



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ &
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Σχεδιασμός και μετατροπή μιας απλής οικιακής
συσκευής σε επαναπρογραμματιζόμενη συσκευή IP**

Παναγιώτης Ιωαννίδης

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Μηνάς Δασυγένης

Εργαστήριο Ψηφιακών Συστημάτων & Αρχιτεκτονικής Υπολογιστών

Κοζάνη, Ιούλιος 2015



UNIVERSITY OF WESTERN MACEDONIA

FACULTY OF ENGINEERING

**DEPARTMENT OF INFORMATICS &
TELECOMMUNICATIONS ENGINEERING**

THESIS

Design and modification of a simple home appliance into a reprogrammable IP device

Panagiotis Ioannidis

Supervisor: Dr. Minas Dasygenis

Laboratory of Digital Systems & Computer Architecture

Kozani, July 2015

Κατάλογος Περιεχομένων

Κατάλογος Εικόνων.....	- 9 -
Κατάλογος Πινάκων.....	- 13 -
Κατάλογος Εξισώσεων.....	- 15 -
Περίληψη.....	- 17 -
Abstract.....	- 19 -
Δήλωση πνευματικών δικαιωμάτων.....	- 21 -
Ευχαριστίες.....	- 23 -
Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή.....	- 25 -
1.1 Αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας.....	- 25 -
1.2 Σύνοψη της Διπλωματικής Εργασίας.....	- 26 -
Σύνοψη κεφαλαίου.....	- 27 -
Κεφάλαιο 2 - Θεωρητικό Υπόβαθρο.....	- 29 -
2.1 Προγραμματισμός Διαδικτύου.....	- 29 -
2.1.1 HTML.....	- 30 -
2.1.2 CSS.....	- 32 -
2.1.3 Bootstrap.....	- 33 -
2.1.4 JavaScript.....	- 35 -
2.1.5 AJAX.....	- 35 -
2.1.6 jQuery.....	- 36 -
2.1.7 JSON.....	- 38 -
2.1.8 PHP.....	- 39 -
2.1.9 MySQL.....	- 40 -
2.1.10 PDO.....	- 41 -
2.2 Αρχιτεκτονική Arduino.....	- 41 -
2.2.1 Γενικές πληροφορίες για την πλατφόρμα Arduino.....	- 42 -

2.2.2 Πλακέτες/Υλοποιήσεις Arduino	- 42 -
2.2.3 Πλακέτες Επέκτασης Arduino (Arduino Shields).....	- 44 -
2.2.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά του Arduino Uno R3.....	- 45 -
2.2.5 Προγραμματισμός Arduino Uno	- 48 -
2.3 Πλατφόρμες ανάπτυξης λογισμικού.....	- 49 -
2.3.1 Notepad++	- 49 -
2.3.2 Codebender	- 49 -
2.3.3 XAMPP	- 50 -
2.3.4 Fritzing	- 51 -
2.3.5 Inkscape και GIMP	- 52 -
Σύνοψη κεφαλαίου	- 53 -
Κεφάλαιο 3 – Υλικό μέρος συστήματος	- 55 -
3.1 Ethernet Shield R3.....	- 56 -
3.2 Ηλεκτρονόμος	- 57 -
Beefcake Relay Kit	- 57 -
3.3 Μετασχηματιστής εναλλασσόμενης τάσης.....	- 59 -
3.4 Οθόνη υγρών κρυστάλλων Nokia 5110	- 60 -
3.5 Θερμίστορ	- 62 -
3.6 Βομβητής.....	- 65 -
3.7 Κουμπί-διακόπτης ελέγχου	- 65 -
3.8 Ηλεκτρολογικά στοιχεία.....	- 67 -
3.9 Διαδικασία τροποποίησης	- 69 -
3.10 Υπολογισμός κόστους υλικών	- 78 -
Σύνοψη Κεφαλαίου	- 79 -
Κεφάλαιο 4 – Λογισμικό μέρος συστήματος.....	- 81 -
4.1 Απαιτήσεις Συστήματος	- 81 -
4.2 Μεθοδολογία σχεδιασμού της βάσης δεδομένων.....	- 83 -

4.2.1 Πίνακας “users”	- 83 -
4.2.2 Πίνακας “devices”	- 84 -
4.2.3 Πίνακας “commands”	- 86 -
4.2.4 Πίνακας “password_reset”	- 87 -
4.2.5 Πίνακας “user_activation”	- 87 -
4.2.6 Πίνακας “users_logs”	- 88 -
4.2.7 Πίνακας “devices_logs”	- 89 -
4.2.8 Πίνακας “menus_info”	- 90 -
4.2.9 Σχεδιάγραμμα οντοτήτων-συσχετίσεων	- 92 -
4.3 Λειτουργίες του ιστοχώρου	- 93 -
4.3.1 Λειτουργίες για τον χρήστη.....	- 94 -
4.3.2 Διαχείριση συσκευών.....	- 97 -
4.3.3 Λειτουργίες για τον διαχειριστή	- 100 -
4.4 Το λογισμικό του αρτοπαρασκευαστή	- 105 -
4.4.1 Παρουσίαση της λειτουργίας της συσκευής.....	- 105 -
4.4.2 Ανάλυση βιβλιοθηκών και συναρτήσεων	- 108 -
4.4.3 Χρονοπρογραμματισμός συσκευής	- 110 -
4.4.4 Η επικοινωνία Arduino Uno – εξυπηρετητή	- 110 -
4.5 Μηχανισμοί ασφάλειας και ελέγχου	- 112 -
4.5.1 Ασφάλεια του ιστοχώρου	- 112 -
4.5.2 Ασφάλεια της επικοινωνίας Arduino Uno - εξυπηρετητή	- 113 -
4.5.3 Ασφάλεια της συσκευής του αρτοπαρασκευαστή	- 113 -
4.6 Σύνοψη μετρικών κώδικα	- 114 -
4.6.1 Μετρική κώδικα Arduino.....	- 114 -
4.6.2 Μετρική κώδικα ιστοχώρου	- 114 -
Σύνοψη κεφαλαίου	- 115 -
Κεφάλαιο 5 – Συμπεράσματα και επεκτάσεις.....	- 117 -

5.1 Σύνοψη και συμπεράσματα.....	- 117 -
5.2 Προβλήματα που ανέκυψαν κατά την εκπόνηση	- 117 -
5.3 Μελλοντικές επεκτάσεις	- 118 -
Σύνοψη κεφαλαίου	- 119 -
Βιβλιογραφία	- 121 -
Παράρτημα	- 125 -
Ελάχιστες απαιτήσεις λογισμικού ιστοχώρου	- 125 -
Οδηγίες εγκατάστασης ιστοχώρου	- 125 -

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Ένα παράδειγμα ετικετών HTML	- 30 -
Εικόνα 2: Η σύνταξη της CSS.....	- 32 -
Εικόνα 3: Προβολή δοκιμαστικής σελίδας Bootstrap σε πλήρη οθόνη υπολογιστή...	- 33 -
Εικόνα 4: Προβολή δοκιμαστικής σελίδας Bootstrap σε οθόνη κινητού τηλεφώνου.	- 34 -
Εικόνα 5: Ένα πλήρες παράδειγμα των δυνατοτήτων του Bootstrap.....	- 34 -
Εικόνα 6: Επεξήγηση τεχνολογιών AJAX.....	- 36 -
Εικόνα 7: Λήψη κειμένου από το αρχείο demo_test.txt με χρήση απλής JavaScript .	- 37 -
Εικόνα 8: Λήψη κειμένου από το αρχείο demo_test.txt με χρήση jQuery.....	- 37 -
Εικόνα 9: Η γραμματική ενός αντικειμένου JSON.....	- 38 -
Εικόνα 10: Η διασύνδεση της PHP με τα υποσυστήματα του server και τον πελάτη .	- 39 -
Εικόνα 11: Συνδυασμός δεδομένων από δύο πίνακες στη MySQL	- 40 -
Εικόνα 12: Η διεπαφή πρόσβασης σε μία βάση δεδομένων με τη χρήση PDO	- 41 -
Εικόνα 13: Arduino Uno.....	- 43 -
Εικόνα 14: Arduino Ethernet	- 43 -
Εικόνα 15: Arduino Leonardo	- 43 -
Εικόνα 16: Arduino Υύν	- 43 -
Εικόνα 17: Arduino Micro	- 43 -
Εικόνα 18: Arduino Mega ADK.....	- 44 -
Εικόνα 19: Lilypad Arduino	- 44 -
Εικόνα 20: Ethernet Shield.....	- 44 -
Εικόνα 21: GSM Shield	- 44 -
Εικόνα 22: WiFi Shield.....	- 45 -
Εικόνα 23: Wireless SD Shield	- 45 -
Εικόνα 24: USB Host Shield	- 45 -
Εικόνα 25: Motor Shield	- 45 -
Εικόνα 26: Wireless Proto Shield	- 45 -
Εικόνα 27: Αναλογικοί ακροδέκτες εισόδου και ακροδέκτες ισχύος	- 47 -
Εικόνα 28: Ψηφιακοί ακροδέκτες εισόδου/εξόδου, γείωσης και τάσης αναφοράς...	- 47 -
Εικόνα 29: Διακόπτης RESET, θύρα USB και βύσμα τροφοδοσίας	- 47 -
Εικόνα 30: Δομή προγράμματος Arduino.....	- 48 -
Εικόνα 31: Η διεπαφή του Codebender	- 50 -
Εικόνα 32: Το κέντρο διαχείρισης ελέγχου του XAMPP.....	- 51 -
Εικόνα 33: Το περιβάλλον χρήσης του Fritzing	- 52 -
Εικόνα 34: Η συνδεσμολογία του Arduino Uno με το Ethernet Shield.....	- 56 -

Εικόνα 35: Τα περιεχόμενα του Beefcake Relay Kit	- 57 -
Εικόνα 36: Το Beefcake Relay Kit συναρμολογημένο	- 58 -
Εικόνα 37: Η συνδεσμολογία των ηλεκτρονικών στον ελεγκτή και την τροφοδοσία	- 59 -
Εικόνα 38: Η οθόνη υγρών κρυστάλλων Nokia 5110 που χρησιμοποιήθηκε.....	- 60 -
Εικόνα 39: Η συνδεσμολογία της οθόνης υγρών κρυστάλλων με το Arduino Uno.....	- 61 -
Εικόνα 40: Το θερμίστορ που χρησιμοποιήθηκε	- 63 -
Εικόνα 41: Η καμπύλη τιμών/θερμοκρασία του θερμίστορ	- 63 -
Εικόνα 42: Το κύκλωμα του θερμοστάτη	- 64 -
Εικόνα 43: Η συνδεσμολογία του βομβητή.....	- 65 -
Εικόνα 44: Το κουμπί-διακόπτης.....	- 66 -
Εικόνα 45: Το κύκλωμα υλοποίησης των κουμπιών εισαγωγής εντολών	- 66 -
Εικόνα 46: Το ηλεκτρολογικό κύκλωμα του αρτοπαρασκευαστή	- 68 -
Εικόνα 47: Το πλήρες ηλεκτρονικό κύκλωμα του αρτοπαρασκευαστή.....	- 69 -
Εικόνα 48: Οι θύρες USB και Ethernet	- 70 -
Εικόνα 49: Η διαδρομή των καλωδίων USB και Ethernet	- 70 -
Εικόνα 50: Τα καλώδια παροχής ρεύματος προς τον διακόπτη	- 71 -
Εικόνα 51: Ο γενικός διακόπτης της συσκευής.....	- 71 -
Εικόνα 52: Οι μετατροπείς εναλλασσόμενου ρεύματος.....	- 72 -
Εικόνα 53: Ο ηλεκτροκινητήρας και η πλακέτα Arduino Uno.....	- 72 -
Εικόνα 54: Η ηλεκτρική αντίσταση με τον κινητήρα	- 73 -
Εικόνα 55: Οι ηλεκτρονόμοι	- 73 -
Εικόνα 56: Η διάτρητη πλακέτα με τον βομβητή και τις συνδέσεις	- 74 -
Εικόνα 57: Το θερμίστορ και οι δύο θερμικές ασφάλειες	- 74 -
Εικόνα 58: Το κέντρο ελέγχου εξωτερικά.....	- 75 -
Εικόνα 59: Το κέντρο ελέγχου εσωτερικά	- 75 -
Εικόνα 60: Λεπτομέρεια από το κύκλωμα των κουμπιών	- 76 -
Εικόνα 61: Λεπτομέρεια από το κύκλωμα των κουμπιών	- 76 -
Εικόνα 62: Ο θερμοστάτης τοποθετημένος στον κάδο του φούρνου	- 76 -
Εικόνα 63: Η πλακέτα Arduino Uno και όλες οι συνδέσεις.....	- 77 -
Εικόνα 64: Η τελική μορφή του εσωτερικού της συσκευής.....	- 77 -
Εικόνα 65: Το σχεδιάγραμμα οντοτήτων-συσχετίσεων της βάσης δεδομένων	- 92 -
Εικόνα 66: Η αρχική σελίδα	- 94 -
Εικόνα 67: Η φόρμα εγγραφής.....	- 95 -
Εικόνα 68: Το e-mail ενεργοποίησης λογαριασμού	- 95 -
Εικόνα 69: Το e-mail υπενθύμισης ενεργοποίησης λογαριασμού	- 95 -
Εικόνα 70: Ο πίνακας ελέγχου του χρήστη	- 96 -
Εικόνα 71: Η σελίδα διαχείρισης του λογαριασμού του χρήστη	- 96 -
Εικόνα 72: Η φόρμα αίτησης επαναφοράς κωδικού	- 97 -

Εικόνα 73: Το e-mail επαναφοράς κωδικού	- 97 -
Εικόνα 74: Η φόρμα επαναφοράς κωδικού	- 98 -
Εικόνα 75: Η σελίδα διαχείρισης συσκευών του χρήστη	- 98 -
Εικόνα 76: Η γραμμή ελέγχου της συσκευής	- 99 -
Εικόνα 77: Η γραμμή αρχείου ενεργειών της συσκευής.....	- 99 -
Εικόνα 78: Οι καταστάσεις του κουμπιού εκτέλεσης εντολής.....	- 100 -
Εικόνα 79: Ο πίνακας ελέγχου του διαχειριστή	- 100 -
Εικόνα 80: Η σελίδα διαχείρισης χρηστών.....	- 101 -
Εικόνα 81: Η σελίδα διαχείρισης ενός χρήστη	- 102 -
Εικόνα 82: Το αρχείο καταγραφής ενεργειών των χρηστών	- 103 -
Εικόνα 83: Η σελίδα διαχείρισης συσκευών του συστήματος.....	- 104 -
Εικόνα 84: Το αρχείο καταγραφής ενεργειών των συσκευών	- 104 -
Εικόνα 85: Τα προγράμματα της συσκευής	- 107 -

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Ετικέτες HTML.....	- 31 -
Πίνακας 2: Οι πλακέτες που προσφέρει η πλατφόρμα Arduino [20]	- 44 -
Πίνακας 3: Οι πλακέτες επέκτασης Arduino που προσφέρει η πλατφόρμα [20].....	- 45 -
Πίνακας 4: Οι ακροδέκτες της οθόνης υγρών κρυστάλλων και οι λειτουργίες τους..	- 62 -
Πίνακας 5: Συνολικό κόστος υλικών.....	- 78 -
Πίνακας 6: Η δομή του πίνακα “users”	- 84 -
Πίνακας 7: Η δομή του πίνακα “devices”	- 85 -
Πίνακας 8 Η δομή του πίνακα “commands”	- 86 -
Πίνακας 9: Η δομή του πίνακα “password_reset”	- 87 -
Πίνακας 10: Η δομή του πίνακα “user_activation”	- 88 -
Πίνακας 11: Η δομή του πίνακα “users_logs”	- 88 -
Πίνακας 12: Η δομή του πίνακα “devices_logs”	- 89 -
Πίνακας 13: Η δομή του πίνακα “menus_info”	- 90 -
Πίνακας 14: Τα περιεχόμενα του πίνακα “menus_info”	- 91 -
Πίνακας 15: Μετρική του κώδικα Arduino	- 114 -

Κατάλογος Εξιιώσεων

Εξίσωση 1: Υπολογισμός της θερμοκρασίας από τις τιμές ανάγνωσης του Arduino.. - 64 -

Εξίσωση 2: Υπολογισμός των τιμών ανάγνωσης Arduino από τη θερμοκρασία - 64 -

Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία τροποποιήθηκε μια κοινή οικιακή συσκευή αρτοπαρασκευαστή σε μια έξυπνη συσκευή με σύνδεση στο διαδίκτυο διατηρώντας όλα τα αρχικά της χαρακτηριστικά.

Η τροποποίηση έγινε με την αντικατάσταση του εργοστασιακού κυκλώματος ελέγχου, που υπήρχε στον αρτοπαρασκευαστή, με ένα κύκλωμα ειδικά σχεδιασμένο για αυτό το λόγο. Η καρδιά αυτού του κυκλώματος είναι ένας μικροελεγκτής Arduino Uno ο οποίος είναι προγραμματισμένος με κώδικα ανεπτυγμένο ειδικά για αυτή την εφαρμογή. Επιπλέον, υλοποιήθηκαν κυκλώματα με κουμπιά-μπουτόν, θερμοστάτη, οθόνης υγρών κρυστάλλων και βομβητή. Τέλος, ο μικροελεγκτής είναι συνδεδεμένος σε μία Ethernet πλακέτα επέκτασης Arduino (Arduino Shield), ειδικά φτιαγμένη για αυτόν, η οποία εξυπηρετεί τις δυνατότητες διασύνδεσης μέσω δικτύου και με δύο ηλεκτρονόμους οι οποίοι ελέγχουν τις επιμέρους συσκευές του αρτοπαρασκευαστή, τον κινητήρα και την αντίσταση.

Στο λογισμικό μέρος, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε ένας ιστοχώρος, ο οποίος επιτρέπει στους χρήστες του την πλήρη διαχείριση της συσκευής απομακρυσμένα χρησιμοποιώντας μια πολύ απλή διεπαφή. Ο κάθε χρήστης μπορεί να δημιουργήσει μια καινούρια συσκευή, να την προγραμματίσει, να ελέγξει την πρόοδο της διαδικασίας που εκτελεί ή να την ακυρώσει.

Λέξεις κλειδιά: Προγραμματισμός Διαδικτύου, PHP, MySQL, JavaScript, Arduino, Θερμοστάτης, Ηλεκτρονόμος, Οθόνη Υγρών Κρυστάλλων, Ηλεκτροκινητήρας, Ηλεκτρική Αντίσταση

Abstract

In this thesis, a common bread maker home appliance was modified into a smart device in order to be able to connect to the internet while at the same time maintaining all of its previous features.

This modification was implemented by replacing the factory controller circuit, which was in the bread maker, with a circuit specifically designed for this purpose. In the heart of this circuit is an Arduino Uno microcontroller running code developed especially for this application. Furthermore, button, thermostat, LCD and beeper circuits were implemented as well. Finally, the microcontroller is connected to a, specifically designed for it, Ethernet Shield which serves all the network connection capabilities and with two electrical relays which control the individual devices of the bread maker, the electrical motor and the heating element.

For the software part, a website was designed and implemented, which allows its users to fully manage the device remotely using a very simple interface. Each user can create a new device, program it, control its progress or cancel it.

Keywords: Web Development, PHP, MySQL, JavaScript, Arduino, Thermostat, Electrical Relay, LCD, Electric Motor, Heating Element

Δήλωση πνευματικών δικαιωμάτων

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και μόνο.

Copyright (C) Παναγιώτης Ιωαννίδης – Μηνάς Δασυγένης, 2015, Κοζάνη

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω πρώτα από όλους τον καθηγητή μου Δρ. Μηνά Δασυγένη για την εμπιστοσύνη του στο πρόσωπό μου, τόσο για την ανάθεση αυτής της διπλωματικής εργασίας, όσο και για την διάρκεια εκπόνησής της, για την καθοδήγησή του και την βοήθειά του στην επίλυση των προβλημάτων που αντιμετώπισα. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους συμφοιτητές μου που με βοήθησαν και με στήριξαν στη διάρκεια αυτής της διπλωματικής εργασίας και γενικότερα της φοίτησής μου. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω περισσότερο από όλους την οικογένειά μου η οποία με στήριξε όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου.

Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή

Ο όρος Διαδίκτυο των Αντικειμένων (Internet of Things) ορίζει ένα δίκτυο από φυσικά αντικείμενα με ενσωματωμένα ηλεκτρονικά στοιχεία, λογισμικό και αισθητήρια, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους και ανταλλάσσουν πληροφορίες με τον κατασκευαστή τους, τον χειριστή τους ή με άλλες συσκευές με σκοπό την αύξηση της αξίας και της παραγωγικότητάς τους [1]. Τα τελευταία χρόνια η μείωση του κόστους των μικροελεγκτών και η απότομη διάδοση των ευρυζωνικών συνδέσεων οδήγησαν στην υιοθέτηση αυτής της τεχνολογίας από πολλούς κατασκευαστές και χομπίστες.

Είναι, πλέον, πολύ συνηθισμένο το φαινόμενο πολλές συσκευές καθημερινής χρήσης, όπως κινητά τηλέφωνα, tablets (υπολογιστές ταμπλέτες), τηλεοράσεις, δικτυακοί χώροι αποθήκευσης κ.α., να συνδέονται με εξυπηρετητές και να ανταλλάσσουν δεδομένα έτσι ώστε να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους οπουδήποτε από οπουδήποτε. Μεγάλοι κατασκευαστές ηλεκτρονικών έχουν εμπλουτίσει τις συσκευές τους με δυνατότητες διασύνδεσης και η τάση αυτή είναι τόσο έντονη που την ακολουθούν ακόμα και ερασιτέχνες χομπίστες υλοποιώντας αυτό που λέμε Έξυπνο Σπίτι (Smart Home) [2].

1.1 Αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία κινήθηκε ακολουθώντας αυτήν την τάση και αφορά την τροποποίηση μιας οικιακής συσκευής αρτοπαρασκευαστή σε μία συσκευή που εντάσσεται στα πλαίσια των τεχνολογιών του Smart Home. Αν και η συγκεκριμένη τροποποίηση αφορά μόνο έναν αρτοπαρασκευαστή, είναι εύλογο να υποθέσουμε ότι μπορεί να επεκταθεί και σε άλλες οικιακές συσκευές όπως πλυντήρια, ψυγεία, φούρνους κ.α. προσφέροντας μια πλατφόρμα πλήρους διαχείρισης των συσκευών αυτών.

Τα οφέλη μιας τέτοιας υλοποίησης είναι πολλαπλά τόσο για τον μέσο οικιακό χρήστη όσο και για μεγαλύτερες κλίμακες, όπως εστιατόρια και επαγγελματικά πλυντήρια, καθώς επιτρέπει καλύτερη και πιο λεπτομερή παρακολούθηση του εξοπλισμού, διατηρεί αρχείο καταγραφής ενεργειών και προσθέτει μία ακόμα βαθμίδα ασφαλείας περιορίζοντας την πρόσβαση στη συσκευή μόνο σε εγγεγραμμένους χρήστες. Αυτοί οι παράγοντες μπορούν να

αυξήσουν την παραγωγικότητα και την αποτελεσματικότητα των υπηρεσιών που προσφέρουν τέτοιου είδους συσκευές σε σχέση με αντίστοιχες ανταγωνιστικές.

Βλέποντας τον ανταγωνισμό συμπεραίνουμε ότι το κύριο μειονέκτημά του είναι το κόστος. Δυνατότητες Internet of Things υπάρχουν μόνο σε πολύ μικρό αριθμό συσκευών, αποκλειστικά δε σε μεγάλου κόστους ναυαρχίδες της εκάστοτε κατηγορίας. Τέτοιου είδους συσκευές, αν και προσφέρουν διασύνδεση, συνήθως είναι με κάποιον εξωτερικό εξυπηρετητή που ανήκει στον κατασκευαστή και οι υπηρεσίες τους περιορίζονται στο να προσφέρουν ειδοποιήσεις ή και ενημερώσεις για την κατάσταση της συσκευής, πάντοτε μεμονωμένα.

Αυτά τα προβλήματα κλήθηκε να επιλύσει η παρούσα διπλωματική εργασία προσφέροντας μια πλήρη πλατφόρμα διαχείρισης μιας ή, εν δυνάμει, πολλών οικιακών συσκευών η οποία είναι ανοιχτού κώδικα και άρα εύκολα παραμετροποιήσιμη, επεκτάσιμη και εύκολη στη συντήρηση. Η πλατφόρμα αυτή αποτελείται από έναν ιστοχώρο, με τον οποίο η συσκευή του αρτοπαρασκευαστή βρίσκεται μόνιμα σε σύνδεση, και ο οποίος παρέχει μια διεπαφή ελέγχου της συσκευής και αναφοράς κατάστασής της βασισμένος στην αμφίδρομη επικοινωνία με αυτή.

Συνοψίζοντας, τα κυρίως οφέλη αυτής της υλοποίησης είναι το γεγονός ότι είναι ανοιχτού κώδικα και άρα εύκολα παραμετροποιήσιμη, προσφέρει μία πλήρη και φιλική προς το χρήστη διεπαφή, κοστίζει πολύ λιγότερο από τον ανταγωνισμό, προσφέρει πλήρη αναφορά κατάστασης και έλεγχο της συσκευής, κρατάει δεδομένα χρήσης της συσκευής από όλους τους χρήστες και διατηρεί την κατάσταση της συσκευής ακόμα και μετά από διακοπή ρεύματος.

1.2 Σύνοψη της Διπλωματικής Εργασίας

Στο παρόν κείμενο αναλύεται πλήρως ο σχεδιασμός και η κατασκευή του υλικού και του λογισμικού μέρους της εργασίας και δίνονται παραδείγματα για τις λειτουργίες που προσφέρει όπως και οι τρόποι με τους οποίους ο χρήστης μπορεί να τις εκμεταλλευτεί. Επίσης, αναφέρονται τυχόν προβλήματα που προέκυψαν και οι τρόποι με τους οποίους αντιμετωπίστηκαν.

Στο τρέχον κεφάλαιο δίνεται μία περίληψη της διπλωματικής εργασίας, όπως επίσης οι προβληματισμοί που οδήγησαν στην εκπόνησή της και ένα πλάνο που εξηγεί τη δομή της.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται και αναλύεται το θεωρητικό υπόβαθρο των τεχνολογιών πάνω στις οποίες βασίστηκε και αναπτύχθηκε η διπλωματική εργασία. Αναλύεται το λογισμικό μέρος των εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν και παρουσιάζονται οι γλώσσες προγραμματισμού και τα πλεονεκτήματα της πλατφόρμας Arduino.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται και αναλύονται τα υλικά μέρη του συστήματος, ο τρόπος λειτουργίας τους και οι λόγοι που οδήγησαν στην επιλογή αυτών. Επιπλέον, δίνονται τα σχεδιαγράμματα των κυκλωμάτων και εξηγείται ο τρόπος λειτουργίας τους.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται και αναλύεται το λογισμικό μέρος του συστήματος, οι παραδοχές και οι απαιτήσεις του και αναλύεται η διεπαφή του συστήματος με τον χρήστη. Επίσης, δίνονται παραδείγματα από διάφορα πιθανά σενάρια χρήσης και εξηγείται ο τρόπος επικοινωνίας της συσκευής του αρτοπαρασκευαστή με τον εξυπηρετητή του ιστοχώρου.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναφέρονται τα προβλήματα που προέκυψαν στην ανάπτυξη αυτής της διπλωματικής εργασίας, τα συμπεράσματα από την υλοποίηση και οι μελλοντικές της επεκτάσεις και βελτιστοποιήσεις.

Σύνοψη κεφαλαίου

Σε αυτό το κεφάλαιο αναφέρθηκε ο σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας και η δομή αυτού του εγγράφου. Ακολουθεί το επόμενο κεφάλαιο στο οποίο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο στηρίζεται αυτή η διπλωματική εργασία. Ακολουθούν τα εργαλεία προγραμματισμού με τα οποία αναπτύχθηκε το λογισμικό και τα προγράμματα σχεδίασης και ανάπτυξης.

Κεφάλαιο 2 - Θεωρητικό Υπόβαθρο

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται εκτενώς η θεωρία στην οποία βασίζεται η διπλωματική εργασία. Εξηγούνται οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του λογισμικού μέρους της, του προγραμματισμού διαδικτύου και του προγραμματισμού Arduino και αναλύονται οι πλατφόρμες ανάπτυξης του λογισμικού που αναπτύχθηκε. Αυτό το κεφάλαιο είναι ιδιαίτερο σημαντικό για την κατανόηση των εννοιών που χρησιμοποιούνται στα επόμενα κεφάλαια.

2.1 Προγραμματισμός Διαδικτύου

Ως Προγραμματισμό Διαδικτύου (Web Development) ορίζουμε την εργασία η οποία στοχεύει στη δημιουργία ενός ιστοχώρου, τόσο για το διαδίκτυο, όσο και για ένα τοπικό δίκτυο [3]. Ο εν λόγω ιστοχώρος μπορεί να αποτελείται από μια απλή στατική ιστοσελίδα έως μία πλήρης και διαδραστική δυναμική εφαρμογή ιστού. Κατά κανόνα τέτοιου είδους εφαρμογές αποτελούνται από δύο μέρη, τον εξυπηρετητή (Server) και τον πελάτη (Client).

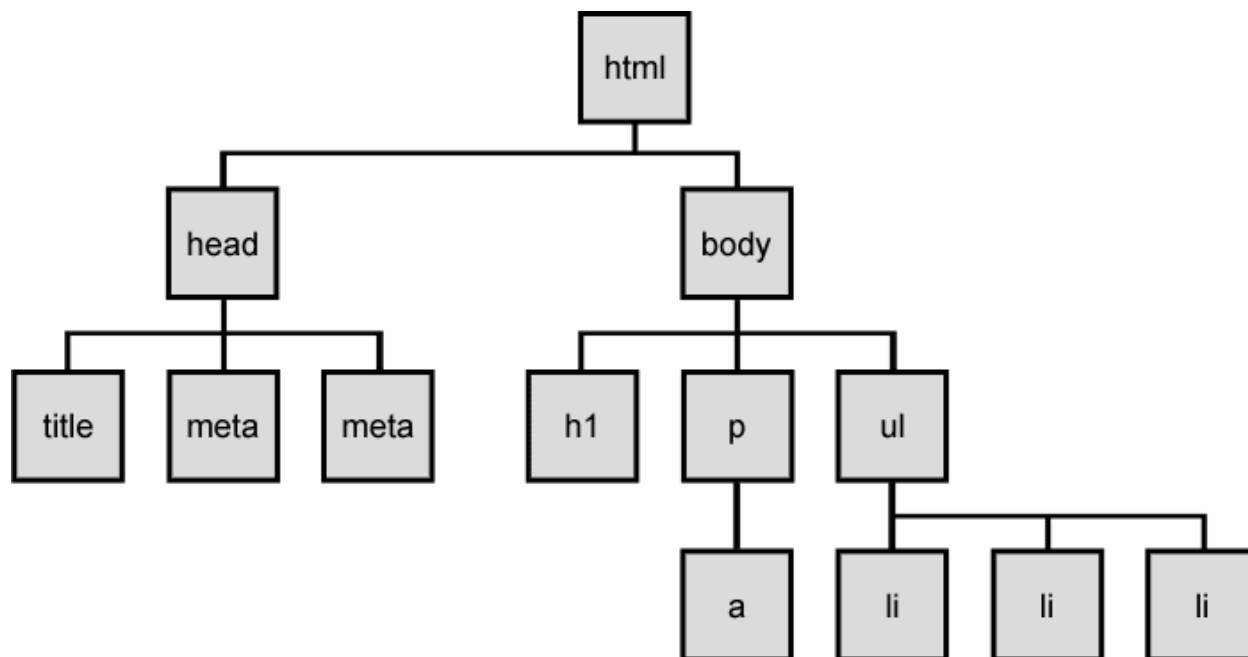
Ο ρόλος του πελάτη είναι να παρέχει στον χρήστη μία εύχρηστη διεπαφή, ούτως ώστε ο χρήστης να μπορεί να εισάγει τα δεδομένα του και να επιλέγει τις ενέργειες που θέλει να εκτελέσει και να μεταφέρει τα αιτήματα αυτά στον εξυπηρετητή. Ο ρόλος του εξυπηρετητή είναι να αποθηκεύει τα δεδομένα που απαιτούνται για τη λειτουργία της εφαρμογής, να εκτελεί τα αιτήματα του πελάτη και να επιστρέφει τα αποτελέσματα σε αυτόν. Τέλος, ο πελάτης εμφανίζει τα δεδομένα στον χρήστη χρησιμοποιώντας τη διεπαφή που προαναφέρθηκε.

Αυτές οι διαδικασίες γίνονται με συγκεκριμένη σειρά και ιεραρχία. Τα δεδομένα στον εξυπηρετητή αποθηκεύονται σε μία Βάση Δεδομένων (Database) [4], ένα είδος εφαρμογών που αναλαμβάνουν την αποθήκευση και διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων με πολύ αποδοτικό τρόπο, ενώ οι υπολογισμοί κάθε αιτήματος συνήθως γίνονται από μία σειρά σεναρίων τα οποία εκτελούνται κάθε φορά που ο πελάτης αιτείται κάτι. Αντίστοιχα, ο πελάτης συνήθως αποτελείται από ένα πρόγραμμα Περιήγησης Ιστού (Web Browser) [5] το οποίο αναλαμβάνει να επεξεργαστεί τα δεδομένα του εξυπηρετητή και να τα εμφανίσει ακολουθώντας κανόνες που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια της εφαρμογής.

2.1.1 HTML

Η HTML (HyperText Markup Language, Γλώσσα Σήμανσης Υπερκειμένου) είναι η πιο καθιερωμένη γλώσσα σήμανσης που χρησιμοποιείται στο διαδίκτυο. Αποτελείται από HTML στοιχεία τα οποία ορίζονται από HTML ετικέτες έναρξης, που εσωκλείονται από τα σύμβολα "<" και ">" π.χ. <html> [6] και από ετικέτες λήξης, οι οποίες διαφοροποιούνται καθώς χρησιμοποιούν τον χαρακτήρα "/" πριν το όνομα της ετικέτας π.χ. </html>. Οι ετικέτες αυτές ορίζουν τα χαρακτηριστικά του κάθε στοιχείου όπως αναγνωριστικό, κλάση, τύπος κ.α.

Η επεξεργασία αυτής της γλώσσας γίνεται στον περιηγητή διαδικτύου και ως εκ τούτου αποτελεί μέρος του προγραμματισμού πελάτη. Ο περιηγητής διαβάζει και ταξινομεί τα περιεχόμενα των ετικετών και τα εμφανίζει προσδίδοντάς τους ιδιότητες όπως χρώμα, τόνο ή ακόμα και οπτικοακουστικό πολυμεσικό περιεχόμενο. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργεί πίνακες, φόρμες, κείμενα κ.λ.π. Στην **Εικόνα 1** βλέπουμε ένα παράδειγμα σύνταξης των στοιχείων της HTML.



Εικόνα 1: Ένα παράδειγμα ετικετών HTML

Στην παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκαν κάποιες από τις πιο κοινές ετικέτες που παρέχονται από την HTML με σκοπό να αναπτυχθεί μία διεπαφή χρήστη που να είναι εύχρηστη και ορισμένη. Ο **Πίνακας 1** τις παρουσιάζει και εξηγεί τις ιδιότητες της καθεμιάς.

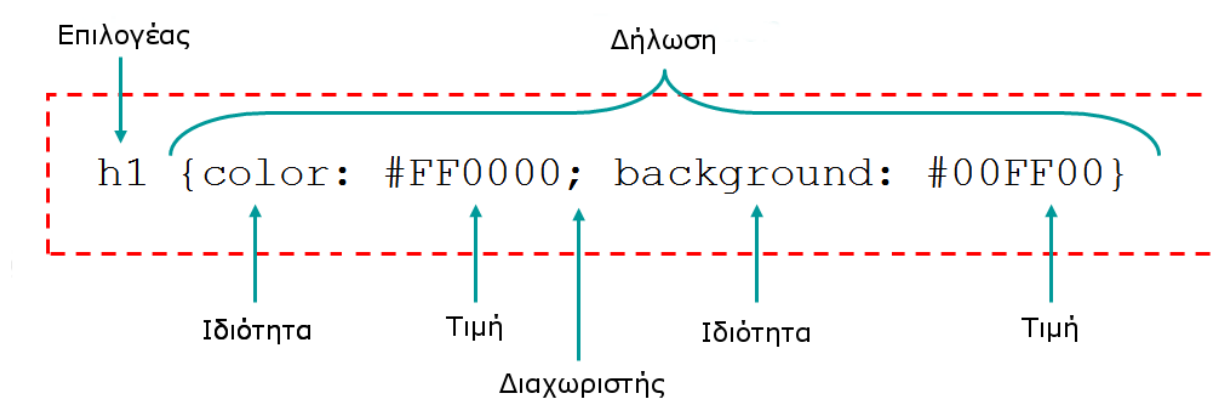
Ετικέτα HTML	Περιγραφή [7]
<code><!DOCTYPE></code>	Πληροφορεί τον περιηγητή για την έκδοση HTML που χρησιμοποιούμε
<code><html></code>	Ορίζει την αρχή και το τέλος του HTML κώδικα
<code><head></code>	Ορίζει την αρχή και το τέλος του head, ένα κομμάτι με πληροφορίες σχετικά με τη γλώσσα και την κωδικοποίηση που χρησιμοποιεί η σελίδα
<code><meta></code>	Δηλώνει πληροφορίες χρήσιμες στις μηχανές αναζήτησης
<code><link></code>	Δηλώνει σχέση μεταξύ της τρέχουσας σελίδας και του συνδέσμου που περιέχει
<code><body></code>	Ορίζει την αρχή και το τέλος του κώδικα που εμφανίζει το περιεχόμενο της σελίδας
<code><div></code>	Ορίζει την αρχή και το τέλος ενός ξεχωριστού τμήματος της σελίδας
<code><nav></code>	Ορίζει την αρχή και το τέλος μιας γραμμής πλοήγησης
<code><button></code>	Ορίζει ένα στοιχείο ως κουμπί
<code>, </code>	Ορίζουν μία λίστα και τα επιμέρους στοιχεία της
<code><h1> - <h6></code>	Ορίζουν διάφορα μεγέθη επικεφαλίδας
<code><a></code>	Ορίζει την αρχή και το τέλος ενός υπερσυνδέσμου
<code><script></code>	Ορίζει την αρχή και το τέλος ενός σεναρίου
<code></code>	Ορίζει την αρχή και το τέλος ενός ξεχωριστού τμήματος της σελίδας (παρόμοιο με το <code><div></code>)
<code><p></code>	Ορίζει την αρχή και το τέλος μιας παραγράφου
<code><form></code>	Ορίζει την αρχή και το τέλος μιας φόρμας εισαγωγής δεδομένων
<code><label></code>	Ορίζει την αρχή και το τέλος μιας ετικέτας ενός στοιχείου
<code><table></code>	Ορίζει την αρχή και το τέλος ενός πίνακα
<code><tr>, <td></code>	Ορίζουν τις στήλες και τις γραμμές ενός πίνακα
<code><input></code>	Ορίζει ένα στοιχείο υποβολής φόρμας
<code><hr></code>	Δημιουργεί μία οριζόντια διαχωριστική γραμμή στο περιεχόμενο της σελίδας
<code>
</code>	Ορίζει μία καινούρια γραμμή
<code><select></code>	Ορίζει την αρχή και το τέλος ενός μενού επιλογών
<code><option></code>	Ορίζει την αρχή και το τέλος κάθε στοιχείου σε μενού επιλογών

Πίνακας 1: Ετικέτες HTML

2.1.2 CSS

Η CSS (Cascading Style Sheets, Διαδοχικά Φύλλα Στυλ) είναι μια γλώσσα φύλλων στυλ που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη μορφή και εμφάνιση ενός κειμένου γραμμένου σε γλώσσα σήμανσης [8]. Είναι δηλαδή μία γλώσσα σεναρίων η οποία περιγράφει ιδιότητες και χαρακτηριστικά στοιχείων τα οποία ορίζει η γλώσσα σήμανσης, συνήθως η HTML.

Ο βασικός σκοπός της CSS είναι να διαχωρίσει το περιεχόμενο ενός κειμένου από την μορφοποίησή του. Το συντακτικό της είναι πάντοτε ορισμένο και ακριβές (**Εικόνα 2**). Στην αρχή βρίσκεται ο επιλογέας, μία ή πολλές λέξεις που αναφέρονται σε στοιχεία του κειμένου τα οποία καλείται να μορφοποιήσει. Έπειτα, μέσα σε αγκύλες, βρίσκονται οι ιδιότητες που καλείται να προσδώσει στα στοιχεία αυτά. Τέλος, κάθε πρόταση χωρίζεται από ένα ελληνικό ερωτηματικό “;”.



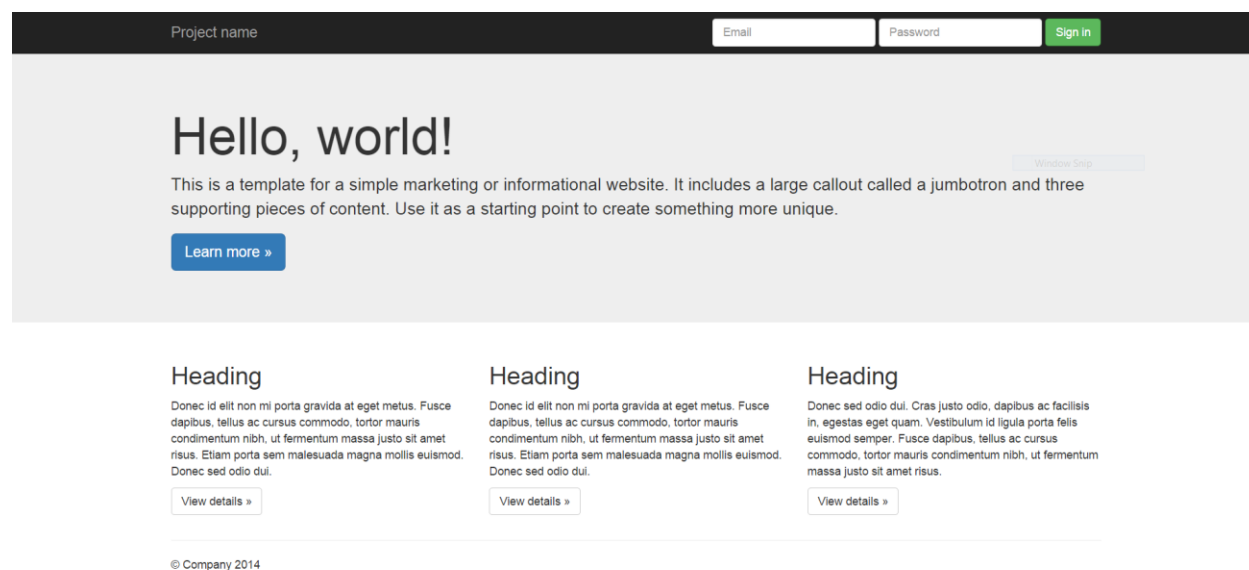
Εικόνα 2: Η σύνταξη της CSS

Η CSS εκτελείται στον περιηγητή διαδικτύου, άρα ανήκει στον προγραμματισμό διαδικτύου πελάτη. Πολλές από τις δυνατότητές της περιορίζονται από τον εκάστοτε περιηγητή αν και τα τελευταία χρόνια οι πιο δημοφιλείς από αυτούς δεν αντιμετωπίζουν τέτοια προβλήματα.

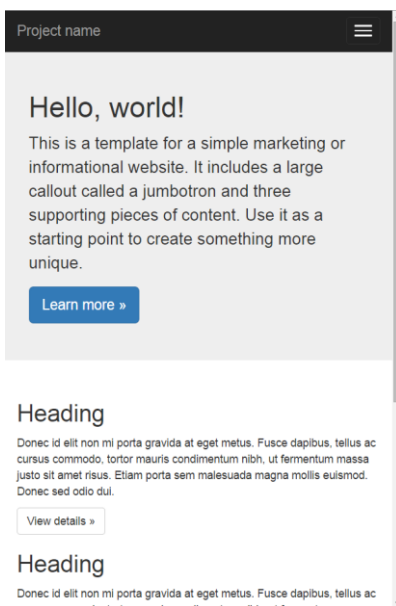
2.1.3 Bootstrap

Το Bootstrap αποτελεί ένα πλήρες πλαίσιο λογισμικού (software framework) για τη CSS το οποίο δίνει μεγάλη βαρύτητα στην εμφάνιση ιστοσελίδων σε φορητές συσκευές με σχετικά μικρές οθόνες. Ουσιαστικά περιέχει έτοιμες σχεδιαστικές προτάσεις για στοιχεία HTML βασισμένες σε σύνταξη CSS όπως επίσης και διάφορα JavaScript σενάρια προαιρετικών δυνατοτήτων [9]. Ως εκ τούτου εκτελείται στον περιηγητή και κατατάσσεται στον προγραμματισμό πελάτη.

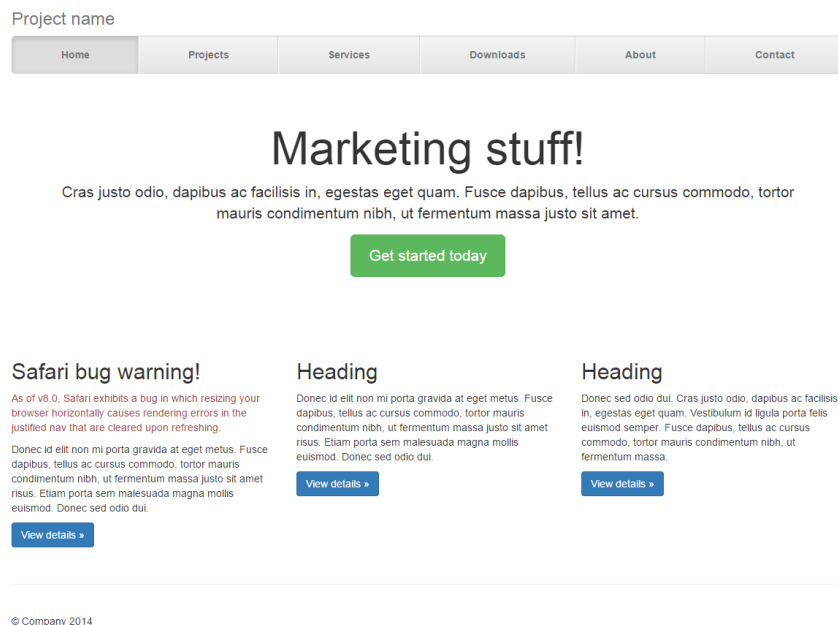
Το μεγάλο πλεονέκτημα του Bootstrap, όπως προαναφέρθηκε, είναι ότι δίνει έμφαση στην προβολή ιστοσελίδων σε φορητές συσκευές, κάτι το οποίο γίνεται ολοένα και πιο δημοφιλές (**Εικόνα 4**). Αυτός ήταν και ο πιο σημαντικός λόγος επιλογής του. Παράλληλα διατηρεί όλες τις δυνατότητες προβολής σε συμβατικές οθόνες προσωπικού υπολογιστή παρέχοντας έναν πολύ εύκολο τρόπο εναλλαγής μεταξύ τους (**Εικόνα 3**). Αυτό το καταφέρνει δίνοντας κάποιες πληροφορίες στον περιηγητή που αφορούν τη συσκευή προβολής.



Εικόνα 3: Προβολή δοκιμαστικής σελίδας Bootstrap σε πλήρη οθόνη υπολογιστή



Εικόνα 4: Προβολή δοκιμαστικής σελίδας Bootstrap σε οθόνη κινητού τηλεφώνου



Εικόνα 5: Ένα πλήρες παράδειγμα των δυνατοτήτων του Bootstrap

Πέρα από την προσαρμοστικότητα που προσφέρει, το Bootstrap περιέχει και κάποιες έτοιμες σχεδιαστικές προτάσεις για διάφορα στοιχεία μιας ιστοσελίδας. Προσδίδοντας μια κλάση σε ένα στοιχείο αυτομάτως του προσδίδουμε και όλες τις ιδιότητες μορφοποίησης που ανήκουν στην κλάση αυτή. Το ίδιο συμβαίνει και για τα αναγνωριστικά. Έτσι έχουμε ένα πλήρες και ενοποιημένο πλαίσιο ανάπτυξης και σχεδιασμού του ιστοχώρου (**Εικόνα 5**).

2.1.4 JavaScript

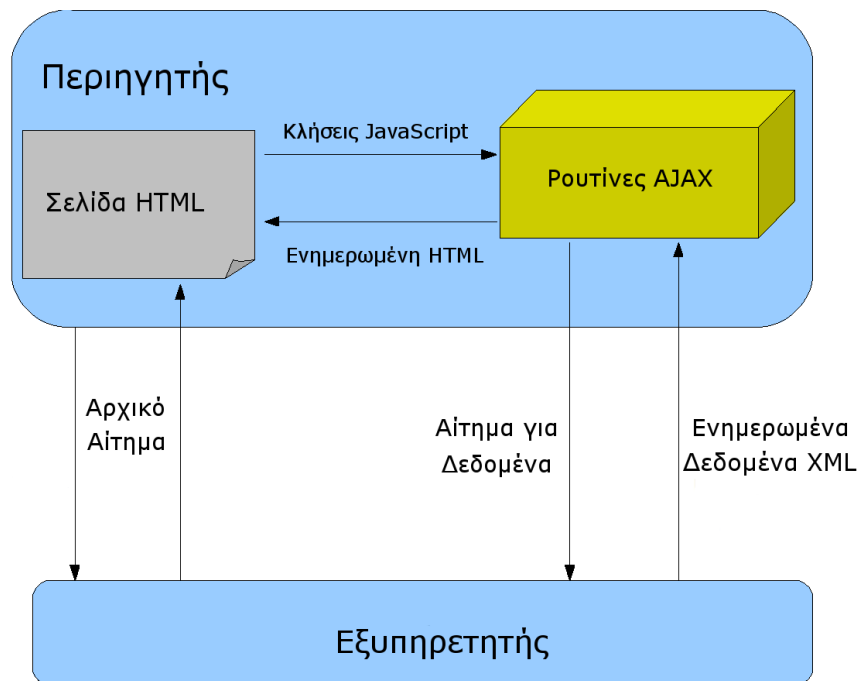
Η JavaScript είναι η πιο δημοφιλής αντικειμενοστραφής γλώσσα σεναρίων για περιηγητές διαδικτύου. Είναι μία δυναμική γλώσσα προγραμματισμού η οποία εκτελείται στον περιηγητή χωρίς να απαιτεί μεταγλώττιση και προσφέρει δυνατότητα ασύγχρονης διάδρασης με τον χρήστη. Αυτό έχει ως πλεονέκτημα το γεγονός ότι η εμπειρία του χρήστη δεν διακόπτεται από ανανεώσεις της σελίδας ή από καθυστερήσεις από τη μεριά του εξυπηρετητή.

Μία βασική δυνατότητα που στηρίζεται στη δυναμικότητα αυτής της γλώσσας είναι να μπορεί να αλλάζει ιδιότητες των στοιχείων μιας ιστοσελίδας βάσει των επιλογών του χρήστη. Για παράδειγμα μπορεί να αλλάζει χρώμα σε ένα κουμπί κάθε φορά που ο κέρσορας βρίσκεται επάνω του ή να εμφανίζει μήνυμα λάθους όταν ο χρήστης προβεί σε μη έγκυρη ενέργεια. Αυτό γίνεται μεταβάλλοντας τους κανόνες του CSS ακόμα και μετά τη φόρτωση της σελίδας. Επίσης, μπορεί να επικοινωνήσει με τον εξυπηρετητή, να στείλει ή να λάβει πληροφορίες, και αντίστοιχα να τις εμφανίσει.

Ως γλώσσα που εκτελείται στον περιηγητή ανήκει στις γλώσσες προγραμματισμού πελάτη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δίνει ορισμένα εργαλεία στον προγραμματιστή, επιτρέποντάς του ελέγχους επάνω στα δεδομένα του χρήστη, κάτι το οποίο σε αντίθετη περίπτωση θα βάραινε τον εξυπηρετητή.

2.1.5 AJAX

Ως AJAX (Asynchronous JavaScript and XML, ασύγχρονη JavaScript και XML) αναφερόμαστε σε μία κατηγορία τεχνολογιών προγραμματισμού διαδικτύου οι οποίες χρησιμοποιούνται στην μεριά του πελάτη για τη δημιουργία ασύγχρονων διαδικτυακών εφαρμογών [11]. Χρησιμοποιώντας αυτές τις τεχνολογίες μια ιστοσελίδα μπορεί να στείλει ή να λάβει δεδομένα από έναν εξυπηρετητή ασύγχρονα, στο παρασκήνιο, χωρίς να επηρεαστεί η



Εικόνα 6: Επεξήγηση τεχνολογιών AJAX

προβολή ή η συμπεριφορά της. Τα δεδομένα ανταλλάσσονται χρησιμοποιώντας το αντικείμενο XMLHttpRequest. Τα δεδομένα αυτά, συνήθως βρίσκονται σε μορφή JSON, ένα πρότυπο αναπαράστασης δεδομένων που έχει επικρατήσει στη βιομηχανία.

Στην πράξη, αυτές οι δυνατότητες μεταφράζονται στο γεγονός ότι ο χρήστης μπορεί να ανεβάζει ένα αρχείο σε έναν ιστοχώρο ενώ παράλληλα ανανεώνει τη σελίδα με πρόσφατο περιεχόμενο, χωρίς να διακοπεί καμία από τις δύο λειτουργίες. Στην **Εικόνα 6** παρουσιάζεται με απλό τρόπο η λειτουργία αυτών των τεχνολογιών.

2.1.6 jQuery

Η jQuery είναι η πιο δημοφιλής βιβλιοθήκη JavaScript τη στιγμή της συγγραφής του κειμένου αυτού. Είναι σχεδιασμένη για να εκτελεί σενάρια στην πλευρά του πελάτη, καθώς εκτελεί JavaScript κώδικα και είναι συμβατή με όλους τους περιηγητές που υποστηρίζουν JavaScript [11].

```

1 function loadXMLDoc()
2 {
3     var xmlhttp;
4     if (window.XMLHttpRequest)
5         // code for IE7+, Firefox, Chrome, Opera, Safari
6         xmlhttp=new XMLHttpRequest();
7     }
8     else
9         // code for IE6, IE5
10        xmlhttp=new ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP");
11    }
12    xmlhttp.onreadystatechange=function()
13    {
14        if (xmlhttp.readyState==4 && xmlhttp.status==200)
15        {
16            document.getElementById("div1").innerHTML=xmlhttp.responseText;
17        }
18    }
19    xmlhttp.open("GET","demo_test.txt",true);
20    xmlhttp.send();
21 }

```

Εικόνα 7: Λήψη κειμένου από το αρχείο demo_test.txt με χρήση απλής JavaScript

Ο λόγος για τον οποίο είναι τόσο δημοφιλής είναι επειδή το συντακτικό της κάνει πολύ πιο εύκολο το να αλλάζει τις ιδιότητες των στοιχείων HTML, να δημιουργεί διάφορα εφέ και να προσδίδει κινήσεις, όπως επίσης και να επικοινωνεί με κάποιον απομακρυσμένο εξυπηρετητή εκμεταλλευόμενη τις τεχνολογίες AJAX. Η αρχιτεκτονική που ακολουθεί επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργούν δικές τους προσθήκες (plug-ins), κάνοντας έτσι καλύτερη ενσωμάτωση των δυνατοτήτων της στον κώδικά τους. Στην **Εικόνα 7** και στην **Εικόνα 8** φαίνεται η διαφορά στη σύνταξη μεταξύ απλής JavaScript και της βιβλιοθήκης jQuery. Τα δύο παραδείγματα αιτούνται το περιεχόμενο του κειμένου στο αρχείο "demo_test.txt" και το προβάλουν ως περιεχόμενο στο στοιχείο με αναγνωριστικό "div1".

```

1 $(document).ready(function() {
2     $("button").click(function() {
3         $.ajax({url: "demo_test.txt", success: function(result) {
4             $("#div1").html(result);
5         }});
6     });
7 });

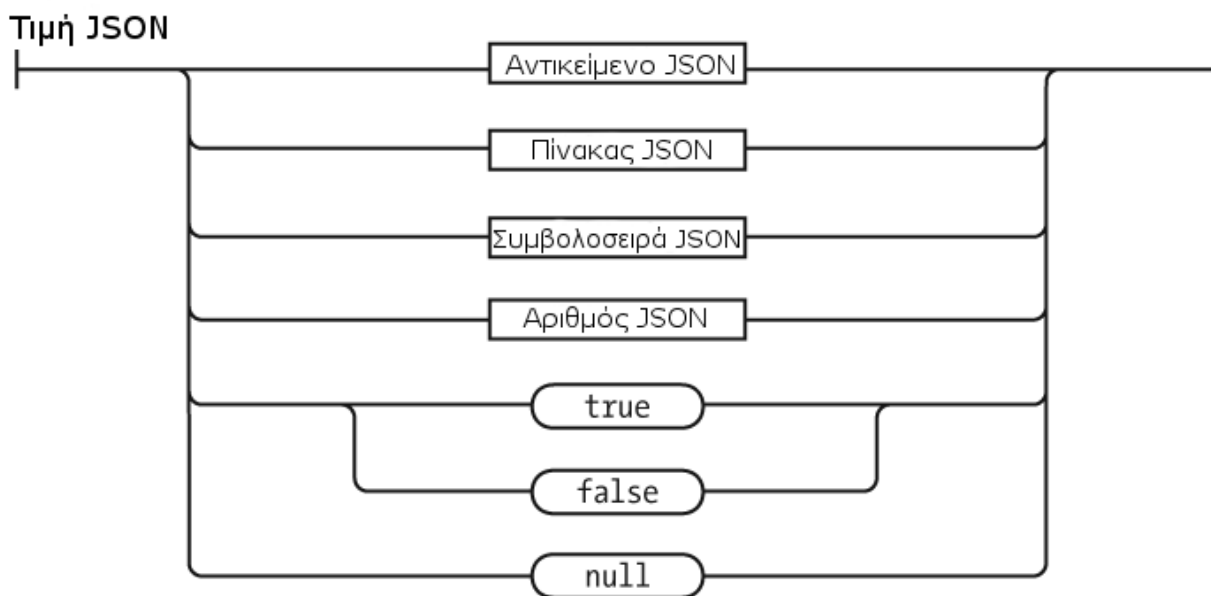
```

Εικόνα 8: Λήψη κειμένου από το αρχείο demo_test.txt με χρήση jQuery

2.1.7 JSON

Το JSON (JavaScript Object Notation, Σημειογραφία Αντικειμένων JavaScript) είναι ένα ανοιχτό πρότυπο αναπαράστασης δεδομένων με τη μορφή ζευγών χαρακτηριστικού-τιμής. Χρησιμοποιείται κυρίως για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ εξυπηρετητή και διαδικτυακών εφαρμογών αντικαθιστώντας συνήθως το πρότυπο XML [13].

Αν και έγινε γνωστό μέσω της JavaScript, είναι ανεξάρτητο από οποιαδήποτε γλώσσα καθώς η υποστήριξή του για τύπους μεταβλητών περιέχει προσημασμένους δεκαδικούς διπλής υποδιαστολής, συμβολοσειρές, δυαδικούς αριθμούς, πίνακες, αντικείμενα και τη μηδενική τιμή (null). Η **Εικόνα 9** εξηγεί τη γραμματική του JSON. Η σύνταξη ενός αντικειμένου JSON αποτελείται από ένα άγκιστρο "{" τη λίστα των χαρακτηριστικών χωρισμένα με κόμμα "," και ένα ακόμα άγκιστρο "}" για κλείσιμο. Κάθε χαρακτηριστικό ακολουθεί τη σύνταξη "χαρακτηριστικό":"τιμή".

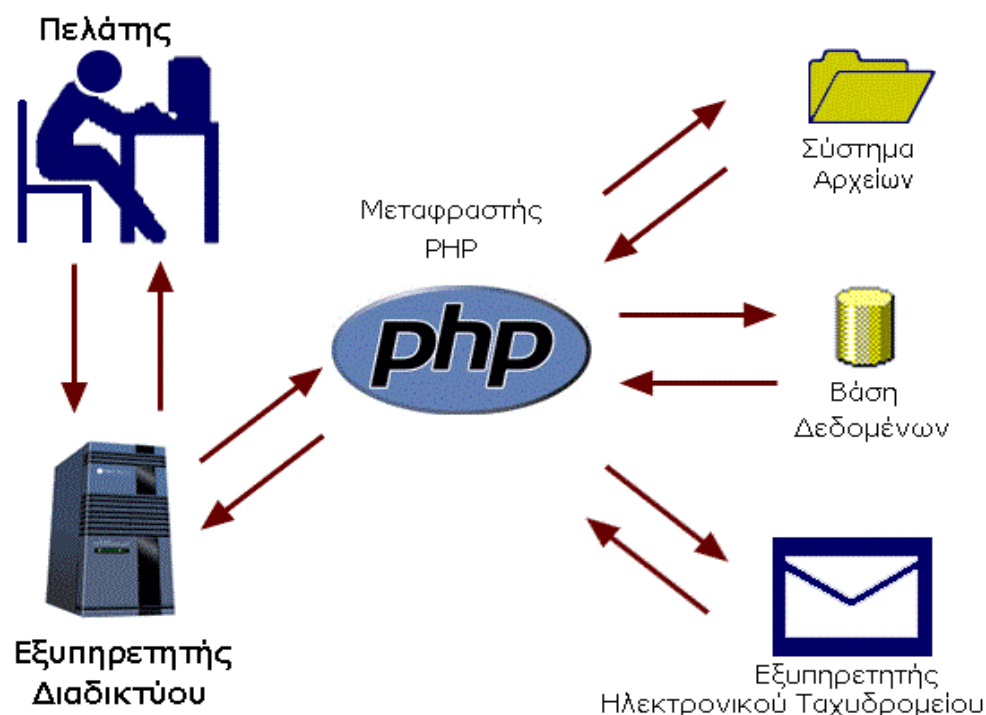


Εικόνα 9: Η γραμματική ενός αντικειμένου JSON

2.1.8 PHP

Η PHP είναι μια αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού που εκτελείται από μια εφαρμογή Εξυπηρετητή Διαδικτύου (Web Server) χωρίς να χρειάζεται μεταγλώττιση και άρα ανήκει στον προγραμματισμό εξυπηρετητή. Χρησιμοποιείται για να παράγει τις σελίδες που ζητάει ο χρήστης με δυναμικό περιεχόμενο. Αν και κατά κανόνα εκτελείται από εξυπηρετητές διαδικτύου, υπάρχουν περιπτώσεις που χρησιμοποιείται και ως γλώσσα σεναρίων γενικού σκοπού [14].

Ο κώδικας της PHP μπορεί να ενσωματωθεί πολύ εύκολα στην HTML, δημιουργώντας διαφορετικό περιεχόμενο κάθε φορά. Την εκτέλεσή της αναλαμβάνει ένας διερμηνευτής (interpreter) κώδικα που τρέχει ως μέρος της εφαρμογής εξυπηρετητή διαδικτύου. Αναλόγως τις συνθήκες και τους περιορισμούς, η PHP μπορεί να έχει πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων, στο σύστημα αρχείων του υπολογιστή-εξυπηρετητή ή ακόμα και σε τρίτους εξυπηρετητές π.χ. εξυπηρετητής ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (e-Mail Server) (**Εικόνα 10**).



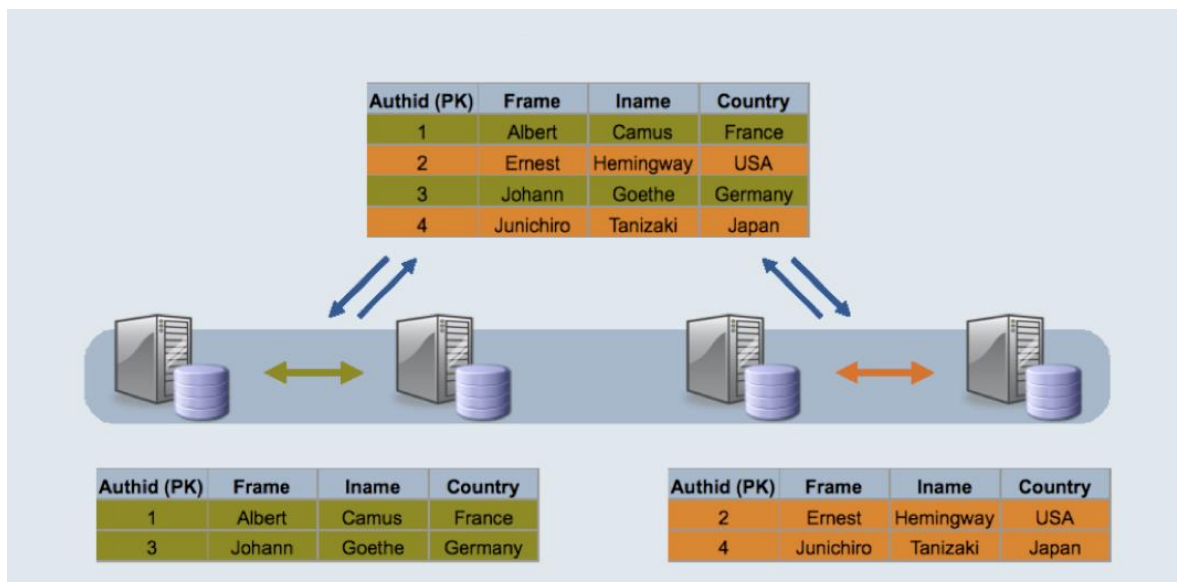
Εικόνα 10: Η διασύνδεση της PHP με τα υποσυστήματα του server και τον πελάτη

Αυτό δίνει τη δυνατότητα στην PHP να έχει πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων, χρησιμοποιώντας τους κατάλληλους οδηγούς (drivers), να στέλνει ηλεκτρονικά μηνύματα, να διαχειρίζεται αρχεία και πολλά άλλα. Επίσης, έχει τη δυνατότητα να εκτελεί υπολογισμούς, να κρυπτογραφεί δεδομένα, να εκτελεί συγκρίσεις και να διαχειρίζεται cookies, μικρά αρχεία που αποθηκεύονται στον υπολογιστή του χρήστη και εξυπηρετούν ανάγκες προσωρινής αποθήκευσης δεδομένων [15]. Με αυτές τις ιδιότητες η PHP μπορεί να υποχρεώνει χρήστες σε είσοδο πριν χρησιμοποιήσουν μια σελίδα, και να επιτρέπει τη διαχείριση ενός λογαριασμού χρήστη.

2.1.9 MySQL

Η MySQL αποτελεί, από τον Ιούνιο του 2013, τη δεύτερη πιο διαδεδομένη μηχανή διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων [16]. Η MySQL οφείλει τη μεγάλη της διάδοση κυρίως στο γεγονός ότι είναι ανοιχτού κώδικα και είναι εύκολα προσαρμόσιμη σε οποιοδήποτε σύστημα.

Η αποθήκευση των δεδομένων γίνεται σε πίνακες, αντικείμενα που απαρτίζουν μία βάση δεδομένων. Αντίστοιχα ένας πίνακας χωρίζεται σε στήλες, που ορίζουν χαρακτηριστικά, ενώ οι γραμμές ορίζουν ξεχωριστά στοιχεία. Η διαχείριση αυτών των δεδομένων γίνεται με ερωτήματα



Εικόνα 11: Συνδυασμός δεδομένων από δύο πίνακες στη MySQL

SQL (SQL queries). Στην **Εικόνα 11** φαίνεται ένα παράδειγμα συνδυασμού και αποστολής δεδομένων από δύο διαφορετικούς πίνακες.

2.1.10 PDO

Το PDO (PHP Data Objects, Αντικείμενα Δεδομένων της PHP) είναι μια διεπαφή πρόσβασης σε βάσεις δεδομένων η οποία χειρίζεται τα δεδομένα ως αντικείμενα. Απαιτεί την ύπαρξη κατάλληλου οδηγού PDO (PDO driver) για την εκάστοτε βάση δεδομένων στην οποία θέλουμε να έχουμε πρόσβαση. Είναι σχεδιασμένο αποκλειστικά για χρήση σε βάσεις δεδομένων και ως εκ τούτου είναι μακράν πιο αποδοτικό και ασφαλές [17].

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημά του, παρ' όλα αυτά, είναι το γεγονός ότι αποτελεί μια ενοποιημένη υλοποίηση πρόσβασης σε βάσεις δεδομένων. Αυτό σημαίνει ότι η διεπαφή παραμένει η ίδια για κάθε διαφορετική βάση δεδομένων και την προσαρμογή την αναλαμβάνει ο εκάστοτε οδηγός [18]. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να είναι πολύ εύκολη η μεταφορά ενός ιστοχώρου, που χρησιμοποιεί PDO, από ένα σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων σε κάποιο άλλο. Στην **Εικόνα 12** φαίνεται ο ρόλος του οδηγού κατά την πρόσβαση στη βάση δεδομένων.



Εικόνα 12: Η διεπαφή πρόσβασης σε μία βάση δεδομένων με τη χρήση PDO

2.2 Αρχιτεκτονική Arduino

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία που διέπουν την αρχιτεκτονική Arduino, μία αρχιτεκτονική ανοιχτού υλικού που προορίζεται για χρήση από προγραμματιστές υλικού (hardware developers). Το Arduino έγινε ευρέως γνωστό στην κοινότητα των

ερασιτεχνών τα τελευταία χρόνια, κάτι το οποίο έδωσε τη δυνατότητα ανάπτυξης πολλών υλοποιήσεων για την επίλυση διάφορων προβλημάτων.

Το Arduino είναι μια πλατφόρμα υλικού η οποία στην καρδιά της έχει έναν μικροελεγκτή αρχιτεκτονικής AVR της Atmel. Η Atmel παρέχει πλήρες έγγραφο με τις πληροφορίες και τις δυνατότητες του εκάστοτε μικροελεγκτή που ανήκει σε αυτήν την αρχιτεκτονική, δίνοντας τη δυνατότητα σε οποιονδήποτε το μελετήσει να εκμεταλλευτεί στο έπακρο τις δυνατότητες που αυτός προσφέρει.

2.2.1 Γενικές πληροφορίες για την πλατφόρμα Arduino

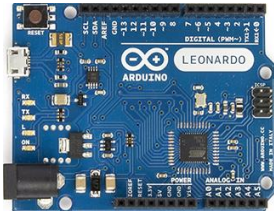
Το Arduino είναι μια εταιρεία ανοιχτού υλικού και κώδικα και μία κοινότητα χρηστών η οποία σχεδιάζει και κατασκευάζει διάφορα σετ υλικού που χρησιμοποιούνται στην υλοποίηση συσκευών και διαδραστικών αντικειμένων που μπορούν να αισθανθούν και να ελέγξουν τον φυσικό κόσμο [19]. Επιπλέον, προσφέρει και ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης λογισμικού (Integrated Development Environment, IDE).

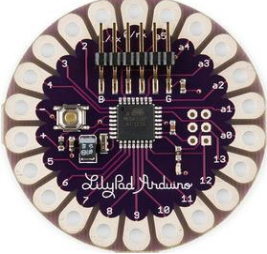
Η γλώσσα προγραμματισμού της πλατφόρμας του Arduino είναι η Wiring, μια παραλλαγή της C++ η οποία προσφέρει έτοιμες συναρτήσεις και βιβλιοθήκες για όλους τους μικροελεγκτές που χρησιμοποιούνται στην πλατφόρμα. Αυτό προσφέρει στον προγραμματιστή τη δυνατότητα να παράγει ευανάγνωστο κώδικα, μικρότερο σε μέγεθος, πιο αποδοτικό και συντηρήσιμο.

Το γεγονός ότι η πλατφόρμα αυτή είναι ανοιχτού κώδικα δίνει τη δυνατότητα σε όποιον το επιθυμεί να αγοράσει τα υλικά από τα οποία απαρτίζεται μία πλακέτα Arduino και να "χτίσει" μία δικιά του με τις ίδιες δυνατότητες και χαρακτηριστικά. Για τις ανάγκες αυτής της διπλωματικής εργασίας χρησιμοποιήθηκε μια υλοποίηση κλώνος του Arduino Uno R3 το οποίο αγοράστηκε από το ηλεκτρονικό κατάστημα eBay.

2.2.2 Πλακέτες/Υλοποιήσεις Arduino

Στον **Πίνακα 2** αναφέρονται οι πιο σημαντικές υλοποιήσεις που προσφέρει η πλατφόρμα Arduino. Οι επιλογές είναι πολλές και καλύπτουν όλες τις απαιτήσεις κόστους και δυνατοτήτων.

Πλακέτα Arduino	Τεχνικά Χαρακτηριστικά
 Εικόνα 13: Arduino Uno	Atmel ATmega328 & Atmel ATmega16U2 για programmer [21] Τάση λειτουργίας: 5V Τάση εισόδου (όρια/προτεινόμενη): 7-12V/6-20V Είσοδοι/έξοδοι: 14 ψηφιακές (6 με υποστήριξη PWM), 6 αναλογικές εισοδοι Μνήμη Flash/SRAM/EEPROM: 32KB/2KB/1KB Συχνότητα ρολογιού: 16MHz -Η βασική έκδοση Arduino-
 Εικόνα 14: Arduino Ethernet	Atmel ATmega328 & Atmel ATmega16U2 για programmer & Wiznet W5100 για Ethernet [22] Τάση λειτουργίας: 5V Τάση εισόδου (όρια/προτεινόμενη): 7-12V/6-20V Είσοδοι/έξοδοι: 14 ψηφιακές (4 με υποστήριξη PWM, 5 δεσμευμένες), 6 αναλογικές εισοδοι Μνήμη Flash/SRAM/EEPROM: 32KB/2KB/1KB Συχνότητα ρολογιού: 16MHz -Αντικαθιστά το πακέτο Arduino Uno + Ethernet Shield-
 Εικόνα 15: Arduino Leonardo	Atmel ATmega32U4 για επικοινωνία USB [23] Τάση λειτουργίας: 5V Τάση εισόδου (όρια/προτεινόμενη): 7-12V/6-20V Είσοδοι/έξοδοι: 20 ψηφιακές (7 με υποστήριξη PWM, 6 αναλογικές εισοδοι), 12 αναλογικές εισοδοι Μνήμη Flash/SRAM/EEPROM: 32KB/2.5KB/1KB Συχνότητα ρολογιού: 16MHz -Υλοποιεί συσκευές για σύνδεση με USB-
 Εικόνα 16: Arduino Yun	Atmel ATmega32U4 & μικροεπεξεργαστής Atheros AR9331 [24] Τάση λειτουργίας: 5V Τάση εισόδου: 5V Είσοδοι/έξοδοι: 20 ψηφιακές (7 με υποστήριξη PWM, 6 αναλογικές εισοδοι), 12 αναλογικές εισοδοι Μνήμη Flash/SRAM/EEPROM μικροελεγκτή: 32KB/2.5KB/1KB Μνήμη RAM/Flash μικροεπεξεργαστή: 64MB DDR2/16MB Συχνότητα ρολογιού μικροελεγκτή: 16MHz Συχνότητα ρολογιού μικροεπεξεργαστή: 400MHz -Προσφέρει ένα πλήρες πακέτο μικροεπεξεργαστή & μικροελεγκτή επιτρέποντας την εκτέλεση προγραμμάτων UNIX με τα πλεονεκτήματα ενός μικροελεγκτή & Ethernet/WiFi/SD κάρτας-
 Εικόνα 17: Arduino Micro	Atmel ATmega32U4 [25] Τάση λειτουργίας: 5V Τάση εισόδου (όρια/προτεινόμενη): 7-12V/6-20V Είσοδοι/έξοδοι: 20 ψηφιακές (7 με υποστήριξη PWM, 6 αναλογικές εισοδοι), 12 αναλογικές εισοδοι Μνήμη Flash/SRAM/EEPROM: 32KB/2.5KB/1KB Συχνότητα ρολογιού: 16MHz -Αποτελεί μια πολύ μικρή υλοποίηση Arduino για ανάπτυξη συσκευών-

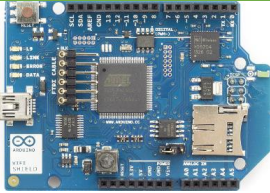
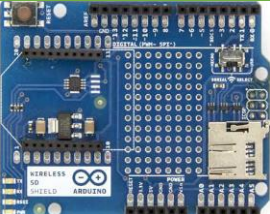
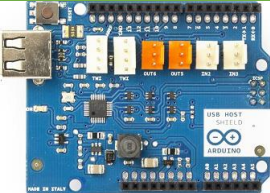
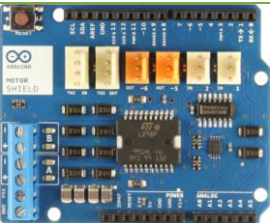
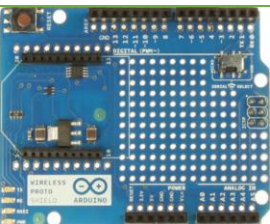
 Εικόνα 18: Arduino Mega ADK	Atmel ATmega2560 & Atmel ATmega8U2 για programmer & Maxim Integrated MAX3421E για τη διεπαφή USB Host [26] Τάση λειτουργίας: 5V Τάση εισόδου (όρια/προτεινόμενη): 7-12V/6-20V Είσοδοι/έξοδοι: 54 ψηφιακές (15 με υποστήριξη PWM), 16 αναλογικές είσοδοι Μνήμη Flash/SRAM/EEPROM: 256KB/8KB/4KB Συχνότητα ρολογιού: 16MHz -Είναι η υλοποίηση με τον πιο ισχυρό μικροελεγκτή προσφέροντας και διεπαφή USB για προγραμματισμό συσκευών Android-
 Εικόνα 19: Lilypad Arduino	Atmel ATmega328V [27] Τάση λειτουργίας: 2.7-5.5V Τάση εισόδου: 2.7-5.5V Είσοδοι/έξοδοι: 14 ψηφιακές (6 με υποστήριξη PWM), 6 αναλογικές είσοδοι Μνήμη Flash/SRAM/EEPROM: 16KB/1KB/512bytes Συχνότητα ρολογιού: 16MHz -Αποτελεί την μικρότερη υλοποίηση Arduino για χρήση σε περιβάλλοντα όπως ρουχισμό-

Πίνακας 2: Οι πλακέτες που προσφέρει η πλατφόρμα Arduino [20]

2.2.3 Πλακέτες Επέκτασης Arduino (Arduino Shields)

Τα Arduino Shields είναι πλακέτες οι οποίες υλοποιούν κάποια έτοιμα κυκλώματα τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν από τον μικροελεγκτή του Arduino. Κατά κανόνα είναι σχεδιασμένες στις διαστάσεις του Arduino Uno, της πιο δημοφιλούς πλακέτας Arduino, για να είναι συμβατές με αυτήν, συνήθως όμως είναι συμβατές και με τις Arduino Mega, Ethernet και Leonardo. Στον **Πίνακα 3** ακολουθούν οι πιο γνωστές πλακέτες επέκτασης Arduino.

Arduino Shield	Περιγραφή
 Εικόνα 20: Ethernet Shield	Προσφέρει διεπαφή Ethernet με βύσμα RJ-45 και υποστηρίζει ταχύτητες έως 100Mbps. Το ολοκληρωμένο κύκλωμα που βρίσκεται σε αυτό είναι το Wiznet W5100 και η επικοινωνία του με το Arduino γίνεται μέσω της θύρας SPI. Έρχεται σε δύο εκδόσεις, μία με τη μονάδα PoE (Power over Ethernet, Ισχύς μέσω Ethernet) και μία χωρίς. Επιπλέον, προσφέρει και μία θύρα micro SD για αποθήκευση δεδομένων [28].
 Εικόνα 21: GSM Shield	Προσφέρει διεπαφή GPRS και σύνδεση στο διαδίκτυο μέσω του ολοκληρωμένου κυκλώματος Quectel M10. Οι μέγιστες ταχύτητες που υποστηρίζει είναι 85.6Kbps στα πρωτόκολλα TCP/UDP και HTTP. Επίσης, προσφέρει διεπαφή mini SIM για την πρόσβαση στο δίκτυο GPRS [29].

 Εικόνα 22: WiFi Shield	Προσφέρει διεπαφή WiFi 802.11b/g με ταχύτητες έως 52Mbps χρησιμοποιώντας το ολοκληρωμένο κύκλωμα H&D Wireless HDG204. Υποστηρίζει κρυπτογράφηση WEP και WPA2 Personal, διεπαφή micro SD και διεπαφή mini USB για αναβάθμιση του υλισμικού του ολοκληρωμένου κυκλώματος. Η επικοινωνία του με το Arduino γίνεται μέσω της θύρας SPI [30].
 Εικόνα 23: Wireless SD Shield	Προσφέρει μία φυσική διεπαφή για προσθήκη μονάδας ασύρματης επικοινωνίας, όπως το Xbee, και διεπαφή micro SD. Η επικοινωνία με το Arduino γίνεται μέσω της θύρας SPI. Η εμβέλεια μιας τέτοιου είδους μονάδας ασύρματης επικοινωνίας μπορεί να φτάσει τα 38.5 μέτρα σε εσωτερικό χώρο ή τα 91.5 σε εξωτερικό [31].
 Εικόνα 24: USB Host Shield	Προσφέρει μία διεπαφή USB εξυπηρετητή χρησιμοποιώντας το ολοκληρωμένο κύκλωμα Maxim Integrated MAX3421E και υλοποιώντας το πρωτόκολλο USB 2.0. Μπορεί να υλοποιήσει συσκευές που χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο USB όπως ποντίκια, πληκτρολόγια κ.α. Η επικοινωνία του με το Arduino γίνεται μέσω της θύρας SPI [32].
 Εικόνα 25: Motor Shield	Είναι βασισμένο στο ολοκληρωμένο κύκλωμα ST L298, το οποίο είναι ένας πλήρης οδηγός για επαγωγικά φορτία όπως κινητήρες συνεχούς ρεύματος, σερβοκινητήρες, ηλεκτρονόμους κ.α. Επιτρέπει τον έλεγχο έως δύο κινητήρων συνεχούς ρεύματος ελέγχοντας την ταχύτητα και τη φορά καθενός ανεξάρτητα [33].
 Εικόνα 26: Wireless Proto Shield	Προσφέρει μία φυσική διεπαφή για προσθήκη μονάδας ασύρματης επικοινωνίας, όπως το Xbee, και μία μικρή επιφάνεια κενής διάτρητης πλακέτας που προσφέρεται για υλοποίηση κυκλώματος εξατομικευμένου σχεδιασμού. Η επικοινωνία με το Arduino γίνεται μέσω της θύρας SPI. Η εμβέλεια μιας τέτοιου είδους μονάδας ασύρματης επικοινωνίας μπορεί να φτάσει τα 38.5 μέτρα σε εσωτερικό χώρο ή τα 91.5 σε εξωτερικό [34].

Πίνακας 3: Οι πλακέτες επέκτασης Arduino που προσφέρει η πλατφόρμα [20]

2.2.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά του Arduino Uno R3

Στην παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκε η πλακέτα Arduino Uno, όπως προαναφέρθηκε. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της πλακέτας αναφέρονται και στον **Πίνακα 2**, όμως είναι σημαντικό να αναλυθούν περαιτέρω.

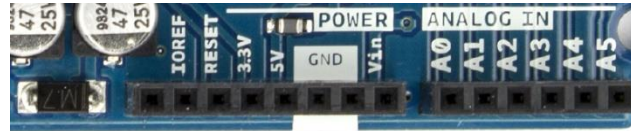
Ο ελεγκτής που χρησιμοποιείται στο Arduino Uno είναι ο Atmel ATmega328, ο οποίος προσφέρει 14 ψηφιακούς ακροδέκτες εισόδου/εξόδου, με 6 από αυτούς να έχουν τη δυνατότητα εξόδου PWM (Pulse-width Modulation, Παλμοευρική Διαμόρφωση) και 6 αναλογικές εισόδους. Οι αναλογικές εισόδους έχουν ακρίβεια 10bit, δηλαδή παίρνουν τιμές από 0 έως 1023 με τάση αναφοράς τα 5V. Οι εξοδοι PWM έχουν ακρίβεια 8bit και ελέγχονται από τρεις χρονομετρητές (timers), δύο σε κάθε timer. Κάθε ακροδέκτης εισόδου/εξόδου μπορεί να προσφέρει μέχρι 40mA ρεύματος, ενώ η πλακέτα μπορεί να προσφέρει έως 500mA συνολικά.

Η πλακέτα τροφοδοτείται είτε από τη θύρα USB, είτε από εξωτερική τροφοδοσία 7-12V χρησιμοποιώντας βύσμα 2.1mm και με το θετικό άκρο στο κέντρο. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα να τροφοδοτηθεί απευθείας με μπαταρία τοποθετώντας το θετικό άκρο στον ακροδέκτη POWER και το αρνητικό στον ακροδέκτη GROUND. Για τις ανάγκες αυτής της διπλωματικής εργασίας χρησιμοποιήθηκε εξωτερική τροφοδοσία 9V στο βύσμα 2.1mm.

Η μνήμη του μικροελεγκτή χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες. Η πρώτη είναι η μνήμη Flash. Είναι η μνήμη στην οποία εγγράφεται το πρόγραμμα κατά τη διαδικασία του προγραμματισμού της πλακέτας. Η μνήμη Flash του Arduino Uno είναι 32KB, εκ των οποίων το 0.5KB είναι δεσμευμένο για τον bootloader (ένα μικρό πρόγραμμα που τρέχει κατά την ενεργοποίηση της πλακέτας και βοηθάει στη διαδικασία του προγραμματισμού της). Η δεύτερη είναι η SRAM (Static Random-Access Memory, Στατική Μνήμη Τυχαίας Προσπέλασης), η μνήμη στην οποία αποθηκεύονται οι μεταβλητές όταν το πρόγραμμα βρίσκεται σε λειτουργία και χάνεται όταν διακοπεί η τροφοδοσία. Η μνήμη SRAM του Arduino Uno είναι 2KB. Η τρίτη μνήμη είναι η EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory, Ηλεκτρικώς Διεγράψιμη Επανεγγράψιμη Μνήμη μόνο για Ανάγνωση) στην οποία μπορούν να αποθηκευτούν τιμές κατά τη λειτουργία της πλακέτας, οι οποίες τιμές θα παραμείνουν και μετά τη διακοπή της τροφοδοσίας. Η EEPROM του Arduino Uno είναι 1KB.

Από τους 14 ακροδέκτες εισόδου/εξόδου οι D0 και D1 λειτουργούν και ως σειριακή διεπαφή, οι D2 και D3 μπορούν να προκαλέσουν διακοπές στη λειτουργία του προγράμματος αλλάζοντας τις ρουτίνες που εκτελούνται εκείνη τη στιγμή, ενώ οι D10 έως D13 χρησιμοποιούνται και από τη θύρα SPI (Serial Peripheral Interface, Σειριακή Διεπαφή Περιφερειακών) για επικοινωνία με εξωτερικά κυκλώματα, όπως π.χ. το Ethernet Shield. Οι αναλογικοί ακροδέκτες εισόδου A0 έως A5 μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως ψηφιακοί ακροδέκτες εισόδου/εξόδου, χωρίς τη δυνατότητα εξόδου PWM. Επιπλέον, ο ακροδέκτης AREF

αλλάζει την τάση αναφοράς για τους ακροδέκτες αναλογικής εισόδου και ο ακροδέκτης RESET προκαλεί επανεκκίνηση της πλακέτας όταν συνδέεται με τη γείωση.



Εικόνα 27: Αναλογικοί ακροδέκτες εισόδου και ακροδέκτες ισχύος



Εικόνα 28: Ψηφιακοί ακροδέκτες εισόδου/εξόδου, γείωσης και τάσης αναφοράς



Εικόνα 29: Διακόπτης RESET, θύρα USB και βύσμα τροφοδοσίας

Στην **Εικόνα 27** φαίνονται από δεξιά προς τα αριστερά οι ακροδέκτες αναλογικής εισόδου και οι ακροδέκτες ισχύος (είσοδος τροφοδοσίας, γείωση, έξοδος 5V, έξοδος 3.3V, επαναφορά συστήματος). Στην **Εικόνα 28** φαίνονται από τα δεξιά προς τα αριστερά οι ψηφιακοί ακροδέκτες εισόδου/εξόδου, ο ακροδέκτης γείωσης και ο ακροδέκτης τάσης αναφοράς. Στην

Εικόνα 29 φαίνονται από πάνω προς τα κάτω ο διακόπτης επαναφοράς συστήματος, η θύρα USB και το βύσμα τροφοδοσίας.

Τέλος, το Arduino Uno είναι εφοδιασμένο με έναν ακόμα μικροελεγκτή Atmel ATmega16U2 ο οποίος είναι προγραμματισμένος να συμπεριφέρεται ως προγραμματιστής διεπαφής USB σε σειριακή και ουσιαστικά προγραμματίζει το Arduino Uno με τις πληροφορίες που δέχεται από τη θύρα USB.

2.2.5 Προγραμματισμός Arduino Uno

Ο προγραμματισμός της πλακέτας Arduino Uno επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού Wiring. Η Wiring είναι μία γλώσσα βασισμένη στη C++, ενώ προσφέρει και δυνατότητες της C. Οι βασικές της βιβλιοθήκες, όπως η AVR Libc, αναπτύσσονται από την Atmel και είναι ανοιχτού κώδικα και ο μεταγλωττιστής που χρησιμοποιείται είναι ο avrgcc. Η δομή ενός προγράμματος Arduino αποτελείται από δύο βασικές συναρτήσεις, τη

```
1  /*
2   Blink
3   Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
4
5   This example code is in the public domain.
6   */
7
8   // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.
9   // give it a name:
10  int led = 13;
11
12  // the setup routine runs once when you press reset:
13  void setup() {
14    // initialize the digital pin as an output.
15    pinMode(led, OUTPUT);
16  }
17
18  // the loop routine runs over and over again forever:
19  void loop() {
20    digitalWrite(led, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
21    delay(1000);             // wait for a second
22    digitalWrite(led, LOW);  // turn the LED off by making the voltage LOW
23    delay(1000);             // wait for a second
24  }
25
```

Εικόνα 30: Δομή προγράμματος Arduino

setup() και τη loop() (**Εικόνα 30**). Η setup() εκτελείται μία φορά και αρχικοποιεί την πλακέτα, ενώ η loop() εκτελείται συνεχώς μέχρι να διακοπεί η τροφοδοσία της πλακέτας ή την επαναφοράς της [35].

2.3 Πλατφόρμες ανάπτυξης λογισμικού

Στην ανάπτυξη του λογισμικού μέρους αυτής της διπλωματικής εργασίας χρησιμοποιήθηκε ένα πλήθος από εργαλεία ανοιχτού κώδικα. Κατά βάση η χρήση αυτών των εργαλείων είναι δωρεάν και ανοιχτή, κάτι που κράτησε το κόστος εκπόνησης χαμηλό.

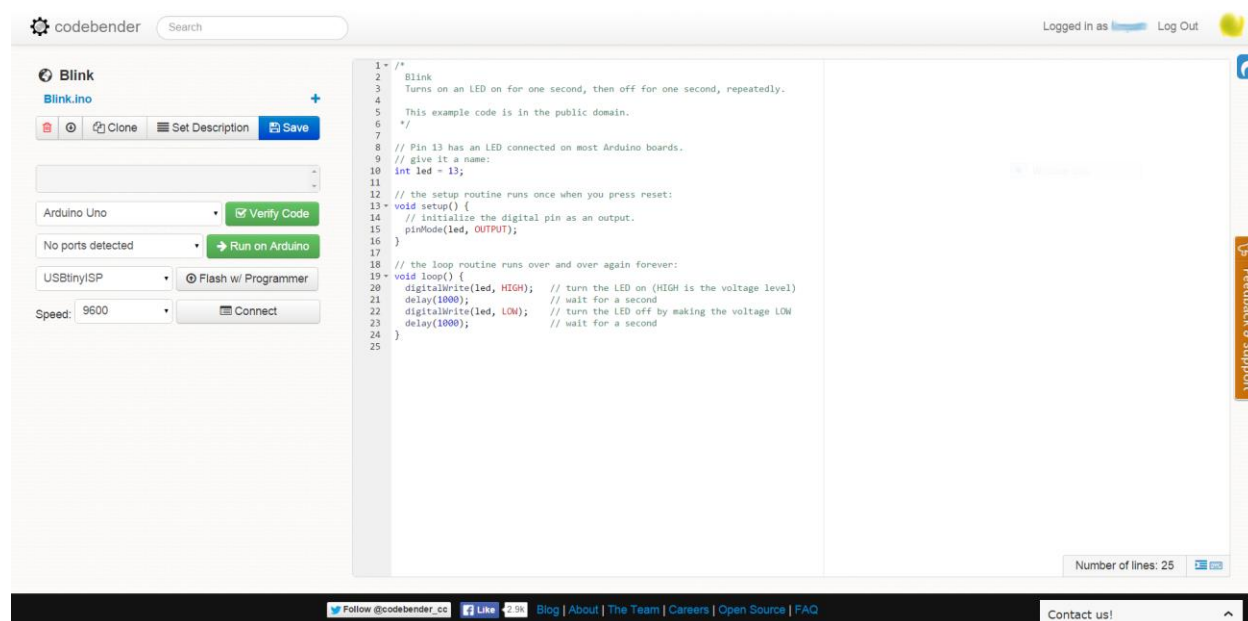
2.3.1 Notepad++

Ο Notepad++ είναι ένας επεξεργαστής κειμένου για την πλατφόρμα των Windows. Είναι ιδιαίτερα δημοφιλής στους προγραμματιστές, επειδή αναγνωρίζει αυτόματα ένα μεγάλο πλήθος γλωσσών προγραμματισμού και προσφέρει αυτόματη στοίχιση και χρωματισμό στα διάφορα στοιχεία της γλώσσας. Επιπλέον, επειδή είναι ανοιχτού κώδικα, παρέχονται γι' αυτόν πληθώρα επεκτάσεων οι οποίες προσδίδουν επιπλέον δυνατότητες για κάθε ανάγκη [36].

2.3.2 Codebender

Το Codebender είναι ένα διαδικτυακό περιβάλλον προγραμματισμού για το Arduino [37]. Προσφέρει έναν κατάλληλο επεξεργαστή κειμένου για τη συγγραφή του κώδικα Arduino καθώς και μια διεπαφή προγραμματισμού απ' ευθείας από τον περιηγητή διαδικτύου (**Εικόνα 31**). Προτιμήθηκε σε σχέση με το επίσημο Arduino IDE επειδή προσφέρει αποθήκευση των προγραμμάτων online και πρόσβαση από οπουδήποτε. Επίσης, υποστηρίζεται από μεγαλύτερη γκάμα μεταγλωττιστών που είναι συμβατοί τόσο με παλαιότερες εκδόσεις του Arduino IDE όσο και με νεότερες.

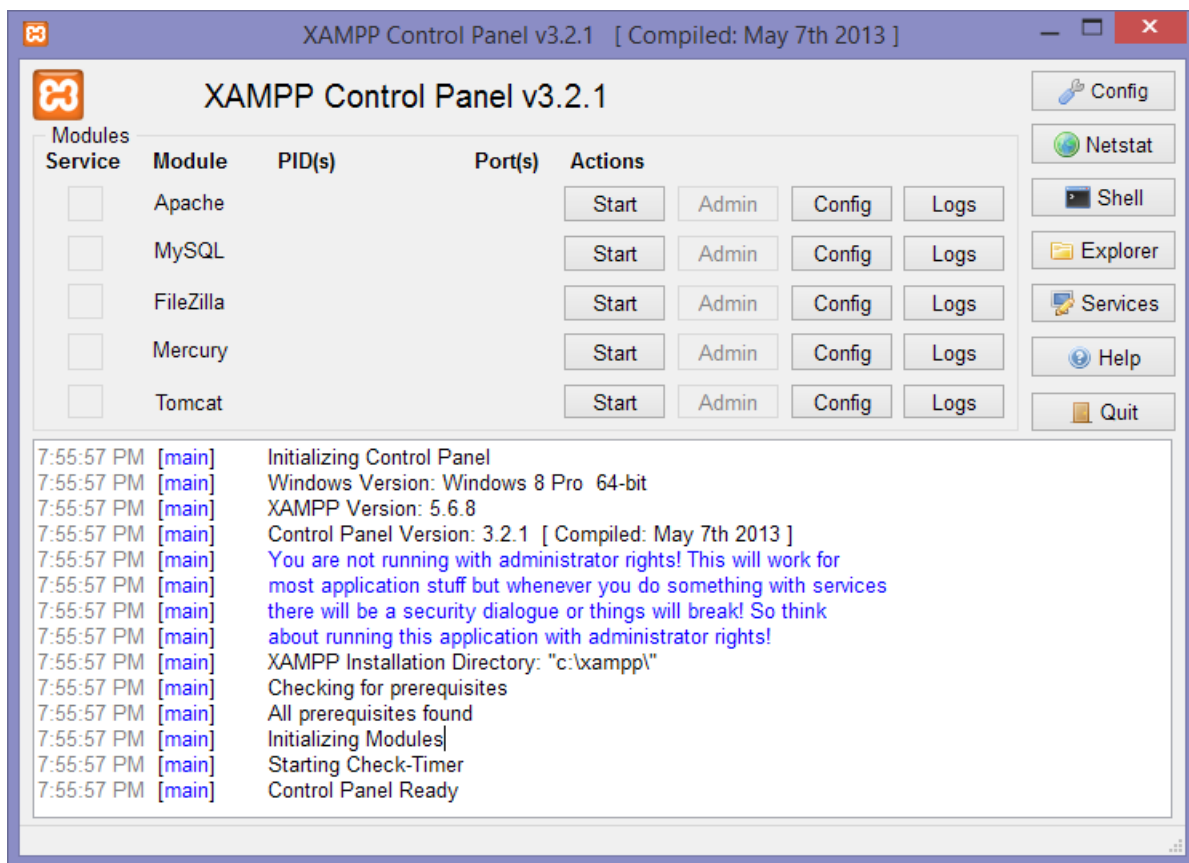
Εκτός της συγγραφής κώδικα, το Codebender προσφέρει διεπαφή για τη φόρτωση του κώδικα στο Arduino, για τη μεταφορά πληροφοριών από και προς αυτό και την επαλήθευση του κώδικα πριν αυτός φορτωθεί στην πλακέτα.



Εικόνα 31: Η διεπαφή του Codebender

2.3.3 XAMPP

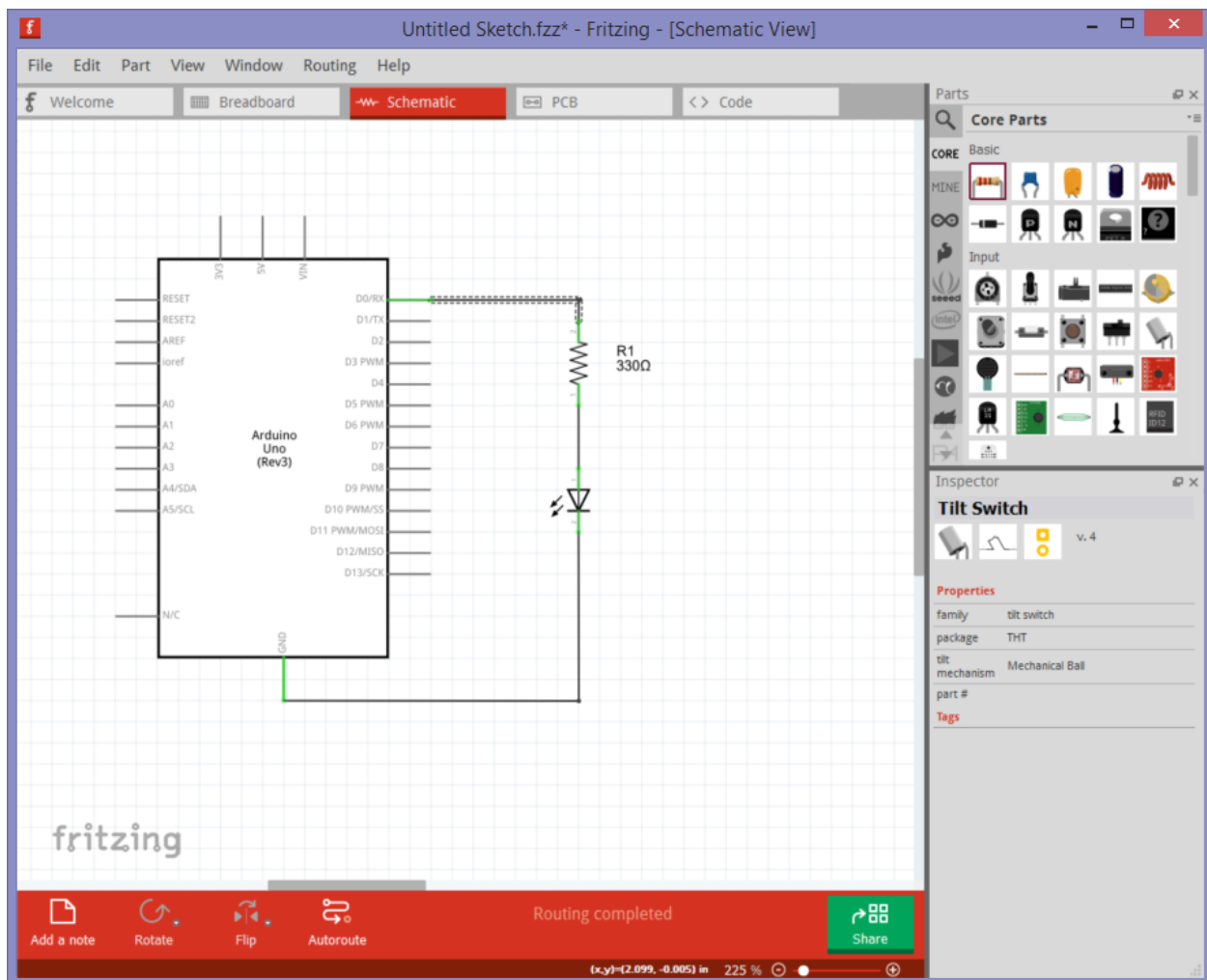
Το XAMPP είναι ένα πακέτο εξομίωσης εξυπηρετητή διαδικτύου για Windows, Linux και Mac OS. Προσφέρει έτοιμα πακέτα Apache Web Server, Tomcat Web Server, PHP, MySQL, Perl και FileZilla FTP Server όπως επίσης και μια απλή διεπαφή για την διαχείρισή τους (**Εικόνα 32**) [38]. Επίσης, περιέχει τον phpMyAdmin, μία διαδικτυακή εφαρμογή διαχείρισης βάσεων δεδομένων. Χρησιμοποιείται από πολλούς προγραμματιστές για την εξομίωση ενός ιστοχώρου σε ελεγχόμενο περιβάλλον πριν αυτός δημοσιοποιηθεί κανονικά.



Εικόνα 32: Το κέντρο διαχείρισης ελέγχου του XAMPP

2.3.4 Fritzing

Το Fritzing είναι ένα πρόγραμμα σχεδίασης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων με μια εξειδίκευση στα κυκλώματα Arduino. Ως εκ τούτου παρέχει έτοιμα πρότυπα πλακετών Arduino και διευκολύνει τον πολύπλοκο σχεδιασμό τους. Προσφέρεται για τις πλατφόρμες Windows, Mac OS και Linux [39]. Το περιβάλλον εργασίας του είναι αρκετά απλό (**Εικόνα 33**) και επειδή είναι εξαιρετικά δημοφιλές στην κοινότητα των προγραμματιστών Arduino, υπάρχει μεγάλο πλήθος από έτοιμα κυκλώματα και βίντεο εκμάθησης στο διαδίκτυο.



Εικόνα 33: Το περιβάλλον χρήσης του Fritzing

2.3.5 Inkscape και GIMP

Τα δύο αυτά προγράμματα αποτελούν λύσεις επεξεργασίας εικόνας. Είναι και τα δύο ανοιχτού κώδικα και είναι διαθέσιμα για Windows, Mac OS και Linux. Το Inkscape αποτελεί λύση δημιουργίας σχεδίων και γραφικών [40] και κατά κύριο λόγο χρησιμοποιήθηκε στη δημιουργία γραφικών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων για το Fritzing. Το GIMP είναι λογισμικό επεξεργασίας εικόνων [41] και χρησιμοποιήθηκε κυρίως στην επεξεργασία των εικόνων αυτού του εγγράφου.

Σύνοψη κεφαλαίου

Σε αυτό το κεφάλαιο αναπτύχθηκε το θεωρητικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο στηρίζεται αυτή η διπλωματική εργασία. Επίσης, παρουσιάστηκαν τα εργαλεία στα οποία αναπτύχθηκε το λογισμικό που χρειάστηκε. Στο επόμενο κεφάλαιο ακολουθεί σύντομη παρουσίαση του υλικού μέρους που υλοποιήθηκε για τις ανάγκες της διπλωματικής εργασίας και τα σχέδιά του.

Κεφάλαιο 3 – Υλικό μέρος συστήματος

Σε αυτό το κεφάλαιο ακολουθεί μια παρουσίαση και ανάλυση των υλικών της διπλωματικής εργασίας καθώς επίσης και ο λόγος που οδήγησε στην επιλογή αυτών. Αντίστοιχα, δίνονται τα σχεδιαγράμματα των ηλεκτρονικών και ηλεκτρολογικών κυκλωμάτων που υλοποιήθηκαν και ο τρόπος που αυτά συνδέονται μεταξύ τους και συνεργάζονται.

Η βασική μονάδα επεξεργασίας της συσκευής είναι ο μικροελεγκτής Atmel ATmega328, ο οποίος βρίσκεται επάνω σε μία πλακέτα Arduino Uno, όμως ακολουθούν κάποια επιπλέον ηλεκτρονικά και ηλεκτρολογικά στοιχεία που είναι αναγκαία για τη σωστή λειτουργία της συσκευής. Επιπλέον, κάποια από τα ηλεκτρολογικά μέρη της συσκευής διατηρήθηκαν μιας και ήταν πλήρως λειτουργικά, οδηγώντας μας σε περαιτέρω μείωση του κόστους μετατροπής. Ακολουθεί μια λίστα των επιμέρους συσκευών/ηλεκτρονικών στοιχείων:

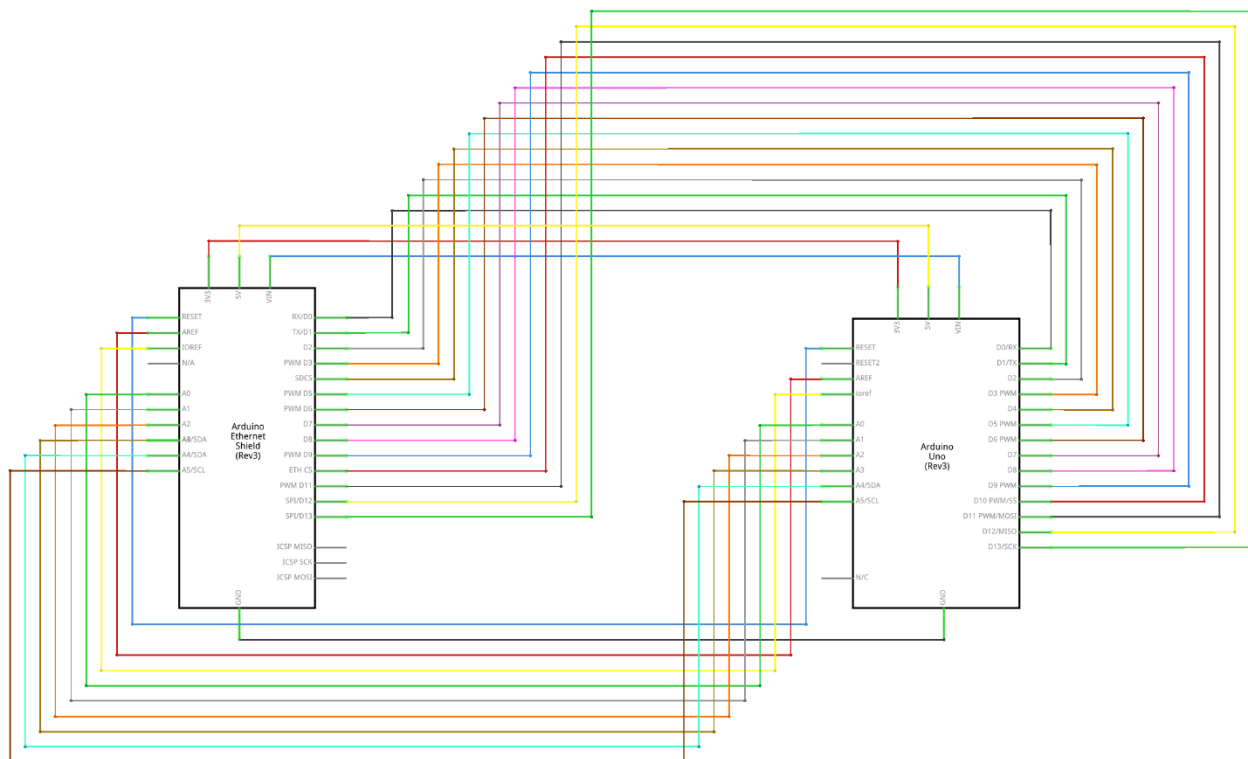
- Ethernet Shield
- Ηλεκτρονόμος SPST - NO
- Θερμοστάτης
- Διακόπτης – μπουτόν
- Βομβητής
- Οθόνη υγρών κρυστάλλων Nokia 5110
- Ηλεκτροκινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος
- Αντίσταση εναλλασσόμενου ρεύματος

Όλα αυτά τα στοιχεία/συσκευές συνδέονται στο Arduino Uno και του παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την κατάστασή τους ή εκτελούν τις εντολές του. Ο ρόλος του Arduino Uno είναι διπλός. Πρώτον, πρέπει να συγχρονίζει τις συσκευές που ελέγχει ώστε να λειτουργούν σωστά και σύμφωνα με το εκάστοτε πρόγραμμα, βασιζόμενος πάντα στα αισθητήρια. Δεύτερον, πρέπει να συλλέγει πληροφορίες για την κατάσταση της συσκευής και να τις αποστέλλει στον απομακρυσμένο εξυπηρετητή όπως επίσης και να λαμβάνει εντολές από αυτόν. Σε επόμενο κεφάλαιο εξηγείται το λογισμικό μέρος του συστήματος και οι τρόποι με τους οποίους αυτές οι ανάγκες εξυπηρετούνται.

3.1 Ethernet Shield R3

Όπως προαναφέρθηκε το Ethernet Shield προσφέρει το ολοκληρωμένο κύκλωμα το οποίο είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία του Arduino με τον εξυπηρετητή. Συγκεκριμένα περιέχει το Wiznet W5100 το οποίο προσφέρει διεπαφή Ethernet με βύσμα RJ-45 και υλοποίηση πρωτοκόλλων TCP/UDP και HTTP. Επιπλέον, προσφέρει μία θύρα micro SD για αποθήκευση δεδομένων κατά τη λήψη τους ή για προσωρινή αποθήκευση κατά την αποστολή.

Το Ethernet Shield τοποθετείται επάνω στους ακροδέκτες του Arduino Uno και επικοινωνεί με αυτό μέσω της διεπαφής SPI. Οι υπόλοιποι ακροδέκτες είναι διαθέσιμοι από την πλακέτα του Ethernet Shield καθώς περιέχει προεκτάσεις για κάθε έναν από αυτούς. Παρ' όλα αυτά, δεσμεύει τους ακροδέκτες D11 με D13 επειδή αυτοί προσφέρουν την διεπαφή SPI, τον ακροδέκτη D10 επειδή ενεργοποιώντας τον επιλέγεται το ολοκληρωμένο του Ethernet Shield για επικοινωνία μέσω της διεπαφής SPI και το D4 επειδή ενεργοποιώντας το επιλέγεται η κάρτα micro SD για επικοινωνία μέσω της διεπαφής SPI.



Εικόνα 34: Η συνδεσμολογία του Arduino Uno με το Ethernet Shield

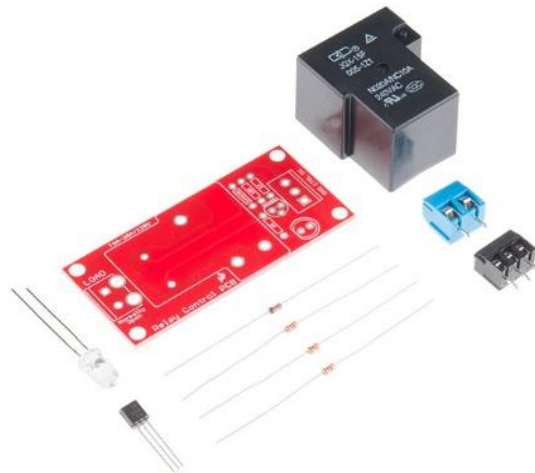
Στην **Εικόνα 34** παρουσιάζεται η συνδεσμολογία του Arduino Uno R3 με το Ethernet Shield R3.

3.2 Ηλεκτρονόμος

Ένας ηλεκτρονόμος (relay) είναι ένας ηλεκτρικός διακόπτης που ανοιγοκλείνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα και λειτουργεί υπό τον έλεγχο ενός δεύτερου ηλεκτρικού κυκλώματος. Οι περισσότεροι ηλεκτρονόμοι λειτουργούν χρησιμοποιώντας έναν ηλεκτρομαγνήτη για να ανοιγοκλείσουν μηχανικά τον ηλεκτρικό τους διακόπτη [42]. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στα ηλεκτρονικά κυκλώματα, τα οποία κατά κανόνα λειτουργούν με χαμηλές τάσεις, να ελέγχουν κυκλώματα υψηλών τάσεων, όπως για παράδειγμα τα φώτα ενός σπιτιού.

Beefcake Relay Kit

Για τις ανάγκες αυτής της διπλωματικής και για λόγους χωροταξικούς και ασφάλειας, χρησιμοποιήθηκε ένα σετ στοιχείων, το οποίο υλοποιεί ένα πλήρες κύκλωμα ηλεκτρονόμου, το



Εικόνα 35: Τα περιεχόμενα του Beefcake Relay Kit

Beefcake Relay Kit. Το σετ αυτό προσφέρεται από τη Sparkfun [43] και διαθέτει τον

ηλεκτρονόμο, τα απαραίτητα ηλεκτρονικά στοιχεία για τη λειτουργία του και μια πλακέτα για τη συγκόλληση όλων αυτών με ασφαλή τρόπο (**Εικόνα 35**).

Τα περιεχόμενά του αποτελούνται από:

- 1 x πλακέτα συγκόλλησης
- 1 x ηλεκτρονόμος JQX-15F(787)
- 1 x κόκκινη δίοδος εκπομπής φωτός
- 1 x τερματικό τριών στοιχείων χαμηλής τάσης
- 1 x τερματικό δύο στοιχείων υψηλής τάσης
- 1 x κρυσταλλοτρίοδος (transistor) 2N3904
- 1 x δίοδος 1N4148
- 2 x αντίσταση 1k Ω
- 1 x αντίσταση 10k Ω

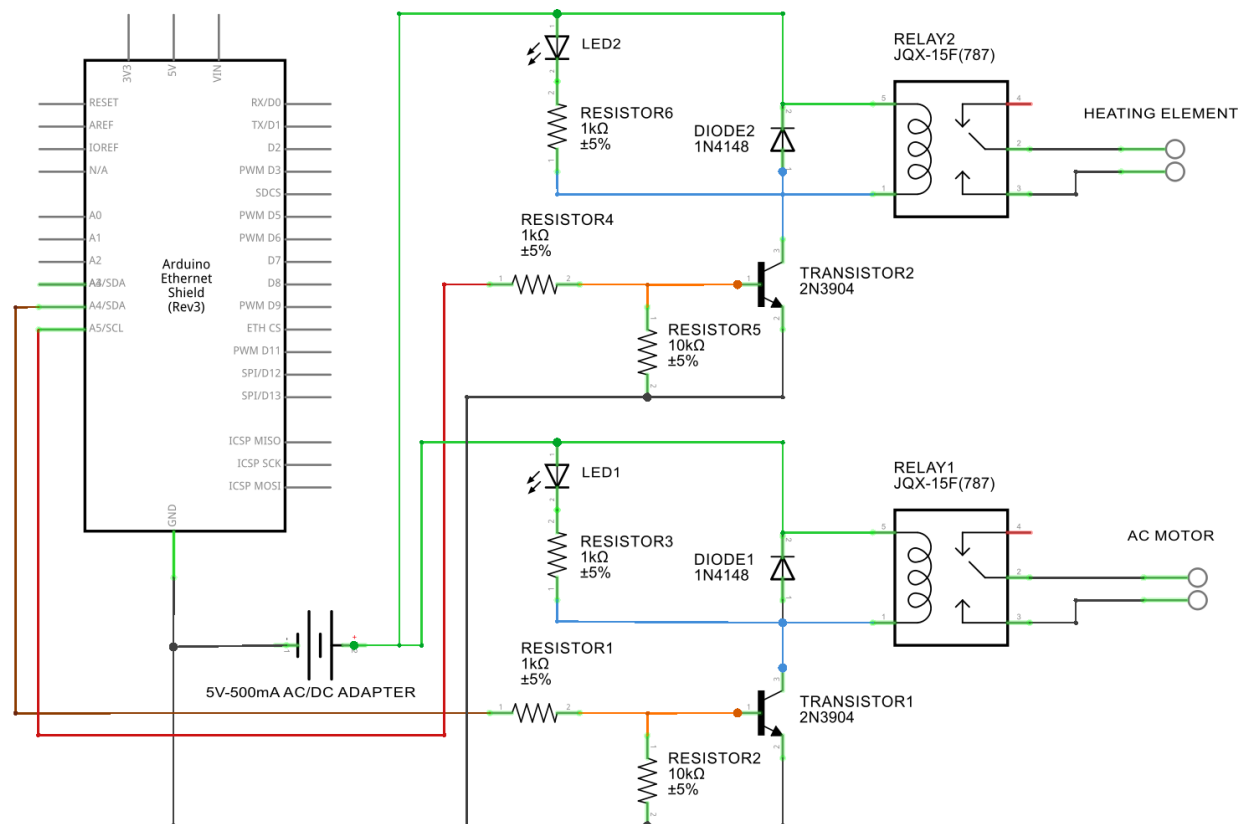
Κατόπιν συναρμολόγησης το σετ είναι έτοιμο προς χρήση από οποιοδήποτε Arduino (**Εικόνα 36**). Για τις ανάγκες της διπλωματικής εργασίας χρειάστηκαν δύο σετ ηλεκτρονόμων, ένα για τον έλεγχο της ηλεκτρικής αντίστασης και ένα για τον έλεγχο του ηλεκτροκινητήρα. Λόγω



Εικόνα 36: Το Beefcake Relay Kit συναρμολογημένο

της υψηλής κατανάλωσης ρεύματος που απαιτούν τα συγκεκριμένα σετ ηλεκτρονόμων

θεωρήθηκε απαραίτητη η χρήση εξωτερικής τροφοδοσίας 5V 500mA η οποία τοποθετήθηκε στον ακροδέκτη τροφοδοσίας και των δύο σετ παράλληλα, ενώ η γείωσή της συνδέθηκε στη γείωση του Arduino Uno ώστε να σχηματιστεί συνδεσμολογία κοινής γείωσης. Η χρήση της τροφοδοσίας κρίθηκε αναγκαία επειδή η υψηλή κατανάλωση των ηλεκτρονόμενων προκαλούσε πτώση της τάσης του Arduino Uno, και κατά συνέπεια πτώση της τάσης αναφοράς του, επηρεάζοντας την ορθή λειτουργία των συσκευών θερμοστάτη και των κουμπιών ελέγχου. Στην **Εικόνα 37** παρουσιάζεται το ηλεκτρονικό κύκλωμα που ελέγχει τους ηλεκτρονόμους.



Εικόνα 37: Η συνδεσμολογία των ηλεκτρονόμενων στον ελεγκτή και την τροφοδοσία

3.3 Μετασχηματιστής εναλλασσόμενης τάσης

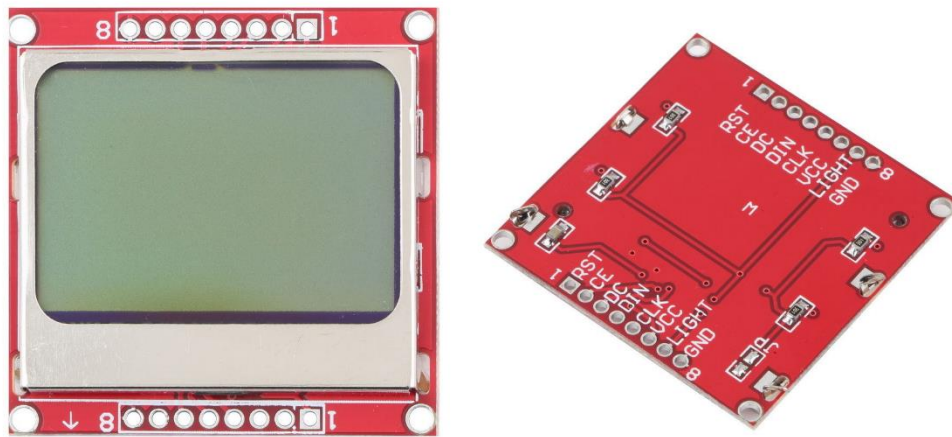
Ο μετασχηματιστής εναλλασσόμενης τάσης είναι μια ηλεκτρονική συσκευή η οποία μετατρέπει το εναλλασσόμενο ρεύμα από τον πάροχο ηλεκτρικής ενέργειας σε συνεχές ρεύμα, συνήθως χαμηλότερης τάσης, κατάλληλο για την τροφοδοσία ηλεκτρονικών συσκευών. Στην παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκαν δύο τέτοιες συσκευές, μία των 9V – 2A για

την τροφοδοσία του Arduino Uno και μία των 5V – 500mA για την τροφοδοσία των ηλεκτρονόμενων.

3.4 Οθόνη υγρών κρυστάλλων Nokia 5110

Η οθόνη υγρών κρυστάλλων είναι μια οθόνη επίπεδης επιφάνειας για ηλεκτρονική προβολή ή προβολή βίντεο και εκμεταλλεύεται τις ιδιότητες διαμόρφωσης του φωτός που έχουν οι υγροί κρύσταλλοι [44]. Χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο σε ηλεκτρονικά στοιχεία για προβολή πληροφοριών καθώς καταλαμβάνει πολύ μικρό χώρο, απαιτεί μικρή κατανάλωση ρεύματος και έχει πολύ μικρό κόστος παραγωγής.

Στη διπλωματική αυτή χρησιμοποιήθηκε μια οθόνη υγρών κρυστάλλων ιδιαίτερα δημοφιλής στους προγραμματιστές Arduino, η οθόνη που χρησιμοποιήθηκε και στο κινητό τηλέφωνο Nokia 5110. Λόγω του ανοιχτού χαρακτήρα της, η οθόνη αυτή προσφέρει αναλυτικό έγγραφο με τις ιδιότητές της και τον τρόπο λειτουργίας του ελεγκτή της, του Philips PCD8544, εξαιτίας του οποίου παρέχει ικανή ανάλυση 84x48 εικονοστοιχείων. Η οθόνη αυτή ήρθε σε μια

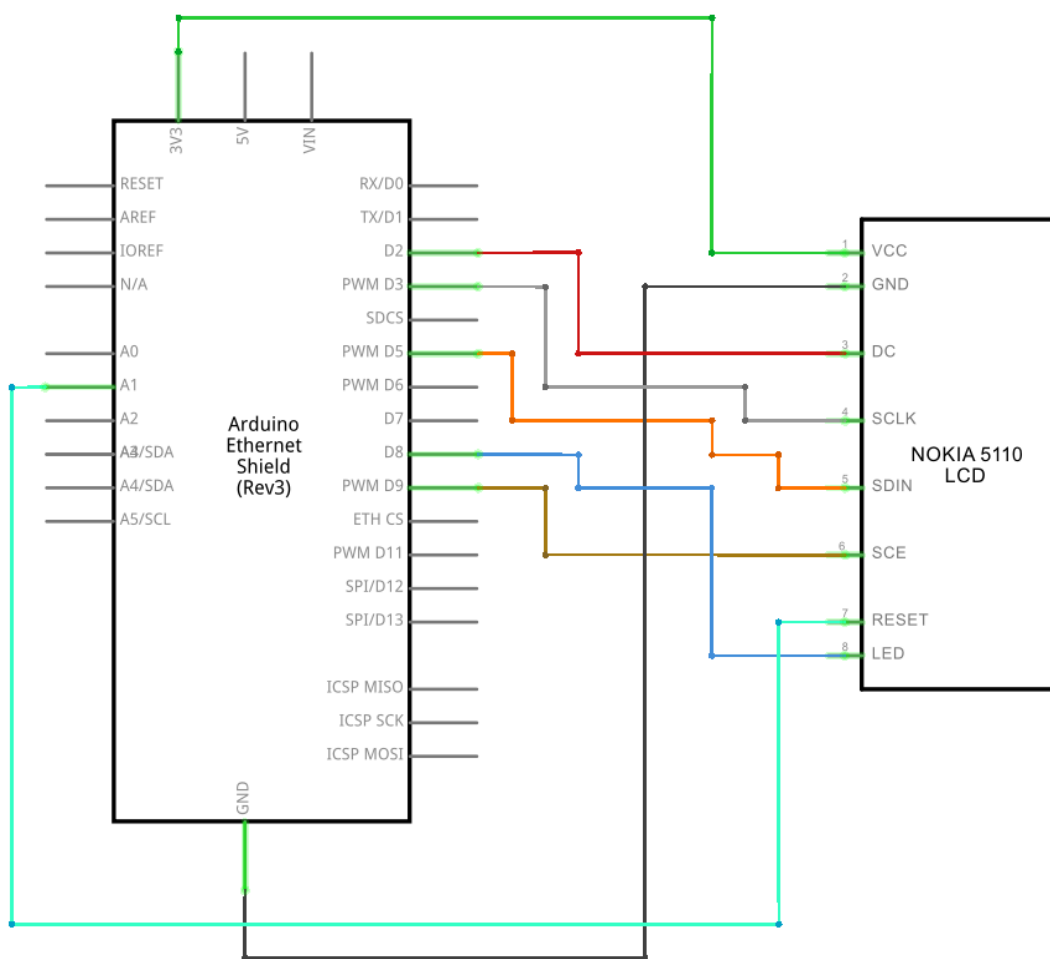


Εικόνα 38: Η οθόνη υγρών κρυστάλλων Nokia 5110 που χρησιμοποιήθηκε

πλακέτα η οποία παρείχε πλήρη οπίσθιο φωτισμό για τις ανάγκες προβολής των πληροφοριών σε περιβάλλον χαμηλού φωτισμού. Πρόκειται για μια υλοποίηση κλώνο της πλακέτας που προσφέρει η Sparkfun για τέτοιου είδους εργασίες [45]. Στην **Εικόνα 38** δίνονται δύο ενδεικτικές

φωτογραφίες της οθόνης μαζί με την πλακέτα. Στην **Εικόνα 39** ακολουθεί το σχεδιάγραμμα συνδεσμολογίας με το Arduino Uno.

Η οθόνη αυτή παρέχει οχτώ ακροδέκτες, καθένας από τους οποίους εξυπηρετεί διαφορετική λειτουργία. Στον **Πίνακα 4** αναλύονται οι ιδιότητες του κάθε ακροδέκτη. Η οθόνη



Εικόνα 39: Η συνδεσμολογία της οθόνης υγρών κρυστάλλων με το Arduino Uno

χωρίζεται σε 6 γραμμές ύψους 8 εικονοστοιχείων η καθεμιά και σε 84 στήλες. Κάθε εγγραφή αποτελείται από δύο δεκαεξαδικά ψηφία που αντιπροσωπεύουν όλες τις καταστάσεις των 8 εικονοστοιχείων της.

Ακροδέκτης	Ιδιότητες/Λειτουργία
VCC	Τροφοδοτεί με ρεύμα την οθόνη. Δέχεται αυστηρά τάση 3.3V.
LIGHT	Ενεργοποιεί τις φωτοδιόδους οπίσθιου φωτισμού της πλακέτας όταν συνδέεται με τη γείωση.
GND	Είναι η γείωση της πλακέτας της οθόνης.
RST	Προκαλεί επανεκκίνηση της οθόνης στην αρχική της κατάσταση.
CE	Επιλέγει το ολοκληρωμένο κύκλωμα της οθόνης.
DC	Επιλέγει το είδος των στοιχείων που λαμβάνει η οθόνη, εντολές ή δεδομένα για προβολή.
DIN	Είναι ο δίαυλος αποστολής των δεδομένων προς την οθόνη. Πρέπει να συνδεθεί σε ακροδέκτη με δυνατότητες PWM.
CLK	Αποτελεί το ρολόι της οθόνης και συγχρονίζει την ροή των δεδομένων προς αυτή. Πρέπει να συνδεθεί σε ακροδέκτη με δυνατότητες PWM.

Πίνακας 4: Οι ακροδέκτες της οθόνης υγρών κρυστάλλων και οι λειτουργίες τους

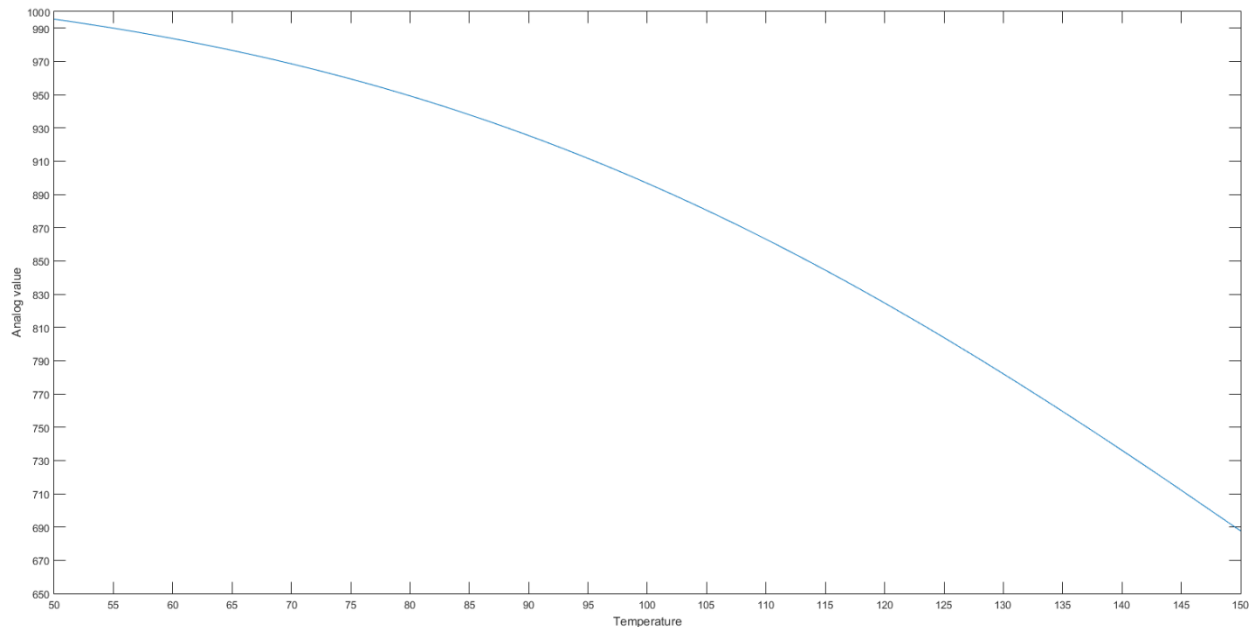
3.5 Θερμίστορ

Προκειμένου να ελεγχθεί η λειτουργία της ηλεκτρικής αντίστασης του φούρνου του αρτοποιασκευαστή επιβάλλεται η τοποθέτηση μιας διάταξης θερμοστάτη. Η διάταξη αυτή υλοποιήθηκε με τη χρήση ενός θερμίστορ. Το θερμίστορ είναι ένα είδος αντιστάτη του οποίου η αντίσταση μεταβάλλεται σημαντικά από τη θερμοκρασία στην οποία βρίσκεται, πολύ περισσότερο από ότι στις τυπικές αντιστάσεις [46]. Υπάρχουν δύο βασικά είδη θερμίστορ: αρνητικού και θετικού συντελεστή θερμοκρασίας (NTC και PTC). Στα θερμίστορ αρνητικού συντελεστή η αντίσταση αυξάνεται όσο η θερμοκρασία μειώνεται και στα θετικού συντελεστή το αντίστροφο. Το θερμίστορ που χρησιμοποιήθηκε είναι αρνητικού συντελεστή και πιο συγκεκριμένα είναι γυάλινου τύπου που μοιάζει με δίοδο και με τιμές $B = 3920$ και αντίσταση αναφοράς $100k\Omega$ στους 25°C . Στην **Εικόνα 40** παρουσιάζεται μια φωτογραφία του θερμίστορ που χρησιμοποιήθηκε και στην **Εικόνα 41** φαίνεται η μεταβολή των τιμών της αναλογικής εισόδου του θερμίστορ για την εκάστοτε θερμοκρασία και.



Εικόνα 40: Το θερμίστορ που χρησιμοποιήθηκε

Τοποθετώντας το θερμίστορ σε μια τυπική διάταξη διαιρέτη τάσης μπορούμε, βάσει της μεταβολής των τιμών της αντίστασής του, να μετρήσουμε το ποσοστό της τάσης τροφοδοσίας που μοιράζεται στον κάθε κλάδο του διαιρέτη τάσης. Αυτό μας δίνει τη δυνατότητα να υπολογίσουμε την αντίσταση του θερμίστορ και αντίστοιχα την θερμοκρασία στην οποία βρίσκεται. Το κύκλωμα θερμοστάτη που υλοποιήθηκε παρουσιάζεται στην **Εικόνα 42**.



Εικόνα 41: Η καμπύλη τιμών/θερμοκρασία του θερμίστορ

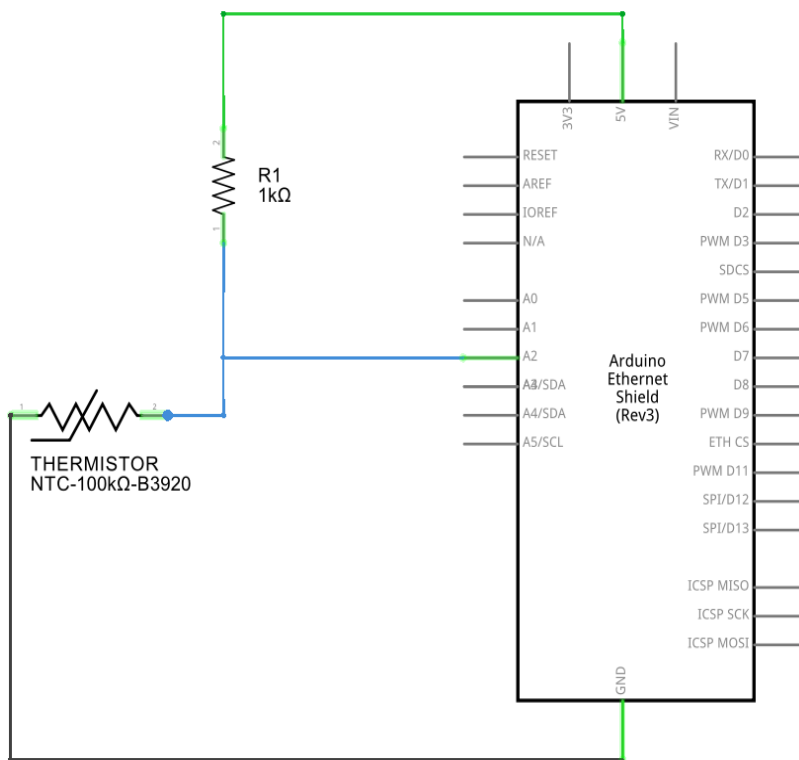
Ο υπολογισμός των τιμών θερμοκρασίας και αντίστασης γίνεται χρησιμοποιώντας δύο συναρτήσεις που προέκυψαν από τους τύπους που διέπουν τον διαιρέτη τάσης, τον τύπο υπολογισμού θερμοκρασίας βάσει της τιμής B του θερμίστορ και την κβαντοποίηση των αποτελεσμάτων από τον αναλογικό αισθητήρα εισόδου του Arduino Uno. Έτσι καταλήγουμε στην **Εξίσωση 1** και την **Εξίσωση 2**.

$$\text{θερμοκρασία} = \frac{1}{\frac{\ln\left(-\frac{x}{100x - 102300}\right)}{3920} + \frac{1}{298}} - 273$$

Εξίσωση 1: Υπολογισμός της θερμοκρασίας από τις τιμές ανάγνωσης του Arduino

$$\text{τιμή ανάγνωσης} = \frac{100000e^{3920\left(\frac{1}{273+x}-\frac{1}{298}\right)}}{1000 + 100000e^{3920\left(\frac{1}{273+x}-\frac{1}{298}\right)}} \times 1023$$

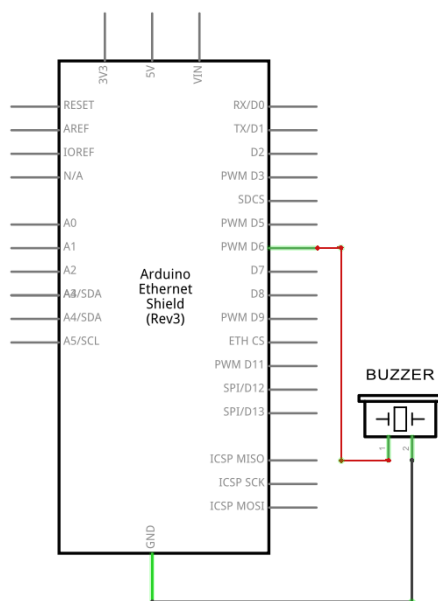
Εξίσωση 2: Υπολογισμός των τιμών ανάγνωσης Arduino από τη θερμοκρασία



Εικόνα 42: Το κύκλωμα του θερμοστάτη

3.6 Βομβητής

Ο βομβητής είναι μια συσκευή παραγωγής ηχητικών σημάτων [47]. Στην παρούσα διπλωματική εργασία ως βομβητής χρησιμοποιήθηκε ένα πιεζοηλεκτρικό στοιχείο. Η συνδεσμολογία του παρουσιάζεται στην **Εικόνα 43** και ο έλεγχός του γίνεται από έναν ακροδέκτη με δυνατότητες PWM.



Εικόνα 43: Η συνδεσμολογία του βομβητή

3.7 Κουμπί-διακόπτης ελέγχου

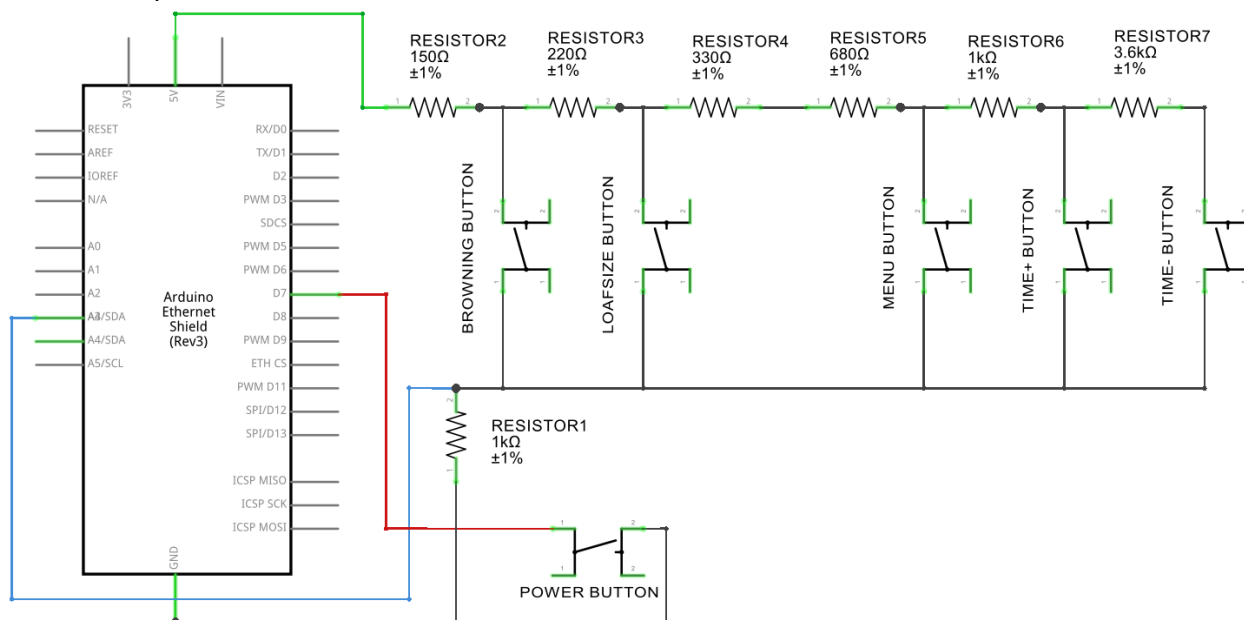
Ένα κουμπί-διακόπτης είναι ουσιαστικά ένας ηλεκτροδιακόπτης ο οποίος κλείνει ένα κύκλωμα για όσο χρονικό διάστημα είναι πατημένος (**Εικόνα 44**). Αυτό τον καθιστά χρήσιμο σε περίπτωση που κάποια υλοποίηση απαιτεί έναν τρόπο εισαγωγής εντολών στον μικροελεγκτή. Στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία εκμεταλλευτήκαμε το γεγονός ότι ο μικροελεγκτής του Arduino Uno προσφέρει μία σειρά από εσωτερικές αντιστάσεις pull-up, μία σε κάθε έναν ακροδέκτη, οι οποίες ενεργοποιούνται κατά τη δήλωσή τους. Αυτό μας επιτρέπει να συνδέσουμε το κουμπί απ' ευθείας επάνω στον ακροδέκτη του Arduino Uno και της γείωσης, χωρίς να προσθέσουμε περαιτέρω αντιστάσεις, μειώνοντας την πολυπλοκότητα του κυκλώματος.

Επίσης, εκμεταλλευτήκαμε το γεγονός ότι προσφέρονται ακροδέκτες αναλογικής εισόδου και υλοποιήθηκε ένα κύκλωμα το οποίο για το πάτημα του κάθε κουμπιού έστελνε διαφορετική τιμή στον ακροδέκτη αναλογικής εισόδου. Με αυτόν τον τρόπο καταφέραμε να εξοικονομήσουμε τέσσερις ακροδέκτες οι οποίοι ήταν απαραίτητοι για την υλοποίηση της διπλωματικής εργασίας.



Εικόνα 44: Το κουμπί-διακόπτης

Έτσι, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε μια διάταξη κουμπιών και αντιστάσεων διαδοχικά με τέτοιο τρόπο ώστε να δίνουν μόνο μία τιμή κάθε φορά. Υπολογίζοντας την τάση εξόδου βάσει των αντιστάσεων μπορούσαμε να βρούμε την τιμή την οποία θα διαβάσει ο ακροδέκτης αναλογικής εισόδου και ουσιαστικά να αναγνωρίσουμε την εντολή που εισάγει ο χρήστης πατώντας το κουμπί. Στην **Εικόνα 45** δίνεται το κύκλωμα που υλοποιεί την είσοδο των εντολών από τα κουμπιά.



Εικόνα 45: Το κύκλωμα υλοποίησης των κουμπιών εισαγωγής εντολών

Η συσκευή απαιτεί συνολικά έξι κουμπιά των οποίων οι λειτουργίες είναι:

- επιλογή απόχρωσης ψωμιού
- επιλογή βάρους ψωμιού
- έναρξη/ακύρωση προγράμματος
- εναλλαγή/επιλογή προγράμματος
- αύξηση του χρόνου προγράμματος κατά 10'
- μείωση του χρόνου προγράμματος κατά 10'

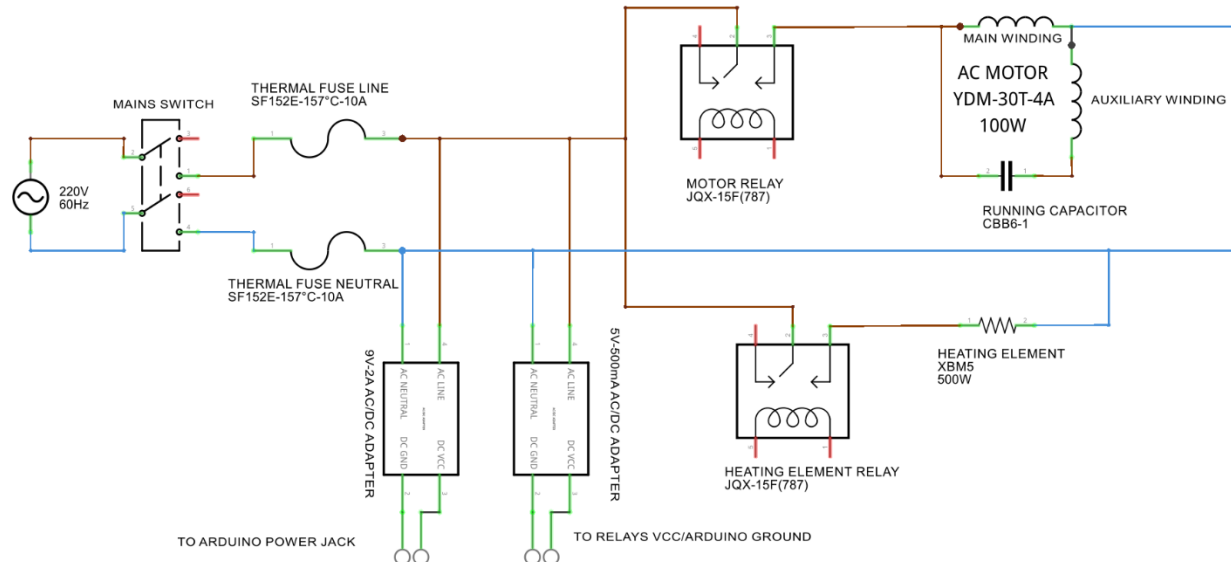
Θεωρώντας τον ρόλο του κουμπιού έναρξης/ακύρωσης προγράμματος εξαιρετικά σημαντικό, θεωρήθηκε προτιμότερο να συνδεθεί απ' ευθείας σε έναν ακροδέκτη, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα πέντε κουμπιά.

3.8 Ηλεκτρολογικά στοιχεία

Η λειτουργία ενός αρτοπαρασκευαστή απαιτεί την ύπαρξη ενός ηλεκτροκινητήρα ικανού να αναμιγνύει και να ζυμώνει τα υλικά και μιας ηλεκτρικής αντίστασης ικανής να θερμαίνει τον χώρο του φούρνου σε υψηλές θερμοκρασίες. Στα πλαίσια αυτών των απαιτήσεων διατηρήθηκαν τα ηλεκτρολογικά στοιχεία που παρείχε ο κατασκευαστής του αρτοπαρασκευαστή.

Ο ηλεκτροκινητήρας που υπήρχε στον αρτοπαρασκευαστή είναι ένας μονοφασικός επαγωγικός ηλεκτροκινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος με ισχύ 100W και απαιτεί έναν πυκνωτή λειτουργίας, ο οποίος διατηρήθηκε, για να λειτουργήσει σωστά. Ο ρόλος του πυκνωτή είναι να εναλλάσσει το ρεύμα στα πηνία του ηλεκτροκινητήρα δημιουργώντας ένα περιστρεφόμενο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο [48]. Το μοντέλο του ηλεκτροκινητήρα είναι YDM-30T-4A με τάση λειτουργίας στα 230V και 50Hz και του πυκνωτή λειτουργίας CBB6-1.

Η ηλεκτρική αντίσταση που υπήρχε στον αρτοπαρασκευαστή έχει μοντέλο κατασκευαστή XBM5 και είναι ισχύος 500W στα 230V. Στην **Εικόνα 46** παρουσιάζεται ολόκληρο το ηλεκτρολογικό κύκλωμα που υλοποιήθηκε.

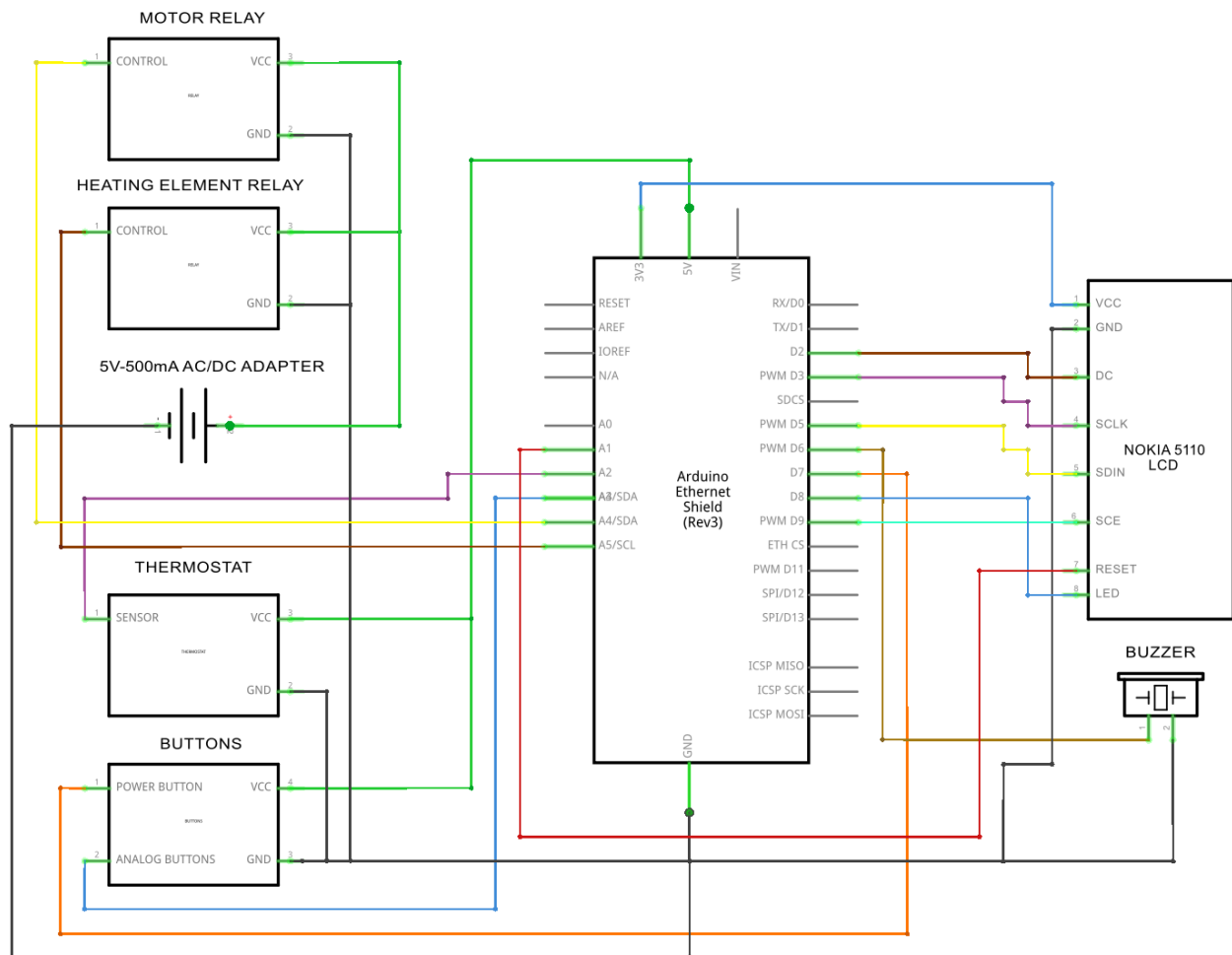


Εικόνα 46: Το ηλεκτρολογικό κύκλωμα του αρτοπαρασκευαστή

Βλέποντας το ηλεκτρολογικό σχεδιάγραμμα παρατηρούμε ότι στις άκρες της φάσης και του ουδέτερου έχουμε από μία θερμική ασφάλεια η οποία αναλαμβάνει να διακόψει την παροχή ρεύματος στη συσκευή σε περίπτωση υπερθέρμανσης του φούρνου. Αυτές οι θερμικές ασφάλειες έχουν αριθμό μοντέλου SF152E, καίγονται στους 157°C και αντέχουν ρεύμα μέχρι 10A στα 230V.

3.9 Διαδικασία τροποποίησης

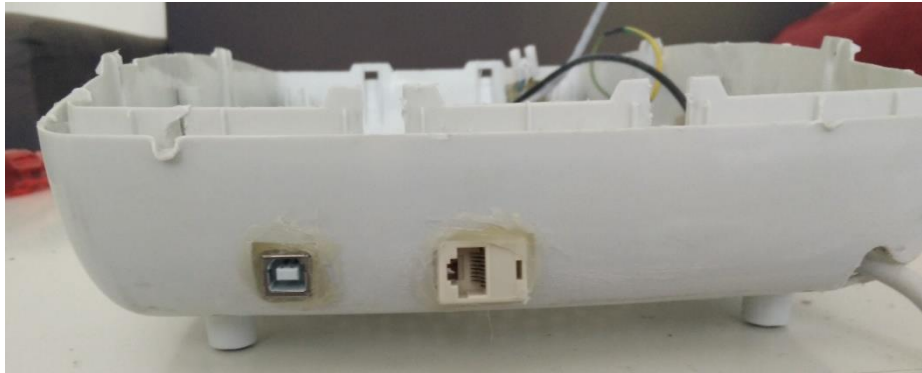
Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε προκειμένου να αντικατασταθεί το ηλεκτρονικό κύκλωμα ελέγχου του αρτοπαρασκευαστή με το ηλεκτρονικό κύκλωμα του Arduino Uno που φαίνεται στην **Εικόνα 47**.



Εικόνα 47: Το πλήρες ηλεκτρονικό κύκλωμα του αρτοπαρασκευαστή

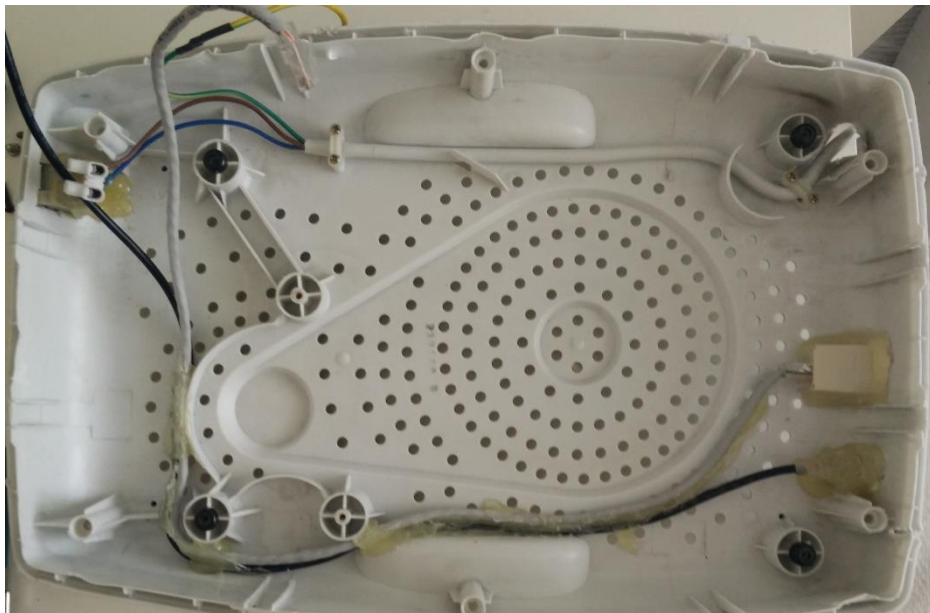
Αρχικά έπρεπε να απομακρυνθούν όλα τα ηλεκτρονικά στοιχεία από τα ηλεκτρολογικά. Επειδή μερικά στοιχεία υπολειπόμενα ήταν εξαιρετικά αδύνατο να προσομοιωθεί η λειτουργία της συσκευής και να εξαχθούν συμπεράσματα γι' αυτήν. Αφού

αποσυναρμολογήθηκε πλήρως η συσκευή έπρεπε να ανοιχτούν οπές στο πλαστικό πλαίσιο ώστε να τοποθετηθούν οι θύρες USB και Ethernet (**Εικόνα 48**).



Εικόνα 48: Οι θύρες USB και Ethernet

Έπειτα, έπρεπε να περαστούν τα καλώδια USB και Ethernet που θα συνδέονταν εσωτερικά στο Arduino Uno (**Εικόνα 49**).



Εικόνα 49: Η διαδρομή των καλωδίων USB και Ethernet

Θεωρήθηκε σωστό να τοποθετηθεί και ένας γενικός διακόπτης στο μπροστινό μέρος της συσκευής, ο οποίος θα προκαλεί την πλήρη απενεργοποίησή της διακόπτοντας την παροχή ρεύματος από την πρίζα (**Εικόνα 50** και **Εικόνα 51**).



Εικόνα 50: Τα καλώδια παροχής ρεύματος προς τον διακόπτη



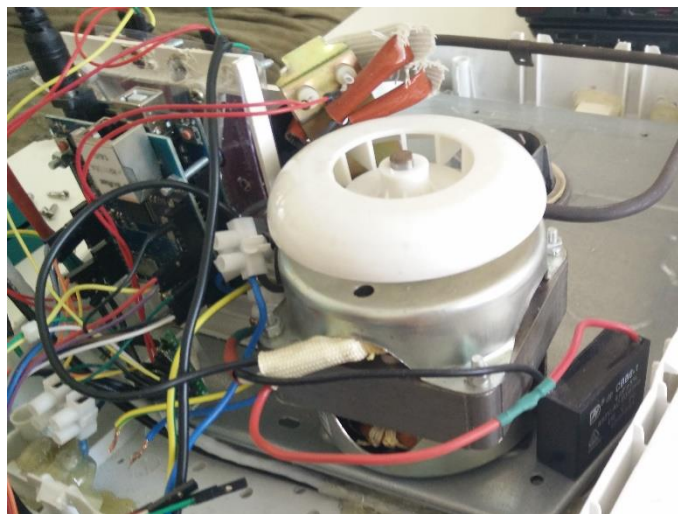
Εικόνα 51: Ο γενικός διακόπτης της συσκευής

Στην **Εικόνα 52** εμφανίζονται οι δύο μετατροπείς εναλλασσόμενου ρεύματος, ο ένας για την τροφοδοσία του Arduino Uno και ο άλλος για την τροφοδοσία των ηλεκτρονόμων.



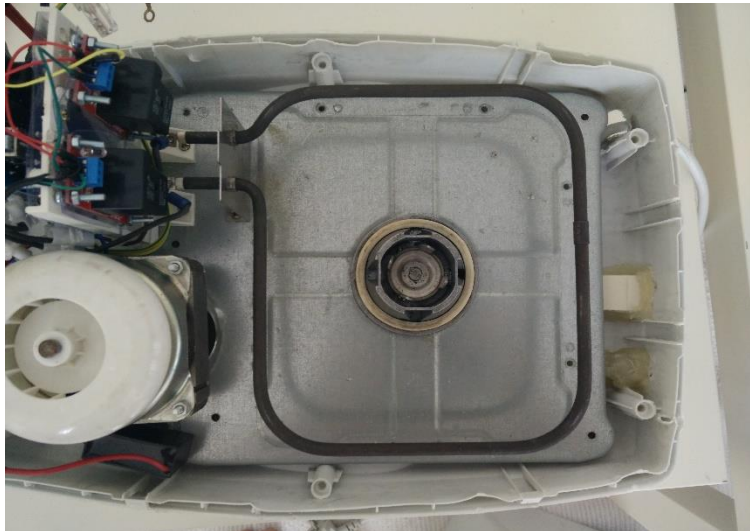
Εικόνα 52: Οι μετατροπείς εναλλασσόμενου ρεύματος

Στην **Εικόνα 53** εμφανίζεται ο ηλεκτροκινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος με την πλακέτα Arduino Uno συνδεδεμένα και τον πυκνωτή λειτουργίας.



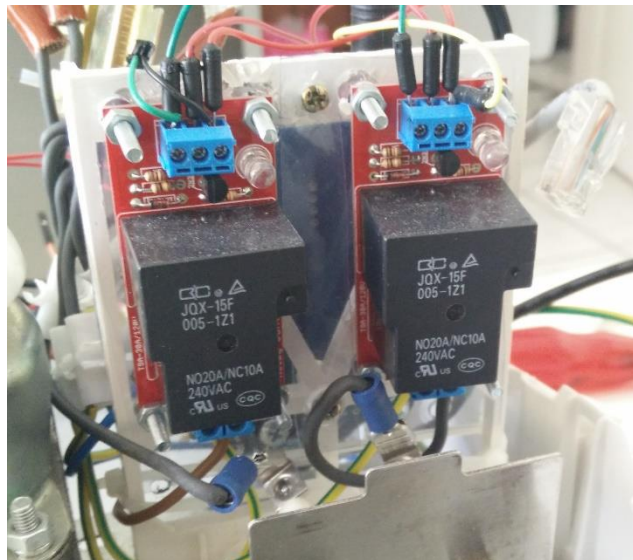
Εικόνα 53: Ο ηλεκτροκινητήρας και η πλακέτα Arduino Uno

Στην **Εικόνα 54** παρουσιάζεται η ηλεκτρική αντίσταση μαζί με τον κινητήρα εναλλασσόμενου ρεύματος. Αφού απογυμνώθηκαν τα καλώδια από τα τερματικά του κατασκευαστή, συνδέθηκαν στους ηλεκτρονόμους.



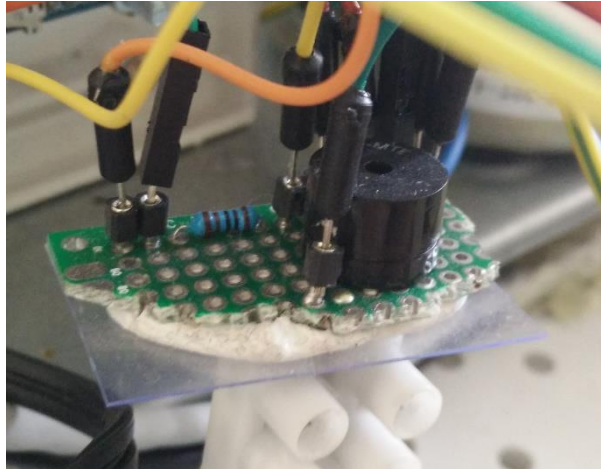
Εικόνα 54: Η ηλεκτρική αντίσταση με τον κινητήρα

Στην **Εικόνα 55** παρουσιάζονται οι ηλεκτρονόμοι, τοποθετημένοι ακριβώς πίσω από την πλακέτα Arduino Uno για εξοικονόμηση χώρου.



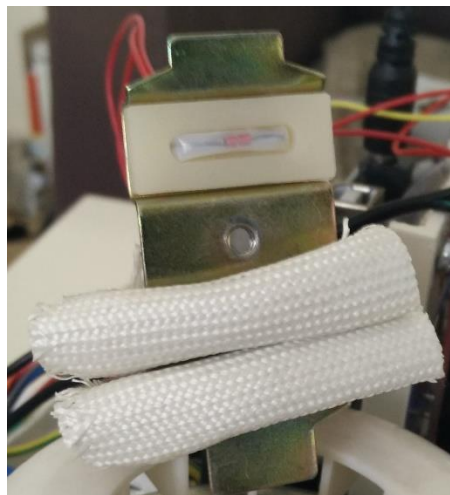
Εικόνα 55: Οι ηλεκτρονόμοι

Για την αποφυγή απώλειας και θορύβου στις συνδέσεις επιλέχθηκε μια μικρή διάτρητη πλακέτα στην οποία τοποθετήθηκαν ο βομβητής, η αντίσταση του κυκλώματος του θερμοστάτη και οι αντίστοιχοι ακροδέκτες καλωδίων (**Εικόνα 56**).



Εικόνα 56: Η διάτρητη πλακέτα με τον βομβητή και τις συνδέσεις

Στην **Εικόνα 57** εμφανίζονται το θερμίστορ και οι δύο θερμικές ασφάλειες περιτυλιγμένες από ένα ανθεκτικό στις υψηλές θερμοκρασίες υλικό.

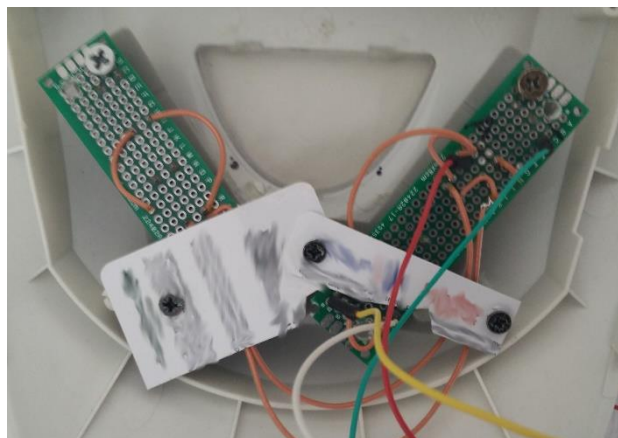


Εικόνα 57: Το θερμίστορ και οι δύο θερμικές ασφάλειες

Ακολουθεί η συναρμολόγηση του κέντρου ελέγχου, το οποίο αποτελείται από τα κουμπιά-διακόπτες και την οθόνη. Στην **Εικόνα 58** και στην **Εικόνα 59** φαίνεται το κέντρο ελέγχου του χρήστη εξωτερικά και εσωτερικά.

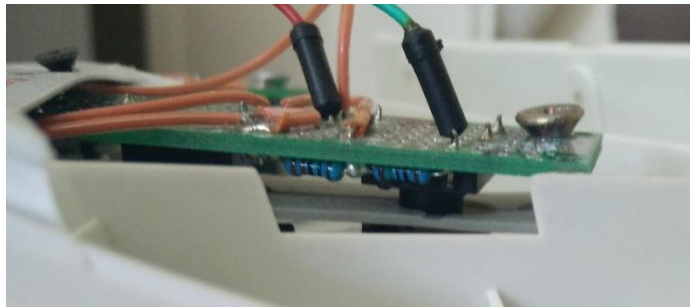


Εικόνα 58: Το κέντρο ελέγχου εξωτερικά

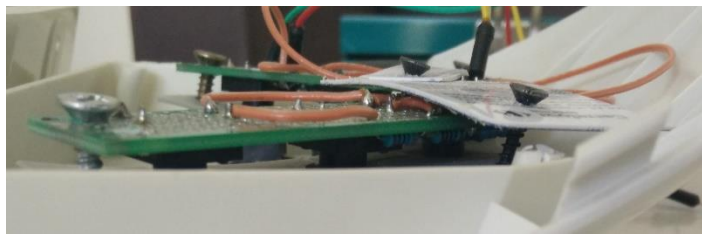


Εικόνα 59: Το κέντρο ελέγχου εσωτερικά

Στην **Εικόνα 60** και στην **Εικόνα 61** δίνεται έμφαση στις λεπτομέρειες του κυκλώματος των κουμπιών και στις αντιστάσεις τους.

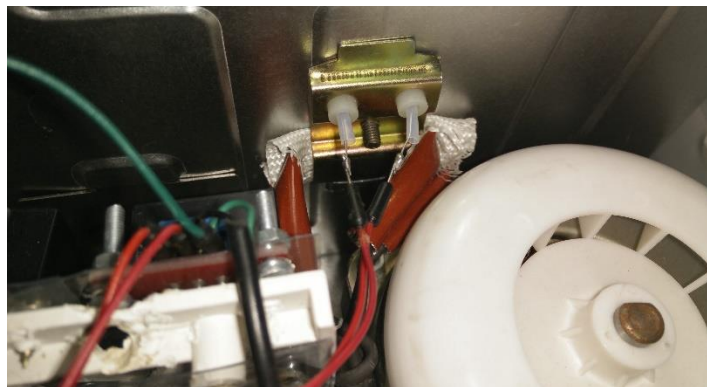


Εικόνα 60: Λεπτομέρεια από το κύκλωμα των κουμπιών



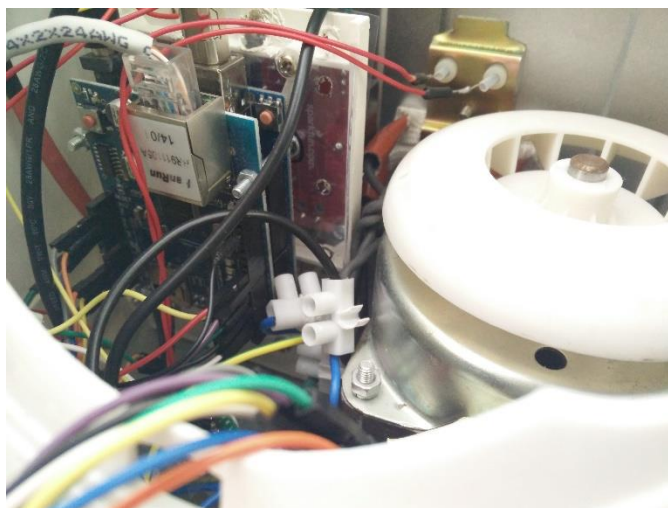
Εικόνα 61: Λεπτομέρεια από το κύκλωμα των κουμπιών

Τέλος ακολουθούν κάποιες φωτογραφίες με τη συσκευή συναρμολογημένη πλήρως και έτοιμη για λειτουργία. Στην **Εικόνα 62** φαίνεται η συσκευή του θερμοστάτη μαζί με τις θερμικές

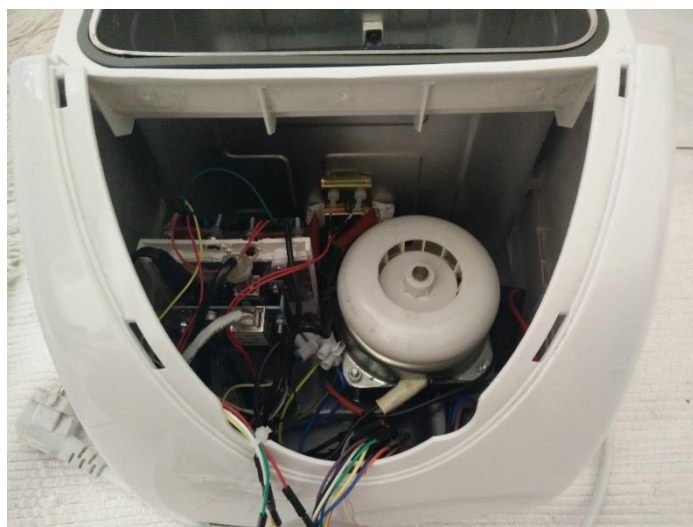


Εικόνα 62: Ο θερμοστάτης τοποθετημένος στον κάδο του φούρνου

ασφάλειες βιδωμένη στον κάδο του φούρνου. Στην **Εικόνα 63** φαίνεται το Arduino Uno πλήρως συνδεδεμένο με τις περιφερειακές συσκευές. Στην **Εικόνα 64** παρουσιάζεται μια τελική εικόνα της συσκευής πρώτου τοποθετηθεί το κομμάτι του κέντρου ελέγχου.



Εικόνα 63: Η πλακέτα Arduino Uno και όλες οι συνδέσεις



Εικόνα 64: Η τελική μορφή του εσωτερικού της συσκευής

3.10 Υπολογισμός κόστους υλικών

Το κόστος της διπλωματικής εργασίας κρατήθηκε όσο το δυνατόν πιο χαμηλά ανακυκλώνοντας ηλεκτρικά στοιχεία από το εσωτερικό της, όπως ο ηλεκτροκινητήρας και η ηλεκτρική αντίσταση. Ακολουθεί ο **Πίνακας 5** όπου παρουσιάζεται το κόστος των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν.

Στοιχείο	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας (€)
Κλώνος Arduino Uno R3	1	7,00
Κλώνος Ethernet Shield R3	1	5,80
Nokia 5110 LCD	1	1,90
Beefcake Relay Kit	2	7,00
Τροφοδοτικό 5V	1	3,00
Τροφοδοτικό 9V	1	3,00
Κουμπί-διακόπτης	2	0,22
65cm Καλώδιο Ethernet	1	0,50
65cm Καλώδιο USB	1	2,67
Αντίσταση 1kΩ	2	0,03
Αντίσταση 150Ω	1	0,03
Αντίσταση 330Ω	1	0,03
Αντίσταση 680Ω	1	0,03
Αντίσταση 3.6kΩ	1	0,03
Θερμίστορ	1	0,40
Διάτρητη Πλακέτα 8cm x 2cm	2	0,80
Διάτρητη Πλακέτα 7cm x 3cm	1	0,80
Γενικός Διακόπτης	1	2,00
Θηλυκοί Ακροδέκτες	9	0,04
Μούφα Καλωδίου Ethernet	1	0,80
Συνολικό Κόστος (€)		45,35

Πίνακας 5: Συνολικό κόστος υλικών

Σύνοψη Κεφαλαίου

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάστηκε το υλικό μέρος της διπλωματικής εργασίας, ο τρόπος μετατροπής και δόθηκαν κάποιες φωτογραφίες που απεικονίζουν την έκταση της επέμβασης στη συσκευή. Επίσης, δόθηκε ένας πλήρης κατάλογος του κόστους των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν.

Στο επόμενο κεφάλαιο θα παρουσιαστεί το λογισμικό μέρος της διπλωματικής εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, θα παρουσιαστεί το λογισμικό που εκτελείται στην πλακέτα Arduino Uno και το λογισμικό που εκτελείται στον ιστοχώρο διαχείρισης.

Κεφάλαιο 4 – Λογισμικό μέρος συστήματος

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται το λογισμικό μέρος της διπλωματικής εργασίας. Αναλύονται οι λειτουργίες οι οποίες εκτελούνται στον υπολογιστή εξυπηρετητή, ο οποίος φιλοξενεί τον ιστοχώρο, η βάση δεδομένων την οποία αυτός διαχειρίζεται και το πρόγραμμα το οποίο εκτελείται στο Arduino Uno. Παρέχεται μία ολοκληρωμένη εικόνα της σύνδεσης αυτών με τον φυσικό κόσμο του υλικού και οι λόγοι που οδήγησαν στην ανάπτυξή του κατ' αυτόν τον τρόπο.

Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζονται:

- Οι απαιτήσεις του συστήματος
- Η μεθοδολογία σχεδιασμού της βάσης δεδομένων
- Οι λειτουργίες και οι δυνατότητες του ιστοχώρου
- Το πρόγραμμα αρτοπαρασκευαστή που εκτελείται στο Arduino Uno
- Οι δικλίδες ασφαλείας του συστήματος
- Μετρικά και στατιστικά στοιχεία του κώδικα

Από αυτά συμπεραίνουμε πως το λογισμικό αυτής της διπλωματικής εργασίας χωρίζεται σε δύο βασικά τμήματα με δύο ανεξάρτητες λειτουργίες. Το λογισμικό του Arduino Uno έχει ως ρόλο την προσομοίωση της λειτουργίας ενός αρτοπαρασκευαστή, της αποστολής πληροφοριών κατάστασης και της λήψης εντολών προς και από τον ιστοχώρο. Το λογισμικό του ιστοχώρου έχει ως ρόλο την προσφορά ενός εύχρηστου γραφικού περιβάλλοντος για τη διαχείριση των συσκευών του χρήστη και την εξυπηρέτηση όλων των επιμέρους αναγκών που αυτή απαιτεί. Στις επόμενες ενότητες ακολουθεί η ανάλυση του λογισμικού.

4.1 Απαιτήσεις Συστήματος

Για να σχεδιαστεί και να υλοποιηθεί σωστά οποιοδήποτε κομμάτι λογισμικού πρέπει να καθοριστούν συγκεκριμένες απαιτήσεις που θα πρέπει να πληροί. Αυτές ορίζονται από τους στόχους οι οποίοι πρέπει να επιτευχθούν από τη λειτουργικότητα του λογισμικού. Αντίστοιχα, θα πρέπει να καθοριστούν και οι περιορισμοί του συστήματος βάσει του κόστους ανάπτυξης και συντήρησης. Πιο αναλυτικά:

-
- **Η πρόσβαση στον ιστοχώρο θα είναι δυνατή μόνο κατόπιν εγγραφής.** Αυτό σημαίνει ότι για να μπορεί κάποιος να διαχειριστεί τις συσκευές του θα πρέπει να δημιουργήσει έναν λογαριασμό με όνομα χρήστη, κωδικό πρόσβασης και έγκυρη διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου προκειμένου να έχει πρόσβαση στο κέντρο ελέγχου του.
 - **Θα πρέπει να υπάρχουν διακριτοί βαθμοί ιεραρχίας χρηστών.** Αυτό σημαίνει ότι οι χρήστες θα χωρίζονται σε δύο ομάδες, τους απλούς χρήστες και τους διαχειριστές. Οι απλοί χρήστες θα μπορούν να διαχειρίζονται μόνο τις δικές τους συσκευές. Οι διαχειριστές θα μπορούν να διαχειρίζονται όλες τις συσκευές, να βλέπουν τα αρχεία καταγραφής με τις ενέργειες του κάθε χρήστη ή συσκευής και να διαχειρίζονται την κατάσταση των χρηστών.
 - **Θα πρέπει να υπάρχουν δικλίδες ασφαλείας ενάντια σε μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση.** Ουσιαστικά, θα πρέπει να απαγορεύεται η πρόσβαση σε μη χρήστες ή η διαχείριση συσκευών από χρήστες στους οποίους δεν ανήκουν. Παράλληλα, θα πρέπει να μην μπορεί η σύνδεση ενός χρήστη να παρακαμφθεί ή να υποκλαπούν τα στοιχεία του.
 - **Ο ιστοχώρος και η συσκευή θα πρέπει να παρέχουν μια εύχρηστη διεπαφή με μέσα επεξήγησης σε περιπτώσεις πολύπλοκων επιλογών.** Οι χρήστες θα πρέπει να μπορούν να διαχειριστούν τον ιστοχώρο ή τη συσκευή χωρίς ιδιαίτερες γνώσεις πληροφορικής, μιας και η υπηρεσία προορίζεται για χρήση από οποιονδήποτε.
 - **Θα πρέπει η συσκευή να μπορεί να διατηρεί την κατάστασή της ακόμα και μετά από διακοπή ρεύματος.** Αυτό σημαίνει ότι η κατάσταση της συσκευής θα πρέπει να αποθηκεύεται συνεχώς στον εξυπηρετητή και σε οποιαδήποτε παρέκκλιση, λόγω διακοπής της ηλεκτροδότησης, ο εξυπηρετητής να αναλαμβάνει να επαναφέρει τη συσκευή στην κατάσταση που βρισκόταν.
 - **Η συσκευή θα πρέπει να είναι πλήρως λειτουργική ακόμα και χωρίς σύνδεση με κάποιο δίκτυο.** Ως οικιακή συσκευή θα πρέπει να μπορεί να λειτουργεί και ως συμβατική, αυτόνομα, χωρίς να εξαρτάται από τη σύνδεσή της με τον εξυπηρετητή.
 - **Οι χρήστες θα πρέπει να μπορούν να ελέγχουν την κατάσταση της συσκευής σε πραγματικό χρόνο, εφόσον αυτή είναι συνδεδεμένη με τον εξυπηρετητή.** Ένα βασικό στοιχείο σωστού σχεδιασμού είναι η συνάφεια στην εμπειρία του χρήστη, η οποία πρέπει να είναι συνεχής και να μη διακόπτεται.
 - **Οι χρήστες θα πρέπει να μπορούν να διαχειρίζονται πολλαπλές συσκευές.** Λόγω της δυνατότητας του έργου για επέκταση, σε μελλοντικές εφαρμογές θα μπορούν να προστεθούν επιπλέον συσκευές ή οντότητες και η διαχείρισή τους θα πρέπει να έχει προβλεφθεί.

- **Θα πρέπει να υπάρχει αρχείο καταγραφών όλων των ενεργειών των χρηστών και των συσκευών.** Ένα βασικό ζήτημα ασφάλειας έγκειται στη δυνατότητα ανάλυσης των στατιστικών ενός συστήματος και ο εντοπισμός πιθανών παρατυπιών. Επίσης, αποτελεί ένα αρχείο ιστορικού για κάθε χρήστη.
- **Θα πρέπει να αποκλείεται η δυνατότητα ελέγχου της συσκευής εφόσον αυτή δεν βρίσκεται σε σύνδεση.** Λόγω του αυτόνομου χαρακτήρα της συσκευής, δεν είναι δυνατόν η κατάσταση της συσκευής να είναι γνωστή όταν αυτή βρίσκεται εκτός δικτύου. Συνεπώς, οποιαδήποτε απομακρυσμένη παρέμβαση σε αυτή θα πρέπει να αποκλείεται, λόγω κινδύνου διακοπής της τρέχουσας λειτουργίας.

4.2 Μεθοδολογία σχεδιασμού της βάσης δεδομένων

Η βάση δεδομένων είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό κομμάτι του ιστοχώρου. Πρόκειται για τον χώρο στον οποίο αποθηκεύονται οι πληροφορίες και τα στοιχεία των χρηστών και των συσκευών, το αρχείο καταγραφής γεγονότων και οτιδήποτε άλλο χρειαστεί. Αυτό σημαίνει πως θα πρέπει να είναι σχεδιασμένη κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι αποδοτική, να μην απαιτεί πολλαπλά ερωτήματα για την επεξεργασία απλών λειτουργιών και τα στοιχεία της να είναι ευανάγνωστα. Για λόγους συμβατότητας και ασφάλειας επιλέχθηκε η κωδικοποίηση χαρακτήρων “utf8_general_ci” σε όλη τη βάση. Παρακάτω αναφέρονται οι πίνακες από τους οποίους αποτελείται η βάση και οι ιδιότητες των στηλών τους.

4.2.1 Πίνακας “users”

Ο Πίνακας 6 εμφανίζει τη δομή του πίνακα “users” ο οποίος περιέχει τις βασικές πληροφορίες των χρηστών.

Όνομα	Τύπος	Κενό	Προεπιλογή	Πρόσθετα
<u>user_id</u>	int(11)	όχι	καμία	AUTO_INCREMENT
user_name	varchar(40)	όχι	καμία	-
password_hash	varchar(32)	όχι	καμία	-
user_status	tinyint(1)	όχι	0	-
user_email	varchar(40)	όχι	καμία	-
registration_timestamp	datetime	όχι	καμία	-

user_rank	tinyint(1)	όχι	0	-
------------------	------------	-----	---	---

Πίνακας 6: Η δομή του πίνακα “users”

- **user_id:** Το αναγνωριστικό χρήστη. Είναι το πρωτεύον κλειδί του πίνακα και ο αύξων αριθμός των χρηστών. Η επιλογή του ως int(11) μας δίνει τη δυνατότητα για ένα μεγάλο εύρος ακεραίων αριθμών στο πλήθος των χρηστών. Αυξάνεται αυτόματα με την εισαγωγή νέου χρήστη.
- **user_name:** Το όνομα χρήστη, το οποίο επίσης είναι μοναδικό για κάθε χρήστη. Ορίζεται ως συμβολοσειρά έως 40 χαρακτήρων.
- **password_hash:** Το αποτέλεσμα μιας συνάρτησης κατακερματισμού με συμβολοσειρά σταθερού μήκους 32 χαρακτήρων. Η είσοδος σε αυτή τη συνάρτηση είναι ο κωδικός του χρήστη.
- **user_status:** Η κατάσταση του λογαριασμού του χρήστη. Αν είναι 0 ο χρήστης είναι μη ενεργοποιημένος, αν είναι 1 είναι ενεργοποιημένος και αν είναι 2 είναι αποκλεισμένος.
- **user_email:** Η διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του χρήστη, αυστηρά έως 40 χαρακτήρες.
- **registration_timestamp:** Η ημερομηνία και ώρα εγγραφής του χρήστη στο σύστημα.
- **user_rank:** Η βαθμίδα του χρήστη στο σύστημα. 0 σημαίνει ότι είναι απλός χρήστης, ενώ 1 σημαίνει ότι είναι διαχειριστής.

4.2.2 Πίνακας “devices”

Ο **Πίνακας 7** εμφανίζει τη δομή του πίνακα “devices” ο οποίος περιέχει τις βασικές πληροφορίες για τις συσκευές.

Όνομα	Τύπος	Κενό	Προεπιλογή	Πρόσθετα
<u>device_id</u>	int(11)	όχι	καμία	AUTO_INCREMENT
device_hash	varchar(32)	όχι	καμία	-
registration_timestamp	datetime	όχι	καμία	-
menu_status	tinyint(2)	ναι	NULL	-
loafsize_status	tinyint(1)	ναι	NULL	-
browsing_status	tinyint(1)	ναι	NULL	-

device_status	tinyint(1)	ναι	NULL	-
countdown_status	int(11)	ναι	NULL	-
motor_status	tinyint(1)	ναι	NULL	-
heater_status	tinyint(1)	ναι	NULL	-
update_timestamp	datetime	ναι	NULL	-
device_name	varchar(40)	όχι	καμία	-
user_id	int(11)	όχι	καμία	-

Πίνακας 7: Η δομή του πίνακα “devices”

- **device_id:** Το αναγνωριστικό της συσκευής. Είναι το πρωτεύον κλειδί του πίνακα και ο αύξων αριθμός των συσκευών. Η επιλογή του ως int(11) μας δίνει τη δυνατότητα για ένα μεγάλο εύρος ακεραίων αριθμών στο πλήθος των συσκευών. Αυξάνεται αυτόματα με την εισαγωγή νέας συσκευής.
- **device_hash:** Μια τυχαία συμβολοσειρά η οποία παράγεται από μια συνάρτηση κατακερματισμού και βοηθάει στην ταυτοποίηση της συσκευής. Το μήκος της συμβολοσειράς είναι σταθερά 32 χαρακτήρων.
- **registration_timestamp:** Η χρονική στιγμή της δημιουργίας της συσκευής στο σύστημα σε μορφή ημερομηνίας και ώρας.
- **menu_status:** Η τρέχουσα επιλογή προγράμματος στον πίνακα ελέγχου της συσκευής. Παίρνει τιμές από 1 έως 12.
- **loafsize_status:** Η τρέχουσα επιλογή βάρους ψωμιού στον πίνακα ελέγχου της συσκευής. Η τιμή 0 σημαίνει βάρος 750gr, η τιμή 1 βάρος 900gr και η τιμή 2 ότι δεν υπάρχει επιλογή βάρους.
- **browning_status:** Η τρέχουσα επιλογή απόχρωσης στον πίνακα ελέγχου της συσκευής. Για τιμή 0 έχουμε ανοιχτή απόχρωση, για τιμή 1 μέτρια απόχρωση, για τιμή 2 σκούρα απόχρωση, ενώ για τιμή 3 δεν υπάρχει επιλογή απόχρωσης.
- **device_status:** Η τρέχουσα κατάσταση της συσκευής. Για την τιμή 0 η συσκευή είναι αδρανής. Για την τιμή 1 η συσκευή βρίσκεται σε λειτουργία μετά από εντολή του χειριστή στον πίνακα ελέγχου της. Για την τιμή 2 η συσκευή βρίσκεται σε λειτουργία μετά από εντολή του απομακρυσμένου χρήστη μέσω του ιστοχώρου. Για την τιμή 3 η συσκευή είναι αδρανής, ενώ έχει ολοκληρώσει το πρόγραμμά της. Για την τιμή 4 η συσκευή είναι αδρανής, αφού έχει ακυρωθεί το πρόγραμμα το οποίο εκτελούσε.
- **countdown_status:** Το υπόλοιπο του χρόνου μέχρι την ολοκλήρωση του επιλεγμένου προγράμματος, σε δευτερόλεπτα.
- **motor_status:** Η κατάσταση του κινητήρα. Για 0 είναι αδρανής ενώ για 1 βρίσκεται σε λειτουργία.

- **heater_status:** Η κατάσταση της ηλεκτρικής αντίστασης. Για 0 είναι αδρανής ενώ για 1 βρίσκεται σε λειτουργία.
- **update_timestamp:** Η χρονική στιγμή της τελευταίας ενημέρωσης της κατάστασης της συσκευής σε μορφή ημερομηνίας και ώρας.
- **device_name:** Το όνομα της συσκευής, συμβολοσειρά αυστηρά έως 40 χαρακτήρων.
- **user_id:** Το αναγνωριστικό του χρήστη στον οποίο ανήκει η συσκευή.

4.2.3 Πίνακας “commands”

Ο Πίνακας 8 εμφανίζει τη δομή του πίνακα “commands” ο οποίος περιέχει τις πληροφορίες των εντολών που αποστέλλονται στις συσκευές.

Όνομα	Τύπος	Κενό	Προεπιλογή
commands_timestamp	datetime	όχι	καμία
device_id	int(11)	όχι	καμία
menu_command	smallint(3)	όχι	1
loafsize_command	tinyint(1)	όχι	0
browning_command	tinyint(1)	όχι	0
countdown_command	int(11)	όχι	10380
start_command	tinyint(1)	όχι	0
stop_command	tinyint(1)	όχι	0

Πίνακας 8 Η δομή του πίνακα “commands”

- **commands_timestamp:** Η χρονική στιγμή την οποία δόθηκε η εντολή από τον απομακρυσμένο χρήστη σε μορφή ημερομηνίας και ώρας.
- **device_id:** Το αναγνωριστικό της συσκευής για την οποία προορίζονται οι εντολές. Είναι το αναγνωριστικό του πίνακα και δημιουργείται αυτόματα για κάθε καινούρια συσκευή.
- **menu_command:** Η εντολή προγράμματος που προορίζεται για τη συσκευή.
- **loafsize_command:** Η εντολή βάρους ψωμιού που προορίζεται για τη συσκευή.
- **browning_command:** Η εντολή απόχρωσης ψωμιού που προορίζεται για τη συσκευή.

- **countdown_command:** Η εντολή υπολοίπου χρόνου εκτέλεσης του προγράμματος που προορίζεται για τη συσκευή.
- **start_command:** Η εντολή έναρξης του προγράμματος. Στην περίπτωση που είναι 1 ξεκινάει το πρόγραμμα που έχει επιλεχθεί. Μόλις η εντολή διαβαστεί από τη συσκευή, η τιμή αυτή μηδενίζεται.
- **stop_command:** Η εντολή ακύρωσης του τρέχοντος προγράμματος. Στην περίπτωση που είναι 1 ακυρώνεται το πρόγραμμα που εκτελείται. Μόλις η εντολή διαβαστεί από τη συσκευή, η τιμή αυτή μηδενίζεται.

4.2.4 Πίνακας “password_reset”

Ο Πίνακας 9 εμφανίζει τη δομή του πίνακα “password_reset” ο οποίος περιέχει τις πληροφορίες που χρειάζεται ένας χρήστης προκειμένου να επαναφέρει τον κωδικό του.

Όνομα	Τύπος	Κενό	Προεπιλογή
user_id	int(11)	όχι	καμία
password_reset_hash	varchar(32)	όχι	καμία
timestamp	datetime	όχι	καμία

Πίνακας 9: Η δομή του πίνακα “password_reset”

- **user_id:** Το αναγνωριστικό του χρήστη που αιτήθηκε επαναφορά του κωδικού του.
- **password_reset_hash:** Μια συμβολοσειρά σταθερού μήκους 32 χαρακτήρων που προκύπτει από συνάρτηση κατακερματισμού και χρησιμεύει ως στοιχείο επαλήθευσης του αιτήματος επαναφοράς κωδικού.
- **timestamp:** η χρονική στιγμή του αιτήματος επαναφοράς κωδικού σε μορφή ημερομηνίας και ώρας.

4.2.5 Πίνακας “user_activation”

Ο Πίνακας 10 εμφανίζει τη δομή του πίνακα “user_activation” ο οποίος περιέχει τις πληροφορίες που χρειάζεται ένας χρήστης προκειμένου να ενεργοποιήσει τον λογαριασμό του.

Όνομα	Τύπος	Κενό	Προεπιλογή
user_id	int(11)	όχι	καμία
activation_hash	varchar(32)	όχι	καμία

Πίνακας 10: Η δομή του πίνακα “user_activation”

- **user_id:** Το αναγνωριστικό του χρήστη προς ενεργοποίηση.
- **activation_hash:** Μια συμβολοσειρά σταθερού μήκους 32 χαρακτήρων που προκύπτει από συνάρτηση κατακερματισμού και χρησιμεύει ως στοιχείο επαλήθευσης του αιτήματος ενεργοποίησης του χρήστη.

4.2.6 Πίνακας “users_logs”

Ο Πίνακας 11 εμφανίζει τη δομή του πίνακα “users_logs” ο οποίος περιέχει τις πληροφορίες του αρχείου καταγραφής των ενεργειών των χρηστών.

Όνομα	Τύπος	Κενό	Προεπιλογή	Πρόσθετα
log_id	bigint(20)	όχι	καμία	AUTO_INCREMENT
timestamp	datetime	όχι	καμία	-
user_name	varchar(40)	όχι	καμία	-
action_description	text	όχι	καμία	-

Πίνακας 11: Η δομή του πίνακα “users_logs”

- **log_id:** Το αναγνωριστικό της καταγραφής ενέργειας χρήστη. Αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα και αυξάνεται αυτόματα με κάθε νέα καταχώριση. Ο τύπος bigint(20) μας δίνει τη δυνατότητα για ένα πολύ μεγάλο εύρος ακεραιών αριθμών για το πλήθος των εγγραφών ενέργειας χρηστών.
- **timestamp:** Η χρονική στιγμή της καταγραφής ενέργειας χρήστη σε μορφή ημερομηνίας και ώρας. Παίρνει αυτόματα την τρέχουσα τιμή ημερομηνίας και ώρας.
- **device_id:** Το όνομα του χρήστη ο οποίος προέβη στη συγκεκριμένη ενέργεια.
- **action_description:** Η περιγραφή της ενέργειας την οποία έκανε ο χρήστης.

4.2.7 Πίνακας “devices_logs”

Ο Πίνακας 12 εμφανίζει τη δομή του πίνακα “devices_logs” ο οποίος περιέχει τις πληροφορίες του αρχείου καταγραφής των ενεργειών των συσκευών.

Όνομα	Τύπος	Κενό	Προεπιλογή	Πρόσθετα
log_id	bigint(20)	όχι	καμία	AUTO_INCREMENT
timestamp	timestamp	όχι	CURRENT_TIMESTAMP	-
device_id	int(11)	όχι	καμία	-
menu_status	tinyint(2)	όχι	καμία	-
loafsize_status	tinyint(1)	όχι	καμία	-
browning_status	tinyint(1)	όχι	καμία	-
countdown_status	int(11)	όχι	καμία	-
device_status	tinyint(1)	όχι	καμία	-
status_change	tinyint(1)	ναι	NULL	-

Πίνακας 12: Η δομή του πίνακα “devices_logs”

- **log_id:** Το αναγνωριστικό της καταγραφής ενέργειας συσκευής. Αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα και αυξάνεται αυτόματα με κάθε νέα καταχώριση. Ο τύπος bigint(20) μας δίνει τη δυνατότητα για ένα πολύ μεγάλο εύρος ακεραίων αριθμών για το πλήθος των εγγραφών ενέργειας συσκευών.
- **timestamp:** Η χρονική στιγμή της καταγραφής ενέργειας συσκευής σε μορφή ημερομηνίας και ώρας. Παίρνει αυτόματα την τρέχουσα τιμή ημερομηνίας και ώρας.
- **device_id:** Το αναγνωριστικό της συσκευής η οποία προέβη στη συγκεκριμένη ενέργεια.
- **menu_status:** Το πρόγραμμα της συσκευής η οποία προέβη στη συγκεκριμένη ενέργεια.
- **loafsize_status:** Η επιλογή βάρους ψωμιού της συσκευής η οποία προέβη στη συγκεκριμένη ενέργεια.
- **browning_status:** Η επιλογή απόχρωσης ψωμιού της συσκευής η οποία προέβη στη συγκεκριμένη ενέργεια.
- **countdown_status:** Ο υπολειπόμενος χρόνος προγράμματος της συσκευής η οποία προέβη στη συγκεκριμένη ενέργεια.

- **device_status:** Η κατάσταση της συσκευής η οποία προέβη στη συγκεκριμένη ενέργεια.
- **status_change:** Η μεταβολή της κατάστασης της συσκευής η οποία προέβη στη συγκεκριμένη ενέργεια. Αν η τιμή αυτής της μεταβλητής είναι 0 τότε δεν υπάρχει μεταβολή κατάστασης και ως εκ τούτου, δεν γίνεται καταγραφή κάποιας ενέργειας. Αν η τιμή είναι 1 τότε η κατάσταση της συσκευής έχει αλλάξει από αδρανής σε εν λειτουργία και γίνεται καταγραφή της ενέργειας. Αν η τιμή είναι 2 τότε η κατάσταση της συσκευής έχει αλλάξει από εν λειτουργία σε αδρανής λόγω τερματισμού ή ακύρωσης του προγράμματος εκτέλεσης και γίνεται καταγραφή της ενέργειας.

4.2.8 Πίνακας “menus_info”

Ο Πίνακας 13 εμφανίζει τη δομή του πίνακα “menus_info” ο οποίος περιέχει τις πληροφορίες αρχικής κατάστασης κάθε προγράμματος της συσκευής για κάθε διαφορετική επιλογή βάρους ψωμιού.

Όνομα	Τύπος	Κενό	Προεπιλογή	Πρόσθετα
menu_id	smallint (6)	όχι	καμία	AUTO_INCREMENT
menu	tinyint(2)	όχι	καμία	-
loafsize	tinyint(1)	ναι	NULL	-
countdown	int(10)	ναι	NULL	-

Πίνακας 13: Η δομή του πίνακα “menus_info”

- **menu_id:** Το αναγνωριστικό του συνδυασμού προγράμματος και επιλογής βάρους ψωμιού. Αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα και αυξάνεται αυτόματα σε κάθε νέα καταχώριση.
- **menu:** Το πρόγραμμα της συσκευής.
- **loafsize:** Η επιλογή βάρους ψωμιού της συσκευής. Η τιμή 0 σημαίνει βάρος 750gr, η τιμή 1 βάρος 900gr και η τιμή 2 ότι δεν υπάρχει επιλογή βάρους.
- **countdown:** Η χρονική διάρκεια του προγράμματος βάσει της επιλογής βάρους ψωμιού σε δευτερόλεπτα.

Ο Πίνακας 14 εμφανίζει τα περιεχόμενα του πίνακα “menus_info”, δηλαδή τις πληροφορίες αρχικής κατάστασης κάθε προγράμματος της συσκευής.

menu_id	menu	loafsize	countdown
1	1	0	10380
2	1	1	10800
3	2	0	13200
4	2	1	13800
5	3	0	12720
6	3	1	13200
7	4	2	6000
8	5	0	10200
9	5	1	10500
10	6	0	3480
11	7	1	3480
12	8	1	5400
13	9	2	4800
14	10	2	10200
15	11	0	10500
16	11	1	10800
17	12	2	3600

Πίνακας 14: Τα περιεχόμενα του πίνακα “menus_info”

4.2.9 Σχεδιάγραμμα οντοτήτων-συσχετίσεων

Στην **Εικόνα 65** παρουσιάζεται το σχεδιάγραμμα οντοτήτων-συσχετίσεων στο οποίο είναι βασισμένος ο σχεδιασμός αυτής της βάσης. Παρατηρώντας το γίνεται ξεκάθαρος ο ρόλος συγκεκριμένων μεταβλητών σε ολόκληρη την έκταση της βάσης.



Εικόνα 65: Το σχεδιάγραμμα οντοτήτων-συσχετίσεων της βάσης δεδομένων

Από τις συσχετίσεις καταλαβαίνουμε ότι κάποιες στήλες από ορισμένους πίνακες εξαρτώνται άμεσα από κάποιες άλλες. Αυτό σημαίνει και την αυτόματη διαγραφή εγγραφών τους σε περίπτωση διαγραφής των αντίστοιχων εγγραφών της στήλης από την οποία εξαρτώνται.

Πρακτικά, αυτό σημαίνει την αυτόματη διαγραφή:

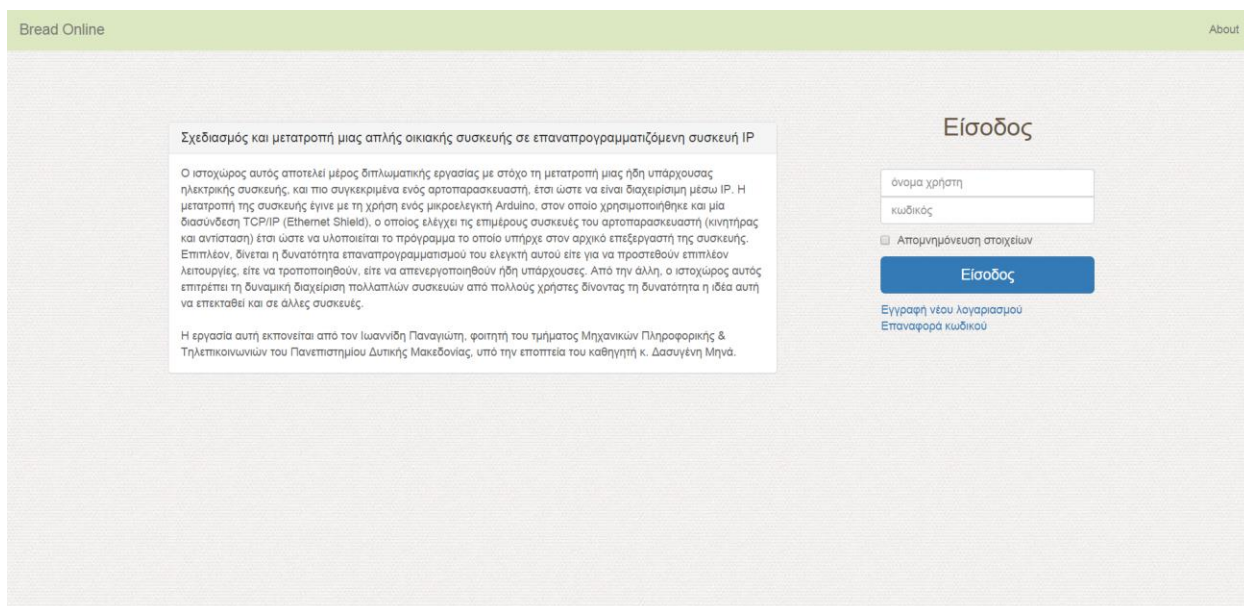
- των εγγραφών της στήλης “user_id” του πίνακα “user_activation” και της στήλης “user_id” του πίνακα “password_reset” που περιέχουν την ίδια τιμή με τη στήλη “user_id” του πίνακα “users” σε περίπτωση διαγραφής της εγγραφής αυτής.
- των εγγραφών της στήλης “device_id” του πίνακα “commands” περιέχουν την ίδια τιμή με τη στήλη “device_id” του πίνακα “devices” σε περίπτωση διαγραφής της εγγραφής αυτής.

Σε περίπτωση αυτόματης διαγραφής μιας εγγραφής μιας στήλης από την οποία εξαρτάται κάποια δευτερεύουσα στήλη, τότε διαγράφεται και η αντίστοιχη εγγραφή της δευτερεύουσας στήλης αναδρομικά.

4.3 Λειτουργίες του ιστοχώρου

Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζονται οι λειτουργίες και υπηρεσίες που προσφέρει ο ιστοχώρος της διπλωματικής εργασίας. Το σύνολο των υπηρεσιών αυτών υποστηρίζεται από τη βάση δεδομένων που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα. Ο ιστοχώρος αναλαμβάνει να διαχειριστεί τα δεδομένα αυτά με μια διεπαφή φιλική προς τον χρήστη (**Εικόνα 66**). Πιο συγκεκριμένα ο ιστοχώρος προσφέρει τις εξής δυνατότητες:

- Λειτουργίες για τον χρήστη
- Διαχείριση συσκευών
- Λειτουργίες για τον διαχειριστή



Εικόνα 66: Η αρχική σελίδα

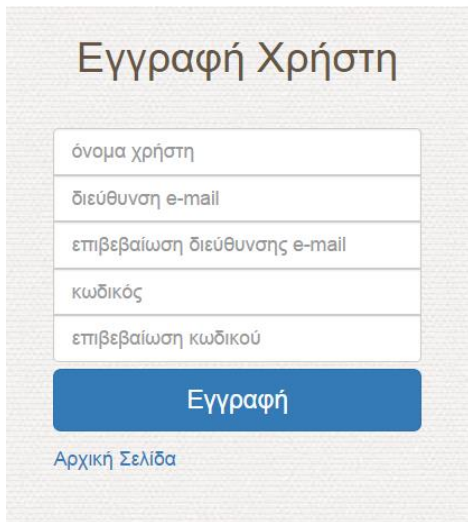
4.3.1 Λειτουργίες για τον χρήστη

Ένας απλός χρήστης είναι ο τυπικός χρήστης του ιστοχώρου. Σε γενικές γραμμές μπορεί να διαχειριστεί τις συσκευές του και να πληροφορηθεί για γεγονότα που τον αφορούν. Δεν έχει πρόσβαση στις συσκευές των υπολοίπων χρηστών, ούτε σε καμιά άλλη πληροφορία που τους αφορά.

Ο χρήστης για να μπορέσει να χρησιμοποιήσει τον ιστοχώρο θα πρέπει πρώτα να δημιουργήσει έναν λογαριασμό. Στην **Εικόνα 67**, ακολουθώντας τον σύνδεσμο “Εγγραφή νέου λογαριασμού” της αρχικής σελίδας, φαίνεται η φόρμα στην οποία ο χρήστης εισάγει τα στοιχεία του και αιτείται τη δημιουργία λογαριασμού. Απαιτείται διπλή εισαγωγή της διεύθυνσης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και του κωδικού για την αποφυγή λαθών.

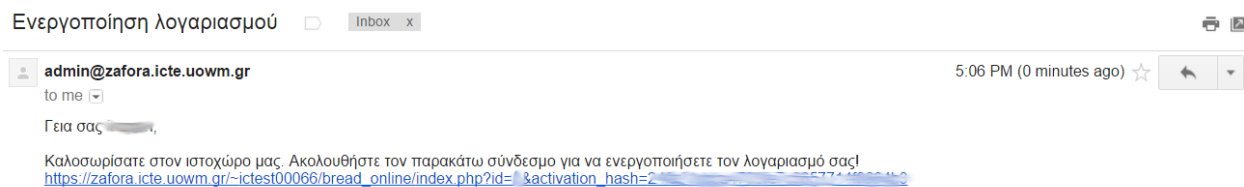
Αμέσως μετά την εγγραφή, αποστέλλεται στον χρήστη ένα e-mail με έναν σύνδεσμο τον οποίο πρέπει να ακολουθήσει προκειμένου να ενεργοποιήσει τον λογαριασμό του (**Εικόνα 68**). Αυτό το βήμα θεωρείται απαραίτητο για την ταυτοποίηση του χρήστη και την επιβεβαίωση της διεύθυνσης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του. Ένας ανενεργός λογαριασμός δεν μπορεί να

πραγματοποιήσει εισαγωγή στο σύστημα, ενώ εμφανίζεται μήνυμα λάθος με προτροπή για επαναποστολή του e-mail ενεργοποίησης (**Εικόνα 69**).

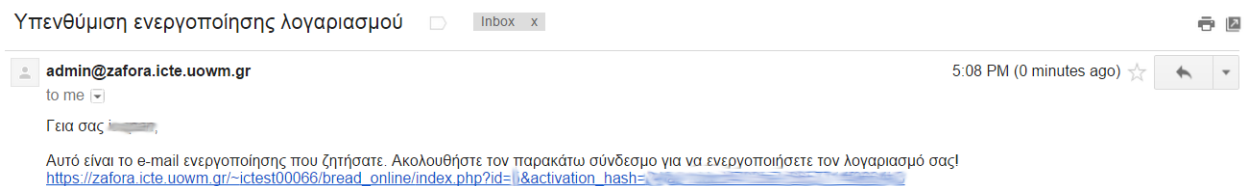


The image shows a web form for user registration. At the top, the title 'Εγγραφή Χρήστη' is displayed in a large, bold, brown font. Below the title, there are five input fields stacked vertically, each with a label in Greek: 'όνομα χρήστη', 'διεύθυνση e-mail', 'επιβεβαίωση διεύθυνσης e-mail', 'κωδικός', and 'επιβεβαίωση κωδικού'. Below these fields is a large blue button with the text 'Εγγραφή' in white. At the bottom left of the form, there is a link that says 'Αρχική Σελίδα' in blue text.

Εικόνα 67: Η φόρμα εγγραφής

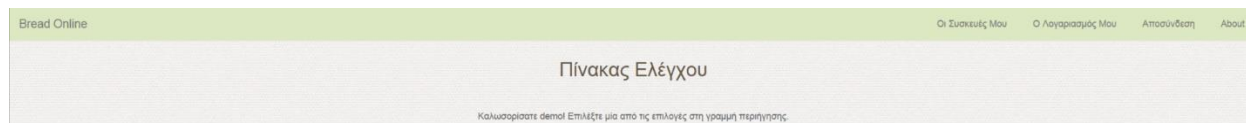


Εικόνα 68: Το e-mail ενεργοποίησης λογαριασμού



Εικόνα 69: Το e-mail υπενθύμισης ενεργοποίησης λογαριασμού

Μόλις ο χρήστης ενεργοποιήσει τον λογαριασμό του έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιήσει είσοδο στον ιστοχώρο, χρησιμοποιώντας τα στοιχεία που έδωσε κατά την εγγραφή, και να έχει πρόσβαση στον πίνακα ελέγχου χρήστη (**Εικόνα 70**). Κατά την είσοδό του, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει την αποθήκευση των στοιχείων εισόδου του σε ένα αρχείο cookie, έτσι ώστε να εισέρχεται αυτόματα στο σύστημα κάθε φορά που επισκέπτεται τον ιστοχώρο.



Εικόνα 70: Ο πίνακας ελέγχου του χρήστη

Στον πίνακα ελέγχου ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να διαχειριστεί τις συσκευές του πατώντας στον σύνδεσμο “Οι Συσκευές Μου”, να αλλάξει τα στοιχεία του πατώντας στον σύνδεσμο “Ο Λογαριασμός Μου” ή να αποσυνδεθεί από το σύστημα πατώντας στον σύνδεσμο “Αποσύνδεση”.

Στη σελίδα “Ο Λογαριασμός Μου” ο χρήστης μπορεί να δει τα στοιχεία του και να ενημερώσει τον κωδικό ή τη διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του (**Εικόνα 71**). Για την αλλαγή του κωδικού απαιτείται η εισαγωγή του τρέχοντος κωδικού για λόγους ασφαλείας, ενώ απαιτούνται διπλές εισαγωγές διεύθυνσης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και κωδικού για αποφυγή λαθών.

Τέλος, σε περίπτωση απώλειας κωδικού δίνεται η δυνατότητα επαναφοράς του μέσω της διεύθυνσης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του χρήστη. Η σελίδα επαναφοράς του κωδικού βρίσκεται ακολουθώντας τον σύνδεσμο “Επαναφορά κωδικού” της αρχικής σελίδας. Σε αυτήν τη σελίδα βρίσκεται μία φόρμα στην οποία ο χρήστης καλείται να εισάγει τη διεύθυνση

Όνομα Χρήστη	Διεύθυνση E-mail	Βαθμίδα	Αριθμός Συσκευών	Ημ. Εγγραφής
demo	demo	Διαχειριστής	0	2015-05-28 17:30:36

Αλλαγή κωδικού

τρέχων κωδικός

νέος κωδικός

επιβεβαίωση νέου κωδικού

Ενημέρωση

Αλλαγή διεύθυνσης e-mail

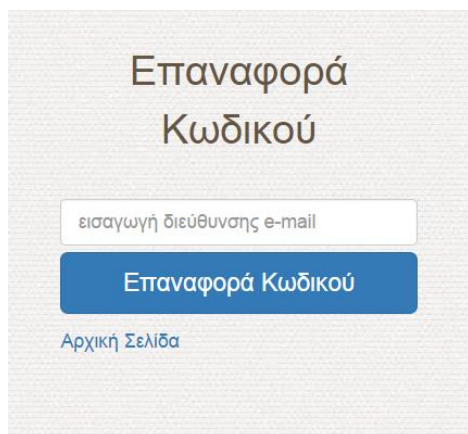
νέα διεύθυνση e-mail

επιβεβαίωση διεύθυνσης e-mail

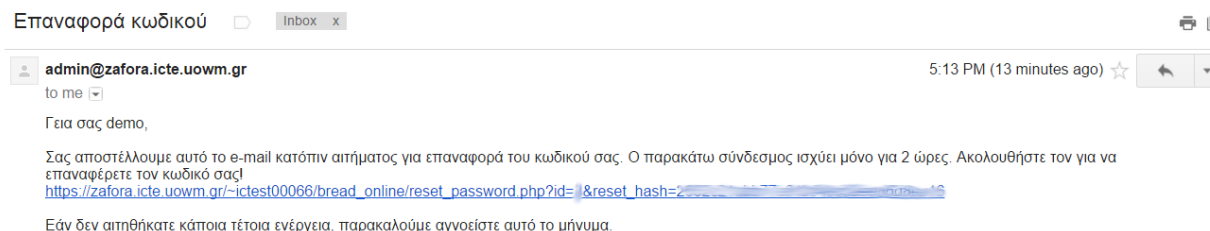
Ενημέρωση

Εικόνα 71: Η σελίδα διαχείρισης του λογαριασμού του χρήστη

ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του (**Εικόνα 72**). Μόλις αυτή επιβεβαιωθεί, αποστέλλεται ένα e-mail με έναν σύνδεσμο, ο οποίος έχει ισχύ δύο ωρών (**Εικόνα 73**).



Εικόνα 72: Η φόρμα αίτησης επαναφοράς κωδικού



Εικόνα 73: Το e-mail επαναφοράς κωδικού

Ακολουθώντας τον σύνδεσμο ο χρήστης βρίσκεται στην σελίδα επαναφοράς κωδικού (**Εικόνα 74**). Το μόνο που έχει να κάνει είναι να εισάγει τον νέο κωδικό διπλά, για αποφυγή λαθών και ο νέος κωδικός τίθεται σε ισχύ άμεσα.

4.3.2 Διαχείριση συσκευών

Στη σελίδα “Οι Συσκευές Μου” ο χρήστης βρίσκει μια λίστα με όλες τις διαθέσιμες συσκευές του και μία φόρμα δημιουργίας νέας (**Εικόνα 75**). Εδώ ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει μία νέα συσκευή εισάγοντας το όνομά της στη φόρμα “Προσθήκη νέας συσκευής” ή να διαχειριστεί μία συσκευή πατώντας στον αντίστοιχο σύνδεσμο “Διαχείριση” στη γραμμή

Εικόνα 74: Η φόρμα επαναφοράς κωδικού

της. Επίσης, δίνεται η δυνατότητα διαγραφής μιας ή περισσότερων συσκευών επιλέγοντας το πεδίο επιλογής και πατώντας στο κουμπί “Διαγραφή”.

	A/A	Όνομα Συσκευής	Ημ. Δημιουργίας	Κατάσταση
☐	3	demo1	2015-05-28 17:40:31	Αδρανής Διαχείριση
☐	4	demo2	2015-05-28 17:40:34	Αδρανής Διαχείριση
☐	5	demo	2015-05-28 17:40:36	Αδρανής Διαχείριση
☐	6	demo4	2015-05-28 17:40:39	Αδρανής Διαχείριση
☐	7	demo5	2015-05-28 17:40:42	Αδρανής Διαχείριση

Εικόνα 75: Η σελίδα διαχείρισης συσκευών του χρήστη

Η σελίδα διαχείρισης μιας συσκευής χωρίζεται σε 4 μέρη. Την πρώτη γραμμή, η οποία χωρίζεται σε τρεις στήλες και τη δεύτερη γραμμή, η οποία περιέχει τα αρχεία καταγραφής ενεργειών της συσκευής (**Εικόνα 76** και **Εικόνα 77**). Η πρώτη στήλη εμφανίζει την κατάσταση της συσκευής και ανανεώνεται αυτόματα όταν η συσκευή είναι συνδεδεμένη. Η δεύτερη στήλη περιέχει όλες τις επιλογές ελέγχου της συσκευής. Η τρίτη στήλη περιέχει το όνομα της συσκευής

και τη δυνατότητα μετονομασίας της και τους συνδέσμους με τα αρχεία προγραμματισμού της συσκευής.

Διαχείριση Συσκευής¹

Κατάσταση συσκευής	
Υπ. χρόνος	-
Πρόγραμμα	-
Βάρος	-
Απόχρωση	-
Κατάσταση	-
Κινητήρας	-
Αντίσταση	-

Επιλογή προγράμματος

1

Επιλογή βάρους ψωμιού

750gr.

Επιλογή απόχρωσης ψωμιού

Ανοιχτή

Χρόνος προγράμματος

2 : 53 : 00

ώρες λεπτά

Προσθήκη επιπλέον χρόνου

Εκτός σύνδεσης

Όνομα συσκευής

demo1

Μετονομασία

Αρχεία συσκευής

📁 Αρχείο .ino 📖 Βιβλιοθήκη

Εικόνα 76: Η γραμμή ελέγχου της συσκευής

Αρχεία καταγραφής της συσκευής

Προηγούμενη σελίδα

Σελίδα 1

Ομαδοποίηση 1

Υποβολή

Επόμενη σελίδα

Χρονοσφραγίδα	Πρόγραμμα	Μέγεθος	Απόχρωση	Υπολειπόμενος Χρόνος	Κατάσταση	Μεταβολή Κατάστασης
2015-05-28 17:43:35	2	900gr.	Κανονική	1000 sec	Χειροκίνητος Έλεγχος	Εκκίνηση

[Πίσω](#)

Εικόνα 77: Η γραμμή αρχείου ενεργειών της συσκευής

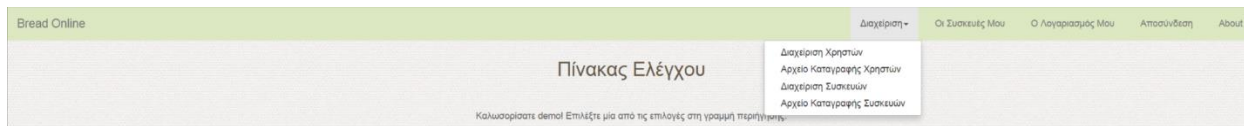
Όταν η συσκευή είναι συνδεδεμένη το κουμπί εκτέλεσης της εντολής αλλάζει από απενεργοποιημένο γκρι χρώμα σε πράσινο ή κόκκινο, ανάλογα με την κατάσταση της συσκευής (**Εικόνα 78**).

Εικόνα 78: Οι καταστάσεις του κουμπιού εκτέλεσης εντολής

Στη στήλη ελέγχου της συσκευής, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το πρόγραμμα που θέλει να εκτελεστεί, μαζί με την επιλογή για το βάρος του ψωμιού και την απόχρωση. Επίσης, μπορεί να προσθέσει επιπλέον χρόνο εκτέλεσης σε περίπτωση που θέλει το πρόγραμμα να εκτελεστεί με κάποια χρονοκαυστέρηση. Αυτό το κάνει επιλέγοντας τον αριθμό ωρών και λεπτών για τα οποία θέλει να έχει χρονοκαυστέρηση, αφού προηγουμένως έχει επιλέξει το πρόγραμμα και τις παραμέτρους που θέλει να εκτελεστούν και πατάει στο κουμπί “Προσθήκη επιπλέον χρόνου”. Αναλυτικές οδηγίες εμφανίζονται πατώντας στο κουμπί με το σύμβολο “i”.

4.3.3 Λειτουργίες για τον διαχειριστή

Οι λειτουργίες για τον διαχειριστή είναι λίγο πιο εξειδικευμένες. Κατά βάσει έχουν ως αντικείμενο τη διαχείριση όλων των χρηστών, των συσκευών και των αρχείων καταγραφής



Εικόνα 79: Ο πίνακας ελέγχου του διαχειριστή

ενεργειών. Μόλις ο διαχειριστής πραγματοποιήσει είσοδο στο σύστημα ο πίνακας ελέγχου που τον καλωσορίζει περιέχει μία επιπλέον καρτέλα, την καρτέλα “Διαχείριση” (**Εικόνα 79**).

Ακολουθώντας τον πρώτο σύνδεσμο της καρτέλας “Διαχείριση”, τον “Διαχείριση Χρηστών”, ο διαχειριστής έχει πρόσβαση σε μία λίστα με όλους τους χρήστες του συστήματος. Από εδώ μπορεί να προσθέσει έναν καινούριο ή να διαγράψει κάποιον υπάρχων χρήστη (**Εικόνα 80**). Διαγράφοντας έναν χρήστη διαγράφονται αυτόματα και όλες οι συσκευές που ανήκουν σ’ αυτόν. Στη φόρμα εισαγωγής νέου χρήστη γίνεται εισαγωγή του ονόματος του χρήστη, ενώ γίνεται διπλή εισαγωγή της διεύθυνσης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και του κωδικού του για αποφυγή λαθών. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα επιλογής αν ο νέος χρήστης είναι απλός

The screenshot displays the 'Διαχείριση Χρηστών' (User Management) interface. At the top, there's a navigation bar with 'Bread Online' and several menu items. Below this, the title 'Διαχείριση Χρηστών' is centered. A pagination bar shows 'Σελίδα 1' and 'Ομαδοποίηση 2', with buttons for 'Υποβολή' and 'Επόμενη σελίδα'. A table lists users with columns: A/A, Όνομα Χρήστη, Διεύθυνση E-mail, Βαθμίδα, Κατάσταση, Αριθμός Συσκευών, and Ημ. Εγγραφής. Two users are listed: 'root' (admin) and 'demo' (user). Below the table is a 'Διαγραφή' (Delete) button. A section titled 'Προσθήκη νέου χρήστη' (Add new user) contains a form with fields for 'όνομα χρήστη', 'διεύθυνση e-mail χρήστη', 'επιβεβαίωση διεύθυνσης e-mail', 'κωδικός', and 'επιβεβαίωση κωδικού'. There's also a 'Βαθμίδα' (Role) section with radio buttons for 'Χρήστης' (User) and 'Διαχειριστής' (Administrator), and a 'Προσθήκη' (Add) button.

A/A	Όνομα Χρήστη	Διεύθυνση E-mail	Βαθμίδα	Κατάσταση	Αριθμός Συσκευών	Ημ. Εγγραφής	
1	root	demo@demo.com	Διαχειριστής	Ενεργός	2	2015-05-22 22:04:49	Διαχείριση
8	demo	demo	Διαχειριστής	Ενεργός	5	2015-05-28 17:30:36	Διαχείριση

Εικόνα 80: Η σελίδα διαχείρισης χρηστών

χρήστης ή διαχειριστής. Τέλος, δεν θεωρείται απαραίτητη η επιβεβαίωση της διεύθυνσης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του νέου χρήστη και ο λογαριασμός ενεργοποιείται αυτόματα.

Πατώντας στον σύνδεσμο “Διαχείριση” στη γραμμή οποιουδήποτε χρήστη, μεταφερόμαστε στη σελίδα διαχείρισης του χρήστη αυτού (**Εικόνα 81**). Εδώ ο διαχειριστής έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τη διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του χρήστη, να αλλάξει τη

Α/Α	Όνομα Συσκευής	Ημ. Δημιουργίας	Κατάσταση	Διαχείριση
3	demo1	2015-05-28 17:40:31	Απομακρυσμένος Έλεγχος	Διαχείριση
4	demo2	2015-05-28 17:40:34	Αδρανής	Διαχείριση
5	demo	2015-05-28 17:40:36	Αδρανής	Διαχείριση
6	demo4	2015-05-28 17:40:39	Αδρανής	Διαχείριση
7	demo5	2015-05-28 17:40:42	Αδρανής	Διαχείριση

Εικόνα 81: Η σελίδα διαχείρισης ενός χρήστη

βαθμίδα του χρήστη από χρήστη σε διαχειριστή και το αντίστροφο και να μπλοκάρει ή να ξεμπλοκάρει τον λογαριασμό του χρήστη. Επίσης, έχει πρόσβαση σε μια λίστα με τις συσκευές του χρήστη, από την οποία μπορεί να διαγράψει όποιες θέλει και σε μια λίστα με το αρχείο καταγραφής των ενεργειών αυτού του χρήστη. Επιλέγοντας τον σύνδεσμο “Διαχείριση” στη γραμμή μιας οποιασδήποτε συσκευής εμφανίζεται μια σελίδα αντίστοιχη της σελίδας διαχείρισης συσκευής του χρήστη η οποία παρουσιάστηκε παραπάνω.

Ακολουθώντας τον δεύτερο σύνδεσμο της καρτέλας “Διαχείριση”, τον “Αρχείο Καταγραφής Χρηστών”, παρουσιάζεται ολόκληρο το αρχείο ενεργειών όλων των χρηστών του

συστήματος (**Εικόνα 82**). Αντίστοιχα ο διαχειριστής μπορεί να διαγράψει όποια από τις εγγραφές θέλει.

	A/A	Χρονοσφραγίδα	Χρήστης	Ενέργεια
☐	39	2015-05-28 17:40:42	demo	Ο χρήστης "demo" (A/A: 8) δημιούργησε τη συσκευή "demo5" (A/A: 7).
☐	38	2015-05-28 17:40:39	demo	Ο χρήστης "demo" (A/A: 8) δημιούργησε τη συσκευή "demo4" (A/A: 6).
☐	37	2015-05-28 17:40:36	demo	Ο χρήστης "demo" (A/A: 8) δημιούργησε τη συσκευή "demo" (A/A: 5).
☐	36	2015-05-28 17:40:34	demo	Ο χρήστης "demo" (A/A: 8) δημιούργησε τη συσκευή "demo2" (A/A: 4).
☐	35	2015-05-28 17:40:31	demo	Ο χρήστης "demo" (A/A: 8) δημιούργησε τη συσκευή "demo1" (A/A: 3).

Εικόνα 82: Το αρχείο καταγραφής ενεργειών των χρηστών

Ακολουθώντας τον τρίτο σύνδεσμο της καρτέλας “Διαχείριση”, τον “Διαχείριση Συσκευών”, παρουσιάζεται μια λίστα με όλες τις συσκευές όλων των χρηστών που υπάρχουν στο σύστημα (**Εικόνα 83**). Δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας μιας νέας συσκευής για οποιονδήποτε χρήστη, επιλέγοντας όνομα συσκευής και χρήστη από τη φόρμα “Προσθήκη νέας συσκευής”, ή διαγραφής μιας υπάρχουσας. Επίσης, δίνεται η δυνατότητα διαχείρισης μιας συσκευής ακολουθώντας τον σύνδεσμο “Διαχείριση” στη γραμμή της. Ο σύνδεσμος αυτός

εμφανίζει μια σελίδα αντίστοιχη με τη σελίδα διαχείρισης συσκευής χρήστη που παρουσιάστηκε παραπάνω.

Bread Online Διαχείριση - Οι Συσκευές Μου Ο Λογαριασμός Μου Αποσύνδεση About

Διαχείριση Συσκευών

Προηγούμενη σελίδα 1 5 Υποβολή Επόμενη σελίδα

	A/A	Όνομα Συσκευής	Χρήστης	Ημ. Δημιουργίας	Κατάσταση	
☐	1	new	root	2015-05-23 01:06:46	Αδρανής	Διαχείριση
☐	2	ki alli	root	2015-05-26 03:18:37	Αδρανής	Διαχείριση
☐	3	demo1	demo	2015-05-28 17:40:31	Απομακρυσμένος Έλεγχος	Διαχείριση
☐	4	demo2	demo	2015-05-28 17:40:34	Αδρανής	Διαχείριση
☐	5	demo	demo	2015-05-28 17:40:36	Αδρανής	Διαχείριση

[Διαγραφή](#)

Προσθήκη νέας συσκευής

όνομα νέας συσκευής

Χρήστης

[Προσθήκη](#)

Εικόνα 83: Η σελίδα διαχείρισης συσκευών του συστήματος

Τέλος, ακολουθώντας τον τέταρτο σύνδεσμο της καρτέλας “Διαχείριση”, τον “Αρχείο Καταγραφής Συσκευών”, εμφανίζεται μια λίστα με όλες τις ενέργειες όλων των συσκευών του συστήματος (**Εικόνα 84**). Εδώ ο διαχειριστής μπορεί να ελέγξει όλες τις ενέργειες των συσκευών του συστήματος ή και να διαγράψει κάποιες από αυτές.

Bread Online Διαχείριση - Οι Συσκευές Μου Ο Λογαριασμός Μου Αποσύνδεση About

Αρχείο Καταγραφής Συσκευών

Προηγούμενη σελίδα 1 1 Υποβολή Επόμενη σελίδα

	A/A	Χρονοσφραγίδα	A/A Συσκευής	Πρόγραμμα	Μέγεθος	Απόχρωση	Υπολειπόμενος Χρόνος	Κατάσταση	Μεταβολή Κατάστασης
☐	1	2015-05-28 17:43:35	3	2	900gr.	Κανονική	1000 sec	Χειρακίνητος Έλεγχος	Εκκίνηση

[Διαγραφή](#)

Εικόνα 84: Το αρχείο καταγραφής ενεργειών των συσκευών

Σε κάθε περίπτωση σε ολόκληρη την έκταση του ιστοχώρου ακολουθούνται κάποιοι κανόνες. Το όνομα χρήστη και η διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου θα πρέπει να είναι

μοναδικές για κάθε χρήστη. Το μήκος κωδικού κάθε χρήστη θα πρέπει να είναι από 4 έως 40 χαρακτήρες και το μήκος κάθε ονόματος χρήστη, διεύθυνσης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή ονόματος συσκευής θα πρέπει να είναι έως 40 χαρακτήρες. Επίσης, κάθε όνομα συσκευής πρέπει να είναι μοναδικό για κάθε χρήστη. Τέλος, σε κάθε λίστα που επιλέγεται το κουμπί “Διαγραφή”, θα πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον μία επιλεγμένη εγγραφή. Σε κάθε παραβίαση αυτών των κανόνων εμφανίζονται μηνύματα σφάλματος που επεξηγούν το σφάλμα στον χρήστη.

4.4 Το λογισμικό του αρτοπαρασκευαστή

Παράλληλα με το λογισμικό του ιστοχώρου, είναι απαραίτητη η ανάπτυξη κώδικα για την πλακέτα του Arduino Uno η οποία ελέγχει τις λειτουργίες του αρτοπαρασκευαστή. Το λογισμικό αυτό αναλαμβάνει να ελέγχει τον ηλεκτροκινητήρα και την ηλεκτρική αντίσταση σύμφωνα με τα προγράμματα που απαιτεί ο αρτοπαρασκευαστής για τη λειτουργία του, να δέχεται και να ερμηνεύει τις εντολές του χρήστη, να εμφανίζει τις πληροφορίες στην οθόνη και να επικοινωνεί με τον εξυπηρετητή του ιστοχώρου ανταλλάσσοντας πληροφορίες και εντολές που καθορίζουν τη λειτουργία της συσκευής.

4.4.1 Παρουσίαση της λειτουργίας της συσκευής

Οι βασικές λειτουργίες που εκτελεί η συσκευή είναι δύο: η προσομοίωση της λειτουργίας του αρτοπαρασκευαστή και η διασύνδεση με τον εξυπηρετητή. Οι δύο αυτές λειτουργίες πρέπει να δένουν αρμονικά μεταξύ τους χωρίς η μία να παρεμβαίνει στην εκτέλεση της άλλης, ούτε να προκαλεί ασυνάφειες στην εμπειρία του χρήστη.

Επιπλέον, ως διεπαφή υπάρχουν 6 κουμπιά, καθένα με ξεχωριστή λειτουργία, μία οθόνη και ένας βομβητής. Τα κουμπιά από τα αριστερά προς τα δεξιά είναι το κουμπί επιλογής απόχρωσης (1), το κουμπί επιλογής βάρους ψωμιού (2), το κουμπί έναρξης/ακύρωσης προγράμματος (3), το κουμπί επιλογής προγράμματος (4), το κουμπί προσθήκης έξτρα 10' (5) και το κουμπί αφαίρεσης 10' (6).

Μόλις ο χρήστης συνδέσει τη συσκευή στην πρίζα και στη θύρα Ethernet, και αφού προγραμματίσει τη συσκευή με το αντίστοιχο αρχείο, το οποίο θα κατεβάσει από τη σελίδα διαχείρισης της συσκευής, η οθόνη εμφανίζει μία ένδειξη φόρτωσης “Device Boot-Up”, που

ενημερώνει τον χρήστη ότι η συσκευή συνδέεται με τον εξυπηρετητή και προετοιμάζεται. Μόλις η συσκευή ετοιμαστεί το μήνυμα αντικαθίσταται από το “Connecting” και μόλις συνδεθεί με τον εξυπηρετητή από το μήνυμα “Online”, ενώ αν η σύνδεση αποτύχει από το “Offline”. Στην περίπτωση αυτή η συσκευή επαναπροσπαθεί να συνδεθεί μετά από πέντε λεπτά. Αν ο λογαριασμός του χρήστη είναι αποκλεισμένος εμφανίζεται η ένδειξη “Banned” και αν τα στοιχεία που έχει η συσκευή δεν είναι σωστά η ένδειξη “CredentialsErr”.

Αφού η συσκευή ετοιμαστεί και συνδεθεί ή όχι με τον εξυπηρετητή, ο χρήστης μπορεί να θέσει τη συσκευή σε λειτουργία, αφού πρώτα εισάγει το υλικό στον κάδο. Επιλέγει το πρόγραμμα το οποίο θέλει να εκτελεστεί (κουμπί 4), επιλέγει το βάρος του ψωμιού (κουμπί 2) και την απόχρωση (κουμπί 1), εφόσον αυτό είναι δυνατό και πατάει το κουμπί 3. Η συσκευή ξεκινάει το πρόγραμμα, και η ένδειξη “Idle” που υπήρχε πριν στην έκτη γραμμή της οθόνης, αντικαθίσταται από την ένδειξη “Manual Control”. Αντίστοιχα, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το πρόγραμμα από τη σελίδα διαχείρισης της συσκευής και αφού στείλει την εντολή για έναρξη η ένδειξη θα αλλάξει σε “Remote Control”. Προαιρετικά, ο χρήστης μπορεί να προσθαφαιρέσει χρονικά διαστήματα των δέκα λεπτών σε περίπτωση που θέλει χρονοκαθυστέρηση στην εκτέλεση του προγράμματος, πατώντας τα κουμπιά 5 και 6.

Όσο η συσκευή βρίσκεται σε λειτουργία ο χρήστης μπορεί είτε να ακυρώσει το πρόγραμμα κρατώντας πατημένο το κουμπί 3 επί πέντε συνεχόμενα δευτερόλεπτα, είτε μέσω της σελίδας διαχείρισης της συσκευής πατώντας στο κουμπί “Ακύρωση”. Στην **Εικόνα 85** φαίνονται όλα τα προγράμματα που υποστηρίζει η συσκευή και τα στάδια τα οποία εκτελούνται σε κάθε ένα από αυτά. Κατά την έναρξη κάθε προγράμματος ακούγεται ένας χαρακτηριστικός βόμβος για επιβεβαίωση.

Οι καταστάσεις της συσκευής είναι πέντε:

1. **Αδρανής**, δεν εκτελείται κανένα πρόγραμμα
2. **Χειροκίνητος έλεγχος**, εκτελείται πρόγραμμα μετά από εντολή από τον πίνακα ελέγχου της συσκευής
3. **Απομακρυσμένος Έλεγχος**, εκτελείται πρόγραμμα μετά από εντολή από τον ιστόχωρο
4. **Ολοκλήρωση**, το πρόγραμμα που εκτελούνταν έχει ολοκληρωθεί
5. **Ακύρωση**, το πρόγραμμα που εκτελούνταν ακυρώθηκε

Ο φωτισμός της οθόνης παραμένει σβησμένος για όσο χρονικό διάστημα δεν πατηθεί κανένα κουμπί, ενώ μόλις πατηθεί κάποιο κουμπί ο φωτισμός ενεργοποιείται χωρίς να εκτελείται η εντολή που δίνει το κουμπί. Με ένα δεύτερο πάτημα και εφόσον ο φωτισμός της οθόνης είναι αναμμένος, η εντολή του κουμπιού εκτελείται κανονικά.

Η επιλογή απόχρωσης ψωμιού είναι δυνατή μόνο για τα προγράμματα 1, 2, 3, 4, 5, 6 και 7, ενώ η επιλογή βάρους ψωμιού είναι δυνατή μόνο για τα προγράμματα 1, 2, 3, 5, και 11. Για τα υπόλοιπα προγράμματα οι τιμές δίνονται από προεπιλογή βάσει των τιμών στην **Εικόνα 85**.

Πρόγραμμα		1 Βασικό	2 Άσπρο ψωμί/Γαλλικό ψωμί	3 Ψωμί ολικής άλεσης	4 Μπισκότα, γλυκά	5 Κέικ με μαγιά	6 Σύντομο πρόγραμμα, 750γρ.	7 Σύντομο πρόγραμμα, 900γρ.	8 Ζύμη (900 γρ)	10 Κανονικά κέικ	11 Τοστ
Πρώτο ζύωμα	750 γρ.	9 λεπτά	16 λεπτά	9 λεπτά	7 λεπτά	10 λεπτά	12 λεπτά	8 λεπτά	20 λεπτά	10 λεπτά	15 λεπτά
	900 γρ.	10 λεπτά	18 λεπτά	10 λεπτά							
Πρώτο φούσκωμα		20 λεπτά ●	40 λεπτά ●	25 λεπτά	5 λεπτά	5 λεπτά	-	-	-	5 λεπτά	40 λεπτά
Δεύτερο ζύωμα	750 γρ.	14 λεπτά	19 λεπτά	18 λεπτά ●	8 λεπτά	20 λεπτά	-	-	-	20 λεπτά ●	5 λεπτά ●
	900 γρ.	15 λεπτά	22 λεπτά	20 λεπτά ●							
Δεύτερο φούσκωμα		20 λεπτά	20 λεπτά	20 λεπτά	-	20 λεπτά	-	-	20 λεπτά	29 λεπτά	24 λεπτά
Σύντομη ανάμειξη (Εξάερωση)		30 δευτ.	30 δευτ.	30 δευτ.	-	30 δευτ.	-	-	30 δευτ.	30 δευτ.	30 δευτ.
Τρίτο φούσκωμα		4 λεπτά 30 δευτ.	9 λεπτά 30 δευτ.	14 λεπτά 30 δευτ.	-	9 λεπτά 30 δευτ.	-	-	9 λεπτά 30 υόδ.	30 δευτ.	30 δευτ.
Τελευταίο φούσκωμα	750 γρ.	45 λεπτά	50 λεπτά	70 λεπτά	-	55 λεπτά	11 λεπτά	9 λεπτά	40 λεπτά	35 λεπτά	40 λεπτά
	900 γρ.					50 λεπτά					
Ψήσιμο	750 γρ.	60 λεπτά	65 λεπτά	55 λεπτά	80 λεπτά	50 λεπτά	35 λεπτά	40 λεπτά	-	70 λεπτά	50 λεπτά
	900 γρ.	65 λεπτά	70 λεπτά	60 λεπτά		60 λεπτά					55 λεπτά
Χρόνος προγράμματος	750 γρ.	2:53	3:40	3:32	1:40	2:50	0:58	0:58	1:30	2:50	2:55
	900 γρ.	3:00	3:50	3:40		2:55					3:00
Ηχητικό σήμα κατά τη διάρκεια του προγράμματος		x	x	x	-	x	-	-	-	x	x
Μενού 9 ΜΑΡΜΕΛΑΔΑ		Προθέρμανση 15 λεπτά		Θέρμανση και ζύωμα 45 λεπτά			Αδράνεια 20 λεπτά		Συνολικός χρόνος 1:20		
Μενού 12 ΨΗΣΙΜΟ		Ψήσιμο 60 λεπτά								Συνολικός χρόνος 1:00	

Σε ορισμένα προγράμματα ακούγεται ένα ηχητικό σήμα όταν το πρόγραμμα φτάσει στη φάση που υποδεικνύεται (με το σύμβολο «●»).

Εικόνα 85: Τα προγράμματα της συσκευής

Τέλος, κατά το πρώτο ζύωμα κάθε προγράμματος εκτός του προγράμματος 9, ο ηλεκτροκινητήρας αναβοσβήνει ανά δευτερόλεπτο για τα πρώτα δύο λεπτά, ύστερα εναλλάσσει την λειτουργία του σε μοτίβο 29 δευτερόλεπτα αναμμένος – 1 σβησμένος για τρία λεπτά και για το υπόλοιπο του προγράμματος λειτουργεί συνεχόμενα.

4.4.2 Ανάλυση βιβλιοθηκών και συναρτήσεων

Η πρόσβαση στα ηλεκτρονικά στοιχεία γίνεται με τη βοήθεια διαφόρων βιβλιοθηκών οι οποίες απλοποιούν τη διαδικασία αυτή. Κάποιες είναι επίσημες βιβλιοθήκες του Arduino, ενώ κάποιες αναπτύχθηκαν για τις ανάγκες αυτής της διπλωματικής εργασίας. Πιο συγκεκριμένα οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιούνται είναι οι SPI.h, Ethernet.h και Nokia5110.h.

Η βιβλιοθήκη SPI.h επιτρέπει στο Arduino να συνδεθεί με άλλες πλακέτες επέκτασης και πιο συγκεκριμένα του Ethernet Shield, μέσω της διεπαφής SPI [49]. Η ανάλυση της διεπαφής SPI και οι δυνατότητές της αναφέρθηκαν παραπάνω. Είναι απαραίτητη για τη λειτουργία της βιβλιοθήκης Ethernet.h μιας και το Ethernet Shield βασίζεται στη διεπαφή SPI.

Η βιβλιοθήκη Ethernet.h επιτρέπει στο Arduino Uno να επικοινωνεί με το Ethernet Shield [50]. Προσφέρει ένα πλήθος συναρτήσεων που απλοποιούν τον τρόπο σύνδεσης του Arduino Uno χρησιμοποιώντας τα πρωτόκολλα TCP και UDP. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν οι εξής συναρτήσεις:

- **Ethernet::begin():** η συνάρτηση αυτή, που κληρονομείται από τη βιβλιοθήκη SPI.h, ενεργοποιεί και αρχικοποιεί το Ethernet Shield. Στην περίπτωση μας χρησιμοποιείται μόνο με την παράμετρο mac, που υποδηλώνει τη χρήση του πρωτοκόλλου DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol, Πρωτόκολλο Δυναμικής Παραμετροποίησης Εξυπηρετητή) με το οποίο εκχωρείται αυτόματα μία διεύθυνση IP στο Ethernet Shield από τον δρομολογητή του δικτύου [51]. Εάν το Arduino Uno συνδεθεί επιτυχώς και πάρει διεύθυνση IP επιστρέφει την τιμή 1, αλλιώς την τιμή 0.
- **Ethernet::localIP():** η συνάρτηση αυτή εκτυπώνει την τοπική διεύθυνση IP που έχει εκχωρηθεί στο Arduino Uno [52].
- **Ethernet::subnetMask():** η συνάρτηση αυτή εκτυπώνει τη μάσκα υποδικτύου που έχει εκχωρηθεί στο Arduino Uno.
- **Ethernet::gatewayIP():** η συνάρτηση αυτή εκτυπώνει τη διεύθυνση IP της πύλης δικτύου που έχει εκχωρηθεί στο Arduino Uno.
- **Ethernet::dnsServerIP():** η συνάρτηση αυτή εκτυπώνει τη διεύθυνση IP του εξυπηρετητή ονομάτων τομέα που έχει εκχωρηθεί στο Arduino Uno.
- **Client::connect():** η συνάρτηση αυτή υποχρεώνει το Arduino Uno να συνδεθεί στον εξυπηρετητή και τη θύρα επικοινωνίας τις οποίες δέχεται ως παραμέτρους [53]. Αν η σύνδεση είναι επιτυχής επιστρέφει την τιμή 1, αλλιώς την τιμή 0.

-
- **Client::print():** η συνάρτηση αυτή εκτυπώνει και στέλνει στον εξυπηρετητή μία συμβολοσειρά την οποία δέχεται ως όρισμα [54].
 - **Client::println():** η συνάρτηση αυτή εκτυπώνει και στέλνει στον εξυπηρετητή μία συμβολοσειρά, την οποία δέχεται ως όρισμα, προσθέτοντας στο τέλος έναν χαρακτήρα αλλαγής γραμμής [55].
 - **Client::connected():** η συνάρτηση αυτή επιστρέφει 1 αν υπάρχει σύνδεση μεταξύ του Arduino Uno και του απομακρυσμένου εξυπηρετητή και 0 αν δεν υπάρχει [55]. Θεωρείται ότι υπάρχει σύνδεση ακόμα και αν το Arduino Uno έχει αποσυνδεθεί αλλά υπάρχουν μη αναγνωσμένα δεδομένα στη μνήμη της διεπαφής SPI [56].
 - **Client::find():** η συνάρτηση αυτή, η οποία κληρονομείται από τη βιβλιοθήκη Stream.h, διαβάζει τα δεδομένα που υπάρχουν στη μνήμη της διεπαφής SPI μέχρι να βρει το μοτίβο το οποίο δέχεται ως όρισμα [57].
 - **Client::parseInt():** η συνάρτηση αυτή επιστρέφει τον πρώτο έγκυρο ακέραιο αριθμό που θα βρει στη μνήμη της διεπαφής SPI [58].
 - **Client::parseFloat():** η συνάρτηση αυτή επιστρέφει τον πρώτο έγκυρο δεκαδικό αριθμό που θα βρει στη μνήμη της διεπαφής SPI [59].
 - **Client::stop():** η συνάρτηση αυτή αποσυνδέει το Arduino Uno από τον εξυπηρετητή στον οποίο ήταν συνδεδεμένος [60].

Η βιβλιοθήκη Nokia5110.h είναι μια πολύ ελαφριά βιβλιοθήκη για τον έλεγχο της οθόνης υγρών κρυστάλλων Nokia 5110 που αναπτύχθηκε για αυτήν τη διπλωματική εργασία [61]. Το βασικό χαρακτηριστικό της είναι η πολύ μικρή ποσότητα μνήμης SRAM που χρειάζεται για να λειτουργήσει. Βασικές ρουτίνες της βιβλιοθήκης αυτής ανακυκλώθηκαν και ανακατασκευάστηκαν από ένα πρόγραμμα παραδείγματος οδήγησης της οθόνης [62]. Οι συναρτήσεις που παρέχει η βιβλιοθήκη είναι πολλές, παρ' όλα αυτά χρησιμοποιήθηκαν οι:

- **Nokia5110::init():** η συνάρτηση αυτή στέλνει όλες τις απαραίτητες εντολές για την αρχικοποίηση της οθόνης
- **Nokia5110::clear():** η συνάρτηση αυτή σβήνει πλήρως όλα τα περιεχόμενα της οθόνης
- **Nokia5110::gotoXY():** η συνάρτηση αυτή μετακινεί τον κέρσορα της οθόνης στις συντεταγμένες που δέχεται ως παραμέτρους.
- **Nokia5110::string():** η συνάρτηση αυτή εκτυπώνει στην οθόνη τη συμβολοσειρά που δέχεται ως παράμετρο. Κάθε χαρακτήρας έχει αυστηρά ύψος 7 εικονοστοιχείων και πλάτος 6 εικονοστοιχείων.

-
- **Nokia5110::write():** η συνάρτηση αυτή εκτυπώνει στην οθόνη ακατέργαστα δεδομένα σε μορφή δύο δεκαεξαδικών ψηφίων που δέχεται ως παραμέτρους.

4.4.3 Χρονοπρογραμματισμός συσκευής

Ένας βασικός περιορισμός του Arduino Uno είναι ότι δεν παρέχει υποστήριξη για παράλληλη εκτέλεση δύο νημάτων λόγω περιορισμού της αρχιτεκτονικής του. Αυτό αποτελεί βασικό πρόβλημα σε αυτήν τη διπλωματική εργασία μιας και είναι αναγκαίος ένας μηχανισμός χρονομετρητή, ο οποίος θα καθορίζει κάθε πότε το Arduino Uno θα πρέπει να επικοινωνεί με τον εξυπηρετητή και πότε θα εκτελεί όλες τις κρίσιμες ρουτίνες του αρτοπαρασκευαστή περιοδικά.

Ένας τέτοιος μηχανισμός είναι ο χρονομετρητής TIMER1 που προσφέρεται εγγενώς στο ολοκληρωμένο κύκλωμα του Arduino Uno. Στη συνάρτηση `initialize_Timer1()` εκτελούνται όλες οι απαραίτητες ρουτίνες για την αρχικοποίηση του χρονομετρητή και τη ρύθμισή του να εκτελεί τη συνάρτηση `ISR(TIMESTAMP_COMP_vect)` ανά δευτερόλεπτο. Αυτό προσφέρει στον προγραμματιστή ένα εργαλείο ψευδοπαράλληλοποίησης μιας και δίνει ένα χρονικό μέσο αναφοράς. Βάσει της συνάρτησης `ISR(TIMESTAMP_COMP_vect)` μπορούμε να εκτελούμε το σύνολο των κρίσιμων ρουτινών του αρτοπαρασκευαστή κατά τη λειτουργία του, ώστε αυτή να μην επηρεάζεται από άλλες καταστάσεις και ταυτόχρονα να μετράμε σταθερά χρονικά διαστήματα ενός δευτερολέπτου μέχρι το σύνολο των 5, όπου επιτρέπεται η σύνδεση του Arduino Uno με τον εξυπηρετητή για ενημέρωση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απρόσκοπτη λειτουργία του αρτοπαρασκευαστή, ενώ ταυτόχρονα κάθε 5 δευτερόλεπτα το Arduino Uno συνδέεται, ενημερώνει τον εξυπηρετητή, λαμβάνει εντολές και κλείνει επιτυχώς τη σύνδεση με αυτόν.

4.4.4 Η επικοινωνία Arduino Uno – εξυπηρετητή

Όπως προαναφέρθηκε, η επικοινωνία με τον εξυπηρετητή γίνεται κάθε 5 δευτερόλεπτα με σκοπό να ελαχιστοποιήσουμε το χρονικό διάστημα απόκρισης της συσκευής στις εντολές του εξυπηρετητή και ανανέωσης των τιμών σε αυτόν.

Κάθε φορά που το Arduino Uno επικοινωνεί με τον εξυπηρετητή συνδέεται σε μια σελίδα PHP η οποία αναλαμβάνει τη διαχείριση των δεδομένων επικοινωνίας. Εκεί αποστέλλει ως

παραμέτρους ένα σύνολο τιμών τις οποίες η σελίδα αναγνωρίζει και αποθηκεύει στη βάση δεδομένων αφού πρώτα διασταυρώσει την εγκυρότητά τους. Αυτές είναι:

- **device_id:** το αναγνωριστικό της συσκευής
- **device_hash:** μια συμβολοσειρά που αποδεικνύει την εγκυρότητα του αναγνωριστικού
- **menu:** το τρέχον πρόγραμμα της συσκευής
- **loafsize:** η τρέχουσα επιλογή βάρους ψωμιού της συσκευής
- **browning:** η τρέχουσα επιλογή απόχρωσης ψωμιού της συσκευής
- **status:** η τρέχουσα κατάσταση της συσκευής
- **countdown:** ο χρόνος που απομένει για τη λήξη του τρέχοντος προγράμματος ή η διάρκειά του
- **motor:** η τρέχουσα κατάσταση του ηλεκτροκινητήρα
- **heater:** η τρέχουσα κατάσταση της ηλεκτρικής αντίστασης
- **status_change:** η μεταβολή της κατάστασης της συσκευής από την τελευταία ενημέρωση

Ένα παράδειγμα αποστολής των στοιχείων από το Arduino είναι αυτό το ερώτημα:
http://server_ip/web_server_directory/bread_online/commands.php?device_id=3&device_hash=d79ac31fdb99e5c5c0de2551825ddc64&menu=1&loafsize=0&browning=0&status=0&countdown=10380&motor=0&heater=0&status_change=0

Αντίστοιχα η σελίδα αυτή προσφέρει ένα μικρό πλήθος τιμών τις οποίες το Arduino Uno αναγνωρίζει και εκτελεί αντίστοιχα. Πρόκειται περί δύο κολλητά σύμβολα δολαρίου ακολουθούμενα από 6 ακέραιους αριθμούς π.χ. \$\$ 1 0 0 10380 0 0. Τα δύο σύμβολα δολαρίου ορίζουν το σημείο ενδιαφέροντος για το Arduino Uno, ώστε να ξέρει πότε ακολουθούν οι τιμές των εντολών. Ο πρώτος ακέραιος είναι το πρόγραμμα το οποίο πρέπει να εκτελεσθεί, ο δεύτερος η επιλογή βάρους ψωμιού, ο τρίτος η επιλογή απόχρωσης, ο τέταρτος το σημείο του προγράμματος από το οποίο αυτό πρέπει να εκτελεσθεί (συνήθως αρχή), ο πέμπτος η εντολή εκκίνησης του προγράμματος και ο έκτος η εντολή ακύρωσης του προγράμματος. Σε περίπτωση ασυμφωνίας των μεταβλητών “device_id” και “device_hash” εμφανίζονται οι τιμές \$\$ 0 0 0 0 0 0, τις οποίες το Arduino Uno αναγνωρίζει και εμφανίζει αντίστοιχο μήνυμα σφάλματος στην οθόνη. Σε περίπτωση αποκλεισμού του χρήστη, στον αριθμό που ορίζει το πρόγραμμα εκτέλεσης εμφανίζεται ο αριθμός 403, τον οποίο το Arduino Uno αναγνωρίζει και εμφανίζει αντίστοιχο μήνυμα σφάλματος στην οθόνη.

Βάσει όλων αυτών των κανόνων, η επικοινωνία Arduino Uno και εξυπηρετητή γίνεται όσο πιο ξεκάθαρη γίνεται, προκειμένου να αποφευχθούν διάφορα σφάλματα στη μετάδοση των εντολών και των πληροφοριών.

4.5 Μηχανισμοί ασφάλειας και ελέγχου

Ο ρόλος της ασφάλειας σε ένα σύστημα το οποίο βρίσκεται συνεχώς online είναι ένας εξαιρετικά σημαντικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψιν κατά τον σχεδιασμό του. Στην ενότητα αυτή αναλύονται τα μέτρα ασφάλειας που πάρθηκαν για την αντιμετώπιση των όποιων ευαίσθητων σημείων του ιστοχώρου, του Arduino Uno ή της μεταξύ τους επικοινωνίας.

4.5.1 Ασφάλεια του ιστοχώρου

Ο ιστοχώρος είναι μία εφαρμογή η οποία βρίσκεται συνεχώς εκτεθειμένη στο διαδίκτυο και κατά συνέπεια σε οποιονδήποτε κακόβουλο χρήστη ή επισκέπτη. Είναι σημαντικό να διαφυλάσσονται τα προσωπικά δεδομένα των χρηστών της βάσης δεδομένων από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση. Παρακάτω αναλύονται τα μέτρα που πάρθηκαν προκειμένου κάτι τέτοιο να μην είναι εφικτό:

- **Η πρόσβαση στον ιστοχώρο γίνεται μόνο κατόπιν εγγραφής.** Κανένας μη εγγεγραμμένος χρήστης δεν μπορεί να δημιουργήσει ή να τροποποιήσει οποιαδήποτε συσκευή.
- **Η σύνδεση σε οποιαδήποτε σελίδα του ιστοχώρου γίνεται μόνο με ασφαλή σύνδεση HTTPS χρησιμοποιώντας τη στοίβα πρωτοκόλλων ασφαλείας SSL [63].** Αυτού του τύπου η σύνδεση κρυπτογραφεί πλήρως τα δεδομένα της επικοινωνίας αποτρέποντας οποιονδήποτε κακόβουλο χρήστη να υποκλέψει τον κωδικό κάποιου χρήστη ή να παρατηρήσει τις κινήσεις του.
- **Αυτόματη αποσύνδεση από τον ιστοχώρο μετά από αδράνεια 30 λεπτών.** Αυτή η τακτική αποτρέπει κάποιον κακόβουλο χρήστη να πάρει τον έλεγχο ενός χρήστη ο οποίος ξέχασε ανοιχτό το παράθυρο του περιηγητή σε κοινόχρηστο υπολογιστή.
- **Σε περίπτωση αίτησης επαναφοράς του κωδικού, ο σύνδεσμος επαναφοράς είναι έγκυρος μόνο για δύο ώρες.** Αυτή η τακτική δίνει αρκετό περιθώριο στον χρήστη να επαναφέρει τον κωδικό του μειώνοντας τις πιθανότητες υποκλοπής του συνδέσμου.

-
- **Η αποθήκευση των κωδικών στη βάση δεδομένων γίνεται μόνο σε μορφή παραγώγου συνάρτησης κατακερματισμού.** Σε περίπτωση κακόβουλης εισόδου στη βάση δεδομένων οι κωδικοί των χρηστών έχουν ακατανόητη μορφή και μηδενική χρησιμότητα για τον παραβάτη.
 - **Κανόνες για την πολυπλοκότητα του κωδικού.** Ένας κωδικός για να είναι έγκυρος και δεκτός από το σύστημα πρέπει να είναι τουλάχιστον τεσσάρων χαρακτήρων.

4.5.2 Ασφάλεια της επικοινωνίας Arduino Uno - εξυπηρετητή

Η επικοινωνία Arduino Uno και εξυπηρετητή είναι εξίσου σημαντική για την αποτροπή κακόβουλων εντολών προς τη συσκευή. Δυστυχώς, λόγω περιορισμών της αρχιτεκτονικής Arduino, δεν είναι δυνατή η επικοινωνία μέσω του πρωτοκόλλου HTTPS. Παρ' όλα αυτά χρησιμοποιείται μια συμβολοσειρά η οποία συγκρίνεται μαζί με το αναγνωριστικό της συσκευής και προσφέρει ένα είδος ταυτοποίησης. Αν κάποια συσκευή προσπαθήσει να συνδεθεί με αναγνωριστικό και συμβολοσειρά αναγνωριστικού τα οποία δεν ταιριάζουν, αποκλείεται αμέσως από οποιαδήποτε πρόσβαση στο σύστημα.

4.5.3 Ασφάλεια της συσκευής του αρτοπαρασκευαστή

Μια οικιακή συσκευή θα πρέπει να πληροί ένα σύνολο κανόνων ασφάλειας, ώστε η χρήση της στα πλαίσια ενός σπιτιού να μην εγκυμονεί κινδύνους για τους χρήστες ή το οικιακό περιβάλλον. Βάσει αυτών των παραδοχών, στη συγκεκριμένη συσκευή εγκαταστάθηκε ένα ζεύγος από θερμικές ασφάλειες και ένας γενικός διακόπτης.

Οι θερμικές ασφάλειες συνδέθηκαν στην είσοδο της παροχής ηλεκτρικού ρεύματος, μία στη φάση και μία στον ουδέτερο και κατόπιν τοποθετήθηκαν επάνω στον κάδο του φούρνου. Αποτελούν μια πολύ καλή λύση σε περίπτωση υπερθέρμανσης του κάδου μιας και απομονώνουν άμεσα τη συσκευή από το ηλεκτρικό δίκτυο.

Ο διακόπτης συνδέθηκε και αυτός στην είσοδο της παροχής ηλεκτρικού ρεύματος και τοποθετήθηκε στο μπροστινό μέρος του σώματος της συσκευής. Αποτελεί μια πολύ καλή λύση απενεργοποίησης της συσκευής, είτε λόγω άνεσης, είτε λόγω εκτάκτου ανάγκης.

4.6 Σύνοψη μετρικών κώδικα

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται κάποια στατιστικά των αρχείων πηγαίου κώδικα που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη του λογισμικού. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρονται το μέγεθος του κώδικα, οι γραμμές έκτασής του και το είδος των αρχείων από τα οποία αυτός αποτελείται.

4.6.1 Μετρική κώδικα Arduino

Ο κώδικας που αναπτύχθηκε για το Arduino Uno αποτελείται από ένα αρχείο κατάληξης .ino με τα στατιστικά του να αναφέρονται στον **Πίνακα 15**.

Γραμμές κώδικα	2226
Μέγεθος (bytes)	29786
Αριθμός συναρτήσεων	47
Αριθμός βιβλιοθηκών	3

Πίνακας 15: Μετρική του κώδικα Arduino

4.6.2 Μετρική κώδικα ιστοχώρου

Ο κώδικας που αναπτύχθηκε για τον ιστοχώρο αποτελείται από αρχεία κατάληξης .php, .css, .js καθώς επίσης και από κάποιες εικόνες, ένα συμπιεσμένο αρχείο .zip, που περιέχει την απαραίτητη βιβλιοθήκη για τον προγραμματισμό του Arduino Uno και τα αρχεία του πλαισίου λογισμικού Bootstrap. Ακολουθούν κάποια στατιστικά:

- 82 αρχεία .php μεγέθους 353KB
- 7 αρχεία .css μεγέθους 711KB
- 7 αρχεία .js μεγέθους 197KB
- 2 αρχεία εικόνων μεγέθους 62.1KB
- 1 συμπιεσμένο αρχείο .zip μεγέθους 11.8KB
- 5 αρχεία γραμματοσειρών μεγέθους 210KB

Σύνοψη κεφαλαίου

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάστηκε το λογισμικό που αναπτύχθηκε στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας. Αναλύθηκαν όλες οι πτυχές του ιστοχώρου, της βάσης δεδομένων και του λογισμικού του Arduino Uno. Επίσης, δόθηκαν κάποια μετρικά στατιστικά του κώδικα ως αναφορά.

Στο επόμενο κεφάλαιο ακολουθεί μια σύνοψη της διπλωματικής εργασίας, ανάλυση των προβλημάτων που αντιμετωπίστηκαν μαζί με κάποιες πιθανές μελλοντικές εξελίξεις.

Κεφάλαιο 5 – Συμπεράσματα και επεκτάσεις

Ολοκληρώνοντας τη συγγραφή αυτού του κειμένου θα πρέπει κανείς να αναρωτηθεί ποια είναι τα συμπεράσματα και το κέρδος που αποκομίστηκαν από αυτήν τη διπλωματική εργασία και πώς θα μπορούσε να εξελιχθεί στο μέλλον. Το κεφάλαιο αυτό πραγματεύεται αυτούς τους συλλογισμούς σε μια προσπάθεια να δώσει έναν επίλογο στο έργο.

5.1 Σύνοψη και συμπεράσματα

Συνοψίζοντας το έργο μπορούμε να αναφερθούμε σε αυτό ως κάτι πρωτότυπο και καινοτόμο. Όχι τόσο από την άποψη της τελικής υπηρεσίας που προσφέρει, η οποία προσφέρεται και από άλλους κατασκευαστές και παρόχους, αλλά από το γεγονός ότι είναι συντηρήσιμη, επεκτάσιμη και τροποποιήσιμη στις ανάγκες του κάθε χρήστη. Δεδομένων αυτών των χαρακτηριστικών της οι περιορισμοί της υλοποίησης αυτής θεωρητικά εκμηδενίζονται.

Κρατώντας το κόστος υλοποίησης χαμηλό και προσφέροντας ένα πλήρες και συναφές σύστημα διεπαφών, τόσο διαδικτυακό όσο και φυσικό, η υιοθέτηση αυτής της πλατφόρμας ή τροποποιήσεων αυτής ενδείκνυται για κάθε περιβάλλον.

5.2 Προβλήματα που ανέκυψαν κατά την εκπόνηση

Κατά την εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας προέκυψαν κάποια προβλήματα, τα οποία έπρεπε να επιλυθούν. Μιας και η μετατροπή περιλάμβανε μια κλειστού σχεδιασμού συσκευή, έπρεπε με κάποιον τρόπο να αντιγραφούν τα χαρακτηριστικά και τα προγράμματα αυτής και να εκφραστούν αλγοριθμικά. Για το μέρος το οποίο αυτό ήταν δυνατόν, εξάχθηκαν κάποια συμπεράσματα βάσει του βιβλιαρίου οδηγιών χρήστη της συσκευής. Τα υπόλοιπα έπρεπε να εξαχθούν πειραματικά. Βασικό παράδειγμα ήταν το εύρος των θερμοκρασιών στο οποίο θα έπρεπε να λειτουργεί ο φούρνος. Ύστερα από μεγάλο αριθμό πειραματισμών, καταλήξαμε στις τρέχουσες θερμοκρασίες, οι οποίες φαίνεται να καλύπτουν τις ανάγκες μας.

Ένα δεύτερο πρόβλημα ήταν το γεγονός ότι, λόγω της υψηλής κατανάλωσης ρεύματος από του ηλεκτρονόμους, υπήρχε πτώση της τάσης τροφοδοσίας του Arduino Uno. Κάτι τέτοιο

επηρεάζε τη λειτουργία του θερμοστάτη, ο οποίος βασίζεται στη σταθερότητα της τάσης αναφοράς στα 5V. Αυτό το πρόβλημα αντιμετωπίστηκε εισάγοντας ένα εξωτερικό τροφοδοτικό αποκλειστικά για τους ηλεκτρονόμους.

Ένα τρίτο πρόβλημα που έπρεπε να λυθεί ήταν λόγω του περιορισμού του μικροελεγκτή του Arduino Uno να εκτελεί δύο ταυτόχρονες διεργασίες. Αυτό ξεπεράστηκε χρησιμοποιώντας τον εσωτερικό χρονομετρητή του ολοκληρωμένου κυκλώματος και υλοποιώντας ένα σύστημα ψευδοπαράλληλισμού.

Κάποια από τα προβλήματα, παρ' όλα αυτά, δεν ξεπεράστηκαν. Ένα πολύ βασικό είναι το γεγονός ότι η πλακέτα που χρησιμοποιήθηκε, στην προσπάθεια να κρατηθεί το κόστος χαμηλά, ήταν κλώνος χαμηλής ποιότητας της πλακέτας Arduino Uno. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την παρουσία θορύβου στον ακροδέκτη αναλογικής εισόδου A0, η ύπαρξη του οποίου εμπόδισε τη χρήση αυτού του ακροδέκτη. Αυτό, πιθανόν, έχει ως αποτέλεσμα και τη μεταβολή των τιμών που δέχεται ο ακροδέκτης αναλογικής εισόδου A3, υπό υψηλές θερμοκρασίες λειτουργίας, η οποία προκαλεί την ερμηνεία τους, από τον μικροελεγκτή, ως πάτημα του κουμπιού επιλογής απόχρωσης ψωμιού.

Το πιο σημαντικό, ίσως, πρόβλημα που προκύπτει από αυτήν την υλοποίηση θέτει θέματα ασφαλείας, τα οποία προκύπτουν από το γεγονός λειτουργίας μια οικιακής συσκευής άνευ επιτήρησης. Είναι γενικώς αποδεκτό ότι μια οικιακή συσκευή, η οποία λειτουργεί σε υψηλές θερμοκρασίες, πρέπει να έχει και την κατάλληλη επιτήρηση. Η υλοποίηση της εργασίας αυτής έγινε με γνώμονα την εγκατάστασή της σε ένα οικιακό περιβάλλον πλήρως εξοπλισμένο με συσκευές Έξυπνου Σπιτιού, όπως κάμερες, συστήματα ασφαλείας, αυτοματισμού και πυρασφάλειας. Σε ένα κατάλληλο περιβάλλον, λοιπόν, θα μπορούσαν να προληφθούν τα όποια ατυχήματα έστω και χωρίς ανθρώπινη επιτήρηση.

5.3 Μελλοντικές επεκτάσεις

Ακολουθώντας τη λογική πορεία της νέας αυτής τεχνολογίας οικιακών προϊόντων, μπορούμε να υποθέσουμε ότι βρισκόμαστε σε ένα πολύ πρώιμο στάδιο αυτής της αγοράς. Αυτό δίνει τεράστια περιθώρια επέκτασης του συστήματος αυτού στις ανάγκες του καθενός.

Κάποιες από τις επεκτάσεις αυτές αναφέρονται παρακάτω:

-
- **Επέκταση και σε άλλες οικιακές συσκευές.** Η τροποποίηση των υπόλοιπων συσκευών του σπιτιού και της πλατφόρμας του ιστοχώρου, ώστε να τις υποστηρίζει, θα μπορούσε να καταστήσει ένα σπίτι πλήρως αυτοματοποιημένο.
 - **Ανατροφοδότηση βίντεο στον εξυπηρετητή.** Αυτή η λειτουργία θα μπορούσε να δώσει τη δυνατότητα ζωντανής επιτήρησης της συσκευής από το χρήστη, σε όλα τα στάδια της λειτουργίας της, μέσω της διεπαφής του ιστοχώρου.
 - **Δυνατότητα δημιουργίας προσαρμοσμένων προγραμμάτων και θερμοκρασιών.** Με αυτήν τη δυνατότητα ο χρήστης θα μπορούσε να δημιουργήσει δικές του συνταγές και πρωτόκολλα εκτέλεσης.
 - **Ανάπτυξη εφαρμογής για περιβάλλον Android ή iOS.** Μια τέτοια εφαρμογή θα έδινε τη δυνατότητα στους χρήστες κινητών συσκευών να χειρίζονται τη συσκευή του αρτοποιασκευαστή μέσω μιας καλύτερα προσαρμοσμένης διεπαφής για κινητά.
 - **Χρονοπρογραμματισμός προγραμμάτων.** Αυτή η λειτουργία θα έδινε τη δυνατότητα στον χρήστη να προγραμματίζει τη συσκευή να εκτελεί κάποιο πρόγραμμα της επιλογής του σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα ή περιοδικά.
 - **Μηχανισμός προετοιμασίας υλικών.** Αυτήν η υλοποίηση θα μπορούσε να περιλαμβάνει έναν μηχανικό βραχίονα κατάλληλα τοποθετημένο ώστε να έχει τη δυνατότητα να μετράει δοσολογίες και να γεμίζει με τα κατάλληλα υλικά τον κάδο της συσκευής.

Σύνοψη κεφαλαίου

Συνοψίζοντας, στο κεφάλαιο αυτό αναφέρθηκε μία περίληψη του εγγράφου και του αντικειμένου της διπλωματικής αυτής εργασίας μαζί με ένα σύνολο προβλημάτων που προέκυψαν κατά την εκπόνησή της και μία λίστα με πιθανές μελλοντικές επεκτάσεις που θα μπορούσε αυτή να δεχτεί.

Βιβλιογραφία

- [1] Internet of Things, http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_Things, Μάιος 2015
- [2] Smart Home, http://en.wikipedia.org/wiki/Home_automation, Μάιος 2015
- [3] Web Development, http://en.wikipedia.org/wiki/Web_development, Μάιος 2015
- [4] Database, <http://en.wikipedia.org/wiki/Database>, Μάιος 2015
- [5] Web Browser, http://en.wikipedia.org/wiki/Web_browser, Μάιος 2015
- [6] HTML, <http://en.wikipedia.org/wiki/HTML>, Μάιος 2015
- [7] HTML tags, <http://www.w3schools.com/tags/default.asp>, Μάιος 2015
- [8] CSS, http://en.wikipedia.org/wiki/Cascading_Style_Sheets, Μάιος 2015
- [9] Bootstrap, http://en.wikipedia.org/wiki/Bootstrap_%28front-end_framework%29, Μάιος 2015
- [10] JavaScript, <http://en.wikipedia.org/wiki/JavaScript>, Μάιος 2015
- [11] AJAX, [http://en.wikipedia.org/wiki/Ajax_\(programming\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Ajax_(programming)), Μάιος 2015
- [12] jQuery, <http://en.wikipedia.org/wiki/JQuery>, Μάιος 2012
- [13] JSON, <http://en.wikipedia.org/wiki/JSON>, Μάιος 2015
- [14] PHP, <http://en.wikipedia.org/wiki/PHP>, Μάιος 2015
- [15] Cookies, http://en.wikipedia.org/wiki/HTTP_cookie, Μάιος 2015
- [16] MySQL, <http://en.wikipedia.org/wiki/MySQL>, Μάιος 2015
- [17] Why you Should be using PHP's PDO for Database Access, <http://code.tutsplus.com/tutorials/why-you-should-be-using-phps-pdo-for-database-access--net-12059>, Μάιος 2015
- [18] PHP PDO, <http://php.net/manual/en/intro.pdo.php>, Μάιος 2015
- [19] Arduino, <http://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>, Μάιος 2015
- [20] Arduino Products, <http://www.arduino.cc/en/Main/Products>, Μάιος 2015
- [21] Arduino Uno, <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>, Μάιος 2015
- [22] Arduino Ethernet, <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardEthernet>, Μάιος 2015
- [23] Arduino Leonardo, <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLeonardo>, Μάιος 2015

-
- [24] Arduino Yún, <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardYun>, Μάιος 2015
- [25] Arduino Micro, <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMicro>, Μάιος 2015
- [26] Arduino Mega ADK, <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMegaADK>, Μάιος 2015
- [27] Lilypad Arduino, <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLilyPad>, Μάιος 2015
- [28] Arduino Ethernet Shield, <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield>, Μάιος 2015
- [29] Arduino GSM Shield, <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoGSMShield>, Μάιος 2015
- [30] Arduino WiFi Shield, <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoWiFiShield>, Μάιος 2015
- [31] Arduino Wireless SD Shield, <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoWirelessShield>, Μάιος 2015
- [32] Arduino USB Host Shield, <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoUSBHostShield>, Μάιος 2015
- [33] Arduino Motor Shield, <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoMotorShieldR3>, Μάιος 2015
- [34] Arduino Wireless Proto Shield, <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoWirelessProtoShield>, Μάιος 2015
- [35] Wiring, http://en.wikipedia.org/wiki/Wiring_%28development_platform%29, Μάιος 2015
- [36] Notepad++, <https://notepad-plus-plus.org/>, Μάιος 2015
- [37] Codebender, <https://codebender.cc/>, Μάιος 2015
- [38] XAMPP, <https://www.apachefriends.org/index.html> Μάιος 2015
- [39] Fritzing, <http://fritzing.org/home/>, Μάιος 2015
- [40] Inkscape, <https://inkscape.org/en/about/>, Μάιος 2015
- [41] GIMP, <http://www.gimp.org/>, Μάιος 2015
- [42] Relay, <http://en.wikipedia.org/wiki/Relay>, Μάιος 2015
- [43] Beefcake Relay Kit, <https://www.sparkfun.com/products/11042>, Μάιος 2015
- [44] Liquid-crystal Display, http://en.wikipedia.org/wiki/Liquid-crystal_display, Μάιος 2015
- [45] Nokia 5110 LCD, <https://www.sparkfun.com/products/10168>, Μάιος 2015
- [46] Thermistor, <http://en.wikipedia.org/wiki/Thermistor>, Μάιος 2015
- [47] Buzzer, <http://en.wikipedia.org/wiki/Buzzer>, Μάιος 2015

-
- [48] Run Capacitor, http://en.wikipedia.org/wiki/Motor_capacitor, Μάιος 2015
 - [49] Arduino SPI, <http://www.arduino.cc/en/Reference/SPI>, Μάιος 2015
 - [50] Arduino Ethernet, <http://www.arduino.cc/en/Reference/Ethernet>, Μάιος 2015
 - [51] Ethernet Begin, <http://www.arduino.cc/en/Reference/EthernetBegin>, Μάιος 2015
 - [52] Ethernet localIP, <http://www.arduino.cc/en/Reference/EthernetLocalIP>, Μάιος 2015
 - [53] Client connect, <http://www.arduino.cc/en/Reference/ClientConnect>, Μάιος 2015
 - [54] Client print, <http://www.arduino.cc/en/Reference/ClientPrint>, Μάιος 2015
 - [55] Client println, <http://www.arduino.cc/en/Reference/ClientPrintln>, Μάιος 2015
 - [56] Client connected, <http://www.arduino.cc/en/Reference/ClientConnected>, Μάιος 2015
 - [57] Stream find, <http://www.arduino.cc/en/Reference/StreamFind>, Μάιος 2015
 - [58] Client parseInt, <http://www.arduino.cc/en/Reference/StreamParseInt>, Μάιος 2015
 - [59] Client parseFloat, <http://www.arduino.cc/en/Reference/StreamParseFloat>, Μάιος 2015
 - [60] Client stop, <http://www.arduino.cc/en/Reference/ClientStop>, Μάιος 2015
 - [61] Nokia5110, <https://github.com/ionpan/Nokia5110>, Μάιος 2015
 - [62] Nokia 5100 LCD Example,
<https://codebender.cc/sketch:22641#Nokia%205100%20LCD%20Example.ino>, Μάιος 2015
 - [63] SSL, http://en.wikipedia.org/wiki/Transport_Layer_Security, Μάιος 2015

Παράρτημα

Στην ενότητα αυτή αναφέρονται κάποιες χρήσιμες πληροφορίες για όποιον θελήσει να εγκαταστήσει τον ιστοχώρο σε δικό του εξυπηρετητή. Αναφέρονται οι ελάχιστες απαιτήσεις και ο τρόπος εγκατάστασης.

Ελάχιστες απαιτήσεις λογισμικού ιστοχώρου

Για να λειτουργήσει σωστά ο ιστοχώρος απαιτείται η εγκατάσταση ορισμένων πακέτων λογισμικού στον υπολογιστή εξυπηρετητή. Αυτά είναι:

- Apache Web Server 2.2.29+
- PHP 5.4.38+
- PDO driver για MySQL server
- MySQL server 5.5.42+
- SMTP server στην προεπιλεγμένη port

Συνίσταται η χρήση του εργαλείου διαχείρισης βάσεων δεδομένων "phpMyAdmin". Ο ιστοχώρος είναι ειδικά σχεδιασμένος για συμβατότητα με φορητές συσκευές (Smart phones, tablets κλπ.) και απαιτεί ενεργοποιημένη τη λειτουργία της JavaScript στον περιηγητή. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη χρήση του ιστοχώρου είναι η κατοχή της τροποποιημένης συσκευής αρτοπαρασκευαστή που δημιουργήθηκε στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Για τον προγραμματισμό της συσκευής αρτοπαρασκευαστή συνίσταται η χρήση του διαδικτυακού IDE Codebender.cc - σε αντίθετη περίπτωση είναι απαραίτητη η χρήση του Arduino IDE 1.6.X.

Οδηγίες εγκατάστασης ιστοχώρου

1. Αντιγράφουμε τον φάκελο "bread_online" στον φάκελο του http server μας
2. Δίνουμε ελάχιστα δικαιώματα 0705 στον φάκελο "bread_online" και σε όλα τα περιεχόμενά του

-
3. Ανοίγουμε με έναν επεξεργαστή κειμένου το αρχείο "install.php"
 4. Διαγράφουμε τις δύο καθέτους από τη 2η γραμμή του αρχείου καθιστώντας τη σειρά ως μη σχόλιο και αποθηκεύουμε το αρχείο
 5. Ανοίγουμε έναν περιηγητή διαδικτύου και συνδεόμαστε στη σελίδα http://my_web_server_address/my_web_server_directory/bread_online/install.php
 6. Ακολουθούμε τις οδηγίες του εργαλείου εγκατάστασης που εμφανίζονται πατώντας πάνω στο κουμπί "i"
 7. Μόλις τελειώσουμε με την αντιγραφή του αρχείου απενεργοποιούμε τη σελίδα εγκατάστασης επαναφέροντας τις δύο καθέτους στη 2η γραμμή του αρχείου "install.php" και αποθηκεύουμε το αρχείο
 8. Με τον περιηγητή διαδικτύου συνδεόμαστε στη διεύθυνση http://my_web_server_address/my_web_server_directory/bread_online
 9. Κάνουμε είσοδο στο σύστημα με τον λογαριασμό του πρώτου διαχειριστή "root" και κωδικό "toor"
 10. Επιλέγουμε από τη γραμμή περιήγησης τον σύνδεσμο "Ο Λογαριασμός Μου"
 11. Επιλέγουμε έναν νέο κωδικό στο πεδίο "Αλλαγή κωδικού" βάζοντας τον παλιό για επιβεβαίωση, και δύο φορές τον καινούριο για επαλήθευση και πατάμε το κουμπί "Ενημέρωση"
 12. Εισάγουμε μία έγκυρη διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στο πεδίο "Αλλαγή διεύθυνσης e-mail" δύο φορές για επιβεβαίωση
 13. Ο λογαριασμός του διαχειριστή είναι έτοιμος

Το σύνολο του κώδικα που αναπτύχθηκε αποτελεί ανοιχτό λογισμικό που υπόκειται στους όρους της άδειας χρήσης Apache 2.0 (<http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>).

Copyright 2015 Panagiotis Ioannidis – Minas Dasygenis