

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



Σχολή Εφαρμοσμένων Επιστημών
Τμήμα Μηχανικών Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος Τ.Ε.
Εργαστήριο Σχεδιομελέτης και Κατεργασιών (DML)

Πτυχιακή Εργασία

Έξυπνες Εφαρμογές για το Σπίτι του Μέλλοντος



Σταυρούλα Μουτσούλα

Επιβλέπων Καθηγητής Δρ. Εμμανουήλ Σκουνάκης MSc, MSc.

Δεκέμβριος 2015

Στον Πατέρα μου,
που πλέον δεν βρίσκεται ανάμεσά μας

Abstract

Modern lifestyle and rapid development of new technologies, lead to the need of the development of intelligent automatic control systems, to improve quality of human's life.

In this dissertation some "future home's smart applications" have been developed. Thus, it has been created an automation system with a range of sensors and electromechanical components embedded in a smart home.

In this automation system have been included a number of sensors to identify temperature, humidity, dust, tilt & gas. A DC motor, a step servomotor, a photoresistor and a number of other electronic components such as boards, LEDs, & switches are connected to three Arduino microcontrollers, to control the whole system.

Περίληψη

Ο σύγχρονος τρόπος ζωής και η ραγδαία εξέλιξη των νέων τεχνολογιών, χρήζουν επιτακτική την ανάγκη ανάπτυξης ευφυών αυτόματων συστημάτων ελέγχου, για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, αναπτύσσονται ορισμένες «έξυπνες εφαρμογές για το σπίτι του μέλλοντος». Έτσι, έχει δημιουργηθεί ένα σύστημα αυτοματισμών, με μια σειρά από αισθητήρες και ηλεκτρομηχανολογικά στοιχεία ενσωματωμένα σε μία μακέτα σπιτιού.

Σε αυτό το δίκτυο αυτοματισμών, μια σειρά από αισθητήρες θερμοκρασίας, υγρασίας, σκόνης, κλίσης και αερίου, συνεργάζονται με έναν κινητήρα συνεχούς τάσης, έναν βηματικό σερβοκινητήρα, μία φωτοαντίσταση και μια σειρά από ηλεκτρονικά στοιχεία (πλακέτες, LEDs, διακόπτες, κα) μέσω τριών μικροελεγκτών Arduino.

Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία δεν θα είχε ολοκληρωθεί επιτυχώς χωρίς την συμβολή μιας ομάδας αξιόλογων ανθρώπων που με περιέβαλλαν καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησής της, καθηγητών, αλλά και συναδέρφων φοιτητών και φίλων, τους οποίους αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω.

Πρώτα και κύρια, οφείλω να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή μου, Δρ. Εμμανουήλ Σκουνάκη, ο οποίος με την άριστη επιστημονική του κατάρτιση και τη μεθοδολογική του καθοδήγηση συνέβαλε στην αποπεράτωση της εργασίας αυτής.

Στην προσπάθειά μου αυτή, αισθάνομαι πραγματικά τυχερή που βρέθηκα δίπλα σε καλούς φίλους και αγαπημένα πρόσωπα. Για την συνεισφορά τους λοιπόν, θα ήθελα να ευχαριστήσω εκ βάθους καρδιάς τους συνοδοιπόρους μου Νίκο και Οδυσσέα, σε όλη την μέχρι στιγμής πορεία, για το ειλικρινές και αδιάκοπο ενδιαφέρον τους, τις εύστοχες παρατηρήσεις τους και την ηθική ενθάρρυνσή που μου παρείχαν τόσο γενναιόδωρα.

Τελειώνοντας, άφησα τους σημαντικότερους ανθρώπους στη μέχρι τώρα ζωή μου, την οικογένειά μου. Το μεγαλύτερο ευχαριστώ το χρωστάω σε αυτούς, γιατί χωρίς την αμέριστη συμβολή τους, ψυχολογική, ηθική και οικονομική, δε θα είχα καταφέρει να ολοκληρώσω τις σπουδές μου με επιτυχία. Ειδικότερα τη μητέρα μου Μαρία, τον αδερφό μου Κωνσταντίνο και τη θεία μου Ελένη που τόσα χρόνια και πολύ περισσότερο τα τελευταία δυόμισα χρόνια είναι στο πλευρό μου.

Κλείνοντας, θα ήθελα αυτή τη διπλωματική να την αφιερώσω σε αυτόν που ήταν ο μεγαλύτερος και σημαντικότερος οπαδός μου, ο οποίος δεν είναι πλέον ανάμεσα μας στο πατέρα μου Στασινό. Λόγω της ειδικότητας του, ήταν καθηγητής Μαθηματικών, μου δίδαξε τον ορθολογικό τρόπο σκέψης μέσω των θετικών επιστημών σε ακαδημαϊκό επίπεδο, αλλά μέσω της ειδικότητας του σαν πατέρα, μου έδωσε κατευθυντήριες γραμμές στο να ολοκληρωθώ σαν άνθρωπος και σαν προσωπικότητα μέσω της δικής του ιδιαίτερης κοσμοθεωρίας.

Επιτροπή Αξιολόγησης

Δρ. Εμμανουήλ Σκουνάκης

Δρ. Εμμανουήλ Μαραβελάκης

Δρ. Εμμανουήλ Καραπιδάκης

Πίνακας Περιεχομένων

Abstract	
Περίληψη	
Ευχαριστίες	
Πίνακας Περιεχομένων	
Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή	9
1.1 Μικροεπεξεργαστές	9
1.2 Μικροελεγκτές	9
1.3 Διαφορές Μικροελεγκτών & Μικροεπεξεργαστών	11
1.4 Μικροελεγκτής Arduino	13
1.5 Επίσημες πλακέτες Arduino	15
Κεφάλαιο 2 Σύγχρονες Εφαρμογές	18
2.1 Εφαρμογή Νο 1: Ανάπτυξη Δικτύου Αισθητήρων και Πληροφοριακού Συστήματος για τη διαχείριση του «Έξυπνου Σπιτιού»	18
2.2 Εφαρμογή Νο 2: Οικιακός Αυτοματισμός με χρήση Μικροελεγκτή	19
2.3 Εφαρμογή Νο 3: Έξυπνο Σπίτι (Φεστιβάλ Βιομηχανικής Πληροφορικής)	21
Κεφάλαιο 3 Το Προτεινόμενο Σύστημα – Τα μηχανήματα	23
3.1 Ο Μικροελεγκτής	23
3.2 Συσκευές Εισόδου	24
3.2.1 Αισθητήρες	24
Αισθητήρας Θερμοκρασίας (Temperature sensor, 36GZ-LM35)	25
Αισθητήρας Αερίου (Gas sensor, MQ2)	26
Αισθητήρας Σκόνης (Dust sensor, GP2Y1010UOF)	27

Αισθητήρας Υγρασίας & Θερμοκρασίας (Humidity and Temperature sensor, RHT03)	28
Αισθητήρας Κλίσης (Tilt sensor)	29
Φωτοαντίσταση (Photoresistor)	30
3.2.2 Πιεζοηλεκτρικός διακόπτης ελέγχου (Button) & Διακόπτης (Switch)	31
3.3 Συσκευές Εξόδου	33
3.3.1 Οθόνη (Arduino LCD Module Screen)	33
3.3.2 Buzzer	34
3.3.3 Φωτοεκπέμπουσα Δίοδος (LED - Light Emitting Diode)	35
3.3.4 Κινητήρες	37
Κινητήρας Συνεχούς Ρεύματος (DC motor)	37
Ολοκληρωμένο κύκλωμα συνεχούς τάσης (H-Bridge)	39
Σερβοκινητήρας (Servomotor)	39
3.3.5 Πλακέτα Τροφοδότησης Πολλαπλών Τάσεων και Ηλεκτρονικών Εξαρτημάτων	40
3.3.6 Βασική Αρχιτεκτονική του Συστήματος	42
Κεφάλαιο 4 Το Προτεινόμενο Σύστημα – Η Πλατφόρμα	44
4.1 Κώδικας	44
Κεφάλαιο 5 Το Προτεινόμενο Σύστημα - Η Μακέτα	57
5.1 Υλικά για την κατασκευή της μακέτας	59
Κεφάλαιο 6 Συμπεράσματα – Προτάσεις για το Μέλλον	66
Αναφορές	67

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Μικροεπεξεργαστές

Μικροεπεξεργαστής ονομάστηκε ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα της Κεντρικής Μονάδας του Υπολογιστή, στο οποίο υπήρχε η δυνατότητα να προγραμματίζεται.

Εκτός από τη μνήμη του, που βρίσκεται σε αρκετά ολοκληρωμένα κυκλώματα τα οποία συνδέει, μπορεί να υποστηρίξει κι άλλα ολοκληρωμένα κυκλώματα, όπως :

- ✚ Αυτά που συνδέονται κατάλληλα με το εξωτερικό περιβάλλον, για να ενσωματώσει περισσότερες δυνατότητες λειτουργίας.
- ✚ Αυτά που πραγματοποιούν λειτουργίες χρονισμού και προώθησης δεδομένων στον τελικό τους προορισμό.

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων τα τελευταία χρόνια, υπάρχει η δυνατότητα ενσωμάτωσης των μικροεπεξεργαστών σε όλο και πιο περίπλοκα κυκλώματα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξή τους με ολοένα και πιο γρήγορους ρυθμούς και την ενσωμάτωση τους σε περισσότερα υπολογιστικά συστήματα, συστήματα ελέγχου και οικιακές συσκευές.

Ο τρόπος κατασκευής τους άλλαξε την δεκαετία του 70, όταν κατασκευάστηκαν οι πρώτοι επεξεργαστές από ένα μόνο ολοκληρωμένο κύκλωμα. [1]

1.2 Μικροελεγκτές

Ο **μικροελεγκτής** (*microcontroller*) είναι ένας τύπος επεξεργαστή, ουσιαστικά μια παραλλαγή μικροεπεξεργαστή, ο οποίος μπορεί να λειτουργήσει συνήθως συνδέοντας εξωτερικά μηχανήματα/αισθητήρια, λόγω των πολλών δυνατοτήτων που πλέον έχει, μέσω των ενσωματωμένων υποσυστημάτων που διαθέτει. Χρησιμοποιείται ευρύτατα σε ενσωματωμένα συστήματα ελέγχου χαμηλού και μεσαίου κόστους, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται σε αυτοματισμούς, ηλεκτρονικά καταναλωτικά προϊόντα (από ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές έως παιχνίδια), ηλεκτρικές συσκευές και κάθε είδους αυτοκινούμενα τροχοφόρα οχήματα.



Κάθε μικροελεγκτής περιέχει τα παρακάτω στοιχεία:

- Έναν αριθμό από καταχωρητές ειδικού σκοπού όπως: καταχωρητή εργασίας, συσσωρευτή, καταχωρητή κατάστασης, μετρητή προγράμματος, καταχωρητή εντολών, καταχωρητή δείκτη
- Εσωτερικούς χρονιστές – απαριθμητές
- Αριθμητική και λογική μονάδα εντολών
- Μονάδα αποκωδικοποίησης εντολών
- Μνήμη προγράμματος ROM ή EPROM
- Καταχωρητές
- Κυκλώματα χρονισμού και ελέγχου
- Θύρες εισόδου – εξόδου
- Άλλα περιφερειακά κυκλώματα όπως: UART, A/D μετατροπείς και άλλα

Διαδεδομένες Κατηγορίες Μικροελεγκτών

Λόγω του ισχυρού ανταγωνισμού αλλά και της τάσης ενσωμάτωσης των μικροελεγκτών στις περισσότερες ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, η βιομηχανία μικροελεγκτών έχει καταλήξει στην παραγωγή ανταγωνιστικών μοντέλων μαζικής παραγωγής καθώς και μικροελεγκτών για πιο εξειδικευμένες εφαρμογές. Έτσι διακρίνονται οι παρακάτω κατηγορίες:

- Μικροελεγκτές (συνήθως 4 ή 8 bits) γενικής χρήσης - πολύ χαμηλού κόστους, 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 και για να μη μπορεί να αντιγραφεί εύκολα το λογισμικό τους. Απουσιάζει η δυνατότητα επέκτασης της μνήμης τους. Μερικά μοντέλα είναι ευρέως γνωστά στους ερασιτέχνες ηλεκτρονικούς, όπως πχ οι περισσότεροι μικροελεγκτές των σειρών PIC (Microchip), AVR (Atmel) και 8051 (Intel, Atmel, Dallas κα).
- Μικροελεγκτές (συνήθως 8-bits αλλά και 16 ή 32-bits) γενικής χρήσης - χαμηλού κόστους, 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 στους μικροελεγκτές. Μερικές φορές παρέχουν και δυνατότητα επέκτασης της μνήμης τους.

- Μικροελεγκτές (κυρίως 32-bits) μέσου κόστους, γενικής χρήσης, με μεγάλο αριθμό ακροδεκτών. Χαρακτηρίζονται από την ταχύτητα εκτέλεσης των εντολών, τη δυνατότητα σύνδεσης πολλών περιφερειακών και μεγάλες δυνατότητες επέκτασης της μνήμης. Στον χώρο αυτό έχουν ισχυρή παρουσία οι αρχιτεκτονικές με υψηλή συμβατότητα λογισμικού όπως τα συστήματα διαφορετικών κατασκευαστών π.χ. μεταξύ των μικροελεγκτών τύπου ARM ή MIPS, το σύνολο των βασικών εντολών που αναγνωρίζει η ALU (Arithmetic and Logic Unit) 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 π.χ. τα routers που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα υπολογιστών.[2]

Μερικοί από τους γνωστότερους κατασκευαστές μικροελεγκτών είναι οι:

- ARM (δεν κατασκευάζει αλλά παραχωρεί δικαιώματα χρήσης του πυρήνα)
- Atmel
- Epson
- Freescale Semiconductor (πρώην Motorola)
- Hitachi
- Maxim
- Microchip
- NEC
- Toshiba
- Texas Instruments

1.3 Διαφορές Μικροελεγκτών & Μικροεπεξεργαστών [3]

Στους σύγχρονους μικροεπεξεργαστές δίνεται μεγάλη έμφαση στην υπολογιστική ισχύ, όπως π.χ. στους μικροεπεξεργαστές για επαγγελματική και βιομηχανική χρήση.

Υπάρχει η δυνατότητα ανάπτυξης διαφορετικών εφαρμογών, καθώς η λειτουργία του τελικού συστήματος εξαρτάται από τα περιφερειακά, τα οποία συνδέονται με τον μικροεπεξεργαστή.

Οι μικροελεγκτές συνδέονται συνήθως με μονάδες εισόδου-εξόδου (π.χ. αισθητήρια, διακόπτες, κινητήρες, LEDs κλπ) σε σχέση με τους κοινούς επεξεργαστές.

Οι μικροελεγκτές επίσης δίνουν έμφαση στον μικρό αριθμό ολοκληρωμένων κυκλωμάτων που απαιτείται για τη λειτουργία μιας συσκευής, το χαμηλό κόστος και την εξειδίκευση.

Ποιο αναλυτικά τα πλεονεκτήματα των μικροελεγκτών είναι:

- Αυτονομία, μέσω της ενσωμάτωσης σύνθετων περιφερειακών υποσυστημάτων όπως μνήμες και θύρες επικοινωνίας. Με αυτόν τον τρόπο οι περισσότεροι μικροελεγκτές δεν χρειάζονται κανένα άλλο ολοκληρωμένο κύκλωμα για να λειτουργήσουν.
- Η ενσωμάτωση περιφερειακών, δίνει τη δυνατότητα ευκολότερης υλοποίησης εφαρμογών, λόγω των απλούστερων διασυνδέσεων. Επιπλέον, απαιτεί χαμηλότερη κατανάλωση ισχύος, μεγιστοποιώντας τη φορητότητα και ελαχιστοποιεί το κόστος της συσκευής στην οποία ενσωματώνεται ο μικροελεγκτής.
- Μεγαλύτερη αξιοπιστία, 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 τον μικρότερο αριθμό εξωτερικών διασυνδέσεων που απαιτείται, καθώς και χαμηλότερη υπολογιστική ισχύ.
- Περισσότεροι διαθέσιμοι ακροδέκτες για ψηφιακές εισόδους-εξόδους.
- Μικρό μέγεθος συνολικού υπολογιστικού συστήματος.

Η βασική αρχιτεκτονική των μικροελεγκτών, δεν διαφέρει και πολύ από αυτή των κοινών μικροεπεξεργαστών.

Στους μικροελεγκτές συνήθως συναντάται η αρχιτεκτονική μνήμης τύπου Harvard, η οποία χρησιμοποιεί διαφορετικές αρτηρίες σύνδεσης της μνήμης προγράμματος και της μνήμης δεδομένων (πχ οι σειρές AVR από την Atmel και PIC από την Microchip).

Στους κοινούς μικροεπεξεργαστές, συνηθίζεται η ενιαία διάταξη μνήμης τύπου Φον Νιούμαν.

1.4 Μικροελεγκτής Arduino

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

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ανεξάρτητων διαδραστικών συστημάτων (π.χ. σύστημα συναγερμού), αλλά και να συνδεθεί με υπολογιστή μέσω προγραμμάτων (π.χ. Processing, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider).

Μία πλακέτα Arduino αποτελείται από ένα μικροελεγκτή Atmel AVR (ATmega328 ή ATmega168 στις νεότερες εκδόσεις, ή ATmega8 στις παλαιότερες) και συμπληρωματικά εξαρτήματα για την διευκόλυνση του χρήστη στον προγραμματισμό αλλά και για την ενσωμάτωσή του σε άλλα κυκλώματα. Όλες οι πλακέτες περιλαμβάνουν ένα γραμμικό ρυθμιστή τάσης 5V ή 3,3V και έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή 16MHz. Ο μικροελεγκτής μπορεί να προγραμματιστεί μέσω ενός δικού του προγράμματος, έτσι ώστε να μην χρειάζεται η δημιουργία προγραμμάτων σε άλλες γλώσσες προγραμματισμού.

Με τη χρήση των προγραμμάτων του Arduino, όλοι οι μικροελεγκτές αυτού του τύπου μπορούν να προγραμματιστούν με μία RS-232 σειριακή σύνδεση, αλλά αυτό μπορεί να γίνει κατά περίπτωση και με άλλους τρόπους (π.χ. με χρήση ειδικών καρτών). Οι μικροελεγκτές Arduino περιέχουν ένα απλό level shifter κύκλωμα για να την επεξεργασία ενός σήματος RS-232. Οι πιο σύγχρονοι Arduino προγραμματίζονται και μέσω USB. Αυτό γίνεται με τη χρήση προσαρμοστικών chip USB-to-Serial (π.χ. όπως το FTDI FT232). Κάποιες παραλλαγές, όπως το Arduino mini και το Boarduino, χρησιμοποιούν συνήθως ένα αφαιρούμενο USB-to-Serial board, ή τεχνολογία Bluetooth.

Ο μικροελεγκτής Arduino διαθέτει πολλές εισόδους και εξόδους για συνδέσεις με διάφορα ηλεκτρονικά στοιχεία και μηχανήματα. Τα μοντέλα Diecimila, Duemilanove και ο πιο σύγχρονος Uno παρέχουν 14 ψηφιακά I/O pins, έξι από τα οποία μπορούν να παράγουν

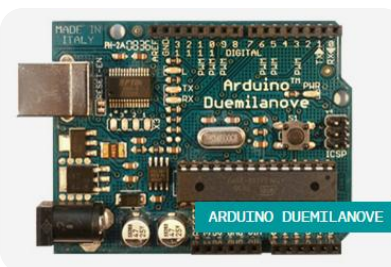
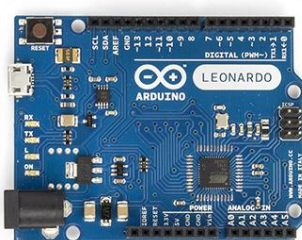
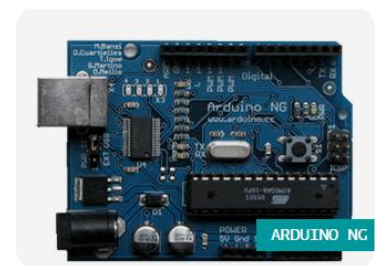
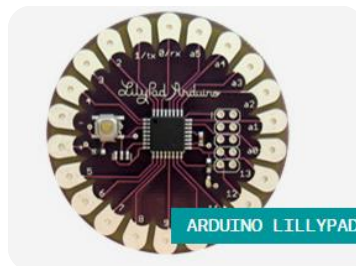
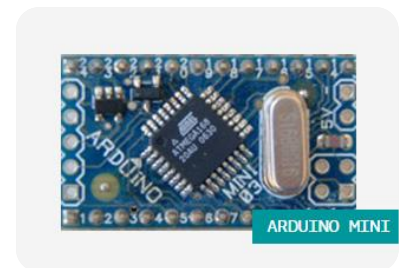
pulse-width διαμορφωμένα σήματα (PWM) και επιπλέον έχουν και έξι αναλογικές εισόδους. Επιπλέον, διάφορες πλακέτες επέκτασης είναι διαθέσιμες στο εμπόριο.[2]

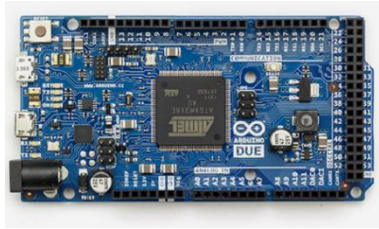
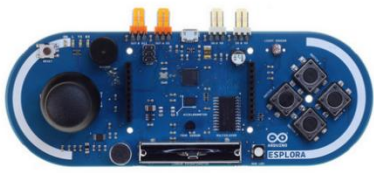
1.5 Επίσημες πλακέτες Arduino

Μέχρι τώρα στο εμπόριο προσφέρονται δεκαέξι τύποι πλακετών Arduino:

1. Ο Serial Arduino, διαθέτει μια σειριακή σύνδεση (DE-9), χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega8.
2. Ο Arduino Extreme, ενσωματώνει ένα USB interface για προγραμματισμό, χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega8.
3. Ο Arduino Mini, είναι μία έκδοση μινιατούρας του Arduino χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted ATmega168.
4. Ο Arduino Nano είναι ένα ακόμα πιο μικρό μοντέλο, που τροφοδοτείται μέσω USB, χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted ATmega168 ή ATmega328 (στη νεότερη έκδοση).
5. Ο LilyPad Arduino, είναι ένα μινιμαλιστικό σχέδιο για εφαρμογές ένδυσης και E-textiles χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted ATmega328.
6. Ο Arduino NG, με τεχνολογία ATmega8, ενσωματώνει USB interface για προγραμματισμό.
7. Ο Arduino NG plus, με τεχνολογία ATmega168, επίσης ενσωματώνει USB interface για προγραμματισμό.
8. Ο Arduino Bluetooth, με Bluetooth interface για προγραμματισμό (τεχνολογία ATmega168).
9. Ο Arduino Diecimila, με USB interface για προγραμματισμό (τεχνολογία ATmega168).
10. Ο Arduino Duemilanove χρησιμοποιεί τεχνολογία ATmega168 ή ATmega328 (στη καινούργια έκδοση) και τροφοδοτείται μέσω USB ή DC τάσης.
11. Ο Arduino Mega, χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted ATmega1280 έχοντας περισσότερες εισόδους/εξόδους και μνήμη.
12. Ο **Arduino Uno**, χρησιμοποιεί την ίδια τεχνολογία με τον ATmega328 όπως το τελευταίο μοντέλο Duemilanove, με τη διαφορά ότι το Duemilanove χρησιμοποιεί ένα FTDI chipset για τη σύνδεση USB, ενώ ο Uno χρησιμοποιεί τεχνολογία ATmega8U2.
13. Ο Arduino Mega2560, χρησιμοποιεί τεχνολογία surface-mounted ATmega2560 επεκτείνοντας τη μνήμη μέχρι τα 256kB. Επίσης ενσωματώνει τη νέα τεχνολογία ATmega8U2.

14. Ο Arduino Leonardo, ενσωματώνει ένα ATmega32U4 chip για τον διαχωρισμό της επικοινωνίας των σειριακών θυρών από την USB θύρα και έτσι μπορεί να εξομοιώσει τη λειτουργία του πληκτρολογίου ή του ποντικιού.
15. Ο Arduino Esplora, έχει εμφάνιση που παραπέμπει σε χειριστήριο κονσόλας βιντεοπαιχνιδιών με joystick και ενσωματωμένους αισθητήρες για ήχο, φως, θερμοκρασία και επιτάχυνση.
16. Ο Arduino Due είναι ένας μικροελεγκτής με τεχνολογία Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 CPU. Είναι ο πρώτος μικροελεγκτής της Arduino βασισμένος στον επεξεργαστή ARM – 32 bits.[2]





Επίσημες πλακέτες Arduino [4]

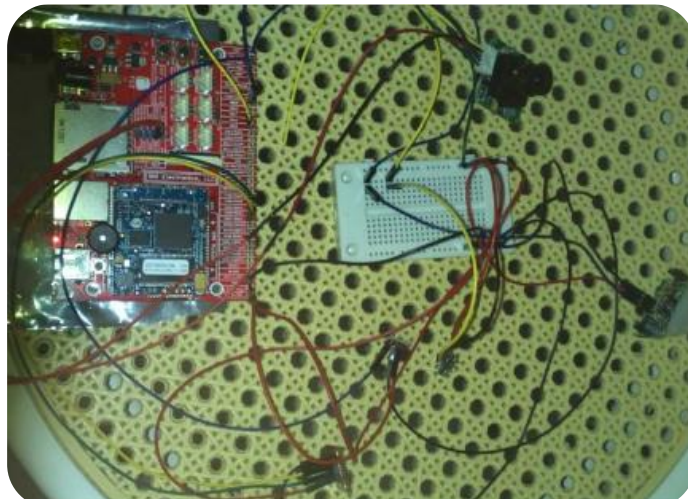
Κεφάλαιο 2: Σύγχρονες Εφαρμογές

2.1 Εφαρμογή Νο 1: Ανάπτυξη Δικτύου Αισθητήρων και Πληροφοριακού Συστήματος για τη Διαχείριση ενός Έξυπνου Σπιτιού

Σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας ήταν η δημιουργία ενός συστήματος, στο οποίο θα καταγράφονται και θα αποθηκεύονται οι συνθήκες που επικρατούν μέσα σ' ένα σπίτι.

Η πλατφόρμα στην οποία υλοποιήθηκε αυτό το σύστημα ονομάζεται: FEZ Cobra και είχε προγραμματιστεί με τη χρήση του Microsoft .NET Micro Framework. Έχει κατασκευαστεί από την εταιρία GHI Electronics και βασίζεται στο EMX chip.

Σε αυτήν τη διπλωματική εργασία έχει γίνει μια εφαρμογή της ιδέας ενός «έξυπνου σπιτιού».

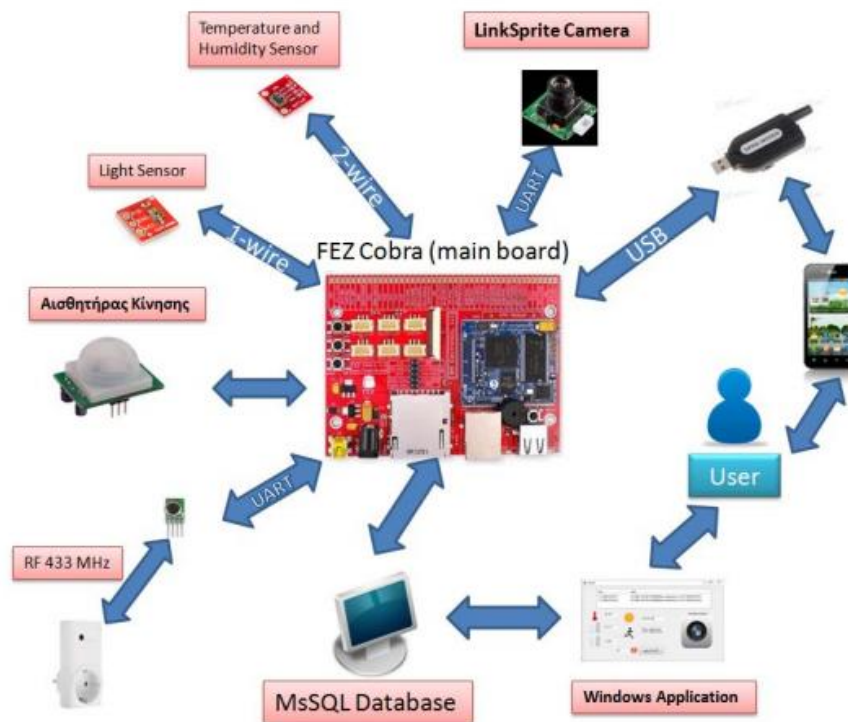


Οι αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

- Αισθητήρας υγρασίας και θερμοκρασίας
- Αισθητήρας φωτεινότητας, ο οποίος είναι ρυθμισμένος να ελέγχει τη φωτεινότητα στον χώρο ανά 10 δευτερόλεπτα
- Αισθητήρα κίνησης, ο οποίος χρησιμοποιήθηκε σε συνεργασία με τον αισθητήρα φωτός. Πιο συγκεκριμένα στην περίπτωση που ο αισθητήρας καταγράφει κίνηση στον χώρο, ο δεύτερος αισθητήρας ελέγχει τη φωτεινότητα και στη συνέχεια ο μικροελεγκτής δίνει την εντολή να ανοίξει το φως.
- Ασύρματη επικοινωνία. Με το συγκεκριμένο ηλεκτρονικό στοιχείο επικοινωνεί η κεντρική πλακέτα ασύρματα με τις πρίζες του σπιτιού, ώστε να ελέγχει τη ροή του ρεύματος.

- Ασύρματη πρίζα. Στον συγκεκριμένο αυτοματισμό γίνεται και πάλι έλεγχος φωτεινότητας και ανάλογα το αποτέλεσμα του ελέγχου ενεργοποιείται η ασύρματη πρίζα.
- Ένα 3G modem, με το οποίο μπορούν να ελέγχονται όλες οι λειτουργίες του έξυπνου σπιτιού απομακρυσμένα, μέσω μηνυμάτων από το κινητό τηλέφωνο.
- Τέλος, χρησιμοποιήθηκε μια κάμερα για την καταγραφή ανά τακτά χρονικά διαστήματα της κατάστασης στον χώρο.

Ο έλεγχος των αισθητήρων και των ηλεκτρονικών συσκευών γίνεται μέσω υπολογιστή. Πιο συγκεκριμένα έχει δημιουργηθεί ένα γραφικό περιβάλλον, στο οποίο είναι έτοιμα κάποια σενάρια. Οι τιμές που δίνουν οι αισθητήρες, καταγράφονται σε μια βάση δεδομένων.[5]



2.2 Εφαρμογή Νο 2: Οικιακός Αυτοματισμός με Χρήση Μικροελεγκτή

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, έχει ως αντικείμενο μελέτης τον έλεγχο των οικιακών συσκευών μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή με πρόσβαση στο διαδίκτυο ή μέσω κινητού τηλεφώνου.

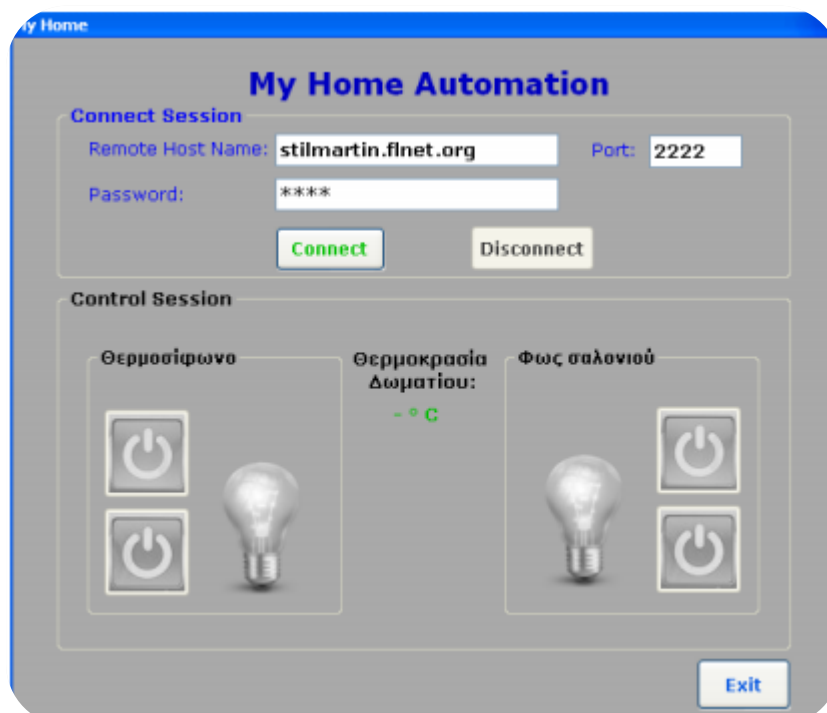


Οι βασικές τεχνολογίες ελέγχου που χρησιμοποιούνται σε αυτό το έξυπνο σπίτι, είναι το Bluetooth, το RFID και το Wifi.

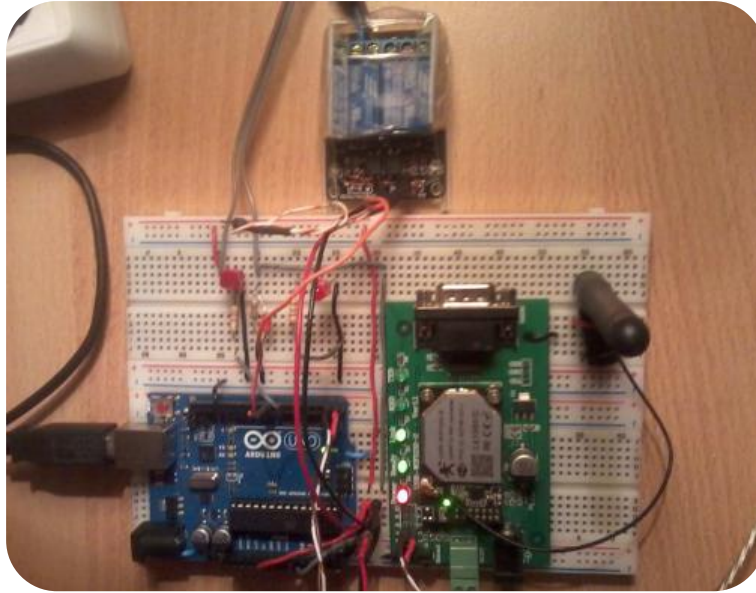
Ο μικροελεγκτής που έχει χρησιμοποιηθεί στο σύστημα αυτό είναι ο Arduino Uno.

Για την ασύρματη επικοινωνία του συστήματος έχει χρησιμοποιηθεί ένα module usb- wifi 232-B. Με αυτόν τον τρόπο ο χρήστης μπορεί απομακρυσμένα να ελέγχει το σύστημά του.

Με την πλατφόρμα της Microsoft, Visual Studio 2010, έχει δημιουργηθεί ένα γραφικό περιβάλλον για τον έλεγχο του θερμοσίφωνα, της θερμοκρασίας του σπιτιού και των φώτων στο χώρο του σαλονιού.[6]



Η αρχιτεκτονική σύνδεσης του συστήματος φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



2.3 Εφαρμογή Νο 3: Έξυπνο Σπίτι (3^ο Φεστιβάλ Βιομηχανικής Πληροφορικής)

Μια ενδιαφέρουσα ιδέα παρουσίασαν οι φοιτητές του ΑΤΕΙ Καβάλας του τμήματος Βιομηχανικής Πληροφορικής [7] όσον αφορά στο έξυπνο σπίτι και τους αυτοματισμούς.

Στην εργασία αυτή γίνεται διαχείριση ενός σπιτιού από μακριά μέσω κινητού τηλεφώνου (με λειτουργικό σύστημα android).



Για την υλοποίηση του project αυτού έχει χρησιμοποιηθεί ένας μικροελεγκτής arduino, ένα κινητό τηλέφωνο με λειτουργικό android και ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής στον οποίο έχει γίνει ο προγραμματισμός της εφαρμογής σε Java. Οι φοιτητές έχουν κατασκευάσει μια προσομοίωση σπιτιού με χώρους όπως κουζίνα, μπάνιο, γκαράζ, κρεβατοκάμαρα & καθιστικό.

Οι κατασκευαστές, μέσω του κινητού τηλεφώνου ελέγχουν από μακριά τις λειτουργίες του σπιτιού όπως για παράδειγμα την πόρτα του γκαράζ, δίνοντας εντολή να ανοίξει ή να

κλείσει. Για την εξωτερική τέντα, πατώντας το κουμπί on-off στην εφαρμογή που έχουν φτιάξει στο κινητό τους κατεβάζουν και ανεβάζουν την τέντα από μακριά.

Με την χρήση led παρομοιάζουν τη λειτουργία των φώτων του σπιτιού (Ανοιχτά/Κλειστά). Επιπλέον έχουν τοποθετήσει έναν αισθητήρα θερμοκρασίας στον χώρο του καθιστικού με ένα led που προσομοιάζει το “κλιματιστικό” έτσι ώστε παίρνοντας τις μετρήσεις ο αισθητήρας, να ανάβει και να σβήνει το led όπως θα έκανε αντίστοιχα το κλιματιστικό. Τέλος μπορούν να ελέγξουν από μακριά την κουζίνα (άνοιγμα/ σβήσιμο), τον θερμοσίφωνα και επιπλέον να γεμίσουν και να αδειάσουν με νερό την μπανιέρα τους.

Αυτό είναι ένα πραγματικά έξυπνο σπίτι με δυνατότητες που όλοι πραγματικά θα θέλαμε να έχουμε στα σπίτια μας, π.χ. μέσω του κινητού μας τηλεφώνου να εκτελούνται ενέργειες όπως ενώ ήμαστε ακόμα στο δρόμο για το σπίτι να ξεκινάει η διαδικασία για το γέμισμα της μπανιέρας με νερό.

Κεφάλαιο 3: Το Προτεινόμενο Σύστημα – Τα μηχανήματα

3.1 Ο Μικροελεγκτής

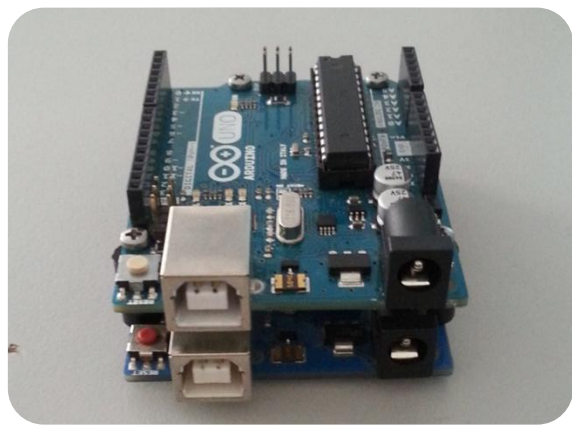
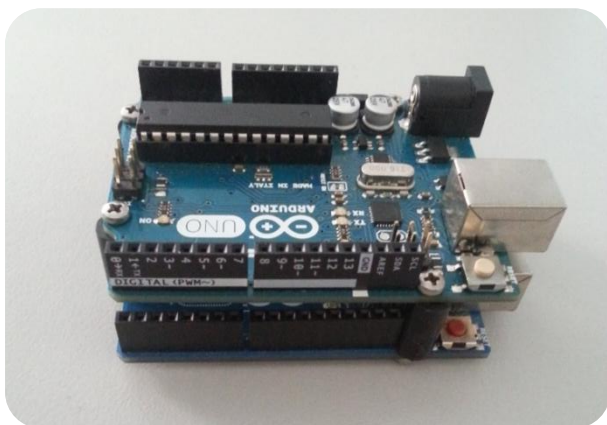
Ο μικροελεγκτής που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση της κατασκευής είναι ο Arduino Uno rev.3. Για την κατασκευή χρειαστήκαν δύο μικροελεγκτές Arduino, επειδή οι αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν περισσότεροι από τις αναλογικές και ψηφιακές εισόδους/ εξόδους από όσες είχαν υπολογιστεί αρχικά και υπήρχαν στον έναν μόνο μικροελεγκτή.

Κατά τη διάρκεια της κατασκευής, παρουσιάστηκε πρόβλημα συγχρονισμού μεταξύ των δύο κινητήρων και για την άμεση αποκατάσταση του προβλήματος χρησιμοποιήθηκε ένας τρίτος μικροελεγκτής ίδιου τύπου.

Ο Arduino Uno είναι ένας μικροελεγκτής με βάση τον επεξεργαστή ATmega328P. Έχει 14 ψηφιακές εισόδους/ εξόδους εκ των οποίων οι 6 μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως έξοδοι PWM.

Έχει επίσης 6 αναλογικές εισόδους, ένα κρύσταλλο χαλαζία 16MHz, μία σύνδεση USB, μια υποδοχή τροφοδοσίας, μια κεφαλή ICSP και ένα κουμπί επαναφοράς (Reset).

Η σύνδεση μπορεί να γίνει από ένα υπολογιστή με καλώδιο USB ή με τροφοδοσία με προσαρμογέα AC/DC ή απλά με μία μπαταρία [7].



Συστοιχία δύο μικροελεγκτών Arduino Uno Rev. 3 που χρησιμοποιήθηκαν ταυτόχρονα στην κατασκευή του έξυπνου σπιτιού

3.2 Συσκευές Εισόδου

3.2.1 Αισθητήρες [8]

Για τις ανάγκες της κατασκευής χρησιμοποιήθηκαν μία πληθώρα αισθητήρων που θα παρουσιαστούν στην συνέχεια.

Αισθητήρας ονομάζεται μία συσκευή που ανιχνεύει ένα φυσικό μέγεθος και παράγει από αυτό μία μετρήσιμη έξοδο. Οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται σε καθημερινά αντικείμενα, όπως στα κινητά τηλέφωνα με τις οθόνες αφής που υπάρχουν μέσα αισθητήρες θερμοκρασίας ή πίεσης . Υπάρχουν αναρίθμητες χρήσεις που οι περισσότεροι άνθρωποι δεν αντιλαμβάνονται. Εφαρμογές στις οποίες τους συναντάμε συχνότερα είναι στα αυτοκίνητα (αισθητήρας απόστασης), σε μηχανές, στην αεροναυπηγική (αισθητήρας θερμοκρασίας), στην ιατρική (παλμικός αισθητήρας), στη βιομηχανία και στη ρομποτική (αισθητήρας κίνησης).

Χαρακτηριστικά αισθητήρων:

- Εύρος: Τα όρια στα οποία η συσκευή λειτουργεί αξιόπιστα.
- Ακρίβεια : Η εγγύτητα της τιμής εξόδου προς τη τιμή εισόδου.
- Σφάλμα : Η διαφορά ανάμεσα στη μετρούμενη τιμή και τη πραγματική τιμή.
- Ανοχή : Το μέγιστο σφάλμα που μπορεί να δημιουργήσει ο αισθητήρας.
- Διακριτική ικανότητα : Η μικρότερη αλλαγή τιμής εισόδου που μπορεί να ανιχνεύσει.
- Ευαισθησία : Η σχέση της αλλαγής εξόδου προς τη αλλαγή εισόδου, είναι ίση με τη διαφορά των τιμών της εξόδου προς τη διαφορά των αντίστοιχων τιμών εισόδου.
- Βαθμονόμηση : Η βαθμολόγηση της κλίμακας σε μονάδες.
- Νεκρή ζώνη : Το μέγιστο ποσό αλλαγής της εισόδου που δεν επιφέρει αλλαγή στην έξοδο.
- Γραμμικότητα : Ο βαθμός στον οποίο η γραφική παράσταση της εξόδου προσεγγίζει την ευθεία ως προς την είσοδο του αισθητήρα.
- Απόκριση : Ο χρόνος που απαιτείται για να λάβει τη τελική τιμή η έξοδος.
- Καθυστέρηση : Η καθυστέρηση της αλλαγής της εξόδου ως προς την είσοδο.
- Ευστάθεια: Η μεταβολή της εξόδου σε μεγάλη χρονική περίοδο, χωρίς μεταβολή της εισόδου και των συνθηκών.
- Υστέρηση: Η διαφορά στην έξοδο όταν η κατεύθυνση της μεταβολής της εισόδου αντιστραφεί.

-
- Επαναληψιμότητα: Η παραγωγή του ίδιου αποτελέσματος, σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, με την ίδια είσοδο.
 - Ολίσθηση : Η μεταβολή των χαρακτηριστικών του αισθητήρα με το χρόνο και το περιβάλλον.
 - Στατικό σφάλμα : Σταθερό σφάλμα σε όλο το εύρος λειτουργίας, το οποίο μπορεί να αντισταθμιστεί.
 - Χρόνος λειτουργίας : Ο εκτιμώμενος χρόνος λειτουργίας στα πλαίσια των προδιαγραφών του.

➤ **Αισθητήρας Θερμοκρασίας (temperature sensor, TMP 36GZ- LM35)**

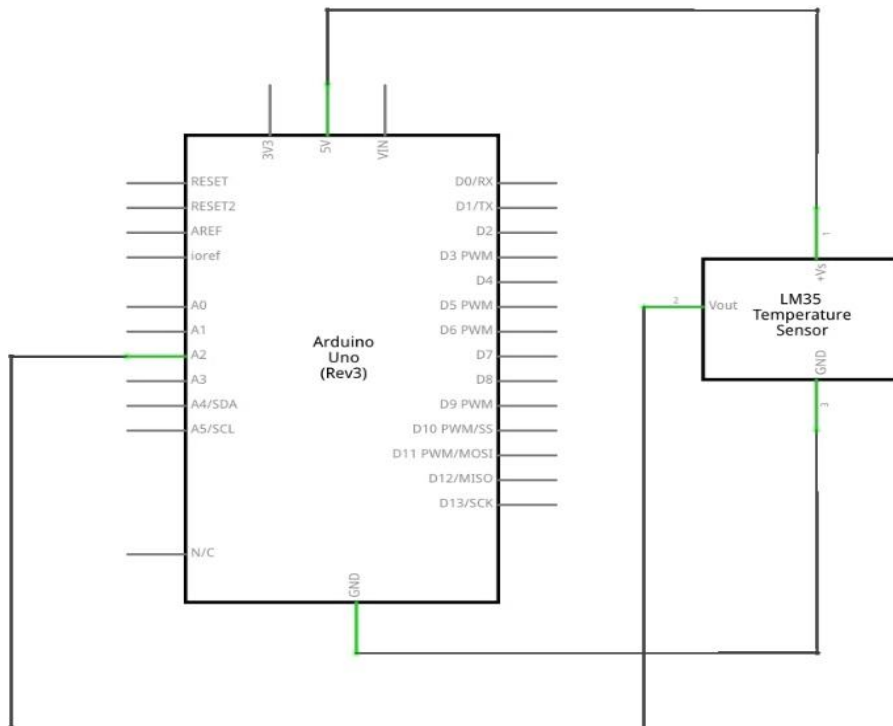
Για την κατασκευή χρειαστήκαμε δυο αισθητήρες θερμοκρασίας, έναν τύπου TMP 36GZ στο σαλόνι και έναν τύπου TMP 35LM στην κουζίνα.

Αυτοί οι αισθητήρες έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά και ίδιο τρόπο προγραμματισμού. Είναι και οι δυο εύχρηστοι, χαμηλής τάσης, με μεγάλη ακρίβεια μετρήσεων (θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου). Παρέχουν μια αναλογική έξοδο ο καθένας



και δεν απαιτούν κάποια εξωτερική βαθμονόμηση. Λειτουργούν με τάση από 2.7 έως 5.5 volts. Για τις ανάγκες του συγκεκριμένου πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 5 volts από τον Arduino [9].

Οι αισθητήρες είναι ρυθμισμένοι για τις ανάγκες του πειράματος στους 26°C (με πραγματικά όρια θερμοκρασιών του χώρου του εργαστηρίου 18-26°C) έτσι ώστε όταν ξεπερνούν το όριο των 26° C ένα *buzzer* αρχίζει να χτυπάει για να ειδοποιήσει για την αύξηση της θερμοκρασίας. Αυτό σε ένα πραγματικό σπίτι, απαιτεί ορισμό του ορίου θερμοκρασίας περίπου στους 65 °C για την ανίχνευση εστίας πυρκαγιάς.



Σχηματικό διάγραμμα αισθητήρα θερμοκρασίας Temperature LM35 (No 1)

Αισθητήρας Αερίου (gas sensor, MQ2)

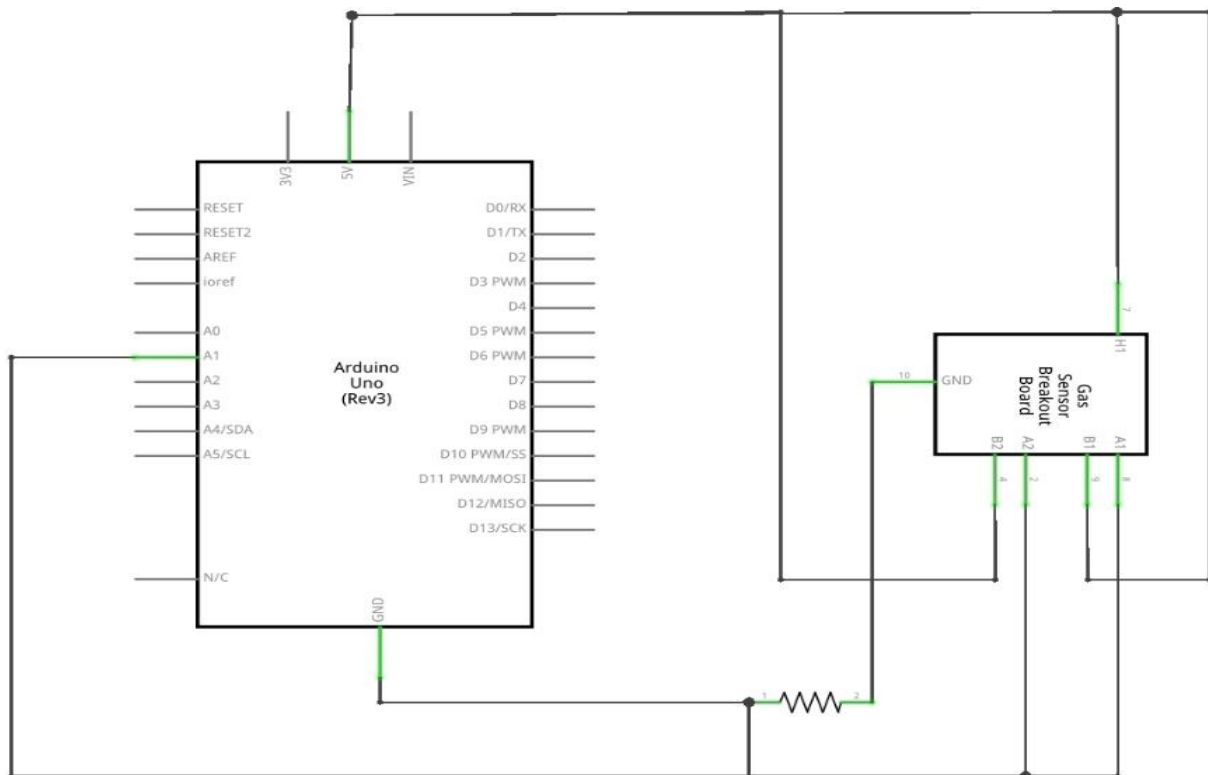
Ο αισθητήρας αερίου (MQ2) είναι χρήσιμος για τον εντοπισμό κάποιας διαρροής αερίου. Είναι κατάλληλος για την ανίχνευση υδρογόνου (H₂), υγραερίου, μεθανίου (CH₄), μονοξειδίου του άνθρακα (CO), αλκοόλ, καπνού ή προπάνιου (C₃H₈).

Λόγω της υψηλής ευαισθησίας του έχει γρήγορο χρόνο απόκρισης. Η ευαισθησία του αισθητήρα μπορεί να ρυθμιστεί με τη χρήση του ποτενσιόμετρου ή με την χρήση κάποιας αντίστασης. Ο αισθητήρας αερίου έχει μία αναλογική έξοδο που από αυτή παίρνουμε τα δεδομένα μας και λειτουργεί με τάση 5 volts [10].



Στο συγκεκριμένο πείραμα, ο αισθητήρας χρησιμοποιήθηκε για την ανίχνευση καπνού. Για την ευαισθησία του αισθητήρα χρησιμοποιήθηκε μια αντίσταση 10 kohm. Επιπλέον είναι συνδεδεμένος με ένα *buzzer* το οποίο ενεργοποιείται όταν η τιμή του καπνού ξεπεράσει τα 320 ppm.

Για τις ανάγκες του πειράματος τοποθετήθηκε το συγκεκριμένο όριο, διότι είναι εύκολο να το προσεγγίσουμε σε πραγματικές συνθήκες σε πειραματικό επίπεδο. Με αυτόν τον τρόπο το σύστημα μας προειδοποιεί ότι έχουμε έντονη διαρροή καπνού από κάποιο σημείο του σπιτιού κοντά στον αισθητήρα.



Σχηματικό διάγραμμα Αισθητήρα Καπνού
(GAS Sensor MQ2)

➤ Αισθητήρας Σκόνης (Dust sensor - GP2Y1010AU0F)

Ο αισθητήρας σκόνης είναι ένας οπτικός αισθητήρας ποιότητας αέρα, σχεδιασμένος να ανιχνεύει σωματίδια σκόνης, λειτουργώντας με τάση 3,3 volts.

Μια υπέρυθη δίοδος εκπομπής και ένα φωτοτρανζίστορ είναι διαγωνίως τοποθετημένα σε αυτή τη συσκευή, ώστε να μπορέσει να ανιχνεύσει το ανακλώμενο φως της σκόνης στον αέρα.



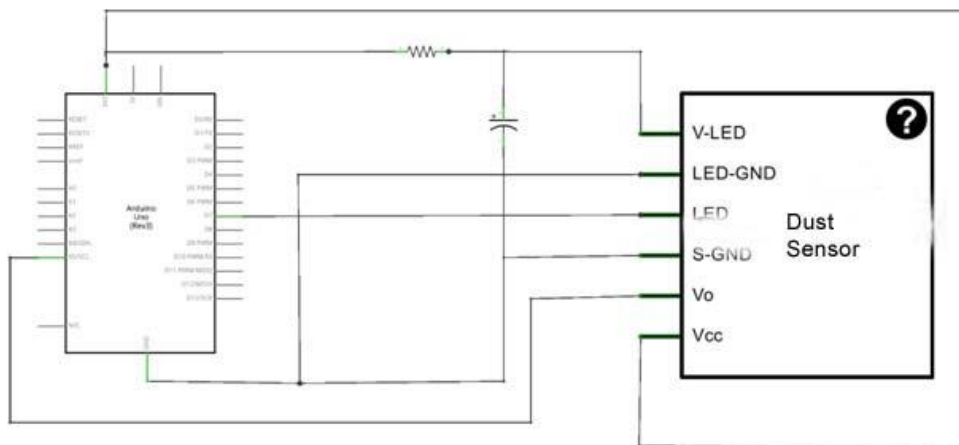
Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός στην ανίχνευση πολύ μικρών σωματιδίων, όπως ο καπνός του τσιγάρου και χρησιμοποιείται συνήθως σε συστήματα για τον καθαρισμό του αέρα [11].

Ο αισθητήρας αυτός έχει πολύ χαμηλή κατανάλωση ρεύματος (20 mA max/ 11 mA τυπική). Η έξοδος του αισθητήρα είναι αναλογική και μετράει την πυκνότητα σκόνης, με ευαισθησία 0.5 V / 0,1 mg / m³.



Για την σύνδεσή του με τον Arduino, χρειάστηκε να κολληθούν καλώδια πάνω στα 6-pins της βάσης σύνδεσης του αισθητήρα.

Ουσιαστικά ο λόγος χρήσης του στη συγκεκριμένη πτυχιακή είναι για τη μέτρηση της ποιότητας του αέρα στο χώρο του σαλονιού στο οποίο θα υπάρχει ένα τζάκι. Συνεπώς μέσω του αισθητήρα σκόνης μπορούμε να παρατηρούμε την ποιότητα του αέρα στον χώρο.



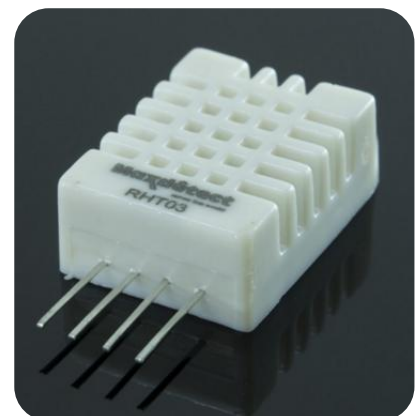
Σχηματικό διάγραμμα Αισθητήρας Σκόνης
(Dust sensor - GP2Y1010AU0F)

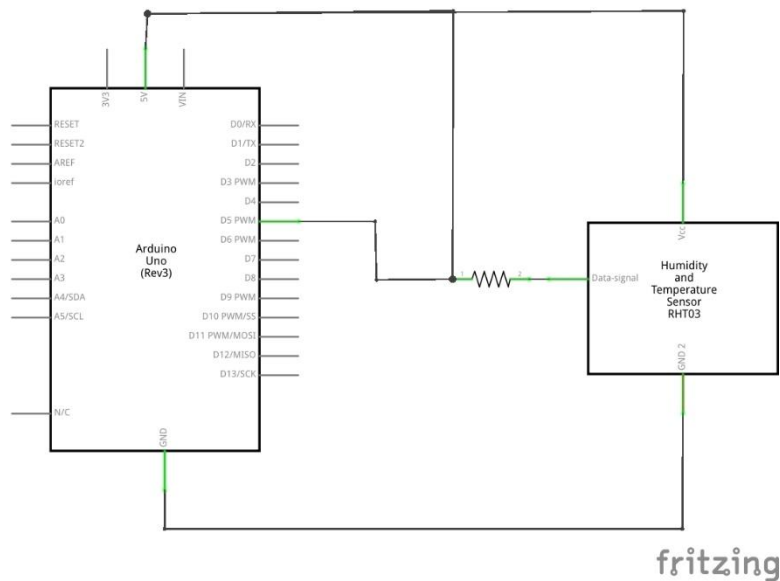
➤ **Αισθητήρας Υγρασίας και Θερμοκρασίας (Humidity and Temperature Sensor- RHT03)**

Ο αισθητήρας RHT03 είναι ένας χαμηλού κόστους αισθητήρας υγρασίας και θερμοκρασίας, με ένα καλώδιο με ψηφιακή διεπαφή.

Ο αισθητήρας είναι βαθμονομημένος και μετράει τη σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία. Χρησιμοποιεί μια ψηφιακή έξοδο και λειτουργεί με τάση 5 Volts.

Ο συγκεκριμένος αισθητήρας θα χρησιμοποιηθεί για την καταγραφή των ποσοστών της υγρασίας στο μπάνιο του σπιτιού.





Σχηματικό διάγραμμα αισθητήρα Υγρασίας και Θερμοκρασίας
(Humidity and Temperature Sensor RHT03)

➤ Αισθητήρας Κλίσης (Tilt sensor)

Ο αισθητήρας κλίσης είναι ένα ηλεκτρονικό στοιχείο που μπορεί να ανιχνεύσει την κλίση ενός αντικειμένου. Περιέχει μια μεταλλική μπάλα που αλλάζει την κατάσταση της συσκευής ανοιχτό/κλειστό (όπως ακριβώς λειτουργεί ένας διακόπτης), όταν ο αισθητήρας φθάνει σε ορισμένη γωνία.



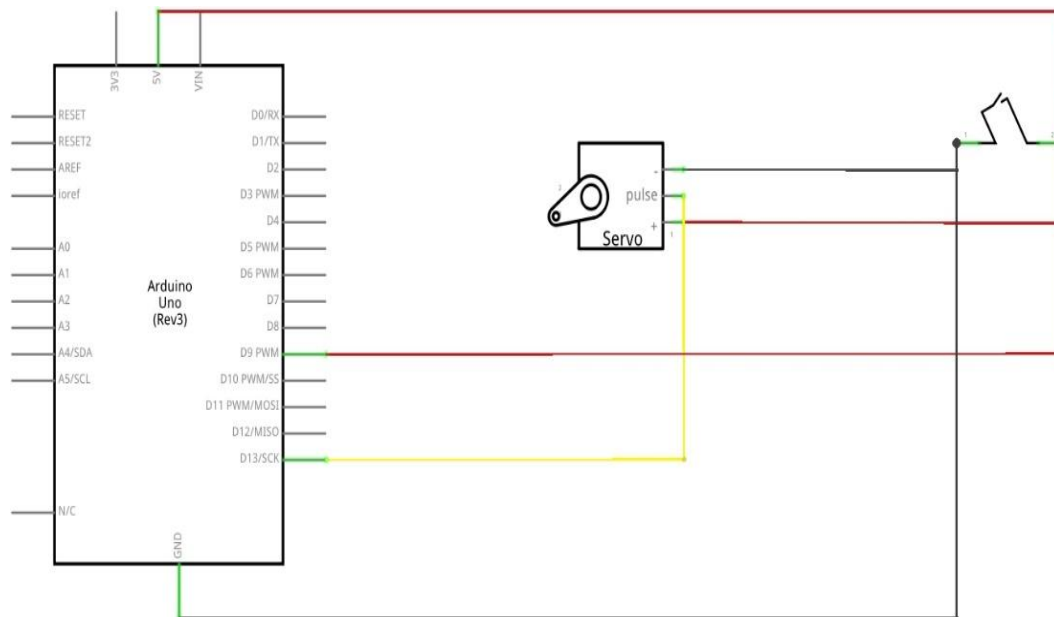
Ο αισθητήρας συνδέεται σε μια ψηφιακή είσοδο του μικροελεγκτή μέσω μιας αντίστασης 1 kohm για την προστασία του αισθητήρα κατά την εκκίνηση.

Στο συγκεκριμένο πείραμα ο αισθητήρας κλίσης χρησιμοποιήθηκε πειραματικά σαν ένα τύπου σύστημα ασφαλείας σε περίπτωση σεισμού, μαζί με έναν σερβοκινητήρα. Σε μία σχετικά έντονη σεισμική δόνηση στην έξοδό του, δίνει εντολή στον σερβοκινητήρα να ανοίξει τις πόρτες των δύο υπνοδωματίων.

Ο συγκεκριμένος αυτοματισμός θα έπρεπε να υπάρχει σε όλα τα σύγχρονα σπίτια, γιατί ο σεισμός είναι ένα φαινόμενο που φοβίζει αρκετά τον κόσμο και ειδικά σε μεγάλες σεισμικές δονήσεις παρατηρείται έντονα το αίσθημα του πανικού.

Βέβαια μία σημαντική παρατήρηση είναι ότι ο αισθητήρας κλίσης μπορεί να μας δώσει το επιθυμητό αποτέλεσμα στο συγκεκριμένο παράδειγμα εφαρμογής, για την υλοποίηση όμως της αντίστοιχης κατασκευής σε συνθήκες ενός πραγματικού σπιτιού, ο πιο κατάλληλος

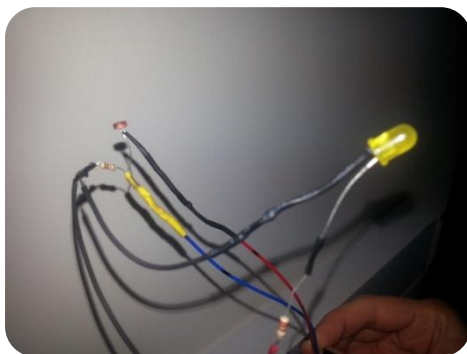
αισθητήρας θα ήταν ένας γυροσκοπικός αισθητήρας τριών διαστάσεων, διότι έχει πολύ καλύτερη ακρίβεια ως αισθητήρας.



Σχηματικό διάγραμμα αισθητήρα κλίσης και Σερβοκινητήρα
(Tilt Sensor & Servo Motor)

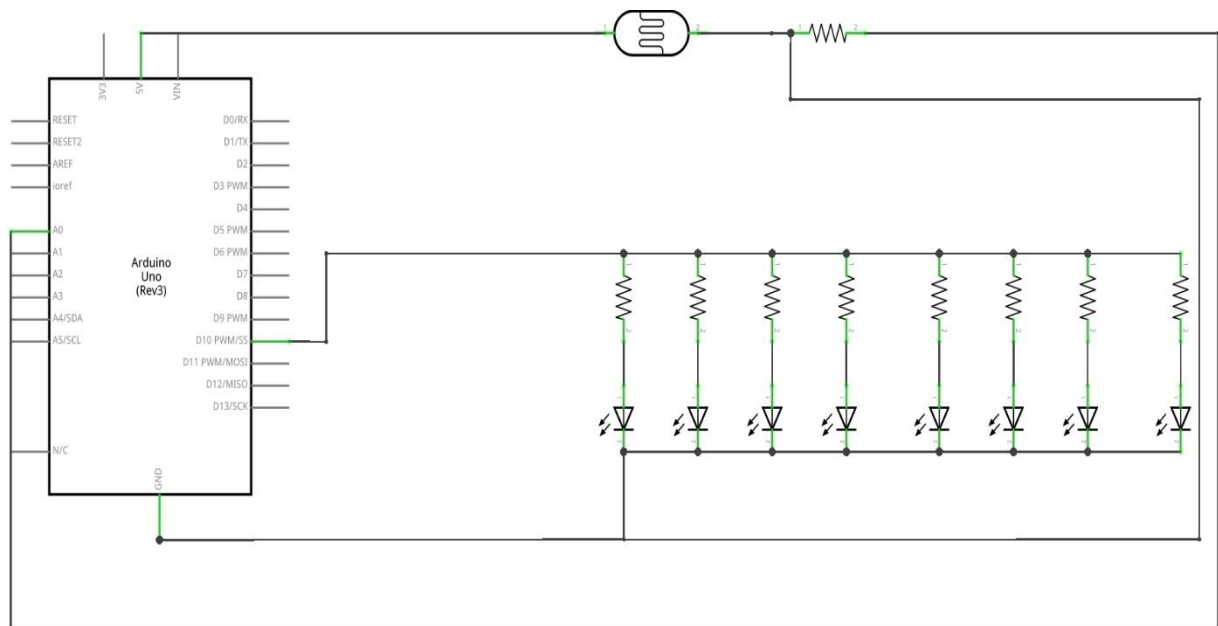
➤ Φωτοαντίσταση (Photoresistor)

Η φωτοαντίσταση είναι μία εξαρτώμενη από το φως αντίσταση, ένας αισθητήρας φωτός (με τάση 5 Volts). Επηρεάζεται από το φως που προσπίπτει πάνω της και παράγει ένα ρεύμα που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση του φωτός, διευκολύνοντας αυτόματα συστήματα στη λειτουργία τους.



Μία καλή ιδέα εφαρμογής της είναι στον περιφερειακό φωτισμό του σπιτιού σε συνεργασία με μερικές φωτοεκπέμπουσες διόδους (Leds).

Στο έξυπνο σπίτι έχουν συνδεθεί παράλληλα μερικά leds σε μια έξοδο του μικροελεγκτή, που ελέγχεται από το σήμα εισόδου της φωτοαντίστασης και έτσι έχει προγραμματιστεί καθώς πέφτει η ένταση του φωτός να ανάβουν τα περιφερειακά leds.



Σχηματικό διάγραμμα Φωτοαντίστασης και Φωτοδιόδων
(Photo resistor & LEDs)

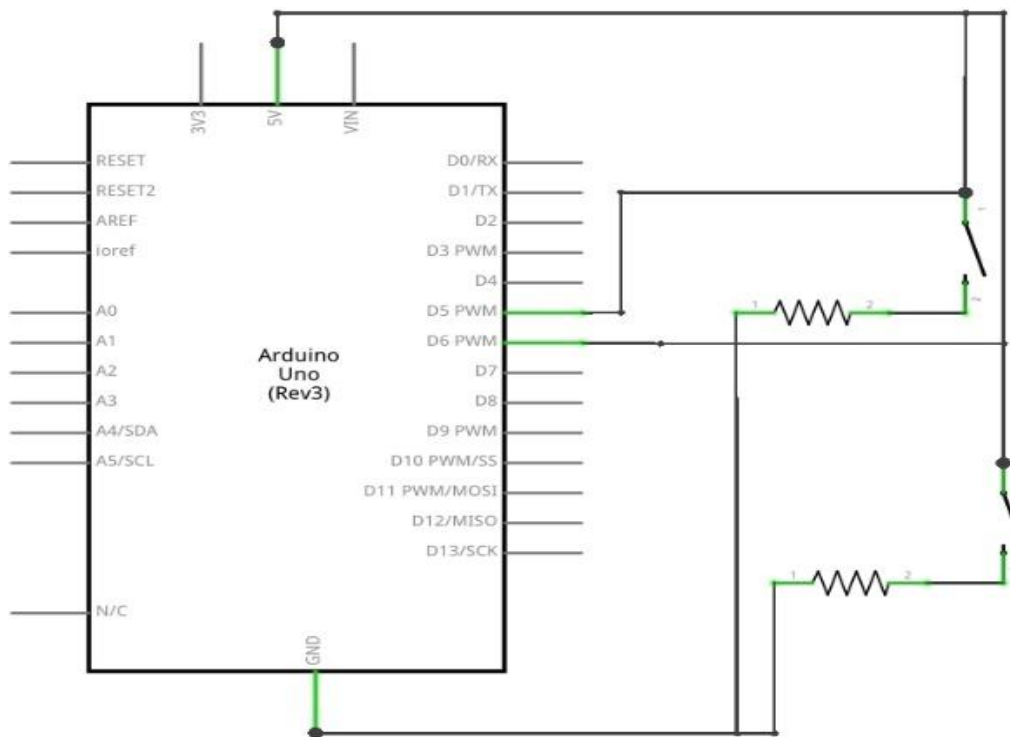
3.2.3 Πιεζοηλεκτρικός Διακόπτης Ελέγχου (Button) & Διακόπτης (Switch)

Πιεζοηλεκτρικός Διακόπτης Ελέγχου είναι ένα ηλεκτρονικό στοιχείο που όταν το πατήσουμε, συνδέει δύο σημεία σε ένα κύκλωμα, παραδείγματος χάρη όταν ένα κουμπί είναι συνδεδεμένο με ένα led, όταν το πατάμε το led ανάβει ενώ όταν το αφήσουμε σβήνει.



Ουσιαστικά ο πιεζοηλεκτρικός διακόπτης ελέγχου συνδέεται με τρία καλώδια όπου το ένα συνδέεται με τη γείωση, το δεύτερο με την τάση 5 Volts και το τρίτο συνδέεται σε μια ψηφιακή θύρα του μικροελεγκτή που του δίνει την ένδειξη 0 ή 1 ανάλογα με το αν είναι κλειστός ή ανοιχτός.

Στη συγκεκριμένη εφαρμογή έξυπνου σπιτιού έχουν χρησιμοποιηθεί δύο πιεζοηλεκτρικοί διακόπτες ελέγχου οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με τον κινητήρα συνεχούς ρεύματος για τις ανάγκες της γκαραζόπορτας. Με την ενεργοποίηση του πρώτου ανοίγει η γκαραζόπορτα, ενώ με τον δεύτερο κλείνει.



Σχηματικό διάγραμμα πιεζοηλεκτρικού διακόπτη ελέγχου

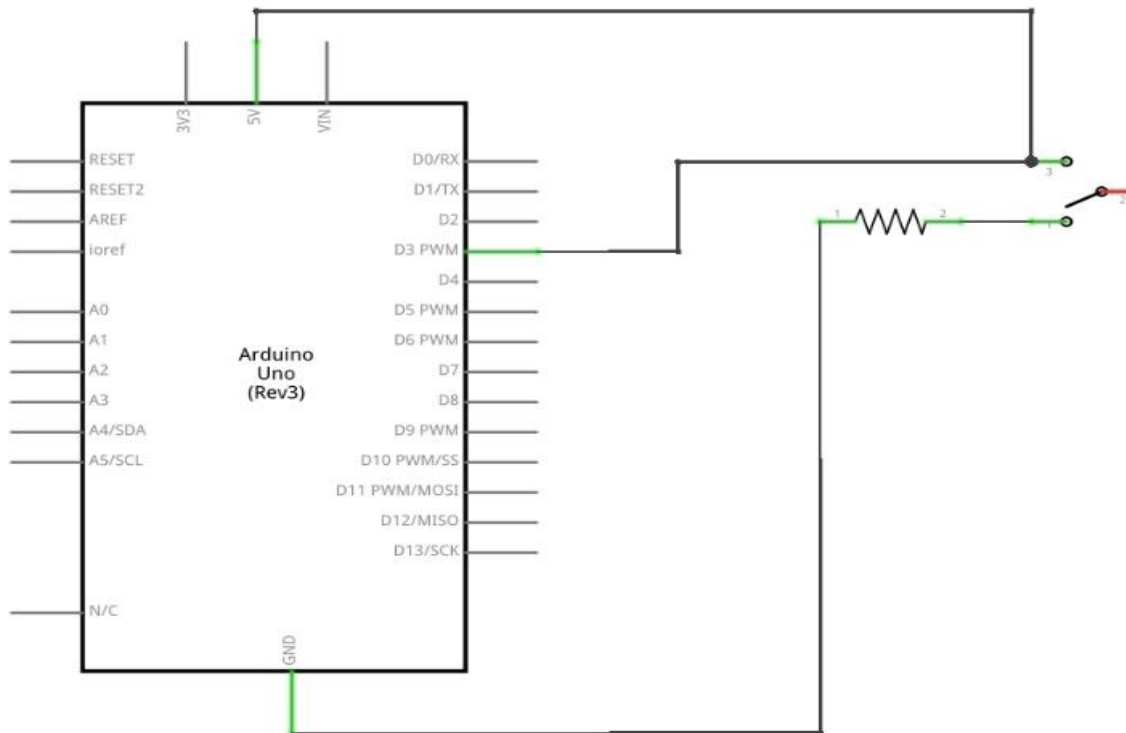
Διακόπτης (Switch) ονομάζεται το ηλεκτρικό εξάρτημα που διακόπτει ή επιτρέπει τη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από αυτό.

Κάθε διακόπτης έχει δύο καταστάσεις, την κατάσταση που είναι κλειστός και την κατάσταση που είναι ανοιχτός. Όταν ένας διακόπτης είναι ανοιχτός δεν επιτρέπει τη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος μεταξύ των ακροδεκτών του, ενώ όταν είναι κλειστός επιτρέπει.



Ο διακόπτης διατηρεί την κατάσταση στην οποία βρίσκεται, ενώ αυτή μεταβάλλεται μόνο από εξωτερικούς παράγοντες, όπως είναι το πάτημα ενός κουμπιού.

Για τις ανάγκες του πειράματος χρειάστηκαν δύο διακόπτες. Ο ένας διακόπτης είναι συνδεδεμένος στην πλακέτα τροφοδότησης πολλαπλών τάσεων και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων και ο δεύτερος έχει συνδεθεί στην έξοδο του Arduino που έχει συνδεθεί το *buzzer*.



Σχηματικό διάγραμμα διακόπτη

3.3 Συσκευές Εξόδου

3.3.1 Οθόνη (Arduino LCD Module Screen)

Η οθόνη Arduino LCD Module μπορεί να εμφανίσει κείμενο, εικόνες, καθώς και σχήματα που θέλουμε να εμφανίζονται με τη βοήθεια κάποιων ειδικών βιβλιοθηκών, που περιέχονται μέσα στο πρόγραμμα του Arduino.



Υπάρχει επίσης μια ενσωματωμένη υποδοχή κάρτας micro-SD στο πίσω μέρος της οθόνης

που μπορεί να εισάγει δεδομένα της κάρτας στην οθόνη. Έχει μέγεθος 1,77 ίντσες και ανάλυση 160 x 128 pixels.

Οι υποδοχές της οθόνης έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να κουμπώνουν εύκολα στις ειδικές υποδοχές πάνω στα περισσότερα μοντέλα Arduino.

Στο συγκεκριμένο project η οθόνη παίζει πολύ βασικό ρόλο. Παρουσιάζει τα αποτελέσματα όλων των αισθητήρων που χρησιμοποιήθηκαν, εκτός από αυτό του αισθητήρα κλίσης. Έτσι,

μπορούμε να γνωρίζουμε σε πραγματικό χρόνο τις μετρήσεις που έχουμε για τη θερμοκρασία, την υγρασία, την ποιότητα αέρα και την ποσότητα καπνού μέσα στο σπίτι.



Ενδείξεις μετρήσεων πραγματικού χρόνου Σκόνης, Θερμοκρασίας, Υγρασίας & Καπνού

3.3.2 Buzzer

Το Buzzer είναι μια συσκευή παραγωγής ήχου, η οποία μπορεί να είναι μηχανική, ηλεκτρομηχανική ή ακόμα και πιεζοηλεκτρική.

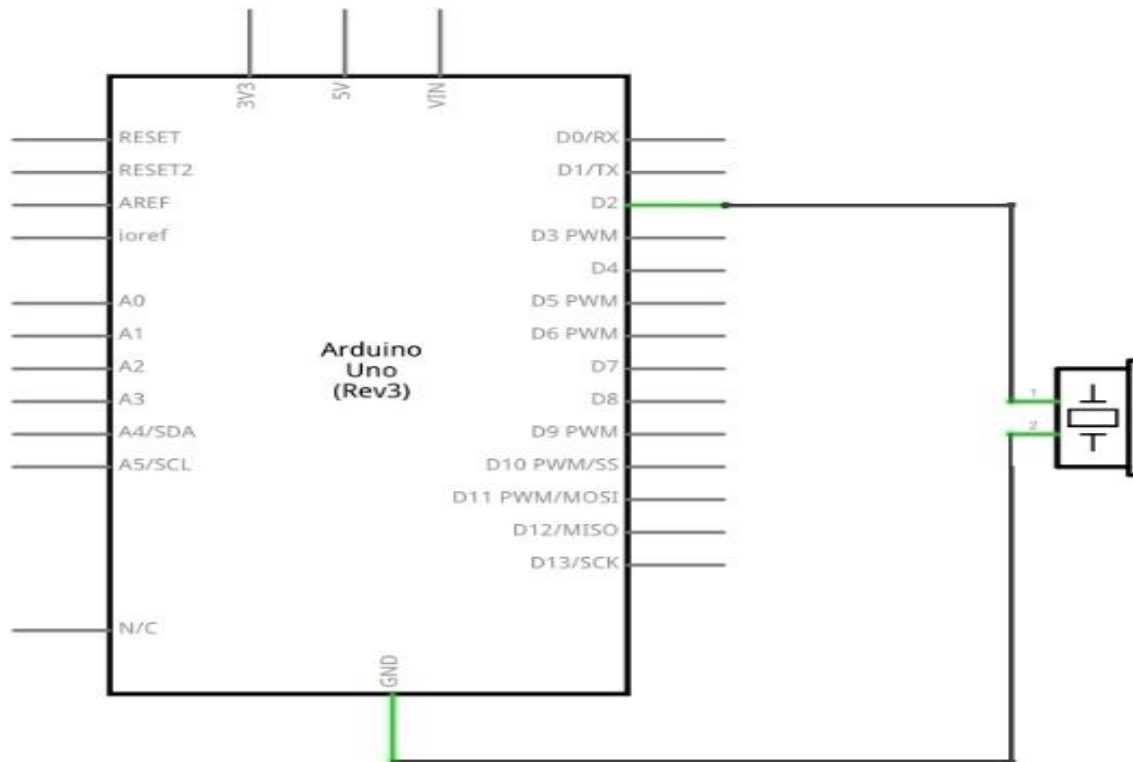
Στο συγκεκριμένο project έχει χρησιμοποιηθεί ένα Buzzer ηλεκτρομηχανικό, με τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:



Όνομαστική τάση λειτουργίας	12 Volts DC
Εύρος τάσης λειτουργίας	6-12 Volts DC
Μέγιστη τιμή ρεύματος	25 mA/12 Volts DC
Ένταση ήχου	75 dB στα 12 Volts DC/20 cm
Συχνότητα	400 ± 100 KHz
Θερμοκρασία λειτουργίας	-20 έως +60°C
Βάρος	10 g

Η λειτουργία του Buzzer είναι συνδεδεμένη μέσω του μικροελεγκτή με τους δύο αισθητήρες θερμοκρασίας και τον αισθητήρα αερίου.

Όταν αυτοί οι τρεις αισθητήρες ξεπερνούν κάποιες συγκεκριμένες τιμές, το Buzzer ενεργοποιείται με διαφορετικό ήχο για κάθε αισθητήρα.



Σχηματικό διάγραμμα Buzzer

3.3.3 Φωτοεκπέμπουσα Δίοδος (LED - Light Emitting Diode)

Η Φωτοεκπέμπουσα Δίοδος (LED) είναι ένας ημιαγωγός ο οποίος εκπέμπει φωτεινή ακτινοβολία όταν του παρέχεται μία ηλεκτρική τάση μεγαλύτερη από 0,7 Volts.

Τα leds σε σχέση με τους απλούς λαμπτήρες παρουσιάζουν μια πληθώρα πλεονεκτημάτων [12], όπως:

- Απόδοση: παράγουν περισσότερο φως ανά Watt, συγκριτικά με της λάμπες πυράκτωσης.
- Χρώμα: εκπέμπουν φως συγκεκριμένου χρώματος χωρίς τη χρήση φίλτρων που απαιτούν οι παραδοσιακοί μέθοδοι φωτισμού.
- Μέγεθος: Τα παραδοσιακά LED είναι πολύ μικρά (μικρότερα από 2mm) και μπορούν να τοποθετηθούν σε πινάκες ενδείξεων λειτουργίας.
- Χρόνος ON/OFF: έχουν γρήγορη απόκριση. Μια τυπική κόκκινη LED μπορεί να έρθει σε κατάσταση πλήρους φωτεινότητας σε msec.
- Χρόνος ζωής: έχουν μεγάλο χρόνο ζωής. Οι ώρες λειτουργίας τους κυμαίνονται από 35.000 έως 50.000 ώρες, αριθμός πολύ μεγαλύτερος συγκριτικά με αυτόν των



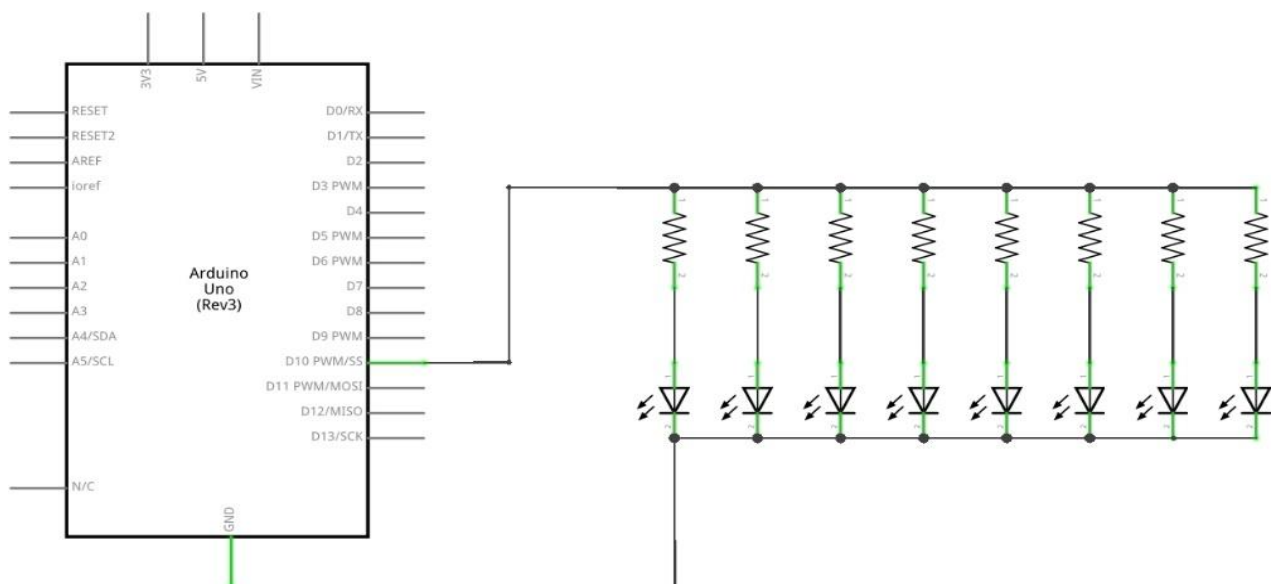
λαμπτήρων πυράκτωσης που κυμαίνεται από 1.000 έως 2.000 ώρες και των λαμπτήρων φθορισμού που κυμαίνεται από 10.000 έως 15.000 ώρες.

- Εστίαση: μπορούν να σχεδιαστούν ώστε να εστιάζουν το φως σε ένα συγκεκριμένο σημείο ή περιοχή. Οι λάμπες πυράκτωσης και φθορισμού απαιτούν ένα εξωτερικό ανακλαστήρα για να συλλεχτεί το φως και να το κατευθύνει.
- Τοξικότητα: δεν περιέχουν υδράργυρο όπως οι λάμπες φθορισμού και έτσι δεν είναι επικίνδυνα για την υγεία σε περίπτωση καταστροφής τους.

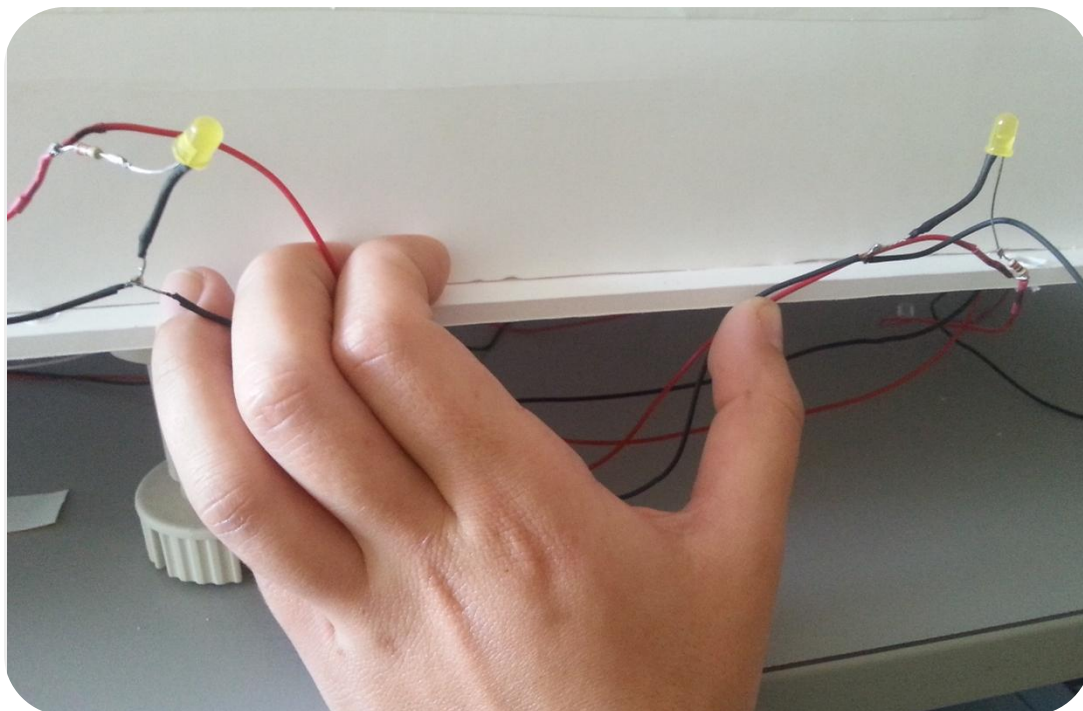
Έχουν όμως και αρκετά μειονεκτήματα:

- Εξάρτηση από τη θερμοκρασία: Η λειτουργία των LED έχει ισχυρή εξάρτηση από τη θερμοκρασία λειτουργίας τους. Για την αποφυγή αυτού του προβλήματος χρησιμοποιούνται ειδικές μέθοδοι τροφοδοσίας τους.
- Ευαισθησία στην Τάση: Τα LED είναι αρκετά ευαίσθητα στη τάση και όπως και στο ρεύμα που τα διαρρέει. Έτσι συνήθως χρησιμοποιούνται αντιστάσεις για τον έλεγχο του ρεύματος.

Για τις ανάγκες του πειράματος έχουν χρησιμοποιηθεί 8 leds κίτρινου χρώματος συνδεδεμένα παράλληλα μεταξύ τους, για τις ανάγκες του περιφερειακού φωτισμού του σπιτιού.



Σχηματικό διάγραμμα φωτοδιόδου



Φωτοдиодοι συνδεδεμένες σε παραλληλία στον περιφερειακό φωτισμό του σπιτιού

3.3.4 Κινητήρες

- **Κινητήρας συνεχούς ρεύματος (DC Motor)**

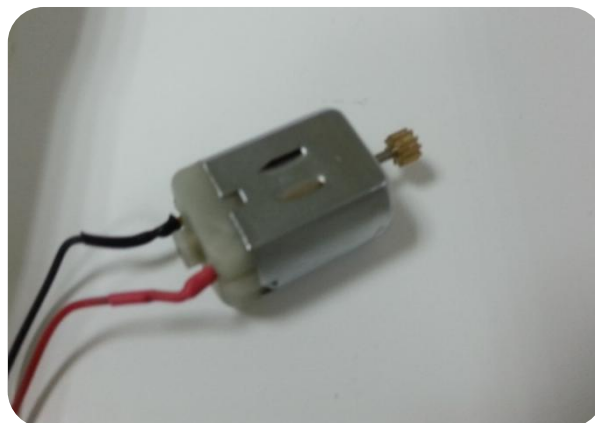
Ένας κινητήρας συνεχούς ρεύματος ανήκει στην κατηγορία των ηλεκτρικών μηχανών που μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική.

Οι κινητήρες που χρησιμοποιούνται συνήθως, βασίζονται στις δυνάμεις που παράγονται από μαγνητικά πεδία.

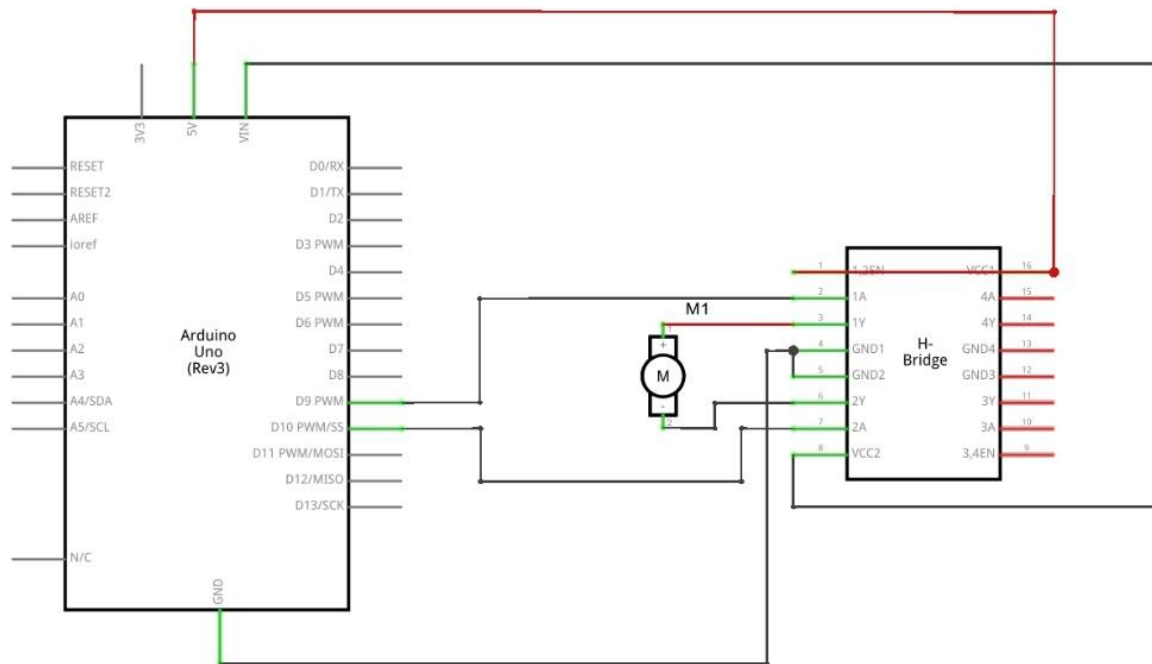
Σχεδόν όλοι οι τύποι κινητήρων συνεχούς

ρεύματος έχουν κάποιο εσωτερικό μηχανισμό, είτε ηλεκτρομηχανικό ή ηλεκτρονικό, για να αλλάζουν την κατεύθυνση περιοδικά της ροής του ρεύματος στο μέρος του κινητήρα.

Οι περισσότεροι κινητήρες παράγουν περιστροφική κίνηση. Η ταχύτητα ενός κινητήρα συνεχούς ρεύματος μπορεί να ελέγχεται σε ένα ευρύ φάσμα, χρησιμοποιώντας είτε μια μεταβλητή τάση τροφοδοσίας ή με την αλλαγή της δύναμης του ρεύματος στον τομέα περιέλιξής του. Μικροί κινητήρες συνεχούς ρεύματος χρησιμοποιούνται σε εργαλεία, παιχνίδια και σε συσκευές.

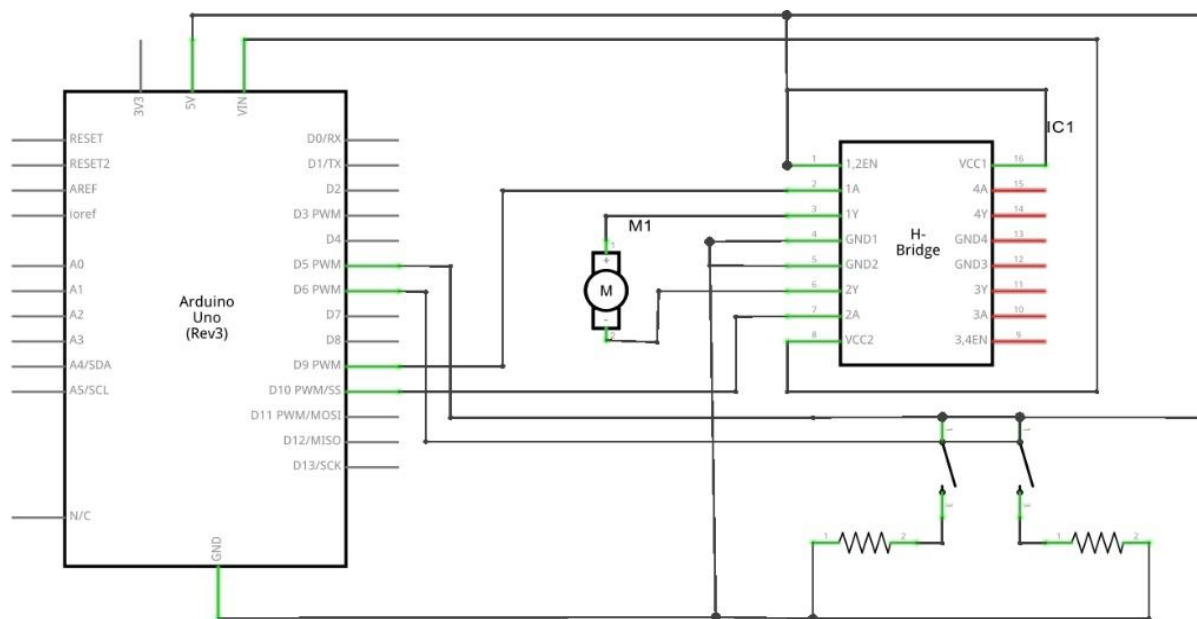


Ο κινητήρας συνεχούς ρεύματος στο συγκεκριμένο πείραμα χρησιμοποιείται στο άνοιγμα και το κλείσιμο της πόρτας του γκαράζ.



Σχηματικό διάγραμμα κινητήρα συνεχούς ρεύματος
(DC Motor)

Έτσι, όταν πατάμε παρατεταμένα το πρώτο κουμπί η γκαραζόπορτα κατεβαίνει ενώ όταν πατάμε το δεύτερο, ανεβαίνει, με τη χρήση του κινητήρα.



Σχηματικό διάγραμμα κινητήρα συνεχούς ρεύματος με πιεζοηλεκτρικούς διακόπτες ελέγχου
(DC Motor with Buttons)

Ολοκληρωμένο Κύκλωμα για την Αντιστροφή της Πολικότητας του Κινητήρα Συνεχούς Τάσης. (H-BRIDGE)

Για την σύνδεση του κινητήρα συνεχούς τάσης χρειάστηκε ένα κύκλωμα (H-Bridge) για την αντιστροφή της πολικότητάς του.

Η *H-Bridge* είναι ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα, που επιτρέπει μία τάση να εφαρμοστεί σε ένα φορτίο και προς τις δύο κατευθύνσεις. Τα κυκλώματα αυτά χρησιμοποιούνται συχνά στη ρομποτική και σε άλλες εφαρμογές, για να είναι εφικτή η αντιστροφή της λειτουργίας των κινητήρων συνεχούς ρεύματος.



Η *H-Bridge* συνδέθηκε πάνω στην πλακέτα τροφοδότησης πολλαπλών τάσεων και ηλεκτρονικών στοιχείων και τροφοδοτήθηκε με τάση 5 volts. Τα δύο pins της γέφυρας συνδέθηκαν στον κινητήρα του συνεχούς ρεύματος, ενώ ακόμη άλλα δύο pins συνδέθηκαν στον μικροελεγκτή σε pins που δίνουν σήμα PWM.

Το σχηματικό της διάγραμμα φαίνεται στην παράγραφο 3.3.4.

▪ Σερβοκινητήρας (Servo Motor)

Ένας σερβοκινητήρας είναι ένας περιστροφικός ή γραμμικός ενεργοποιητής, που επιτρέπει τον ακριβή έλεγχο της κίνησης γωνιακά ή γραμμικά.

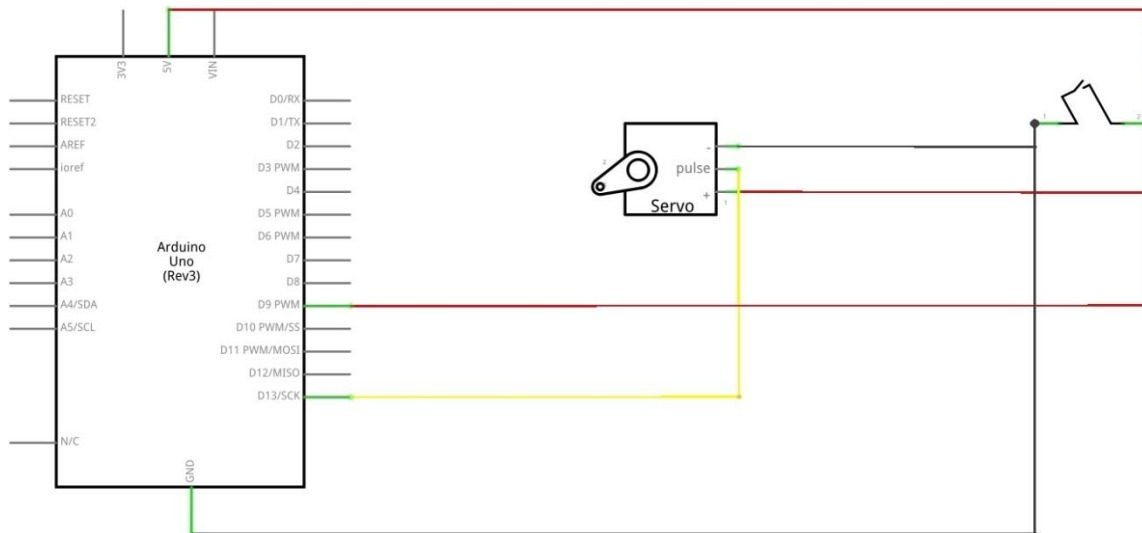
Αποτελείται από ένα κινητήρα, ο οποίος συνδέεται με έναν αισθητήρα, για τον έλεγχο της ανάδρασης. Επίσης, απαιτεί ένα σχετικά εξελιγμένο ελεγκτή.

Οι σερβοκινητήρες δεν αποτελούν ειδική κατηγορία

μοτέρ, αν και ο όρος σερβοκινητήρας συχνά χρησιμοποιείται για να αναφερθεί σε έναν κινητήρα κατάλληλο για χρήση σε ένα σύστημα ελέγχου κλειστού βρόχου.

Στο project αυτό ο σερβοκινητήρας έχει χρησιμοποιηθεί μαζί με τον αισθητήρα κλίσης (ενότητα 3.2.1).





Σχηματικό διάγραμμα αισθητήρα Κλίσης σε συνεργασία με Σερβοκινητήρα
(Servo Motor & Tilt sensor)

3.3.5 Πλακέτα τροφοδότησης πολλαπλών τάσεων και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων

Η συγκεκριμένη πλακέτα είναι το πιο σημαντικό κομμάτι σε αυτή την πτυχιακή, μετά τον μικροελεγκτή.

Ουσιαστικά, είναι η κύρια πλακέτα τροφοδότησης όλων των ηλεκτρονικών μερών της κατασκευής.

Λόγω της χρήσης διαφορετικών τύπων αισθητήρων και ηλεκτρονικών στοιχείων, αυτή η πλακέτα παρέχει διαφορετικές τάσεις, οι οποίες είναι 5 Volts και 9 Volts, έτσι ώστε να λειτουργήσουν οι αισθητήρες και δύο μικροελεγκτές. Η πλακέτα τροφοδοτείται από ένα τροφοδοτικό το οποίο είναι ρυθμισμένο να παρέχει 12 Volts συνεχούς τάσης.

Τα ηλεκτρονικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στη δημιουργία της πλακέτας είναι τα εξής:

- ❖ Κεντρικός διακόπτης (switch) παροχής τροφοδοσίας, με ενδεικτικό λαμπάκι Led κόκκινου χρώματος, για την οπτική ένδειξη παροχής τροφοδοσίας.
- ❖ Δύο σταθεροποιητές τάσης. Ο ένας σταθεροποιεί την τάση στα 5 Volts (1m7805) και ο δεύτερος στα 9 Volts (1m7809) και η ανοχή του κάθε ενός σε μέγιστο ρεύμα είναι μέχρι 1,5 A. Για την ψύξη και τη σωστή λειτουργία των σταθεροποιητών, χρησιμοποιήθηκαν δύο ψύκτρες.
- ❖ Για τη σταθεροποίηση και τη σωστή λειτουργία του κυκλώματος σταθεροποίησης, τοποθετήθηκαν 4 πυκνωτές.

Ένας στην είσοδο του κάθε σταθεροποιητή (470 nF) και ένας στην κάθε έξοδο (100 nF).

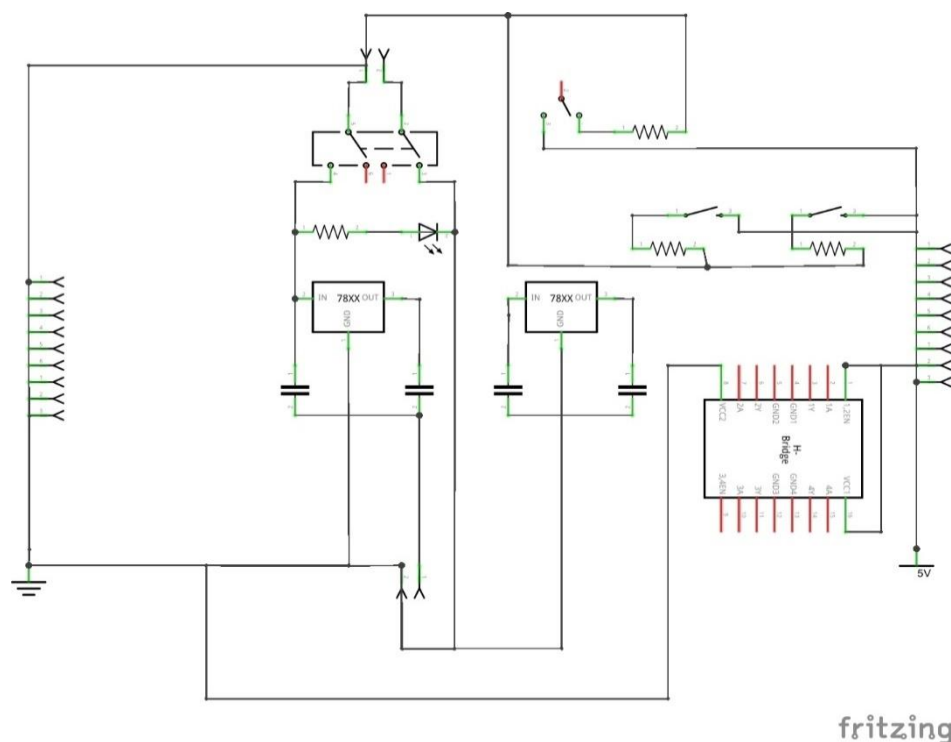
- ❖ Για την ένωση των καλωδίων στην πλακέτα χρησιμοποιήθηκαν δύο κλέμες PCB των 9 θέσεων, η μία για την έξοδο των 5 Volts και η άλλη για τη γείωση.

Επίσης χρησιμοποιήθηκαν δύο κλέμες των 2 θέσεων, εκ των οποίων η μία για την είσοδο της τάσης από το τροφοδοτικό (12 Volts) και η άλλη για την παροχή 9 Volts στην πλακέτα των μικροελεγκτών.

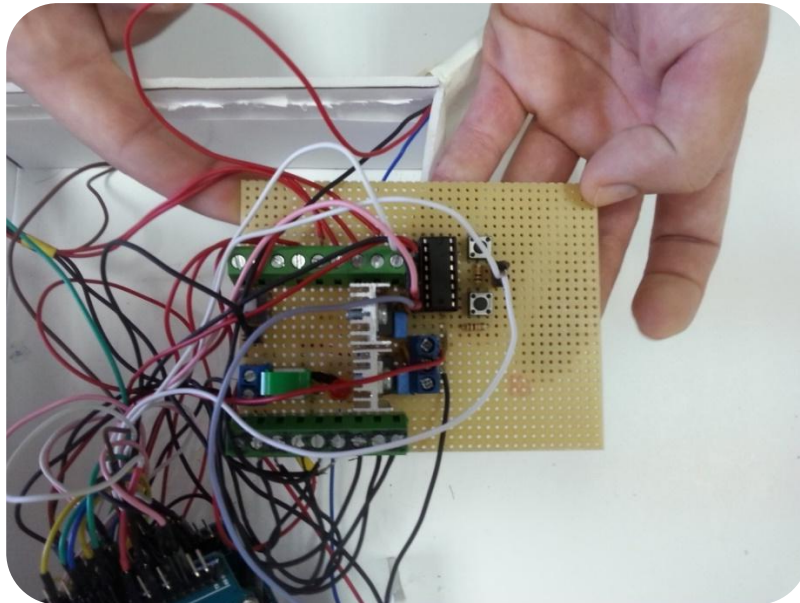
- ❖ Επιπλέον ενσωματώθηκε ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα (H-bridge) για την αντιστροφή της πολικότητας του κινητήρα συνεχούς τάσης.

Για την υλοποίηση της αντιστροφής, χρειάστηκαν δυο πιεζοηλεκτρικοί διακόπτες ελέγχου.

- ❖ Τέλος, στο κύκλωμα τοποθετήθηκε ένας διακόπτης για την απενεργοποίηση του buzzer.

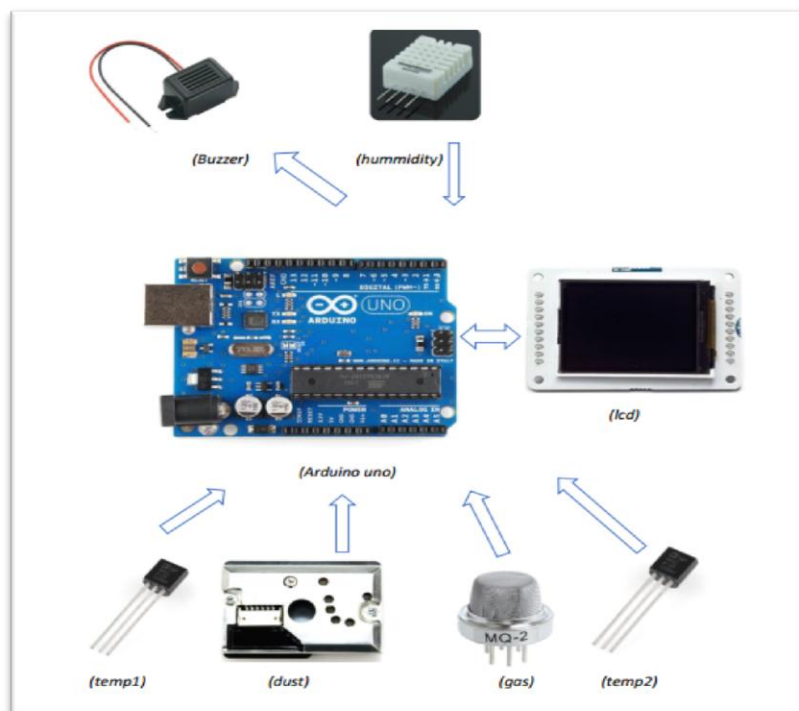


Σχηματικό διάγραμμα Πλακέτας τροφοδότησης πολλαπλών τάσεων και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων



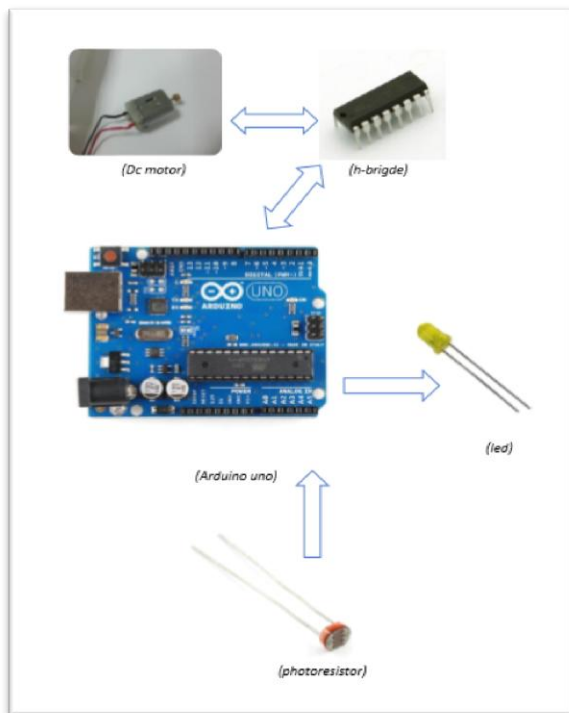
Πλακέτα τροφοδότησης πολλαπλών τάσεων (9, 5 & 12 Volts) και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων (Πιεζοηλεκτρικός Διακόπτης Ελέγχου, Διακόπτες, Σταθεροποιητές, Πυκνωτές, Η-Bridge, Αντιστάσεις, LED, Ψύκτρες και Ηλεκτρολογικές Κλέμες)

3.3.6 Βασική Αρχιτεκτονική του Συστήματος

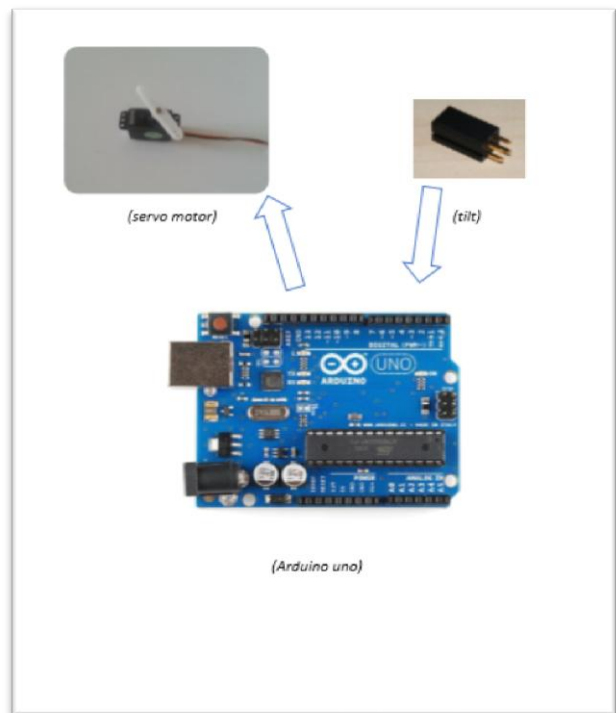


1ος Arduino

2ος Arduino



3ος Arduino



Κεφάλαιο 4: Το Προτεινόμενο Σύστημα – Η Πλατφόρμα

Ο μικροελεγκτής Arduino χρησιμοποιεί μια δική του γλώσσα προγραμματισμού, η οποία βασίζεται στη γλώσσα **Wiring**, μια παραλλαγή της C/C++ για μικροελεγκτές αρχιτεκτονικής AVR, όπως ο Atmega και υποστηρίζει όλες τις βασικές δομές της C, καθώς και μερικά χαρακτηριστικά της C++.

Το Arduino IDE, έρχεται με μια βιβλιοθήκη λογισμικού που ονομάζεται "Wiring", η οποία καθιστά πολλές λειτουργίες εισόδου/εξόδου πολύ πιο εύκολες.

Οι χρήστες πρέπει να ορίσουν δύο διαδικασίες για να δημιουργήσουν ένα πρόγραμμα επαναλαμβανόμενης εκτέλεσης:

- **setup()**: μια συνάρτηση που τρέχει **μια** φορά στην αρχή του προγράμματος, η οποία αρχικοποιεί τη λειτουργία των μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται.
- **loop()**: μια συνάρτηση, η οποία καλείται **συνέχεια** και με ρυθμό που ορίζεται από την προαιρετική χρήση της συνάρτησης *delay*.

Εκτός από το λογισμικό της εταιρίας Arduino, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τη συγγραφή του παρακάτω κώδικα, για την υλοποίηση των σχηματικών διαγραμμάτων της σύνδεσης των ηλεκτρονικών στοιχείων και των αισθητήρων με τον Arduino, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Fritzing [13].

Ο κώδικας του συστήματος που εκτελείται από τον 1^ο μικροελεγκτή Arduino είναι:

```
//Κώδικας 1ου Arduino (Για διαχείριση της πληροφορίας και εμφάνιση αποτελεσμάτων στην  
//οθόνη)  
int measurePin = A5; // Αισθητήριο Σκόνης – Ορισμός αναλογικής θύρας  
int ledPower = 7; // Αισθητήριο Σκόνης – Ορισμός ψηφιακής θύρας  
//Ρυθμίσεις Αισθητηρίου Σκόνης  
int samplingTime = 280;  
int deltaTime = 40;  
int sleepTime = 9680;  
float voMeasured = 0;  
float calcVoltage = 0;  
float dustDensity = 0;  
  
//-----  
const int analogInPin = A1; // Αισθητήριο Καπνού – Ορισμός αναλογικής θύρας
```

```

const int buzzerpin = 2; // Σύνδεση Buzzer στο ψηφιακό pin 2 του μικροελεγκτή
int sensorValue = 0; // Αισθητήριο Καπνού – Αρχικοποίηση τιμής
int switchVal=0; // Διακόπτης – Αρχικοποίηση τιμής
//-----
#include <dht.h> //Ενσωμάτωση βιβλιοθήκης για την χρήση του αισθητήρα
//υγρασίας/θερμοκρασίας

dht DHT;

#define DHT22_PIN 5 //Ορισμός pin 5 για την ψηφιακή έξοδο του αισθητήρα υγρασίας
//-----

const int switchPinBuz =3; // Ορισμός pin διακόπτη απενεργοποίησης Buzzer
const int sensorPin1= A4; // Ορισμός pin αισθητήρα θερμοκρασίας No1
const int sensorPin2 =A2; // Ορισμός pin αισθητήρα θερμοκρασίας No2
const float baselineTemp = 16.0; // Αρχική τιμή μέτρησης της θερμοκρασίας

float temperature1;
float temperature2;

int sensorVa=0;
//-----
#include <TFT.h> // Βιβλιοθήκη του Arduino για τη χρήση της LCD οθόνης
#include <SPI.h>

// Ορισμός pins οθόνης για σύνδεση με τον Arduino
#define cs 10
#define dc 9
#define rst 8

TFT TFTscreen = TFT(cs, dc, rst); // Δημιουργία στιγμιότυπου οθόνης

// Δημιουργία πίνακα απεικόνισης τιμών στην οθόνη
char sensorPrintout1[6];

```

```

char sensorPrintout2[6];
char sensorPrintout3[6];
char sensorPrintout4[6];
char sensorPrintout5[6];

//-----
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(ledPower,OUTPUT);

//-----
  pinMode(buzzerpin, OUTPUT); // Ενεργοποίηση Buzzer
  pinMode(switchPinBuz,INPUT); // Ενεργοποίηση διακόπτη του Buzzer

//-----
  TFTscreen.begin(); // Ενεργοποίηση της οθόνης
  TFTscreen.background(0, 0, 0); // Καθάρισμα οθόνης
  TFTscreen.stroke(255, 255, 255); // Ορισμός χρώματος γραμματοσειράς
  TFTscreen.setTextSize(2); // Ορισμός μεγέθους γραμματοσειράς
  // Απεικόνιση του κειμένου πάνω αριστερά στην οθόνη
  TFTscreen.text("Dust:\n ", 0, 0);
  TFTscreen.text("Temp1:\n ", 0, 20);
  TFTscreen.text("Temp2:\n ", 0, 40);
  TFTscreen.text("Hum:\n ",0,60);
  TFTscreen.text("Gas:\n ", 0,80);
}

//-----
void loop()
{
  // Επαναληπτική εκτέλεση διαδικασιών για την ανάγνωση των τιμών των αισθητήρων
  LCDscreen();
  dust();
  gas ();
}

```

```

humidity ();
temp ();
}
//-----
void dust()
{
digitalWrite(ledPower,LOW);           // Άναμα LED αισθητήρα
delayMicroseconds(samplingTime);
voMeasured = analogRead(measurePin);  // Ανάγνωση τιμής αισθητήρα σκόνης
delayMicroseconds(deltaTime);
digitalWrite(ledPower,HIGH);          // Σβήσιμο του LED του αισθητήρα σκόνης
delayMicroseconds(sleepTime);

calcVoltage = voMeasured * (3.3 / 1024); // Απεικόνιση τιμών σε κλίμακα (0 - 3.3V) από
                                           //(0 - 1023)

dustDensity = 0.17 * calcVoltage - 0.1;
}
//-----
void gas ()
{
sensorValue = analogRead(analogInPin); // Ανάγνωση τιμών του αισθητήρα καπνού
switchVal=digitalRead(switchPinBuz);  // Ανάγνωση κατάστασης διακόπτη
if (switchVal >0)
{
if (sensorValue >= 320)
{
digitalWrite(buzzerpin, HIGH);        // Ενεργοποίηση του Buzzer
}
else
{
digitalWrite(buzzerpin, LOW);         // Απενεργοποίηση του Buzzer
}
}
}

```

```

}
}
else
{
digitalWrite(buzzerpin, LOW);
}
// Εμφάνιση τιμών στην οθόνη
Serial.print("sensor = " );
Serial.println(switchVal );
delay(100);
}
//-----
void humidity ()
{
int chk = DHT.read22(DHT22_PIN); //Ανάγνωση τιμών αισθητήρα υγρασίας
switch (chk)
{
case DHTLIB_OK:
Serial.print("OK \t");
break;
case DHTLIB_ERROR_CHECKSUM:
Serial.print("Checksum error,\t");
break;
case DHTLIB_ERROR_TIMEOUT:
Serial.print("Time out error,\t");
break;
default:
Serial.print("Unknown error,\t");
break;
}
delay(100);
}

```



```

}
//-----
void temp ()
{
  //Ανάγνωση τιμών αισθητήρων θερμοκρασίας
  float sensorVa = analogRead(sensorPin1);
  float sensorVal2 = analogRead(sensorPin2);
  // Μετατροπή μέτρησης σε τάση
  float voltage1 = (sensorVa/1024.0)* 5.0;
  float voltage2 = (sensorVal2 /1024.0)* 5.0;
  // Μετατροπή τάσης σε θερμοκρασία Κελσίου
  Serial.print(", degrees1 C: ");
  temperature1 = (voltage1 - 0.5) * 100;
  Serial.print(temperature1);
  Serial.print(", degrees2 C: ");
  temperature2 = (voltage2 - 0.5) * 100;
  Serial.println(temperature2);

  if (switchVal >0)
  {
    if (temperature1 < baselineTemp + 9)
    {
      digitalWrite(buzzerpin, LOW);
    }
    // Αν η θερμοκρασία ξεπεράσει τους 24 βαθμούς Κελσίου, ενεργοποίησε το Buzzer
    else if (temperature1 >= baselineTemp + 10)
    {
      digitalWrite(buzzerpin, HIGH);
      delay(500);
      digitalWrite(buzzerpin, LOW);
      delay(500);
    }
  }
}

```

```
}
}
else if (switchVal<=0)
{
    digitalWrite(buzzerpin, LOW);
}

if (switchVal >0)
{
    if (temperature2 < baselineTemp + 9)
    {
        digitalWrite(buzzerpin, LOW);
    }
    else if (temperature2 >= baselineTemp + 10)
    {
        digitalWrite(buzzerpin, HIGH);
        delay(500);
        digitalWrite(buzzerpin, LOW);
        delay(500);
    }
}
else if(switchVal<=0)
{
    digitalWrite(buzzerpin, LOW);
}
delay(1);
}
//-----
void LCDscreen()
{
    // Ανάγνωση τιμών αισθητήρων
}
```

```

String Dust = String(voMeasured);
String Temp1 = String(temperature1);
String Temp2 = String(temperature2);
String Humidity = String(DHT.humidity);
String Gas = String (analogRead(analogInPin));

// Αντιστοίχιση τιμών σε πίνακα
Dust.toCharArray(sensorPrintout1, 6);
Temp1.toCharArray(sensorPrintout2, 6);
Temp2.toCharArray(sensorPrintout3, 6);
Humidity.toCharArray(sensorPrintout4,6);
Gas.toCharArray(sensorPrintout5,6);
TFTscreen.stroke(255, 255, 255);           // Χρώμα γραμματοσειράς το άσπρο

// Εμφάνιση τιμών στην οθόνη
TFTscreen.text(sensorPrintout1, 100, 0); delay(200);
TFTscreen.text(sensorPrintout2, 100, 20); delay(200);
TFTscreen.text(sensorPrintout3, 100, 40); delay(200);
TFTscreen.text(sensorPrintout4, 100, 60); delay(200);
TFTscreen.text(sensorPrintout5, 100, 80); delay(200);

// Καθάρισμα οθόνης
TFTscreen.stroke(0, 0, 0);
TFTscreen.text(sensorPrintout1,100, 00);
TFTscreen.text(sensorPrintout2,100, 20);
TFTscreen.text(sensorPrintout3,100, 40);
TFTscreen.text(sensorPrintout4,100, 60);
TFTscreen.text(sensorPrintout5,100, 80);
}

```

Ο κώδικας του συστήματος που εκτελείται από τον 2^ο μικροελεγκτή Arduino είναι:

```
// Κώδικας 2ου Arduino
```

```

//-----
int ledPin = 8;           // Ορισμός ψηφιακού pin 8 φωτοδιόδου
int photocellInput = A0; // Ορισμός αναλογικού pin 0 φωτοαντίστασης
//-----
#define dcpin1 3         // ορισμός ψηφιακού pin 3 PWM (αριστερόστροφη λειτουργία)
#define dcpin2 11       // ορισμός ψηφιακού pin 11 PWM (δεξιόστροφη λειτουργία)

const int buttonPin1= 5; //ορισμός ψηφιακού pin 5 (με κουμπί) για την αριστερόστροφη
                        //λειτουργία
const int buttonPin2 =6; //ορισμός ψηφιακού pin 6 (με κουμπί) για την δεξιόστροφη
                        //λειτουργία

int buttonstage1;
int buttonstage2;
int but;
//-----
//Αρχικοποίηση λειτουργίας του μικροελεγκτή
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  //-----
  digitalWrite(dcpin1, LOW);
  digitalWrite(dcpin2, LOW);
  pinMode(dcpin1, OUTPUT);
  pinMode(dcpin2, OUTPUT);
  pinMode(buttonPin1,INPUT);
  pinMode(buttonPin2,INPUT);
}
//-----
// Επαναληπτική εκτέλεση διαδικασιών για την ανάγνωση των τιμών των αισθητήρων
// και του κινητήρα

```

```

void loop()
{
  photoresistor();
  dc_motor();
}

//-----
void photoresistor()
{
  photocellInput = (analogRead(0)/4); // Αντιστοίχιση τιμών εισόδου από 0-1023
                                     // σε κλίμακα 0-255
  if(photocellInput>170) // όταν η φωτοαντίσταση πάρει τιμές μεγαλύτερες από 170
  {
    digitalWrite(ledPin,LOW); //τα leds σβήνουν
  }
  else
  {
    digitalWrite(ledPin,HIGH); //τα leds ανάβουν
  }
  delay(20);
}

//-----
void dc_motor()
{
//Έλεγχος λειτουργίας του κινητήρα μέσω δύο διακοπών
  buttonstage1 = digitalRead (buttonPin1);
  buttonstage2 = digitalRead (buttonPin2);

//Με την επιλογή του 1ου διακόπτη ανοίγει η γκαραζόπορτα
  if (buttonstage1== HIGH && buttonstage2==LOW)
  {
    digitalWrite(dcpin1,LOW);
  }
}

```

```

analogWrite(dcpin2,70);
delay(10);
}
//Με την επιλογή του 2ου διακόπτη κλείνει η γκαραζόπορτα
else if (buttonstage1==LOW && buttonstage2==HIGH)
{
analogWrite(dcpin1,50);
digitalWrite(dcpin2,LOW);
delay(10);
}
//Χωρίς επιλογή διακοπών, δεν λειτουργεί η γκαραζόπορτα
else if (buttonstage1==LOW && buttonstage2==LOW)
{
digitalWrite(dcpin1, LOW);
digitalWrite(dcpin2, LOW);
delay(10);
}

```

Ο κώδικας του συστήματος που εκτελείται από τον 3^ο μικροελεγκτή Arduino είναι:

```

// Κώδικας 3ου Arduino
#include <Servo.h> //Ενσωμάτωση της βιβλιοθήκης του σερβοκινητήρα
int inPin = 2; // Ορισμός ψηφιακού pin 2 για την είσοδο του αισθητήρα κλίσης
int outPin = 9; // Ορισμός ψηφιακού pin 9 για την έξοδο του σερβοκινητήρα
int previous = LOW; // Αρχικοποίηση αισθητήρα κλίσης
long time = 0; // Μηδενισμός μετρητή χρόνου αισθητήρα κλίσης
long debounce = 50; // Ορισμός ευαισθησίας αισθητήρα κλίσης
Servo stauroula; // Δημιουργία ενός αντικειμένου για τον έλεγχο του σερβοκινητήρα
int pos = 0; // Μηδενισμός της αρχικής θέσης του σερβοκινητήρα

void setup()

```

```
{

pinMode(inPin, INPUT);
digitalWrite(inPin, HIGH); // ενεργοποίηση του αισθητήρα κλίσης
pinMode(outPin, OUTPUT);
stauroula.attach(9); //δηλώνει τον σερβοκινητήρα στο pin 9 με την βοήθεια του
//αντικειμένου stauroula
}

void loop()
{
int switchstate;

reading = digitalRead(inPin);

// εάν ο αισθητήρας κλίσης ενεργοποιηθεί
if (reading != previous)
{
time = millis(); // μηδενισμός χρόνου μετά την ενεργοποίηση του αισθητήρα κλίσης
}

if ((millis() - time) > debounce)
{
switchstate = reading;

// ενεργοποίηση σερβοκινητήρα. Περιστροφή από 0 σε 90 μοίρες.
if (switchstate == HIGH)
{
pos=0;
stauroula.write(pos);
}
else if (switchstate == LOW)
```

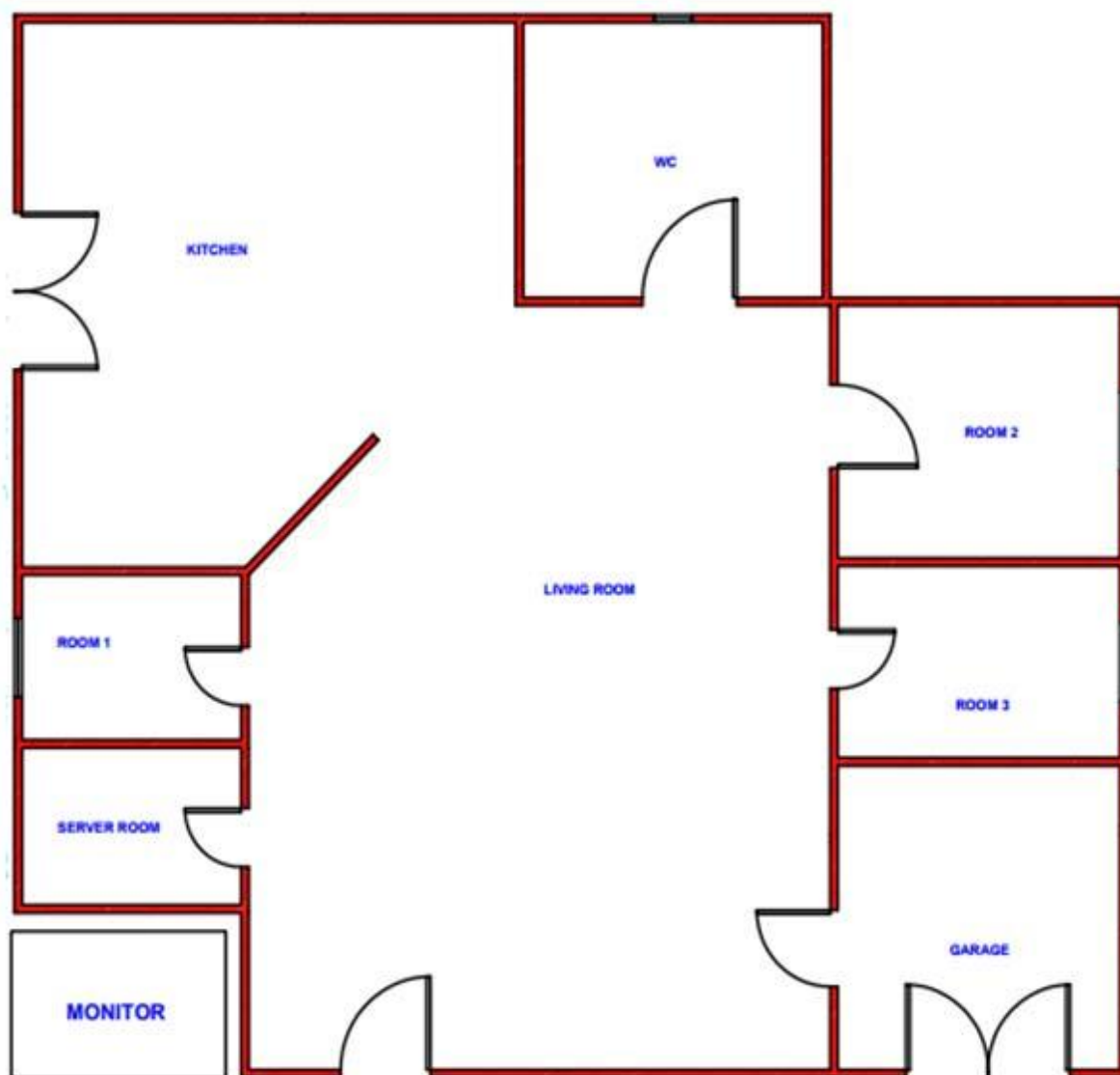
```
{
  pos=90;
  stauroula.write(pos);
  delay(1000);
}
previous = reading;           //αποθήκευση της τελευταίας ανάγνωσης
}
```

Κεφάλαιο 5: Το Προτεινόμενο Σύστημα – Η Μακέτα

Για την υλοποίηση του πειράματος χρειάστηκε η κατασκευή μιας μακέτας.

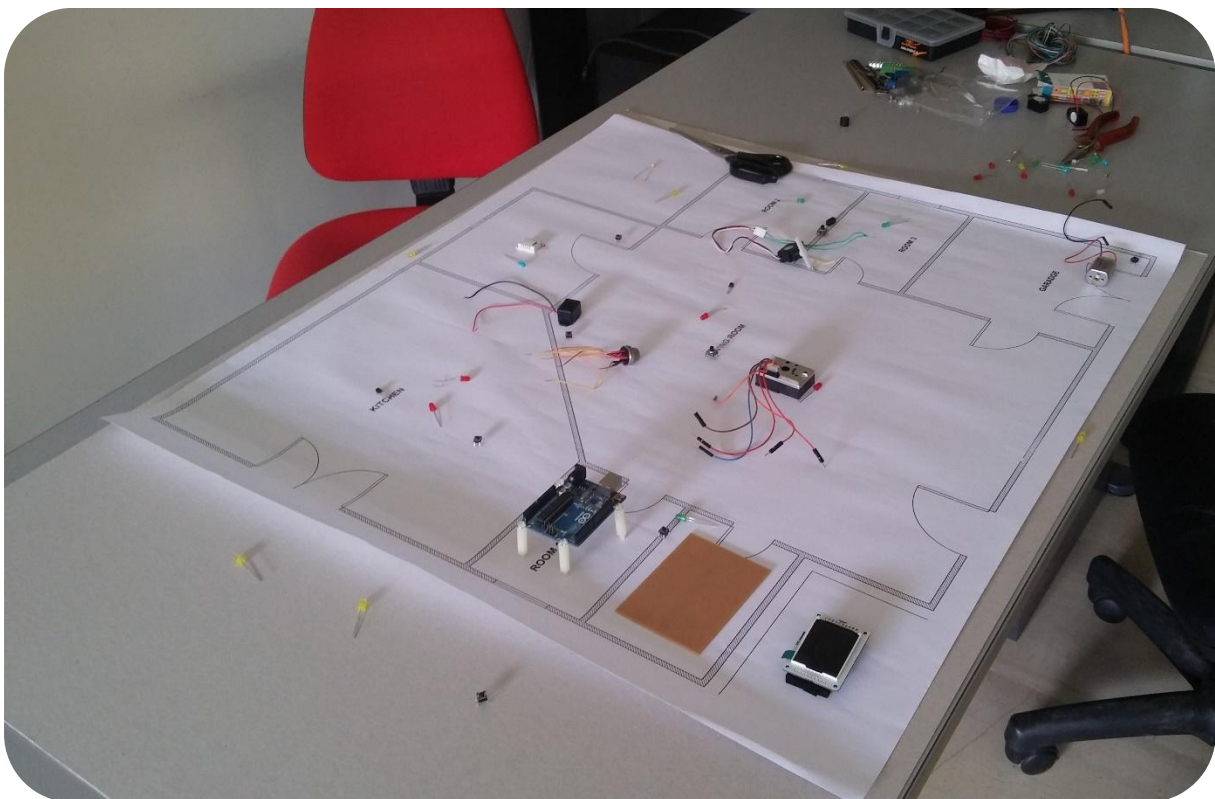
Η μακέτα είναι μια κατασκευή μικρής κλίμακας, π.χ. ενός κτιρίου. Η κατασκευή της μακέτας μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας διάφορα υλικά και αναλόγως τη χρήση της μπορεί να είναι από χαρτόνι, χαρτομάζα, ξύλο, γύψο ή άλλη πλαστική ύλη για αρχιτεκτονική.

Το σχέδιο της μακέτας μπορεί να σχεδιαστεί στον ηλεκτρονικό υπολογιστή σε ειδικά σχεδιαστικά προγράμματα. Το σχέδιο της μακέτας μπορεί να είναι σε δύο ή τρεις διαστάσεις. Η συγκεκριμένη μακέτα σχεδιάστηκε με το πρόγραμμα αρχιτεκτονικού σχεδίου AUTOCAD και έχει διαστάσεις 677,20 x 736,78.



Έτσι, σχεδιάστηκε ένα σπίτι οκτώ δωματίων, εκ των οποίων:

- το κυρίως δωμάτιο είναι το σαλόνι στο οποίο τοποθετήθηκαν τρεις αισθητήρες, σκόνης, θερμοκρασίας και αερίου, με την προοπτική ότι μέσα στο σαλόνι θα υπάρχει τζάκι.
- ένα μπάνιο, στο οποίο έχει τοποθετηθεί ένας πολυ-αισθητήρας υγρασίας και θερμοκρασίας.
- ένα *server room* στο οποίο έχουν τοποθετηθεί οι τρεις μικροελεγκτές Arduino.
- μια κουζίνα (δωμάτιο) η οποία ενώνεται με το σαλόνι όπου έχει τοποθετηθεί ένας ακόμη αισθητήρας θερμοκρασίας και στην ένωσή τους ο αισθητήρας αερίου.
- ένα γκαράζ όπου ενσωματώθηκε ο κινητήρας συνεχούς ρεύματος.
- τρία υπνοδωμάτια, εκ των οποίων το ένα έχει χρησιμοποιηθεί σαν δεύτερο *server room* όπου έχει τοποθετηθεί η πλακέτα τροφοδότησης πολλαπλών τάσεων και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων και στα άλλα δυο έχει τοποθετηθεί ο αισθητήρας κλίσης μαζί με τον σερβοκινητήρα.



Εκτυπωμένο σχέδιο με δοκιμαστική τοποθέτηση αισθητήρων και ηλεκτρονικών στοιχείων

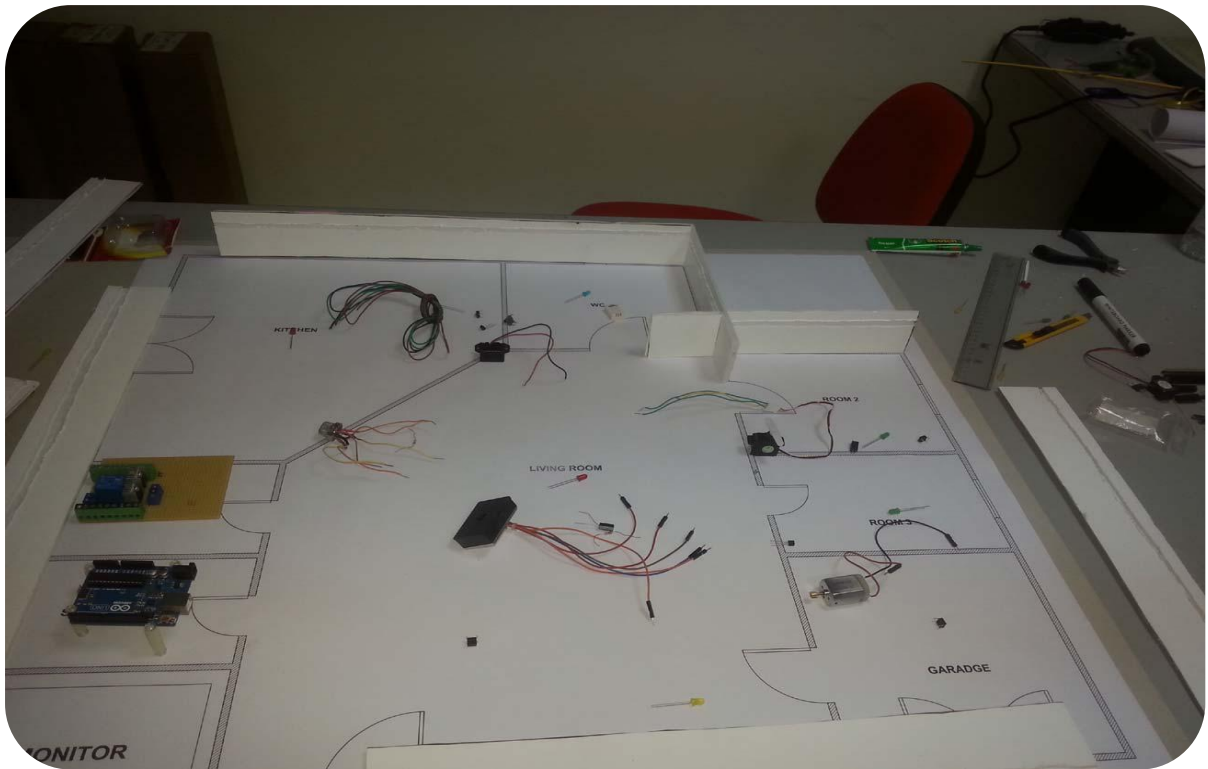
5.1 Υλικά για την Κατασκευή της Μακέτας

Για την υλοποίηση της κατασκευής χρειάστηκαν διάφορα υλικά όπως:

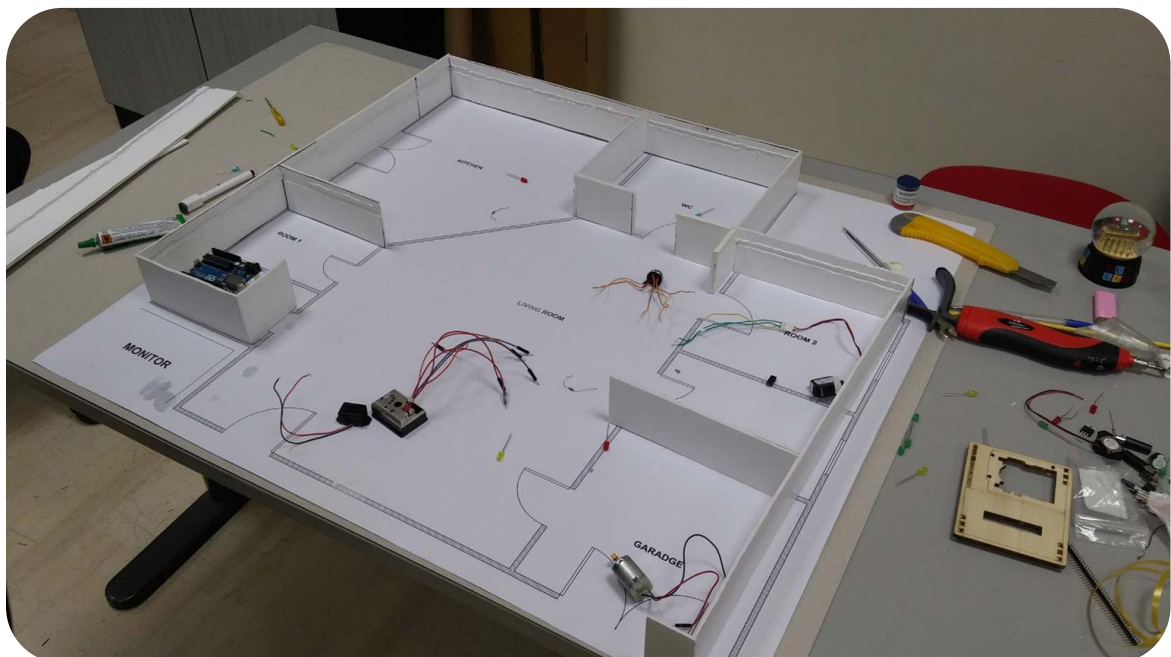
- Μακετόχαρτα λευκά διαφόρων μεγεθών και πάχους, ανάλογα τη χρήση τους.
Για τη βάση χρησιμοποιήθηκε μακετόχαρτο 5 χιλιοστών, ενώ για τα τοιχώματα, 3 χιλιοστών.
Ουσιαστικά, στην περίπτωση των τοιχωμάτων χρησιμοποιήθηκε διπλός τοίχος, στον οποίο διαμορφώθηκαν αυλάκια (με τη χρήση dremel), στα οποία τοποθετήθηκαν τα καλώδια από τους αισθητήρες προς τους μικροελεγκτές Arduino.



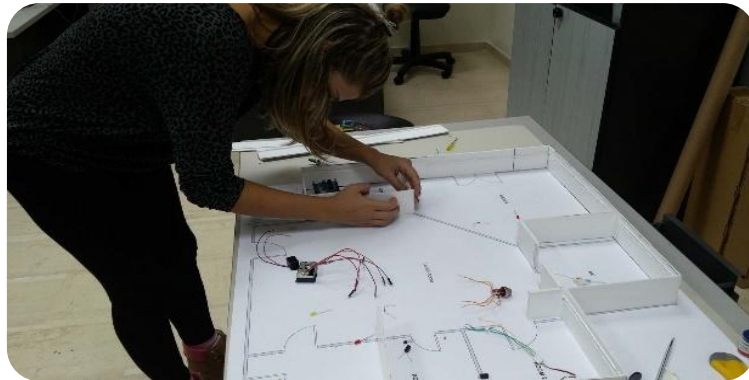
*Διαδικασία για το άνοιγμα δρόμων οδήγησης των καλωδίων στα μακετόχαρτα
(με τη χρήση Dremel) για το πέρασμα των καλωδίων*



Ξεκινώντας την κατασκευή της μακέτας



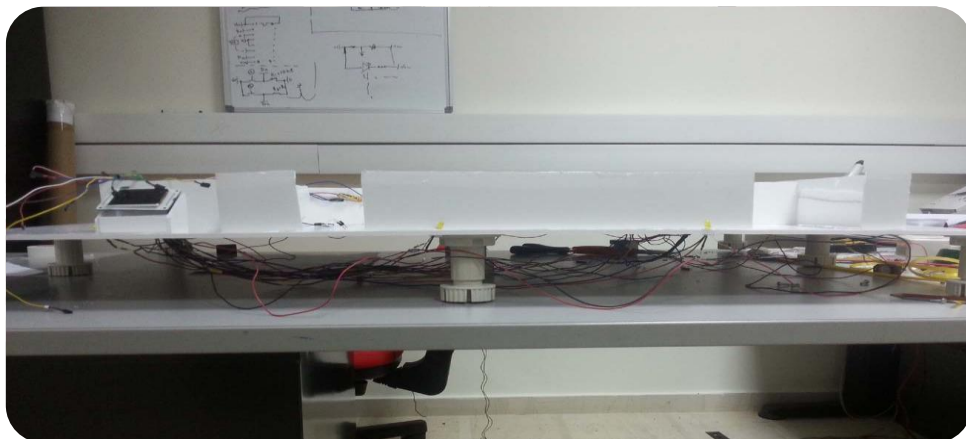
Κατασκευή των περιμετρικών μονών τοίχων, πριν τις καλωδιώσεις



Κατασκευή τοίχων για το server room

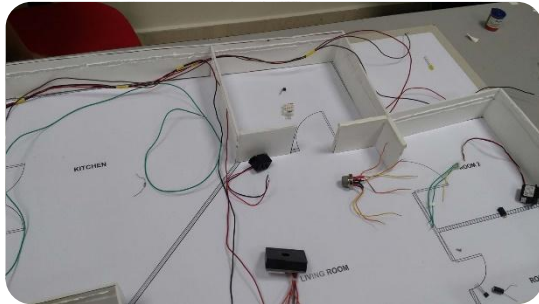
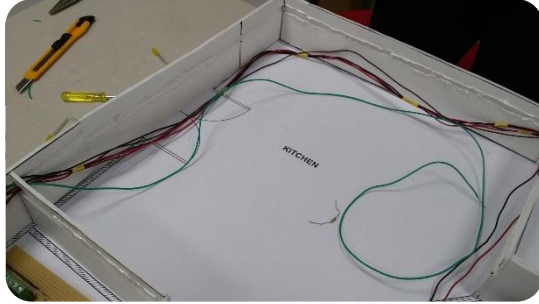
- Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν 9 πλαστικές βάσεις των 5 εκατοστών (με δυνατότητα επέκτασης έως και 7) για την ανύψωση της μακέτας.

Με τη βοήθεια των βάσεων αυτών, μπορεί να γίνει πιο εύκολη η μεταφορά της και να περαστούν επίσης πιο εύκολα κάποιες καλωδιώσεις από το κάτω μέρος της κατασκευής.

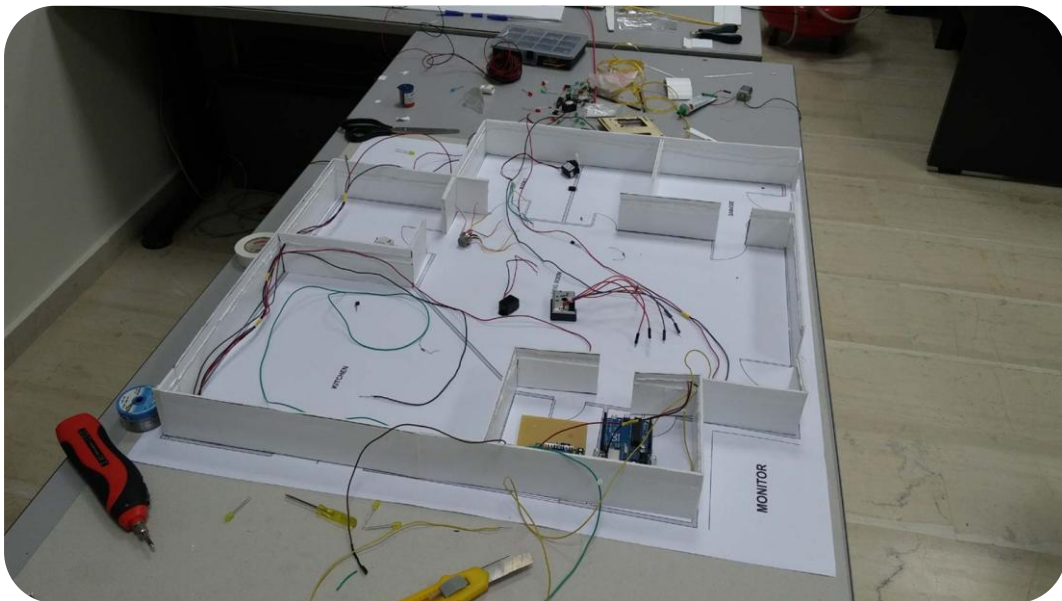


Η μακέτα στην ανυψωμένη της μορφή με τις βάσεις στήριξης της

-
- Στην υλοποίηση του ηλεκτρομηχανολογικού σχεδίου της κατασκευής χρησιμοποιήθηκε ένα κολλητήρι (ηλεκτρικό και επαναφορτιζόμενο), πολλά μέτρα καλωδίων (για τις συνδέσεις των ηλεκτρονικών και μηχανολογικών στοιχείων), θερμοσυστελλόμενα μακαρόνια και μονωτική ταινία.



Καλωδιώσεις στην κουζίνα για την προσαρμογή του αισθητήρα θερμοκρασίας(πάνω). Επίσης, καλωδιώσεις στην κουζίνα και στο μπάνιο για την προσαρμογή αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας (κάτω)

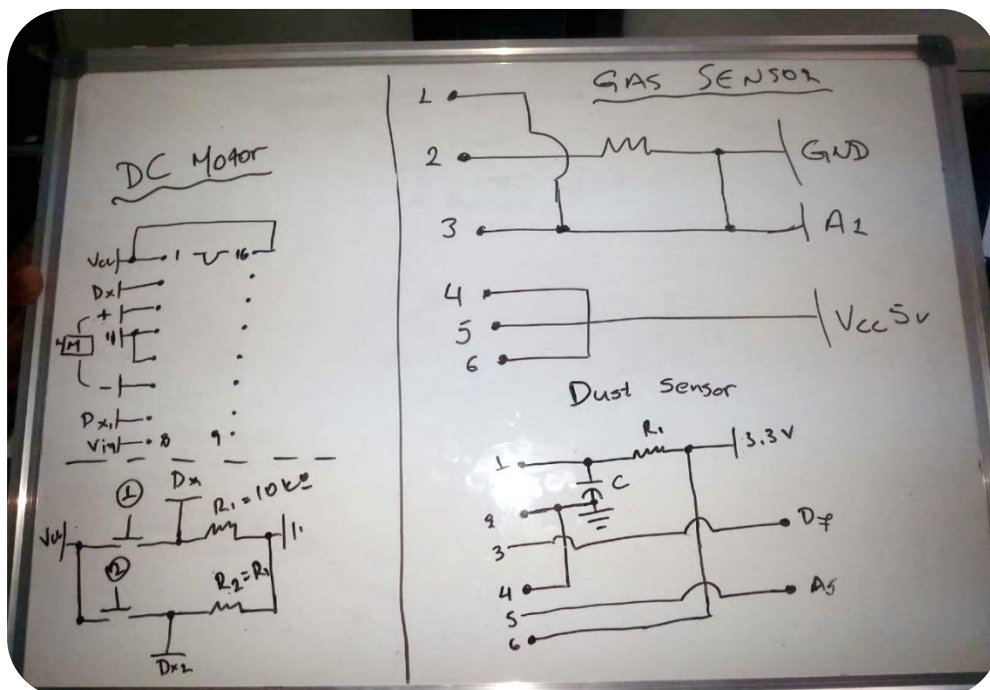


Καλωδιώσεις για τη σύνδεση των πρώτων δύο αισθητήρων (Θερμοκρασίας & Υγρασίας)



Κόλληση θηλυκού συνδέσμου για την προσαρμογή καλωδίου
έτσι ώστε να εφαρμοστεί στον αντίστοιχο αρσενικό σύνδεσμο πάνω στον μικροελεγκτή

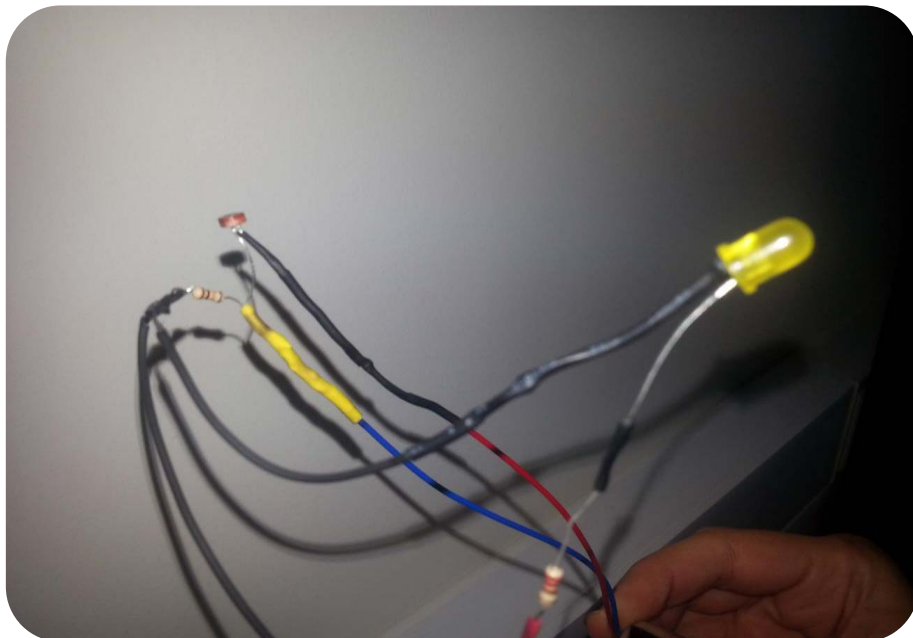
Για τις ανάγκες των κολλήσεων, εκτός από τα σχηματικά διαγράμματα, πολύ σημαντικό ρόλο έπαιξαν τα πρόχειρα διαγράμματα που έγιναν στον πίνακα, για κάθε αισθητήρα και ηλεκτρονικό στοιχείο.



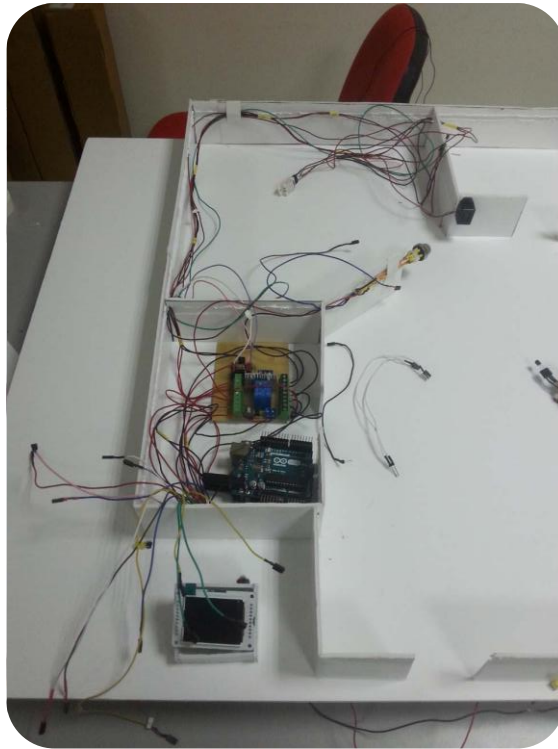
Σχηματικά διαγράμματα για τον κινητήρα συνεχούς ρεύματος (αριστερά), τον αισθητήρα αερίου (πάνω δεξιά) και τον αισθητήρα σκόνης (κάτω δεξιά)



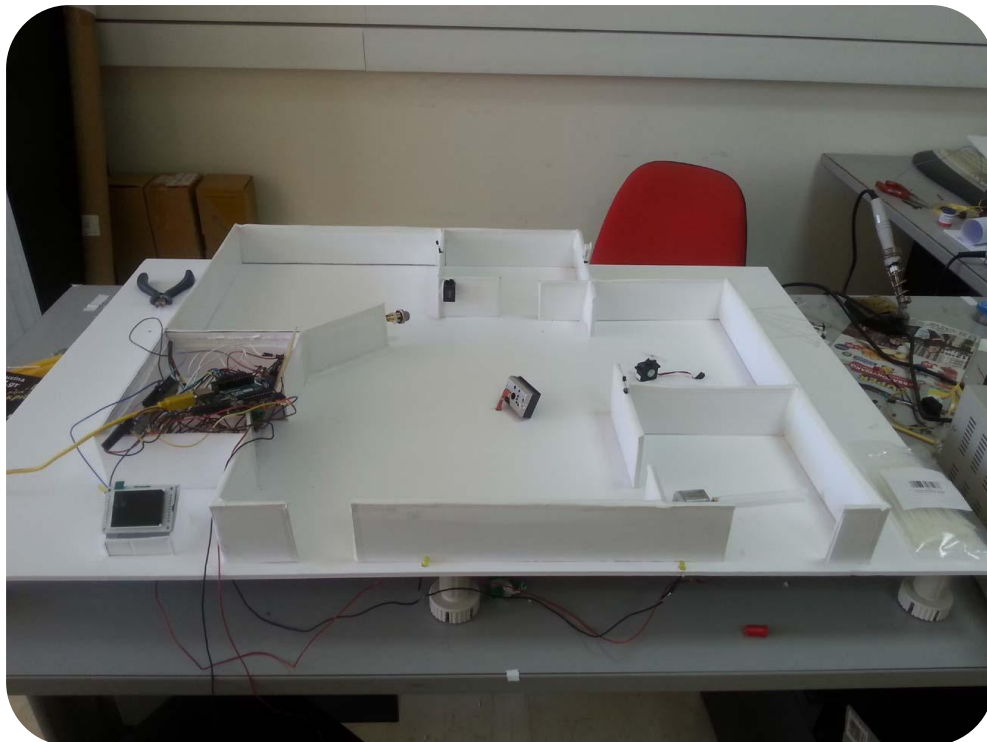
*Κολλήσεις πάνω σε θηλυκούς συνδέσμους ηλεκτρονικών στοιχείων και καλωδίων,
για τη σωστή λειτουργία του Dust sensor*



*Κολλήσεις ηλεκτρονικών στοιχείων και καλωδίων πάνω στη φωτοαντίσταση και τη φωτοδίοδο
για τη λειτουργία του περιφερειακού φωτισμού*



Τελική μορφή μέρους της μακέτας, με τους αισθητήρες και τις καλωδιώσεις πριν καλυφθεί με το δεύτερο στρώμα μακετόχαρτου



Τελική μορφή της μακέτας με διπλό τοίχο και επικάλυψη των ατελειών με μονωτική ταινία

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα – Προτάσεις για το Μέλλον

Στη διπλωματική εργασία αυτή, δημιουργήθηκε ένα σπίτι με ενσωματωμένες σύγχρονες εφαρμογές αυτοματισμών. Ο αρχικός στόχος υλοποίησης του project πραγματοποιήθηκε τελικά σε ένα σχετικά μεγάλο ποσοστό.

Τρεις μικροελεγκτές Arduino Uno Rev. 3 συνεργάζονται για τη συγχρονισμένη λειτουργία 2 κινητήρων, πληθώρας αισθητήρων και άλλων ηλεκτρονικών στοιχείων.

Στην πορεία της εργασίας, προέκυψε πρόβλημα συγχρονισμού των δύο κινητήρων (Servomotor - DC motor). Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία θορύβου κατά τη λειτουργία του σερβοκινητήρα. Λόγο πίεσης χρόνου, μια σύντομη λύση που δόθηκε ώστε να διασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία του σπιτιού με τον καλύτερο δυνατό τρόπο ήταν να προστεθεί ένας τρίτος μικροελεγκτής Arduino, στον οποίο συνδέθηκαν μόνο ο σερβοκινητήρας και ο αισθητήρας κλίσης.

Στο συγκεκριμένο project, θα μπορούσαν να προστεθούν στο μέλλον και άλλες λειτουργίες. Το πρώτο βήμα προς βελτίωση θα ήταν για παράδειγμα η απλοποίηση του συστήματος χρησιμοποιώντας έναν μόνο μικροελεγκτή (π.χ τον Arduino Mega) .

Επίσης σημαντική είναι η δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου του συστήματος, μέσω κάποιας ιστοσελίδας ή ακόμη καλύτερα μέσω εφαρμογής για κινητά τηλέφωνα.

Σημαντική βελτίωση ως προς την υλοποίηση ενός τέτοιου συστήματος σε πραγματικό σπίτι (όχι μακέτα), είναι η αντικατάσταση του αισθητήρα κλίσης από γυροσκοπικό αισθητήρα τριών διαστάσεων, για μεγαλύτερη ακρίβεια στην ανίχνευση σεισμικών δονήσεων.

Τέλος, μια πολύ ενδιαφέρουσα εφαρμογή που θα μπορούσε να προστεθεί στο μέλλον θα ήταν να προστεθεί ένα ενεργειακό σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την τροφοδότηση του σπιτιού.

Έτσι, με τη χρήση φωτοβολταϊκών κατόπτρων, θα μπορούσε να επιτευχθεί η αυτόνομη λειτουργία ενός **Έξυπνου Ενεργειακού Σπιτιού**.

Τέτοιου είδους σπίτια, σε προηγμένες χώρες είναι ευρέως γνωστά και υλοποιήσιμα. Σε όλα τα σύγχρονα σπίτια πλέον υπάρχει πληθώρα αυτοματισμών που κάνουν τη λειτουργία του σπιτιού φιλική προς το περιβάλλον και είναι συνήθως αυτόνομα.

Αναφορές

- [1] Διαθέσιμο online <http://cgi.di.uoa.gr/~std06100/Welcome.html> [2015]
- [2] Εργαστηριακός οδηγός Μικροελεγκτές (ΑΤΕΙ Χανίων Μ.Φ.Π. και Π) [2015]
- [3] Διαθέσιμο online
<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B9%CE%BA%CF%81%CE%BF%CE%B5%CE%BB%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CF%84%CE%AE%CF%82> [2015]
- [4] Διαθέσιμο online <https://www.arduino.cc/en/Main/Boards>
- [5] Διαθέσιμο online
<http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/4940/1/Thesis.pdf> [2015]
- [6] Διαθέσιμο online http://www.icsd.aegean.gr/website_files/diplomatikes/msc/55660114.PDF [2015]
- [7] Διαθέσιμο online <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno> [2015]
- [8] Διαθέσιμο online
<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82> [2015]
- [9] Διαθέσιμο online <https://www.sparkfun.com/products/10988> [2015] [2015]
- [10] Διαθέσιμο online <http://arduinotronics.blogspot.gr/2012/03/gas-sensor-tutorial.html> [2015]
- [11] Διαθέσιμο online <https://www.sparkfun.com/products/9689> [2015]
- [12] Διαθέσιμο online https://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting_diode [2015]
- [13] Διαθέσιμο online <http://fritzing.org/home/> [2015]