

## **Υπεύθυνη Δήλωση**

Βεβαιώνουμε ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε υποστήριξη ή βοήθεια την οποία είχαμε για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται μέσα σε αυτήν. Επίσης, σε αυτή την πτυχιακή εργασία αναφέρονται όλες οι πηγές από τις οποίες κάναμε χρήση δεδομένων και πληροφοριών. Τέλος, βεβαιώνουμε ότι αυτή η πτυχιακή εργασία προετοιμάστηκε από εμάς προσωπικά και ειδικά για τις αναγκαίες απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Πληροφορικής & Επικοινωνιών του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Σερρών.

**Πισόκας Αλέξανδρος**

**Σιφουνιός Ευθύμιος**

# Περίληψη

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι ο σχεδιασμός και η κατασκευή ενός συστήματος ασφαλείας με αυτόματη αναγνώριση σε ραδιοσυχνότητες (RFID) κάνοντας χρήση της πλατφόρμας Arduino. Επιτυγχάνεται προσομοίωση του παραπάνω συστήματος και υπάρχει λεπτομερής περιγραφή για τον τρόπο και την λειτουργία του. Απώτερος στόχος να μπορεί να εγκατασταθεί σε κάποια αίθουσα του Τεχνολογικού Ιδρύματος του ΤΕΙ Σερρών, η σε οποιαδήποτε αίθουσα η πόρτα μιας επιχείρησης ώστε να υπάρχει πρόσβαση με ηλεκτρονική ταυτοποίηση.

Το κάθε εξουσιοδοτημένο άτομο το οποίο ορίζεται από τον διαχειριστή, θα έχει στην κατοχή του μια ετικέτα (tag), με μοναδικό κωδικό. Η πρόσβαση στην αίθουσα-πόρτα θα γίνεται πατώντας το κουμπί και περνώντας την κάρτα με την αναγνώριση του κωδικού από τον αναγνώστη (reader). Έπειτα θα εμφανίζεται το όνομα του, και θα πραγματοποιείται ο έλεγχος για εγκυρότητα από έναν μικροελεγκτή.

Όλα τα αποτελέσματα θα εμφανίζονται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή που θα είναι συνδεδεμένη η συσκευή μας, και εφόσον αναγνωριστεί και έχει δικαίωμα ο χρήστης θα μπορεί να εισέλθει ,θα ακουστεί ένας ήχος(pass) και τότε θα ανοίξει η πόρτα. Αν δεν έχει δικαίωμα πρόσβασης τότε θα ακουστεί ένας ήχος λανθασμένος(fail) και η πόρτα δεν θα ανοίξει.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ.....	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ RFID.....</b>	<b>7</b>
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	8
1.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ.....	9
1.2.1 ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΟΠΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ(OCR) .....	9
1.2.2 ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΜΕ ΥΠΕΡΥΘΡΕΣ .....	10
1.2.3 ΕΞΥΠΝΕΣ ΚΑΡΤΕΣ.....	10
1.2.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ BARCODE.....	11
1.2.5 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ RFID.....	11
1.3.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ-ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	13
1.3.2 ΕΤΙΚΕΤΑ(TAG).....	14
1.3.3 ΑΝΑΓΝΩΣΤΗΣ.....	17
1.3.4 ΚΡΥΠΤΟΓΡΑΦΗΣΗ/ΑΠΟΚΡΥΠΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	18
1.3.5 ΕΛΕΝΚΤΗΣ(CONTROLLER).....	18
1.4 ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ RFID.....	19
1.5.1 ΕΜΒΕΛΕΙΑ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ.....	20
1.5.2 ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΤΥΠΟΣ ΚΕΡΑΙΑΣ.....	20
1.5.3 ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ RFID ΕΤΙΚΕΤΩΝ.....	21
1.6 ΧΡΗΣΗ RFID .....	22
1.7 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ RFID .....	25
1.7.1 ΕΞΥΠΝΕΣ ΚΑΡΤΕΣ ΧΩΡΙΣ ΕΠΑΦΕΣ.....	25
1.7.2 ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ.....	27
1.7.3 ΑΡΧΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ.....	27
1.7.4 ΧΡΟΝΟΣ ΣΥΝΑΛΛΑΓΗΣ.....	28
1.7.5 ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΗΝ ΦΘΟΡΑ-ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ.....	28
1.8 ΟΦΕΛΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ RFID .....	28
1.8.1 ΕΛΕΝΧΟΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ.....	28
1.8.2 ONLINE ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	29
1.8.3 OFFLINE ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	30
1.8.4 ΚΑΡΤΕΣ- ΕΤΙΚΕΤΕΣ.....	31
1.8.5 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ.....	32
1.8.6 ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΟΝΤΕΙΝΕΡ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΩΝ.....	33
1.8.7 ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ.....	33

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ ARDUINO</b> .....	35
2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΩΝ.....	36
2.1.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΩΝ.....	36
2.1.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΩΝ.....	37
2.1.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΩΝ.....	38
2.1.4 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΕΣ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΩΝ.....	39
2.2 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ ARDUINO.....	40
2.3 Η ΠΛΑΚΕΤΑ ARDUINO .....	43
2.3.1 ΑΛΛΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ARDUINO .....	45
2.4 ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗΣ- Η ΚΑΡΔΙΑ ΤΟΥ ARDUINO .....	48
2.4.1 ΕΙΣΟΔΟΙ-ΕΞΟΔΟΙ .....	49
2.4.2 ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ.....	52
2.4.3 ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΑ ΚΟΥΜΠΙΑ ΚΑΙ LED .....	54
2.5 ARDUINO IDE ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ.....	54
2.5.1 ΓΛΩΣΣΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ.....	56
2.5.2 ARDUINO (ΑΣΠΙΔΕΣ).....	64
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ</b> .....	67
3.1 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΠΛΑΚΕΤΑ Η ΡΑΣΤΕΡ.....	68
3.2 ΛΩΡΙΔΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ.....	70
3.3 ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ.....	71
3.4 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΚΟΥΜΠΙ.....	72
3.5 ΔΙΟΔΟΙ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΦΩΤΟΣ.....	73
3.6 USB ΚΑΛΩΔΙΟ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ARDUINO.....	75
3.7 ΗΧΕΙΟ.....	76
3.8 ΤΟ ARDUINO XBEE SHIELD.....	77
3.9 RFID ANTENNA.....	79
3.10 ΕΤΙΚΕΣ RFID .....	81
3.11 ΜΟΤΕΡ(SERVO).....	82
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ</b> .....	83
4.1 ΙΔΕΑ- ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	84
4.2 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ ΥΛΙΚΟΥ ΚΑΙ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ.....	86
4.3 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	87
4.4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΔΙΑΒΑΣΜΑΤΟΣ ΚΑΡΤΑΣ EM4102.....	90
4.5 ΚΩΔΙΚΑΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ.....	91
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ</b> .....	105
5.1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	106
5.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ.....	107
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ.....	109
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ-ΕΙΚΟΝΩΝ.....	111
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	113
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	114
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄ ΦΥΛΛΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	120

# Εισαγωγή

Με την ανάπτυξη της ταυτοποίησης μέσω ραδιοκυμάτων( RFID) , καθίσταται δυνατή η αυτόματη αναγνώριση της ταυτότητας των υπαλλήλων μιας εταιρίας ,η και διδασκόντων ενός Τεχνολογικού η άλλου Ιδρύματος, και η πρόσβαση τους σε αυτήν, επιφέροντας έναν ασφαλέστερο τρόπο για τον έλεγχο και την διαφύλαξη του ενδιαφερόμενου χώρου.

Η αξιοποίηση των δυνατοτήτων χαμηλού επιπέδου της ηλεκτρονικής πλατφόρμας Arduino σε συνδυασμό με την χρήση της τεχνολογίας των ραδιοκυμάτων, μας βοηθάει για την δημιουργία του συστήματος ασφαλείας μας. Στην διαδικασία της δημιουργίας είναι απαραίτητη η γνώση της προγραμματιστικής γλώσσας του Arduino (Wiring) , η οποία βασίζεται στην C++ , καθώς και η λειτουργία- συνδεσμολογία των μικροσυσκευών που χρησιμοποιήθηκαν. Παρόμοια εμπορικά συστήματα και εργαλεία διατίθενται ευρέως σε παγκόσμιο επίπεδο, και υπό την έννοια αυτή το κύριο ενδιαφέρον δεν εντοπίζεται μόνο στην εφαρμογή της τεχνολογίας RFID , αλλά και στις μεγάλες δυνατότητες που μας παρέχονται με την άμεση επέμβαση του χρήστη στο προγραμματιστικό περιβάλλον του ίδιου του υλικού (hardware) του Arduino.

Παρακάτω αναφέρεται η περιγραφή των κεφαλαίων που θα ακολουθήσουν:

- **Κεφάλαιο 1:** Θα γίνει μια ιστορική αναδρομή και μια γενική περιγραφή των βασικών χαρακτηριστικών της RFID τεχνολογίας και των εφαρμογών στις οποίες χρησιμοποιείται. Τα εξαρτήματα του συστήματος καθώς και οι τον τρόπο λειτουργία τους.
- **Κεφάλαιο 2 :** Παρουσιάζεται η αναπτυξιακή πλατφόρμα του Arduino, τα είδη των μικροεπεξεργαστών ,οι λειτουργίες τους και το λειτουργικό (software) που χρησιμοποιήσαμε καθώς και η εγκατάσταση και το περιβάλλον του. Αναφορά γίνεται και στην γλώσσα που προγραμματίζεται η συγκεκριμένη πλατφόρμα και οι ιδιότητες του.

- **Κεφάλαιο 3** : Παρουσιάζονται αναλυτικά και με φωτογραφικό υλικό όλα τα εξαρτήματα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη της υλοποίησης της πτυχιακής εργασίας.
- **Κεφάλαιο 4** : Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύουμε, την συνύπαρξη των παραπάνω τεχνολογιών με αποτέλεσμα το τελικό στάδιο στο οποίο φτάνει η πτυχιακή εργασία μας, όλες τις παραμετροποιήσεις του υλικού και του λογισμικού, αναλυτική περιγραφή του κώδικα που εφαρμόστηκε, και την τελική του μορφή πάνω στην πλακέτα του ράστερ.
- **Κεφάλαιο 5**: Στο τελευταίο κεφάλαιο συναντάμε όλες τις μελλοντικές χρήσεις τις επεκτασιμότητες και τα προβλήματα που αντιμετωπίσαμε κατά την πορεία της υλοποίησης της εργασίας.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ RFID

## 1.1 Ιστορική αναδρομή

Στα πρόσφατα χρόνια οι διαδικασίες αυτόματης αναγνώρισης (Auto-ID) έχουν γίνει πολύ διάσημες σε πολλούς κλάδους, όπως βιομηχανίες, σε εργοστάσια, σε κατασκευαστικές εταιρίες. Οι διαδικασίες αυτόματης αναγνώρισης υπάρχουν για να παρέχουν πληροφορίες για τους ανθρώπους ή τα ζώα, αλλά και για τη διακίνηση αγαθών και προϊόντων. Οι τόσο διαδεδομένες ετικέτες (barcode) οι οποίες είχαν προκαλέσει μια επανάσταση στα συστήματα αναγνώρισης μερικά χρόνια πριν, φαίνονται πλέον αρκετά ανεπαρκείς σε έναν αυξανόμενο αριθμό περιπτώσεων. Τα barcodes μπορεί να είναι εξαιρετικά φθηνά, αλλά το μεγαλύτερό τους ελάττωμα είναι η μικρή αποθηκευτική τους ικανότητα καθώς και το γεγονός ότι δεν μπορούν να επαναπρογραμματιστούν. Μια τεχνικά αισιόδοξη λύση θα ήταν η αποθήκευση πληροφοριών σε ένα chip πυριτίου.

Η πιο κοινή φόρμα ηλεκτρονικής συσκευής αποθήκευσης πληροφοριών σε χρήση στις μέρες μας είναι οι «έξυπνες κάρτες» (smart cards), βασισμένες σε ένα πεδίο επαφής (τηλεφωνικές έξυπνες κάρτες, τραπεζικές κάρτες). Όμως, η μηχανική επαφή που χρησιμοποιείται στις έξυπνες κάρτες δεν είναι συνήθως πρακτική. Μία μεταφορά πληροφοριών χωρίς επαφή ανάμεσα στη συσκευή μεταφοράς πληροφοριών και στον αναγνώστη της είναι μία πολύ περισσότερο ευέλικτη λύση. Στην ιδανική περίπτωση, η ισχύς που απαιτείται για να λειτουργήσει η ηλεκτρονική συσκευή μεταφοράς πληροφοριών θα προσφερόταν επίσης από τον αναγνώστη χρησιμοποιώντας τεχνολογία χωρίς επαφή.

Λόγω των διαδικασιών που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά της ισχύος και των πληροφοριών, τα συστήματα αυτόματης αναγνώρισης χωρίς επαφή καλούνται συστήματα RFID (Radio Frequency Identification). Μια υποσχόμενη λύση στο πρόβλημα που αναφέρθηκε είναι τα RFID. Η τεχνολογία αυτή, της αναγνώρισης χωρίς επαφής, συνδυάζει στοιχεία από πολλά ποικίλα πεδία: Τεχνολογία υψηλών συχνοτήτων (HF technology), τεχνολογία ημιαγωγών, προστασία πληροφοριών και κρυπτογράφηση, τηλεπικοινωνίες και πολλά άλλα σχετικά πεδία.



## **1.2 Συστήματα Αυτόματης Αναγνώρισης (Auto-id)**

Οι διαδικασίες αναγνώρισης που στηρίζονται στην τεχνολογία της αυτόματης αναγνώρισης είναι σημαντικά πιο αξιόπιστες και οικονομικότερες από αυτές που δεν αναγνωρίζουν αυτόματα. Παρακάτω παραθέτουμε μια γενική επισκόπηση διάφορων συστημάτων αυτόματης αναγνώρισης.

### **1.2.1 Αναγνώριση οπτικών χαρακτηριστικών (OCR)**

Η αναγνώριση οπτικών χαρακτηριστικών εμφανίστηκε για πρώτη φορά τη δεκαετία του 1960. Ειδικά τυπογραφικά διακριτικά αναπτύχθηκαν για αυτήν την εφαρμογή που διαμόρφωσαν χαρακτήρες έτσι ώστε αυτοί να μπορούν να διαβαστούν και από τους ανθρώπους και αυτόματα από τις μηχανές. Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα της αναγνώρισης με οπτικά χαρακτηριστικά είναι η μεγάλη πυκνότητα των πληροφοριών και η πιθανότητα ανάγνωσης πληροφοριών οπτικά σε μια έκτακτη περίπτωση (ή απλά για έλεγχο).

Σήμερα, η αναγνώριση οπτικών χαρακτηριστικών χρησιμοποιείται στην παραγωγή, στις υπηρεσίες και στα διοικητικά πεδία, όπως επίσης στις τράπεζες για την εγγραφή επιταγών (προσωπικές πληροφορίες, όπως όνομα και αριθμός λογαριασμού είναι τυπωμένα στην κάτω γραμμή της επιταγής). Όμως, τα συστήματα αναγνώρισης οπτικών χαρακτηριστικών έχουν αποτύχει να γίνουν καθολικά εφαρμόσιμα λόγω της υψηλής τους τιμής και των πολύπλοκων αναγνωστών που απαιτούν σε σύγκριση με τις άλλες διαδικασίες αυτόματης αναγνώρισης.

## **1.2.2 Αναγνώριση με υπέρυθρες**

Η τεχνολογία των υπέρυθρων είναι παρόμοια με αυτή των RFID. Η κύρια διαφορά είναι η συχνότητα λειτουργίας. Στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα, οι υπέρυθρες είναι μακράν μεγαλύτερες από τις υψηλότερες που χρησιμοποιούνται στα RFID. Στις συχνότητες των υπέρυθρων η επικοινωνία μπορεί να χαθεί πολύ εύκολα, αφού δεν μπορούν να διαπεράσουν ούτε ένα απλό εμπόδιο. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι οι υπέρυθρες να χρησιμοποιούνται μόνο σε εφαρμογές εικόνας, όπως για παράδειγμα νυχτερινή λήψη.

## **1.2.3 Έξυπνες κάρτες (smart cards)**

Οι έξυπνες κάρτες διαθέτουν μικροεπεξεργαστές και μνήμες RAM και ROM. Τυπικά έχουν μνήμη περίπου 35 KB και έχουν το σημαντικό πλεονέκτημα της ενσωματωμένης υπολογιστικής ισχύος. Το κύριο πλεονέκτημά τους όμως είναι ότι παρέχουν φυσική προστασία των αποθηκευμένων δεδομένων. Οι επαφές με το εσωτερικό κύκλωμα έχουν τη μορφή επιχρυσωμένων περιοχών πάνω στην επιφάνεια της κάρτας (περιλαμβανομένων των επαφών για την τροφοδοσία από εξωτερική πηγή).

Μία από τις πλέον ενδιαφέρουσες ιδιότητες των έξυπνων καρτών είναι ότι είναι εξαιρετικά δύσκολο να αντιγραφούν. Στην πραγματικότητα, οι κατασκευαστές κρατούν καλά κρυμμένες τις λεπτομέρειες της εσωτερικής σχεδίασης προκειμένου να δυσκολέψουν ακόμη περισσότερο την αντιγραφή και την αναπαραγωγή τους. Επίσης, αυτές οι κάρτες διαθέτουν ενσωματωμένες λειτουργίες κρυπτογράφησης. Ένα μειονέκτημα των βασισμένων σε επαφές έξυπνων καρτών είναι ότι οι επαφές αυτές είναι ευάλωτες στη φθορά, τη διάβρωση και τη σκόνη. Οι αναγνώστες που χρησιμοποιούνται συχνά κοστίζουν ακριβά για να συντηρηθούν λόγω της προδιάθεσης για δυσλειτουργία. Επιπλέον, οι αναγνώστες που είναι ευπρόσιτοι στο κοινό (τηλεφωνικοί θάλαμοι) δεν μπορούν να προστατευτούν από βανδαλισμούς.

### **1.2.4 Συστήματα Barcode**

Τα barcodes είχαν την τιμητική τους απέναντι σε άλλα συστήματα αναγνώρισης τα προηγούμενα χρόνια. Ουσιαστικά το barcode είναι ένας δυαδικός κώδικας που αποτελείται από ένα πεδίο από μπάρες και κενά, τοποθετημένα σε παράλληλη διάταξη. Αυτά τοποθετούνται με βάση ένα προκαθορισμένο πρότυπο και αντιπροσωπεύουν τα στοιχεία πληροφοριών που αναφέρονται σε ένα σχετικό σύμβολο. Η ακολουθία που φτιάχνεται από φαρδιές ή στενές μπάρες και κενά μπορεί να ερμηνευτεί αριθμητικά και αλφαριθμητικά. Διαβάζεται αφού σαρώνεται με οπτικές ακτίνες, για παράδειγμα από τη διαφορετική ανάκλαση μιας δέσμης ακτίνας από τις μαύρες μπάρες και τα λευκά κενά. Όμως, παρόλο που είναι ιδανικά στο φυσικό τους σχεδιασμό, υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις διατάξεις κώδικα μεταξύ των δέκα περίπου διαφορετικών τύπων barcode που χρησιμοποιούνται σήμερα.

### **1.2.5 Συστήματα RFID**

Τα συστήματα RFID σχετίζονται πιο πολύ με τις έξυπνες κάρτες που περιγράψαμε πιο πάνω. Όπως και στις έξυπνες κάρτες, η πληροφορία αποθηκεύεται σε μια ηλεκτρονική συσκευή μεταφοράς πληροφοριών, την ετικέτα (tag). Όμως, σε αντίθεση με τις έξυπνες κάρτες, η παροχή ισχύος στη συσκευή μεταφοράς πληροφοριών και η ανταλλαγή πληροφοριών ανάμεσα σε αυτή τη συσκευή και στον αναγνώστη (reader) επιτυγχάνονται χωρίς τη χρήση γαλβανικών επαφών, αλλά με τη χρήση μαγνητικών και ηλεκτρομαγνητικών πεδίων. Η συντόμευση RFID προκύπτει από την αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων και πιο συγκεκριμένα πληροφοριών που μεταφέρονται με ραδιοκύματα (Radio Frequency Identification System). Λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων των συστημάτων RFID σε σύγκριση με τα άλλα συστήματα αναγνώρισης, τα συστήματα RFID έχουν ξεκινήσει να κατακτούν την παγκόσμια αγορά. Ένα παράδειγμα είναι η χρήση των χωρίς επαφές έξυπνων καρτών σαν εισιτήρια στα μέσα μεταφοράς μικρών αποστάσεων (ΗΠΑ).

Μια σύγκριση μεταξύ των περισσότερων συστημάτων αναγνώρισης που περιγράφηκαν παραπάνω καταδεικνύει τα πλεονεκτήματα και τις αδυναμίες των RFID σε σύγκριση με τα άλλα συστήματα (Σχήμα 1). Στον σχήμα επίσης φαίνεται η στενή σχέση που έχουν τα RFID με τις έξυπνες κάρτες που είναι βασισμένες σε επαφές. Όμως, τα RFID παρακάμπτουν όλα τα μειονεκτήματα που οφείλονται σε λάθη των επαφών (δολιοφθορά, σκόνη κ.ά.).

System parameters	Barcode	OCR	Voice recog.	Biometry	Smart card	RFID systems
Typical data quantity (bytes)	1–100	1–100	—	—	16–64 k	16–64 k
Data density	Low	Low	High	High	Very high	Very high
Machine readability	Good	Good	Expensive	Expensive	Good	Good
Readability by people	Limited	Simple	Simple	Difficult	Impossible	Impossible
Influence of dirt/damp	Very high	Very high	—	—	Possible (contacts)	No influence
Influence of (opt.) covering	Total failure	Total failure	—	Possible	—	No influence
Influence of direction and position	Low	Low	—	—	Unidirectional	No influence
Degradation/wear	Limited	Limited	—	—	Contacts	No influence
Purchase cost/reading electronics	Very low	Medium	Very high	Very high	Low	Medium
Operating costs (e.g. printer)	Low	Low	None	None	Medium (contacts)	None
Unauthorised copying/modification	Slight	Slight	Possible* (audio tape)	Impossible	Impossible	Impossible
Reading speed (including handling of data carrier)	Low ~4 s	Low ~3 s	Very low >5 s	Very low >5–10 s	Low ~4 s	Very fast ~0.5 s
Maximum distance between data carrier and reader	0–50 cm	<1 cm Scanner	0–50 cm	Direct contact**	Direct contact	0–5-m, microwave

Σχήμα 1: Σύγκριση συστημάτων αυτόματης αναγνώρισης

### 1.3.1 Χαρακτηριστικά - Εξαρτήματα.

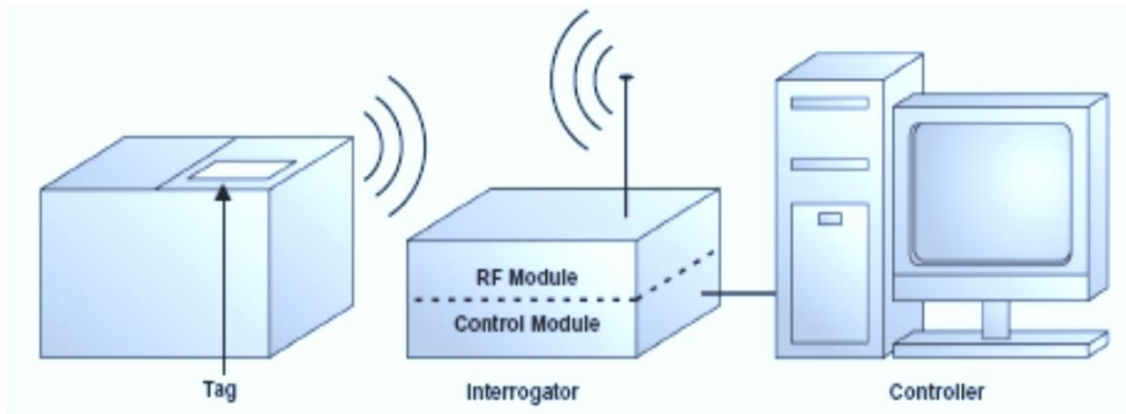
Ένα RFID σύστημα χρησιμοποιεί τεχνολογία ασύρματης ραδιοεπικοινωνίας για να αναγνωρίσει μοναδικές ετικέτες αντικείμενων (tagged-object). Τα τρία βασικά εξαρτήματα σε ένα RFID σύστημα είναι:

- **Η ετικέτα (tag ή transponder)**, η οποία αποτελείται από ένα ημιαγωγό τσιπ, την κεραία, και σε μερικές περιπτώσεις από μία μπαταρία
- **Ο αναγνώστης (reader ή interrogator)**, αποτελείται από μία κεραία, από μία ηλεκτρονική πλακέτα RF, και από ένα ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου
- **Ο ελεγκτής (controller)**, σε πολλές περιπτώσεις παίρνει τη μορφή ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή (PC)

Η ετικέτα και ο αναγνώστης επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ραδιοκυμάτων. Μόλις μια ετικέτα εισέρχεται στη ζώνη ανάγνωσης ενός αναγνώστη, ο αναγνώστης στέλνει ένα σήμα επικοινωνίας στην ετικέτα για να εκπέμψει τα αποθηκευμένα δεδομένα του. Οι ετικέτες μπορούν να περιέχουν πολλά δεδομένα ανάλογα με τη χρήση τους, όπως σειριακούς αριθμούς, τιμές θερμοκρασίας και άλλα πολλά. Μόλις ο αναγνώστης δεχτεί τις πληροφορίες, τις αποστέλλει στον ελεγκτή μέσω μιας διασύνδεσης δικτύου, όπως ένα Ethernet LAN, ίντερνετ κλπ. Ο ελεγκτής μπορεί να χρησιμοποιήσει τα δεδομένα για διάφορους σκοπούς.

Ένα RFID σύστημα μπορεί να αποτελείται από πολλούς αναγνώστες, για παράδειγμα διασκορπισμένους σε μία αποθήκη ή μια γραμμή παραγωγής. Εντούτοις όλα είναι δικτυωμένα σε έναν μόνο ελεγκτή. Παρομοίως ένας μόνο αναγνώστης μπορεί να επικοινωνεί με περισσότερες από μία ετικέτες ταυτόχρονα. Με την παρούσα τεχνολογία (2008) είναι εφικτό να επικοινωνεί με ρυθμό 1000 ετικέτες ανά δευτερόλεπτο, με

ακρίβεια 98%. Τέλος, μία ετικέτα μπορεί να προσαρτηθεί “παντού”, από ένα κλειδί μέχρι ένα νεογέννητο μωρό.



Σχήμα 2: Οι τρεις βασικές διατάξεις σε ένα RFID σύστημα

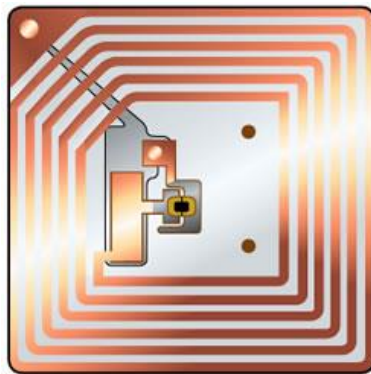
### 1.3.2 Ετικέτα (Tag)

Η κύρια λειτουργία μιας RFID ετικέτας είναι να αποθηκεύει δεδομένα και να τα αποστέλλει σε έναν αναγνώστη. Στην πιο απλή του μορφή περιλαμβάνει ένα ηλεκτρονικό τσιπ και μια κεραία ολοκληρωμένα σε μια εύχρηστη κατασκευή (Σχήμα 3). Γενικά μια ετικέτα, έχει μνήμη όπου μπορούν να αποθηκευτούν και να διαβαστούν δεδομένα και σε μερικές περιπτώσεις ακόμα και να εγγραφούν. Επίσης υπάρχουν και ετικέτες που έχουν ενσωματωμένη μπαταρία, αυτό είναι και το κριτήριο που διαχωρίζει τις ενεργές από τις παθητικές ετικέτες, που θα περιγράψουμε παρακάτω.

#### Ενεργές και παθητικές ετικέτες

Ενεργές RFID ετικέτες ονομάζονται οι ετικέτες που έχουν στο τυπωμένο κύκλωμα πηγή τροφοδοσίας, όπως μια μπαταρία. Όταν μια ετικέτα χρειαστεί να αποστείλει

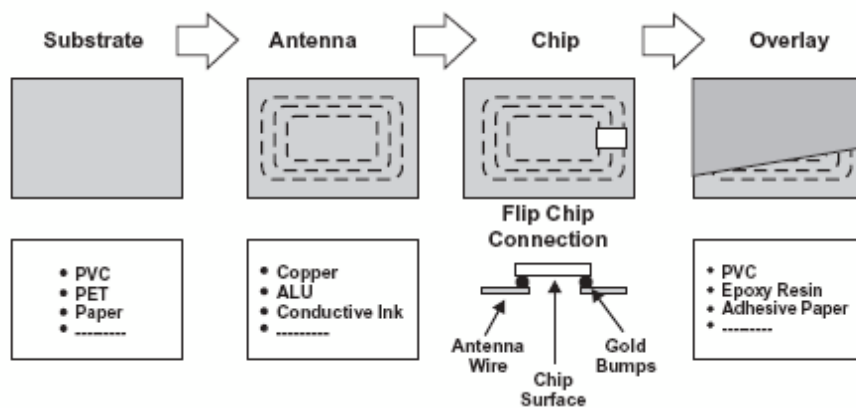
δεδομένα στον αναγνώστη, η ενέργεια που απαιτείται για την μετάδοση προέρχεται από την τροφοδοσία. Για το λόγο αυτό, τέτοιου είδους ετικέτες μπορούν να επικοινωνούν με λιγότερο ισχυρούς (ενεργειακά) αναγνώστες και μεταδίδουν την πληροφορία από απόσταση μεγαλύτερης εμβέλειας. Επίσης, οι ενεργές ετικέτες συνήθως έχουν μνήμη που φτάνει τα 128Kbytes. Παρόλα αυτά, είναι μεγαλύτερα σε μέγεθος και πιο πολύπλοκα σε σχέση με τους «ανταγωνιστές» του, τις παθητικές ετικέτες, γεγονός που τα κάνει ακριβότερα στην παραγωγή. Η μπαταρίες που περιέχουν αντέχουν χρονικό διάστημα από δύο έως εφτά χρόνια.



Σχήμα 3: Ετικετα RFID

Οι παθητικές ετικέτες δεν περιέχουν καμία είδους τροφοδοσία. Την απαιτούμενη ενέργεια την παίρνουν από το σήμα που στέλνει ο αναγνώστης, φυσικά η ενέργεια αυτή είναι πολύ μικρότερη από το αν είχαν μπαταρία. Ως αποτέλεσμα αυτού, τα παθητικά είναι μικρότερα σε μέγεθος και φθηνότερα από ότι τα ενεργά. Ωστόσο, η εμβέλεια τους είναι αρκετά μικρότερη, στις περισσότερες περιπτώσεις μέχρι λίγα εκατοστά. Εκτός από αυτό, χρειάζονται ισχυρότεροι αναμεταδότες (reader) και περιέχουν μνήμη που δεν ξεπερνάει τα λίγα Kbyte.

Φυσικά υπάρχουν παθητικές ετικέτες που έχουν πηγή τροφοδοσίας αλλά δεν την χρησιμοποιούν για τη μετάδοση των δεδομένων. Αυτού του είδους, ονομάζονται υποστηριζόμενες ετικέτες από μπαταρία (battery-assisted tags) και η ενέργεια χρησιμοποιείται για τη λειτουργία διάφορων ηλεκτρονικών εξαρτημάτων που είναι τοποθετημένα στο ίδιο κύκλωμα.



Σχήμα 4: Κατασκευή RFID ετικέτας

### Ανάγνωση μόνο και ανάγνωση/εγγραφή ή έξυπνες ετικέτες

Μια άλλη κύρια διαφορά μεταξύ των ετικετών είναι ο τύπος της μνήμης που έχουν. Υπάρχουν δύο είδη ετικετών: ανάγνωση (Read-only, RO) και ανάγνωση/εγγραφή (read/write, RW). Οι RO ετικέτες είναι αυτό που λέει η λέξη, ανάγνωση μόνο. Είναι παρόμοια με τα barcode, προγραμματίζονται μια φορά μόνο και δεν αλλάζουν ποτέ. Αυτού του είδους οι ετικέτες, προγραμματίζονται με πολύ μικρή ποσότητα δεδομένα, όπως κάποιον σειριακό αριθμό. Οι RW ετικέτες συνήθως καλούνται και έξυπνες ετικέτες (smart-tags). Οι έξυπνες ετικέτες είναι πιο προσαρμοστικές, μπορούν να αποθηκεύουν περισσότερα δεδομένα και τα περιεχόμενα της μνήμης μπορούν εύκολα να σβηστούν και να ξανά-εγγραφούν χιλιάδες φορές.



### 1.3.3 Αναγνώστης (Reader)

Ο αναγνώστης (reader) λειτουργεί ως μεσολαβητής ανάμεσα στην ετικέτα και τον ελεγκτή. Έχει λίγες βασικές λειτουργίες οι οποίες είναι οι εξής:

- Ανάγνωση των δεδομένων μιας ετικέτας
- Εγγραφή δεδομένων σε ετικέτα
- Μεταφορά δεδομένων από και προς τον ελεγκτή
- Τροφοδότηση παθητικών ετικετών



Σχήμα 5: Αναγνώστης RFID ετικέτας

Οι αναγνώστες ουσιαστικά είναι σαν μικροί υπολογιστές. Αποτελούνται σε γενικές γραμμές από μία κεραία, ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα RF, το οποίο είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία με την ετικέτα, και ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα με ελεγκτή, το οποίο είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία με τον ελεγκτή. Επί πρόσθετα από τις τέσσερις βασικές λειτουργίες που περιγράψαμε παραπάνω, μερικοί πιο πολύπλοκοι αναγνώστες εκτελούν τρεις επιπλέον κρίσιμες λειτουργίες:

- Αποφυγή περιπλοκής σημάτων (anti-collision) για την εξασφάλιση της ταυτόχρονης ανάγνωσης/εγγραφής με περισσότερες ετικέτες
- Αυθεντικοποίηση ετικετών για την αποφυγή μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης στο σύστημα
- Κρυπτογράφηση δεδομένων για την προστασία της ακεραιότητας των δεδομένων

### **1.3.4 Κρυπτογράφηση/Αποκρυπτογράφηση δεδομένων**

Η κρυπτογράφηση των δεδομένων είναι ένας ακόμα παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψιν για την προστασία του συστήματος από εξωτερικές απειλές. Η κρυπτογράφηση και η αποκρυπτογράφηση γίνεται με έναν αλγόριθμο και την βοήθεια κάποιων κλειδιών ώστε το σύστημα να είναι όσο το δυνατόν ασφαλέστερο γίνεται από κακόβουλες επιθέσεις. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι κρυπτογραφίας. Ταξινομούνται δε σε κατηγορίες ανάλογα με τα κλειδιά και τον τρόπο κρυπτογράφησης των δεδομένων. Με βάση τα κλειδιά χωρίζονται σε κρυπτογράφηση δημόσιου και μυστικού κλειδιού, ενώ με βάση τον τρόπο κρυπτογράφησης σε δέσμης και ροής.

### **1.3.5 Ελεγκτής (controller)**

Ο ελεγκτής σε ένα RFID είναι ο «εγκέφαλος» του συστήματος. Χρησιμοποιείται για την δικτύωση πολλών RFID και τον έλεγχο της ροής των δεδομένων. Μπορεί να είναι από ένα λογισμικό σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή, μέχρι και ένα μικροελεγκτή σε υλικό, ανάλογα με τη χρήση κάθε φορά. Η λειτουργία των συστημάτων RFID είναι απλή και βασίζεται στη δυναμική και αμφίδρομη επικοινωνία των ετικετών και των αναγνώστην. Όταν οι ετικέτες RFID βρεθούν στην εμβέλεια της κεραίας του αναγνώστη, η μονάδα ελέγχου είναι αυτή που 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. Τότε με την σειρά του ο αναγνώστης τις μεταφέρει στο εκάστοτε πληροφοριακό σύστημα.

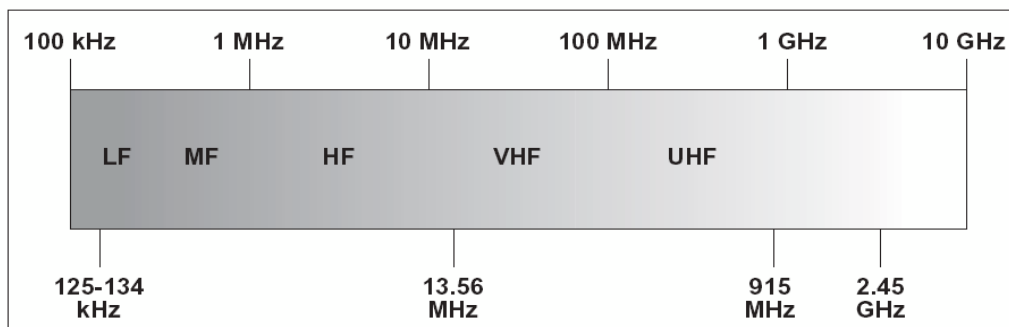
## 1.4 Συχνότητες λειτουργίας RFID

Επειδή τα συστήματα RFID παράγουν και ακτινοβολούν ηλεκτρομαγνητικά κύματα, αυτά κατατάσσονται στην κατηγορία των ραδιοσυστημάτων. Η χρήση άλλων ραδιοσυστημάτων δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να διαταράσσεται ή να φθείρεται από τη χρήση των RFID. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να εξασφαλίσουμε ότι τα συστήματα RFID δεν παρεμβάλλουν με κάποιο ραδιόφωνο ή τηλεόραση, με κάποια κινητή ραδιοσυσκευή (αστυνομία, υπηρεσίες ασφαλείας, βιομηχανία), ναυτικές και αεροναυτικές συσκευές και κινητά τηλέφωνα.

Εξαιτίας αυτής της πιθανής παρεμβολής με άλλα ραδιοσυστήματα, περιορίζει σημαντικά το εύρος συχνότητας λειτουργίας των RFID. Για το λόγο αυτό συνηθίζουμε να χρησιμοποιούμε συχνότητες που έχουν δεσμευτεί ειδικά για βιομηχανικούς, ιατρικούς και επιστημονικούς σκοπούς. Αυτές οι συχνότητες είναι παγκοσμίως γνωστές ως ISM συχνότητες και μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σε RFID εφαρμογές.

Γενικά όμως οι συχνότητες που χρησιμοποιούνται ευρέως είναι οι παρακάτω (Σχήμα 6):

- Χαμηλές Συχνότητες (LF): 125-134 KHz
- Υψηλές Συχνότητες (HF): 13.56 MHz
- Εύρος Υψηλών Συχνοτήτων
- Συχνότητες UHF: 860-960 MHz
- Μικροκύματα: 2.5 GHz και άνω



Σχήμα 6: Φάσμα ραδιοσυχνοτήτων

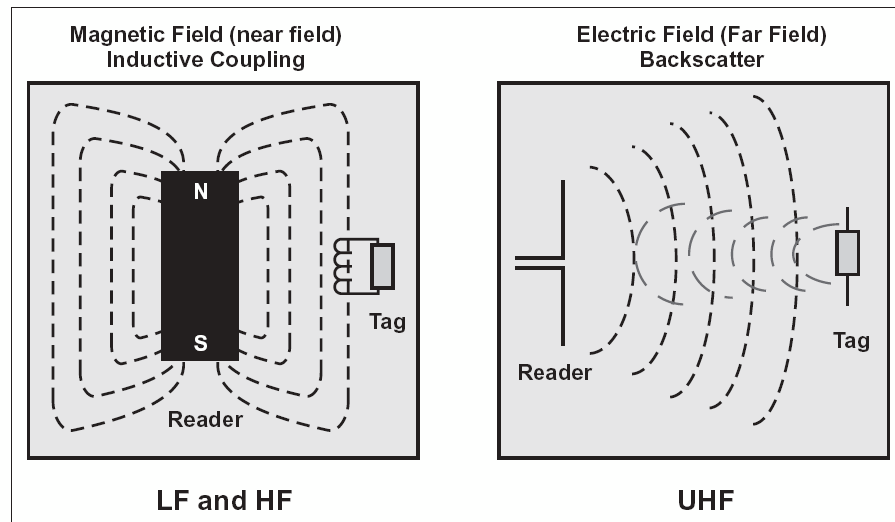
### **1.5.1 Εμβέλεια Ανάγνωσης**

Στις χαμηλότερες συχνότητες, η εμβέλεια ανάγνωσης των παθητικών ετικετών δεν ξεπερνάει τα λίγα εκατοστά. Αυτό οφείλεται στην ασθενή ενίσχυση του σήματος της κεραίας. (Στις χαμηλές συχνότητες το μήκος των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι πολύ μεγάλο και συνεπώς πολύ μεγαλύτερα από το μέγεθος των κεραιών που είναι τοποθετημένες στο ολοκληρωμένο κύκλωμα. Η ενίσχυση του σήματος της κεραίας είναι ανάλογη του μεγέθους της κεραίας και σχετική με το μήκος κύματος.) Στις υψηλότερες συχνότητες η εμβέλεια αυξάνεται, ειδικά όταν χρησιμοποιούνται ενεργές ετικέτες. Επειδή όμως οι πάρα πολύ υψηλές συχνότητες είναι επιβλαβείς για τον άνθρωπο, τέθηκε ένα άνω όριο, το οποίο είναι οι UHF συχνότητες και τα μικροκύματα, και η εμβέλεια μειώθηκε στα λίγα μέτρα στην περίπτωση των παθητικών ετικετών.

### **1.5.2 Μέγεθος και τύπος κεραίας**

Το γεγονός ότι τα ραδιοσήματα στις χαμηλές συχνότητες έχουν μεγάλο μήκος κύματος, απαιτεί την κατασκευή μεγαλύτερου μεγέθους κεραιών σε LF και HF συστήματα από ότι σε UHF και μικροκύματα για να πετύχουμε ικανοποιητική ενίσχυση σήματος. Αυτό όμως, έρχεται σε αντίθεση με τον στόχο των RFID που είναι η δημιουργία μικρών και φθηνών ετικετών. Οι περισσότεροι σχεδιαστές θυσιάζουν την ενίσχυση του σήματος της κεραίας στο όνομα του κόστους, με αποτέλεσμα η εμβέλεια των αναγνωστών να είναι μικρότερη σε LF και HF συστήματα. Υπάρχει όμως ένα κάτω όριο στο πόσο μικρά μπορεί να είναι οι ετικέτες. Συνέπεια αυτού, οι LF και HF ετικέτες να είναι πάντα μεγαλύτερα από τις ετικέτες σε UHF και μικροκύματα. Στο σχήμα 7 φαίνονται δύο τύποι ενός RFID ανάλογα με τη συχνότητα λειτουργίας.

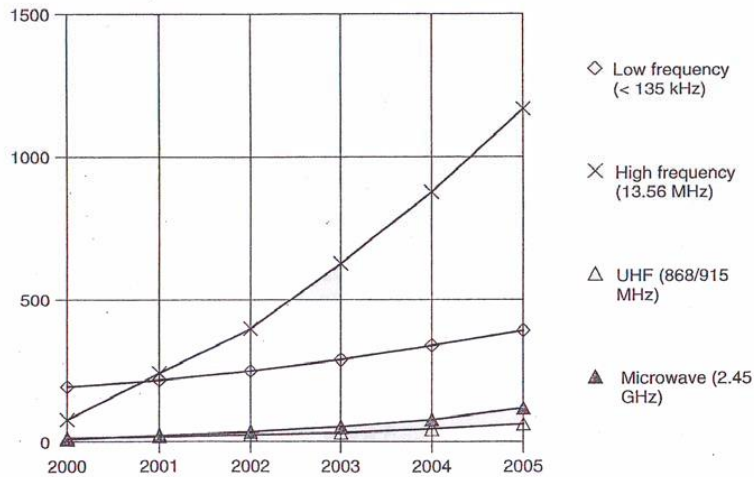
Η συχνότητα λειτουργίας επηρεάζει και τον τύπο της κεραίας που χρησιμοποιούνται σε RF συστήματα. Έτσι σε LF και HF συστήματα χρησιμοποιούνται επαγωγικές κεραίες ενώ σε συστήματα UHF και μικροκύματα χωρητικές κεραίες.



Σχήμα 7 Δύο τύποι ετικετών σε διάφορα εύρη συχνοτήτων

### 1.5.3 Μέγεθος και κόστος RFID ετικετών

Τα πρώτα RFID συστήματα χρησιμοποιούσαν το εύρος ζώνης χαμηλών συχνοτήτων, για το λόγο ότι οι ετικέτες σε αυτές τις συχνότητες ήταν εύκολα στην κατασκευή. Έχουν όμως πολλά μειονεκτήματα, όπως μεγάλο μέγεθος το οποίο μεταφράζεται σε υψηλότερο κόστος. Σήμερα το εύρος ζώνης HF είναι το πιο διαδεδομένο παγκοσμίως και το κόστος είναι πολύ μικρότερο από ότι οι LF ετικέτες (Σχήμα 8). Πρόσφατες όμως εξελίξεις στην τεχνολογία των ολοκληρωμένων έχουν μειώσει δραματικά το κόστος για συστήματα σε UHF και μικροκύματα, γεγονός που τα κάνει άκρως ανταγωνιστικά.



Σχήμα 8: Παγκόσμια αγορά ετικετών σε εκατομμύρια κομμάτια

## 1.6 Χρήση Rfid.

Το RFID είναι τα αρχικά του όρου Radio Frequency Identification που η μετάφραση του όρου στα ελληνικά είναι «ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων». Το RFID είναι ένα σύστημα ασύρματης αναγνώρισης αντικειμένων και ήρθε να αντικαταστήσει το Bar Code. Οι εφαρμογές του τεράστιες, με κλασικό παράδειγμα τα προϊόντα που έχουν συρμάτινες ταινίες στις αλυσίδες καταστημάτων. Αυτή η συρμάτινη ταινία ήταν ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα, το RFID tag. Στο RFID tag είναι αποθηκευμένο ο σειριακός αριθμός του αντικειμένου και οποιαδήποτε άλλη πληροφορία είναι απαραίτητη για την αναγνώριση του αντικειμένου.

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. Αντίθετα μετά Bar Code αντέχουν την εργασία και της ακραίες θερμοκρασίες, Επιπρόσθετες λειτουργίες. π.χ. Παρακολούθηση και καταγραφή της θερμοκρασίας.

Η τεχνολογία RFID (Radio Frequency IDentification) είναι το τελευταίο επίτευγμα στην προσπάθεια που διεξάγεται εδώ για δεκαετίες για τη δημιουργία όλο και πιο μικρών ηλεκτρονικών υπολογιστών. Οι πομποδέκτες RFID είναι μικροσκοπικές συσκευές που λειτουργούν χωρίς μπαταρία και που στέλνουν και δέχονται πληροφορίες ασύρματα. Όταν ένας πομποδέκτης RFID ενεργοποιείται, δέχεται ένα σήμα το οποίο επεξεργάζεται, επανακωδικοποιεί και αποστέλλει πίσω στην πηγή του σήματος.

Οι συσκευές RFID χρησιμοποιούνται ευρύτατα για τη σήμανση αγαθών, στη διαχείριση τροφοδοσιών και αποθηκών, ενώ το πιθανότερο είναι να τις έχετε συναντήσει ως αντικλεπτικά. Εμφυτεύσιμες συσκευές RFID χρησιμοποιούνται για να «μαρκάρουν» ζώα, συνήθως κατοικίδια. Ένας ιδιαίτερος τύπος εμφυτεύσιμου RFID είναι το Verichip, αρχικά 1 εγκεκριμένο από την αμερικάνικη υπηρεσία FDA για χρήση σε άνθρωπο. Το Verichip έχει το μέγεθος ενός κόκκου ρυζιού και ήδη χρησιμοποιείται σε εμπορικές και ιατρικές εφαρμογές.

Σήμανση με κάρτες που περιέχουν πομποδέκτες RFID επιχειρήθηκε στους μαθητές ορισμένων αμερικανικών σχολείων με σκοπό να καταργήσει τα απουσιολόγια και να περιορίσει τις «κοπάνες», όμως η εφαρμογή της συνάντησε πολλά εμπόδια χάρη στις αντιδράσεις γονιών και μαθητών. Η πλέον αμφιλεγόμενη χρήση της τεχνολογίας RFID, όμως, είναι η χρήση της στα νέα ηλεκτρονικά διαβατήρια.

Στα ελληνικά διαβατήρια, όπως και στα αμερικάνικα, πρόκειται να ενσωματωθούν πομποδέκτες RFID, σύμφωνα με τις επιταγές του οργανισμού ICAO. Σε αυτά θα περιέχονται τα στοιχεία της ταυτότητας του ιδιοκτήτη του διαβατηρίου καθώς και βιομετρικά δεδομένα. Όλες οι πληροφορίες που περιέχονται στον πομποδέκτης προστατεύονται από μια – ασθενή και ανεπαρκή, όπως έχει ήδη αποδειχθεί – μορφή κρυπτογράφησης.

Στις ΗΠΑ επικρατεί σκεπτικισμός για το νέο μέτρο, ενώ ήδη εκδηλώνεται το πρώτο κύμα των αντιδράσεων. Οι ενστάσεις ξεκινούν από μια απλή απορία που μπορεί να έχει κανείς: Γιατί τα ευαίσθητα ηλεκτρονικά δεδομένα του διαβατηρίου να εκπέμπονται στο χώρο και να μην είναι αποθηκευμένα σε μια πιο απλή μορφή, π.χ. σε ένα γραμμωτό κώδικα (barcode) ή μια μαγνητική ταινία; Με το RFID τα στοιχεία του διαβατηρίου είναι αναγνώσιμα από μια οποιαδήποτε συσκευή στον κοντινό χώρο, που μπορεί να μην είναι εξουσιοδοτημένη και να ενεργεί σε άγνοια του ιδιοκτήτη του διαβατηρίου.

Τι επιπτώσεις όμως μπορεί να έχει αυτό; Καταρχάς, ας σκεφτούμε πως κάθε ένας μας κουβαλάει ένα μικροσκοπικό σήμα που προδίδει στοιχεία για το άτομό του, αρχίζοντας από την εθνικότητά του. Επιτήδριοι μπορούν να υποκλέπτουν και να αποκρυπτογραφούν στοιχεία από πομποδέκτες RFID χωρίς να γίνονται αντιληπτοί, απλά έχοντας τον κατάλληλο εξοπλισμό.

Από αυτό το σημείο και μετά, το πώς μπορεί κανείς να χρησιμοποιεί αυτά τα στοιχεία κακόβουλα αποτελεί το νέο μεγάλο κεφάλαιο στην ιστορία του ηλεκτρονικού εγκλήματος που μέλλει να γραφτεί. Τα εγκλήματα του τύπου «κλοπής ταυτότητας» (identity theft), όπου παραχαράσσεται η ταυτότητα του θύματος για να εκτελεστούν π.χ. παράνομες συναλλαγές στο όνομά του είναι ένα μόνο απλό παράδειγμα. Θα μπορούσαν ακόμη και να κατασκευαστούν «έξυπνα» όπλα, νάρκες που να πυροδοτούνται από εκπομπές RFID, στοχεύοντας γενικά ή σε συγκεκριμένο άτομο του οποίου τα στοιχεία έχουν υποκλαπεί.

Με δεδομένο το «σπάσιμο» της κρυπτογράφησης των πομποδεκτών RFID των διαβατηρίων από την ολλανδική εταιρία Riscure εδώ και αρκετό καιρό ήδη, αναρωτιέται κανείς γιατί οι αρχές δεν παίρνουν μέτρα για να προστατεύσουν τα δεδομένα των πολιτών τους. Ο καθηγητής Andrew Tanenbaum, κορυφαία μορφή της πληροφορικής επιστήμης, είναι κατηγορηματικός: Τα ασφαλή συστήματα RFID κοστίζουν, και το κόστος αυτό οι κυβερνήσεις δεν είναι διατεθειμένες να το υποστούν.



Όσο λοιπόν οι κυβερνήσεις μας μειοδοτούν στο ζήτημα της ασφάλειας των δεδομένων μας, είναι υποχρέωση δική μας, των πολιτών, να αντιπαλέψουμε με όποιο τρόπο μπορούμε, τεχνικό και πολιτικό, ενάντια στον ψηφιακό πανοπτικισμό που δημιουργείται και τις συνεπαγόμενες επιπτώσεις στην ιδιωτικότητα και την κοινωνική μας υπόσταση.

## **1.7 Εφαρμογές RFID**

### **1.7.1 Έξυπνες κάρτες χωρίς επαφές**

Οι πρώτες πλαστικές κάρτες εμφανίστηκαν στην Αμερική στις αρχές της δεκαετίας του 1950. Στα χρόνια που ακολούθησαν, οι πλαστικές πιστωτικές κάρτες διαδόθηκαν παγκοσμίως. Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας των ημιαγωγών έκανε εύκολο να ενσωματώσουμε μνήμη δεδομένων και προστατευτική λογική σε ένα απλό chip πυριτίου στη δεκαετία του 1970. Η ιδέα της ενσωμάτωσης τέτοιων chip μνήμης σε μια κάρτα αναγνώρισης εμφανίστηκε το 1968 στη Γερμανία. Όμως, πέρασαν περίπου 15 χρόνια μέχρι η σπουδαία ανακάλυψη να πραγματοποιηθεί με την εισαγωγή τηλεφωνικών έξυπνων καρτών.

Αυτές οι έξυπνες κάρτες πρώτης γενιάς ήταν κάρτες μνήμης με επαφές. Μια σημαντική βελτίωση πραγματοποιήθηκε όταν ολόκληροι μικροεπεξεργαστές επιτυχώς ενσωματώθηκαν σε ένα chip πυριτίου και αυτά τα chip με τη σειρά τους ενσωματώθηκαν σε μια κάρτα αναγνώρισης. Αυτό το γεγονός έδωσε τη δυνατότητα να τρέξουμε λογισμικό σε μια έξυπνη κάρτα, δίνοντας τη δυνατότητα να υλοποιηθούν εφαρμογές υψηλής ασφάλειας.

Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1980, συνεχείς προσπάθειες έχουν γίνει για να προωθηθούν οι έξυπνες κάρτες στην αγορά. Η συχνότητα λειτουργίας των 135 KHz που ήταν φυσιολογική για την εποχή καθώς και η υψηλή κατανάλωση ισχύος των chip πυριτίου δημιουργούσε την ανάγκη για πρόσθετα πηνία με αρκετές εκατοντάδες περιελίξεις. Σαν

αποτέλεσμα, ο μεγάλος όγκος των πηνίων καθώς και οι πρόσθετοι πυκνωτές που απαιτούνταν συχνά, περιόρισαν τη βιομηχανία στη φόρμα των πλαστικών καρτών και οι ετικέτες συνήθως εμφανίζονταν σαν άβολα πλαστικά κύτταρα. Έτσι, για μεγάλο διάστημα οι έξυπνες κάρτες χωρίς επαφή έπαιζαν μηδαμινό ρόλο στην αγορά έξυπνων καρτών.

Στο πρώτο μισό της δεκαετίας του 1990, συστήματα ετικετών αναπτύχθηκαν με συχνότητα λειτουργίας 13.56 MHz. Οι ετικέτες που χρειάζονταν για αυτά τα συστήματα απαιτούσαν μόνο πέντε περιελίξεις. Η μεγάλη ανακάλυψη έγινε στη Γερμανία το 1995 με την παρουσίαση της «Frequent Traveller» κάρτας πιστοποίησης πελατών χωρίς επαφές από τη γερμανική εταιρία Lufthansa AG. Σήμερα, οι έξυπνες κάρτες χωρίς επαφή διαιρούνται σε τρεις ομάδες με βάση τα πρότυπα εφαρμογών: έξυπνες κάρτες κοντινής σύζευξης, μακρινής σύζευξης (επαγωγικής) και επαφών γειτνίασης.

Σήμερα, τα κύρια πεδία εφαρμογών των έξυπνων καρτών χωρίς επαφές είναι τα συστήματα πληρωμής (μέσα μεταφοράς, εισιτήρια) ή συστήματα πρόσβασης (ID κάρτες, πρόσβαση εταιριών). Στο άμεσο μέλλον μπορούμε να περιμένουμε ότι οι έξυπνες κάρτες χωρίς επαφές θα αντικαταστήσουν αυτές που έχουν επαφές στα κλασικά πεδία εφαρμογών τους (τηλεφωνικές κάρτες, EC κάρτες). Επιπρόσθετα, η τεχνολογία χωρίς επαφές θα επιτρέψει στις έξυπνες κάρτες να χρησιμοποιηθούν και σε νέα πεδία που ακόμα μπορεί να μην έχουμε καν φανταστεί.

### **1.7.2 Μέσα μεταφοράς**

Τα μέσα μεταφοράς είναι μια από τις εφαρμογές όπου υπάρχει η μεγαλύτερη προοπτική για τη χρήση συστημάτων RFID, ιδιαίτερα έξυπνων καρτών χωρίς επαφές. Λόγω της αυξανόμενης έλλειψης πόρων, μακροπρόθεσμες λύσεις πρέπει να αναζητηθούν οι οποίες θα περιορίσουν αυτές τις ελλείψεις μειώνοντας το κόστος και αυξάνοντας τα κέρδη. Η χρήση έξυπνων καρτών χωρίς επαφές σαν ηλεκτρονικά ταξιδιωτικά εισιτήρια θα μπορούσε να συνεισφέρει σημαντικά στη βελτίωση της κατάστασης.

### 1.7.3 Το αρχικό στάδιο

Η προβληματική βιομηχανική κατάσταση των μεταφορικών εταιρειών έχει προφανώς πολλές διαφορετικές αιτίες. Όμως οι ακόλουθοι παράγοντες αξίζει να αναφερθούν σε σχέση με τα ηλεκτρονικά ταξιδιωτικά εισιτήρια:

- Οι ταξιδιωτικές εταιρείες επιβαρύνονται με υψηλά κόστη στην πώληση ταξιδιωτικών εισιτηρίων από τους αυτόματους διανομείς. Έτσι, περίπου 16% της τιμής πώλησης χάνεται μόνο από την παροχή του διανομέα, τη συντήρηση και τις επισκευές.
- Στα οχήματα επίσης απαιτούνται ακριβοί ηλεκτρονικοί εκτυπωτές εισιτηρίων ή κινητές συσκευές. Μερικές φορές τα εισιτήρια πωλούνται ακόμη και από τον οδηγό, το οποίο προκαλεί μεγάλους χρόνους αναμονής στους επιβάτες καθώς και το επιπρόσθετο ρίσκο ασφάλειας που υπάρχει από τη συνεχή απόσπαση της προσοχής του οδηγού.
- Τα χάρτινα εισιτήρια πετιούνται μετά τη χρήση παρόλο που η κατασκευή τους γίνεται ολοένα και πιο ακριβή.
- Οι σχετικές εκπτώσεις μπορούν να υπολογιστούν μόνο από τυχαίες μετρήσεις στο κόστος, οδηγώντας έτσι σε ανακρίβεια στον υπολογισμό.

### 1.7.4 Χρόνος συναλλαγής

Ο χρόνος που απαιτείται για την αγορά ή την πιστοποίηση ενός ταξιδιωτικού εισιτηρίου είναι προφανώς κρίσιμος στα συστήματα μεταφοράς στα οποία το εισιτήριο μπορεί να ελεγχθεί μόνο μέσα στο όχημα. Αυτό είναι προφανώς πρόβλημα στα λεωφορεία και στα τραμ. Στο μετρό τα εισιτήρια μπορούν να ελεγχθούν σε περιστροφικές θύρες ή με εισπράκτορες. Μία σύγκριση ανάμεσα στις διάφορες μεθόδους καταδεικνύει την καθαρή υπεροχή των συστημάτων RFID όσον αφορά στους χρόνους συναλλαγής.

### **1.7.5 Αντοχή στη φθορά, διάρκεια ζωής**

Οι έξυπνες κάρτες χωρίς επαφές σχεδιάζονται για διάρκεια ζωής 10 ετών. Η βροχή, το κρύο, η βρομιά και η σκόνη δεν είναι πρόβλημα ούτε για την έξυπνη κάρτα ούτε και για τον αναγνώστη. Επίσης αυτές οι κάρτες μπορούν να φυλαχτούν σε ένα χαρτοφύλακα ή μια τσάντα χειρός και είναι επομένως εξαιρετικά βολικές στη χρήση. Οι ετικέτες μπορούν επίσης να τοποθετηθούν σε ρολόγια χειρός.

## **1.8 Οφέλη συστημάτων RFID**

### **1.8.1 Έλεγχος πρόσβασης**

Τα συστήματα ηλεκτρονικού ελέγχου πρόσβασης που χρησιμοποιούν ετικέτες χρησιμοποιούνται για να ελέγχουν αυτόματα την έγκριση πρόσβασης ατόμων σε κτίρια, στεγασμένους χώρους (εμπορικούς και μη) ή σε μεμονωμένα δωμάτια. Κατά το σχεδιασμό τέτοιων συστημάτων θα πρέπει πρώτα να διαχωρίσουμε δύο βασικά διαφορετικά συστήματα με τις αντίστοιχες ιδιότητες: τα online και τα offline συστήματα.

### **1.8.2 Online συστήματα**

Τα online συστήματα τείνουν να χρησιμοποιούνται εκεί που η έγκριση πρόσβασης μεγάλου αριθμού ανθρώπων πρέπει να ελέγχεται σε λίγες εισόδους. Για παράδειγμα, τέτοια είναι η περίπτωση των κεντρικών εισόδων σε κτίρια γραφείων και στεγασμένους εμπορικούς χώρους. Σε αυτόν τον τύπο συστήματος, όλα τα τερματικά συνδέονται σε έναν κεντρικό υπολογιστή μέσω ενός δικτύου.

Ο κεντρικός υπολογιστής τρέχει μια βάση δεδομένων στην οποία σε κάθε τερματικό ανατίθενται συγκεκριμένες ετικέτες που έχουν πρόσβαση σε αυτό. Τα δεδομένα αυθεντικοποίησης που παράγονται από τη βάση δεδομένων φορτώνονται στα τερματικά (ή σε μια ενδιάμεση μονάδα ελέγχου θυρών) μέσω του δικτύου και σώζονται εκεί σε έναν πίνακα. Αλλαγές στην αυθεντικοποίηση πρόσβασης ενός ατόμου μπορούν να γίνουν με μια μόνο καταχώρηση στον κεντρικό υπολογιστή του συστήματος ελέγχου πρόσβασης.

Οι ετικέτες δε χρειάζεται εδώ, αφού πρέπει να επεξεργαστεί μόνο μια καταχώρηση στην κεντρική βάση δεδομένων. Αυτό είναι ένα πλεονέκτημα, μιας και ευαίσθητες περιοχές ασφαλείας μπορούν να προστατευτούν από μη εγκεκριμένες u960 προσβάσεις ακόμα και στην περίπτωση που χαθεί μια ετικέτα. Οι ετικέτες σε ένα online σύστημα χρειάζεται μόνο να αποθηκεύουν μια μικρή ποσότητα δεδομένων, για παράδειγμα έναν μοναδικό αριθμό εισόδου. Είναι δυνατή επίσης η χρήση ετικετών που είναι μόνο για ανάγνωση.

### **1.8.3 Offline συστήματα**

Τα offline συστήματα έχουν γίνει διαδεδομένα πρωτίστως σε καταστάσεις όπου πολλά μεμονωμένα δωμάτια, στα οποία μόνο λίγοι άνθρωποι έχουν πρόσβαση, πρόκειται να εξοπλιστούν με ένα ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου πρόσβασης. Κάθε τερματικό έχει αποθηκευμένη μια λίστα όλων των ετικετών που έχουν πρόσβαση σε αυτό. Δεν υπάρχει δίκτυο που το συνδέει με άλλα τερματικά ή με κεντρικό υπολογιστή. Οι πληροφορίες που αφορούν τα δωμάτια στα οποία η ετικέτα μπορεί να παρέχει πρόσβαση είναι αποθηκευμένες στην ίδια την ετικέτα με τη μορφή ενός πίνακα (για παράδειγμα) αν είναι στο δωμάτιο, στη σάουνα ή στο γυμναστήριο).

Το τερματικό συγκρίνει όλα τα αναγνωριστικά κλειδιά που είναι αποθηκευμένα στην ετικέτα με εκείνα που είναι αποθηκευμένα στη δική του λίστα και επιτρέπει την πρόσβαση μόλις βρεθεί κάποια αντιστοίχιση. Η ετικέτα προγραμματίζεται σε έναν κεντρικό σταθμό, για παράδειγμα στο χώρο υποδοχής ενός ξενοδοχείου κατά την άφιξη του πελάτη. Εκτός από τα εγκεκριμένα δωμάτια, η ετικέτα μπορεί επίσης να προγραμματιστεί

με τη διάρκεια παροχής της έγκρισης, έτσι ώστε, για παράδειγμα, τα κλειδιά του ξενοδοχείου να ακυρώνονται όταν αποχωρεί ο πελάτης.

Μόνο στην περίπτωση που χαθεί μια ετικέτα είναι ανάγκη να διαγραφεί ένα αναγνωριστικό κλειδί από το τερματικό που μας ενδιαφέρει με τη χρήση μιας κατάλληλης προγραμματιστικής συσκευής.

Τα offline συστήματα προσφέρουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα κλειδαριών:

- Δε υπάρχει εξ' αρχής η ανάγκη μέριμνας για το σύστημα κλειδώματος. Όταν παραδίδεται ο χώρος, τα τερματικά των θυρών κωδικοποιούνται ξανά για εμπορική χρήση μέσω ενός interface υπέρυθρων ακτίνων. Μεταγενέστερες αλλαγές και επεκτάσεις δεν αποτελούν πρόβλημα.

- Η δυνατότητα προγραμματισμού χρονικών περιθωρίων δημιουργεί επιπλέον επιλογές:

Προσωρινοί υπάλληλοι μπορούν να έχουν ένα κλειδί για τρίμηνη πρόσβαση, οι ετικέτες του συνεργείου καθαρισμού μπορούν έχουν ακριβή χρονικά όρια (π.χ. Δευτέρα ως Παρασκευή από 17.30 μέχρι 20.00).

- Η απώλεια ενός κλειδιού δεν αποτελεί πρόβλημα. Τα δεδομένα του χαμένου κλειδιού διαγράφονται από τους σταθμούς ανάγνωσης, προγραμματίζεται ένα νέο κλειδί και τα δεδομένα του νέου κλειδιού εισάγονται στα επιθυμητά τερματικά.

#### **1.8.4 Κάρτες - Ετικέτες**

Ο έλεγχος πρόσβασης με χρήση καρτών PVC χρησιμοποιείται εδώ και πολύ καιρό. Αρχικά χρησιμοποιούνταν διάτρητες κάρτες, οι οποίες μετά αντικαταστάθηκαν από υπέρυθρες κάρτες, κάρτες με μαγνητική λωρίδα, κάρτες Wiegand (με μεταλλική μαγνητική λωρίδα), και τελικά με έξυπνες κάρτες που περιλαμβάνουν microchip. Το πιο σοβαρό μειονέκτημα αυτών των καρτών είναι η δυσκολία χρήσης, καθώς πρέπει να εισαχθούν από τη σωστή πλευρά στον αναγνώστη. Ο έλεγχος πρόσβασης με συστήματα χωρίς επαφές επιτρέπει πολύ μεγαλύτερη ευελιξία, αφού αρκεί να περάσει η ετικέτα σε μικρή απόσταση από την κεραία του αναγνώστη.

Οι άδειες εισόδου μπορούν να έχουν τη μορφή έξυπνης κάρτας χωρίς επαφή, μπρελόκ, ακόμη και ρολογιών. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα των συστημάτων ελέγχου πρόσβασης χωρίς επαφές είναι ότι ο αναγνώστης δε χρειάζεται συντήρηση και δεν επηρεάζεται από σκόνης, βρωμιά ή υγρασία. Η κεραία μπορεί να μη βρίσκεται σε κοινή θέα και έτσι είναι προστατευμένη από βανδαλισμούς. Σε περιστροφικές πόρτες ή όπου αλλού θέλουμε, χρησιμοποιούνται και hands-free αναγνώστες, με τη χρήση των οποίων δεν είναι ανάγκη να βγάλει κάποιος την ετικέτα του από την τσέπη του ή από το σακάκι του. Οι ετικέτες μόνο για ανάγνωση μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης και ως αντικλεπτικοί αισθητήρες για το άνοιγμα και κλείσιμο πορτών και παραθύρων.

#### **1.8.5 Ηλεκτρονική ακινητοποίηση**

Η μεγάλη αύξηση στις κλοπές αυτοκινήτων στις αρχές της δεκαετίας του '90 (κυρίως στη Γερμανία) έκανε επιτακτικότερη την ανάγκη για αποδοτικά αντικλεπτικά συστήματα. Συσκευές ελέγχου από απόσταση με μπαταρία με εύρος 5-20 μέτρα ήταν ήδη διαθέσιμες στην αγορά για χρόνια. Τέτοιες συσκευές είναι οι υπέρυθροι ή RF μεταδότες που λειτουργούν στη UHF συχνότητα των 433.92 MHz που χρησιμοποιούνται κυρίως στον έλεγχο του κεντρικού συστήματος κλειδώματος και του εσωτερικού συναγερμού. Ένας

ηλεκτρονικός ακινητοποιητής μπορεί επίσης να συνδυαστεί με τη λειτουργία του ελέγχου από απόσταση.

Σε αυτό τον τύπο αντικλεπτικής συσκευής ωστόσο η μηχανική κλειδαριά μπορεί ακόμα να χρησιμοποιηθεί για να αποκτήσει κανείς πρόσβαση στο αυτοκίνητο – σε περίπτωση που η συσκευή ελέγχου από απόσταση χαλάσει ή εξαντληθεί η μπαταρία του μεταδότη. Αυτή είναι και η μεγαλύτερη αδυναμία αυτού του συστήματος καθώς δεν μπορεί να ελέγξει αν το μηχανικό κλειδί είναι αυθεντικό. Οχήματα ασφαλισμένα με αυτόν τον τρόπο επομένως μπορούν να ανοιχτούν με κατάλληλο εργαλείο και να εκκινήσουν από ένα μη εξουσιοδοτημένο άτομο.

Από τα μέσα της δεκαετίας του '90 η τεχνολογία των ετικετών έχει προσφέρει μια λύση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον έλεγχο της αυθεντικότητας, δηλαδή της γνησιότητας του κλειδιού. Αυτή η λύση έχει αποδειχθεί ιδανική για την υλοποίηση της λειτουργίας ηλεκτρονικής ακινητοποίησης μέσω της κλειδαριάς της μίζας του αυτοκινήτου. Σήμερα, η τεχνολογία των ετικετών συνδυάζεται συνήθως με το σύστημα ελέγχου από απόσταση που αναφέρθηκε παραπάνω: ο έλεγχος από απόσταση χρησιμοποιείται στο κεντρικό κλείδωμα του οχήματος και στο σύστημα συναγερμού, ενώ η ετικέτα υλοποιεί τη λειτουργία ακινητοποίησης.

### **1.8.6 Αναγνώριση «Κοντέινερ» δεξαμενών αερίων και χημικών**

Τα αέρια και τα χημικά μεταφέρονται σε υψηλής ποιότητας «κοντέινερ». Η επιλογή της λάθος δεξαμενής κατά τη διάρκεια της επαναγέμισης ή χρήσης μπορεί να έχει θανάσιμες συνέπειες. Πέρα από τα συστήματα σφραγίσματος που είναι ειδικά για κάθε προϊόν, ένα σύστημα αναγνώρισης μπορεί να βοηθήσει στο περιορισμό τέτοιων σφαλμάτων. Ένα μηχανικά αναγνώσιμο σύστημα αναγνώρισης προσφέρει επιπρόσθετη προστασία. Ένα μεγάλο ποσοστό των «κοντέινερ» που υπάρχουν σήμερα αναγνωρίζονται από τα barcodes. Ωστόσο, σε βιομηχανικές χρήσεις το γνωστό σύστημα barcode δεν είναι



αρκετά αξιόπιστο και η μικρή διάρκεια ζωής του σημαίνει ότι η συντήρηση κοστίζει ακριβά.

Οι ετικέτες επίσης έχουν πολύ μεγαλύτερη αποθηκευτική ικανότητα σε σχέση με τα συμβατικά barcodes. Επομένως επιπλέον πληροφορία μπορεί να προστεθεί στα «κοντέινερ», όπως πληροφορίες του ιδιοκτήτη, περιεχόμενα, όγκοι, μέγιστες πιέσεις γεμίσματος και δεδομένα ανάλυσης. Τα δεδομένα της ετικέτας μπορούν να αλλάξουν κατά βούληση και μηχανισμοί ασφαλείας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αποτρέψουν u956 μη εξουσιοδοτημένη εγγραφή ή ανάγνωση των αποθηκευμένων δεδομένων.

### **1.8.7 Ιατρικές εφαρμογές**

Η ικανότητα των παθητικών ετικετών να λειτουργούν αξιόπιστα για χρόνια χωρίς τη δικιά τους τροφοδοσία ισχύος – η οποία μπορεί να είναι επιρρεπής σε βλάβη – ήταν αυτή που έκανε την τεχνολογία αυτή κατάλληλη για εφαρμογές στην ιατρική. Το γλαύκωμα είναι μια κατάσταση κατά την οποία αυξημένη ενδοφθαλμική πίεση αρχικά προκαλεί μείωση του εύρους όρασης και καταλήγει σε ολική τύφλωση. Οι τελευταίες έρευνες έχουν δείξει ότι η ενδοφθαλμική πίεση υπόκειται σε έντονες ημερήσιες διακυμάνσεις και ότι όχι μόνο η απόλυτη πίεση αλλά και οι διακυμάνσεις της πίεσης επηρεάζουν σημαντικά την πιθανότητα τύφλωσης.

Επομένως η συνεχής μέτρηση της ενδοφθαλμικής πίεσης υπό κανονικές συνθήκες και στο φυσιολογικό περιβάλλον του ασθενούς είναι απαραίτητη ώστε να βελτιωθεί η κατανόηση της πορείας της κατάστασης και να χρησιμοποιηθεί ένα ατομικό πρόγραμμα θεραπείας. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τη συνήθη πρακτική της μέτρησης της ενδοφθαλμικής πίεσης αποκλειστικά και μόνο κατά τη διάρκεια του χειρουργείου με τη βοήθεια ενός τονόμετρου.

Σε ασθενείς με καταρράκτη ο φυσιολογικός φακός αφαιρείται από το μάτι και αντικαθίσταται από ένα τεχνητό ενδοφθalmικό φακό. Έτσι δημιουργήθηκε η ιδέα της ενσωμάτωσης μιας ετικέτας μέσα στην κοιλότητα που δημιουργείται από αυτόν τον τεχνητό φακό. Για να είναι δυνατή η συνεχής αποστολή δεδομένων από την ετικέτα η κεραία του αναγνώστη είναι ενσωματωμένη στο πλαίσιο ενός ζεύγους γυαλιών. Ο έλεγχος του πηνίου και η αποθήκευση των δεδομένων λαμβάνει χώρα με τη βοήθεια ενός αναγνώστη, ο οποίος είναι συνδεδεμένος με τα γυαλιά μέσω ενός καλωδίου.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

## Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ ARDUINO

## 2.1 Ιστορική αναδρομή των μικροελεγκτών

### 2.1.1 Παρουσίαση των μικροελεγκτών

Ένας μικροελεγκτής είναι ένα ενσωματωμένο τσιπ (ολοκληρωμένο κύκλωμα) που αποτελεί συχνά μέρος ενός συστήματος. Ο μικροελεγκτής περιλαμβάνει CPU, RAM, ROM, θύρες εισόδου/εξόδου και χρονιστές σαν έναν απλό τυπικό υπολογιστή, αλλά επειδή είναι σχεδιασμένα να εκτελούν μόνο μία συγκεκριμένη εργασία για τον έλεγχο ενός απλού συστήματος, είναι πολύ μικρότερα και απλούστερα σχεδιασμένα ώστε να μπορούν να περιλαμβάνουν όλες τις λειτουργίες που απαιτούνται σε ένα μόνο ολοκληρωμένο κύκλωμα.

Ο μικροελεγκτής διαφέρει από τον μικροεπεξεργαστή στον οποίο του δόθηκε έμφαση στην υπολογιστική ισχύ. Έτσι αν συνδυαστεί με τις κατάλληλες εξωτερικές περιφερειακές συσκευές μπορεί να πραγματοποιήσει μία πληθώρα γενικών εργασιών. Σε αντίθεση ο μικροελεγκτής είναι σχεδιασμένος για πιο εξειδικευμένες εργασίες, έχει πολύ μικρότερες δυνατότητες συνεργασίας με τα εξωτερικά περιφερειακά αφού υστερεί κατά πολύ σε υπολογιστική ισχύ.

Στον σχεδιασμό των μικροελεγκτών δόθηκε περισσότερη έμφαση στο να απαιτούν πολύ μικρότερο αριθμό ολοκληρωμένων κυκλωμάτων για τη λειτουργία μίας συσκευής, το χαμηλό κόστολόγιο κατασκευής τους και τον εύκολο προγραμματισμό εξειδικευμένων εργασιών.

## 2.1.2 Πλεονεκτήματα των μικροελεγκτών

Ακολουθούν τα πλεονεκτήματα των μικροελεγκτών:

- Αυτονομία, μέσο 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 ελαχιστοποιώντας το κόστος της συσκευής στην οποία ενσωματώνεται ο μικροελεγκτής.
- 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 χαμηλές ταχύτητες λειτουργίας.
- Περισσότεροι διαθέσιμοι ακροδέκτες για ψηφιακές εισόδους-εξόδους (για δεδομένο μέγεθος ολοκληρωμένου κυκλώματος), λόγω της μη δέσμευσης τους για τη σύνδεση εξωτερικών περιφερειακών συσκευών.
- Μικρό μέγεθος συνολικού υπολογιστικού συστήματος.
- Η βασική αρχιτεκτονική των μικροελεγκτών δεν διαφέρει από αυτή των κοινών μικροεπεξεργαστών, αν και στους πρώτους συναντάται συχνά η αρχιτεκτονική μνήμης τύπου Harvard, η οποία χρησιμοποιεί διαφορετικές αρτηρίες σύνδεσης της μνήμης προγράμματος και της μνήμης δεδομένων (π.χ. οι σειρές από την Microchip). Στους κοινούς μικροεπεξεργαστές συνηθίζεται η ενιαία διάταξη μνήμης τύπου φον Νιούμαν.

### 2.1.3 Κατηγορίες μικροελεγκτών

Λόγω του ισχυρότατου ανταγωνισμού αλλά και της τάσης ενσωμάτωσης των μικροελεγκτών σε κάθε ηλεκτρική και ηλεκτρονική συσκευή, η βιομηχανία μικροελεγκτών έχει καταλήξει στην παραγωγή ανταγωνιστικών μοντέλων μαζικής παραγωγής καθώς και μικροελεγκτών για πιο εξειδικευμένες εφαρμογές. Έτσι διακρίνονται οι εξής κυρίως κατηγορίες:

- Μικροελεγκτές (καμιά φορά 4-bit αλλά συνήθως 8-bit) πολύ χαμηλού κόστους, γενικής χρήσης, με πολύ μικρό αριθμό ακροδεκτών (ακόμη και λιγότερους από 8). Σχεδιάζονται με έμφαση στη χαμηλή κατανάλωση ισχύος και την αυτάρκεια, ώστε να χρειάζονται ελάχιστα ή και καθόλου εξωτερικά εξαρτήματα για να μην μπορεί να αντιγραφεί εύκολα το εσωτερικό λογισμικό τους. Απουσιάζει η δυνατότητα επέκτασης της μνήμης τους. Μερικά μοντέλα είναι ευρέως γνωστά στους ερασιτέχνες ηλεκτρονικούς, όπως για παράδειγμα οι περισσότεροι μικροελεγκτές των σειρών PIC (Microchip), AVR (Atmel) και 8051 (Intel, Atmel, Dallas κ.α.).
- Μικροελεγκτές (συνήθως 8-bit αλλά και 16 ή 32-bit) χαμηλού κόστους, γενικής χρήσης, με μέτριο έως σχετικά μεγάλο αριθμό ακροδεκτών. Διαθέτουν μεγάλο αριθμό κοινών περιφερειακών, όπως θύρες UART, I2C, SPI ή CAN, μετατροπείς αναλογικού σε ψηφιακό και ψηφιακού σε αναλογικό. Στους κατασκευαστές της Άπω Ανατολής (Ιαπωνία, Κορέα), συνηθίζεται η ενσωμάτωση ελεγκτών οθόνης υγρών κρυστάλλων και πληκτρολογίου. Μερικές φορές παρέχουν δυνατότητα εξωτερικής επέκτασης της μνήμης τους.
- Μικροελεγκτές (κυρίως 32-bit) μέσου κόστους, γενικής χρήσης, με μεγάλο αριθμό ακροδεκτών. Χαρακτηρίζονται από έμφαση στην ταχύτητα εκτέλεσης εντολών, υψηλή αυτάρκεια περιφερειακών και μεγάλες δυνατότητες εσωτερικής ή εξωτερικής μνήμης προγράμματος (FLASH) και RAM. Στο χώρο αυτό έχουν ισχυρή παρουσία οι αρχιτεκτονικές με υψηλή μεταφερσιμότητα λογισμικού (portability) από τον ένα στον άλλο κατασκευαστή.

Για παράδειγμα μεταξύ των μικροελεγκτών τύπου ARM ή MIPS, το σύνολο των βασικών εντολών που αναγνωρίζει η ALU είναι ακριβώς το ίδιο, μειώνοντας έτσι τις μεγάλες αλλαγές στο λογισμικό όταν στο μέλλον ο πελάτης υιοθετήσει ένα μικροελεγκτή άλλου κατασκευαστή (αρκεί φυσικά να υποστηρίζει κι αυτός το σύνολο εντολών ARM ή MIPS, αντίστοιχα).

- Μικροελεγκτές εξειδικευμένων εφαρμογών, οι οποίοι ενσωματώνουν συνήθως κάποιο εξειδικευμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας το οποίο υλοποιείται πάντοτε σε hardware.

Τέτοιοι μικροελεγκτές χρησιμοποιούνται σε τηλεπικοινωνιακές συσκευές όπως τα μόντεμ.

#### **2.1.4 Εργαλεία ανάπτυξης και κατασκευαστές μικροελεγκτών**

Η επιτυχία μίας οικογένειας μικροελεγκτών καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τη διαθεσιμότητα και την ευχρηστία των σχετικών εργαλείων ανάπτυξης, όπως μεταφραστές από γλώσσες υψηλού επιπέδου σε γλώσσα κατανοητή από τον μικροελεγκτή (assembly), τη δυνατότητα προγραμματισμού της εσωτερικής μνήμης και εργαλεία εκσφαλμάτωσης (debuggers). Στους μικροελεγκτές τα εργαλεία αυτά δεν αποτελούνται ποτέ μόνο από λογισμικό, καθώς δεν υπάρχει τυποποιημένος τρόπος επικοινωνίας μεταξύ τους. Στον τομέα των εργαλείων ανάπτυξης, δραστηριοποιούνται όχι μόνο οι ίδιοι οι κατασκευαστές μικροελεγκτών αλλά και εξειδικευμένες εταιρείες.

Η πιο διαδεδομένη γλώσσα προγραμματισμού των μικροελεγκτών είναι η C, η C++ και οι παραλλαγές τους. Σε τμήματα του λογισμικού όπου απαιτείται μεγαλύτερη ταχύτητα ή μικρότερο μέγεθος χρησιμοποιούμενης μνήμης μπορεί να χρησιμοποιηθεί η Assembly. Όμως οι μεγαλύτερες δυνατότητες σε λειτουργικότητα και η ευκολία προγραμματισμού σε C έναντι της assembly, σε συνδυασμό με την επάρκεια μνήμης των σύγχρονων μικροελεγκτών, έχουν γενικά εκτοπίσει την assembly από τις περισσότερες εφαρμογές.

Οι σημαντικότεροι κατασκευαστές μικροελεγκτών είναι η ARM η οποία δεν κατασκευάζει αλλά παραχωρεί δικαιώματα χρήσης του πυρήνα, η Atmel ,η Epson, η Freescale Semiconductor (πρώην Motorola), η Hitachi, η Maxim (μετά την εξαγορά της Dallas), η Microchip, η NEC, η Toshiba και η Texas Instrument.



Εικόνα 1 :Μικροεπεξεργαστές από τις εταιρίες NEC, Texas Instruments και Toshiba

## 2.2 Ιστορία του μικροελεγκτή Arduino

Το 2005, στην Ivrea της Ιταλίας (η ιστοσελίδα της εταιρείας υπολογιστών Olivetti), ένα έργο άρχισε να δημιουργείται, μια συσκευή για τον έλεγχο σχεδίων, χτισμένο από μαθητές με λιγότερα έξοδα από ό, τι με άλλα πρωτότυπα συστήματα που ήταν διαθέσιμα εκείνη τη στιγμή. Από τον Μάιο του 2011, περισσότερα από 300.000 Arduino ήταν «στην άγρια φύση». Εφευρέτες Massimo Banzi και David Cuartielles, ονόμασαν το έργο τους Arduin of Ivrea. Το «Arduino» είναι επίσης ένα ιταλικό όνομα, που σημαίνει «γενναίος φίλος».

Το έργο Arduino είναι μια παραγόμενη έκδοση της πλατφόρμας ανοικτού κώδικα [Wiring Platform](#). Ο Κολομβιανός καλλιτέχνης και προγραμματιστής Hernando Barragán δημιούργησε συρμάτωση «Wiring» ως μια Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία στο [Interaction Design Institute Ivrea](#) υπό την εποπτεία του



Massimo Banzι και του Casey Reas. Η Καλωδίωση «Wiring» βασίστηκε στην επεξεργασία και το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης που είχε δημιουργηθεί από τον Casey Reas και τον Ben Fry.

Το Arduino χτίστηκε γύρω από το έργο της καλωδίωσης «[Wiring](#)» του Hernando Barragan. Η Καλωδίωση ήταν η διπλωματική εργασία του Hernando στο Interaction Design Institute Ivrea. Επρόκειτο να είναι μια ηλεκτρονική έκδοση της επεξεργασίας που χρησιμοποιήθηκε σε προγραμματιστικό περιβάλλον και ήταν η βάση για την σύνταξη επεξεργασίας. Αυτό ήταν υπό την εποπτεία του Hernando και του Massimo Banzι, ιδρυτές ενός Arduino. Ήταν κομμάτι της φαντασίας ότι θα υπήρχαν Arduino χωρίς καλωδιώσεις και ότι δεν θα υπάρχει καλωδίωση χωρίς επεξεργασία. Η επεξεργασία σίγουρα δεν θα υπήρχε χωρίς τη γλώσσα προγραμματισμού [Design By Numbers](#) και τον John Maeda.

Μια πλακέτα που αποτελείται από έναν 8-bit μικροελεγκτής Atmel AVR με συμπληρωματικά στοιχεία για τη διευκόλυνση του προγραμματισμού και της ενσωμάτωσης σε άλλα κυκλώματα. Μια σημαντική πτυχή του Arduino είναι ο τυπικός τρόπος ότι σύνδεσμοι εκτίθενται, επιτρέποντας τη CPU να συνδεθεί με μια ποικιλία εναλλακτικές πρόσθετες λειτουργικές μονάδες, γνωστές ως ασπίδες “shield”.

Ορισμένες ασπίδες “shield” επικοινωνούν με την πλακέτα του Arduino άμεσα μέσω διαφόρων ακίδων, αλλά πολλές ασπίδες είναι μεμονωμένα καθορισμένες μέσω ενός σειριακού διαύλου I<sup>2</sup>C, επιτρέποντας πολλές ασπίδες, να στοιβάζονται και να χρησιμοποιούνται παράλληλα. Το επίσημο Arduino χρησιμοποίησε τη σειρά megaAVR, και ειδικά τους ATmega8, ATmega168, ATmega328, ATmega1280 και ATmega2560.

Πολλοί από τους άλλους επεξεργαστές έχουν χρησιμοποιηθεί από συμβατά Arduino. Οι περισσότερες πλακέτες περιλαμβάνουν μια γραμμική ρύθμιση 5 volt και μια 16 MHz crystal oscillator (ή κεραμικό συντονιστή σε μερικές παραλλαγές), αν και μερικά σχέδια όπως το LilyPad εκτελείται στα 8 MHz και βασίζετε από τους ρυθμιστές τάσης πλακέτας λόγω ειδικής φόρμας-παράγοντα με περιορισμούς.

Ο Arduino μικροελεγκτής είναι επίσης προ-προγραμματισμένος με έναν φορτωτή εκκίνησης που απλοποιεί την αποστολή των προγραμμάτων στη on-chip flash memory, σε σύγκριση με άλλες συσκευές που χρειάζεται συνήθως ένας εξωτερικός προγραμματιστής.

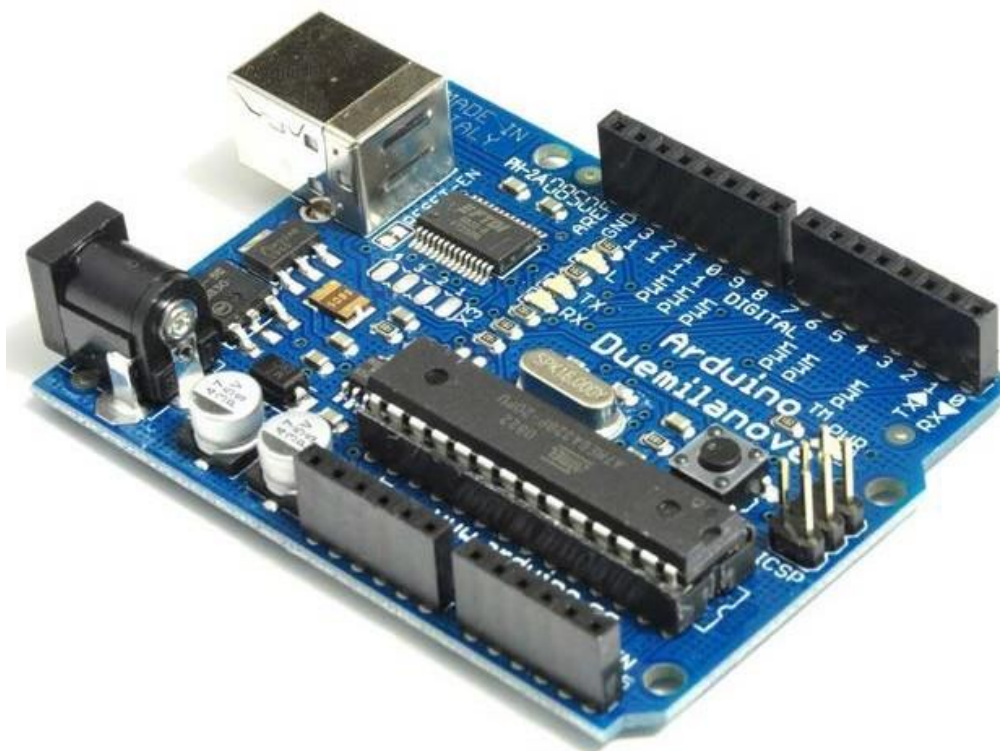
Σε εννοιολογικό επίπεδο, όταν χρησιμοποιείτε λογισμικό στοίβας Arduino, όλες οι σανίδες “shield” προγραμματίζονται μέσω μιας σειριακής σύνδεσης RS-232, αλλά ο τρόπος που αυτό υλοποιείται διαφέρει από την έκδοση υλικού. Σειριακές πλακέτες Arduino περιέχουν ένα απλό κύκλωμα αντιστροφής για μετατροπή μεταξύ επιπέδων RS-232 και TTL-επίπεδου σημάτων. Αυτές οι πλακέτες Arduino προγραμματίζονται μέσω USB, και υλοποιείτε χρησιμοποιώντας τις μάρκες USB-σε-σειριακό προσαρμογέα όπως η FTDI FT232. Μερικές παραλλαγές, όπως το Arduino Mini και η ανεπίσημη Boarduino, χρησιμοποιούν ένα αποσπώμενο προσαρμογέα USB-σε-σειριακή ή καλώδιο, Bluetooth ή άλλες μεθόδους.

Συγκεκριμένα για την υλοποίηση αυτής της πτυχιακής εργασίας χρησιμοποιήσαμε το Arduino Uno λόγω του χαμηλού κόστους και της άμεσης διαθεσιμότητας, διότι όσον αφορά την σύνδεση του μικροεπεξεργαστή θα χρησιμοποιούσαμε περίπου την ίδια διαδικασία.

## 2.3 Η πλακέτα Arduino

Το arduino είναι μια πρωτότυπη ηλεκτρονική πλατφόρμα διαμόρφωσης ανοιχτού λογισμικού, βασισμένη στο υλικό ενός μικροεπεξεργαστή , καθώς και σε κατάλληλο για τον προγραμματισμό του λογισμικό.

Όπως το περιγράφει ο δημιουργός του, το Arduino είναι μια «ανοικτού κώδικα» πλατφόρμα «πρωτοτυποποίησης» ηλεκτρονικών βασισμένη σε ευέλικτο και εύκολο στη χρήση hardware και software που προορίζεται για οποιονδήποτε έχει λίγη προγραμματιστική εμπειρία, στοιχειώδεις γνώσεις ηλεκτρονικών και ενδιαφέρεται να δημιουργήσει διαδραστικά αντικείμενα ή περιβάλλοντα.



Εικόνα 1 :Μικροελεγκτής Arduino

Στην ουσία πρόκειται για ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που βασίζεται στον μικροελεγκτή ATmega της Atmel και του οποίου όλα τα σχέδια καθώς και το software που χρειάζεται για την λειτουργία του , διανέμονται ελεύθερα και δωρεάν

ώστε να μπορεί να κατασκευαστεί από τον καθέναν. Αφού κατασκευαστεί μπορεί να συμπεριφερθεί σαν ένας μικροσκοπικός υπολογιστής, αφού ο χρήστης μπορεί να συνδέσει επάνω του πολλαπλές μονάδες εισόδου/εξόδου και να προγραμματίσει τον μικροελεγκτή να δέχεται δεδομένα από τις μονάδες εισόδου, να τα επεξεργάζεται και να στέλνει κατάλληλες εντολές στις μονάδες εξόδου.

Το Arduino βέβαια, δεν είναι ούτε ο μοναδικός, ούτε και ο καλύτερος δυνατός τρόπος για την δημιουργία μιας οποιασδήποτε διαδραστικής ηλεκτρονικής συσκευής. Όμως το κύριο πλεονέκτημά του είναι η τεράστια κοινότητα που το υποστηρίζει και η οποία έχει δημιουργήσει, συντηρεί και επεκτείνει μια ανάλογοι μεγέθους online γνωσιακή βάση. Έτσι, παρότι ένας έμπειρος ηλεκτρονικός μπορεί να προτιμήσει διαφορετική πλατφόρμα ή εξαρτήματα ανάλογα με την εφαρμογή που έχει στον νου του, το Arduino, με τις εκτενείς αναφορές του σε έγγραφα και σε αρκετά κατανοητά και εύκολα βιβλία, καταφέρνει να κερδίσει όλους αυτούς των οποίων οι γνώσεις στα ηλεκτρονικά περιορίζονται στα όσα λίγα έμαθαν στο σχολείο.

Ακριβώς επειδή απευθύνεται κυρίως σε αρχάριους των ηλεκτρονικών και επειδή, παρά τις αναλυτικότερες οδηγίες που υπάρχουν, δεν έχουν όλοι τις γνώσεις και τα μέσα να κατασκευάσουν μια ηλεκτρονική πλακέτα, κυκλοφορούν έτοιμες, προκατασκευασμένες πλακέτες Arduino που μπορείτε να προμηθευτείτε για περίπου €25.

Με λίγα χρήματα παραπάνω μάλιστα, οι περισσότεροι προμηθευτές διαθέτουν Arduino Starter Kit, τα οποία, εκτός από το ίδιο το Arduino, περιέχουν διάφορα άλλα εξαρτήματα και εργαλεία που μπορεί να χρειαστείτε για τις πρώτες σας εφαρμογές (όπως το απαραίτητο καλώδιο USB για την σύνδεση με τον υπολογιστή, ράστερ, καλώδια, LED, διακόπτες, ποτενσιόμετρα, αντιστάσεις, διόδους, τρανζίστορ κ.λπ.).



Εικόνα 3 :Starter Kit Μικροελεγκτή Arduino

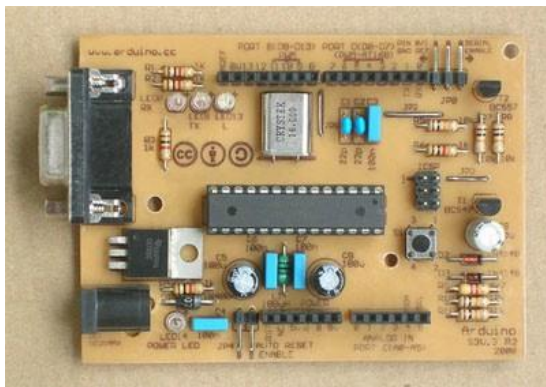
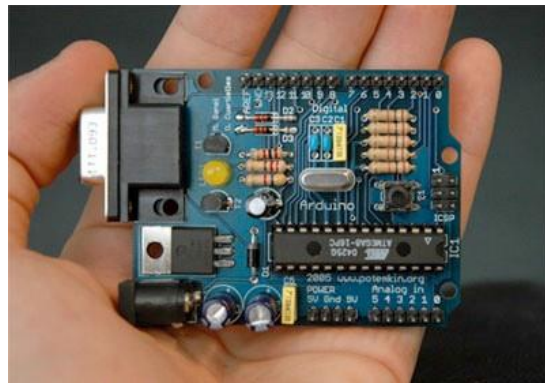
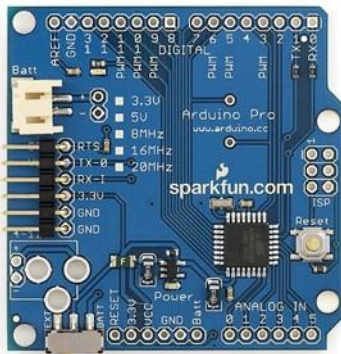
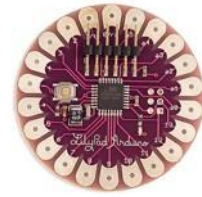
Μπορείτε να βρείτε μια λίστα με προμηθευτές του Arduino σε όλο τον κόσμο, κάνοντας κλικ στον σύνδεσμο Buy στον επίσημο ιστότοπο του Arduino ([www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)) . Στην λίστα δεν υπάρχει έλληνας προμηθευτής αλλά πολλά καταστήματα του εξωτερικού στέλνουν και στην Ελλάδα με αρκετά λογικά μεταφορικά κόστη. Αν πάλι θέλετε οπωσδήποτε να το προμηθευτείτε από την Ελλάδα, το ελληνικό ηλεκτρονικό κατάστημα BuyARobot διαθέτει το Arduino αλλά δεν διαθέτει Starter Kit ή συνοδευτικά shield.

### 2.3.1 Άλλες εκδόσεις Arduino

Αυτό που μπορεί να σας μπερδέψει ψάχνοντας να αγοράσετε το Arduino σε αυτά τα καταστήματα είναι οι διαφορετικές εκδόσεις στις οποίες κυκλοφορεί, επίσημες και ανεπίσημες. Από τις επίσημες εκδόσεις (Duemilanove/Uno , Diecimila, Nano, Mega, Bluetooth, LilyPad, Mini, Mini USB, Pro, Pro Mini, Serial και Serial SS) συνιστάται κυρίως η αγορά του Arduino Duemilanove και του Uno ή τουλάχιστον των Diecimila ή Mega επειδή διαθέτουν υποδοχή USB και είναι συμβατές με τα shield. Για τους ίδιους λόγους, από τις ανεπίσημες εκδόσεις (Freeduino, Boarduino, Sanguino, Seeduino, BBB, RBBB κ.α.) συνιστάται μόνο το Freeduino v1.16 και το Seeduino.

Σήμερα εκτός από την έκδοση arduino Duemilanove/UNO η οποία και αναλύθηκε παραπάνω, υπάρχουν άλλες οχτώ διαφορετικές πλακέτες arduino.

- Nano: Είναι μία μικρότερη έκδοση του arduino η οποία συνδέεται στον υπολογιστή μέσω καλωδίου mini USB B.
- Bluetooth: Ο ελεγκτής arduino BT περιέχει μία Bluetooth πλακέτα η οποία επιτρέπει την ασύρματη επικοινωνία και προγραμματισμό του μέσω του υπολογιστή.
- LilyPad: Αυτή η έκδοση είναι σχεδιασμένη για να χρησιμοποιείται στα ρούχα. Έχει μοβ χρώμα και μπορεί να ραφτεί εύκολα πάνω σε ύφασμα.
- Pro: Η συγκεκριμένη πλακέτα είναι σχεδιασμένη για προχωρημένους χρήστες που έχουν σκοπό να τη χρησιμοποιήσουν κάπου μόνιμα. Είναι φθηνότερη από την Duemilanove και συνδέεται εύκολα με μπαταρίες αλλά απαιτούνται επιπλέον ηλεκτρονικές διατάξεις για την χρήση της.
- Serial: Αυτή είναι η βασική έκδοση arduino που χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο RS232 για την επικοινωνία και τον προγραμματισμό του. Το πλεονέκτημα της είναι ότι μπορεί εύκολα να κατασκευαστεί από έναν χρήστη.
- Serial Single Sided: η έκδοση αυτή σχεδιάστηκε με σκοπό να κατασκευαστεί στο χέρι. Είναι λίγο μεγαλύτερο από τα προηγούμενα arduino, παρ' όλα αυτά παραμένει συμβατή με τις περισσότερες κατασκευές που σχεδιάστηκαν για να προεκτείνουν της δυνατότητες της Duemilanove.
- Mega: Το Arduino mega όπως και το Duemilanove, συνδέεται μέσω USB και έχει το ίδιο μέγεθος. Η διαφορά τους είναι ότι ο μικροελεγκτής διαθέτει μεγαλύτερη μνήμη και έχει περισσότερες θύρες εισόδου/εξόδου.



Εικόνα 4 Από πάνω αριστερά προς τα κάτω: arduino nano, bluetooth, LilyPad, pro, serial, mega, serial single sided.

## 2.4 Μικροελεγκτής – η καρδιά του Arduino

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

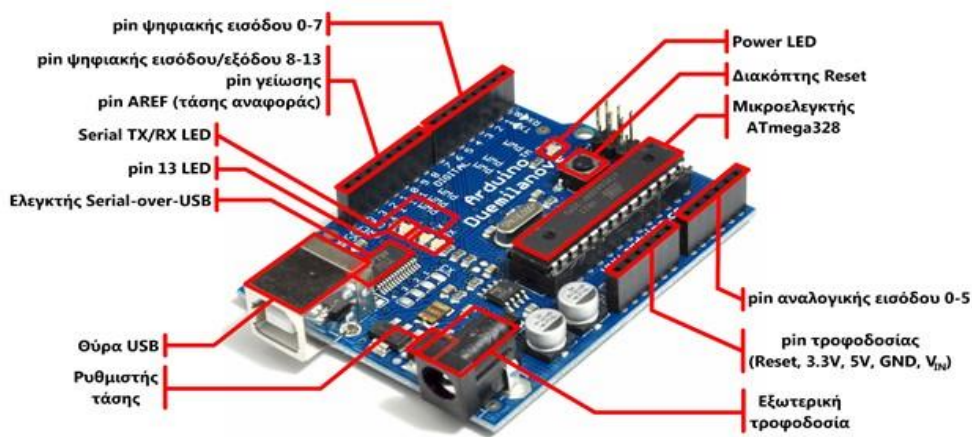
- 2Kb μνήμης SRAM που είναι η ωφέλιμη μνήμη που μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα προγράμματά σας για να αποθηκεύουν μεταβλητές, πίνακες κ.λπ. κατά το runtime. Όπως και σε έναν υπολογιστή, αυτή η μνήμη χάνει τα δεδομένα της όταν η παροχή ρεύματος στο Arduino σταματήσει ή αν γίνει reset.
- 1Kb μνήμης EEPROM η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για «ωμή» εγγραφή/ανάγνωση δεδομένων (χωρίς datatype) ανά byte από τα προγράμματά σας κατά το runtime. Σε αντίθεση με την SRAM, η EEPROM δεν χάνει τα περιεχόμενά της με απώλεια τροφοδοσίας ή reset οπότε είναι το ανάλογο του σκληρού δίσκου.
- 32Kb μνήμης Flash, από τα οποία τα 2Kb χρησιμοποιούνται από το firmware του Arduino που έχει εγκαταστήσει ήδη ο κατασκευαστής του. Το firmware αυτό που στην ορολογία του Arduino ονομάζεται bootloader είναι αναγκαίο για την εγκατάσταση των δικών σας προγραμμάτων στον μικροελεγκτή μέσω της θύρας USB, χωρίς δηλαδή να χρειάζεται εξωτερικός hardware programmer. Τα υπόλοιπα 30Kb της μνήμης Flash χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση αυτών ακριβώς των προγραμμάτων, αφού πρώτα μεταγλωττιστούν στον υπολογιστή σας.

Η μνήμη Flash, όπως και η EEPROM δεν χάνει τα περιεχόμενά της με απώλεια τροφοδοσίας ή reset. Επίσης, ενώ η μνήμη Flash υπό κανονικές συνθήκες δεν προορίζεται για χρήση runtime μέσα από τα προγράμματά σας, λόγω της μικρής συνολικής μνήμης που είναι διαθέσιμη σε αυτά (2Kb SRAM + 1Kb EEPROM), έχει σχεδιαστεί μια βιβλιοθήκη που επιτρέπει την χρήση όσου χώρου περισσεύει (30Kb μείον το μέγεθος του προγράμματός σας σε μεταγλωττισμένη μορφή).



## 2.4.1 Είσοδοι – Έξοδοι

Καταρχήν το Arduino διαθέτει σειριακό interface. Ο μικροελεγκτής ATmega υποστηρίζει σειριακή επικοινωνία, την οποία το Arduino προωθεί μέσα από έναν ελεγκτή Serial-over-USB ώστε να συνδέεται με τον υπολογιστή μέσω USB. Η σύνδεση αυτή χρησιμοποιείται για την μεταφορά των προγραμμάτων που σχεδιάζονται από τον υπολογιστή στο Arduino αλλά και για αμφίδρομη επικοινωνία του Arduino με τον υπολογιστή μέσα από το πρόγραμμα την ώρα που εκτελείται.



Εικόνα 5 :Αναλυτική περιγραφή

Επιπλέον, στην πάνω πλευρά του Arduino βρίσκονται 14 θηλυκά pin, αριθμημένα από 0 ως 13, που μπορούν να λειτουργήσουν ως ψηφιακές εισοδοι και έξοδοι. Λειτουργούν στα 5V και καθένα μπορεί να παρέχει ή να δεχτεί το πολύ 40mA.

Ως ψηφιακή έξοδος, ένα από αυτά τα pin μπορεί να τεθεί από το πρόγραμμά σας σε κατάσταση HIGH ή LOW, οπότε το Arduino θα ξέρει αν πρέπει να διοχετεύσει ή όχι ρεύμα στο συγκεκριμένο pin. Με αυτόν τον τρόπο μπορείτε λόγω χάρη να ανάψετε και να σβήσετε ένα LED που έχετε συνδέσει στο συγκεκριμένο pin. Αν πάλι ρυθμίσετε ένα από αυτά τα pin ως ψηφιακή είσοδο μέσα από το πρόγραμμά σας, μπορείτε με την κατάλληλη εντολή να διαβάσετε την κατάστασή του (HIGH ή LOW) ανάλογα με το αν η εξωτερική συσκευή που έχετε συνδέσει σε αυτό το pin

διοχετεύει ή όχι ρεύμα στο pin (με αυτόν τον τρόπο λόγω χάρη μπορείτε να «διαβάζετε» την κατάσταση ενός διακόπτη). Μερικά από αυτά τα 14 pin, εκτός από ψηφιακές εισοδοί/έξοδοι έχουν και δεύτερη λειτουργία.

Συγκεκριμένα:

Τα pin **0 και 1** λειτουργούν ως RX και TX της σειριακής όταν το πρόγραμμά σας ενεργοποιεί την σειριακή θύρα. Έτσι, όταν λόγω χάρη το πρόγραμμά σας στέλνει δεδομένα στην σειριακή, αυτά προωθούνται και στην θύρα USB μέσω του ελεγκτή Serial-Over-USB αλλά και στο pin 0 για να τα διαβάσει ενδεχομένως μια άλλη συσκευή (π.χ. ένα δεύτερο Arduino στο δικό του pin 1). Αυτό φυσικά σημαίνει ότι αν στο πρόγραμμά σας ενεργοποιήσετε το σειριακό interface, χάνετε 2 ψηφιακές εισόδους/εξόδους.

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

Τα pin **3, 5, 6, 9, 10 και 11** μπορούν να λειτουργήσουν και ως ψευδοαναλογικές έξοδοι με το σύστημα PWM (Pulse Width Modulation), δηλαδή το ίδιο σύστημα που διαθέτουν οι μητρικές των υπολογιστών για να ελέγχουν τις ταχύτητες των ανεμιστήρων. Έτσι, μπορείτε να συνδέσετε λόγω χάρη ένα LED σε κάποιο από αυτά τα pin και να ελέγξετε πλήρως την φωτεινότητά του με ανάλυση 8bit (256 καταστάσεις από 0-σβηστό ως 255-πλήρως αναμμένο) αντί να έχετε απλά την δυνατότητα αναμμένο-σβηστό που παρέχουν οι υπόλοιπες ψηφιακές έξοδοι.

Είναι σημαντικό να καταλάβετε ότι το PWM δεν είναι πραγματικά αναλογικό σύστημα και ότι θέτοντας στην έξοδο την τιμή 127, δεν σημαίνει ότι η έξοδος θα δίνει 2.5V αντί της κανονικής τιμής των 5V, αλλά ότι θα δίνει ένα παλμό που θα εναλλάσσεται με μεγάλη συχνότητα και για ίσους χρόνους μεταξύ των τιμών 0 και 5V.

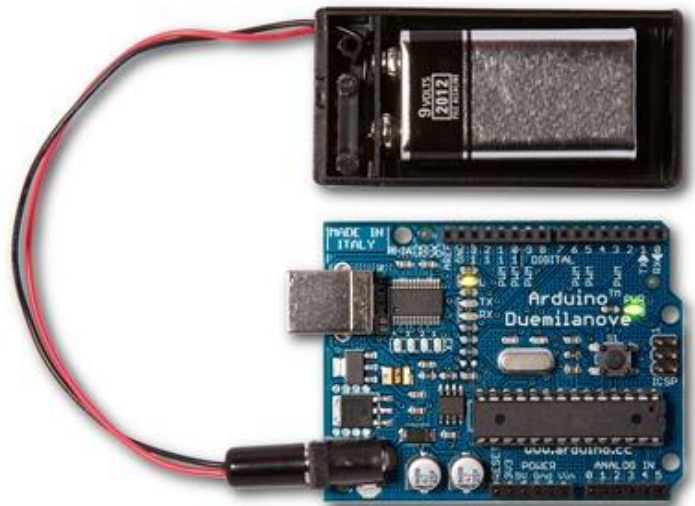
Στην κάτω πλευρά του Arduino, με τη σήμανση ANALOG IN, θα βρείτε μια ακόμη σειρά από 6 pin, αριθμημένα από το 0 ως το 5. Το καθένα από αυτά λειτουργεί ως αναλογική είσοδος κάνοντας χρήση του ADC (Analog to Digital Converter) που είναι ενσωματωμένο στον μικροελεγκτή. Για παράδειγμα, μπορείτε να τροφοδοτήσετε ένα από αυτά με μια τάση την οποία μπορείτε να κυμάνετε με ένα ποτενσιόμετρο από 0V ως μια τάση αναφοράς Vref η οποία, αν δεν κάνετε κάποια αλλαγή είναι προρυθμισμένη στα 5V. Τότε, μέσα από το πρόγραμμά σας μπορείτε να «διαβάσετε» την τιμή του pin ως ένα ακέραιο αριθμό ανάλυσης 10-bit, από 0 (όταν η τάση στο pin είναι 0V) μέχρι 1023 (όταν η τάση στο pin είναι 5V).

Η τάση αναφοράς μπορεί να ρυθμιστεί με μια εντολή στο 1.1V, ή σε όποια τάση επιθυμείτε (μεταξύ 2 και 5V) τροφοδοτώντας εξωτερικά με αυτή την τάση το pin με την σήμανση AREF που βρίσκεται στην απέναντι πλευρά της πλακέτας. Έτσι, αν τροφοδοτήσετε το pin AREF με 3.3V και στην συνέχεια δοκιμάσετε να διαβάσετε κάποιο pin αναλογικής εισόδου στο οποίο εφαρμόζετε τάση 1.65V, το Arduino θα σας επιστρέψει την τιμή 512.

Τέλος, καθένα από τα 6 αυτά pin, με κατάλληλη εντολή μέσα από το πρόγραμμα μπορεί να μετατραπεί σε ψηφιακό pin εισόδου/εξόδου όπως τα 14 που βρίσκονται στην απέναντι πλευρά και τα οποία περιγράφηκαν πριν. Σε αυτή την περίπτωση τα pin μετονομάζονται από 0~5 σε 14~19 αντίστοιχα.

## 2.4.2 Τροφοδοσία

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



Εικόνα 6 :ac adaptor

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

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

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

Το τρίτο, με την ένδειξη 5V, μπορεί να τροφοδοτήσει τα εξαρτήματά σας με τάση 5V. Ανάλογα με τον τρόπο τροφοδοσίας του ίδιου του Arduino, η τάση αυτή προέρχεται είτε άμεσα από την θύρα USB (που ούτως ή άλλως λειτουργεί στα 5V), είτε από την εξωτερική τροφοδοσία αφού αυτή περάσει από ένα ρυθμιστή τάσης για να την «φέρει» στα 5V.

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

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

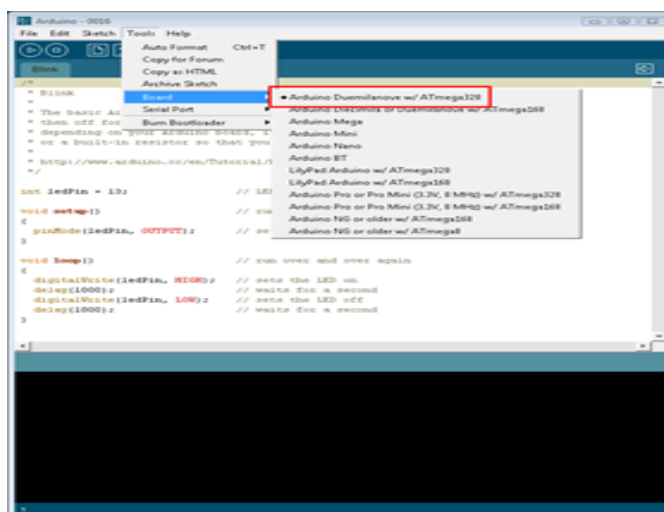
### 2.4.3 Ενσωματωμένα κουμπιά και LED

Πάνω στην πλακέτα του Arduino υπάρχει ένας διακόπτης micro-switch και 4 μικροσκοπικά LED επιφανειακής στήριξης.

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

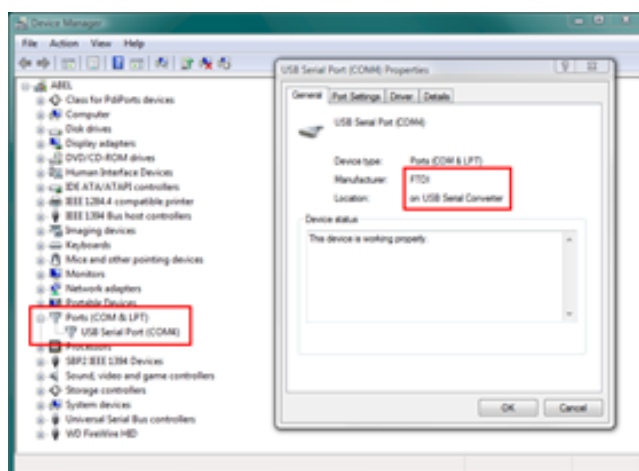
### 2.5 Arduino IDE και σύνδεση με τον υπολογιστή

Ότι χρειάζεστε για την διαχείριση του Arduino από τον υπολογιστή σας το παρέχει το Arduino IDE, την τελευταία έκδοση του οποίου μπορείτε [να κατεβάσετε από το επίσημο site](http://www.arduino.cc) (www.arduino.cc) για καθένα από τα τρία δημοφιλέστερα λειτουργικά συστήματα. Στην εργασία μας χρησιμοποιούμε την έκδοση (0023) του arduino και ο κώδικας του είναι γραμμένος με τις κατάλληλες συναρτήσεις, όπως θα δούμε παρακάτω.



Το Arduino IDE είναι βασισμένο σε Java και συγκεκριμένα παρέχει: ένα πρακτικό περιβάλλον για την συγγραφή των προγραμμάτων σας (τα οποία ονομάζονται sketch στην ορολογία του Arduino) με συντακτική χρωματική σήμανση, αρκετά έτοιμα παραδείγματα, μερικές έτοιμες βιβλιοθήκες για προέκταση της γλώσσας και για να χειρίζεστε εύκολα μέσα από τον κώδικά σας τα εξαρτήματα που συνδέετε στο Arduino, τον compiler για την μεταγλώττιση των sketch σας, ένα serial monitor που παρακολουθεί τις επικοινωνίες της σειριακής (USB), αναλαμβάνει να στείλει αλφαριθμητικά της επιλογής σας στο Arduino μέσω αυτής και είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για το debugging των sketch σας και την επιλογή να ανεβάσετε το μεταγλωττισμένο sketch στο Arduino.

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



Εικόνα 7 :Αναγνώριση Συσκευής

Για την σύνδεση θα χρειαστείτε ένα καλώδιο USB από Type A σε Type B, όπως αυτό των εκτυπωτών. Για την αναγνώριση από το λειτουργικό θα χρειαστεί να εγκαταστήσετε τον οδηγό του FTDI chip (δηλαδή του ελεγκτή Serial-over-USB) ο οποίος υπάρχει στον φάκελο drivers του Arduino IDE που κατεβάσατε. Την τελευταία έκδοση αυτού του οδηγού μπορείτε επίσης να κατεβάσετε για κάθε

λειτουργικό σύστημα [από το site της FTDI](#). Σημειώστε ότι στους τελευταίους πυρήνες του Linux υπάρχει εγγενής υποστήριξη του συγκεκριμένου ελεγκτή.

Αν όλα έγιναν σωστά, το κεντρικό παράθυρο του Arduino IDE θα εμφανιστεί όταν το εκτελέσετε και στο μενού Tools → Serial Port θα πρέπει να εμφανίζεται η εικονική σειριακή θύρα (συνήθως COM# για τα Windows, /dev/ttyusbserial## για το MacOS και /dev/ttyusb## για το Linux). Επιλέξτε αυτή την εικονική θύρα και στην συνέχεια επιλέξτε τον τύπο του Arduino σας (Arduino Uno w/ ATmega328) από το μενού Tools → Board.

Το Arduino είναι πλέον έτοιμο να δεχτεί τα sketch σας. Αν εμφανίστηκε οποιοδήποτε πρόβλημα διαβάστε τις αναλυτικές οδηγίες εγκατάστασης για κάθε λειτουργικό σύστημα στη διεύθυνση <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>.

### **2. 5. 1 Γλώσσα προγραμματισμού**

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 την C, στην γλώσσα του Arduino μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ουσιαστικά τις ίδιες βασικές εντολές και συναρτήσεις, με την ίδια σύνταξη, τους ίδιους τύπων δεδομένων και τους ίδιους τελεστές όπως και στην C. Πέρα από αυτές όμως, υπάρχουν κάποιες ειδικές εντολές, συναρτήσεις και σταθερές που βοηθούν για την διαχείριση του ειδικού hardware του Arduino. Οι πιο σημαντικές από αυτές επεξηγούνται στον πίνακα που ακολουθεί:



Όρισμα	Είδος	Τύπος	Παράμετροι	Περιγραφή
<b>LOW</b>	Σταθερά	int	-	Έχει την τιμή 0 και είναι αντίστοιχη του λογικού false.
<b>HIGH</b>	Σταθερά	int	-	Έχει την τιμή 1 και είναι αντίστοιχη του λογικού true.
<b>INPUT</b>	Σταθερά	int	-	Έχει την τιμή 0 και είναι αντίστοιχη του λογικού false.
<b>OUTPUT</b>	Σταθερά	int	-	Έχει την τιμή 1 και είναι αντίστοιχη του λογικού true.
<b>pinMode</b>	Εντολή	-	(pin, mode)	Καθορίζει αν το συγκεκριμένο ψηφιακό pin θα είναι pin εισόδου ή pin εξόδου ανάλογα με την τιμή που δίνεται στην παράμετρο mode (INPUT ή OUTPUT αντίστοιχα).
<b>digitalWrite</b>	Εντολή	-	(pin, pinstatus)	Θέτει την κατάσταση pinstatus (HIGH ή LOW) στο συγκεκριμένο ψηφιακό pin.
<b>digitalRead</b>	Συνάρτηση	int	(pin)	Επιστρέφει την κατάσταση του συγκεκριμένου ψηφιακού pin (0 για LOW και 1 για HIGH) εφόσον αυτό είναι pin εισόδου.
<b>analogReference</b>	Εντολή	-	(type)	Δέχεται τις τιμές DEFAULT, INTERNAL ή EXTERNAL στην παράμετρο type για να καθορίσει την τάση αναφοράς (Vref) των αναλογικών εισόδων (5V, 1.1V ή η εξωτερική τάση με την οποία τροφοδοτείται το pin AREF αντίστοιχα)

<b>analogRead</b>	Συνάρτηση	int	(pin)	Επιστρέφει έναν ακέραιο από 0 έως 1023, ανάλογα με την τάση που τροφοδοτείται το συγκεκριμένο pin αναλογικής εισόδου στην κλίμακα 0 ως Vref.
<b>analogWrite</b>	Εντολή	-	(pin, value)	Θέτει το συγκεκριμένο ψηφιακό pin σε κατάσταση ψευδοαναλογικής εξόδου (PWM). Η παράμετρος value καθορίζει το πλάτος του παλμού σε σχέση με την περίοδο του παραγόμενου σήματος στην κλίμακα από 0 ως 255 (π.χ. με value 127, το πλάτος του παλμού είναι ίσο με μισή περίοδο).
<b>millis</b>	Συνάρτηση	unsigned long	()	Μετρητής που επιστρέφει το χρονικό διάστημα σε ms από την στιγμή που άρχισε η εκτέλεση του προγράμματος. Λάβετε υπόψη ότι λόγω του τύπου μεταβλητής (unsigned long δηλ. 32bit) θα γίνει overflow σε $2^{32}$ ms δηλαδή περίπου σε 50 μέρες, οπότε ο μετρητής θα ξεκινήσει πάλι από το μηδέν.
<b>delay</b>	Εντολή	-	(time)	Σταματά προσωρινά την ροή του προγράμματος για time ms. Η παράμετρος time είναι unsigned long (από 0 ως $2^{32}$ ). Σημειώστε ότι παρά την προσωρινή παύση, συναρτήσεις των οποίων η εκτέλεση ενεργοποιείται από interrupt θα εκτελεστούν κανονικά κατά την διάρκεια μιας delay.
<b>attachInterrupt</b>	Εντολή	-	(interrupt, function,	Θέτει σε λειτουργία το συγκεκριμένο interrupt, ώστε να ενεργοποιεί την συνάρτηση function, κάθε φορά που

			triggermode)	<p>ικανοποιείται η συνθήκη που ορίζεται από την παράμετρο triggermode:</p> <p>LOW (ενεργοποίηση όταν η κατάσταση του pin που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο interrupt γίνει LOW)</p> <p>RISING (όταν από LOW γίνει HIGH)</p> <p>FALLING (όταν από HIGH γίνει LOW)</p> <p>CHANGE (όταν αλλάξει κατάσταση γενικά)</p>
<b>detachInterrupt</b>	Εντολή	-	(interrupt)	Απενεργοποιεί το συγκεκριμένο interrupt.
<b>noInterrupts</b>	Εντολή	-	()	Σταματά προσωρινά την λειτουργία όλων των interrupt
<b>interrupts</b>	Εντολή	-	()	Επαναφέρει την λειτουργία των interrupt που διακόπηκε προσωρινά από μια εντολή noInterrupts.
<b>Serial.begin</b>	Μέθοδος κλάσης	-	(datarate)	Θέτει τον ρυθμό μεταφοράς δεδομένων του σειριακού interface (σε baud)
<b>Serial.println</b>	Μέθοδος κλάσης	-	(data)	Διοχετεύει τα δεδομένα data για αποστολή μέσω του σειριακού interface. Η παράμετρος data μπορεί να είναι είτε αριθμός είτε αλφαριθμητικό.

### *Ενσωματώσεις βιβλιοθηκών, δηλώσεις μεταβλητών*

```
void setup()
```

```
{
```

```
  // ...
```

```
}
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
  // ...
```

```
}
```

### *Υπόλοιπες συναρτήσεις*

Η βασική ρουτίνα setup() εκτελείται μια φορά μόνο κατά την εκκίνηση του προγράμματος ενώ η βασική ρουτίνα loop() περιέχει τον βασικό κορμό του προγράμματος και η εκτέλεσή της επαναλαμβάνεται συνέχεια σαν ένας βρόγχος while(true).

Αν και πρόκειται μόνο για τις πιο βασικές λειτουργίες της γλώσσας του Arduino, με αυτές και με λίγες βασικές γνώσεις C θα μπορέσετε να δημιουργήσετε το sketch ακόμα και για κάποιο αρκετά περίπλοκο project .

*Παράδειγμα : Hello World!*

Έφτασε η στιγμή να δημιουργήσετε το πρώτο σας sketch, το οποίο - παραδοσιακά- πρέπει να εξάγει το μήνυμα «Hello World». Βέβαια -μέχρι να προσθέσετε εσείς μια- το Arduino δεν διαθέτει οθόνη ώστε να εμφανίσει κάποιο

μήνυμα. Η μόνη συσκευή εξόδου που είναι ενσωματωμένη στην πλακέτα του Arduino είναι το LED του pin 13. Έτσι, το Arduino σας θα χαιρετίσει την οικουμένη αναβοσβήνοντας απλά το LEDάκι του.

Ανοίξτε το IDE του Arduino και -για να μην πληκτρολογείτε- επιλέξτε File → Sketchbook → Examples → Digital → Blink. Θα ανοίξει ένα sketch με τον παρακάτω κώδικα:

```
1 int ledPin = 13;
2 void setup()
3 {
4   pinMode(ledPin, OUTPUT)
5 }
6 void loop()
7 {
8   digitalWrite(ledPin, HIGH);
9   delay(1000);
10  digitalWrite(ledPin, LOW);
11  delay(1000)
12
```

Αρχικά, στην ρουτίνα setup() ρυθμίζεται το pin στο οποίο είναι συνδεδεμένο το LED ως pin εξόδου (γραμμή 4). Στην συνέχεια η κύρια ρουτίνα loop(), η εκτέλεση της οποίας επαναλαμβάνεται συνέχεια, ανάβει το LED (γραμμή 8) και στην συνέχεια το σβήνει (γραμμή 10). Δύο εντολές delay ρυθμίζουν τον χρόνο που το LED θα μένει αναμμένο ή σβηστό στις γραμμές 9 και 11 (1000ms δηλαδή 1 δευτερόλεπτο).

Για να δείτε το πρόγραμμα στην πράξη, εφόσον έχετε ήδη συνδέσει το Arduino με τον υπολογιστή επιλέξτε File → Upload to I/O Board (εναλλακτικά πατήστε Ctrl-U ή κάντε κλικ στο ανάλογο εικονίδιο της toolbar). Με αυτή την

ενέργεια, το sketch θα μεταγλωττιστεί και θα σταλεί αυτόματα στο Arduino, γεγονός που μπορείτε να επαληθεύσετε από την δραστηριότητα των TX και RX LED πάνω στην πλακέτα του Arduino.

Τα προγράμματα που «ανεβάζετε» στο Arduino εκτελούνται αυτόματα από τον bootloader αμέσως μετά την λήψη τους και έτσι, χωρίς καθυστέρηση, θα πρέπει να δείτε το LED με τη σήμανση 13 να ανάβει και να σβήνει συνεχόμενα με περίοδο 2 δευτερολέπτων, δηλαδή όπως ακριβώς ορίζει το sketch.

Αν επιμένετε ότι ένα LED που αναβοσβήνει δεν αποτελεί πρόπον χαιρετισμό και θέλετε σώνει και καλά να δείτε το “Hello World” γραμμένο, υπάρχει μια λύση. Μπορείτε να το στείλετε μέσω της σειριακής (USB) στον υπολογιστή και να το δείτε στην οθόνη σας. Και σαν bonus, το Arduino θα στέλνει και την κατάσταση του LED στον υπολογιστή. Προσθέστε απλά τις γραμμές:

```
Serial.begin(9600);
```

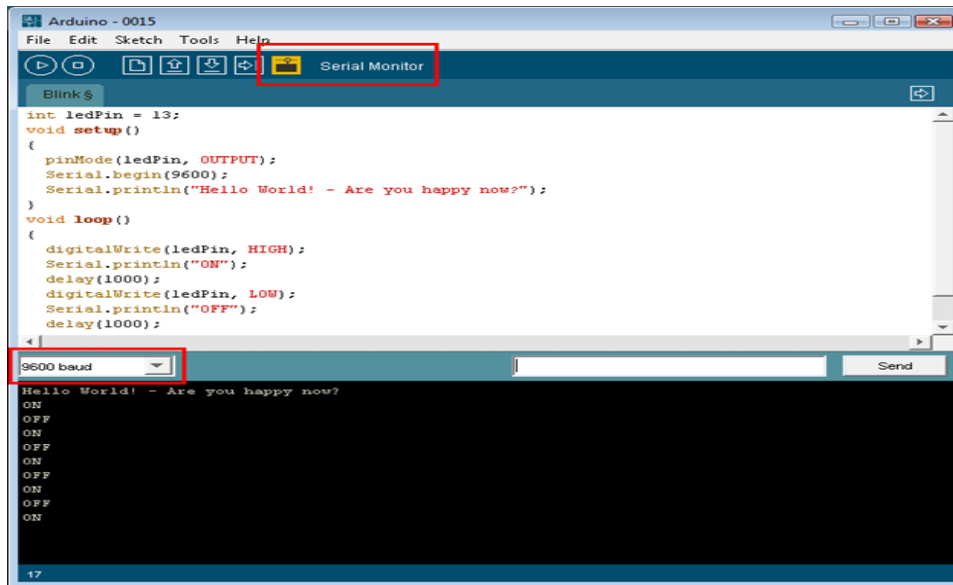
```
Serial.println("Hello World! - Are you happy now?")
```

αμέσως μετά την γραμμή με την εντολή pinMode και πριν κλείσει το άγκιστρο της ρουτίνας setup(). Επίσης, προσθέστε την γραμμή:

```
Serial.println("ON")
```

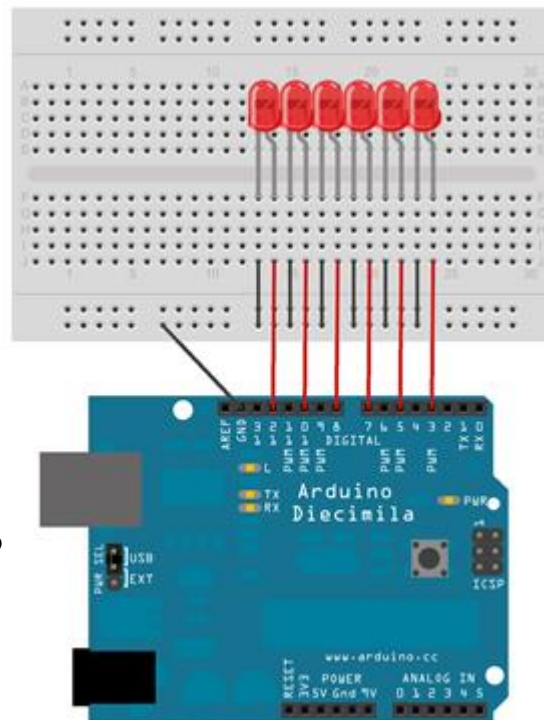
και την γραμμή:

```
Serial.println("OFF") )αμέσως μετά την πρώτη και την δεύτερη digitalWrite  
αντίστοιχα.
```



Εικόνα 8 :Παράδειγμα στο Λειτουργικό

Αφού κάνετε τις αλλαγές επιλέξτε όπως και πριν το Upload to I/O Board από το IDE για να γίνει ξανά μεταγλώττιση και να ανέβει το νέο binary στο Arduino. Αμέσως μετά, κάντε κλικ στο τελευταίο κουμπί της toolbar με επεξήγηση Serial Monitor για να μετατρέψετε το κάτω τμήμα του παραθύρου του IDE σε σειριακή κονσόλα και σύντομα θα δείτε το Arduino να σας στέλνει τα μηνύματά του.



Μπορείτε να πειραματιστείτε με το sketch, να φτιάξετε ωραία pattern με τα οποία αναβοσβήνει το LED, να το βάλετε να στέλνει διαφορετικές πληροφορίες στην σειριακή κ.λπ. αλλά ακόμα και αν μάθετε στο Arduino να σας μιλάει με κώδικα Morse, δεν παύει να είναι ένα LED που αναβοσβήνει και ενίοτε φλυαρεί στην σειριακή – δεν έχει κάτι σημαντικό να σας πει. Αυτό φυσικά συμβαίνει επειδή δεν έχετε συνδέσει ακόμα περιφερειακά στο Arduino σας και έτσι είναι σαν να έχετε ένα υπολογιστή χωρίς οθόνη, ποντίκι και πληκτρολόγιο.

## 2.5.2 Arduino (ασπίδες) shields

Πέραν όμως της μεγάλης ποικιλίας των πλακετών arduino, υπάρχει και μία μεγάλη ποικιλία από πλακέτες οι οποίες μπορούν να “κουμπώσουν” και να συνδεθούν με την πλακέτα arduino, με σκοπό την προέκταση των δυνατοτήτων της. Κάποιες από αυτές είναι:

**Xbee shield.** Το Xbee είναι μία κατασκευή η οποία επιτρέπει σε ένα arduino να επικοινωνήσει ασύρματα με έναν υπολογιστή σε απόσταση έως και 100 μέτρων. Στην πραγματικότητα η ασύρματη αυτή επικοινωνία επιτυγχάνεται από δύο πομποδέκτες. Ο κάθε πομποδέκτης αποτελείται από μία πλακέτα XBee Explorer USB η οποία είναι ένας μετατροπέας της USB θύρας σε σειριακή και ένα Xbee antenna.

Το **xbee antenna** είναι υπεύθυνο για να εκπέμπει και να λαμβάνει σειριακά ηλεκτρικά σήματα τα οποία έχουν διαμορφωθεί σε ηλεκτρομαγνητικά στην συχνότητα των 2.4GHz.

**Motor Controller.** Η ελεγκτές κινητήρων είναι πλακέτες οι οποίες χρησιμοποιούνται με σκοπό τον έλεγχο των κινητήρων. Εξαιτίας του ότι η πλακέτα arduino δεν έχει την δυνατότητα να τροφοδοτήσει με την απαιτούμενη ισχύ τους κινητήρες, παρουσιάστηκε η ανάγκη κατασκευής κυκλώματος όπου θα «οδηγεί» τους κινητήρες αυτούς.

**Voice Recognition Shield.** Είναι μία shield η οποία μαζί με το κατάλληλο software έχει την δυνατότητα να αναγνωρίσει μία ποικιλία φωνητικών εντολών που δίνονται από κάποιον χρήστη και να τις προωθήσει για να πραγματοποιήσει το arduino συγκεκριμένες ενέργειες.



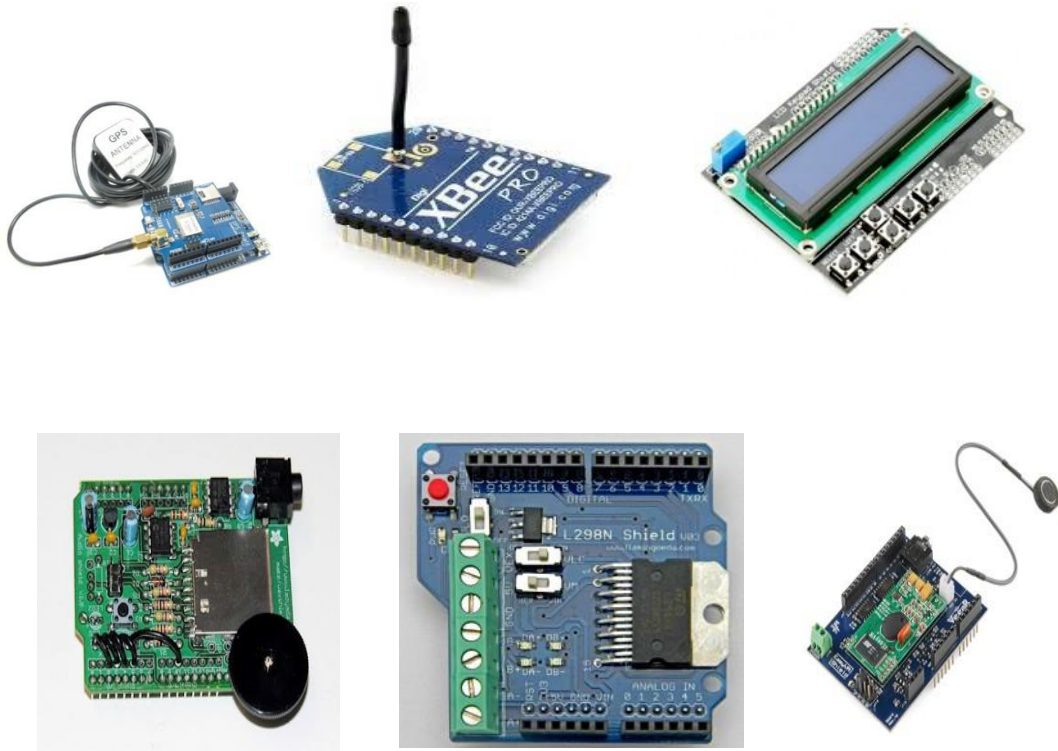
**LCD shield.** Το arduino σε συνδυασμό με μία LCD shield έχει την δυνατότητα να εμφανίσει διάφορα μενού ή μηνύματα σε μία οθόνη. Για παράδειγμα, οι χρήστες μπορούν μέσω της LCD να ενημερώνονται για τα αποτελέσματα που λαμβάνει ένα arduino από τους αισθητήρες που είναι συνδεδεμένοι. Έτσι δε χρειάζεται να συνδεθεί το arduino με τον υπολογιστή για να διαβαστούν τα αποτελέσματα από το serial monitor.

**GPS shield.** Η συγκεκριμένη πλακέτα επικοινωνεί με τουλάχιστον 3 δορυφόρους και επιστρέφει στο arduino έναν αριθμό μεταβλητών που αντιστοιχούν σε συντεταγμένες.

**Wave shield.** Είναι και αυτή μία πολύ ενδιαφέρον κατασκευή που δίνει την δυνατότητα στο arduino να αναπαράγει μουσικά αρχεία μορφοποιημένα σε WAVE(.wav).

**BlinkM.** Το BlinkM είναι ένα RGB led. Στην πραγματικότητα αποτελείται από τρεις διόδους led (red, green, blue) και εκμεταλλεύοντας την PWD δυνατότητα του arduino πραγματοποιεί μία μίξη των τριών βασικών χρωμάτων. Το αποτέλεσμα είναι να εκπέμπει μία πολύ μεγάλη ποικιλία φωτεινών χρωμάτων.

Η λίστα των arduino shields είναι αρκετά μεγάλη για να καλύψει τις απαιτητικές ανάγκες των σχεδιαστών για την πραγματοποίηση νέων ιδεών. Παρόλα αυτά όμως συνεχίζονται να σχεδιάζονται και να κατασκευάζονται καινούρια shields από διάφορες εταιρείες, έτσι μέρα με την μέρα οι σχεδιαστές έχουν την δυνατότητα να κατασκευάσουν όλο και περισσότερες πρωτότυπες ιδέες.



Εικόνα 9 - Arduino Shields από πάνω αριστερά προς τα κάτω: Xbee shield, GPS shield, voice recognition shield, LCD shield , motor shield, wave shield

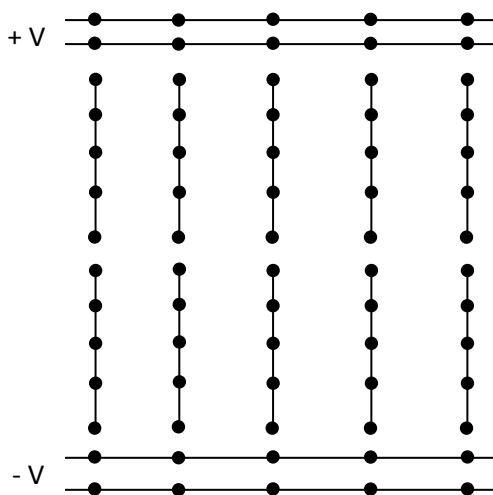
# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

## ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ

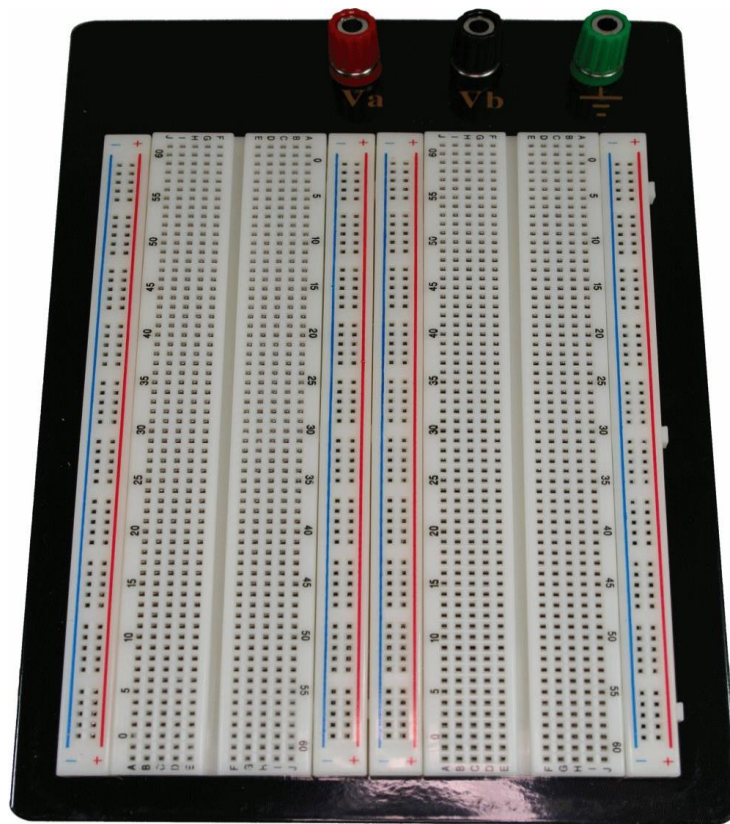
### 3.1 Ηλεκτρονική Πλακέτα ή raster

Η ηλεκτρονική πλακέτα αποτελεί κατά κάποιο τρόπο ένα ηλεκτρονικό «πίνακα» πάνω στον οποίο μπορούμε να κατασκευάσουμε το κύκλωμα. Για τον λόγο αυτό παρέχει την δυνατότητα να συνδέσουμε ηλεκτρικά διάφορα ηλεκτρονικά εξαρτήματα, χωρίς να χρησιμοποιήσουμε καλώδια για τις συνδέσεις αυτές. Πιο συγκεκριμένα, το ράστερ είναι μια πλακέτα με πλαστικό εξωτερικό περίβλημα και διαθέτει αρκετά σημεία επαφής τα οποία απέχουν μεταξύ τους συνήθως 2.54mm.

Κάθε τελεία αποτελεί και μια θέση (οπή) ενώ οι γραμμές που συνδέουν μεταξύ τους τις θέσεις (οπές) αποτελούν αγωγίμες ηλεκτρικές συνδέσεις μεταξύ των οπών (βραχυκυκλώματα) έτσι ώστε να μπορούμε να συνδέσουμε ηλεκτρικά διάφορα ηλεκτρονικά στοιχεία μεταξύ τους. Παρατηρούμε ότι στις δύο πρώτες και στις δύο τελευταίες οριζόντιες γραμμές όλες οι οπές είναι βραχυκυκλωμένες μεταξύ τους, γιατί συνήθως στις γραμμές αυτές συνδέονται οι δύο πόλοι της πηγής που χρησιμοποιούμε για την τροφοδοσία του κυκλώματος. Οι κατακόρυφες γραμμές συνδέουν αγωγήμα πέντε οπές μεταξύ τους, ενώ υπάρχουν δύο σειρές κατακόρυφων γραμμών αποτελούμενες από πεντάδες βραχυκυκλωμένων θέσεων.



Σχήμα 9: Διάγραμμα ηλεκτρικών συνδέσεων ηλεκτρονικής πλακέτας (raster)

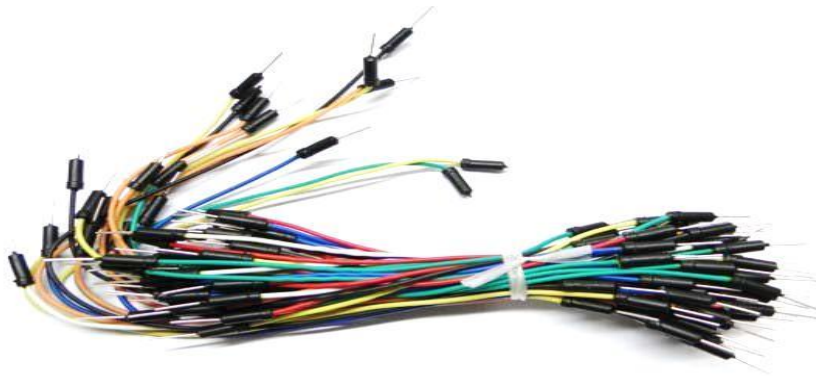


Εικόνα 10 : Ράστερ για την κατασκευή ηλεκτρονικών κυκλωμάτων

## 3.2 Λωρίδες τροφοδοσίας

Οι λωρίδες τροφοδοσίας αποτελούνται μόνο από δύο παράλληλες στήλες με σημεία επαφής. Η μια στήλη σημαίνεται συνήθως με κόκκινο χρώμα και το σύμβολο “+” ή το γράμμα “V”, ενώ η άλλη στήλη σημαίνεται με μαύρο ή μπλε χρώμα και το σύμβολο “-” ή το γράμμα “G”. Η βασική ιδιότητα αυτής της λωρίδας είναι ότι όλα τα σημεία επαφής καθεμιάς από τις δύο γραμμές της είναι βραχυκυκλωμένα. Ο ρόλος μιας λωρίδας τροφοδοσίας, λοιπόν, είναι να συνδεθεί σε αυτή μια τροφοδοσία και στη συνέχεια να τροφοδοτηθούν από αυτή τα διάφορα εξαρτήματα που είναι συνδεδεμένα στη λωρίδα τερματισμού.

Αφού τοποθετηθούν τα εξαρτήματα στη λωρίδα τερματισμού, η σύνδεση μεταξύ τους και με τη λωρίδα τροφοδοσίας μπορεί να γίνει με απλά καλώδια, οι γυμνές άκρες των οποίων μπορούν και αυτές να τερματιστούν στα σημεία επαφής του ράστερ.

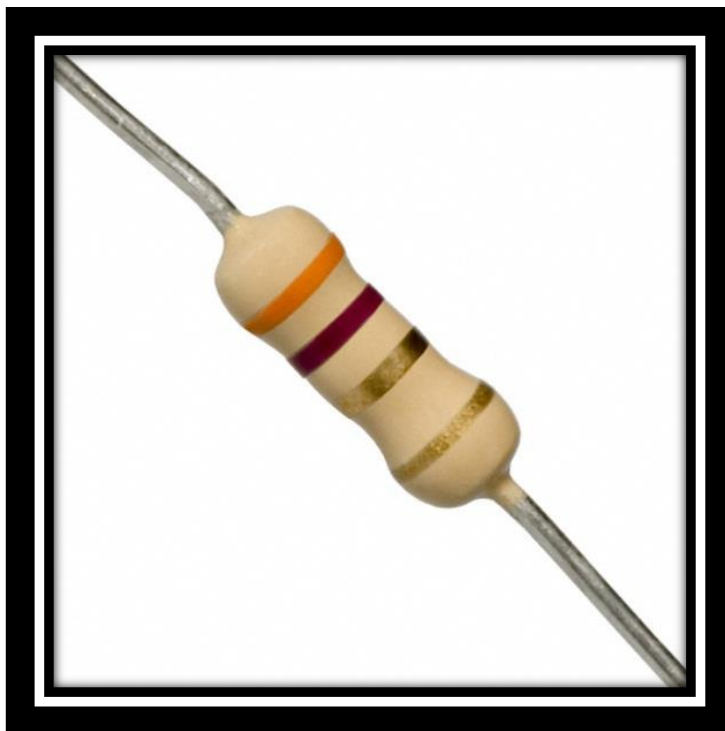


Εικόνα 11 : Λωρίδες Τροφοδοσίας

### 3.3 Αντιστάσεις

Ο αντιστάτης είναι ένα εξάρτημα το οποίο χρησιμοποιείται σε διάφορα κυκλώματα για τον έλεγχο της ροής του ηλεκτρικού ρεύματος. Οι πιο κοινές συνδεσμολογίες αντιστατών που συναντά κανείς στα ηλεκτρονικά κυκλώματα είναι η σύνδεση αντιστατών σε σειρά και η σύνδεση αντιστατών παράλληλα. Επίσης, ο αντιστάτης μερικές φορές λέγεται και ηλεκτρική αντίσταση.

Ωστόσο η ηλεκτρική αντίσταση είναι απλώς φαινόμενο και όχι εξάρτημα. Πιο συγκεκριμένα, είναι το μέγεθος με το οποίο προσμετράτε η δυσχέρεια στην έλευση ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από ένα υλικό, όταν το υλικό αυτό δε φέρει ιδιαίζον σχήμα έτσι ώστε να μην αναπτύσσονται επιπλέον ηλεκτρικές ιδιότητες οφειλόμενες σε χωρητικά ή επαγωγικά φαινόμενα.



Εικόνα 12 : Αντίσταση 3,7 Ohm

### 3.4 Ηλεκτρομηχανικό Κουμπί

Στην συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία χρησιμοποιούμε ένα ηλεκτρομηχανικό κουμπί πάνω στην πλακέτα του ράστερ μας, για να ενεργοποιούμε την λειτουργία του RFID Antenna. Πατώντας το περνάει ρεύμα και ανάβει το πράσινο λαμπάκι του RFID. Όταν δεν πατάμε το κουμπί το RFID είναι σε κατάσταση ύπνου(sleep mode) και δεν εκτελεί καμία λειτουργία.



Εικόνα 13 : Ηλεκτρομηχανικό κουμπί



### 3.5 Δίοδοι Εκπομπής Φωτός

Δίοδος εκπομπής φωτός αποκαλείται ένας ημιαγωγός ο οποίος εκπέμπει φωτεινή ακτινοβολία στενού φάσματος όταν του παρέχεται μία ηλεκτρική τάση κατά τη φορά ορθής πόλωσης. Επίσης, το χρώμα του φωτός που εκπέμπεται εξαρτάται από την χημική σύσταση του ημιαγωγικού υλικού που χρησιμοποιείται, και μπορεί να είναι υπεριώδες, ορατό ή υπέρυθρο.

Το μήκος κύματος του φωτός που εκπέμπεται και κατά συνέπεια το χρώμα του, εξαρτάται από το χάσμα ενέργειας των υλικών, τα οποία χρησιμοποιούνται για την δημιουργία του περάσματος p-n, (όπου p : υλικό νοθευμένο με αποδέκτες και n : υλικό νοθευμένο με δότες) της διόδου. Επίσης, μια δίοδος εκπομπής φωτός είναι στην ουσία μια ένωση p-n που έχει κατασκευαστεί από ένα ημιαγωγό άμεσου ενεργειακού χάσματος και στην οποία η επανασύνδεση των ζευγών ηλεκτρονίων - οπών έχει ως αποτέλεσμα την εκπομπή φωτονίων.



Εικόνα 14 : Φωτοδίοδος LED

Η βασική αρχή μίας διόδου εκπομπής φωτός είναι μια επαφή p-n η οποία πολώνεται ορθά για να εγγείη ηλεκτρόνια και οπές μέσα στις p- και n- πλευρές αντίστοιχα. Το εγγεόμενο φορτίο μειονότητας επανασυνδέεται με το φορτίο πλειονότητας στην περιοχή απογύμνωσης ή στην ουδέτερη περιοχή.

Σε ημιαγωγούς αμέσου διάκενου η επανασύνδεση οδηγεί σε εκπομπή φωτός αφού η ακτινοβόλα επανασύνδεση κυριαρχεί σε υλικά υψηλής ποιότητας. Σε υλικά έμμεσου χάσματος, η απόδοση εκπομπής φωτός είναι αρκετά φτωχή και οι περισσότερες από τις διαδρομές επανασύνδεσης είναι μη ακτινοβόλες με παραγωγή θερμότητας μάλλον παρά φωτός.

Στην πτυχιακή εργασία μας χρησιμοποιούμε την φωτοδίοδο LED. Η λειτουργία της είναι όταν παίρνει ρεύμα το κύκλωμα αυτή ανάβει και όταν πατάμε το ηλεκτρομηχανικό κουμπί τότε σβήνει. Χρησιμοποιείται σαν ένδειξη ότι το κύκλωμα είναι σε λειτουργία.

### 3.6 USB Καλώδιο Πλατφόρμας Arduino

Στην χρησιμοποίηση της πλακέτας του Arduino και στην συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία, κρίθηκε απαραίτητη η χρήση ειδικών καλωδίων USB για τον προγραμματισμό και την τροφοδοσία των πλατφορμών Arduino. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε ένα καλώδιο τύπου A-B (αρσενικό σε αρσενικό).



Εικόνα 15 : Μαύρο καλώδιο USB 2.0 τύπου A-B (αρσενικό σε αρσενικό)

### 3.7 Ηχείο 4 Ohm

Χρησιμοποιήσαμε για τις ανάγκες της πτυχιακής εργασίας ένα ηχείο των 4 ohm, το οποίο προγραμματίστηκε κατάλληλα ώστε να βγάζει ήχο σε κάθε πέρασμα της κάρτας, είτε είναι επιτυχής η πρόσβαση είτε όχι. Ο προγραμματισμός έγινε μέσω της γλώσσας wiring και για την αναπαραγωγή του ήχου και τονισμού του επιλέχτηκαν κατάλληλες νότες ώστε να γίνεται διακριτός ο ήχος της σωστής και της λάθος κάρτας, δηλαδή ποιος θα έχει πρόσβαση και ποιος όχι.



Εικόνα 16 : Ηχείο 4 ohm

### 3.8 Το Arduino Xbee shield

Το Arduino Xbee shield μας επιτρέπει να επικοινωνεί ασύρματα χρησιμοποιώντας την τεχνολογία Zigbee. Φτιάχτηκε σε συνεργασία με το Arduino. Είναι γενικά μια κάρτα επέκτασης που εγκαθιστάτε πάνω στο Arduino και μας επιτρέπει να έχουμε περισσότερες δυνατότητες και περισσότερες εισόδους και εξόδους ως ενδιάμεσος μεταξύ του Arduino και του Xbee modules. Εμείς στην προκειμένη εργασία θα χρησιμοποιήσουμε το Xbee modules rfid adena 125kHz που θα αναλύσουμε στην συνέχεια.



Εικόνα 17 : Xbee Shield

Οι κάρτες Xbee βασίζονται στο δικτυακό πρότυπο IEEE 802.15.4 και λειτουργούν στη ζώνη συχνοτήτων 2,4Ghz για τη μετάδοση δεδομένων, επίσης παρέχουν αξιόπιστη μετάδοση δεδομένων μεταξύ μικροελεγκτών και μπορούν να αξιοποιηθούν για την υλοποίηση ασύρματων ιδιωτικών δικτύων περιορισμένης εμβέλειας.

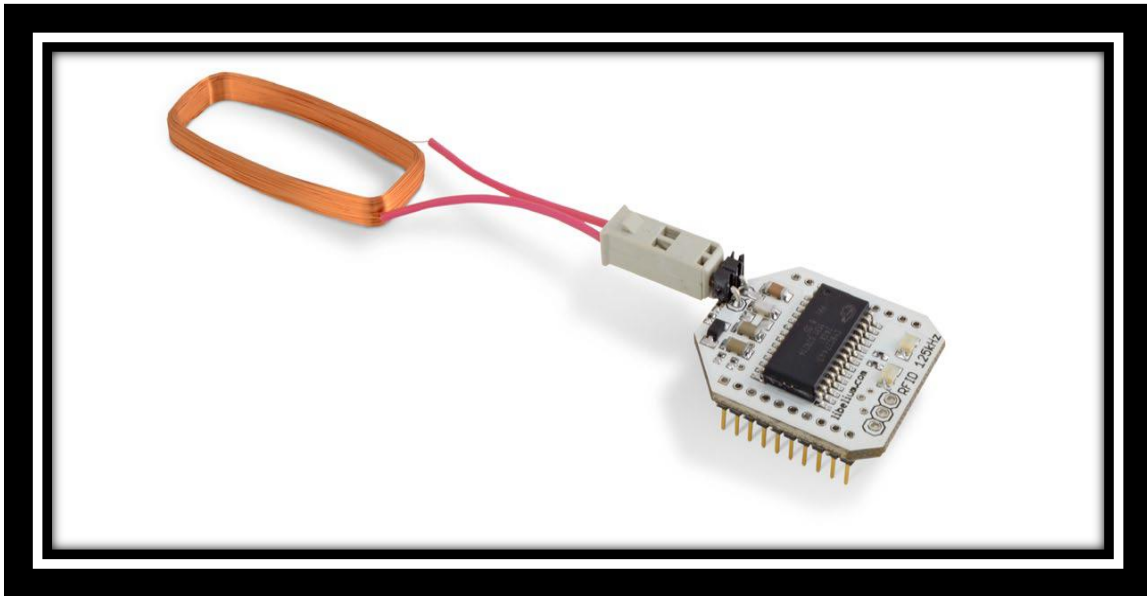
## Ιδιότητες

Όταν τα jumper (βραχυκυκλωτήρας) είναι στην Xbee θέση τότε μπορούμε να εισάγουμε κώδικα στο πρόγραμμά μας και να το αποθηκεύσουμε ώστε να κρατηθεί στην εσωτερική μνήμη του. Όταν θέλουμε να εκτελέσουμε το πρόγραμμα τότε μετακινούμε τα jumper βραχυκυκλωτήρας) στη θέση USb όπου και υπάρχει επικοινωνία με τον υπολογιστή και μπορούμε να εκτελέσουμε τον κώδικα τον οποίο έχουμε εισάγει προηγουμένως.

Παρακάτω παρατίθεται ο πίνακας της παραμετροποίησης της πλακέτας.

<i>Εντολή</i>	<i>Περιγραφή</i>	<i>Αποδεκτές Τιμές</i>	<i>Προεπιλεγμένη Τιμή</i>
ID	The network ID of the Xbee module.	0 - 0xFFFF	3332
CH	The channel of the Xbee module.	0x0B - 0x1A	0x0C
SH and SL	The serial number of the Xbee module (SH gives the high 32 bits, SL the low 32 bits). Read-only.	0 - 0xFFFFFFFF (for both SH and SL)	different for each module
MY	The 16-bit address of the module.	0 - 0xFFFF	0
DH and DL	The destination address for wireless communication (DH is the high 32 bits, DL the low 32).	0 - 0xFFFFFFFF (for both DH and DL)	0 (for both DH and DL)
BD	The baud rate used for serial communication with the Arduino board or computer.	0 (1200 bps) 1 (2400 bps) 2 (4800 bps) 3 (9600 bps) 4 (19200 bps) 5 (38400 bps) 6 (57600 bps) 7 (115200 bps)	3 (9600 baud)

### 3.9 RFID ANTENNA



Εικόνα 18 : Rfid 125 KHz και antenna

Το κύκλωμα Rfid Antenna χρησιμοποιείτε στην αναγνώριση των ετικετών – καρτών από τον πομπό. Δημιουργείται μια ηλεκτρομαγνητική περιοχή όπου οι παθητικές ετικέτες ενεργοποιούνται εφόσον πλησιάσουν το Rfid πομπό. Έτσι παίρνουν ρεύμα και μεταδίδουν τα δεδομένα στον υπολογιστή και αυτός με την σειρά του τα διαβάζει.

### Χαρακτηριστικά:

Συχνότητα:	125KHz
Rfid chip:	sm125
Uart interface:	115200bps
Ασφαλή μετάδοση:	4byte κωδικό
Διαμορφώσεις:	Manchester RF/64, Manchester RF/32
Συμβατότητα:	Reader/writer mode υποστήριξη ISO καρτών EM4102
Απόσταση:	5cm
Μέγιστη χωρητικότητα:	20Byte
Διαθέσιμες ετικέτες:	κάρτα, keyrings (Κάρτα κλειδιών)

Μια ετικέτα αποτελείται από τα εξής byte πληροφορίας :

header (1 byte):	Μας δείχνει την αρχή του πακέτου. Είναι πάντα 0xFF.
reserved (1 byte):	Είναι πάντα 0x01.
length (1 byte):	Μας δείχνει το μήκος του πακέτου (command + data bytes).
command (1 byte):	Μας δείχνει ποια εντολή πρέπει να εκτελεστεί.
data (N bytes):	Περιέχει τις παραμέτρους που χρειάζονται για να εκτελεστεί η επιλεγμένη εντολή.
checksum (1 byte):	Είναι η προσθήκη όλων των bytes του πακέτου εκτός της κεφαλίδας.



### 3.10 Ετικέτες RFID

Υπάρχουν τρεις κατηγορίες ετικετών , οι ενεργές , οι παθητικές και οι ημι-παθητικές.

- ❑ Οι ενεργές ετικέτες RFID διαθέτουν ένα πομπό και τη δική τους πηγή ενέργειας (συνήθως μια μπαταρία) που χρησιμοποιείται για τη λειτουργία του κυκλώματος του μικροεπεξεργαστή και τη μετάδοση του σήματος στον αναγνώστη.
- ❑ Οι παθητικές ετικέτες δεν έχουν μπαταρία και τροφοδοτούνται από το αναγνώστη, ο οποίος εκπέμπει ηλεκτρομαγνητικά κύματα που δημιουργούν πεδίο στην κεραία της ετικέτας.
- ❑ Υπάρχουν και οι ημι-παθητικές ετικέτες που χρησιμοποιούν μπαταρία για το μικροεπεξεργαστή, αλλά επικοινωνούν απορροφώντας ενέργεια από τον αναγνώστη.

*Στην εργασία μας χρησιμοποιήσαμε παθητικές ετικέτες οι οποίες τροφοδοτούνται μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων όταν βρεθούν σε συγκεκριμένη απόσταση .*



Εικόνα 19 :Ετικέτες μπρελόκ

### 3.11 Μοτέρ(servo)

Χρησιμοποιήσαμε ένα Μοτέρ της TowerPro Micro Servo sg 5010 mini για την προσομοίωση της επιτυχής πρόσβασης του χρήστη με συνέπεια την περιστροφή του μοτέρ και το σήκωμα της μπάρας που δίνει πρόσβαση στην εταιρία. Σε περίπτωση που ο χρήστης δεν αναγνωριστεί επιτυχώς, το μοτέρ δεν περιστρέφεται με αποτέλεσμα να μην σηκώνεται η μπάρα και να μην υπάρχει πρόσβαση.



Εικόνα 20 : Μοτέρ (servo)

#### Χαρακτηριστικά:

Διαστάσεις: 22x11.5x27mm

Ταχύτητα λειτουργίας (4.8V no load): 0.12sec/60 degrees

Δύναμη Περιστροφής : 1.2kg / 42.3oz(4.8V);1.6 kg / 56.4oz (6.0V)

Θερμοκρασία λειτουργίας : -30 to +60 βαθμούς C

Ρεύμα λειτουργίας : 3.0-7.2 Volts

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

## ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

## 4.1 Ιδέα - Σκοπός της Εργασίας

Στα χρόνια που ζούμε η τεχνολογία έχει πάρει μεγάλες διαστάσεις και τείνει να πάρει ακόμη μεγαλύτερες. Έχουμε ταύτιση της εξέλιξης του ανθρώπου, με αυτήν της τεχνολογίας. Η ιδέα μας επιρρέει μέσα από αυτήν την εξέλιξη, προσπαθώντας να επιτύχουμε ένα ασφαλές σύστημα το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην επιχείρηση, η ακόμη πολύ απλά στην πόρτα του σπιτιού μας.

Έτσι αποφασίσαμε να δημιουργήσουμε το δικό μας σύστημα ασφαλείας. Υπάρχουν αρκετές τεχνολογίες για την ανάπτυξη αυτού, και πιστεύουμε ότι θα δημιουργηθούν στο μέλλον περισσότερες, για την καλύτερη ασφάλεια που μπορούμε να επιτύχουμε. Ο τρόπος που αποφασίσαμε να υλοποιήσουμε το δικό μας σύστημα ασφαλείας, είναι αυτό του μικροπολογιστικού συστήματος Arduino σε συνδυασμό με την τεχνολογία RFID, δηλαδή την τεχνολογία της αναγνώρισης μέσω ραδιοσυχνοτήτων.

Παρόμοια εμπορικά συστήματα και εργαλεία διατίθενται ευρέως σε παγκόσμιο επίπεδο, και υπό την έννοια αυτή το κύριο ενδιαφέρον δεν εντοπίζεται μόνο στην εφαρμογή της τεχνολογίας RFID, αλλά και στις μεγάλες δυνατότητες που μας παρέχονται με την άμεση επέμβαση του χρήστη στο προγραμματιστικό περιβάλλον του ίδιου του υλικού (hardware) του Arduino.



Εικόνα 21 :Ανάγνωση Rfid

Εν κατακλείδι δημιουργήσαμε ένα σύστημα το οποίο μας δίνει την δυνατότητα, μιας ασύρματης ταυτοποίησης. Έτσι οι εγγεγραμμένοι χρήστες που έχουν περαστεί μέσα στο σύστημα, αυτοί και μόνο αυτοί θα μπορούν να πάρουν έγκριση ώστε να έχουν πρόσβαση. Με αυτόν τον τρόπο διασφαλίζεται η ταυτοποίηση και η ασφάλεια στο σημείο που θα επιλέξουμε να εγκαταστήσουμε το συγκεκριμένο υπολογιστικό σύστημα.



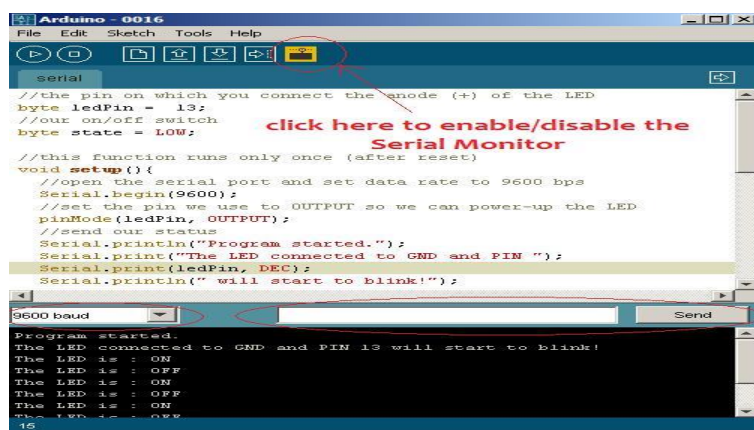
Εικόνα 22:Αναγνώστης Rfid

## 4.2 Παραμετροποίηση υλικού – λογισμικού

Πριν το πέρασμα από το υλικό, θα αναφέρουμε την απαραίτητη προετοιμασία που χρησιμοποιήσαμε από θέμα λογισμικού.

Όπως αναφέραμε σε προηγούμενο κεφάλαιο, η έκδοση του λογισμικού που χρησιμοποιήσαμε για την συγγραφή του προγράμματος καθώς και για την εκτέλεση αυτού, είναι το πρόγραμμα Arduino version 0023. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα είναι μια παραλλαγή της γνωστής C, C++ το οποίο διανέμεται δωρεάν μέσα από την επίσημη ιστοσελίδα [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc).

Για αρχή πήραμε ένα καλώδιο usb, το οποίο μεταδίδει τα δεδομένα του σειριακά και τροφοδοτεί το Arduino με ρεύμα, ρυθμίσαμε μέσα από το πρόγραμμα στο μενού tools->serial port την αντίστοιχη θύρα που συνδέσαμε το Arduino με τον υπολογιστή, καθώς ρυθμίσαμε και την ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων (baud rate) που επιλέξαμε να είναι η 19200 bps. Για να περάσουμε το πρόγραμμα στην μνήμη του Arduino, γράφουμε τον κώδικα πατάμε το κουμπί Verify ώστε να ελέγξουμε για τυχόν ορθογραφικά λάθη ή σφάλματα που τυχόν έχουμε στον κώδικα, και το τελικό πέρασμα στο Arduino γίνεται πατώντας το κουμπί upload(ανέβασμα).

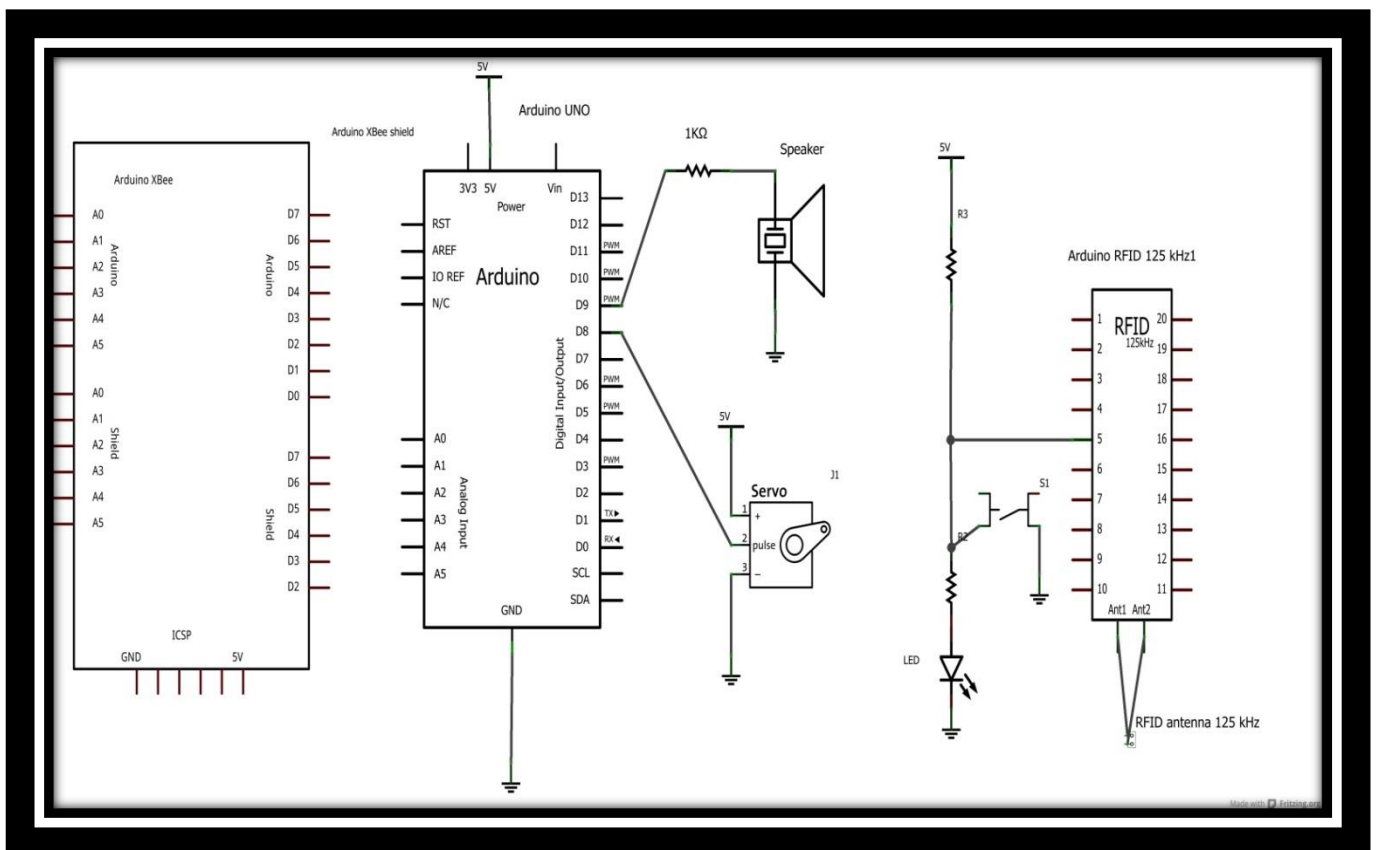


Εικόνα 23 :Παραμετροποίηση προγράμματος σύνδεσης

Ο πηγαίος κώδικας γράφεται μέσα στο λογισμικό, και με την εναλλαγή πάνω στο Arduino των jumper (βραχυκυκλωτήρας) επιτυγχάνουμε είτε την φόρτωση στην μνήμη είτε την εκτέλεση του προγράμματος. Η εμφάνιση γίνεται μέσα από το Serial Monitor , η κύρια οθόνη του προγράμματος μας όπου μέσα από αυτό γίνεται εμφανής όλη διαδικασία εκτέλεσης.

### 4.3 Υλοποίηση συστήματος

Στο παρακάτω σχεδιάγραμμα εμφανίζεται η συνδεσμολογία του κυκλώματος που υλοποιήσαμε.( Το σχεδιάγραμμα σχεδιάστηκε με τη βοήθεια του προγράμματος Fritzing, Το πρόγραμμα διανέμεται δωρεάν και παρέχετε μέσα στο cd).



Εικόνα 24 :Σχεδιάγραμμα διασύνδεσης (schematic)

Στο σχεδιάγραμμα βλέπουμε την καρδιά του συστήματος το Arduino Uno . Όπως παρατηρούμε και στην παρακάτω φωτογραφία, υπάρχει η θύρα usb που παρέχει την τροφοδοσία στο σύστημά μας. Επίσης υπάρχουν οι θύρες εισόδου και εξόδου, όπου εκεί επιτυγχάνονται οι συνδέσεις μεταξύ των υπόλοιπων εξαρτημάτων με το Arduino.

Ακόμη στην φωτογραφία φαίνεται ένα LED το οποίο μας βοηθάει να γνωρίζουμε πότε βρίσκεται σε λειτουργία το κύκλωμα καθώς και ο μικροελεγκτής ATmega328 που είναι ενσωματωμένος πάνω στο Arduino. Επειδή δεν μπορούμε να παρεμβάλουμε και να πειράζουμε τον μικροελεγκτή, γι αυτό τον λόγο μας δίνεται η δυνατότητα της «επέκτασης» των λειτουργιών μέσω των εικονιζόμενων pin (εισόδων-εξόδων), pin (τροφοδοσίας-γείωσης).

Το δεύτερο εξάρτημα που χρησιμοποιήσαμε είναι το Arduino Xbee Shield. Είναι μια κάρτα επέκτασης η οποία εγκαθίσταται πάνω στο Arduino, και μας παρέχει επιπλέον δυνατότητες για παράδειγμα την σύνδεση modules, όπως το RFID module που χρησιμοποιήσαμε εμείς καθώς και την ευκαιρία να μην χάσουμε τα pin εισόδου και εξόδου , που «κουμπώνουν» πάνω στο Arduino.

Πάνω στην κάρτα επέκτασης (Xbee Shield) , εγκαθιστούμε το RFID module antenna που είναι στην ουσία το εξάρτημα το οποίο ελέγχει ασύρματα τις κάρτες που κατέχουμε , για να έχουμε πρόσβαση στο σύστημα.

Από το 5<sup>ο</sup> pin του Rfid , φεύγει ένα καλώδιο που καταλήγει κάπου στο ράστερ όπου εκεί δημιουργούμε μια διακλάδωση . Στο ένα σημείο έχουμε μια αντίσταση 1 kΩ που την χρησιμοποιούμε για την σύνδεση με την πηγή τροφοδοσίας των 5V, ώστε το σύστημα μας να είναι σε κατάσταση αδράνειας (sleep mode) εφόσον δεν έχουμε πατήσει το κουμπί (button).



Η επόμενη διακλάδωση περιλαμβάνει το κουμπί (button) που ενεργοποιεί το Rfid όταν πατηθεί , και συνδέεται με την γείωση στο ένα άκρο του. Το άλλο άκρο του συνεχίζει και καταλήγει σε μια άλλη αντίσταση, η οποία με την σειρά της συνδέεται με μια φωτοδίοδο LED και καταλήγει στην γείωση του συστήματος.

Έτσι όταν θέλουμε να διαβάσουμε μια ετικέτα Rfid ενεργοποιούμε το κουμπί το οποίο σταματά με την σειρά του την κατάσταση αδρανείας του Rfid και έτσι ανάβει η ένδειξη πάνω στο Rfid ότι είναι σε κατάσταση λειτουργίας και μπορούμε να διαβάσουμε την ετικέτα μας. Όταν απελευθερώσουμε το κουμπί τότε ξαναενεργοποιείτε η κατάσταση αδρανείας καθώς δεν παίρνει ρεύμα το pin 5 του Rfid. Σε αυτή την περίπτωση περνάει ρεύμα από τον κόμβο και παίρνει ρεύμα η φωτοδίοδος και ανάβει .

Για την ειδοποίηση της πρόσβασης η της άρνησης πρόσβασης στο σύστημα έχουμε 2 εξαρτήματα τα οποία έχουμε τοποθετήσει για την αναγνώριση των χρηστών. Το ένα από αυτά είναι ένα ηχείο το οποίο συνδέεται με το Arduino μέσω της Shield στο ψηφιακό pin εισόδου – εξόδου με αριθμό 8. Έτσι μαζί με την βοήθεια μιας αντίστασης συνδέουμε το ηχείο στο θετικό πόλο με το Arduino και ο αρνητικός πόλος πηγαίνει στην γείωση του ράστερ. Αναλόγως την αναγνώριση του χρήστη ακούγεται από το ηχείο και ο ανάλογος ήχος.

Το δεύτερο εξάρτημα που χρησιμοποιήσαμε είναι ένα μοτοράκι τύπου servo (sg 5010 mini) δίνοντας του με ένα καλώδιο ρεύμα στα 5 volt ένα καλώδιο στην γείωση και ένα καλώδιο στο pin 9 το οποίο δίνει την σύνδεση με το Arduino και μέσω του προγράμματος τρέχει ο κώδικας και επιτελεί την λειτουργία του το μοτοράκι. Αυτό που κάνει είναι όταν υπάρχει επιτυχής ταυτοποίηση τότε το μοτοράκι σηκώνει την μπάρα για κάποια δευτερόλεπτα και στην συνέχεια κλείνει επιστρέφοντας στην κανονική (default) θέση του επαναφέροντας την μπάρα σε κλειστή θέση.

#### 4.4 Διαδικασία αυτόματου διαβάσματος κάρτας EM4102

Η κάρτα αποτελείται από ένα πλαίσιο UART frame που είναι το αναγνωριστικό της κάρτας. Αυτό το πλαίσιο καθορίζει το πώς θα διαβαστεί η κάρτα μας για να περαστούν και να αναγνωριστούν τα δεδομένα με την εισαγωγή τους στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Το συγκεκριμένο πλαίσιο γίνεται εμφανές παρακάτω.

<b>Header</b>	<b>Reserved</b>	<b>Length</b>	<b>Command</b>	<b>Data</b>	<b>CSUM</b>
1 Byte	1 Byte	1 Byte	1 Byte	N Byte	1 Byte

Περνώντας την κάρτα από το Rfid μηχάνημα το οποίο είναι προσαρτημένο στο εξάρτημά μας, γίνεται διάδοση μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και το αναγνωριστικό της κάρτας με το κύκλωμα είναι το παραπάνω πλαίσιο. Έτσι κάθε φορά που περνάμε την κάρτα από το κύκλωμά, αποστέλλονται τα δεδομένα στο παραπάνω πλαίσιο. Έχοντας αυτά τα δεδομένα τα ενσωματώνουμε στον κώδικά για να μπορεί να επικοινωνήσει το κύκλωμα με τον υπολογιστή. Υπάρχει και η σχετική αναφορά στα παραρτήματα όπως και στην σελίδα 79 που αναλύουμε όλο το πλαίσιο. Όλα τα πεδία του πλαισίου κατέχουν 1 Byte εκτός από τα Data που κατέχουν τα δεδομένα μας και στην προκειμένη περίπτωση είναι 5 Byte.

Εν κατακλείδι περνώντας την κάρτα, αποκωδικοποιούμε το παραπάνω πλαίσιο που μας μεταφέρει η κάρτα και το αντιστοιχούμε σε γλώσσα μηχανής μέσω του κώδικα. Έτσι μας εμφανίζονται οι 5 συστάδες από Byte Δεδομένων που βρίσκονται σε 16δική μορφή και μας απεικονίζεται ο μοναδικός κωδικός της κάρτας που κατέχει ο κάθε χρήστης.

## 4.5 Κώδικας του προγράμματος

Η εγγραφή του κώδικα στο σύστημά μας γεφυρώνει την επικοινωνία μεταξύ του υπολογιστικού συστήματος (μέσω του λογισμικού(software), όπου στην συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία χρησιμοποιείται η έκδοση Arduino – 0023), και του υλικού(hardware), που αποτελείται από την αναπτυξιακή πλακέτα του Arduino Uno και τα περιφερειακά του. Όλοι οι τύποι των μεταβλητών που χρησιμοποιούμε στο πρόγραμμα υποστηρίζονται από την παραπάνω έκδοση. Η γλώσσα στην οποία προγραμματίστηκε το σύστημα ασφαλείας είναι η γλώσσα Wiring, μια παραλλαγή της C,C++ όπως αναφέραμε και στο κεφάλαιο 2.

Στο πρόγραμμα μας χρησιμοποιήσαμε κάποιες βιβλιοθήκες – συναρτήσεις οι οποίες χρειάζονται για την αρχικοποίηση του κώδικα που σαν έξοδο θα έχει την σωστή τονική λειτουργία στο ηχείο μας. Έτσι το ηχείο μας θα πάλλεται σύμφωνα με την τονικότητα που εμείς έχουμε ορίσει. Αυτό φαίνεται στο αρχείο Pitches.h που περιλαμβάνει όλες τις αρχικοποιήσεις για τις νότες που υποστηρίζει η γλώσσα wiring.Το συγκεκριμένο αρχείο κεφαλίδας ενσωματώνεται στο κυρίως πρόγραμμά και <<τρέχει>> μέσα σε αυτό.

# Pitches.h

```
/******
```

```
* Public Constants
```

```
*****/
```

```
#define NOTE_B0 31
```

```
#define NOTE_C1 33
```

```
#define NOTE_CS1 35
```

```
#define NOTE_D1 37
```

```
#define NOTE_DS1 39
```

```
#define NOTE_E1 41
```

```
#define NOTE_F1 44
```

```
#define NOTE_FS1 46
```

```
#define NOTE_G1 49
```

```
#define NOTE_GS1 52
```

```
#define NOTE_A1 55
```

```
#define NOTE_AS1 58
```

```
#define NOTE_B1 62
```

```
#define NOTE_C2 65
```

```
#define NOTE_CS2 69
```

```
#define NOTE_D2 73
```

```
#define NOTE_DS2 78
```

```
#define NOTE_E2 82
```

#define NOTE\_F2 87  
#define NOTE\_FS2 93  
#define NOTE\_G2 98  
#define NOTE\_GS2 104  
#define NOTE\_A2 110  
#define NOTE\_AS2 117  
#define NOTE\_B2 123  
#define NOTE\_C3 131  
#define NOTE\_CS3 139  
#define NOTE\_D3 147  
#define NOTE\_DS3 156  
#define NOTE\_E3 165  
#define NOTE\_F3 175  
#define NOTE\_FS3 185  
#define NOTE\_G3 196  
#define NOTE\_GS3 208  
#define NOTE\_A3 220  
#define NOTE\_AS3 233  
#define NOTE\_B3 247  
#define NOTE\_C4 262  
#define NOTE\_CS4 277  
#define NOTE\_D4 294  
#define NOTE\_DS4 311  
#define NOTE\_E4 330

#define NOTE\_F4 349  
#define NOTE\_FS4 370  
#define NOTE\_G4 392  
#define NOTE\_GS4 415  
#define NOTE\_A4 440  
#define NOTE\_AS4 466  
#define NOTE\_B4 494  
#define NOTE\_C5 523  
#define NOTE\_CS5 554  
#define NOTE\_D5 587  
#define NOTE\_DS5 622  
#define NOTE\_E5 659  
#define NOTE\_F5 698  
#define NOTE\_FS5 740  
#define NOTE\_G5 784  
#define NOTE\_GS5 831  
#define NOTE\_A5 880  
#define NOTE\_AS5 932  
#define NOTE\_B5 988  
#define NOTE\_C6 1047  
#define NOTE\_CS6 1109  
#define NOTE\_D6 1175  
#define NOTE\_DS6 1245  
#define NOTE\_E6 1319

#define NOTE\_F6 1397  
#define NOTE\_FS6 1480  
#define NOTE\_G6 1568  
#define NOTE\_GS6 1661  
#define NOTE\_A6 1760  
#define NOTE\_AS6 1865  
#define NOTE\_B6 1976  
#define NOTE\_C7 2093  
#define NOTE\_CS7 2217  
#define NOTE\_D7 2349  
#define NOTE\_DS7 2489  
#define NOTE\_E7 2637  
#define NOTE\_F7 2794  
#define NOTE\_FS7 2960  
#define NOTE\_G7 3136  
#define NOTE\_GS7 3322  
#define NOTE\_A7 3520  
#define NOTE\_AS7 3729  
#define NOTE\_B7 3951  
#define NOTE\_C8 4186  
#define NOTE\_CS8 4435  
#define NOTE\_D8 4699  
#define NOTE\_DS8 4978

# Κυρίως Κώδικας

---

```
#include <Servo.h>           //Αρχικοποιούμε τη βιβλιοθήκη για το μοτέρ

#include "pitches.h"         //Αρχικοποιούμε τη βιβλιοθήκη για το ηχείο

byte data[5];              //Δηλώνουμε την μεταβλητή μας 5 θέσεων σαν τύπο char των 5 θέσεων

int value = 0;             //Μηδενίζουμε και δηλώνουμε την μεταβλητή value

//Δηλώνουμε 1 μεταβλητή για κάθε μια από τις 3 κάρτες μας

byte sifounios[5] = {0x31, 0x00, 0x39, 0xB3,0xBB};

byte pisokas[5] = {0x31, 0x00, 0x39, 0xAA,0x9D};

byte mpalouktsis[5] = {0x01, 0x00, 0x0E, 0x1E,0xE3};

//Ορίζουμε 1 μεταβλητή για κάθε μια μελωδία για την κάθε κάρτα μας και αντιστοιχούμε τους
κατάλληλους ήχους της επιλογής μας.

int sif_melody[] = {NOTE_G4,0, NOTE_A4,0, NOTE_B4,0, NOTE_A4,0,
NOTE_B4,0, NOTE_C5,0};

int sif_noteDurations[]={8,8,8,8,8,4,8,8,8,8,4};

int pis_melody[] = {NOTE_G4, NOTE_G3,NOTE_G3, NOTE_A3, NOTE_G3,0,
NOTE_B3, NOTE_C4};

int pis_noteDurations[]={8,8,8,8,8,4,8,8,8,8,4};
```



```
int mpal_melody[] = {NOTE_C4, NOTE_G3,NOTE_G3, NOTE_A3, NOTE_G3,0,  
NOTE_B3, NOTE_C4};
```

```
int mpal_noteDurations[]={8,8,8,8,8,4,8,8,8,8,8,4};
```

```
//Η ίδια διαδικασία επιτελείτε και για την περίπτωση του λανθασμένου ήχου.
```

```
int fail_melody[] = {NOTE_G2,0 ,NOTE_F2,0,NOTE_D2,0};
```

```
int fail_noteDurations[]={8,8,8,8,8,4};
```

```
//Ορίζουμε την μεταβλητή pos που αναπαριστά την αρχική θέση για το μοτέρ μας.
```

```
int pos = 0;
```

```
//Ακέραιες μεταβλητές οι οποίες είναι οι είσοδοι για την επικοινωνία του ηχείου και του μοτέρ με το  
Arduino.
```

```
int speaker_pin=9;
```

```
int servoPin=8;
```

```
//Δηλώνουμε την μεταβλητή με όνομα doorLock τύπου Servo για την επικοινωνία με το μοτέρ.
```

```
Servo doorLock;
```

```
//Αρχικοποιούμε την βασική ρουτίνα η οποία εκτελείται μόνο μια φορά κατά την εκκίνηση του  
προγράμματος.
```

```
void setup()
```

```
{
```

`doorLock.attach(servoPin);` //Αντιστοιχίσε την μεταβλητή με όνομα `doorLock` στο pin 9 του Arduino που συνδέει το μοτέρ.

//Δηλώνουμε την ταχύτητα επικοινωνίας του Αρντουίνο με την σειριακή θύρα (Θύρα USB) που θα πραγματοποιεί ανάγνωση και εγγραφή .

`Serial.begin(19200);`

//Σε αυτό το στάδιο εγγράφουμε σε έναν buffer το πλήρες πλαίσιο δεδομένων που διαβάζουμε από την κάρτα μας. Το `0xFF` δηλώνει πάντα την αρχή του πλαισίου και το πρώτο byte.

`Serial.print(0xFF,BYTE);` //Header

`Serial.print(0x01,BYTE);` //Reserved

`Serial.print(0x09,BYTE);` //Length(Command + Data)

`Serial.print(0x87,BYTE);` //Command (0x87 sets auto mode)

`Serial.print(0x01,BYTE);` //Enable auto-Read

`Serial.print(0x03,BYTE);` //Mode Manchester RF/64

`Serial.print(0x02,BYTE);` //total number of block to be read

`Serial.print(0x00,BYTE);` //No password expected

`Serial.print(0x10,BYTE);` //Password byte 1

`Serial.print(0x20,BYTE);` //Password byte 2

`Serial.print(0x30,BYTE);` //Password byte 3

`Serial.print(0x40,BYTE);` //Password byte 4

`Serial.print(0x37,BYTE);` //Checksum

*//Περίμενε 0,5 δευτερόλεπτο για να ετοιμαστεί για διάβασμα*

```
delay(500);
```

*//Ανακτά τα δεδομένα που είχε ο buffer και τυπώνουμε το μήνυμα να περαστεί η κάρτα προς διάβασμα.*

```
Serial.flush();
```

```
Serial.println();
```

```
Serial.println("Parakalo patiste to koumpi kai peraste tin karta... ");
```

```
}
```

*//Εκτελούμε συνέχεια την συνθήκη σαν να είναι αληθής και περιλαμβάνετε ο κορμός του προγράμματος.*

```
void loop()
```

```
{
```

*//Διαβάζουμε τα πρώτα δεδομένα της κάρτας μας. Μετά από αυτό κάνουμε τον έλεγχο στο πλαίσιο δεδομένων μας αν είναι η αρχή του πακέτου διάφορη της δεκαεξαδικής τιμής 0xff να μας ζητάει να διαβαστεί η κάρτα, ανά δευτερόλεπτο.*

```
value = Serial.read();
```

```
while(value != 0xff)
```

```
{
```

```
value=Serial.read();
```

```
delay(1000);
```

```
}
```

*//Διαβάζουμε τα 3επόμενα στοιχεία της κάρτας(Reserved,Length,Command).*

```
Serial.read();
```

```
Serial.read();
```

```
Serial.read();
```

*//Διαβάζουμε όλα τα δεδομένα της κάρτας.*

```
data[0]=Serial.read();
```

```
data[1]=Serial.read();
```

```
data[2]=Serial.read();
```

```
data[3]=Serial.read();
```

```
data[4]=Serial.read();
```

*//Διαβάζουμε το checksum τελευταίο byte.*

```
Serial.read();
```

*//Δηλώνουμε τρεις μεταβλητές boolean για να αναγνωρίζουμε τις κάρτες μας.*

```
boolean sif_card = true;
```

```
boolean pis_card = true;
```

```
boolean mpal_card = true;
```

*//Βρίσκουμε την κάρτα εμφανίζουμε σχετικό μήνυμα και περνάμε τα δεδομένα ως 16δικά.*

```
Serial.print("I karta brethike.O kodikos tis einai : ");
```

```
for (int i=0; i<5; i++)
```

```
{
```

```
  if (data[i] <16) Serial.print("0");
```

```
Serial.print(data[i],HEX);
```

*//Ελέγχουμε αν τα δεδομένα που διαβάσαμε αντιστοιχούν σε κάποιον από τους εγγεγραμμένους χρήστες.*

```
if(data[i] !=sifounios[i]) sif_card = false;
```

```
if(data[i] !=pisokas[i]) pis_card = false;
```

```
if(data[i] !=mpalouktsis[i]) mpal_card = false;
```

```
}
```

```
Serial.println();
```

*//Εφόσον κάποιος χρήστης αντιστοιχεί στην κάρτα που διαβάστηκε εμφανίζετε το κατάλληλο μήνυμα και παράγετε αντίστοιχος ήχος από το ηχείο του συστήματος αναλόγως αν υπάρχει πρόσβαση ή όχι.*

```
if (sif_card)
```

```
{
```

```
Serial.println("Kalosirthate k.Efthymie Sifounie!!");
```

```
for (int i=0; i<12; i++)
```

```
{
```

```

int sif_noteDuration=1000/sif_noteDurations[i]; //Θέτω την διάρκεια για τον ήχο
tone(speaker_pin, sif_melody[i],sif_noteDuration); //Βάζω την μελωδία στο ηχείο
int sif_pauseBetweenNotes = sif_noteDuration*1.30; //ρυθμίζω την ταχύτητα
delay(sif_pauseBetweenNotes); //Βάζουμε μια καθυστέρηση ανάμεσα στις νότες
noTone(speaker_pin); //Σταματάμε τον ήχο
}
}

else if (pis_card)
{
Serial.println("Kalosirthate k.Alexandre Pisoka!!");

for (int i=0; i<12; i++)
{
int pis_noteDuration=1000/pis_noteDurations[i];
tone(speaker_pin, pis_melody[i],pis_noteDuration);
int pis_pauseBetweenNotes = pis_noteDuration*1.30;
delay(pis_pauseBetweenNotes);
noTone(speaker_pin);
}
}
}

```

```

else if (mpal_card)

{

    Serial.println("Kalosirthate k.Anastasio Mpalouksi!!");

    for (int i=0; i<12; i++)

    {

        int mpal_noteDuration=1000/mpal_noteDurations[i];

        tone(speaker_pin, mpal_melody[i],mpal_noteDuration);

        int mpal_pauseBetweenNotes = mpal_noteDuration*1.30;

        delay(mpal_pauseBetweenNotes);

        noTone(speaker_pin);

    }

}

```

*//Σε αντίθετη περίπτωση που δεν υπάρχει ο χρήστης εγγεγραμμένος εμφανίζεται το παρακάτω μήνυμα και παράγετε ένας "fail" ήχος από το ηχείο του συστήματος μας.*

```

else

{

    Serial.println("Signomi den mporeite na perasete");

    for (int i=0; i<6; i++)

    {

        int fail_noteDuration=1000/fail_noteDurations[i];

        tone(speaker_pin, fail_melody[i],fail_noteDuration);

        int fail_pauseBetweenNotes = fail_noteDuration*1.30;

```

```
    delay(fail_pauseBetweenNotes);

    noTone(speaker_pin);

}

}

//Σε αυτό το σημείο γίνεται έλεγχος για το αν αναγνωρίστηκε κάποιος χρήστης ώστε να δοθεί
κατάλληλο σήμα στο μοτέρ μέσω της doorLock.

if (sif_card || pis_card || mpal_card)

{

    doorLock.write(180);

    delay(5000);

    doorLock.write(0);

}

Serial.println();

}
```



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

## Συμπεράσματα –Μελλοντικές επεκτάσεις

## 5.1 Περίληψη

Όπως είδαμε το σύστημα που σχεδιάστηκε είναι κατάλληλο για εφαρμογές, όπου επιθυμούμε η πρόσβαση σε ένα χώρο να γίνεται ηλεκτρονικά και ασύρματα με τη βοήθεια της τεχνολογίας των RFID. Η τεχνική αυτή προσφέρει μεγαλύτερη αξιοπιστία και ασφάλεια σε χώρους όπου η πρόσβαση απαιτεί έλεγχο των ατόμων που έχουν εξουσιοδότηση για αποφυγή κλοπών, βανδαλισμών και άλλων συναφών γεγονότων. Φυσικά το σύστημα μπορεί να αναπτυχθεί και άλλο ή ακόμα και να τροποποιηθεί, ανάλογα με τις ανάγκες. Επίσης θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε ένα σύστημα ασφαλείας όπου υπάρχουν πραγματικές συνθήκες για τον έλεγχο εξουσιοδότησης για τα άτομα που έχουν ή όχι πρόσβαση σε κάποιο χώρο.

## 5.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις

Μετά την περάτωση της εργασίας είμαστε σε θέση να επισημάνουμε ορισμένες βελτιώσεις. Μια μελλοντική ανάπτυξη του συστήματος, θα μπορούσε να είναι η δημιουργία ενός κατάλληλου λογισμικού στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, το οποίο θα επικοινωνεί με τον μικροελεγκτή και θα κρατάει αρχείο εισόδου των ατόμων που έχουν ζητήσει πρόσβαση, καθώς και τα αποτελέσματα θα εμφανίζονται σε μια οθόνη υγρών κρυστάλλων (LCD) ώστε να υπάρχει πλήρης ανεξαρτησία του κυκλώματος από κάποια άλλη συσκευή ώστε να δουλεύει αυτόνομα καθώς και με το αρχείο εισόδου (βάση δεδομένων) θα μπορεί να κρατάει στατιστικά και να μας παρέχει πλήρες έλεγχο για τα άτομα που πήραν πρόσβαση από το σύστημα( Μήνα Ημέρα ώρα).

Επίσης με προσθήκη ενός ακόμα RFID αναγνώστη μπορεί να επιτευχθεί και έλεγχος εξόδου, ώστε να γνωρίζουμε την ώρα και την ημερομηνία εισόδου και εξόδου των εξουσιοδοτημένων ατόμων. Με αυτόν τον τρόπο καλύπτουμε πλήρως και την είσοδο και την έξοδο όσων έχουν πρόσβαση στο σύστημα μας.

Μια αναπτυσσόμενη στις ημέρες μας τεχνολογία επίσης η οποία αξίζει να σημειωθεί είναι η επικοινωνία κοντινού πεδίου(near field communication, NFC),που αποτελεί μια πρωτότυπη τεχνολογία συνδεσιμότητας, η οποία διαδίδεται και εξελίσσεται ραγδαία με κύριο σκοπό τη λύση αρκετών προβλημάτων, σύγχρονων αλλά και μελλοντικών. Η λειτουργία της βασίζεται στην επαφή ή στη προσέγγιση, σε απόσταση 4 ή 5 εκατοστών της συσκευής που περιέχει το τσιπ NFC.Η τεχνολογία αυτή συνδυάζει παλαιότερες τεχνολογίες ασύρματης επικοινωνίας όπως το Bluetooth και το RFID, οι οποίες εναρμονίζονται ώστε να παρέχονται υπηρεσίες στους χρήστες στις παρακάτω ενδεικτικές περιπτώσεις:

- Έλεγχος πρόσβασης
- Ηλεκτρονικές συναλλαγές
- Ανταλλαγή και συλλογή πληροφοριών
- Νομιμότητα
- Πληρωμές
- Μεταφορές/Διαβιβάσεις
- Πιστοποιήσεις

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΠΗΓΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ**

- [1] Klaus Finkenzeller, RFID HANDBOOK, Fundamentals and Applications in Contactless Smart Card Identification, Second Edition" , Wiley England ,2003
- [2] V.Daniel Hunt , Albert Puglia, Mike Puglia, "RFID-A Guide to Frequency Identification" Wiley England 2003
- [3] Massimo Banzi "Getting Started with Arduino 2008"
- [4] Brian Evans "Beginning Arduino Programming 2011"
- [5] Michael Margolis "Arduino Cookbook, 2nd Edition 2012"
- [6] Dirk Henrici "RFID Security and Privacy": Concepts, Protocols, and Architectures (Lecture Notes Electrical Engineering) 2008
- [7] ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΠΑΠΑΜΑΡΚΟΣ "Ηλεκτρικά Κυκλώματα" - Τόμος Α,Β

## ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

[1] Datasheet ATmega328

<http://www.sparkfun.com/datasheets/Components/SMD/ATmega328.pdf>

[2] Επίσημη Σελίδα Arduino

<http://www.arduino.cc/>

[3] Στοιχεία Για το Arduino Uno

<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>

[4] Arduino 0023 Software (Windows-Mac OS-Linux)

<http://arduino.cc/en/Main/Software>

[5] Xbee Shield

<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoXbeeShield>

[6] Online Retail Store

[www.sparkfun.com](http://www.sparkfun.com)

[7] Εταιρεία Κατασκευής ολοκληρωμένων κυκλωμάτων

[www.libelium.com](http://www.libelium.com)

[8] [http://www.sonmicro.com/en/downloads/125/ds\\_SM125\\_V30.pdf](http://www.sonmicro.com/en/downloads/125/ds_SM125_V30.pdf)

[9] Πρόγραμμα Για Την Κατασκευή Σχεδιαγράμματος Του Συστήματος

<http://fritzing.org/download/>

[10] Online Εγχειρίδιο Arduino

<http://www.ladyada.net/learn/arduino/index.html>

[11] Open-source programming framework for microcontrollers

<http://wiring.org.co/>

## Περιεχόμενα Σχημάτων –Εικόνων

### Σχήματα:

Σχήμα 1:Σύγκριση Συστημάτων Αυτόματης Αναγνώρισης.....	11
Σχήμα 2:Οι τρεις βασικές διατάξεις των Rfid.....	13
Σχήμα 3: Ετικέτα Rfid.....	14
Σχήμα 4:Κατασκευή Ετικέτας Rfid .....	15
Σχήμα 5:Αναγνώστης Ετικέτας Rfid .....	16
Σχήμα 6:Φάσμα Ραδιοσυχνοτήτων .....	18
Σχήμα 7:Δύο τύποι ετικετών σε διαφορετικά εύρη συχνοτήτων .....	20
Σχήμα 8:παγκόσμια αγορά ετικετών .....	21
Σχήμα 9: Διάγραμμα ηλεκτρικών συνδέσεων ηλεκτρονικής πλακέτας (raster)..	66

### Εικόνες:

Εικόνα 1: Μικροπεξεργαστές από τις εταιρίες NEC, Texas Instruments και Toshiba.....	39
Εικόνα 2: Μικροελεγκτής Arduino.....	43
Εικόνα 3: Starter Kit Μικροελεγκτή Arduino.....	44
Εικόνα 4: Από πάνω αριστερά προς τα κάτω: arduino nano, bluetooth, LiliPad, pro, serial, mega, serial single sided.....	47
Εικόνα 5: Αναλυτική περιγραφή.....	48
Εικόνα 6: ac adaptor.....	51
Εικόνα 7: Αναγνώριση Συσκευής.....	54
Εικόνα 9: Παράδειγμα στο Λειτουργικό.....	61
Εικόνα 10: Arduino Shields από πάνω αριστερά προς τα κάτω: Xbee shield, GPS shield, voice recognition shield, LCD shield , motor shield, wave shield.....	64
Εικόνα 11: Ράστερ για την κατασκευή ηλεκτρονικών κυκλωμάτων.....	67
Εικόνα 12: Λωρίδες Τροφοδοσίας.....	68
Εικόνα 13: Αντίσταση 3,7 Ohm.....	69
Εικόνα 14: Ηλεκτρομηχανικό κουμπί.....	70
Εικόνα 15: Φωτοдиодος LED.....	71

<b>Εικόνα 16: Μαύρο καλώδιο USB 2.0 τύπου A-B (αρσενικό σε αρσενικό).....</b>	<b>73</b>
<b>Εικόνα 17: Ηχείο 4 ohm.....</b>	<b>74</b>
<b>Εικόνα 18: Xbee Shield.....</b>	<b>75</b>
<b>Εικόνα 19: Rfid 125 KHz και antenna.....</b>	<b>77</b>
<b>Εικόνα 20: Ετικέτες μπρελόκ.....</b>	<b>79</b>
<b>Εικόνα 21: Μοτέρ (servo).....</b>	<b>80</b>
<b>Εικόνα 22: Ανάγνωση Rfid.....</b>	<b>82-83</b>
<b>Εικόνα 23: Παραμετροποίηση προγράμματος σύνδεσης.....</b>	<b>84</b>
<b>Εικόνα 24: Σχεδιάγραμμα διασύνδεσης (schematic).....</b>	<b>85</b>

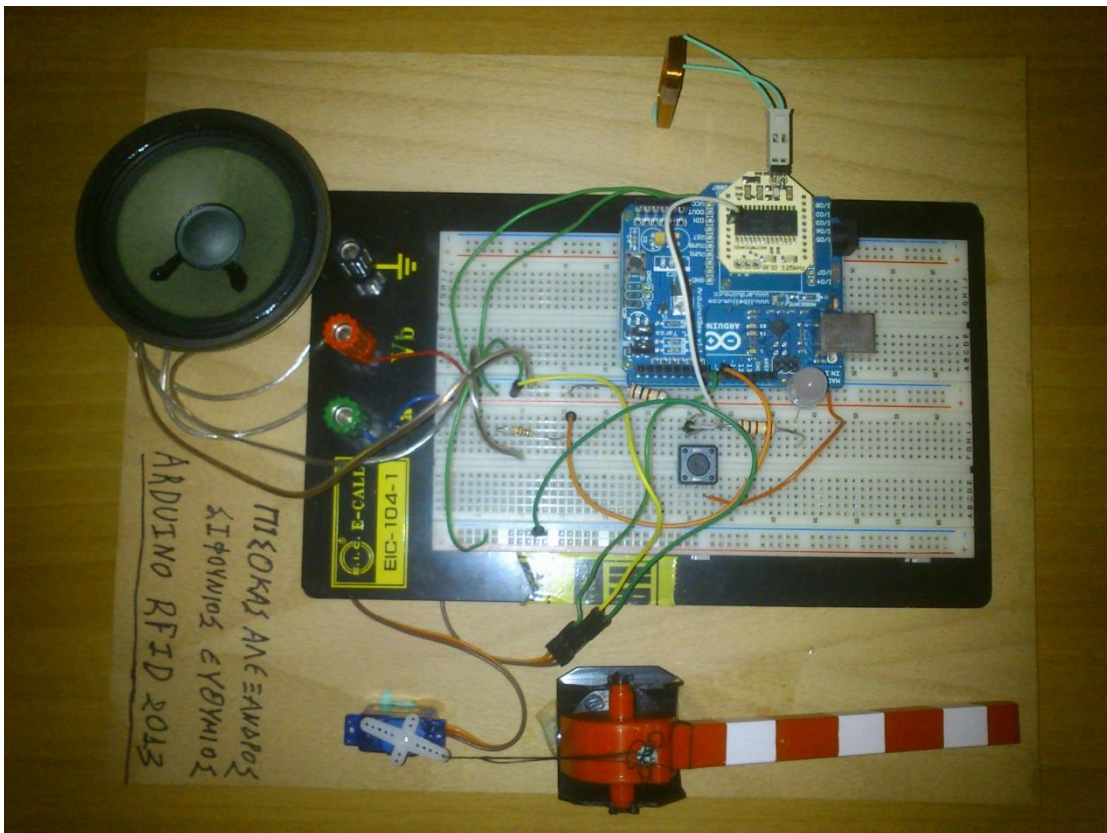


# **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ**

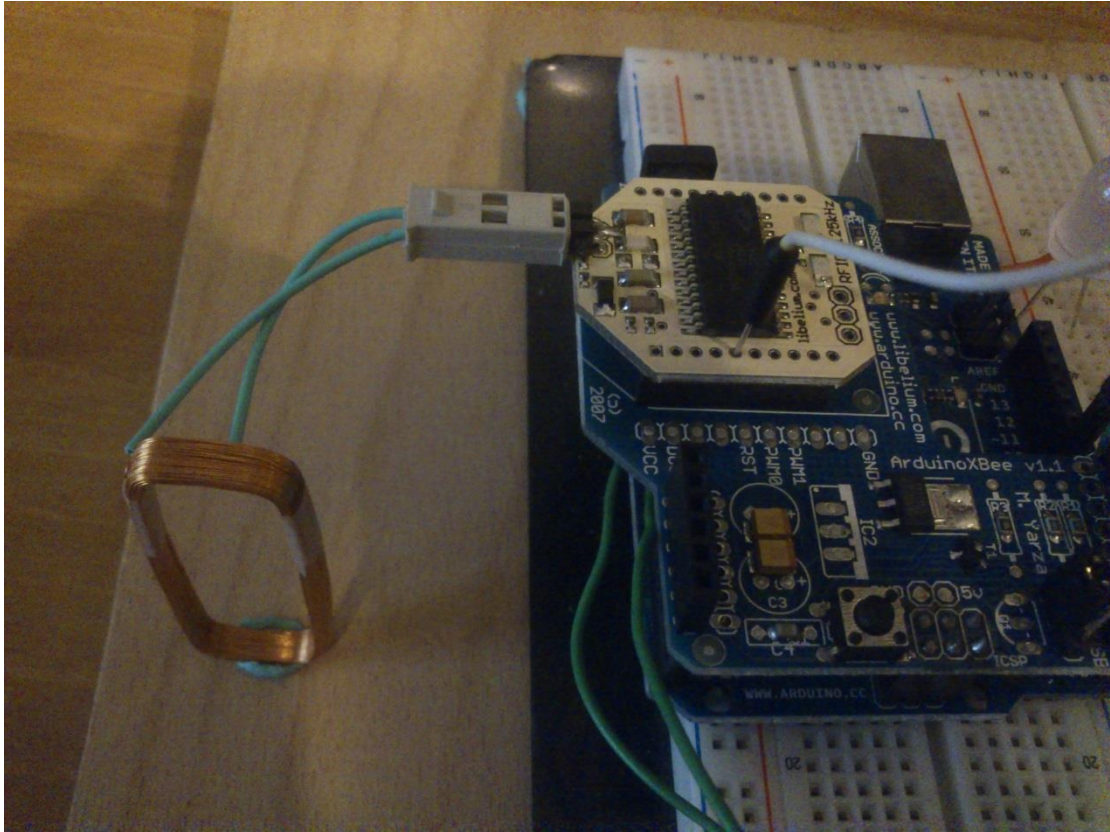
**Παράρτημα Α' Φωτογραφίες**

**Παράρτημα Β' Φύλλα Δεδομένων**

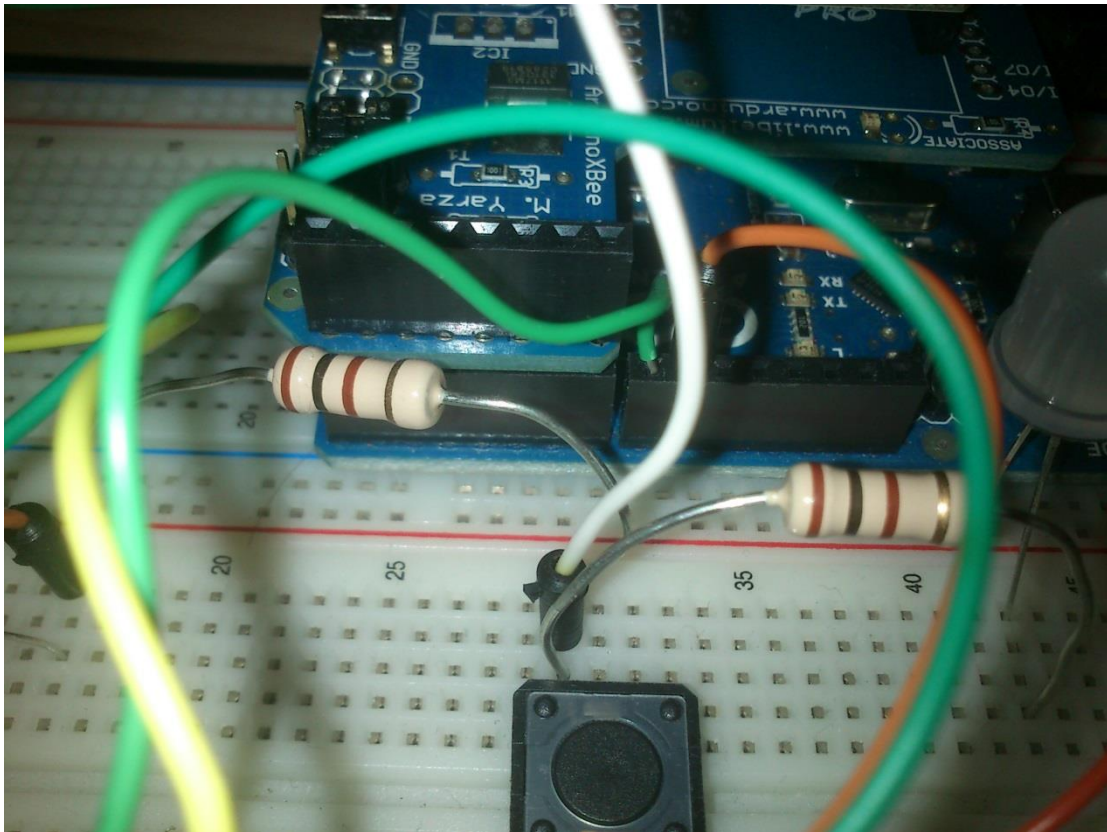
## Παράρτημα Α' Φωτογραφίες



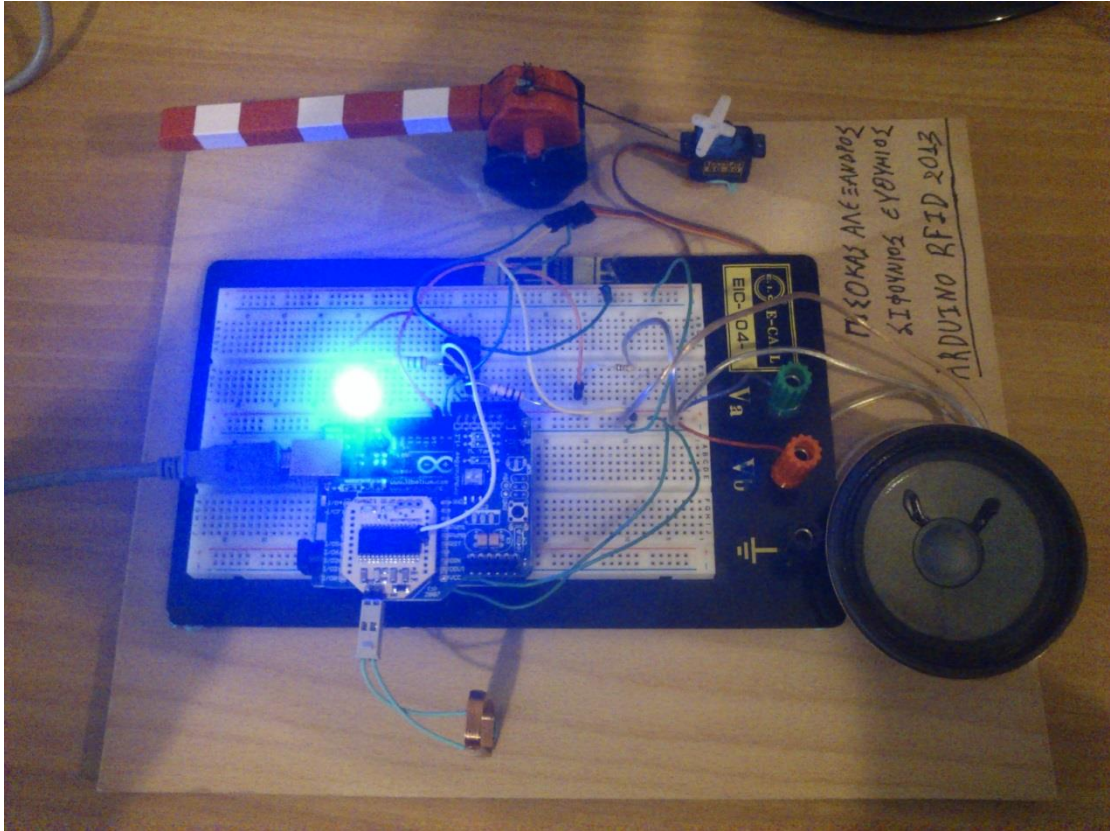
*Εικόνα 1: Κάτοψη συστήματος Ασφαλείας*



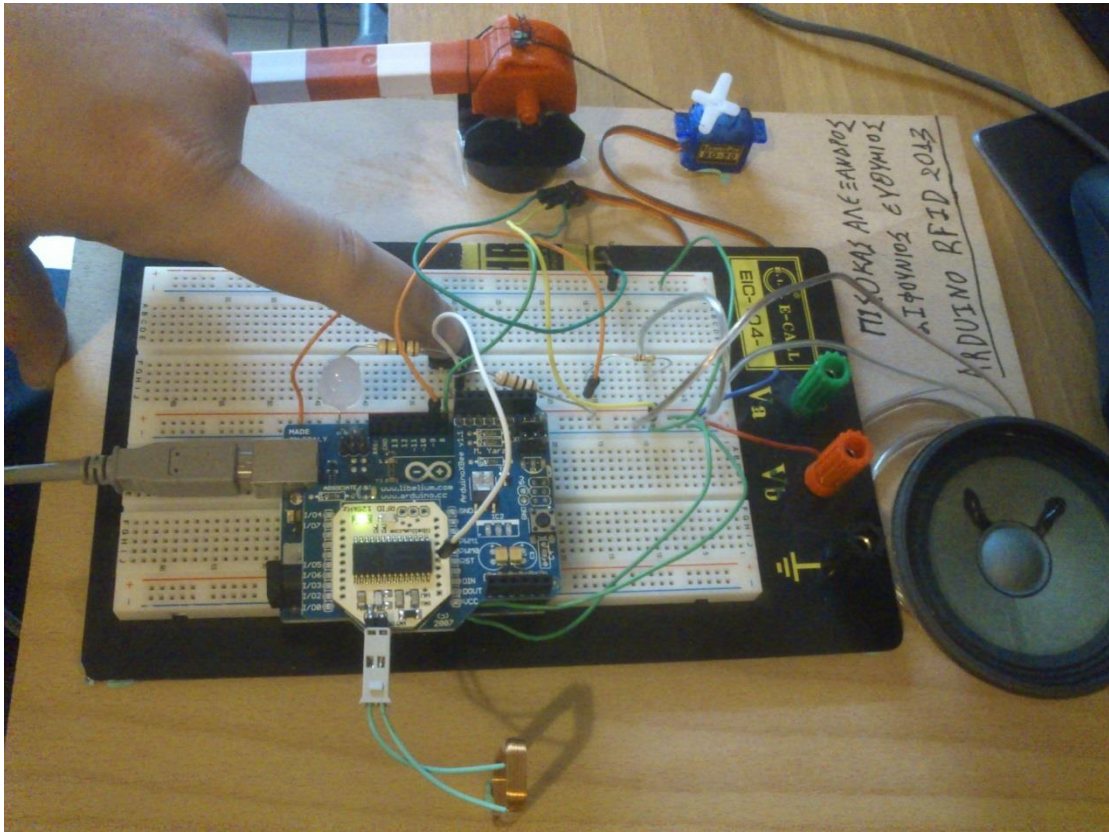
*Εικόνα 2: Αναγνώστης Rfid(Rfid Antenna)*



*Εικόνα 3: Αντιστάσεις και Button*



*Εικόνα 4: Το κύκλωμα σε λειτουργία( Ανενεργό Rfid)*



*Εικόνα 5: Ενεργοποίηση με το button και λειτουργία του Rfid.*

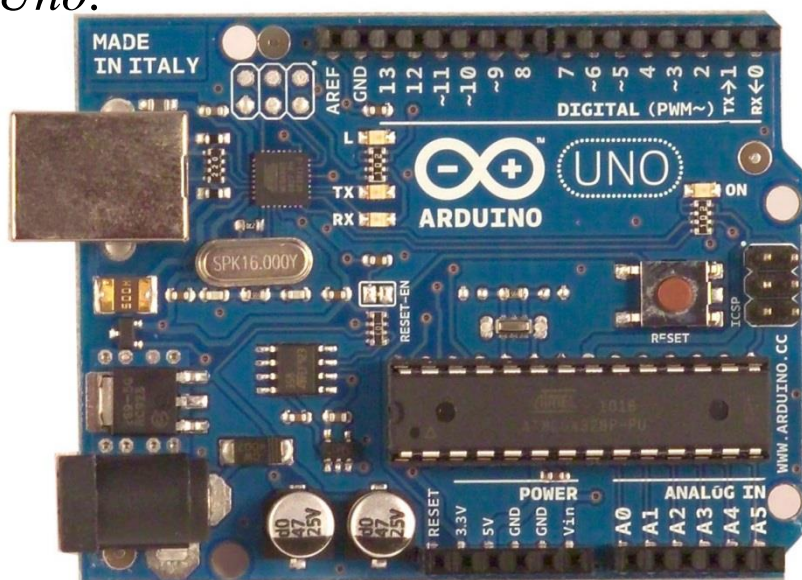


*Εικόνα 6: Όψη του συστήματος*

# Παράρτημα Β' Φύλλα Δεδομένων Arduino UNO



*Arduino Uno:*





## Product Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version

1.1 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

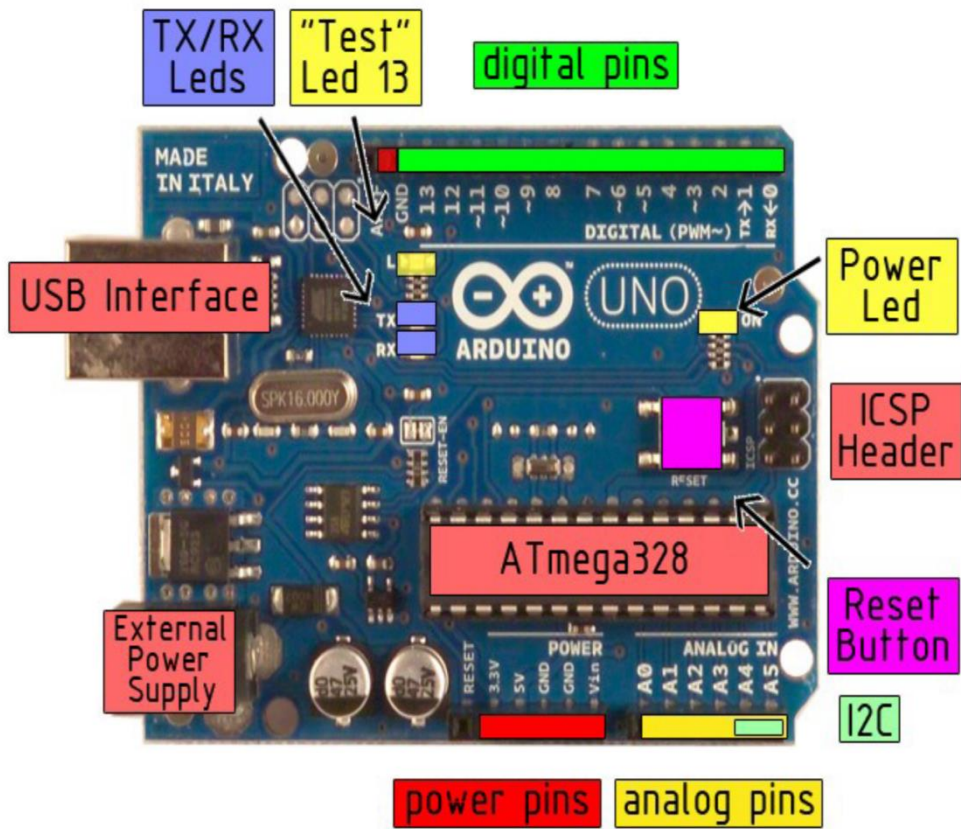
## Technical Specification



EAGLE files: [arduino-duemilanove-uno-design.zip](#) Schematic: [arduino-uno-schematic.pdf](#)

## Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V Input Voltage (recommended) 7-12V Input Voltage (limits) 6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA DC Current for 3.3V Pin 50 mA
32 KB of which 0.5 KB used by bootloader	
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz



## Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

## Memory

The Atmega328 has 32 KB of flash memory for storing code (of which 0,5 KB is used for the bootloader); It has also 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

## Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip .
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Uno has 6 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **I<sup>2</sup>C: 4 (SDA) and 5 (SCL).** Support I<sup>2</sup>C (TWI) communication using the [Wire library](#).

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and Atmega328 ports](#).

## Communication

The Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega8U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The '8U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, on Windows, an \*.inf file is required..

The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Uno's digital pins.

The ATmega328 also support I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega328 datasheet.

## Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Uno w/ ATmega328" from the **Tools > Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Arduino Uno comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

The ATmega8U2 firmware source code is available . The ATmega8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2. You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader).

## Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Uno is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Uno is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Uno. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

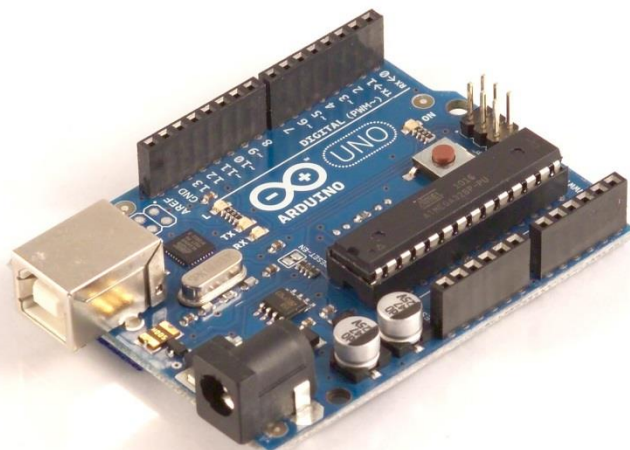
The Uno contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

## USB Overcurrent Protection

The Arduino Uno has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

## Physical Characteristics

The maximum length and width of the Uno PCB are 2.7 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Three screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.



# How to use Arduino



Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the [Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#)) and the Arduino development environment (based on [Processing](#)). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with software on running on a computer (e.g. Flash, Processing, MaxMSP).

Arduino is a cross-platform program. You'll have to follow different instructions for your personal OS. Check on the [Arduino site](#) for the latest instructions.  
<http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

## Linux Install

## Windows Install

## Mac Install

Once you have downloaded/unzipped the arduino IDE, you can Plug the Arduino to your PC via USB cable.

## Blink led

Now you're actually ready to "burn" your first program on the arduino board. To select "blink led", the physical translation of the well known programming "hello world", select

**File>Sketchbook> Arduino-0017>Examples> Digital>Blink**

Once you have your skecth you'll see something very close to the screenshot on the right.

In **Tools>Board** select Now you have to go to **Tools>SerialPort**

and select the right serial port, the one arduino is attached to.



Done compiling.

Press Compile button  
(to check for errors)



Upload



TX RX Flashing



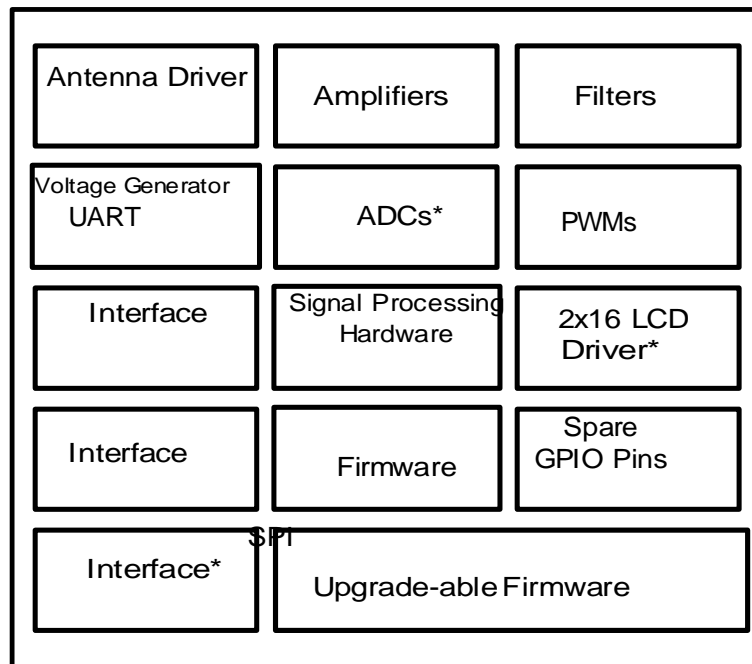
Blinking Led!

# Rfid s125:

## 1.1 FUNCTIONAL OVERVIEW

The following diagram illustrates SM125-IC internal blocks. SM125-IC is a programmed System on Chip with SonMicro's intellectual property.

### SM125-IC System on Chip



SPI Interface is available on chip but not implemented in firmware V3.0  
2x16 LCD Driver is available on chip but not implemented in firmware V3.0  
ADC is available on chip but not implemented in firmware V3.0

The SM125-IC design eliminates using external amplifiers, filters, antenna driver and even microcontroller. Approximately 6K flash memory is free for custom specific applications. Unlike the former SonMicro RFID chip (CY8C0104), the SM125-IC programmability is not left to user. SonMicro is able to provide upgrade for custom applications that have a volume potential. For different kind of standard applications please check our support pages for new firmware versions. SonMicro intends to release application specific firmware and reference designs continuously.

SM125-IC drives the antenna with a 125 KHz (programmable) clock frequency. The antenna supplies energy to the tag. Tag is energized and it modulates the magnetic field. The modulated signal is passed on passive analog front end components and DC signal level is adjusted. SM125-IC amplifies, filters, then demodulates the signal and converts it to digital. The digitalized signals then get decoded and the actual tag data is captured. The actual tag data is available to send to external peripheral over I2C bus, UART, Wiegand or GPIO output. Alternatively the tag data can be processed furthermore, inside the chip with custom specific applications (e.g. printed on 2x16LCD)

SM125-IC is capable to program/write to re-writeable tags. However 125 KHz RFID systems is not designed for data storage and mass writings. Once the tag is programmed, e.g. such as given IDs, it is rarely written again in the field in real life. For data storage and continuous and fast tag writing operations, please investigate SonMicro's 13.56MHz RFID products.

### 1.1.1 Supported Modulation and Tag Types

SM125-IC supports Manchester modulation. The supported tags are Atmel / Temic T55xx(Q5, T5551, T5552, T5554, T5555, T5557) and the industries' most popular 125 KHz read- only EM4102 tag from the EM Microelectronic SA.

The reading distance varies according to tag shape, size and antenna size. The practical read range is between 5 – 12 centimeters. (2" – 5") Typical read range is 8cm (3").

The EM4100/02 tags have a header consist of 9 "1s" (1111 1111 1 x x x x x ...), the SM125- IC can trace these ones and then start decoding operation.

In re-writeable T55xx tags, there is no fixed header. 1 to 4 byte of any tag block needs to be written a known value and so the SM125-IC can trace and look for this header. Once header is captured, SM125-IC will synchronize and get the actual tag data. In default SM125-IC traces 4 byte data, 0x52

## 2. COMMUNICATION PROTOCOL

SM125 supports UART and I2C protocol. Both protocols are built-in the same firmware. Command IDs are kept same for both communication interfaces but UART should be considered as the primary communication interface hence it supports more commands that is not necessary for I2C communication (e.g. calibration commands) and is necessary for upgrading the module.

Please note that; once Auto Read Mode is enabled, SM125 can read tag automatically and output tag data without requiring any start read command. Therefore it eliminates use of external microcontroller. So far, auto read mode has been used widely in industry. When a tag enters into the RF field, it's data is sent automatically thru UART/RS232 or Wiegand interface to the Host/Terminal/PC or MCU, then the host processes the tag data and performs necessary action.

UART baud rate can be set to 9600, 19200(default), 38400, 57600 and 115200bps. I2C operation is supported at standard 100 KHz and fast 400 KHz rates. The slave address of SM125 can be set with SMRFID software over UART protocol.

Code	Command	Description
0x10	CMD_READ	Starts the "Read Operation" and looks for tag until it finds
0x12	CMD_STOP_READ	Stops Reading
0x13	CMD_READ_WITH_PASS	Starts "Read Operation" for password protected Tag
0x20	CMD_WRITE	Write data to the Tag



0x23	CMD_WRITE_WITH_PASS	Write data to the password protected Tag
0x51	CMD_RESET	Resets SM125
0x60	CMD_SLEEP	Puts SM125 in Sleep mode to save power
0x62	CMD_WRITE_OUTPUT_PINS	Sets Output1 state as Logic 1 or 0
0x63	CMD_READ_INPUT_PIN	Read INPUT1 state as logic 1 or 0
0x87	CMD_SET_AUTO_MODE	Determine Auto Mode behavior

The bold colored command code in the following table indicates those commands are also supported in I2C protocol.

Table 3 – SM125 Practical Commands

The configuration can be done quickly with SMRFID. The following configuration commands may not be necessary to use with a MCU.

Code	Command	Description
0x40	CMD_SET_PROG_PARAM	Sets parameters for Tag programming
0x41	CMD_SET_RADF	Sets Antenna Drive frequency
0x50	CMD_FIRMWARE	Gets firmware version
0x52	CMD_SET_BAUD	Sets UART Baud Rate
0x55	CMD_SET_BYTE_TRACK	Sets Byte(s) to be tracked while reading Tag
0x70	CMD_READ_CONFIG	Get configuration parameters of SM125
0x88	CMD_SET_OUTPUT_TYPE	Determines Output Types
0x90	CMD_SET_I2C	Sets I2C slave address or enable/disable I2C

Table 4 – SM125 Configuration Commands

### UART / SERIAL PROTOCOL STRUCTURE

The communication between the host and the module can take place at 9600bps, 19200bps, 38400bps, 57600bps or 115200bps N, 8, 1. Module communicates at 19200bps, N, 8, 1 as default. Once the baud rate is changed using the CMD\_SET\_BAUD command, successful communication will only occur with the new baud rate.

The host first sends the command and the module executes the operation and replies with a response to the command. The host can analyze the reply to check if the operation was successful or if any error occurred during the operation.

Unlike the old generation firmware (BUILD 5SP1), in this new firmware (V3.0 or later) the Command-Response structure is based on interrupt model, and it is possible to send any command at any time.

#### 3.1.1 Command Structure (From Host to SM125)

Following is the UART frame for the commands sent by the host:

Header	Reserved	Length	Command	Data	CSUM
1 Byte	1 Byte	1 Byte	1 Byte	N Bytes	1 Byte

Table 5 – UART frame send by Host

1. Header: This is a single byte that indicates the beginning of a frame. This byte should be always 0xFF
2. Reserved: This byte is reserved for future use and not implemented currently. It needs to be always 0x01
3. Length: This byte is used to indicate the length of the payload data. This includes the Command and the Data bytes
4. Command: This byte is used to instruct the module on what operation to perform
5. Data: These are parameters necessary for the module to execute the command. For example,

for a Read command, the data will be the modulation type to be read. For a Write command, this will be the block number and block data to be written to the tag.

6. CSUM: This is the checksum byte. This byte is used on the host as well as the module to check the validity of the packet and to trap any data corruption. This is calculated by adding all the bytes in the packet except the Header byte(0xFF)

### 3.2.1 CMD\_SET\_AUTO\_MODE

This command enables or disables Auto Read Mode and determines the necessary parameters to be used in Auto Read Mode. The parameters define the Mode (Read/Modulation type) to be used, number of blocks to be read and if it is necessary or not to send password. Auto Read Mode brings advantage to user, so that external control of SM125 may not be required. Once Auto Read mode command is executed, the parameters are stored in non-volatile memory of the SM125 device. Therefore it can reliably be used in the field without need of external microcontroller to initiate read operations. Similar command CMD\_SET\_OUTPUT\_TYPE can be used to adjust the output type permanently. User can select UART ASCII output, GPIO output or Wiegand output etc.

Please note that; users can use SMRFID software to configure SM125 module, thus there might be no need for detailed investigation of this command.

Command:

Command	0x87
Auto Mode Enable/Disable	1 Byte – Auto Mode Enable / Disable 0x00      Disables Auto Read Mode 0x01      Enables Auto Read Mode
	1 Byte – Mode or Type of Read  0x01 – Byte Track Mode – Manchester RF/64 0x02 – EM4102 Mode not-decoded(raw) – Manchester RF/64 0x03 – EM4102 Mode – Parity decoded – Manchester RF/64 0x04 – Byte Track Mode – Manchester RF/32  Mode will be set to 0x03 automatically in the SM125 device if it is different than the above values
Block Number	1 Byte – Number of total blocks to be read  For EM4102 Modes block number will be adjusted to 2 automatically in the SM125 device  For Byte Track Mode, this should be between 1 and 7
Password Enable/Disable	1 Byte – Password Enable / Disable 0x00      Password is not send 0x01      Password is sent approximately each second
Password	4 Byte – Password  If the password is not going to be used, random numbers can be given.  Note that Password is the data stored in Block7 of the tag.

Response:

Table 12 – Set Auto Read Mode Command

Success: 0xFF 0x01 0x01 0x99 0x9B

Example Command:

Enable Auto Read Mode – EM4102 Decoded Mode – No password

TX > Set Auto Mode FF 01 09 87 01 03 02 00 10 20 30 40 37

RX > Success FF 01 01 99 9B

0xFF Header 0x01 Fixed

0x09 Length of payload (Data + Command) 0x87 Set Auto Mode Command

0x01 Auto Mode is enabled

0x03 Mode ( EM4102 parity decoded) 0x02 Total block no to be read

0x00 Disable Password

0x10 1<sup>st</sup> password byte even it is not used 0x20

2<sup>nd</sup> password byte even it is not used 0x30

3<sup>rd</sup> password byte even it is not used 0x40

4<sup>th</sup> password byte even it is not used 0x37 Checksum

