα νέο sketch.
	Παραθέτει ένα μενού με όλα τα sketch. Ενεργοποιώντας ένα από αυτά, θα ανοίξει αυτόματα στο τρέχον παράθυρο.
	Αποθηκεύει ένα sketch.
	Ανοίγει τη σειριακή οθόνη. Μέσω αυτής παρακολουθείται η ανταλλαγή δεδομένων που γίνεται στη σειριακή θύρα.

### Βασικές λειτουργίες του Arduino IDE

#### Ρυθμίσεις του περιβάλλοντος ανάπτυξης

Η βασικές ρυθμίσεις που πρέπει να κάνουμε από την στιγμή που συνδέσουμε το Arduino στο σύστημα μας είναι:

1. Επιλογή πλακέτας. Από το μενού Tools -> Board επιλέγουμε την πλακέτα που έχουμε.
2. Επιλογή σειριακής θύρας. Από το μενού Tools -> Serial Port επιλέγουμε την σειριακή θύρα ή θύρα USB που έχουμε συνδεδεμένο το Arduino (πχ. /dev/ttyUSB0 σε ΛΣ Linux).

Ρυθμίσεις που αφορούν το μέγεθος του κειμένου, τον φάκελο αποθήκευσης, χρήση εξωτερικού κειμενογράφου βρίσκονται στη καρτέλα Preferences ( File -> Preferences ). Για περισσότερες ρυθμίσεις μπορούμε να κάνουμε αλλαγές το αρχείο preferences.txt (βρίσκεται στον φάκελο του χρήστη ~/.arduino/preferences.txt στο ΛΣ Linux).

#### Δομή προγράμματος

Ένα τυπικό πρόγραμμα του Arduino έχει την εξής δομή:

```
// δηλώσεις μεταβλητών
```

```

void setup() {
// αρχικοποιήσεις }

void loop() {
// ...
}

```

Όπως βλέπουμε υπάρχουν δυο βασικές συναρτήσεις σε ένα τυπικό πρόγραμμα. Η συνάρτηση `setup()` εκτελείται στην αρχή του προγράμματος και για μία μόνο φορά. Χρησιμοποιείται για τις αρχικοποιήσεις των μεταβλητών, τις δηλώσεις των `pin` (αν θα είναι είσοδος ή έξοδος) και τις αρχικοποιήσεις των βιβλιοθηκών.

Η συνάρτηση `loop()` κάνει αυτό που λέει και το όνομά της, Ο κώδικας που γράφεται μέσα στη συνάρτηση αυτή επαναλαμβάνεται συνεχώς δίνοντας την δυνατότητα στο πρόγραμμα μας να αλλάζει τιμές και το Arduino να ανταποκρίνεται ανάλογα.

Πιο κάτω θα παρουσιάσουμε αναλυτικά τον κώδικα που γράψαμε στο Arduino IDE για να υλοποιεί τις προγραμματιστικές ανάγκες που θέσαμε στο σύστημα συναγερμού δίνοντας εντολές μέσω συναρτήσεων που σχεδιάστηκαν για κάθε φυσικό εξάρτημα ξεχωριστά που είναι συνδεδεμένο στη μητρική πλακέτα και το σύνολο αυτών απαρτίζουν το ολοκληρωμένο σύστημα συναγερμού.

## 7.1. Ανάλυση και επεξήγηση του κώδικα.

Οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιεί ο κώδικας είναι οι εξής:

```
#include <SPI.h> :
```

Η βιβλιοθήκη SPI μας επιτρέπει να επικοινωνήσουμε με ένα ή περισσότερα SPI (Serial Peripheral Interface) συσκευές στην περίπτωση μας την χρησιμοποιούμε για να έχουμε επικοινωνία με το GSM module καθώς και με το RFID reader

```
#include <RFID.h>
```

Η συγκεκριμένη βιβλιοθήκη χρησιμοποιείται για την επικοινωνία και την μετάφραση των ψηφιακών σημάτων του RFID reader, η συγκεκριμένη είναι γραμμένη από πολλαπλούς χρήστες και όχι από κάποιο κατασκευαστή του εξαρτήματος για τον λόγο του ότι στην αγορά κυκλοφορούν διάφορου τύπου και αγνώστου κατασκευαστή readers.

```
#include <Time.h>
```

Η βιβλιοθήκη Time παρέχει λειτουργίες χρονομέτρησης για το Arduino με ή χωρίς εξωτερική χρήση υλικού χρονομέτρησης. Επιτρέπει σε ένα πρόγραμμα για να πάρει το χρόνο και την ημερομηνία: δευτερόλεπτο, λεπτό, ώρα, ημέρα, μήνα και έτος. Παρέχει επίσης το χρόνο ως ένα πρότυπο `time_t C` (epoch time)

```
#include <SoftwareSerial.h>
```

Η SoftwareSerial βιβλιοθήκη έχει αναπτυχθεί για να επιτρέπει τη σειριακή επικοινωνία σε άλλες ψηφιακές “πινέζες” του Arduino, χρησιμοποιώντας το λογισμικό για την αναπαραγωγή των λειτουργιών (εξ ου και το όνομα "SoftwareSerial»). Είναι δυνατόν να έχουμε πολλαπλές σειριακές θύρες λογισμικού με ταχύτητες έως 115200 bps. Μια παράμετρος ενεργοποιεί ανεστραμμένη σήμανση για συσκευές που απαιτούν αυτό το πρωτόκολλο. Στο κύκλωμα μας η συσκευή που χρειάζεται την SoftwareSerial είναι το GSM module για την αποστολή γραπτών μηνυμάτων από το κώδικα στο module και στην συνέχεια στο δίκτυο.

```
#include <Keypad.h>
```

Η keypad είναι μια βιβλιοθήκη για τη χρήση πληκτρολόγιων στο Arduino. Από την έκδοση 3.0 υποστηρίζει πλέον το πάτημα των πολλαπλών πλήκτρων. Βελτιώνει την αναγνωσιμότητα του κώδικα, αποκρύπτοντας τις pinMode και digitalRead προσκλήσεις για το χρήστη. Η έκδοση 3.0 αναρτήθηκε (19 Ιουλίου 2012) και ξαναγράφτηκε για την υποστήριξη πολλαπλό πάτημα των πλήκτρων από προεπιλογή. Αλλά για εκείνους που χρειάζονται ακόμα την αρχική λειτουργία μόνο πάτημα, η βιβλιοθήκη είναι πλήρως συμβατή. Δεν χρειάζονται εξωτερικές αντιστάσεις ή δίοδοι, επειδή η βιβλιοθήκη χρησιμοποιεί τις εσωτερικές αντιστάσεις pullup και Additionally διασφαλίζει ότι όλα τα Pins είναι υψηλής αντίστασης.

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

Αυτή η βιβλιοθήκη επιτρέπει στο Arduino για τον έλεγχο LiquidCrystal (LCD) οθόνη με βάση την Hitachi HD44780 chipset, το οποίο βρίσκεται στην πιο οθόνες LCD που βασίζονται σε κείμενο. Η βιβλιοθήκη λειτουργεί είτε σε τρόπο λειτουργίας 4 ή 8-bit (δηλαδή με τη χρήση 4 ή 8 γραμμές δεδομένων).

```
#include <EEPROM.h>
```

Αυτή η βιβλιοθήκη μας επιτρέπει για το Arduino AVR βάση του EEPROM που διαθέτη των οποίων οι τιμές διατηρούνται όταν ο microcontroller είναι απενεργοποιημένος (σαν ένα μικροσκοπικό σκληρό δίσκο). Αυτή η βιβλιοθήκη μας δίνει τη δυνατότητα να διαβάζουμε και να γράφουμε αυτά τα bytes.

Οι υποστηριζόμενοι μικροελεγκτές σχετικά με τις διάφορες Arduino πλακέτες έχουν διαφορετικές ποσότητες EEPROM: 1024 bytes στον ATmega328, 512 bytes στον ATmega168 και ATmega8, 4 KB (4096 bytes) σχετικά με την ATmega1280 και ATmega2560.

Αφού έχουμε δηλώσει όλες της απαραίτητες βιβλιοθήκες που χρειάζονται τα εξαρτήματα που έχουμε συναρμολογήσει το κύκλωμα θα ξεκινήσουμε την αρχικοποίηση των σταθερών τιμών του προγράμματος.

```

const byte ROWS = 4;
const byte COLS = 3;
char keys[ROWS][COLS] = {
  {'1','2','3'},
  {'4','5','6'},
  {'7','8','9'},
  {'*','0','#'}
};
byte colPins[COLS] = {39, 41, 43};
byte rowPins[ROWS] = {31, 33, 35, 37};

```

```
Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS );
```

- Πιο πάνω έχουμε αρχικοποίηση τις τιμές του πληκτρολογίου μας, που αποτελείτε από 4 γραμμές και 3 στήλες τα pins επικοινωνίας με τον Arduino είναι τα 39,41,43 για τις στήλες και 31,33,35,37 για τις γραμμές.
- Για την δήλωση της LCD οθόνης έχουμε την εντολή:

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16,2);
```

Η οποία διαβάζει από την θέση μνήμης 0x27 και συνδέεται στο Arduino με τα pins 16 και 2.

- Η Δήλωση του τετραψήφιου κωδικού γίνεται στατικά από των κώδικα. Αν ο χρήστης θελήσει να αλλάξει των κωδικό θα πρέπει να συνδέσει το κύκλωμα στον υπολογιστή και μέσω του Arduino Serial monitor να στείλει την εντολή για την αλλαγή του κωδικού.

```
const String password = "1234";
```

- Για την δήλωση του GSM module έχουμε την εντολή:

```
SoftwareSerial gsmSerial(17,16);
```

Η οποία δεσμεύει τα pins 17 και 16 στο Arduino για το gsm.

- Void Setup(), στην setup αρχικοποιούνται όλα τα pins του κυκλώματος δηλαδή αν θα είναι είσοδοι ή έξοδοι, αν θα είναι ανοιχτά οι κλειστά, δηλώνεται ακόμα ο καθορισμός των bit rate επικοινωνίας των συσκευών καθώς και η εκκίνηση των συσκευών.

```
void setup() {
```

```
  setTime(16,43,00,30,9,2014);
```

```

pinMode(sensor, INPUT);
pinMode(2, OUTPUT);
pinMode(3,OUTPUT);
pinMode(12, OUTPUT);
pinMode(14, OUTPUT);
pinMode(24, OUTPUT);
digitalWrite(12, LOW);
lcd.init();
lcd.backlight();
lcd.print("ALARM SYSTEM");
SPI.begin();
rfid.init();
Serial.begin(9600);
gsmSerial.begin(9600);
}

```

Ελέγχει αν το στάδιο του συναγερμού είναι το ίδιο με το στάδιο που είχε πριν τεθεί εκτός λειτουργίας ο συναγερμός, και είναι αποθηκευμένο στη rom και το ενεργοποιεί η απενεργοποιεί αναλόγως.

- Void Loop – Κεντρικό πρόγραμμα

Επεξήγηση κώδικα

```

1. void loop() {
2.   if (statusmemory == 1) {
3.     statusmemory = 0;
4.     if (EEPROM.read(0) == 1) {
5.       activate();
6.     }
7.   }
8.   disable();
9. }

10. enter = "";
11. entercomplete = false;
12. }
13. if (rfid.isCard()) {
14.   if (rfid.readCardSerial()) {
15.     if (rfid.serNum[0] != serNum0
16.     && rfid.serNum[1] != serNum1
17.     && rfid.serNum[2] != serNum2
18.     && rfid.serNum[3] != serNum3
19.     && rfid.serNum[4] != serNum4
20.     );
21.     if (statusalarm == false){

```

Εδώ έχουμε την ανάγνωση του RFID tag από το σύστημα αν το serial του tag είναι σωστό, βλέπει την κατάσταση του συναγερμού αν είναι απενεργοποιημένος τότε τυπώνει στην ιστοσελίδα ότι ο κάτοχος του tag με το συγκεκριμένο serial number έχει ενεργοποιήσει τον συναγερμό, και καλεί την συνάρτηση που τον ενεργοποιεί. Αν ο συναγερμός είναι ενεργοποιημένος τότε βγάζει το μήνυμα ότι ο χρήστης έχει απενεργοποιήσει το σύστημα και παράλληλα τυπώνει την ώρα και την ημερομηνία που έγιναν οι ενέργειες αυτές



```

22. Serial.print("O katoxos tis kartas : ");
23. Serial.print(rfid.serNum[0],DEC);
24. Serial.print(", ");
25. Serial.print(rfid.serNum[1],DEC);
26. Serial.print(", ");
27. Serial.print(rfid.serNum[2],DEC);
28. Serial.print(", ");
29. Serial.print(rfid.serNum[3],DEC);
30. Serial.print(", ");
31. Serial.print(rfid.serNum[4],DEC);
32. Serial.println(" Energopieise ton Sinagermo ");

33. digitalClockDisplay();

34. activate();
35. delay(500);
36. }else{ //if (statusalarm == true)           //Serial.println("Card found");

37. Serial.print("O katoxos tis kartas : ");
38. Serial.print(rfid.serNum[0],DEC);
39. Serial.print(", ");
40. Serial.print(rfid.serNum[1],DEC);
41. Serial.print(", ");
42. Serial.print(rfid.serNum[2],DEC);
43. Serial.print(", ");
44. Serial.print(rfid.serNum[3],DEC);
45. Serial.print(", ");
46. Serial.print(rfid.serNum[4],DEC);
47. Serial.println(" Apenergopieise ton Sinagermo ");
48. digitalClockDisplay();
49. delay(1000);
50. disable();
51. delay(500);
52. }
53. }
54. }
55. char key = keypad.getKey();

56. if (key != NO_KEY){
57. analogWrite(3,200);
58. delay(200);
59. analogWrite(3,0);
60. if (entradapass.length() < 4) {
61. lcd.clear();
62. lcd.setCursor(0,0);
63. lcd.print(key);
64. entradapass = entradapass + key;

```

Εδώ έχουμε την ανάγνωση του πληκτρολογίου από το σύστημα αν ο κωδικός που έχει εισάγει ο χρήστης είναι ο σωστός, βλέπει την κατάσταση του συναγερμού αν μετά την εισαγωγή του κωδικού δοθεί το σύμβολο # και είναι απενεργοποιημένος τότε τυπώνει στην lcd οθόνη ότι ο συναγερμός είναι ήδη απενεργοποιημένος και ζητά από τον χρήστη το \* για ενεργοποίηση, και καλεί την συνάρτηση που τον ενεργοποιεί, και παράλληλα τυπώνει στην ιστοσελίδα την ώρα και την ημερομηνία που έγιναν οι ενέργειες αυτές . Αν ο συναγερμός είναι ενεργοποιημένος τότε ζητά # για την απενεργοποίηση του στην συνέχεια ενημερώνει την ιστοσελίδα ότι ο χρήστης έχει απενεργοποιήσει το σύστημα από το πληκτρολόγιο και παράλληλα τυπώνει την ώρα και την ημερομηνία που έγιναν οι ενέργειες αυτές.

```

65. } else if (key == '*') {
66. if (entradapass == password) {
67. if (statusalarm == true) {
68. lcd.clear();
69. lcd.setCursor(0,0);
70. lcd.print("YPARXOUSA KATASTASI");
71. lcd.setCursor(0,1);
72. lcd.print(" # GIA APENERGOPOIISH");
73. } else {
74. Serial.println(" Energopioithike o Sinagermos Xeirokinita ");

75. digitalClockDisplay();
76. activate();
77. }
78. } else {
79. lcd.clear();
80. lcd.setCursor(0,0);
81. lcd.print("Lathos");
82. lcd.setCursor(0,1);
83. lcd.print("Kodikos");
84. entradapass = "";
85. }
86. } else if (key == '#') {
87. if (entradapass == password) {
88. if (statusalarm == false) {
89. lcd.clear();
90. lcd.setCursor(0,0);
91. lcd.print("YPARXOUSA KATASTASI");
92. lcd.setCursor(0,1);
93. lcd.print(" * GIA ENERGOPOIISH");
94. } else {
95. Serial.println(" Apenergopioithike o Sinagermos
    Xeirokinita ");

96. digitalClockDisplay();
97. disable();
98. }
99. } else {
100.     lcd.clear();
101.     lcd.setCursor(0,0);
102.     lcd.print("Lathos");
103.     lcd.setCursor(0,1);
104.     lcd.print("Kodikos");
105.     entradapass = "";
106.     }
107.     }
108.     }

```

Στην συνέχεια εδώ έχουμε την περίπτωση που ο κωδικός που θα εισαχτεί είναι λάθος, σε αυτό το σενάριο ο χρήστης έχει την ευκαιρία για δυο λανθασμένους κωδικούς, ή έξι δευτερόλεπτα πριν το σύστημα μπει σε κατάσταση συναγερμού ειδοποιώντας με γραπτό μήνυμα και την ενεργοποίηση του buzzer

```

109.     if (EEPROM.read(1) == 1) {
110.     if (statusfallo == 0) {
111.     waiting = 0;
112.     ladrones = true;
113.     warningintrusismo = 1;
114.     warningalarm = 1;
115.     statusfallo = 1;
116.     }
117.     }
118.     //Serial.println("TEST");

119.     // An o sinagermos einai oplismenos tote ginete analisi
120.     if (millis() > waiting3) {
121.     if (ladrones == false) {
122.     if (statusalarm == true){
123.     if (digitalRead(sensor) == HIGH) {
124.     ladrones = true;
125.     waiting2 = millis() + 10000;
126.     warningintrusismo = 1;
127.     warningalarm = 1;
128.     }
129.     }
130.     }
131.     }

132.     if (autoconfirma == 1) {
133.     autoconfirma = 0;
134.     autoa = millis() + 600000;
135.     }

136.     /*   if   ((statusalarm   ==   false)   &&
        (digitalRead(sensor) == LOW)) {
137.     if (millis() > autoa) {
138.     activate();
139.     }
140.     } else {
141.     autoconfirma = 1;
142.     }
143.     */

144.     // An gini tricker tou sinagermou
145.     if (ladrones){
146.     if (warningintrusismo == 1) {
147.     analogWrite(3,600);
148.     delay(500);
149.     analogWrite(3,900);
150.     delay(500);

```

Σε αυτές τις γραμμές του κώδικα έχουμε το κομμάτι όπου το PIR sensor έχει προγραμματιστεί. Όταν ο συναγερμός βρίσκεται σε ενεργή κατάσταση και ανιχνευτεί κάποια κίνηση τότε το buzzer παίζει ένα προειδοποιητικό ήχο, στην συνέχεια εμφανίζετε στην lcd οθόνη το μήνυμα ότι ανιχνεύτηκε κίνηση και ότι πρέπει να γίνει εισαγωγή κωδικού. Στην περίπτωση όπου δεν απενεργοποιηθεί ο συναγερμός μέσα σε 15 δευτερόλεπτα τότε αρχίζει η διαδικασία ενημέρωσεως με γραπτό μήνυμα

```

151.     analogWrite(3,0);

152.     lcd.clear();
153.     lcd.setCursor(0,0);
154.     lcd.print("Anixneusi kinisis");
155.     lcd.setCursor(0,1);
156.     lcd.print("isagete kodiko");
157.     warningintrusismo = 0;
158.     ledBlink = true;
159.     EEPROM.write(1,1);
160.     }
161.     if (millis() >= waiting2) {
162.     if (warningalarm == 1 ){
163.     sms = 1;
164.     digitalWrite(12, HIGH);
165.     ledBlink = false;
166.     lcd.clear();
167.     lcd.setCursor(0,0);
168.     lcd.print("PARANOMI EISODOS");
169.     lcd.setCursor(0,1);
170.     lcd.print("ENIMEROSI ME SMS");
171.     enviomensaje = 1;
172.     digitalWrite(2, HIGH);
173.     //analogWrite(3,200);
174.     sendTextMessage();
175.     alarm();

176.     /*  tone(3,840);
177.     // digitalWrite(screen_backlight, HIGH);
178.     delay(500);
179.     noTone(3);
180.     // digitalWrite(screen_backlight, LOW);
181.     delay(500);
182.     */

183.     waiting5 = millis() + 5000;
184.     resume = 1;
185.     warningalarm = 0;
186.     }
187.     }
188.     } else {
189.     }
190.     }

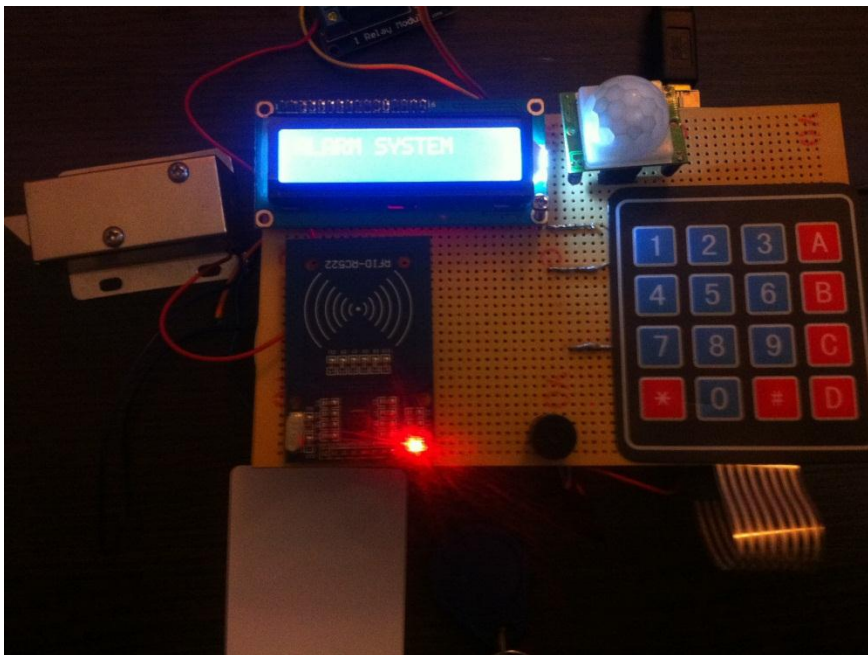
```

Εδώ έχουμε την κλίση της συνάρτησης η οποία προωθεί την πληροφορία στο gsm module για να αποστείλει το γραπτό μήνυμα στη κινητή συσκευή που έχουμε ορίσει και παράλληλα ενημερώνει την ιστοσελίδα για το συμβάν

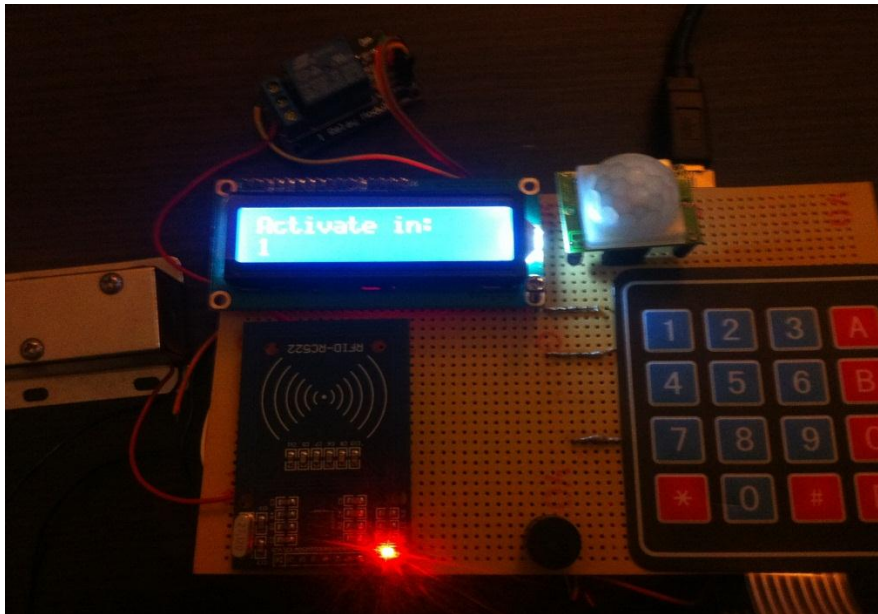
## 8. Φωτογραφικό υλικό

Εδώ έχουμε αναρτήσει φωτογραφίες του συστήματος συναγερμού εν ώρα λειτουργίας. Λόγο της φωτεινότητας της οθόνης μερικά γράμματα δεν διακρίνονται, αναφερόμαστε σε πια κατάσταση βρίσκετε αναλόγως της φωτογραφίας.

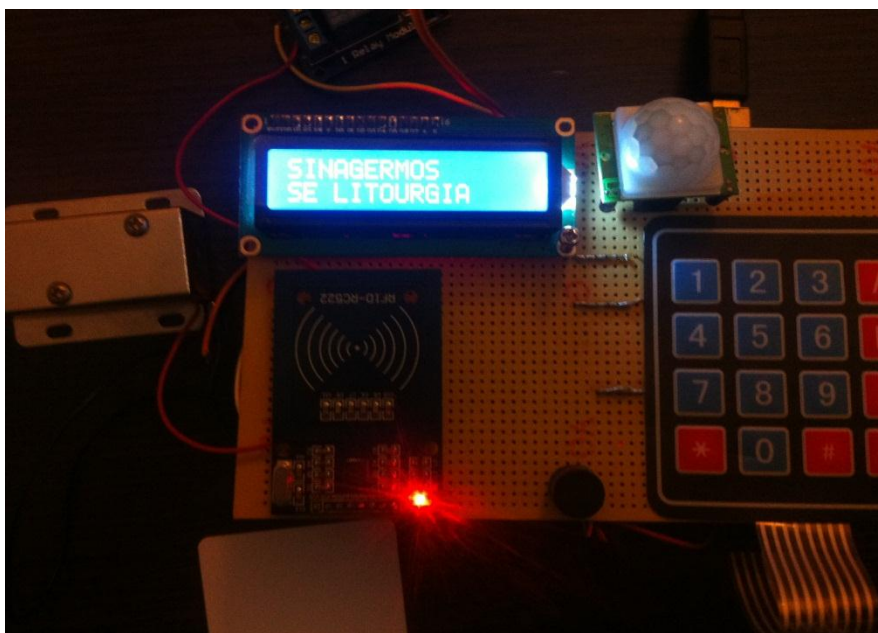
Στην εικόνα που ακόλουθη ο συναγερμός βρίσκεται στην αρχική του κατάσταση(idle) και περιμένει την ενεργοποίηση του.



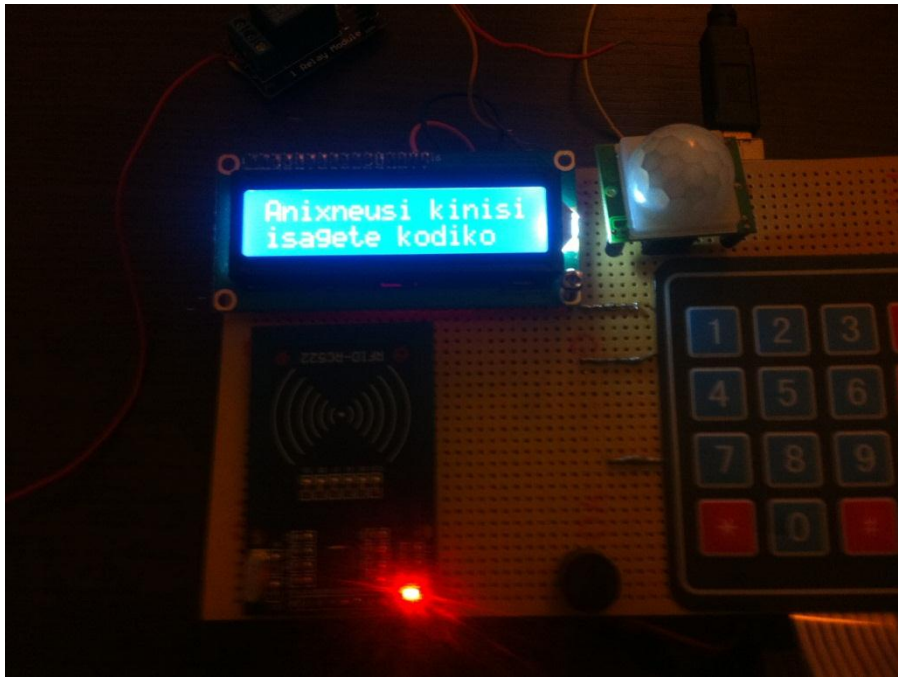
Εδώ έχουμε την αντίστροφη μέτρηση για την ενεργοποίηση του συναγερμού.



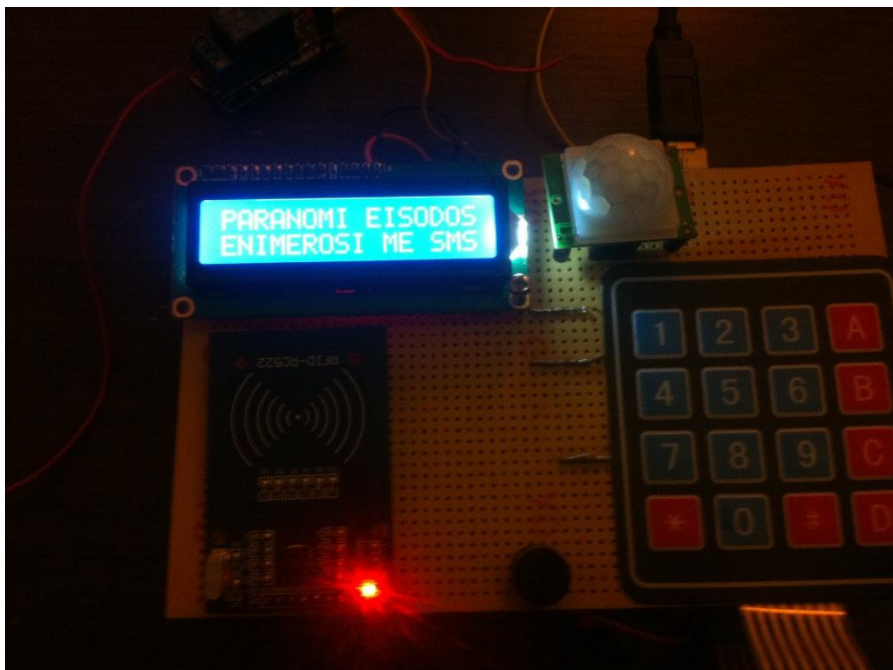
Στο παρακάτω στάδιο έχουμε τον συναγερμό σπλισμένο μέχρι να εντόπιση κάποια κίνηση το PIR sensor



Εδώ βλέπουμε όταν εντοπιστεί κίνηση στο χώρο και το αντίστοιχο μήνυμα που απεικονίζεται στην οθόνη.



Και έχουμε την περίπτωση οπου αν δεν πληκτρολογηθεί ο κωδικός ή δεν περάσει το rfid tag για την απενεργοποίηση του συναγερμού η αποστολή γραπτού μηνύματος και ταυτόχρονα η σειρήνα από το buzzer



Στην εικόνα που ακολουθεί βλέπουμε το γραπτό μήνυμα που λαμβάνει ο κάτοχος του συναγερμού όταν ο χώρος έχει παραβιαστεί.



Από κάτω έχουμε την ιστοσελίδα όπου γίνεται η προώθηση των μηνυμάτων από τον Arduino και έτσι μπορούμε να έχουμε απομακρυσμένη ενημέρωση για το τι γίνεται στο χώρο όπου εγκαταστήσαμε το συναγερμό.

Alarm System

HOME

Ημερομηνία αναζήτησης:

Submit Query

16/12/2015	22:03	O katoxos tis kartas: 03:00:7A:17:5D Energopeise ton Sinagermo
16/12/2015	22:04	Arenergopioithike o Sinagermos Xeirokinita
16/12/2015	22:06	Energopioithike o Sinagermos Xeirokinita
16/12/2015	22:07	O katoxos tis kartas: 03:00:7A:17:5D Arenergopieise ton Sinagermo
16/12/2015	22:07	O katoxos tis kartas: 03:00:7A:17:5D Energopeise ton Sinagermo
16/12/2015	22:09	PARANOMI EISODOS

Info

Πτυχιακή Εργασία  
Σύστημα Συναγερμού

Μαλλούρης Γιάννης (AM:  
2692)

Κυριάκος  
Παπαχριστοδούλου (AM:  
2785)

Επιβλέπων καθηγητής:  
Δρ. Παναγιωτάκης Σπυρίδων



## 9. Συμπεράσματα

Σε αυτή την εργασία, περιγράφεται η λειτουργία ενός συστήματος που αποσκοπεί στην παρακολούθηση και προστασία σε χώρους όπου θέλουμε να διαφυλάξουμε. Και προσφέρει άμεση ειδοποίηση σε περίπτωση που διαγνωστεί κάποια κρίσιμη παράμετρος, και παρέχει εργαλεία για την παρακολούθησή του, και παραμετροποίηση του. Εδώ θα αναφερθούμε στα προβλήματα που αντιμετωπίσαμε κατά την συναρμολόγηση και τον προγραμματισμό του συστήματος καθώς και τις μελλοντικές αναβαθμίσεις και την επέκταση αυτής της εργασίας.

### Προβλήματα

Εδώ θα αναφερθούμε στα προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν στην υλοποίηση του συστήματος.

- Το κυρίως πρόβλημα που αντιμετωπίσαμε ήταν όταν η ηλεκτρονική κλειδαριά ξεκλείδωνε μετά από το αυτό το event η επικοινωνία μεταξύ του ηλεκτρονικού υπολογιστή και του Arduino διακοπτόταν, ενώ το σύστημα συνέχιζε να ανταποκρίνεται κανονικά σε όλες του τις λειτουργίες, ελέγξαμε των κώδικα μας και δεν βρήκαμε κάτι το οποίο να σταματά την ρουτίνα επικοινωνίας, δοκιμάσαμε να εντάξουμε στο κύκλωμα μας ένα πυκνωτή με την υπόθεση ότι η ηλεκτρονική κλειδαριά απομυζούσε τα ρεύμα από το κύκλωμα (την κλειδαριά ενεργοποιούσε 12V εξωτερική μπαταρία ) αλλά το πρόβλημα παρουσιάστηκε και σε αυτή την περίπτωση. Το παράδοξο είναι πως όταν αποσυνδέσαμε την κλειδαριά και αφήναμε μονό το ρελέ το σύστημα λειτουργούσε κανονικά.

Λύση: Δεν βρήκαμε κάποια λογική εξήγηση στο πρόβλημα.

- Το πρόβλημα που σχετίζεται με την χρηστικότητα του συστήματος είναι πως δεν μπορούμε να έχουμε ταυτισμένο το όνομα του κατόχου της κάρτας (rfid-tag) με το serial number της κάρτας για το λόγο του ότι η ταυτοποίηση γίνεται μέσα στον πηγαίο κώδικα του μικροεπεξεργαστή.

Λύση : Αυτό το πρόβλημα μπορεί να ξεπεραστεί προσθέτοντας μια βάση δεδομένων η οποία θα παίρνει τα δεδομένα από την σειριακή θήρα του Arduino μέσω ενός παρόμοιου script όπως αυτό που έχουμε και θα ανανεώνει την βάση ταυτίζοντας τα tags με τα ονόματα των κατόχων.

- Ένα επίσης σημαντικό πρόβλημα που αντιμετωπίσαμε στα αρχικά στάδια προγραμματίζοντας το κύκλωμα, και είχε να κάνει με την λογική ασφαλείας του συναγερμού ήταν το στο σενάριο διακοπής ρεύματος στο χώρο νοουμένου ότι δεν υπάρχει εφεδρική τροφοδοσία. Μετά την επαναφορά του ρεύματος ο συναγερμός επέστρεφε σε ανενεργή κατάσταση.

Λύση: Προσθέσαμε την βιβλιοθήκη eeprom.h που μας επιτρέπει να παρεμβαίνουμε στην rom μνήμη του κυκλώματος, έτσι έχοντας συνεχείς ενημέρωση του τρέχοντος κώδικα με την rom μνήμη υποθήκευε την τρέχουσα κατάσταση του συναγερμού.

## Μελλοντικές εργασίες και επεκτάσεις

Σαν μελλοντική εργασία θα μπορούσε να προταθεί η βελτίωση του συστήματος με περισσότερες δυνατότητες και λύση όπως:

- Προσθήκη Ethernet shield ή wifi shield στο κύκλωμα για μεταφορά δεδομένων αντί της σειριακής θύρας, για την εξέλιξη της επαφής Web, και την εισαγωγή βάσης δεδομένων με προσθήκη μεθόδων ασφάλειας σε αυτή και προσθήκη της δυνατότητας αλλαγής ρυθμίσεων μέσω αυτής, και την προσθήκη περισσότερων rfid tags. Ακόμα με τις παραπάνω shields το σύστημα θα μπορεί να είναι αυτόνομο και μιλώντας για την μεταφορά δεδομένων αφού αυτή θα γίνεται μέσω τοπικού δικτύου ή διαδικτύου, έτσι μας δίνει την δυνατότητα και αποστολής email για ενημέρωση αλλά και την επέκταση του συστήματος σε mobile application όπου θα μπορούν να γίνονται απομακρυσμένες ρυθμίσεις από τον χρήστη.
- Προσθήκη επιλογής, για δημιουργία από τον χρήστη κανόνων συμπεριφοράς του συστήματος ανάλογα με τις ανάγκες του μέσω Gui προγράμματος π.χ αλλαγή στον χρόνο αντίδρασης μέχρι τον αφοπλισμό του, η αλλαγή του κωδικού, η προσθήκη- αφαίρεση κινητού τηλεφώνου.
- Ακόμα μια ωραία επέκταση της εργασίας με βάση το προϋπάρχον σύστημα είναι η προσθήκη διαφόρων αισθητήρων για την παρακολούθηση θερμοκρασίας, υγρασίας, εντοπισμός καπνού στον χώρο όπου θα εγκατασταθεί το σύστημα ασφαλείας. Έχοντας ως βάση τον Arduino Mega λόγω των πολλαπλών του εισόδων/εξόδων θα μπορούσαμε να το συνδέσουμε με ένα raspberry pi και αυτό θα μας ξεκλειδώνει ακόμα περισσότερες δυνατότητες όπως εγκατάσταση κάμερας που θα βιντεογραφεί για κάποια δευτερόλεπτα από την στιγμή που θα ανιχνευτεί κίνηση στον χώρο, και ακόμα θα μπορούμε να έχουμε ταυτοποίηση μέσω bio scanner.

## Βιβλιογραφία

- [1] [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.itech4u.gr/tech/hands-on/item/7262-internet-of-things-se-apla-ellinika/7262-internet-of-things-se-apla-ellinika>.
- [2] [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Machine\\_to\\_machine](https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_to_machine).
- [3] [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://el.wikipedia.org/wiki/PHP>.
- [4] [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B9%CE%BA%CF%81%CE%BF%CE%B5%CE%BB%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CF%84%CE%AE%CF%8>.
- [5] [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://el.wikipedia.org/wiki/Apache\\_HTTP\\_%CE%B5%CE%BE%CF%85%CF%80%CE%B7%CF%8](https://el.wikipedia.org/wiki/Apache_HTTP_%CE%B5%CE%BE%CF%85%CF%80%CE%B7%CF%8)

1%CE%B5%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%82.

[6] [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://el.wikipedia.org/wiki/Arduino>.

[7] [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/VBScript>.

[8] [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://el.wikipedia.org/wiki/Arduino>.

```
[9] const byte ROWS = 4; // 4 grammes
```

```
[1] const byte COLS = 3; // 3 stiles
```

```
[2] const byte ROWS = 4; // 4 grammes
```

```
[3] const byte COLS = 3; // 3 stiles
```

```
[4] char keys[ROWS][COLS] = {
```

```
    {'1','2','3'},
```

```
    {'4','5','6'},
```

```
[5]    {'7','8','9'},
```

```
[6]    {'*','0','#'}
```

```
[7]    };
```

```
    byte colPins[COLS] = {39, 41, 43};
```

```
[8]    byte rowPins[ROWS] = {31, 33, 35, 37};
```

```
Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS );
```

E