



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Εφαρμογή του Διαδικτύου των Αντικειμένων και της Νεφούπολογιστικής για την
Αυτοματοποίηση των Διαδικασιών Παραγωγής Ελαιολάδου**

**ΤΣΙΒΟΣ ΙΑΣΩΝ
Α.Μ. 242017028**

Εισηγητής καθηγητής: Δρ. ΜΥΡΙΔΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ, Επίκουρος Καθηγητής

Ακαδημαϊκό Έτος: 2023-2024

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Εφαρμογή του Διαδικτύου των Αντικειμένων και της Νεφρολογιστικής για την
Αυτοματοποίηση των Διαδικασιών Παραγωγής Ελαιολάδου

ΤΣΙΒΟΣ ΙΑΣΩΝ
Α.Μ. 242017028

Εξεταστική Επιτροπή:

Δρ. ΜΥΡΙΔΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ, Επίκουρος Καθηγητής	Δρ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΜΑΥΡΟΜΑΤΗΣ , Λέκτορας	Δρ. ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΚΑΡΚΑΖΗΣ , Αναπληρωτής Καθηγητής
(Υπογραφή)	(Υπογραφή)	(Υπογραφή)

Ημερομηνία Εξέτασης:

21/03/2024

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος **Τσίβος Ιάσων** του **Σωτήριου** με αριθμό μητρώου **242017028** φοιτητής του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος **Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών** του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή.

Ο/Η Δηλών



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον επιβλέπων καθηγητή μου, Δρ.

Μυριδάκη Νικόλαο για την υποστήριξή του και την ενθάρρυνση κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας. Η παροχή στήριξης και συμβουλών ήταν κρίσιμη για την ολοκλήρωση αυτού του εγχειρήματος. Επίσης να ευχαριστώ τους εξεταστές καθηγητές για τον χρόνο που αφιέρωσαν για την αξιολόγηση της εργασίας μου. Ευχαριστώ ακόμη τους ανθρώπους του ελαιοτριβείου Βίο Kotrotsis που μου δώσανε την ευκαιρία να αναπτύξω το σύστημα αυτοματισμού της διπλωματικής μου εργασίας.

Είναι πραγματικά τιμή μου που είχα την ευκαιρία να φοιτήσω στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, η εμπειρία αυτή με βοήθησε στην περαιτέρω εξέλιξη των γνώσεων μου και στην ανάπτυξη νέων δεξιοτήτων.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στην ανάπτυξη μιας προηγμένης εφαρμογής που ενσωματώνει την Νεφοϋπολογιστική και το Διαδίκτυο των Αντικειμένων για την παρακολούθηση και αυτοματοποίηση των διαδικασιών παραγωγής Ελαιολάδου. Βασική λειτουργία του συστήματος είναι η συνεχής μέτρηση της θερμοκρασίας σε διάφορα στάδια της παραγωγής προσφέροντας αξιόπιστα δεδομένα που επιβεβαιώνουν την ποιότητα του παραγόμενου Ελαιολάδου με βάση προδιαγραφές ορισμένες από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση αισθητήρων θερμοκρασίας DS18B20 που συλλέγουν τις θερμοκρασίες και ενός Μικροελεγκτή Arduino ESP8266 που με την χρήση του Mosquitto protocol (MQTT) κοινοποιεί τα δεδομένα στο Διαδίκτυο σε πραγματικό χρόνο όπου και αποθηκεύονται στο Νέφος. Επιπλέον δημιουργείται διεπαφή χρήστη που προβάλλει τις μετρήσεις των θερμοκρασιών σε πραγματικό χρόνο, με σκοπό την διασφάλιση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος.

Το έργο αυτό στοχεύει να αναδείξει τον τρόπο με τον οποίο οι τεχνολογίες IOT και Νεφοϋπολογιστική μπορούν να συνδυαστούν για την βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας και την επίτευξη ποιότητας και αξιοπιστίας.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

IOT, Νεφοϋπολογιστική, Arduino, Αισθητήρες

ABSTRACT

This thesis focuses on the development of an advanced application that integrates Cloud Computing and the Internet of Thing for monitoring and automating Olive Oil production processes. The main functionality of the system is the continuous measurement of temperatures at various stages of the production while providing reliable data that confirms and reassures the quality of the produced Olive Oil based on specifications defined by the European Union. This is achieved by using DS18B20 temperature sensors that collect temperatures and an Arduino Chip ESP8266 that using the Mosquitto protocol (MQTT) communicates the data to the Internet in real time where they are stored in the Cloud. Furthermore, a user interface is created that displays the temperature measurements in real time to ensure the quality of the produced product.

This project aims to demonstrate how IOT and Cloud technologies can be combined to improve the production processes and achieve quality and reliability.

KEY WORDS

IOT, Arduino, Sensors, Cloud computing

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κατάλογος Εικόνων	9
Πίνακας Συντομογραφιών.....	10
1. Εισαγωγή.....	11
1.1 Ορισμός Προβλήματος: Απαιτήσεις της ΕΕ για την ποιότητα του Ελαιολάδου	11
1.2 Σκοπός Διπλωματικής.....	13
1.3 Κίνητρα για την επιλογή του θέματος.....	13
1.4 Δομή διατριβής.....	14
2. Σχετικά Έργα	15
3. Θεωρητικό Υπόβαθρο	17
3.1 Διαδίκτυο των Αντικειμένων	17
3.1.1 Η Ιστορία του IoT.....	17
3.1.2 Πώς λειτουργεί ένα σύστημα IoT;.....	18
3.1.3 Τα οφέλη του IoT.....	19
3.2 Arduino	21
3.2.1 Η Ιστορία του Arduino	21
3.2.2 Περιοχές Εφαρμογής του Arduino.....	22
3.2.3 Πλεονεκτήματα.....	23
3.3 Νεφροϋπολογιστική	24
3.3.1 Η Ιστορία της Νεφροϋπολογιστικής.....	24
3.3.2 Το αντίκτυπο.....	25
3.3.3 Ευκαιρίες.....	25
3.3.4 Προκλήσεις της τεχνολογίας	26
4. Διαμόρφωση του Συστήματος.....	28
4.1 Ορισμός Μικροελεγκτή και των αισθητήρων	28
4.1 Επιλογή των εργαλείων και πρωτοκόλλων επικοινωνίας για την μεταφορά και αποθήκευση δεδομένων.....	29
4.3 Σχεδίαση του συστήματος.....	32
5. Υλοποίηση του συστήματος.....	33

5.1	Σύνδεση των αισθητήρων με τον Μικροελεγκτή	33
5.2	Προγραμματισμός του ESP8266.....	34
5.2.1	Καταγραφή θερμοκρασιών	34
5.2.2	Σύνδεση στο τοπικό Δίκτυο	36
5.2.3	Χρήση του πρωτοκόλλου MQTT για την επικοινωνία με το Νέφος.....	36
5.3	Χρήση του εργαλείου Node-RED.....	38
5.3.1	Παραλαβή των θερμοκρασιών μέσω πρωτοκόλλου MQTT.....	38
5.3.2	Εποπτεία θερμοκρασιών και έλεγχος των τιμών.....	39
5.3.3	Αναπαράσταση των πληροφοριών σε μια φιλική για τον χρήστη διεπαφή.....	40
5.3.4	Αποστολή των δεδομένων σε βάση δεδομένων φιλοξενημένη στο Νέφος	43
6.	Εφαρμογή στον Χώρο του Ελαιοτριβείου	46
6.1	Σύνδεση Μικροελεγκτή και Σχεδιασμός προστατευτικής θήκης.....	46
6.2	Τοποθέτηση στο Ελαιοτριβείο	48
6.3	Εφαρμογή της Διεπαφής χρήστη στο ελαιοτριβείο	50
6.4	Ειδοποίηση ανεπιθύμητων θερμοκρασιών μέσω e-mail.....	52
6.5	Συλλογή των θερμοκρασιών στη βάση δεδομένων	53
7.	Μελλοντικές επεκτάσεις.....	55
7.1	Ενίσχυση της Κάλυψης των Αισθητήρων	55
7.2	Επέκταση των Λειτουργιών του Συστήματος.....	55
7.3	Σύστημα παρακολούθησης υγρασίας.....	55
8.	Συμπεράσματα.....	57
	ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	58

Κατάλογος Εικόνων

ΕΙΚΟΝΑ 1 ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ	11
ΕΙΚΟΝΑ 2 ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ	17
ΕΙΚΟΝΑ 3 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΒΑΣΙΚΩΝ ΠΥΛΩΝΩΝ ΤΟΥ ΙΟΤ	19
ΕΙΚΟΝΑ 4 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΩΝ ARDUINO BOARD ΚΑΙ ARDUINO IDE	21
ΕΙΚΟΝΑ 5 ΣΧΕΔΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΝΕΦΟΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ	24
ΕΙΚΟΝΑ 6 ΒΑΣΙΚΑ ΕΜΠΟΔΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗΣ ΥΙΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΗΣ ΝΕΦΟΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ	26
ΕΙΚΟΝΑ 7 MICROCHIP ESP8266	28
ΕΙΚΟΝΑ 8 SENSOR DS18B20	28
ΕΙΚΟΝΑ 9 ΑΠΕΙΚΟΝΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕΣΩ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ MQTT	30
ΕΙΚΟΝΑ 10 ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΩΝ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	32
ΕΙΚΟΝΑ 11 ΣΥΝΔΕΣΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ ΣΤΗΝ ΠΛΑΚΕΤΑ	33
ΕΙΚΟΝΑ 12 ΔΗΛΩΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΥΝΔΕΣΗΣ MQTT ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ NODE-RED	38
ΕΙΚΟΝΑ 13 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΚΟΜΒΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΟΠΤΕΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ	39
ΕΙΚΟΝΑ 14 ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΟΜΒΟΥ EMAIL	40
ΕΙΚΟΝΑ 15 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΜΒΟΥ ΑΠΟΣΤΟΛΗΣ EMAIL	40
ΕΙΚΟΝΑ 16 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ UI	41
ΕΙΚΟΝΑ 17 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ UI ΜΕ ΧΡΟΝΟΜΕΤΡΑ	42
ΕΙΚΟΝΑ 18 ΚΟΜΒΟΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	43
ΕΙΚΟΝΑ 19 ΑΠΟΣΤΟΛΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗΝ ΒΑΣΗ ΓΙΑ 6 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	45
ΕΙΚΟΝΑ 20 3D ΣΧΕΔΙΟ ΘΗΚΗΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	46
ΕΙΚΟΝΑ 21 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΗ ΘΗΚΗ	46
ΕΙΚΟΝΑ 22 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΘΕΡΜΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΜΕ ΣΙΛΙΚΟΝΗ	47
ΕΙΚΟΝΑ 23 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΟΥ	48
ΕΙΚΟΝΑ 24 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΣΥΛΛΕΓΟΥΝ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	49
ΕΙΚΟΝΑ 25 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΑΝΑΠΑΡΙΣΤΑ ΤΙΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΤΗ ΔΙΕΠΑΦΗ ΧΡΗΣΤΗ ΜΕΣΩ ΤΑΜΠΛΕΤ ΠΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΗΘΗΚΕ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ	50
ΕΙΚΟΝΑ 26 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΑΝΑΠΑΡΙΣΤΑ ΤΙΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΤΗ ΔΙΕΠΑΦΗ ΧΡΗΣΤΗ ΜΕΣΩ ΤΑΜΠΛΕΤ ΠΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΘΗΚΕ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΕΙΚΟΝΑ 2	51
ΕΙΚΟΝΑ 27 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕΣΩ EMAIL	52
ΕΙΚΟΝΑ 28 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕΣΩ EMAIL ΕΙΚΟΝΑ 2	52
ΕΙΚΟΝΑ 29 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ ΣΤΗΝ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	53
ΕΙΚΟΝΑ 30 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ ΣΤΗΝ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΡΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ..	54
ΕΙΚΟΝΑ 31 ΣΧΕΔΙΟ ΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΟΥ ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΑΝΑΠΤΥΞΟΥΝ ΤΟ ΠΑΡΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑ	56

Πίνακας Συντομογραφιών

Συντομογραφία	Περιγραφή
IoT	Internet of Things
IDE	Integrated Development Environment
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
EE	Ευρωπαϊκή Ένωση
TCP	Transmission Control Protocol
CC	Cloud Computing
RFID	Radio-Frequency Identification
UI	User Interface
OS	Operating System
CSP	Cloud Service Provider
CEO	Chief Executive Officer
NIST	National Institute of Standards and Technology
IT	Information Technology
IP	Internet Protocol
JSON	JavaScript Object Notation
API	Application Programming Interface
URL	Uniform Resource Locator

1. Εισαγωγή

1.1 Ορισμός Προβλήματος: Απαιτήσεις της ΕΕ για την ποιότητα του Ελαιολάδου

Η Ελλάδα κατέχει την Τρίτη θέση στην παραγωγή ελαιολάδου από τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, που σημαίνει ότι αυτός ο τομέας της Γεωργίας είναι ιδιαίτερα σημαντικός για το εμπόριο της χώρας. Στις 20 Μαΐου του 2020 η Ε.Ε. ανακοίνωσε σχέδια για το πρόγραμμα Farm-To-Fork με στόχο να καταστήσει τα συστήματα τροφίμων δίκαια, υγιεινά και φιλικά προς το περιβάλλον. Με αυτήν την ανακοίνωση τέθηκαν προδιαγραφές για την ποιότητα των τροφών, επομένως οι γεωργοί και καλλιεργητές ζητούνται να υιοθετήσουν μεθόδους εξασφάλισης των προδιαγραφών αυτών ώστε να επιβεβαιώσουν την ποιότητα της παραγωγής τους.

Το ελαιόλαδο με βάση τον κανονισμό της Ευρωπαϊκής Επιτροπής [1] ορίζεται στις εξής Εννέα Κατηγορίες ελαιολάδου:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΕΛΑΙΟΛΑΔΩΝ

Κατηγορία	Οξύτητα %	Δείκτης υπεροξειδίου περ. O ₂ /kg	mg/kg (*)	Αλειφατικές αλκοόλες qes mg/kg	Κορεσμένα λιπαρά οξέα στη θέση 2 τριγλυκερίδια %	Ερυθροδιόλη % + Ουβαόλη	Τριγλυκερίνη %	Χοληστερόλη %	Βρασεικα-στερόλη %	Καμπι-στερόλη %	Στιγμα-στερόλη %	Β-σιτο-στερόλη % (*)	δ-7 στιγμα-στερόλη %	Σύνολο στερόλες mg/kg
1. Εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο	M 1,0	M 20	M 0,20	M 300	M 1,3	M 4,5	M 0,5	M 0,5	M 0,2	M 4,0	< Camp.	m 93,0	M 0,5	m 1 000
2. Παρθένο ελαιόλαδο	M 2,0	M 20	M 0,20	M 300	M 1,3	M 4,5	M 0,5	M 0,5	M 0,2	M 4,0	< Camp.	m 93,0	M 0,5	m 1 000
3. Κουράντε παρθένο ελαιόλαδο	M 3,3	M 20	M 0,20	M 300	M 1,3	M 4,5	M 0,5	M 0,5	M 0,2	M 4,0	< Camp.	m 93,0	M 0,5	m 1 000
4. Μειονεκτικό παρθένο ελαιόλαδο	> 3,3	> 20	> 0,20	M 400	M 1,3	M 4,5	M 0,5	M 0,5	M 0,2	M 4,0	—	m 93,0	M 0,5	m 1 000
5. Εξυγνισμένο ελαιόλαδο	M 0,5	M 10	M 0,20	M 350	M 1,5	M 4,5	M 0,5	M 0,5	M 0,2	M 4,0	< Camp.	m 93,0	M 0,5	m 1 000
6. Ελαιόλαδο	M 1,5	M 15	M 0,20	M 350	M 1,5	M 4,5	M 0,5	M 0,5	M 0,2	M 4,0	< Camp.	m 93,0	M 0,5	m 1 000
7. Ακάθαρτο πυρηνέλαο	m 2,0	—	—	—	M 1,8	m 12	M 0,5	M 0,5	M 0,2	M 4,0	—	m 93,0	M 0,5	m 2 500
8. Εξυγνισμένο πυρηνέλαο	M 0,5	M 10	M 0,20	—	M 2,0	m 12	M 0,5	M 0,5	M 0,2	M 4,0	< Camp.	m 93,0	M 0,5	m 1 800
9. Πυρηνέλαο	M 1,5	M 15	M 0,20	—	M 2,0	> 4,5	M 0,5	M 0,5	M 0,2	M 4,0	< Camp.	m 93,0	M 0,5	m 1 800

M = μέγιστο
m = ελάχιστο

(*) Συνολικό μέγιστο ανώτατο όριο για τις ενώσεις που ανηγνούνται με ανεγκριτή σύλληψη ηλεκτρονίων. Για τα στοιχεία που ανηγνούνται μεμονωμένα, το ανώτατο όριο είναι 0,10 mg/kg.

(*) (δ-5-23-στιγμασταδιενόλη + Κλεροστερόλη + Σιτοστερόλη + Σιτοστανόλη + 5-24-στιγμασταδιενόλη)

Σημείωση: Άρκει ένα χαρακτηριστικό να είναι εκτός των ενδεικνυόμενων τιμών για να μη θεωρηθεί το έλαιο γνήσιο ή να υποβαθμισθεί.

Στην περίπτωση ελαίων με οξύτητα άνω του 3,3 % εάν μετά από διάβαση μέσω οργάνοξειδίου ο συντελεστής K270 είναι μεγαλύτερος του 0,11, πρέπει να πραγματοποιηθεί η δοκιμή εξυγνισμού που αναφέρεται στο παράρτημα XIII. Προκειμένου να καθοριστεί η γνησιότητά τους, όταν το K270 ξεπερνά το όριο της σχετικής κατηγορίας, πρέπει να πραγματοποιηθεί ένας νέος προσδιορισμός του K270 μετά από διάβαση μέσω οργάνοξειδίου.

Εικόνα 1 Πίνακας κατηγοριών ελαιολάδου

- **Έξτρα παρθένο ελαιόλαδο** είναι η κατηγορία με την υψηλότερη ποιότητα. Η οξύτητά του δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,8%.
- **Παρθένο ελαιόλαδο** μπορεί να έχει κάποια οργανοληπτικά ελαττώματα, αλλά σε πολύ χαμηλό επίπεδο. Η οξύτητά του δεν πρέπει να υπερβαίνει το 2%.
- **Ελαιόλαδο Κουράντε** είναι παρθένο ελαιόλαδο χαμηλότερης ποιότητας με οξύτητα άνω του 2%.

- **Εξευγενισμένο ελαιόλαδο** που δεν προορίζεται για τη λιανική αγορά και έχει βαθμό οξύτητας έως 0,3%.
- **Ελαιόλαδο** που αποτελείται από εξευγενισμένο ελαιόλαδο και παρθένα ελαιόλαδα. Έχει βαθμό οξύτητας έως 1%.
- **Ακάθαρτο πυρηνέλαιο** λαμβάνεται από την υπολειμματική πάστα που προκύπτει μετά την εκχύλιση του ελαιολάδου με μηχανικά μέσα.
- **Εξευγενισμένο πυρηνέλαιο** λαμβάνεται με εξευγενισμό του ακατέργαστου πυρηνέλαιου. Μπορεί να έχει βαθμό οξύτητας έως 0,3%.
- **Πυρηνέλαιο** προκύπτει από την ανάμειξη εξευγενισμένου πυρηνέλαιου με έξτρα παρθένο ή παρθένο ελαιόλαδο και έχει βαθμό οξύτητας έως 1%.

Οι ελαιοπαραγωγοί στοχεύουν στην παραγωγή Έξτρα παρθένου ελαιόλαδου ως το πιο εύγευστο και θρεπτικό ενώ έχει και την υψηλότερη ποιότητα.

Μία μέθοδος παραγωγής Έξτρα παρθένου ελαιόλαδου είναι η παραγωγή **Ψυχρής Έκθλιψης** οπού περίπου το 80% των Ελλήνων ελαιοπαραγωγών επιλεγούν. Με βάση τους κανονισμούς της Ευρωπαϊκής Επιτροπής [2] ένδειξη «Ψυχρής Έκθλιψης» μπορεί να αναγράφεται μόνο για τα έξτρα παρθένα η παρθένα ελαιόλαδα που λαμβάνονται σε θερμοκρασίες κάτω των **27 °C**.

Το Διαδίκτυο των Αντικειμένων (IoT) στη γεωργία αναφέρεται σε ένα δίκτυο στο οποίο τα φυσικά στοιχεία του συστήματος (φυτά και ζώα, εργαλεία παραγωγής, περιβαλλοντικά στοιχεία και διάφορα εικονικά αντικείμενα) συνδέονται στο Διαδίκτυο μέσω της χρήσης εξοπλισμού για τη διαχείριση γεωργικών πληροφοριών βάσει ορισμένων πρωτοκόλλων για την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των διαφόρων στοιχείων [3,4]. Οι αισθητήρες που κατασκευάζονται με τη χρήση νέων τεχνολογιών βασισμένων στο IoT αναπτύσσονται συνεχώς στον γεωργικό τομέα για διάφορους σκοπούς, με γνώμονα την ανάπτυξη του Διαδικτύου, της ψηφιακής τεχνολογίας και της τεχνολογίας των αισθητήρων [5]. Αυτοί οι αισθητήρες, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αναγνώριση ενός ευρέος φάσματος αντικειμένων, παρέχουν ανεκτίμητη βοήθεια στη συλλογή δεδομένων για τη γεωργική παραγωγή [6]. Οι γεωργικές εφαρμογές IoT των βιομηχανικών χωρών γίνονται όλο και πιο αποτελεσματικές, καθώς η τεχνολογία της πληροφορικής εξελίσσεται. Η παρακολούθηση και η έξυπνη διαχείριση μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης για τη μεγιστοποίηση της αξιοποίησης των δεδομένων των αισθητήρων. Όταν χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με γνωστά συστήματα, το Διαδίκτυο των πραγμάτων στη γεωργία βοηθά τους καλλιεργητές να βελτιώσουν την εμπειρία φύτευσης, ενώ παράλληλα πραγματοποιούν ακριβή διαχείριση των καλλιεργειών. Το IoT έχει εφαρμοστεί ευρέως σε πολλά στοιχεία της γεωργικής παραγωγής, συμπεριλαμβανομένης της περιβαλλοντικής παρακολούθησης στην παραγωγή γεωργικών προϊόντων, της άρδευσης γεωργικών εκτάσεων και της ιχνηλασιμότητας της ασφάλειας των προϊόντων. Έχει επίσης χρησιμοποιηθεί στην κτηνιατρική, την υδατοκαλλιέργεια και τη γεωργική φύτευση.

Η Νεφοϋπολογιστική φέρνει επανάσταση στη γεωργική βιομηχανία, προσφέροντας πληθώρα πλεονεκτημάτων και ευκαιριών για τους αγρότες και τους ενδιαφερόμενους φορείς του κλάδου. Αυτή η προσέγγιση συνεργάζεται με το Διαδίκτυο των Αντικειμένων (IoT), αξιοποιώντας αισθητήρες και δεδομένα για να προσφέρει ολοκληρωμένη εικόνα των γεωργικών διαδικασιών.

Μέσω της Νεφοϋπολογιστικής, οι γεωργοί μπορούν να αξιολογήσουν πιο αποτελεσματικά τις καλλιέργειές τους, λαμβάνοντας υπόψη δεδομένα από την παραγωγή, το έδαφος, τις καιρικές συνθήκες και την υγεία των φυτών. Αυτή η τεχνολογική προσέγγιση επιτρέπει τη βελτιστοποίηση των αποδόσεων, μειώνοντας το κόστος και την περιβαλλοντική επίδραση, προσφέροντας παράλληλα ποιοτικά και ποσοτικά βελτιωμένα αγροτικά προϊόντα. Η σύγκλιση αυτών των τεχνολογιών ανοίγει τον δρόμο για έναν πιο έξυπνο και βιώσιμο τρόπο παραγωγής στον τομέα της γεωργίας.

1.2 Σκοπός Διπλωματικής

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα αναπτυχθεί μια τεχνολογική λύση για την παρακολούθηση των θερμοκρασιών ενός ελαιοτριβείου συνδυάζοντας την Νεφοϋπολογιστική με το Δίκτυο των αντικειμένων (IoT). Θα στηθεί ένα σύστημα συλλογής των θερμοκρασιών με χρήση αισθητήρων και ένα Arduino Chip που επικοινωνεί με το διαδίκτυο ώστε να αποστέλλονται τα δεδομένα, να συγκεντρώνονται, να αναλύονται και να εμποτεύονται για ανωμαλίες ή ανεπιθύμητες συμπεριφορές. Ακόμη θα ενταχθούν μέτρα προστασίας και ενημέρωσης ανεπιθύμητων θερμοκρασιών και τα δεδομένα θα αποθηκεύονται στο Νέφος για σκοπούς traceability.

1.3 Κίνητρα για την επιλογή του θέματος

Η επιλογή του θέματος αυτής της διπλωματικής πηγάζει κυρίως από προσωπικό ενθουσιασμό για την τεχνολογία της αυτοματοποίησης αλλά και ενδιαφέρον για τους τομείς της γεωργίας που θα μπορούσαν να ωφεληθούν από την ραγδαία ανάπτυξη της πληροφορικής. Έχοντας έρθει κοντά με τους κλάδους αυτούς στο παρελθόν επέλεξα το παρόν θέμα ως πρόκληση για την βελτίωση της διαδικασίας της παραγωγής. Κατά την εμπειρία αυτή ανακάλυψα τη σημασία της εφαρμογής προηγμένων τεχνολογιών στις αγροτικές διαδικασίες, όπως τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει το ελαιοτριβείο με θέματα διατήρησης των προδιαγραφών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στόχος μου είναι λοιπόν, όχι μόνο να επιτύχω στην ακαδημαϊκή μου εργασία, αλλά και να συνεισφέρω στη βελτίωση της βιωσιμότητας και της αποτελεσματικότητας στην αγροτική παραγωγή. Με αυτήν την προοπτική, αναλύω πώς η παρούσα διπλωματική εργασία συνδυάζει το πάθος μου για την τεχνολογία και με σκοπό την επίλυση πρακτικών προβλημάτων στον τομέα της γεωργίας.

1.4 Δομή διατριβής

Στο κεφάλαιο 2 γίνονται αναφορές σε προηγούμενα έργα, εφαρμογές και έρευνες πάνω στις τεχνολογίες του Διαδικτύου των Αντικειμένων και της Νεφοϋπολογιστικής στο χώρο της γεωργίας, αναλύονται τα βασικά συμπεράσματα αυτών, τα βασικά προβλήματα που αντιμετώπισαν και τα αποτελέσματα που επιτεύχθηκαν.

Στη συνέχεια στο κεφάλαιο 3 γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση των τεχνολογιών , IoT, Android και Cloud , ενώ αναφέρονται η Ιστορία των τεχνολογιών αυτών, βασικά στοιχεία λειτουργίας αυτών, οφέλη προς την καθημερινότητα αλλά και για την παρούσα διπλωματική.

Το κεφάλαιο 4 κάνει θεωρητική εισαγωγή των εξαρτημάτων Software/Hardware που θα αποτελούν το σύστημα της διπλωματικής εργασίας, εισάγει τον αναγνώστη στα χαρακτηριστικά αυτών των εξαρτημάτων και ενημερώνει για τα πλεονεκτήματα που παρέχουν όσο και για τις συχνές εφαρμογές τους. Το κεφάλαιο αυτό προσφέρει μια συνολική εικόνα του πως θα λειτουργήσει το τελικό σύστημα.

Στο κεφάλαιο 5 έχοντας τις γνώσεις για τα εξαρτήματα, υλοποιείται το σύστημα. Αναφέρεται στη τεχνική φύση της εργασίας αυτής καθώς και αναλύονται οι συνδέσεις που πραγματοποιηθήκανε, ο κώδικας που υλοποιήθηκε και χρησιμοποιήθηκε όπως ακόμα η οργάνωση των εργαλείων αυτών για να συνεργαστούν και να επικοινωνούν αρμονικά.

Στη συνέχεια το κεφάλαιο 6 αφού έχει αναλυθεί η επιλογή των εξαρτημάτων και έχει προηγηθεί η υλοποίηση του, εξετάζει την εφαρμογή του συστήματος στον χώρο του ελαιοτριβείου. Αναλύονται οι κινήσεις που γίνανε για την εγκατάσταση, οι μετρήσεις και οι έλεγχοι για την διασφάλιση της σωστής χρήσης των λειτουργιών συλλογής δεδομένων όσο και της επεξεργασίας αυτών των δεδομένων. Παρουσιάζονται εικόνες από τα επιτυχή αποτελέσματα του έργου σε κάθε βήμα.

Το κεφάλαιο 7 εξετάζει μελλοντικές επεκτάσεις της διπλωματικής, αναλύει νέους στόχους που δημιουργήθηκαν κατά τον χρόνο εργασίας πάνω σε αυτήν, ενώ και ανάγκες που υπάρχουν στον τομέα της γεωργίας που χρειάζονται έξυπνες λύσεις από την συνεχή ανερχόμενη τεχνολογία

Τέλος το κεφάλαιο 8 αναφέρει τα συμπεράσματα από την ανάπτυξης της εφαρμογής αυτής και από την προσπάθεια ενίσχυσης του χώρου της παραγωγής ελαιολάδου με την χρήση των τεχνολογιών Νεφοϋπολογιστικής και IOT.

2. Σχετικά Έργα

Έχουν γίνει αρκετές μελέτες σχετικά με τη χρήση του IoT στη βιομηχανία ελαιολάδου. Σε μια μελέτη [7], οι συγγραφείς εξέτασαν τη χρήση ενός πλαισίου βασισμένου σε IoT Block Chain για την πιστοποίηση της αλυσίδας εφοδιασμού έξτρα παρθένου ελαιολάδου. Οι συγγραφείς ανέπτυξαν ένα σύστημα βασισμένο στο Block Chain για την ιχνηλασιμότητα και την πιστοποίηση της αλυσίδας εφοδιασμού έξτρα παρθένου ελαιολάδου.

Σε μια άλλη μελέτη [8], οι συγγραφείς μελέτησαν τη σχέση μεταξύ του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος και της χρήσης μιας Block-Chain στη βιομηχανία ελαιολάδου. Διαπίστωσαν ότι η χρήση block chain σε συνδυασμό με συσκευές IoT θα μπορούσε να βελτιώσει σημαντικά την ορατότητα και να αποφύγει την απάτη στην ποιότητα του ελαιολάδου, γεγονός που οδήγησε σε ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στον κλάδο. Στο [9], οι συγγραφείς παρουσίασαν ένα σύστημα ιχνηλασιμότητας πολλαπλών αισθητήρων με χρήση του IoT. Στόχος των συγγραφέων ήταν να καταστεί δυνατή η εφαρμογή ενός συστήματος εφοδιαστικής αλυσίδας στον κλάδο, το οποίο θα επέτρεπε την παρακολούθηση της διαδρομής του ελαιολάδου από τον παραγωγό στον πελάτη μέσω του ελαιοτριβείου. Στο [10], οι συγγραφείς επικεντρώθηκαν στην ιχνηλασιμότητα στην αλυσίδα παραγωγής ελαιολάδου και στους δείκτες της ποιότητάς του, καθώς και στους δείκτες περιβαλλοντικής και κοινωνικής βιωσιμότητας. Χρησιμοποίησαν έξυπνα συμβόλαια και τεχνολογία Block-Chain για την επίλυση αυτού του ζητήματος.

Η τεχνολογία νέφους εισέρχεται επίσης στον γεωργικό τομέα, ιδίως στον τομέα της γεωργίας ακριβείας. Σε μια μελέτη των Raano Ojanen et al και Kari Minkkinen [11] διερευνήθηκε η ενσωμάτωση του IoT και των πλατφόρμων που βασίζονται στο νέφος για την παρακολούθηση περιβαλλοντικών παραμέτρων στην έξυπνη γεωργία. Το σύστημα χρησιμοποίησε διάφορους αισθητήρες για τη συλλογή περιβαλλοντικών δεδομένων, όπως η υγρασία, η θερμοκρασία, η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα και η ένταση του φωτός, τα οποία στη συνέχεια διαβιβάστηκαν σε έναν διακομιστή νέφους μέσω πρωτοκόλλου TCP. Η προσέγγιση αυτή όχι μόνο επέτρεψε την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, αλλά διευκόλυνε επίσης την ανάλυση και την αποθήκευση των συλλεχθέντων δεδομένων στο σύννεφο. Επιπλέον, το άρθρο [12] παρουσίασε ένα πλαίσιο IoT με βάση τη Νεφοϋπολογιστική για τη γεωργία ελέγχων ακριβείας χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο MQTT. Το σύστημα χρησιμοποίησε αισθητήρες για τη συλλογή δεδομένων που σχετίζονται με την υγρασία του εδάφους, τη θερμοκρασία, την υγρασία και την ένταση του φωτός και στη συνέχεια διαβίβασε τα δεδομένα αυτά σε έναν διακομιστή MQTT μέσω ενός πελάτη πλατφόρμας Cloud. Ο διακομιστής της πλατφόρμας νέφους επεξεργάστηκε και αποθήκευσε τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, επιτρέποντας στους αγρότες να έχουν πρόσβαση και να αναλύουν τις πληροφορίες εξ αποστάσεως, βελτιώνοντας έτσι τη λήψη αποφάσεων στις γεωργικές εργασίες.

Τα αυτόνομα γεωργικά συστήματα αποτελούν μια πολλά υποσχόμενη λύση για τη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ της έλλειψης εργατικού δυναμικού για γεωργικές εργασίες και των συνεχών αναγκών για αύξηση της παραγωγικότητας στη γεωργία. Ο Zhao [13] προτείνει ένα σύστημα χαρτογράφησης και πλοήγησης σε επίπεδο εδάφους που βασίζεται στην τεχνολογία όρασης υπολογιστών και στο Διαδίκτυο των Αντικειμένων, για τη δημιουργία ενός

τρισεδιάστατου χάρτη αγροκτήματος. Η παρακολούθηση του εδάφους σε συνδυασμό με την τεχνολογία Internet of Things (IoT) βοηθά στην ενίσχυση της γεωργίας αυξάνοντας την απόδοση μέσω της μέτρησης των ακριβών χαρακτηριστικών του εδάφους, όπως η υγρασία, η θερμοκρασία, η υγρασία, το PH και η περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά/γονιμότητα.

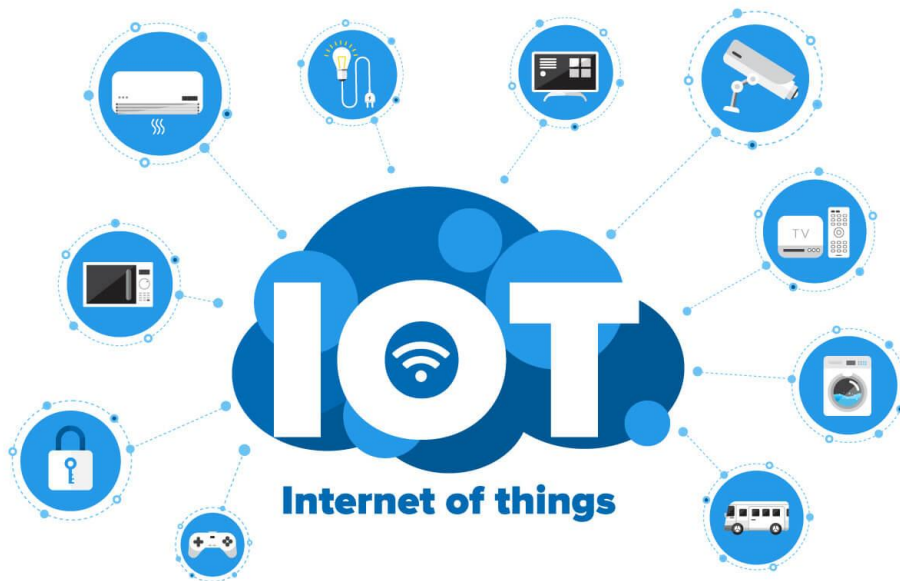
Με κίνητρο την επίτευξη ενός βιώσιμου κόσμου [14] συζητούν διάφορες τεχνολογίες και ζητήματα σχετικά με το πράσινο υπολογιστικό νέφος και το πράσινο Διαδίκτυο των Αντικειμένων, συνεχίζει περαιτέρω τη συζήτηση με τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας των δύο τεχνικών (CC και IoT) σε συνδυασμό στη γεωργία και τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης.

Οι μελέτες αυτές καταδεικνύουν τις δυνατότητες της τεχνολογίας νέφους στη γεωργία, αναδεικνύοντας την ικανότητά της να επιτρέπει την παρακολούθηση, την αποθήκευση και την ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, συμβάλλοντας τελικά στην ενίσχυση της παραγωγικότητας και της βιωσιμότητας στον γεωργικό τομέα. Η τεχνολογία αυτή διευκολύνει τη γεωργική παραγωγή, βελτιστοποιώντας τη χρήση των πόρων, ελαχιστοποιώντας τα απόβλητα και βελτιώνοντας τη συνολική παραγωγικότητα. Η αυτοματοποίηση εργασιών μπορεί να μειώσει τη χειρωνακτική εργασία, προσφέροντας έτσι χρόνο στους γεωργούς να φροντίσουν τους τομείς της παραγωγής που δεν έχουν αυτοματοποιηθεί. Ενώ ακόμη βοηθάει με το πρόβλημα έλλειψης εργατών, επιτρέποντας σε αυτούς να επικεντρωθούν σε εργασίες που απαιτούν την ανθρώπινη παρουσία.

3. Θεωρητικό Υπόβαθρο

3.1 Διαδίκτυο των Αντικειμένων

Το Διαδίκτυο των Αντικειμένων γνωστό και ως IoT (Internet of Things) αναφέρεται σε ένα δίκτυο φυσικών συσκευών που διαθέτουν αισθητήρες, λογισμικό και συνδεσιμότητα στο δίκτυο που τους επιτρέπει να συλλέγουν και να μοιράζονται δεδομένα. [15]



Εικόνα 2 Αναπαράσταση της τεχνολογίας Διαδικτύου των Αντικειμένων

3.1.1 Η Ιστορία του IoT

Η ιδέα των συνδεδεμένων συσκευών υπάρχει εδώ και δεκαετίες, τουλάχιστον από τη δεκαετία του '70. Πολλά μυθιστορήματα επιστημονικής φαντασίας από τη δεκαετία του '70 και του '80 έχουν εξερευνήσει αυτήν την ιδέα.

Ο πραγματικός όρος "Internet of Things", επινοήθηκε το 1999 από τον Kevin Ashton. Ο Ashton χρησιμοποίησε τον όρο "Internet of Things" ως τίτλο της παρουσίασής του σχετικά με το RFID. [16]

Ωστόσο, ήταν η διάσημη εταιρεία ερευνών αγοράς Gartner που αναβίωσε τον όρο "Internet of Things" στην ετήσια έκθεση Hype Cycle for Emerging Technologies του 2011. Ενώ από το 2014 και το 2015, το IoT δεν είναι πλέον μια απλή έννοια, αλλά μια καθημερινή πραγματικότητα με μια πληθώρα προσιτών έξυπνων συσκευών.

3.1.2 Πώς λειτουργεί ένα σύστημα IoT;

Στο IoT (Διαδίκτυο των Αντικειμένων) συσκευές/αντικείμενα επικοινωνούν με άλλες συσκευές όπως Αισθητήρες, Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές, Smartphones, Κάμερες ασφαλείας και άλλες έξυπνες συσκευές, κάνοντας έτσι ένα δίκτυο ανταλλαγής δεδομένων και εκτέλεσης απομακρυσμένων εντολών. [17]

Με άλλα λόγια, το IOT είναι μια ομάδα αντικειμένων που συνδέονται σε ένα κοινό δίκτυο με σκοπό να ανταλλάσσουν δεδομένα. Κάθε επιτυχημένο σύστημα IOT στηρίζεται σε τέσσερις πυλώνες. Αυτοί είναι:

1. Συσκευή συλλογής δεδομένων

Το πρώτο βήμα για τη λειτουργία ενός συστήματος IOT είναι η συλλογή δεδομένων. Οι συσκευές συλλογής δεδομένων, πρόκεινται για αντικείμενα όπως αισθητήρες, smartphones, GPS trackers και άλλες συσκευές που συλλέγουν δεδομένα και είναι σε θέση να τα αποστείλουν.

2. Συνδεσιμότητα στο Νέφος

Η συνδεσιμότητα είναι αναμφισβήτητα το πιο σημαντικό στοιχείο κάθε συστήματος IOT καθώς χωρίς αυτήν δεν μπορούμε να έχουμε ένα “Δίκτυο Αντικειμένων”. Συνεπώς χωρίς σύνδεση στο Νέφος (Internet) δεν υπάρχει IOT.

Αφού λοιπόν καταγραφούν τα δεδομένα, σειρά έχει η αποστολή τους στο Νέφος. Η αποστολή αυτών μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους όπως μέσω δικτύου κινητής τηλεφωνίας, Bluetooth ή Wi-Fi. Πρωτόκολλα όπως το MQTT έχουν δημιουργηθεί για να εξυπηρετήσουν αυτούς τους σκοπούς.

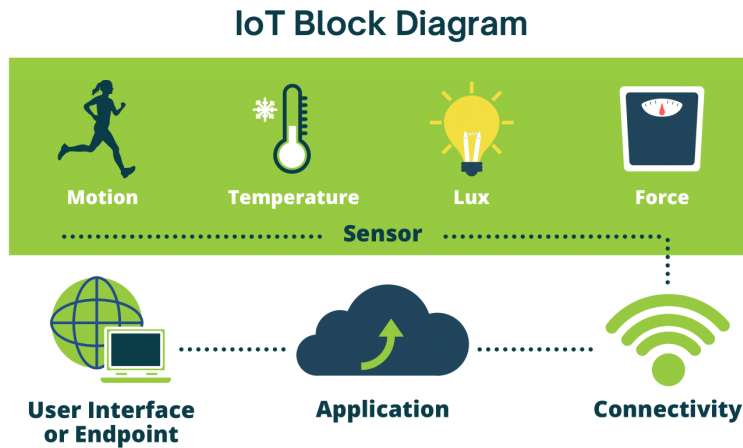
3. Λογισμικό επεξεργασίας/διαχείρισης δεδομένων

Έπειτα από την μεταφορά των δεδομένων στο Νέφος με την επιλογή μέσου Συνδεσιμότητας, το λογισμικό του συστήματος είναι υπεύθυνο για την ανάλυση και επεξεργασίας τους ανάλογα με τις ανάγκες αυτού, ενώ ανάλογα με την εφαρμογή, το λογισμικό μπορεί να λαμβάνει ή να μην λαμβάνει αποφάσεις από μόνο του. Εναλλακτικά, το λογισμικό μπορεί να παρέχει πληροφορίες μόνο σε έναν ανθρώπινο χρήστη μέσω κάποιας μορφής διεπαφής χρήστη.

4. Διεπαφή Χρήστη (UI)

Η διεπαφή χρήστη δημιουργείται για να παρέχει σε έναν διαχειριστή του συστήματος, υπεύθυνο για την επιλογή των κινήσεων, εικόνα στα δεδομένα που συλλέγονται. Η διεπαφή σχεδιάζεται με έμφαση στην απλότητα, ενώ παρουσιάζονται όλα τα δεδομένα.

Ακόμη και αν το σύστημα είναι πλήρως αυτοματοποιημένο, το σύστημα πρέπει επίσης να μπορεί να παρέχει πληροφορίες στον χρήστη.



Εικόνα 3 Διάγραμμα βασικών πωλώνων του IOT

3.1.3 Τα οφέλη του IoT

Το Διαδίκτυο των Αντικειμένων προσφέρει πολυάριθμα οφέλη τόσο για τα ατομική όσο και για εταιρική χρήση. Πιο συγκεκριμένα, αυτά τα θετικά αποτελέσματα ανήκουν σε δύο βασικά οφέλη:

- **Συνδεσιμότητα:** επικοινωνία και συνεργασία μεταξύ των συσκευών. Αυτό επιτρέπει ευκολότερη πρόσβαση σε πληροφορίες, καθώς και τη δυνατότητα ελέγχου των συσκευών εξ αποστάσεως.
- **Αυτοματοποίηση:** επιτρέποντας στις συσκευές και τους αισθητήρες να επικοινωνούν μεταξύ τους, μπορούμε να τους επιτρέψουμε να ελέγχουν ο ένας τον άλλον χωρίς ανθρώπινη επίβλεψη και παρέμβαση.

Στη συνέχεια, αυτά τα δύο οφέλη, με τη σειρά τους προκαλούν άλλα θετικά αποτελέσματα όπως:

- **Βελτίωση της παραγωγικότητας και της αποδοτικότητας:** αυτοματοποίηση απλών και επαναλαμβανόμενων εργασιών, απελευθερώνοντας το ανθρώπινο δυναμικό από αυτές τις εργασίες για την εκτέλεση άλλων βασικών εργασιών της αρμοδιότητάς τους.

- **Αποτελεσματικότερη χρήση πόρων:** ένα παράδειγμα μπορεί να είναι ένα αυτόματο σύστημα ποτισμού που όμως να ενημερώνεται για τις καιρικές συνθήκες εξοικονομώντας έτσι από την κατανάλωση νερού όταν βρέχει.
- **Βελτίωση της ασφάλειας του εργασιακού περιβάλλοντος:** ο αυτοματισμός εργασιών με συχνούς τραυματισμούς μπορεί να εξαλείψει αυτούς τους κινδύνους στο χώρο εργασίας. Ενώ ακόμη αυτοματοποιώντας συγκεκριμένες εργασίες μπορεί να διατηρήσει τον εξοπλισμό στη βέλτιστη χρήση τους αποφεύγοντας έτσι βλάβες ή καταστροφές.
- **Διαφάνεια με συνεργαζόμενους φορείς:** έχοντας συστήματα συλλογής δεδομένων επιβεβαιώνει τον σωστό κύκλο εργασιών, εμπνέοντας εμπιστοσύνη από πελάτες ή επενδυτές.

Ο αριθμός των οφελών και των δυνατοτήτων του Διαδικτύου των Αντικειμένων είναι τεράστιος και οι δυνατότητες του έχουν ήδη φανεί καθώς έχει υιοθετηθεί σε διάφορες βιομηχανίες όπως στη Υγεία, στις Μεταφορές και στα Έξυπνα σπίτια. Συχνές εφαρμογές IoT συσκευών είναι η παρακολούθηση θερμοκρασιών, υγρασίας, χρόνων, και κατανάλωσης ενέργειας. Με σωστή χρήση αυτών των δεδομένων εταιρίες μπορούν να βελτιστοποιήσουν τις λειτουργίες τους και να μειώσουν ανωμαλίες. Αυτό κάνει το Διαδίκτυο των Αντικειμένων μια πολύ χρήσιμη τεχνολογία για τον σκοπό αυτής της διπλωματικής εργασίας. [18]

Συνοψίζοντας λοιπόν, το Διαδίκτυο των Αντικειμένων μας επιτρέπει την σύνδεση πολυάριθμων αντικειμένων, επιτρέποντας τη συνδεσιμότητα και τον αυτοματισμό τους σε πραγματικό χρόνο. Αυτός είναι και ο λόγος που έχει γίνει μια από τις πιο σημαντικές τεχνολογίες της τελευταίας δεκαετίας.

3.2 Arduino

Το Arduino είναι μια ηλεκτρονική πλατφόρμα ανοικτού κώδικα που βασίζεται σε εύχρηστο υλικό και λογισμικό. Οι πλακέτες Arduino διαβάζουν εισόδους όπως μια κίνηση σε έναν αισθητήρα ή το πάτημα ενός κουμπιού και τις μετατρέπουν σε έξοδο όπως ανάβοντας ένα LED ή δημοσιεύοντας κάτι στο διαδίκτυο.[19] Αυτές οι διαδικασίες καθορίζονται από κώδικα προγραμματισμένο σε γλώσσα Arduino και στέλνονται στην πλακέτα.

3.2.1 Η Ιστορία του Arduino

Το **Arduino** δημιουργήθηκε το 2003 από μια ομάδα ακαδημαϊκών στο Ινστιτούτο Σχεδιασμού Αλληλεπίδρασης Ivrea στην Ιταλία. Η πλατφόρμα πήρε το όνομά της από ένα μπαρ στην ίδια πόλη όπου οι ακαδημαϊκοί συναντήθηκαν για να συζητήσουν το έργο. Ένας από τους στόχους του έργου ήταν να αφαιρεθεί το εμπόδιο εισόδου για τους φοιτητές που ήθελαν να υλοποιήσουν ιδέες αυτοματισμού αλλά δεν είχαν αρκετούς πόρους για να αγοράσουν ακριβούς ελεγκτές ή γνώσεις για να κατασκευάσουν τις πλακέτες τους.



Εικόνα 4 Απεικόνιση των Arduino Board και Arduino IDE

Μια πλακέτα Arduino επιτρέπει στους χρήστες να πειραματιστούν πάνω σε καινοτόμες ιδέες που επιθυμούν να υλοποιήσουν. Ο ελεγκτής στην πλακέτα Arduino μπορεί να προγραμματιστεί με το Arduino IDE. Στην πραγματικότητα, ο προγραμματισμός με το Arduino σημαίνει επαναπρογραμματισμό αυτού του μικροελεγκτή. Υπάρχουν ενσωματωμένα LED στην πλακέτα, καθώς και ακροδέκτες (pins) στους οποίους μπορούν να συνδεθούν εξωτερικές μονάδες. Ο ενσωματωμένος μικροελεγκτής είναι αυτός που ελέγχει τις λειτουργίες των LED και των αισθητήρων που είναι συνδεδεμένοι στην πλακέτα μέσω των ακροδεκτών της.

3.2.2 Περιοχές Εφαρμογής του Arduino

Το Arduino είναι βασικό χαρακτηριστικό χιλιάδων έργων, από φοιτητές έως επαγγελματίες να το χρησιμοποιούν, ενώ έχει στηθεί μια παγκόσμια κοινότητα που συνεισφέρει συνέχεια στην συλλογή γνώσης και βοήθεια αρχάριων όσο και ειδικών. Λόγω της απλής και προσιτής εμπειρίας χρήσης του, το Arduino μπορεί να χρησιμοποιηθεί από απλά έργα έως πολύπλοκες εφαρμογές. Πιο συγκεκριμένα, οι κυριότερες περιοχές εφαρμογής του Arduino μπορούν να διαιρεθούν σε:

A. Έξυπνα σπίτια

Μια από τις πιο διαδεδομένες εφαρμογές του Arduino είναι τα συστήματα οικιακού αυτοματισμού. Με τις πλακέτες Arduino μπορούμε να ελέγχουμε τις δραστηριότητες του σπιτιού με τα συστήματα ελέγχου, όπως αισθητήρες κίνησης, έλεγχος πρίζας, αισθητήρες θερμοκρασίας, έλεγχος ανεμιστήρων, έλεγχος γκαραζόπορτας, κ.α. Η ευελιξία του Arduino το καθιστά ιδανική επιλογή για τη δημιουργία εξατομικευμένων και προσιτών λύσεων οικιακού αυτοματισμού.[20]

B. Ρομποτική

Το Arduino παίζει ζωτικό ρόλο στο χώρο της ρομποτικής, επιτρέποντας σε ενθουσιώδεις και επαγγελματίες να κατασκευάσουν τα δικά τους ρομπότ. Από απλά ρομπότ που ακολουθούν γραμμές μέχρι σύνθετα ανθρωποειδή μοντέλα, το Arduino παρέχει μια ισχυρή βάση για την εκμάθηση και τον πειραματισμό με έννοιες ρομποτικής.

Γ. Βιομηχανίες

Λόγω του εύκολου περιβάλλοντος προγραμματισμού και των την εύκολη προσαρμογή σε νέες ρυθμίσεις, το Arduino χρησιμοποιείται σε πολλές βιομηχανίες. Οι πλακέτες Arduino είναι χαμηλού κόστους και ευέλικτες εναλλακτικές λύσεις για την προσθήκη απομακρυσμένων ελέγχων και τη λειτουργικότητα παρακολούθησης σε μικρές παλαιά βιομηχανικά συστήματα. Με την ανάπτυξη των ασύρματων τεχνολογιών, όπως το Wi-Fi και οι υπηρεσίες cloud, τα τελευταία χρόνια, τα ασύρματα συστήματα γίνονται συνήθεια στην καθημερινή μας ζωή.

Δ. IoT

Μεταξύ των διαφόρων χρήσεων του Arduino, παίζει επίσης καθοριστικό ρόλο στον τομέα του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT). Η συμβατότητά του με διάφορους αισθητήρες, μονάδες συνδεσιμότητας και υπηρεσίες cloud το καθιστούν ιδανική πλατφόρμα για τη δημιουργία λύσεων IoT. Οι πλακέτες Arduino μπορούν να συλλέγουν δεδομένα από αισθητήρες, να τα επεξεργάζονται και να τα μεταδίδουν στο cloud για ανάλυση και δράση. Η ευελιξία, η προσιτή τιμή και η εκτεταμένη υποστήριξη της κοινότητας το έχουν καταστήσει δημοφιλή επιλογή για την κατασκευή πρωτοτύπων εφαρμογών και την ανάπτυξη του IoT.

3.2.3 Πλεονεκτήματα

Το Arduino χρησιμοποιείται εδώ και χρόνια σε ηλεκτρονικά έργα και είναι η αγαπημένη πλακέτα των αρχάριων στον ηλεκτρονικό κόσμο. Παρατίθενται ορισμένα πλεονεκτήματα του Arduino λόγω των οποίων η πλακέτες αυτές είναι τόσο δημοφιλής.

Βασικά πλεονεκτήματα είναι:

- Φθηνό, οι πλακέτες Arduino έχουν κόστος μικρότερο των 50€ ενώ ξεκινάνε από 5€
- Cross-platform, το λογισμικό μπορεί να τρέξει σε λειτουργικά συστήματα Windows, MacOS, και Linux.
- Τόνοι βιβλιοθηκών, είναι διαθέσιμες για τον έλεγχο εξωτερικών αισθητήρων, μονάδων και κινητήρων. Οι βιβλιοθήκες παρέχουν στον χρήστη ελεύθερα χέρια για να ασχοληθεί με το υλικό και να χειρίζεται δεδομένα εύκολα.
- Απλό και εύχρηστο περιβάλλον προγραμματισμού
- Ενεργή κοινότητα χρηστών, με πολλές διαδικτυακές υποδείξεις διαθέσιμες σε φόρουμ του Arduino.
- Λογισμικό ανοιχτού κώδικα
- Υλικό Ανοιχτού κώδικα

Με αυτά τα χαρακτηριστικά, το Arduino συνεχίζει να είναι μια από τις πιο δημοφιλή επιλογές για την πειραματική ανάπτυξη και υλοποίηση ηλεκτρονικών έργων.

3.3 Νεφοϋπολογιστική

Νεφοϋπολογιστική (cloud computing) ονομάζουμε την on-demand δικτυακή πρόσβαση σε υπολογιστικούς πόρους όπως αποθήκευση δεδομένων, εφαρμογές και διάφορα εργαλεία μέσω διαδικτύου που φιλοξενούνται σε κέντρα δεδομένων κάποιου πάροχου υπηρεσιών νέφους (Cloud Service Provider – CSP), οι οποίοι μπορούν να παρέχονται και να απελευθερώνονται γρήγορα με ελάχιστη προσπάθεια διαχείρισης ή αλληλεπίδραση με τον πάροχο υπηρεσιών. Ο πάροχος διαθέτει αυτούς τους πόρους για ένα χαμηλό κόστος ενώ αυξάνεται ανάλογα με το πλήθος δεδομένων που χρησιμοποιεί ο χρήστης.



Εικόνα 5 Σχέδιο για την απεικόνιση της Νεφοϋπολογιστικής

3.3.1 Η Ιστορία της Νεφοϋπολογιστικής

Η βασική ιδέα πίσω από το cloud computing δεν είναι καινούργια. Ο John McCarthy είχε ήδη οραματιστεί από το 1966 ότι οι υπολογιστικές εγκαταστάσεις θα παρέχονται στο ευρύ κοινό όπως μια υπηρεσία κοινής ωφέλειας.[21]

Ωστόσο, ήταν μετά τον CEO της Google Eric Schmidt που χρησιμοποίησε τη λέξη για να περιγράψει το επιχειρηματικό μοντέλο παροχής υπηρεσιών στο Διαδίκτυο το 2006, ο όρος άρχισε να γίνεται πραγματικά δημοφιλής.

Παρόλα αυτά ο όρος cloud computing δεν είχε κάποιο τυποποιημένο ορισμό, χρησιμοποιήθηκε κυρίως για λόγους μάρκετινγκ και για αυτό στην αγορά υπάρχει σύγχυση όταν αναφερόμαστε σε αυτόν. Με σχεδόν 20 διαφορετικούς ορισμούς να κυκλοφορούν στο διαδίκτυο για να εξηγήσουν

τη σημασία της Νεφοϋπολογιστικής, σε αυτή την διπλωματική εργασία επιλέγεται να χρησιμοποιηθεί ο ορισμός του National Institute of Standards and Technology (NIST):

NIST definition of cloud computing. *Cloud computing is a model for enabling convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g., networks, servers, storage, applications, and services) that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or service provider interaction.* [22]

3.3.2 Το αντίκτυπο

Η εμφάνιση της Νεφοϋπολογιστικής έχει προκαλέσει τεράστιο αντίκτυπο στον κλάδο της τεχνολογίας πληροφοριών τα τελευταία χρόνια. Μεγάλες εταιρείες όπως η Google, η Amazon και η Microsoft προσπαθούν να παρέχουν πιο ισχυρά, αξιόπιστα και οικονομικά αποδοτικές πλατφόρμες νέφους, και οι επιχειρήσεις επιδιώκουν να αναδιαμορφώσουν τα επιχειρηματικά τους μοντέλα για να επωφεληθούν από αυτό το νέο μοντέλο. Πράγματι, η Νεφοϋπολογιστική παρέχει αρκετά συναρπαστικά χαρακτηριστικά που την καθιστούν ελκυστική επιλογή για τις επιχειρήσεις.

Πιο συγκεκριμένα η Νεφοϋπολογιστική προσφέρει τα εξής βασικά χαρακτηριστικά:

- **Μειώνει δραματικά τα κόστη** , απαλλάσσει από την αγορά, εγκατάσταση και διαχείριση υποδομής. Ο χρήστης απλώς νοικιάζει πόρους από το νέφος ανάλογα με τις δικές του ανάγκες και πληρώνει για τη χρήση. Παρέχει σχεδόν άμεση πρόσβαση σε πόρους υλικού, χωρίς προκαταβολικές επενδύσεις κεφαλαίου για τους χρήστες, οδηγώντας σε ταχύτερη είσοδο στην αγορά σε πολλές επιχειρήσεις.
- **Βελτίωση ευελιξίας και χρόνου** , απαλλάσσει τον χρήστη από την αναμονή ημερών παράδοσης υπολογιστικού υλικού και της εγκατάστασής του από προσωπικό IT, ενώ επιτρέπει να θέσει ο χρήστης εξουσιοδοτημένους χρήστες για να εγκαταστήσουν την υποδομή εξ' αποστάσεως.
- **Οικονομική και εύκολη εξέλιξη** , εύκολη εξυπηρέτηση πελατών σε παγκόσμιο επίπεδο αξιοποιώντας το δίκτυο του παρόχου για να διαδοθεί το προϊόν, ενώ ο χρήστης έχει στην διάθεσή του πληθώρα εφαρμογών φτιαγμένες από τις μεγαλύτερες εταιρίες τεχνολογίας παγκοσμίως. [23]

3.3.3 Ευκαιρίες

Στις σημαντικές ευκαιρίες του cloud computing έγκειται η δυνατότητά του να βοηθήσει τις αναπτυσσόμενες χώρες να επωφεληθούν από τα οφέλη της τεχνολογίας της πληροφορίας χωρίς τις σημαντικές προκαταρκτικές επενδύσεις που εμπόδιζαν τις προηγούμενες προσπάθειες. Να επιτρέψει δηλαδή στις κυβερνήσεις και τις τοπικές επιχειρήσεις να επωφεληθούν από την αποτελεσματική χρήση της τεχνολογίας των πληροφοριών.

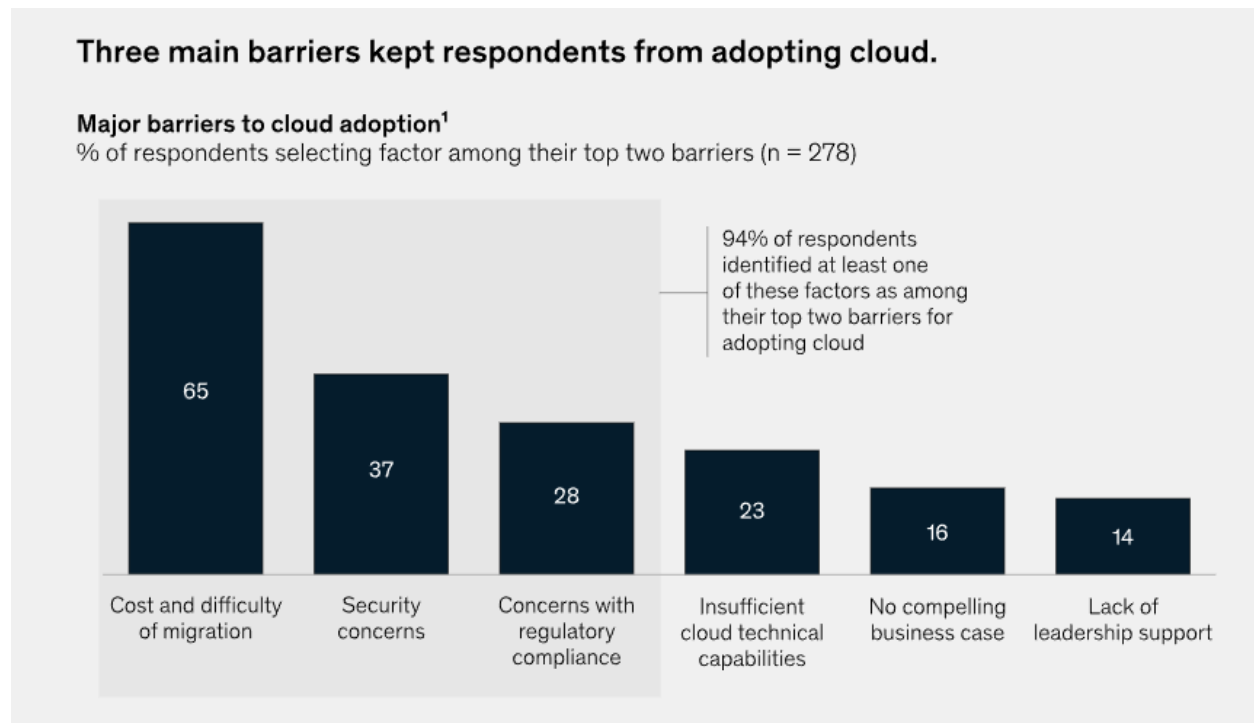
Η υγειονομική περίθαλψη, όπως και κάθε άλλη λειτουργία υπηρεσιών, απαιτεί συνεχή και συστηματική καινοτομία προκειμένου να παραμείνει οικονομικά αποδοτική, αποτελεσματική και έγκαιρη και να παρέχει υπηρεσίες υψηλής ποιότητας. Πολλά στελέχη και εμπειρογνώμονες πιστεύουν ότι η Νεφοϋπολογιστική μπορεί να βελτιώσει την υγειονομική περίθαλψη μειώνοντας

τα έξοδα εκκίνησης νέων επιχειρήσεων υγείας, όπως το hardware, Software, η δικτύωση, το προσωπικό και τα έξοδα εφαρμογών, και ως εκ τούτου να ενθαρρύνουν την υιοθέτησή του. [24]

Ακόμη, η Νεφοϋπολογιστική μπορεί να βοηθήσει στην εξοικονόμηση ενέργειας σε αμέτρητους τομείς. Επιτρέπει την συλλογή και την ανάλυση τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων, βοηθώντας στη κατανόηση των προτύπων κατανάλωσης ενέργειας.

3.3.4 Προκλήσεις της τεχνολογίας

Υπάρχουν πολυάριθμα ζητήματα και ορισμένες νέες προκλήσεις που αναδύονται από τη Νεφοϋπολογιστική που πρέπει να αντιμετωπιστούν σωστά, προκειμένου να υλοποιηθεί το στο μέγιστο βαθμό. Ως εκ τούτου, τα ζητήματα αυτά πρέπει να αντιμετωπιστούν προκειμένου να παρέχονται υπηρεσίες υψηλής ποιότητας στους χρήστες.



Εικόνα 6 Βασικά Εμπόδια κατά της υιοθέτησης της Νεφοϋπολογιστικής

A. Μετάβαση στο Νέφος

Αναφέρεται στη διαδικασία μετακίνησης ψηφιακών περιουσιακών στοιχείων - όπως δεδομένα, εφαρμογές, διαδικασίες πληροφορικής και υπηρεσίες, από ένα κέντρο δεδομένων στις τοπικές εγκαταστάσεις μιας εταιρίας, στις εγκαταστάσεις ενός πάροχου στο νέφος. Η πλοήγηση στο μονοπάτι της μετάβασης στο νέφος περιλαμβάνει την αντιμετώπιση διαφόρων προκλήσεων που μπορεί να επηρεάσουν τη μετάβαση και τη λειτουργική αποδοτικότητα ενός οργανισμού. Οι οργανισμοί συχνά διστάζουν να υιοθετήσουν το νέφος λόγω της θεωρούμενης πολυπλοκότητας

και των δαπανών που συνδέονται με τη μετάβαση στην υπάρχουσα υποδομή, τις εφαρμογές και τα δεδομένα τους. Ως αποτέλεσμα, οι επιχειρήσεις μπορεί να είναι απρόθυμες να υποβληθούν στη διαδικασία μετάβασης, επιλέγοντας να διατηρήσουν τα τοπικά τους συστήματα ή τις παραδοσιακές λύσεις φιλοξενίας, παρά τα επιτακτικά πλεονεκτήματα που προσφέρουν οι υπηρεσίες νέφους όσον αφορά την επεκτασιμότητα, την ευελιξία και την καινοτομία.

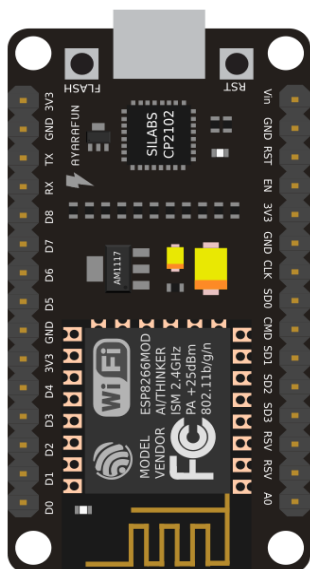
B. Ασφάλεια και απόρρητο

Σύμφωνα με την έρευνα της International Data Corporation (IDC), η ασφάλεια, οι επιδόσεις και η διαθεσιμότητα είναι τα τρία μεγαλύτερα ζητήματα στην υιοθέτηση της Νεφοϋπολογιστικής. Η αποθήκευση δεδομένων, η επεξεργασία και η μετακίνηση δεδομένων εκτός του ελέγχου ενός οργανισμού ενέχει εγγενή κίνδυνο και τον καθιστά ευάλωτο σε διάφορες επιθέσεις. Η Νεφοϋπολογιστική δημιουργεί ανησυχίες για την προστασία της ιδιωτικής ζωής, επειδή οι πάροχοι υπηρεσιών μπορούν να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα που βρίσκονται στο νέφος, τα οποία θα μπορούσαν κατά λάθος ή σκόπιμα να τροποποιηθούν ή ακόμη και να αφαιρεθούν θέτοντας σοβαρά θέματα εμπιστοσύνης σε επιχειρηματικές που μπορεί να μεταβούν σε νομικές συνέπειες.

4. Διαμόρφωση του Συστήματος

Σε αυτό το κεφάλαιο επικεντρώνεται λεπτομερώς η διαμόρφωση του συστήματος για την παρακολούθηση και εποπτεία των θερμοκρασιών ενός ελαιοτριβείου. Αναλύονται πιο συγκεκριμένα τα εξαρτήματα που αποτελούν το σύστημα όπως και τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν για την πρόσβαση στο Διαδίκτυο των Αντικειμένων και την Νεφοϋπολογιστική.

4.1 Ορισμός Μικροελεγκτή και των αισθητήρων



Εικόνα 7 Microchip esp8266

4.1.1 Esp8266 Microchip

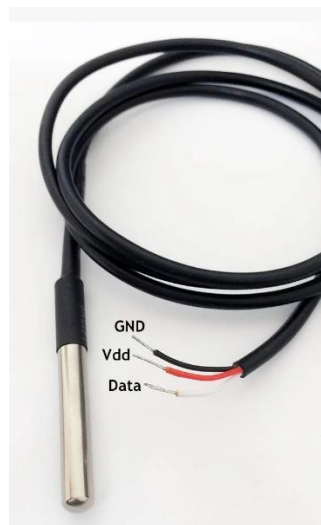
Η παρούσα πλακέτα είναι η επιλογή για το σύστημα που θα διαμορφωθεί λόγω του ενσωματωμένου λογισμικού δικτύωσης όσο και του μικροτσίπ Wi-Fi. Η μονάδα αυτή επιτρέπει την μετάδοση πληροφορίας μέσω του συνδεδεμένου δικτύου που απαλλάσσει από την χρήση καλωδίων και μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιαδήποτε απόσταση επιτρέπει η εμβέλεια του σήματος Wi-Fi.

Το Esp8266 προγραμματίζεται μέσω του Arduino IDE σε γλώσσα προγραμματισμού C++ και αυτό γίνεται μέσω καλωδίου USB ή micro-USB ανάλογα το μοντέλο. Διαθέτει 17 GPIO pins (input/output) για την μετάδοση πληροφορίας στην πλακέτα όμως τα pin GPIO06 έως GPIO11 είναι κατειλημμένα επιτρέποντας συνολικά έξι (6) επικοινωνίες με αισθητήρες. Ακόμη διαθέτει 4 GRND pins και 4 Vin pins. [25]

4.1.2 Αισθητήρας Θερμοκρασίας ds18b20

Αυτός ο ψηφιακός αισθητήρας θερμοκρασίας επιτρέπει την μέτρηση με ακρίβεια θερμοκρασίες σε υγρό περιβάλλον με μια απλή διασύνδεση 1-Wire.

Για την σύνδεση του αισθητήρα χρειάζεται ρεύμα 3.3V και έχει εύρος μέτρησης από -55 ...125°C με ακρίβεια $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Με τον ds18b20 συνήθως απαιτείται μια αντίσταση 4,7Kohm για τη σύνδεση με Arduino Esp8266.



Εικόνα 8 Sensor DS18B20

4.1 Επιλογή των εργαλείων και πρωτοκόλλων επικοινωνίας για την μεταφορά και αποθήκευση δεδομένων

4.2.1 Arduino IDE



Το Arduino IDE είναι ένα περιβάλλον ανάπτυξης λογισμικού που χρησιμοποιείται για τον προγραμματισμό των μικροελεγκτών Arduino. Είναι το μέσο για την εγγραφή, την επεξεργασία και το ανέβασμα του κώδικα στην πλακέτα Arduino περιέχοντας επεξεργαστή κειμένου για τη συγγραφή κώδικα σε γλώσσα C++ , περιοχή μηνυμάτων και πληθώρα εργαλείων κοινών λειτουργειών.[26]

Τα προγράμματα που γράφονται με την χρήση του περιβάλλοντος Arduino IDE ονομάζονται **sketches** και αποθηκεύονται με την επέκταση αρχείου .ino.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα χρησιμοποιηθεί το περιβάλλον Arduino IDE για την ανάπτυξη κώδικα που θα παρέχει στην πλακέτα (ESP8266) τις λειτουργίες :

- a. Συλλογής των δεδομένων (θερμοκρασιών) από τους αισθητήρες με την χρήση μιας επικοινωνίας One Wire Bus.
- b. Σύνδεσης στο Δίκτυο Wi-Fi του ελαιοτριβείου με την χρήση βιβλιοθηκών, για την δυνατότητα μεταφοράς της πληροφορίας ασύρματα.
- c. Χρήση του Mosquitto protocol για το uploading των πληροφοριών σε διακομιστή.

4.2.2 Το πρωτόκολλο MQTT

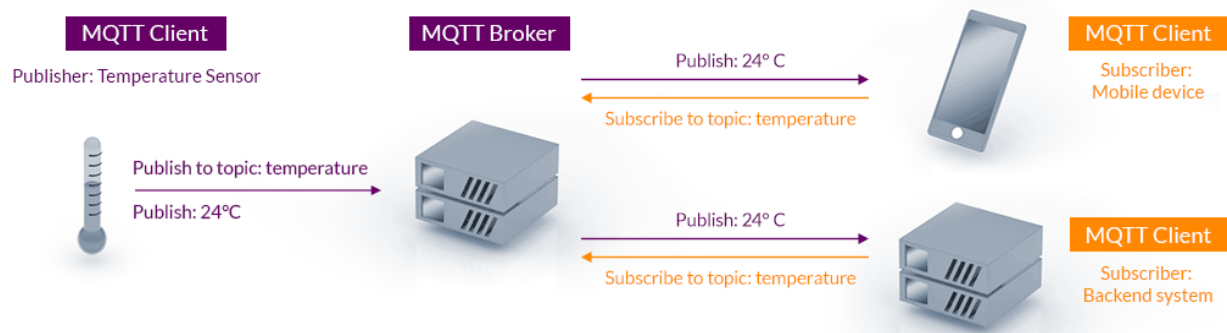


Το MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας **publish / subscribe** που κυκλοφόρησε από την IBM το 1999 και σχεδιάστηκε για συσκευές με περιορισμένους πόρους και αδύναμες συνδέσεις δικτύου, όπως μικροελεγκτές και αισθητήρες, χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο TCP/IP. [27]

Στο μοντέλο publish / subscribe, οι συσκευές ονομάζονται clients και εγγράφονται σε θέματα (topics) όπου μπορούν να δημοσιεύουν (publish) δεδομένα ή να τα λαμβάνουν εάν έχουν εγγραφεί (subscribe) σε αυτά τα topics. Για την επίτευξη αυτού είναι βασική η χρήση ενός MQTT Broker που διαχειρίζεται την επικοινωνία μεταξύ των clients, των topics και των μηνυμάτων που ανταλλάσσονται. [28]

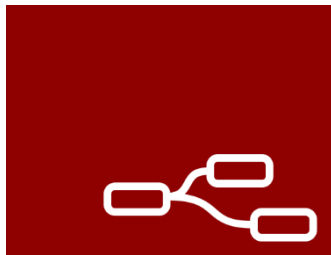
Το MQTT πρωτόκολλο θα χρησιμοποιηθεί για την μεταφορά των πληροφοριών, έπειτα από την συλλογή τους στο Arduino Board, σε έναν broker. Αυτό θα επιτευχθεί κατά την ανάπτυξη του

κώδικα με την δήλωση του διακοσμιτή, τον ορισμό Topics και την δημοσίευση των τιμών των θερμοκρασιών σε αυτά τα Topics.



Εικόνα 9 Απεικόνιση της διαδικασίας μεταφοράς δεδομένων μέσω πρωτοκόλλου MQTT

4.2.3 Node-Red



Το Node-RED είναι ένα flow-based εργαλείο προγραμματισμού για την σύνδεση συσκευών και δικτυακών υπηρεσιών που αναπτύχθηκε από την ομάδα EMS της IBM και βασίζεται στην Node.js. Πρόκειται για ένα εικονικό περιβάλλον διεργασιών που δημιουργεί ροές δεδομένων συνδέοντας υλικό με λογισμικό για την δημιουργία εφαρμογών IOT. [29]

Node-RED

Το Node-RED δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να δημιουργεί συνδυασμούς εργαλείων που αποκαλούνται **nodes**, το κάθε ένα με καθορισμένες λειτουργίες, για την δημιουργία διαδικασιών επεξεργασίας δεδομένων. Αυτό αναπαριστάτε στον χρήστη με γραφικό τρόπο, για την ευκολότερη διαχείριση των διαδικασιών.

Για την διαμόρφωση του συστήματος που επιχειρεί να αναπτύξει η παρούσα διπλωματική άσκηση το Node-RED είναι βασικό εργαλείο, χρησιμοποιώντας την πληθώρα από nodes που προσφέρονται όπως το mqtt:in και mqtt:out για την επίτευξη των σκοπών του συστήματος. Πιο συγκεκριμένα με το Node-RED θα επιτευχθεί:

- a. Η εγγραφή (subscribe) στα topics του mqtt broker όπου δημοσιεύονται (publish) τα δεδομένα των θερμοκρασιών από τον Μικροελεγκτή.
- b. Η δημιουργία ενός User Interface με την χρήση του node-RED Dashboard για την εμφάνιση των δεδομένων και την δυνατότητα για αλληλεπίδραση με τον χρήστη.
- c. Η αναπαράσταση των θερμοκρασιών με γραφικό τρόπο.
- d. Η εποπτεία των επιπέδων των θερμοκρασιών, τοποθετώντας μέτρα πρόληψης και ειδοποίησης ανεπιθύμητων επιπέδων.
- e. Ο σχεδιασμός ενός χρονομέτρου για την καταγραφή χρόνων.
- f. Η δημοσίευση των δεδομένων σε μια real-time βάση δεδομένων στο Νέφος.

4.2.4 Firebase real-time DB



Η Firebase είναι μια υπηρεσία που παρέχεται από την Google για cloud-based λειτουργίες με ένα σύνολο εργαλείων ανάπτυξης που βοηθούν τους προγραμματιστές να δημιουργούν, να αναπτύσσουν και να κλιμακώνουν τις εφαρμογές τους.

Η Realtime Database είναι ένα από τα εργαλεία της Firebase και πιο συγκεκριμένα μια βάση δεδομένων που φιλοξενείται στο cloud. Είναι σχεδιασμένη για να παρέχει σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου μια εύκολη και γρήγορη λύση για την αποθήκευση και συγχρονισμό δεδομένων μεταξύ πολλών

χρηστών ή συσκευών. Τα δεδομένα αποθηκεύονται ως ένα JSON δέντρο δεδομένων και παρέχετε API για την επικοινωνία και την ενημέρωση των δεδομένων.

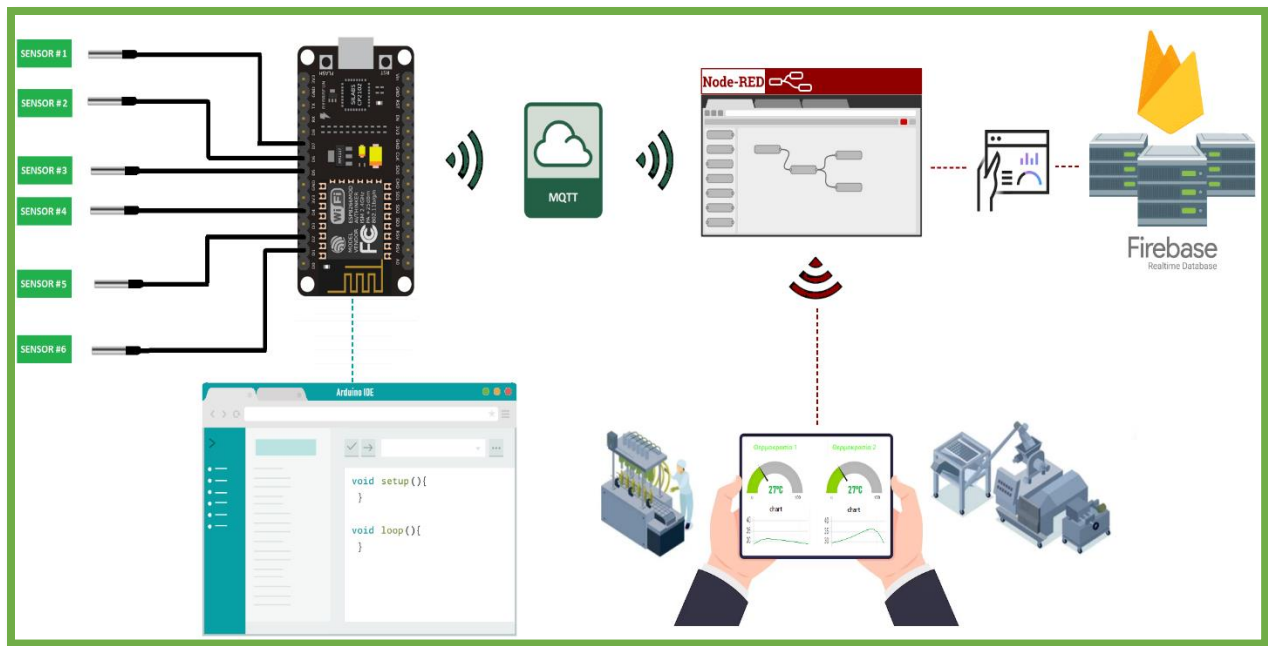
Η βάση δεδομένων θα χρησιμοποιηθεί για την καταγραφή των επιπέδων των θερμοκρασιών που θα αποστέλλονται σε αυτή από το Node-RED κάθε μια ώρα για την δυνατότητα traceability των θερμοκρασιών στο Νέφος.

4.3 Σχεδίαση του συστήματος

Στο κεφάλαιο της σχεδίασης αναλύεται το σχεδιάγραμμα που θα ακολουθηθεί για τον συνδυασμό των τεχνολογιών και την επικοινωνία μεταξύ αυτών, ενώ εμφανίζεται με γραφικό τρόπο για εύκολη κατανόηση.

Συγκεντρώνοντας τις λειτουργίες των τεχνολογιών που προαναφέρθηκαν, το μοντέλο που δημιουργείτε για την διαμόρφωση του συστήματος αναλύεται ως:

- a. Σύνδεση των αισθητήρων με τον Μικροελεγκτή
- b. Προγραμματισμός του Μικροελεγκτή με την χρήση του Arduino IDE για:
 - i. Καταγραφή θερμοκρασιών
 - ii. Σύνδεση στο τοπικό Δίκτυο
 - iii. Χρήση του πρωτοκόλλου MQTT για την επικοινωνία με το Νέφος
- c. Χρήση του εργαλείου Node-RED με σκοπό την:
 - i. Παραλαβή των θερμοκρασιών μέσω πρωτοκόλλου MQTT
 - ii. Αναπαράσταση των πληροφοριών σε μια φιλική για τον χρήστη διεπαφή
 - iii. Αποστολή των δεδομένων σε βάση δεδομένων φιλοξενημένη στο Νέφος
- d. Καταγραφή των θερμοκρασιών στην βάση δεδομένων με την χρήση ενός JSON δέντρου



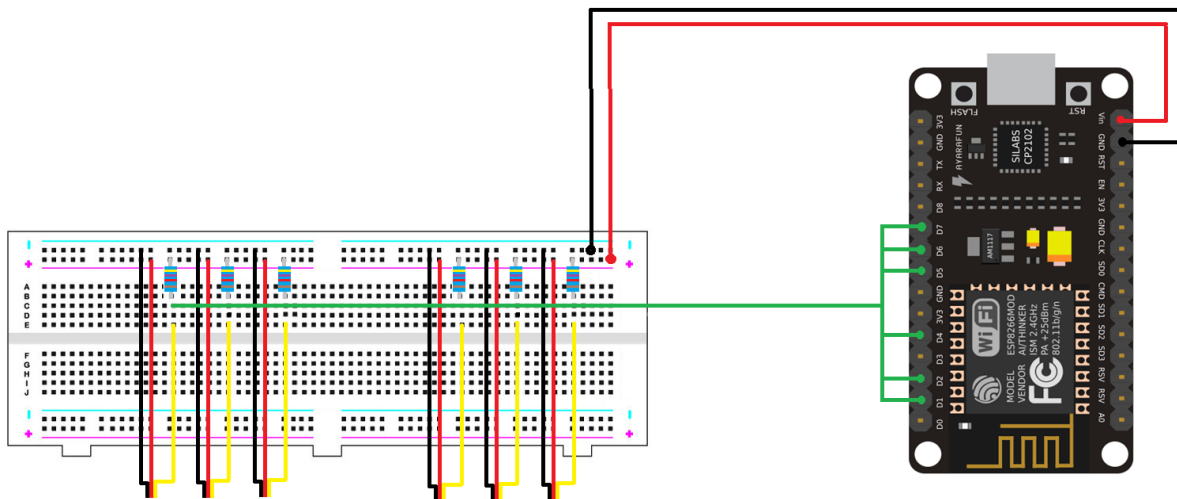
Εικόνα 10 Σχεδιάγραμμα λειτουργιών του Συστήματος

5. Υλοποίηση του συστήματος

Για την υλοποίηση του συστήματος θα χρειαστεί να ακολουθηθεί βήμα-βήμα το σχεδιάγραμμα του 4.3

5.1 Σύνδεση των αισθητήρων με τον Μικροελεγκτή

Η πλακέτα συνδέεται με τον Μικροελεγκτή μέσω ρεύματος και ground ενώ από κάθε αισθητήρα τα δεδομένα αντιστοιχούνται σε GPIO pins για ανάγνωση από τον μικροελεγκτή.



Εικόνα 11 Σύνδεση Αισθητήρων και Μικροελεγκτή στην πλακέτα

Στην Εικόνα 11 παρουσιάζεται η συνδεσμολογία που ακολουθήθηκε για την σύνδεση των εξαρτημάτων και εμφανίζεται η τοποθέτηση των αντιστάσεων.

5.2 Προγραμματισμός του ESP8266

5.2.1 Καταγραφή θερμοκρασιών

Παρατίθεται ο κώδικας που δημιουργήθηκε για την διαχείριση πολλαπλών αισθητήρων θερμοκρασίας σε σειρά, γραμμένος στο περιβάλλον Arduino.

- a. Εισαγωγή βιβλιοθηκών

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
```

- b. Ορισμός των ακροδεκτών που είναι συνδεδεμένοι οι αισθητήρες

```
#define ONE_WIRE_BUS_1 2// GPIO2
#define ONE_WIRE_BUS_2 4// GPIO4
#define ONE_WIRE_BUS_3 5// GPIO3
#define ONE_WIRE_BUS_4 13// GPIO12
#define ONE_WIRE_BUS_5 12// GPIO13
#define ONE_WIRE_BUS_6 14// GPIO15
```

- c. Δημιουργία αντικειμένων OneWire για κάθε αισθητήρα θερμοκρασίας ενώ στη συνέχεια αντικειμένων DallasTemperature για κάθε OneWire αντικείμενο.

```
OneWire oneWire1(ONE_WIRE_BUS_1);
OneWire oneWire2(ONE_WIRE_BUS_2);
OneWire oneWire3(ONE_WIRE_BUS_3);
OneWire oneWire4(ONE_WIRE_BUS_4);
OneWire oneWire5(ONE_WIRE_BUS_5);
OneWire oneWire6(ONE_WIRE_BUS_6);
DallasTemperature sensors1(&oneWire1);
DallasTemperature sensors2(&oneWire2);
DallasTemperature sensors3(&oneWire3);
DallasTemperature sensors4(&oneWire4);
DallasTemperature sensors5(&oneWire5);
DallasTemperature sensors6(&oneWire6);
```

- d. Κλήση των συναρτήσεων requestTemp1() έως requestTemp6() που αντιστοιχούν σε κάθε αισθητήρα. Μετά από κάθε κλήση υπάρχει μια καθυστέρηση 1 δευτερολέπτου με την χρήση της συνάρτησης delay().

```
void loop() {
  requestTemp1();
  delay(1000);

  requestTemp2();
  delay(1000);

  requestTemp3();
  delay(1000);
```

```

    requestTemp4();
    delay(1000);

    requestTemp5();
    delay(1000);

    requestTemp6();
    delay(1000);
}

```

- e. Οι συναρτήσεις requestTempX() αρχικά με την χρήση της μεθόδου 'sensorsX.requestTemperatures();' από τη βιβλιοθήκη DallasTemperature ζητάνε τις τρέχουσες μετρήσεις θερμοκρασίας από τον αντίστοιχο αισθητήρα για την κάθε συνάρτηση. Στη συνέχεια η τιμή αυτών αποθηκεύεται σε μια float μεταβλητή διαφορετική για τον κάθε αισθητήρα. Ενώ έπειτα ελέγχεται η σύνδεση στο διαδίκτυο που αν επιστρέψει value true δημοσιεύεται στο terminal ότι η τιμή της θερμοκρασίας του αισθητήρα έχει ανανεωθεί.

```

void requestTemp1(){

    sensors1.requestTemperatures();
    float temperature1 = sensors1.getTempCByIndex(0);
    if (client.connect("ESP8266Client")) {
        Serial.println("Values of 1 Updated");
    }
}
//
// Επαναλαμβάνεται για sensors2,sensors3, κ.λπ.
//

void requestTemp6(){

    sensors6.requestTemperatures();
    float temperature6 = sensors6.getTempCByIndex(0);
    if (client.connect("ESP8266Client")) {
        Serial.println("Values of 6 Updated");
    }
}

```

5.2.2 Σύνδεση στο τοπικό Δίκτυο

Εισαγωγή βιβλιοθήκης ESP8266WiFi που παρέχει τις λειτουργίες σύνδεσης σε ένα δίκτυο WiFi.

```
#include <ESP8266WiFi.h>
```

Ορισμός του ονόματος του δικτύου και του κωδικού πρόσβασης για το αντίστοιχο δίκτυο WiFi.

```
const char* ssid = "WIFI ID CONNECTION";  
const char* password = "WIFI PASSWORD";
```

Το παρακάτω τμήμα κώδικα προσπαθεί να συνδεθεί στο δίκτυο χρησιμοποιώντας τα στοιχεία που ορίστηκαν προηγουμένως. Η WiFi.status() ελέγχει την κατάσταση της σύνδεσης. Η εντολή delay(500) προκαλεί μια καθυστέρηση 500 χιλιοστών του δευτερολέπτου κάθε φορά πριν ελεγχθεί ξανά η κατάσταση σύνδεσης. Όταν η σύνδεση επιτευχθεί, εκτυπώνεται το μήνυμα Connected στο monitor του Arduino IDE.

```
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {  
    delay(500);  
    Serial.print(".");  
}  
Serial.println("Connected");
```

5.2.3 Χρήση του πρωτοκόλλου MQTT για την επικοινωνία με το Νέφος

Εισαγωγή βιβλιοθήκης για Publish / subscribe.

```
#include <PubSubClient.h> // MQTT library for ESP8266
```

Ορίζεται ο server, δηλαδή η διεύθυνση URL του test.mosquitto.org και η θύρα κρυπτογραφημένης επικοινωνίας, για την σύνδεση και επικοινωνία με τον MQTT Broker.

```
const char* mqttServer = "test.mosquitto.org";  
const int mqttPort = 1883;
```

Καθορίζονται τα θέματα (topics) οπου θα δημοσιεύονται οι μετρήσεις θερμοκρασίας για τους αισθητήρες 1 έως 6 στον MQTT Broker.

```
const char* mqttTemp1 = "mqtt/temp1";  
const char* mqttTemp2 = "mqtt/temp2";  
const char* mqttTemp3 = "mqtt/temp3";  
const char* mqttTemp4 = "mqtt/temp4";  
const char* mqttTemp5 = "mqtt/temp5";  
const char* mqttTemp6 = "mqtt/temp6";
```

Αρχικοποίηση της σύνδεσης του αντικειμένου client με τον server και την θύρα του Broker.

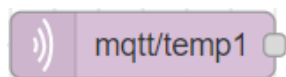
```
client.setServer(mqttServer, mqttPort);
```

Μετατροπή θερμοκρασίας σε συμβολοσειρά “String(temperature1).c_str()” και δημοσίευση των μετρήσεων θερμοκρασίας στα ανοιχτά MQTT Topics για κάθε αισθητήρα.

```
client.publish("mqtt/temp1", String(temperature1).c_str());  
client.publish("mqtt/temp2", String(temperature2).c_str());  
client.publish("mqtt/temp3", String(temperature3).c_str());  
client.publish("mqtt/temp4", String(temperature4).c_str());  
client.publish("mqtt/temp5", String(temperature5).c_str());  
client.publish("mqtt/temp6", String(temperature6).c_str());
```

5.3 Χρήση του εργαλείου Node-RED

5.3.1 Παραλαβή των θερμοκρασιών μέσω πρωτοκόλλου MQTT



Θα χρησιμοποιηθεί ο κόμβος mqtt ο οποίος προσφέρεται από το περιβάλλον Node-RED για την εγγραφή στα topics που αντιστοιχούν στις τιμές των θερμοκρασιών για τον κάθε αισθητήρα.

Αυτό θα επιτευχθεί δίνοντας στον κόμβο αυτόν την διεύθυνση του MQTT broker στο πεδίο Server. Για την πραγματοποίηση της παρούσας διπλωματικής θα χρησιμοποιηθεί ο test.mosquitto.org με θύρα 1883.

A screenshot of the Node-RED MQTT node configuration panel. The 'Name' field contains 'msqt'. Below it are three tabs: 'Connection', 'Security', and 'Messages'. Under the 'Connection' tab, the 'Server' field contains 'test.mosquitto.org' and the 'Port' field contains '1883'. Both the 'Server' and 'Port' fields are highlighted with red boxes.

Εικόνα 12 Δηλώσεις παραμέτρων σύνδεσης MQTT στο περιβάλλον Node-RED

Έπειτα ορίζεται το θέμα (topic) στο οποίο θα δημοσιεύονται τα δεδομένα και θα εγγράφονται οι συσκευές που επιθυμούν να λαμβάνουν τις αλλαγές αυτών των δεδομένων. Για αυτόν τον σκοπό θα δημιουργηθούν 6 θέματα για τις 6 θερμοκρασίες, δηλαδή mqtt/temp1, mqtt/temp2, Κ.λπ.

A screenshot of the Node-RED MQTT node configuration panel showing the 'Topic' field. The 'Topic' field contains 'mqtt/temp1'.

5.3.2 Εποπτεία θερμοκρασιών και έλεγχος των τιμών

Για την εποπτεία των θερμοκρασιών θα ενταχθεί η χρήση μίας συνάρτησης (function) οπύ θα περιέχει εντολές για τον έλεγχο της θερμοκρασίας του κάθε αισθητήρα να βρίσκεται εντός των επιθυμητών ορίων. Αυτό επιτυγχάνεται με τις παρακάτω εντολές κώδικα οπύ σε ένα if loop εάν η τιμή που θα δημοσιευθεί ξεπερνάει τα τοποθετημένα όρια επιστρέφει θετικό το msg.payload με μήνυμα τον αριθμό του αισθητήρα.



```
if (msg.payload >= 27) {  
  msg.payload = "limit"  
  msg.topic = "sensor 1" // Αλλάζει για τον κάθε αισθητήρα  
  return msg; // Το μήνυμα περνάει  
} else {  
  // Το μήνυμα δεν αποστέλλεται  
  return null;  
}
```

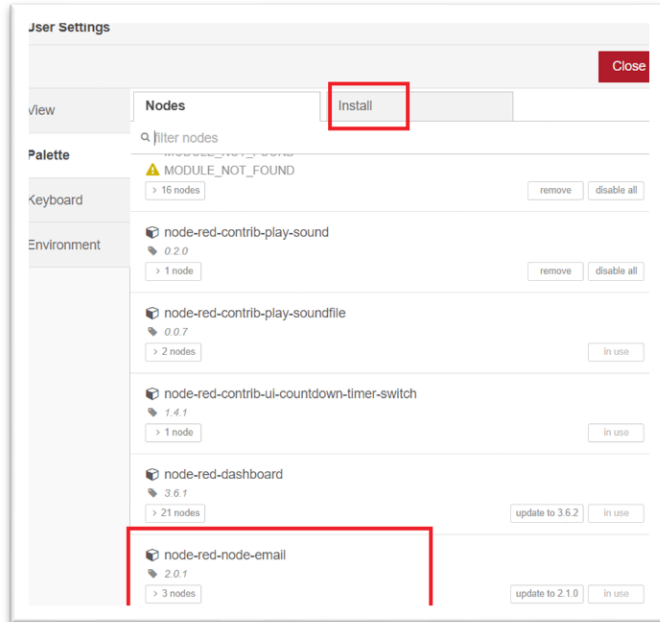
Ο κόμβος function θα συνδεθεί με τον προαναφερόμενο κόμβο mqtt για να δέχεται την πληροφορία ενώ ακόμη θα συνδεθεί και με τον κόμβο Ηλεκτρονικού Ταχυδρομείου που προσφέρεται από το περιβάλλον του Node-RED [20] για την αποστολή προειδοποιητικού E-mail σε περίπτωση που τα τοποθετημένα όρια ξεπεραστούν.



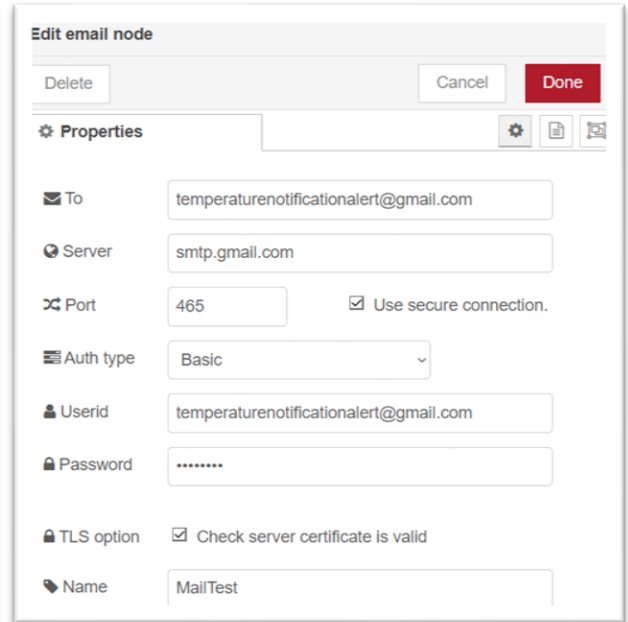
Εικόνα 13 Απεικόνιση σύνδεσης κόμβων για την εποπτεία θερμοκρασιών

Η μορφή θα είναι η παραπάνω, μένει να προγραμματιστεί ο κόμβος του mail που χρειάζεται να γνωρίζει την διεύθυνση ταχυδρομείου του αποστολέα, του παραδότη, τον κωδικό του αποστολέα, την ηλεκτρονική διεύθυνση του Server και την θήρα αυτού.

Κατά την διεκπεραίωση της παρούσας διπλωματικής θα γίνει χρήση του Server που παρέχεται από την Google, δηλαδή του smtp.gmail.com που δεσμεύει την θύρα 465.



Εικόνα 15 Εγκατάσταση κόμβου αποστολής email



Εικόνα 14 Συμπλήρωση παραμέτρων κόμβου email

Παρατίθεται φωτογραφία για την συμπλήρωση των απαιτούμενων στοιχείων στο email node όσο και φωτογραφία για την εγκατάσταση αυτού από το περιβάλλον Node-RED, πιο συγκεκριμένα από την επιλογή manage palette, στην συνέχεια Install, και το όνομα του πακέτου για τον κόμβο, δηλαδή node-email.

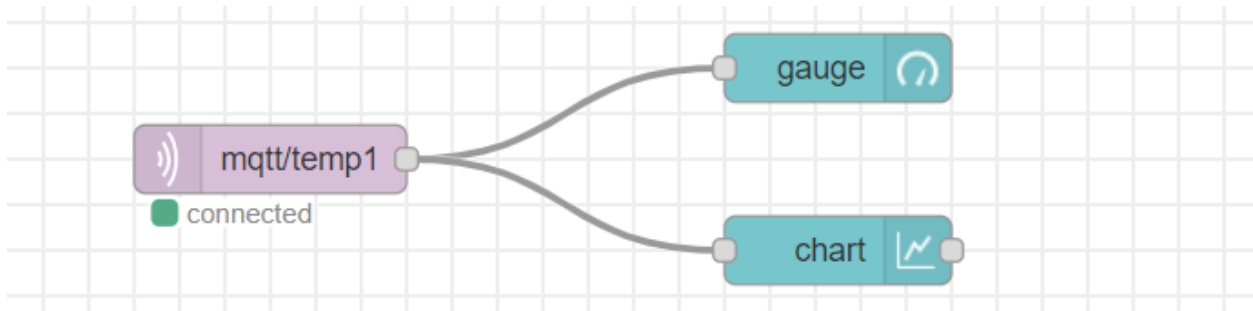
5.3.3 Αναπαράσταση των πληροφοριών σε μια φιλική για τον χρήστη διεπαφή

Ουσιώδης σημασίας είναι οι πληροφορίες να είναι εύκολα προσβάσιμες από τα μέλη του ελαιοτριβείου σε πραγματικό χρόνο επιτρέποντας:

- **Άμεση Αντίδραση:** Αν υπάρχει οποιαδήποτε ανωμαλία στις θερμοκρασίες, μπορούν να προβούν σε δράσεις για να διορθώσουν την κατάσταση.
- **Λήψη αποφάσεων:** Επιτρέπει στην διοίκηση να λάβει αποφάσεις για την παραγωγική διαδικασία.
- **Ανταγωνιστικό Πλεονέκτημα:** Η δυνατότητα σε αλλαγές στις συνθήκες παραγωγής μπορεί να δώσει στο ελαιοτριβείο πλεονέκτημα στην αγορά.

Αυτό θα επιτευχθεί με τη χρήση του εργαλείου Dashboard που προσφέρει το Node-RED για την δημιουργία μιας διεπαφής φιλικής για τον χρήστη όπου θα εμφανίζονται οι πληροφορίες. Οι θερμοκρασίες θα εμφανίζονται σε μορφή μετρητή όπου θα είναι χρωματικά κωδικοποιημένοι με πράσινο χρώμα όσο τα επίπεδα είναι τα επιθυμητά, ενώ κόκκινα για τα επίπεδα που είναι υψηλά και επομένως μπλε για τα επίπεδα κάτω από το επιθυμητό όριο.

Θα χρησιμοποιηθεί ο κόμβος μετρητή (**gauge**) που προσφέρει το ανώτερα αποτελέσματα και ταυτοχρόνως ο κόμβος διαγράμματος (**chart**) για την παρουσίαση ενός διαγράμματος με άξονες του τον χρόνο και την τιμή που επιστρέφει ο αισθητήρας.



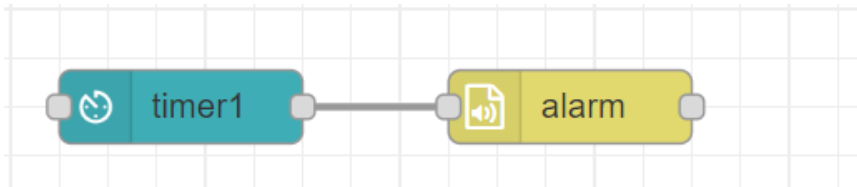
Συνδέοντας του κόμβους αυτούς στον κόμβο mqtt των αισθητήρων, και έπειτα από ρυθμίσεις στο layout του dashboard το αποτέλεσμα είναι η εμφάνιση όλων των θερμοκρασιών με εύκολα αναγνώσιμο τρόπο.



Εικόνα 16 Απεικόνιση θερμοκρασιών UI

Στα πλαίσια αυτού του κεφαλαίου θα τοποθετηθεί στο περιβάλλον επικοινωνίας με τον χρήστη η δυνατότητα χρονόμετρησης διαδικασιών του ελαιοτριβείου χρησιμοποιώντας το πακέτο **node-red-contrib-ui-countdown-timer-switch** από την επιλογή Install του manage palette. Αυτό το πακέτο προσφέρει τον κόμβο ui-timer, ο κόμβος αυτός θα τοποθετηθεί στο layout με σκοπό να δώσει τις τρεις ζητούμενες επιλογές χρονόμετρησης στον χώρο του ελαιοτριβείου.

Ακόμη στο τέλος του χρόνου αυτού ο κόμβος θα αποστέλλει msg.payload αληθές σε κόμβο αναπαραγωγής ήχου alarm **node-red-contrib-play-soundfile** για την ειδοποίηση πως ο τοποθετημένος χρόνος έλαβε τέλος.



Με την προσθήκη του ui-timer στο layout της διεπαφής και τον ορισμό των επιλογών που χρόνο που θα επιλεγθούν για χρήση το τελικό αποτέλεσμα της διεπαφής του χρήστη αναπαρίσταται στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 17 Απεικόνιση θερμοκρασιών UI με χρονόμετρα

5.3.4 Αποστολή των δεδομένων σε βάση δεδομένων φιλοξενημένη στο Νέφος

Τα δεδομένα που θα συλλεχθούν στην παρούσα διπλωματική εργασία και κατά την λειτουργία του ελαιοτριβείου θα δημοσιεύονται στο Νέφος σε μία βάση δεδομένων πραγματικού χρόνου. Τα οφέλη που προσφέρει αυτή η τεχνολογία αναλύονται στα παρακάτω:

- **Προσβασιμότητα:** Οι πληροφορίες φιλοξενούμενες στο Νέφος είναι εύκολα προσβάσιμες από οποιαδήποτε συσκευή με σύνδεση στο Διαδίκτυο, επιτρέποντας την παρακολούθηση αυτών και εκτός του χώρου του ελαιοτριβείου.
- **Ασφάλεια:** Οι πάροχοι υπηρεσιών Νέφους εγγυούνται υπηρεσίες ασφάλειας στα προϊόντα τους για προστασία δεδομένων και αποφυγή απώλειας ή διαρροής πληροφοριών.
- **Κοινοποίηση:** Οι βάσεις δεδομένων στο νέφος μπορούν να κοινοποιηθούν με εξουσιοδοτημένους χρήστες, επιτρέποντας την κοινή πρόσβαση και συνεργασία στα δεδομένα.

Αποδεικνύεται επομένως ότι η αποθήκευση των δεδομένων στο Νέφος θα ωφελήσει το σύστημα της παρούσας διπλωματικής. Για την επίτευξη αυτού θα γίνει σύνδεση της πλατφόρμας Node-RED με τον πάροχο την βάσης δεδομένων πραγματικού χρόνου (Firebase). Αρχικά θα εγκατασταθεί στο περιβάλλον Node-RED το πακέτο **node-red-contrib-firebase**.

Για την αρχική δήλωση της βάσης δεδομένων που είναι για επεξεργασία μέσω του Node-RED θα χρησιμοποιηθεί ο κόμβος **firebase on** στον οποίο ζητείται η δημιουργία μιας σύνδεσης με την firebase.



Εικόνα 18 Κόμβος σύνδεσης με βάση δεδομένων

Έπειτα με την χρήση των κόμβων του πακέτου **node-red-contrib-firebase** θα δημιουργηθεί περιβάλλον με κόμβους **mqtt** για συλλογή των τιμών κάθε αισθητήρα, κάθε ένας από αυτούς θα συνδέεται με αντίστοιχο **function** κόμβο που περιλαμβάνει κώδικα για τον ορισμό της ημερομηνίας και ώρας την συλλογής της πληροφορίας, ακόμη έλεγχο για ακριβή ώρα, δηλαδή 11:00 π.μ. , 22:00 μ.μ.. Δημοσίευση μηνύματος που περιέχει την ημερομηνία, ώρα, αριθμό αισθητήρα, τιμή θερμοκρασίας.

Ακολουθεί ο κώδικας:

```
// Λήψη της τρέχουσας ημερομηνίας και ώρας
const currentDate = new Date();
const year = currentDate.getFullYear();
const month = String(currentDate.getMonth() + 1).padStart(2, '0');
const day = String(currentDate.getDate()).padStart(2, '0');
const hours = String(currentDate.getHours()).padStart(2, '0');
const minutes = String(currentDate.getMinutes()).padStart(2, '0');
const seconds = String(currentDate.getSeconds()).padStart(2, '0');
```

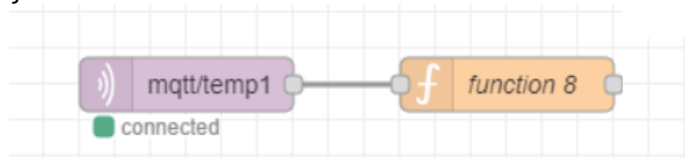
```

// Κατασκευή αναγνώσιμης χρονοσφραγίδας για την βάση δεδομένων
const Day = `${day}-${month}-${year}`;
const Hour = `${hours}:${minutes}`;
// Ελέγχος αν έχει περάσει μια ολόκληρη ώρα από την τελευταία αποστολή μηνύματος
const lastTime = context.get('lastTime') || 0;
const currentTime = currentDate.getTime();
const oneHour = 60 * 60 * 1000; // Μία ώρα σε χιλιοστά δευτερολέπτου
if (currentTime - lastTime >= oneHour && minutes === '00' ) {
  // Ορισμός της διαδρομής του παιδιού για την Firebase
  msg.childpath = `${Day}/Sensor1/${Hour}`;

  // Ενημέρωση της τελευταίας ώρας αποστολής
  context.set('lastTime', currentTime);

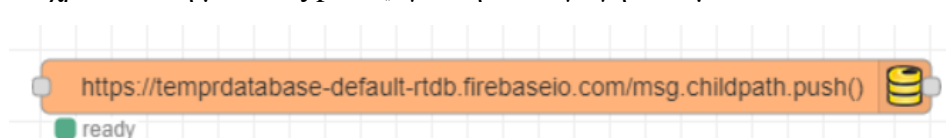
  return msg;
} else {
  // Αν έχει περάσει λιγότερο από μια ολόκληρη ώρα, δεν αποστέλλεται το μήνυμα
  return null;
}

```

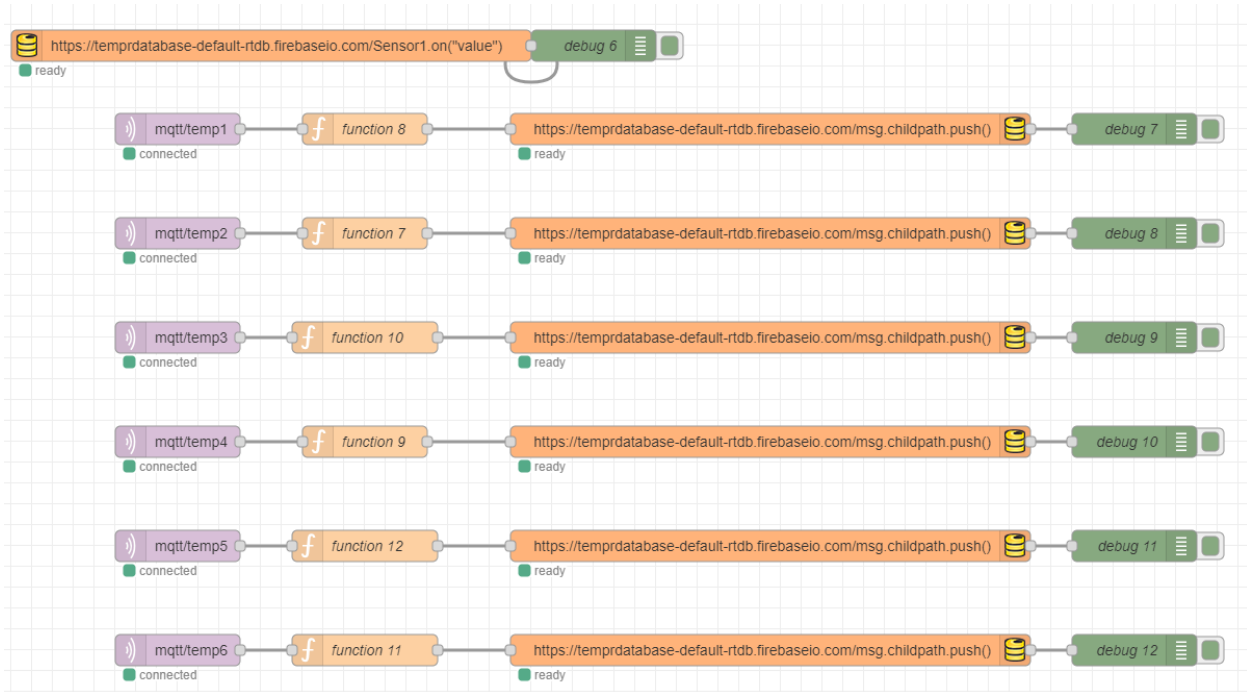


Πιο αναλυτικά, αρχικά ο κώδικας παίρνει την τρέχουσα ημερομηνία και ώρα μέσω του αντικειμένου 'currentDate'. Ο κώδικας δημιουργεί μια αναγνώσιμη χρονοσφραγίδα σε μορφή ημερομηνίας και ώρας που χρησιμοποιούνται για την καταγραφή δεδομένων στη βάση δεδομένων. Έπειτα ελέγχει αν έχει περάσει μια ολόκληρη ώρα από την τελευταία φορά που στάλθηκε ένα μήνυμα. Αν έχει περάσει μια ώρα και οι λεπτομέρειες της τρέχουσας χρονικής στιγμής είναι στο '00', τότε θα σταλεί ένα μήνυμα στη βάση δεδομένων Firebase. Ενώ εάν δεν έχει περάσει μια ολόκληρη ώρα από την τελευταία αποστολή μηνύματος ή αν δεν είναι ακριβής ώρα, δεν θα αποσταλεί κανένα μήνυμα στη βάση δεδομένων.

Αφού προστεθεί ο κώδικας στους έξι κόμβους **function** αντίστοιχα για κάθε αισθητήρα και συνδεθούν με τα **mqtt topics** που τους αντιστοιχούν σειρά έχει η σύνδεση με την Firebase για την αποστολή των τιμών των θερμοκρασιών. Από την επιλογή κόμβων επιλέγεται ο firebase modify στον οποίο είναι απαραίτητη η συμπλήρωση της διεύθυνσης της βάσης που θα τροποποιήσουμε και την μέθοδο με την οποία θα χειριστούμε τα δεδομένα. Στο παρόν σύστημα θα χρειαστεί η μέθοδος push() για την εισαγωγή δεδομένων.



Επαναλαμβάνοντας για κάθε αισθητήρα και προσθέτοντας debug κόμβους σε κάθε σημείο του συστήματος για την αποφυγή λαθών και την παρακολούθηση της κυκλοφορίας των δεδομένων καταλήγουμε στο αποτέλεσμα της εικόνας που ακολουθεί.

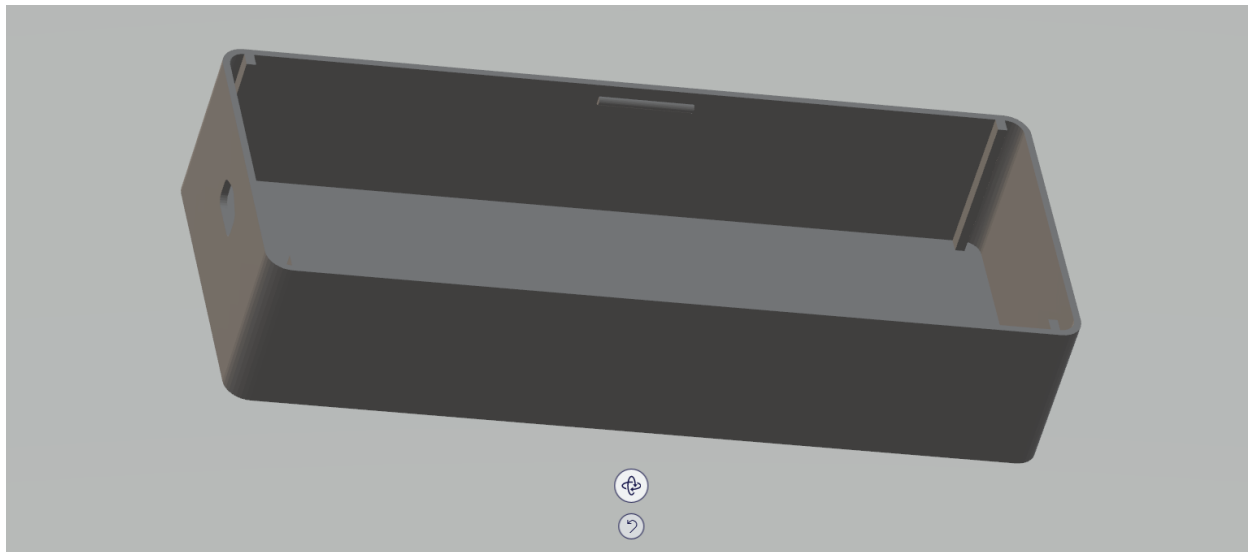


Εικόνα 19 Αποστολή δεδομένων στην βάση για 6 αισθητήρες θερμοκρασίας

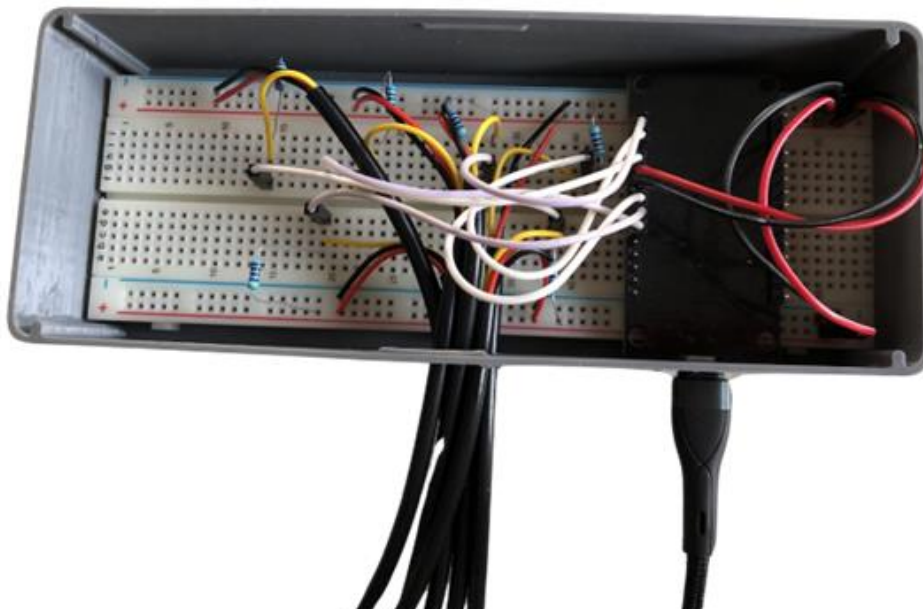
6. Εφαρμογή στον Χώρο του Ελαιοτριβείου

6.1 Σύνδεση Μικροελεγκτή και Σχεδιασμός προστατευτικής θήκης

Για την ασφάλεια του Μικροελεγκτή όσο και τις συνδέσεις των αισθητήρων κατά την παρούσα διπλωματική δημιουργήθηκε 3d designed θήκη προστασίας στις διαστάσεις του breadboard. Αυτό σαν αποτέλεσμα είχε την επιτυχία κάλυψης των καλωδίων, των αντιστάσεων και του Μικροελεγκτή από φαινόμενα όπως σκόνη, υγρά και ανθρώπινα λάθη στον χώρο του ελαιοτριβείου.



Εικόνα 20 3D σχέδιο θήκης του συστήματος



Εικόνα 21 Αποτέλεσμα σύνδεσης και εφαρμογής στη θήκη

Στο Breadboard θα γίνει όλη η συνδεσμολογία. Μέσω των GPIO pins οι έξι αισθητήρες συνδέονται με τον μικροελεγκτή για την μετάδοση των δεδομένων, ενώ οι αντιστάσεις τοποθετούνται πριν την σύνδεση μεταξύ των δύο για τον περιορισμό του ρεύματος που φτάνει στον αισθητήρα και για την αποφυγή υπερβολικού ρεύματος που μπορεί να τον κάψει.

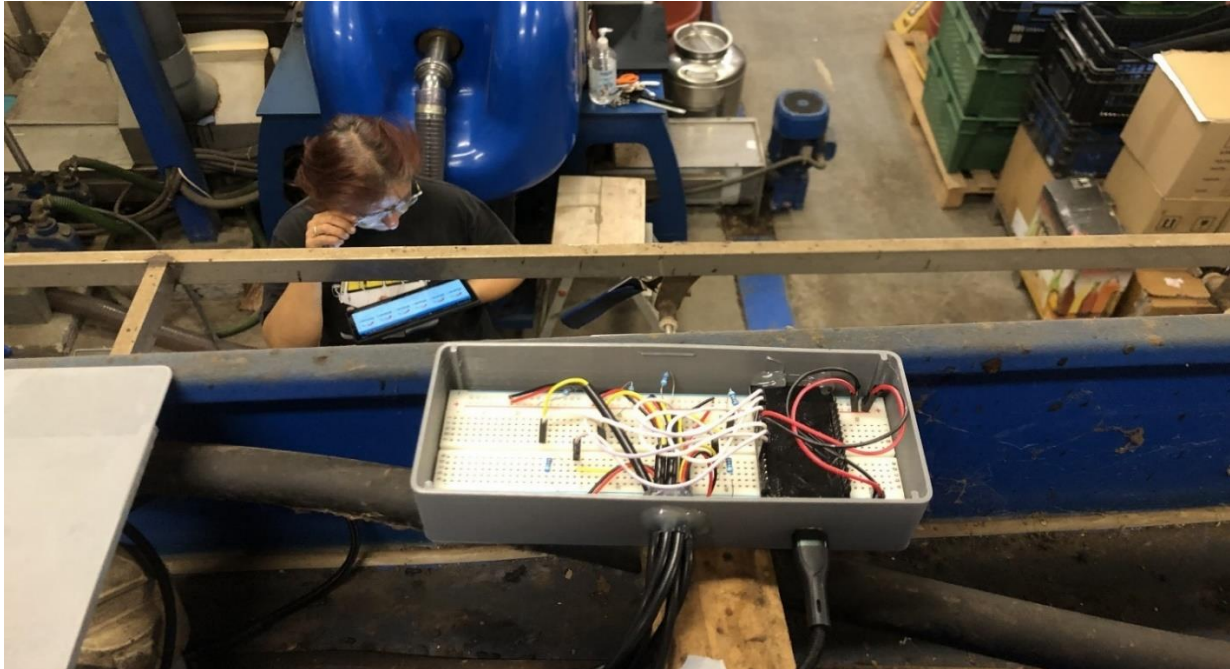


Εικόνα 22 Διαδικασία Θερμοκόλλησης με Σιλικόνη

Στις παραπάνω εικόνες φαίνεται η διαδικασία συνεχής μέτρησης των τιμών κατά την Θερμοκόλληση με Σιλικόνη ώστε να παραμείνει το σύστημα Στεγανοποιημένο και ανθεκτικό σε μετακινήσεις. Επίσης φαίνεται η τελική μορφή της συναρμολόγησης του συστήματος αφού έχει εφαρμοστεί το καπάκι της θήκης και ενώ οι μετρήσεις βρίσκονται στην οθόνη του Η/Υ.

6.2 Τοποθέτηση στο Ελαιοτριβείο

Το Arduino chip τοποθετήθηκε σε κεντρικό σημείο του ελαιοτριβείου για την διασφάλιση συνεχούς επικοινωνίας με το δίκτυο Wi-Fi του ελαιοτριβείου εξασφαλίζοντας πως οι θερμοκρασίες θα ανανεώνονται παρέχοντας έμπιστα δεδομένα.



Εικόνα 23 Εγκατάσταση του Συστήματος και των Αισθητήρων στον χώρο του Ελαιοτριβείου

Ακόμη το κεντρικό σημείο που επιλέχθηκε είχε και σκοπό την εξασφάλιση αποστάσεων για τους αισθητήρες να φτάσουν στα σημεία μέτρησης.



Οι αισθητήρες τοποθετούνται σε κρίσιμα σημεία της παραγωγικής διαδικασίας, για την μέτρηση θερμοκρασίας στα διάφορα στάδια. Οι εικόνες που παρέχονται δείχνουν τους αισθητήρες που είναι τοποθετημένοι μέσα στα εργαλεία του ελαιοτριβείου οπού γίνεται επεξεργασία και εκχέλιση του λαδιού.

Απεικονίζεται η διαδικασία της μάλαξης της ελιάς στους μαλακτήρες, κρίσιμο σημείο για την μέτρηση θερμοκρασιών καθώς αυτό είναι το σημείο με το μεγαλύτερο κίνδυνο αύξησης της θερμοκρασίας. Στα τοιχώματα του μηχανήματος ρέει ζεστό νερό οπότε είναι σημαντικό η θερμοκρασία του νερού να μην αυξηθεί και κάψει τα συστατικά του λαδιού.



Εικόνα 24 Αισθητήρες συλλέγουν μετρήσεις

6.3 Εφαρμογή της Διεπαφής χρήστη στο ελαιοτριβείο

Η διεπαφή χρήστη (UI) αποτελεί ένα κρίσιμο στοιχείο της εφαρμογής, καθώς διευκολύνει τον χρήστη να αλληλεπιδρά με το σύστημα και να αντλεί πληροφορίες. Επομένως σχεδιάστηκε με έμφαση στην απλότητα και την ευκρίνεια ώστε ακόμη και μη-τεχνικό προσωπικό μπορεί να παρακολουθεί και να αναλύει τα δεδομένα. Παρέχει γραφικές αναπαραστάσεις των μετρήσεων σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας αξιόπιστα δεδομένα και γρήγορες αντιδράσεις από τους εργαζόμενους.

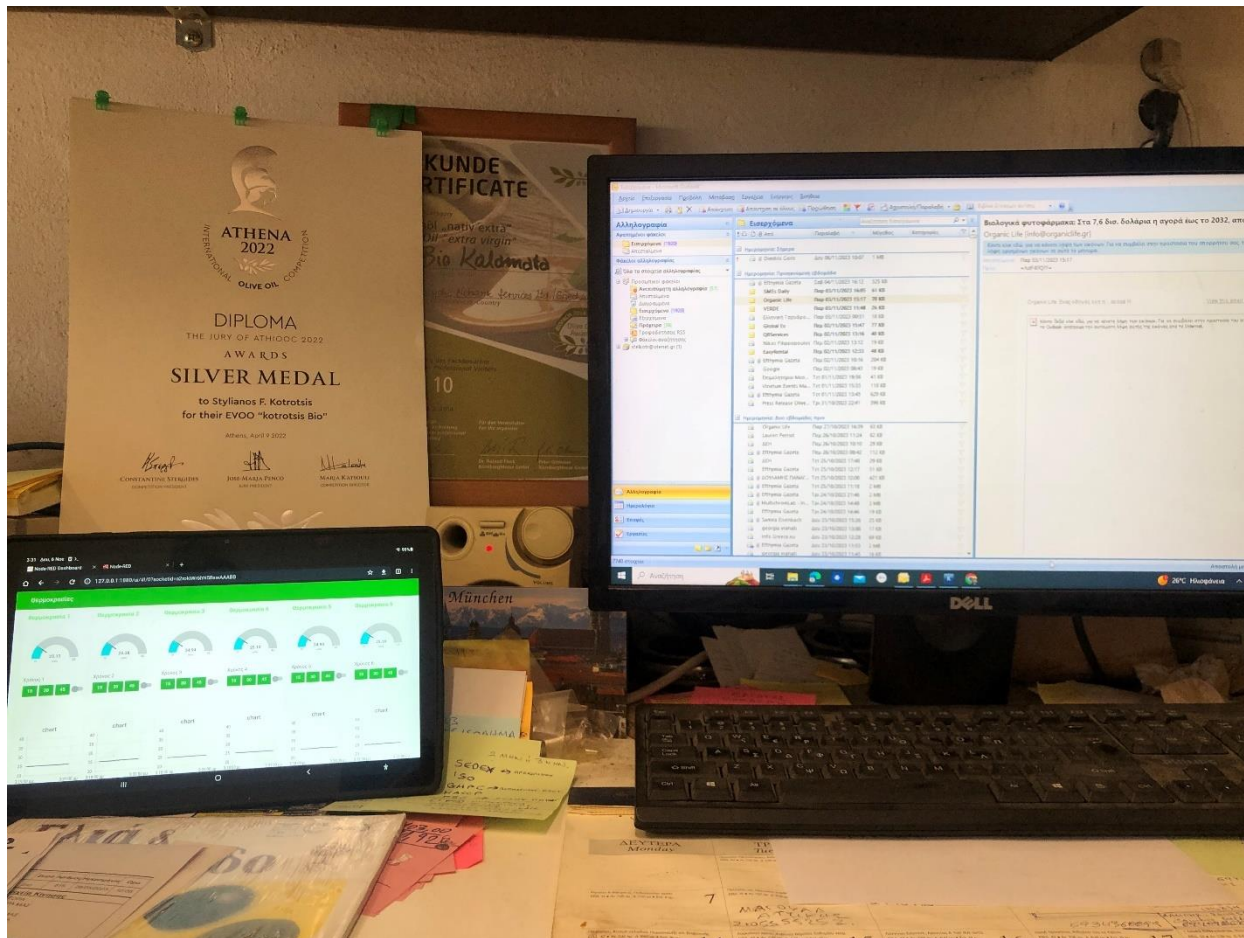
Βασικά χαρακτηριστικά της διεπαφής χρήστη είναι:

- Παρουσιάζει δεδομένα θερμοκρασίας σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας στον χρήστη να παρακολουθεί τις μετρήσεις καθώς εξελίσσονται.
- Οι προηγούμενες μετρήσεις και δεδομένα προσφέροντας σε ολοκληρωμένη εικόνα των μέσω διαγράμματος χρόνου.
- Προσφέρει την δυνατότητα Χρονομέτρησης δραστηριοτήτων στον χώρο του ελαιοτριβείου με ηχητική ενημέρωση κατά το πέρασμα του χρόνου.



Εικόνα 25 Το Σύστημα συλλογής μετρήσεων αναπαριστά τις θερμοκρασίες στη Διεπαφή χρήστη μέσω τάμπλετ που εγκαταστήθηκε στο χώρο των μηχανημάτων.

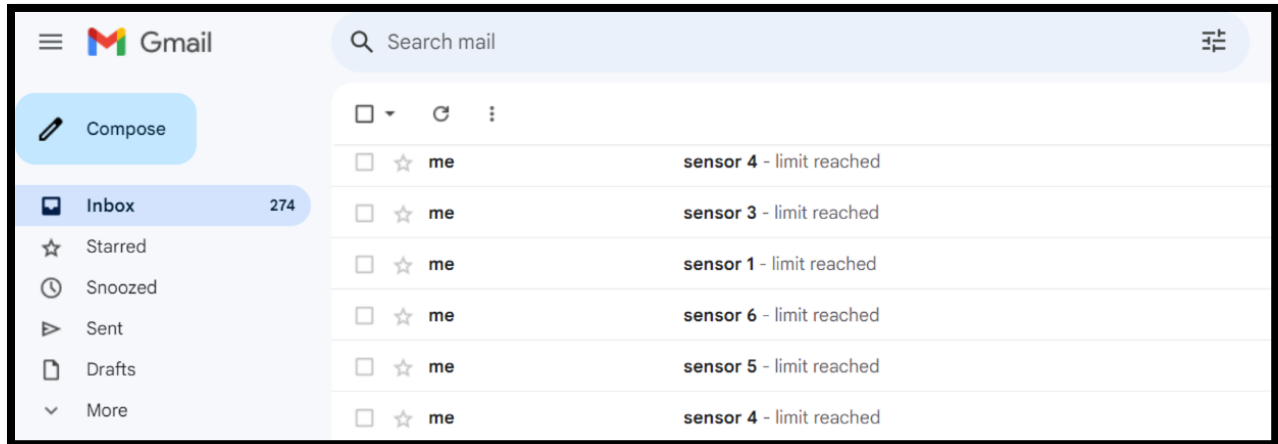
Κατά την τοποθέτηση του συστήματος στο ελαιοτριβείο, για την εγκατάσταση της διεπαφής χρήστη εφαρμόστηκε σε ένα Android Tablet. Ο λόγος επιλογής αυτής της συσκευής είναι η εύκολη αλλαγή θέσης, μετακίνησης του από τον εργαζόμενο κατά την διάρκεια παρακολούθησης, ενώ και συνεχής αναπαράστασης των θερμοκρασιών χωρίς να χρειαστεί διακοπή της αναπαράστασης.



Εικόνα 26 Το Σύστημα συλλογής μετρήσεων αναπαριστά τις θερμοκρασίες στη Διεπαφή χρήση μέσω τάμπλετ που εγκαταστάθηκε στο χώρο των μηχανημάτων Εικόνα 2.

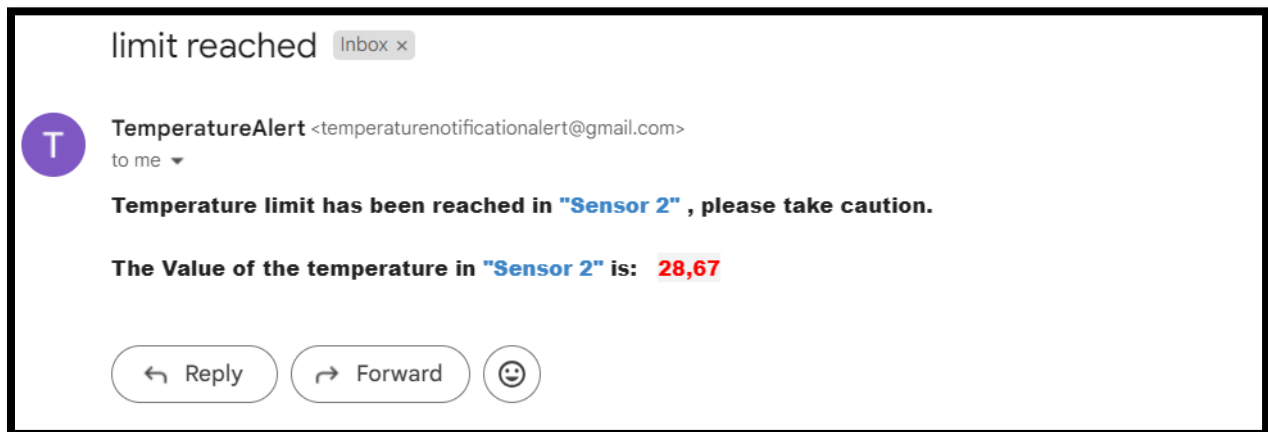
6.4 Ειδοποίηση ανεπιθύμητων θερμοκρασιών μέσω e-mail

Η δυνατότητα άμεσης ειδοποίησης σε περίπτωση υπέρβασης των θερμοκρασιακών ορίων αποτελεί ζωτικό στοιχείο για τη διατήρηση της ποιότητας του παραγόμενου ελαιολάδου. Στο σύστημα που υλοποιήθηκε στο κεφάλαιο 5.3.2 αναπτύχθηκε μέσω Node-RED κόμβων έλεγχος για τις θερμοκρασίες με όριο τους 27 βαθμούς. Παρακάτω εμφανίζονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής αυτών, δηλαδή επιτυχή αποστολή e-mail στον Η/Υ του διαχειριστή του ελαιοτριβείου για άμεση ενημέρωση και ανταπόκριση.



Εικόνα 27 Απεικόνιση ενημέρωσης Υψηλής θερμοκρασίας μέσω email

Αφού παρατηρούμε ότι παραλαμβάνουμε e-mail από τους αισθητήρες όταν οι μετρήσεις υπερβαίνουν τους 27 βαθμούς, μπορούμε και να ορίσουμε την σύνταξη του μηνύματος που θα εμφανίζεται για να ενημερώνει. Έτσι κρατώντας το μήνυμα συνοπτικό και ευκολά αναγνώσιμο εμφανίζεται το πρόβλημα δίνοντας έμφαση στον αριθμό του αισθητήρα και την θερμοκρασία που καταγράφηκε.

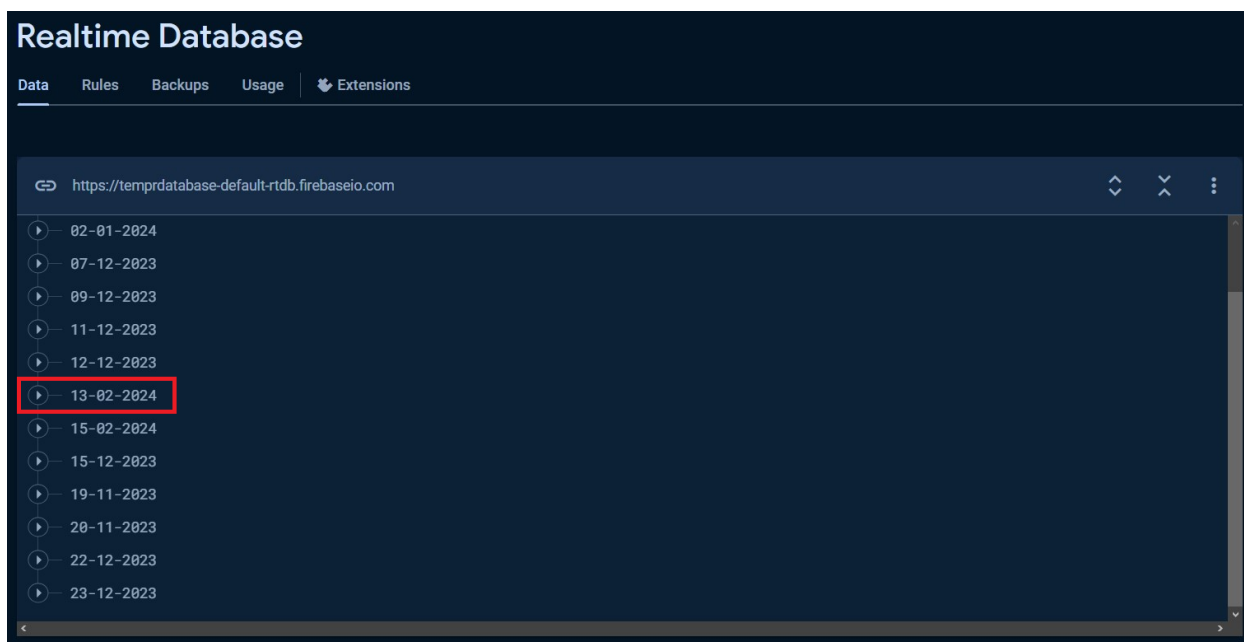


Εικόνα 28 Απεικόνιση ενημέρωσης Υψηλής θερμοκρασίας μέσω email Εικόνα 2

Η ειδοποίηση μέσω email αναδεικνύεται ως αποτελεσματικό μέσο για τη διασφάλιση της άμεσης παρέμβασης σε θερμοκρασιακά προβλήματα, συμβάλλοντας στη διατήρηση της ποιότητας του ελαιολάδου και την επίτευξη υψηλών προτύπων παραγωγής.

6.5 Συλλογή των θερμοκρασιών στη βάση δεδομένων

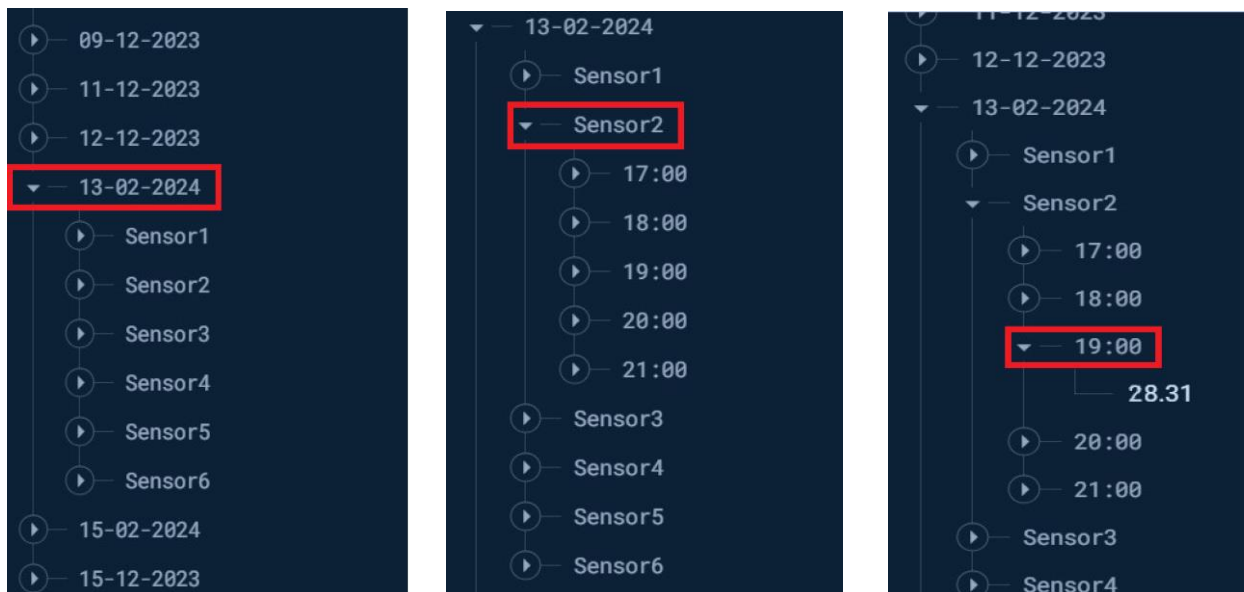
Η συλλογή των δεδομένων γίνεται με την χρήση της firebase οπού σε προηγούμενο κεφάλαιο αναφερθήκαμε στις δυνατότητές της. Τα δεδομένα αποθηκεύονται και αντιστοιχούνται αρχικά στην ημέρα μέτρησής τους. Αυτό επιτυγχάνεται με κώδικα σε κόμβο function που έχει προ αναφερθεί.



Εικόνα 29 Απεικόνιση της συλλογής θερμοκρασιών στην βάση δεδομένων με βάση την ημερομηνία

Τα κύρια πλεονεκτήματα που εμφανίζονται μπορούν να αναλυθούν στα παρακάτω:

- Η αποθήκευση στη βάση δεδομένων μειώνει την ανάγκη για αποθήκευση φυσικών αρχείων που χρησιμοποιούσαν οι εργαζόμενοι του ελαιολαδιού για να καταγράφουν χρονικά τα επίπεδα θερμοκρασιών.
- Οι χρήστες μπορούν να αποκτήσουν εύκολη πρόσβαση στα δεδομένα από οπουδήποτε με πρόσβαση στο διαδίκτυο, χωρίς να περιορίζονται σε αρχεία φυσικής μορφής και ανάγκη αντιγράφων.
- Το σύστημα αυτό λύνει τα χέρια των εργαζομένων επιτρέποντας την αφοσίωση τους σε άλλες εργασίες εντός του χώρου του ελαιολαδιού, αφήνοντας το σύστημα να συλλέγει αυτόματα τις μετρήσεις που αξιόπιστα αναπαρίστανται στην βάση.



Εικόνα 30 Απεικόνιση της συλλογής θερμοκρασιών στην βάση δεδομένων με βάση τον Αισθητήρα και την ώρα καταγραφής

Αφού δημιουργηθεί κελί στην βάση δεδομένων με την ημερομηνία που αρχίζουν να παραλαμβάνονται οι θερμοκρασίες, αυτό γίνεται σε μορφή HH-MM-EEEE, τότε δημιουργείται εσωτερικό κελί, σε μορφή JSON δέντρου, που αναφέρεται στον αριθμό του αισθητήρα από τον οποίο παρέλαβε. Ακόμη εσωτερικά του κελιού σημειώνεται η ώρα παραλαβής της θερμοκρασίας και αντιστοιχίζεται με αυτήν εισάγοντας την μέτρηση μέσα στο κελί αυτής.

Η συλλογή των θερμοκρασιών σε βάση δεδομένων προσφέρει ακόμη διαφάνεια με τον πελάτη.

- Ο πελάτης έχει τη δυνατότητα να παρακολουθεί σε πραγματικό χρόνο τις θερμοκρασίες σε διάφορα στάδια της παραγωγής του ελαιολάδου για την διασφάλιση της σωστής επεξεργασίας του λαδιού του και την εμπιστοσύνη στο ελαιοτριβείο.
- Ο πελάτης λαμβάνει αξιόπιστες πληροφορίες σχετικά με τις θερμοκρασίες και την ποιότητα του παραγόμενου ελαιολάδου. Αυτή η ακρίβεια συνεισφέρει στη διασφάλιση της συμμόρφωσης προς τις προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Συλλέγοντας τα δεδομένα θερμοκρασίας σε πραγματικό χρόνο και αποθηκεύοντάς τα σε βάση δεδομένων, το σύστημα διασφαλίζει ότι οι διαδικασίες παραγωγής πληρούν τα τοποθετημένα πρότυπα θερμοκρασίας που έχουν οριστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

7. Μελλοντικές επεκτάσεις

Η επιτυχημένη υλοποίηση του συστήματος παρακολούθησης και αυτοματοποίησης των διαδικασιών παραγωγής ελαιολάδου αποτελεί μόνο την αρχή μιας συνεχούς εξέλιξης και βελτίωσης. Σε αυτό το κεφάλαιο, εξετάζονται μελλοντικές κινήσεις και προοπτικές για την επέκταση και την ενδυνάμωση του συστήματος.

7.1 Ενίσχυση της Κάλυψης των Αισθητήρων

Μια πρώτη σημαντική μελλοντική κίνηση είναι η ενίσχυση της κάλυψης των αισθητήρων στο ελαιοτριβείο. Έχοντας θέσει σε λειτουργία 6 αισθητήρες έχει καλυφθεί ένα αξιοπρεπές κομμάτι της παραγωγής. Όμως η προσθήκη παραπάνω αισθητήρων σε διάφορα σημεία της διαδικασίας παραγωγής θα επιτρέψει την πιο λεπτομερή και ολοκληρωμένη παρακολούθηση των συνθηκών. Αυτό μπορεί να γίνει ακολουθώντας την δημιουργία ενός ακόμη Μικροελεγκτή με αισθητήρες που θα μετράνε σημεία υπερθέρμανσης των μηχανημάτων του ελαιοτριβείου για αποφυγή υπερθέρμανσής και βλάβης αυτών.

7.2 Επέκταση των Λειτουργιών του Συστήματος

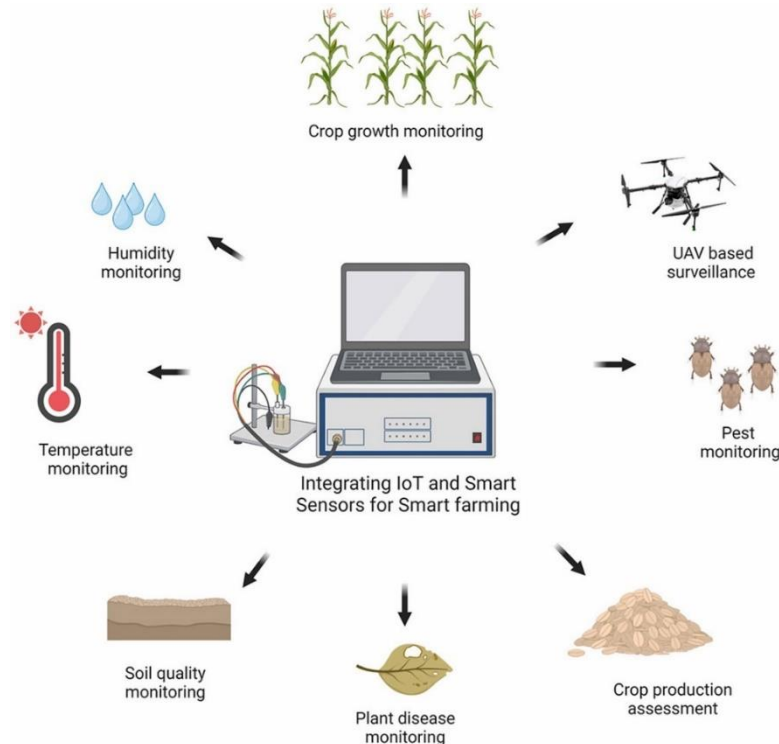
Η επέκταση των λειτουργιών του συστήματος αποτελεί έναν άλλο σημαντικό στόχο. Ένας στόχος είναι η χρήση μηχανικών βαλβίδων που επικοινωνούν με τον Μικροελεγκτή για αυτόματο άνοιγμα ή κλείσιμο σωλήνων διαρροής λαδιού όταν έχει επιτευχθεί κάποιος σκοπός. Ένας τέτοιος σκοπός ίσως είναι η μέτρηση του βάρους ή στάθμης ενός δοχείου για τον υπολογισμό εάν αυτό είναι γεμάτο και η τροφοδοσία του λαδιού μπορεί να σταματήσει.

7.3 Σύστημα παρακολούθησης υγρασίας

Μια ακόμη μελλοντική επέκταση θα μπορούσε να είναι η παρακολούθηση των χωραφιών με ελιές μέσω της προσθήκης αισθητήρων υγρασίας. Αυτό μπορεί να προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα για την βελτίωση της παραγωγής ελαιολάδου και τη διαχείριση του χωραφιού:

- Βελτιωμένη Διαχείριση Πότισης: Οι αισθητήρες υγρασίας μπορούν να παρακολουθούν τα επίπεδα υγρασίας στο έδαφος, βοηθώντας στην ακριβή και αποτελεσματική διαχείριση της πότισης. Αυτό μπορεί να εξοικονομήσει ή να βοηθήσει σε περίπτωση που το χωράφι χρειάζεται πότισμα.

- Πρόβλεψη Νοσημάτων: Η υγρασία επηρεάζει την εμφάνιση νοσημάτων στα φυτά. Οι αισθητήρες μπορούν να προειδοποιήσουν για υγρασία που μπορεί να προκαλέσει προβλήματα υγείας στα δέντρα ελιάς, επιτρέποντας πρόληψη και αντιμετώπιση νοσημάτων.
- Βελτιωμένη Ποιότητα Καρπού: Η υγρασία επηρεάζει την ποιότητα των καρπών ελιάς. Παρακολουθώντας και ρυθμίζοντας την υγρασία, μπορεί να επιτευχθεί καλύτερη ποιότητα του ελαιολάδου.
- Εξοικονόμηση Ενέργειας: Με βάση τις ανάγκες υγρασίας, μπορεί να επιτευχθεί βελτιστοποίηση της χρήσης της ενέργειας για τον πότισμα.



Εικόνα 31 Σχέδιο που απεικονίζει μελλοντικές εργασίες που μπορούν να αναπτύξουν το παρόν σύστημα.

Οι αισθητήρες υγρασίας μπορούν να ενσωματωθούν στο υπάρχον σύστημα IOT που χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση των θερμοκρασιών, δημιουργώντας ένα ολοκληρωμένο σύστημα γεωργικής παρακολούθησης.

Η διεπαφή χρήστη έπειτα θα ανανεωθεί για να εμφανίζει και τα ποσοστά υγρασίας με εύκολα αναγνώσιμο τρόπο. Αυτό θα σκοπεύσει στην μέτρηση και καταγραφή δεδομένων από την αρχή έως το τέλος της επεξεργασίας της ελιάς για να φτάσει στην μορφή λαδιού, ενώ ταυτόχρονα δίνει μια αξιόπιστη και πραγματικού χρόνου εικόνα στον γεωργό ως προς το που χρειάζεται κάτι άμεση προσοχή, ενώ ταυτόχρονα προσφέρει την δυνατότητα να ασχοληθεί με άλλες ασχολίες εφόσον οι μετρήσεις δείχνουν ότι δεν χρειάζεται ανθρώπινη επέμβαση.

8. Συμπεράσματα

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξέτασε την ανάπτυξη και εφαρμογή ενός προηγμένου συστήματος παρακολούθησης και αυτοματοποίησης των διαδικασιών παραγωγής ελαιολάδου, χρησιμοποιώντας τεχνολογίες Διαδικτύου των Αντικειμένων (IoT) και Νεφροϋπολογιστικής. Μέσα από την ανάλυση των απαιτήσεων για την παραγωγή υψηλής ποιότητας ελαιολάδου και την παρακολούθηση των θερμοκρασιών, καταλήξαμε σε μια ολοκληρωμένη λύση που συνδυάζει αξιόπιστη μέτρηση, αυτοματοποίηση και real-time παρακολούθηση.

Εξέτασε το εργαλείο Node-RED , ως βοήθημα για την δημιουργία User Interface από δεδομένα που λαμβάνουμε μέσω διαδικτύου, αποδεικνύοντας το ως ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για την λειτουργία αυτή. Στα πλαίσια της διπλωματικής χρησιμοποιήθηκαν επίσης το Arduino IDE για την κωδικοποίηση πλακέτας Μικροελεγκτή όπου με μία γνώση προγραμματισμού αλλά και την βοήθεια των πολλών βιβλιοθηκών όσο και της κοινότητας γύρω από το Arduino επιτευχθήκαν με σχετική ευκολία.

Σημαντικό συμπέρασμα είναι ότι: ο χώρος της γεωργίας χρειάζεται νέο ταλέντο πρόθυμων τεχνικών πληροφορικής για να ενσωματώσει ακόμη περισσότερες καινοτόμες τεχνολογίες. Η συνεργασία των τεχνολογιών πληροφορικής με τον τομέα της γεωργίας μπορεί να επιταχύνει την εξέλιξη της παραγωγής τροφίμων, βελτιώνοντας την απόδοση, την ποιότητα και την βιωσιμότητα των γεωργικών διαδικασιών. Τα ταλέντα στον τομέα της πληροφορικής μπορούν να ενσωματωθούν στη γεωργία για τη δημιουργία καινοτόμων λύσεων που θα ωφελήσουν την ευρύτερη κοινότητα και τον πλανήτη.

Συνολικά, η διπλωματική εργασία αυτή προσφέρει σημαντική συνεισφορά στον τομέα της ελαιοπαραγωγής και ανοίγει νέους ορίζοντες για την περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη στον τομέα της έξυπνης γεωργίας.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] COMMISSION REGULATION (EEC) , “The characteristics of olive oil and olive-residue oil and on the relevant methods of analysis,” Jul. 11, 1991.
- [2] REGULATIONS COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) , “European Parliament and of the Council as regards marketing standards for olive oil, and repealing Commission Regulation ,” Jul. 29, 2022.
- [3] X. Shi *et al.*, “State-of-the-Art Internet of Things in Protected Agriculture,” *Sensors*, vol. 19, no. 8, p. 1833, Apr. 2019, doi: <https://doi.org/10.3390/s19081833>.
- [4] M. Stočes, J. Vaněk, J. Masner, and J. Pavlík, “Internet of Things (IoT) in Agriculture - Selected Aspects,” *Agris on-line Papers in Economics and Informatics*, vol. VIII, no. 1, pp. 83–88, Mar. 2016, doi: <https://doi.org/10.7160/aol.2016.080108>.
- [5] F. Ferrández-Pastor, J. García-Chamizo, M. Nieto-Hidalgo, J. Mora-Pascual, and J. Mora-Martínez, “Developing Ubiquitous Sensor Network Platform Using Internet of Things: Application in Precision Agriculture,” *Sensors*, vol. 16, no. 7, p. 1141, Jul. 2016, doi: <https://doi.org/10.3390/s16071141>.
- [6] M. Weiss, F. Jacob, and G. Duveiller, “Remote sensing for agricultural applications: A meta-review,” *Remote Sensing of Environment*, vol. 236, no. 0034-4257, p. 111402, Jan. 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111402>.
- [7] A. Arena, A. Bianchini, P. Perazzo, C. Vallati, and G. Dini, “BRUSCHETTA: An IoT Blockchain-Based Framework for Certifying Extra Virgin Olive Oil Supply Chain,” *IEEE Xplore*, Jun. 01, 2019. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8784020> (accessed Sep. 08, 2022).
- [8] R. Alkhudary, X. Brusset, H. Naseraldin, and P. Féliès, “Enhancing the competitive advantage via Blockchain: an olive oil case study,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 55, no. 2, pp. 469–474, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.04.238>.
- [9] J. Ktari, T. Frikha, F. Chaabane, M. Hamdi, and H. Hamam, “Agricultural Lightweight Embedded Blockchain System: A Case Study in Olive Oil,” *Electronics*, vol. 11, no. 20, p. 3394, Oct. 2022, doi: <https://doi.org/10.3390/electronics11203394>.
- [10] Marcelo Antunes Fernandes, Estrela Ferreira Cruz, and C. Da, “Smart Contract and Web DApp for Traceability in the Olive Oil Production chain,” *2022 17th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, Jun. 2022, doi: <https://doi.org/10.23919/cisti54924.2022.9820169>.
- [11] P. Ojanen and K. Minkkinen, “Rewetting Offers Rapid Climate Benefits for Tropical and Agricultural Peatlands but Not for Forestry-Drained Peatlands,” *Global Biogeochemical Cycles*, vol. 34, no. 7, Jul. 2020, doi: <https://doi.org/10.1029/2019gb006503>.

- [12] “IoT - Based Wireless Sensors for Agriculture Monitoring,” *International Journal of Recent Technology and Engineering*, vol. 8, no. 2S4, pp. 177–181, Aug. 2019, doi: <https://doi.org/10.35940/ijrte.b1033.0782s419>.
- [13] W. Zhao, X. Wang, B. Qi, and T. Runge, “Ground-Level Mapping and Navigating for Agriculture Based on IoT and Computer Vision,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 221975–221985, 2020, doi: <https://doi.org/10.1109/access.2020.3043662>.
- [14] C. S. Nandyala and H.-K. Kim, “Green IoT Agriculture and Healthcare Application (GAHA),” *International Journal of Smart Home*, vol. 10, no. 4, pp. 289–300, Apr. 2016, doi: <https://doi.org/10.14257/ijsh.2016.10.4.26>.
- [15] IBM, “What is the internet of things?,” *www.ibm.com*, Oct. 01, 2015. <https://www.ibm.com/topics/internet-of-things> (accessed Dec. 16, 2023).
- [16] “What is IoT? The Internet of Things Explained,” *IoT Cloud Platform - IoT Connectivity Services and Consulting - SeeControl*, Aug. 14, 2021. <https://seecontrol.com/what-is-iot-the-internet-of-things-explained> (accessed Dec. 09, 2023).
- [17] “How IoT Works: The Four Factors That Make IoT Possible,” *Onupkeep*. <https://upkeep.com/learning/how-iot-works/> (accessed Dec. 18, 2024).
- [18] C. Formisano *et al.*, “The Advantages of IoT and Cloud Applied to Smart Cities,” *2015 3rd International Conference on Future Internet of Things and Cloud*, Aug. 2015, doi: <https://doi.org/10.1109/ficloud.2015.85>.
- [19] Arduino, “Arduino Integrated Development Environment (IDE) v1 | Arduino Documentation,” *docs.arduino.cc*, 2023. <https://docs.arduino.cc/software/ide-v1/tutorials/arduino-ide-v1-basics> (accessed Nov. 13, 2023).
- [20] D. N, C. A, U. A, and O. E, “Design of a Home Automation System Using Arduino,” *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 6, no. 6, 2015, Accessed: Dec. 08, 2023. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/279179486_Design_of_a_Home_Automation_System_Using_Arduino
- [21] F. Ellison and D. F. Parkhill, “The Challenge of the Computer Utility,” *AddisonWesley*, vol. 18, no. 3, p. 324, Sep. 1967, doi: <https://doi.org/10.2307/3006988>.
- [22] P. Mell and T. Grace, *The NIST Definition of Cloud Computing*. U.S.: National Institute of Standard and Technology, 2011. Accessed: Feb. 23, 2024. [Online]. Available: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/legacy/sp/nistspecialpublication800-145.pdf>
- [23] Q. Zhang, L. Cheng, and R. Boutaba, “Cloud computing: state-of-the-art and Research Challenges,” *Journal of Internet Services and Applications*, vol. 1, no. 1, pp. 7–18, Apr. 2010, doi: <https://doi.org/10.1007/s13174-010-0007-6>.

- [24] A. M.-H. Kuo, "Opportunities and Challenges of Cloud Computing to Improve Health Care Services," *Journal of Medical Internet Research*, vol. 13, no. 3, p. e67, Sep. 2011, doi: <https://doi.org/10.2196/jmir.1867>.
- [25] Arduino, "Arduino - Introduction," *Arduino.cc*, Feb. 05, 2018. <https://www.arduino.cc/en/guide/introduction> (accessed Dec. 19, 2023).
- [26] Pieter P, "A Beginner's Guide to the ESP8266," *Github.io*, 2022. <https://ttapa.github.io/ESP8266/Chap04%20-%20Microcontroller.html#:~:text=The%20ESP8266%20has%20two%20hardware> (accessed Dec. 22, 2023).
- [27] S. Kraijak and P. Tuwanut, "A survey on internet of things architecture, protocols, possible applications, security, privacy, real-world implementation and future trends," *2015 IEEE 16th International Conference on Communication Technology (ICCT)*, Oct. 2015, doi: <https://doi.org/10.1109/icct.2015.7399787>.
- [28] U. Hunkeler, H. L. Truong, and A. Stanford-Clark, "MQTT-S — A publish/subscribe protocol for Wireless Sensor Networks," *IEEE Xplore*, Jan. 01, 2008. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4554519> (accessed Jan. 08, 2024).
- [29] IBM OpenJS Foundation., "Node-RED," *nodered.org*. <https://nodered.org> (accessed Dec. 03, 2023).