



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Τ.Ε.**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**“Έλεγχος επιπέδου μεθανίου σε πτηνοτροφική μονάδα με  
χρήση Arduino”**

**Δρακάκης Ιωάννης**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**Βανδίκας Ιωάννης**

**ΚΟΖΑΝΗ 2023**

## 1. Περίληψη

Σ αυτή την διπλωματική εργασία υλοποιείται και εξετάζεται ένα σύστημα που συλλέγει δεδομένα με σκοπό την παρακολούθηση των ατμοσφαιρικών δεικτών ποιότητας αέρα. Σε πρώτο στάδιο, γίνεται παρουσίαση των ευρημάτων που εντοπίστηκαν στη βιβλιογραφία, όσο αφορά τους προαναφερθέντες δείκτες και το συσχετισμό τους με την ανθρώπινη υγεία και την υγεία των πουλερικών. Ακολουθεί παρουσίαση του επιστημονικού υπόβαθρου , πάνω στο οποίο βασίζεται το συγκεκριμένο σύστημα που κατασκευάστηκε όπως επίσης και οι μέθοδοι που ακολουθήθηκαν για να σχεδιαστεί αυτό. Τελειώνοντας, παρουσιάζεται η αναλυτική περιγραφή καθώς και ο σχεδιασμός του προτεινόμενου συστήματος παρακολούθησης. Αναλυτικότερα , το συγκεκριμένο πόνημα πρόκειται για μια ολοκληρωμένη κατασκευή το οποίο περιέχει αισθητήρες μεθανίου MQ-4, υγρασίας και θερμοκρασίας DHT11 καθώς και πλακέτα Uno SMD Compatible - CH340, οθόνη LCD 16x2 I2C, LEDs και ανεμιστήρα. Η συσκευή τοποθετείται σε μια κατασκευή σχεδιασμένη με τον κατάλληλο τρόπο για την τοποθέτηση όχι μόνο κάθε αισθητήρα αλλά και κάθε άλλου υποσυστήματος.

### Λέξεις - Κλειδιά

Arduino, air quality, sensors, methane gas

## **Abstract**

Within this thesis, an investigation is conducted on a data gathering system aimed at monitoring various indicators related to the quality of atmospheric air. Initially, an extensive examination of existing literature is undertaken to explore the identified parameters and their significant influence on human and poultry well-being. Subsequently, a comprehensive analysis of the scientific foundation, serving as the cornerstone for the development of the proposed system, is presented. This encompasses the utilization of cutting-edge methodologies during the system's conceptualization and design phase. Finally, a meticulous and detailed portrayal of the implemented monitoring system is provided. The devised solution comprises several essential components, including an MQ-4 methane sensor, DHT11 humidity and temperature sensors, an Uno SMD Compatible - CH340 microcontroller, a 16x2 LCD I2C display, as well as LEDs and a fan. All these constituents are thoughtfully integrated within a purpose-built structure that effectively accommodates each sensor and its associated subsystems.

## **Keywords**

Arduino, air quality, sensors, methane gas

## 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 Διπλωματική Εργασία με τίτλο

“ Έλεγχος επιπέδου μεθανίου σε πτηνοτροφική μονάδα με χρήση Arduino ”

καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αναφέρονται ρητώς μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν, και η οποία έχει εκπονηθεί στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, υπό την επίβλεψη του μέλους του Τμήματος κ. Βανδίκη Ιωάννη

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, αρχεία 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) Ονοματεπώνυμο Φοιτητή & Επιβλέποντα/ες, Έτος, Πόλη

Copyright (C) Δρακάκης Ιωάννης, 2023 Κοζάνη

Υπογραφή Φοιτητή: Δρακάκης Ιωάννης

## **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου προς τους ανθρώπους που ήταν καθοριστικοί στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας. Εκφράζω την εκτίμηση μου προς την οικογένειά μου και τους φίλους μου, που καθ' όλη τη διάρκεια του ακαδημαϊκού μου ταξιδιού, η παρουσία και η καθοδήγησή τους ήταν αναντικατάστατη. Θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον καθηγητή μου Κ.Βανδίκια Ιωάννη για την ανεκτίμητη συνεισφορά του σε αυτή την εργασία. Οι οικοδομητικές παρατηρήσεις και οι συζητήσεις μαζί τους έχουν σημαντικά διαμορφώσει την ποιότητα αυτής της εργασίας. Είμαι βαθύτατα ευγνώμον στους γονείς μου για την υποστήριξή τους καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου, η οποία έχει θέσει τα θεμέλια για την ανάπτυξη και επιτυχία μου.

## Περιεχόμενα

<b>1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>2</b>
<b>2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>9</b>
2.1 Φαινόμενο του Θερμοκηπίου και κλιματική αλλαγή .....	9
2.2 Αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.....	10
2.3 Μεθάνιο και πτηνοτροφία .....	11
2.4 Ανθρώπινη Οσμή.....	12
2.5 Θερμότητα-Θερμοκρασία.....	12
2.6 Σχετική Υγρασία .....	13
2.7 Αύξηση παραγωγής πουλερικών και ανάγκη για ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν.....	14
2.8 Αέρια και ανάγκη μετρήσεων.....	14
2.9 Ε.Ε και μεθάνιο .....	16
<b>3. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ.....</b>	<b>18</b>
3.1 Λειτουργικές προδιαγραφές συστήματος.....	18
3.2 Επισκόπηση σχεδίασης συστήματος .....	18
<b>4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΙ ΤΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ .....</b>	<b>19</b>
4.1 Πλατφόρμα Arduino.....	20
4.2 Πλακέτα.....	21
4.3 Λυχνία LED.....	23
4.4 Οθόνη LCD .....	24
4.4.1 Πρωτοκολλο I2C .....	24
4.4.2 I2C module .....	25
4.5 Αισθητήρες.....	26
4.5.1 Υγρασίας και θερμοκρασίας DHT11.....	27
4.5.2 Αισθητήρας Μεθανίου MQ-4.....	28
4.6 Ανεμιστήρας.....	30
4.7 Διάγραμμα Σύνδεσης Υλικού.....	30

<b>5. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ .....</b>	<b>32</b>
5.1 Arduino IDE .....	32
5.2 Arduino Web Editor .....	32
5.3 Προγραμματισμός μικροελεγκτή.....	34
5.4 Ολοκληρωμένος κώδικας .....	39
<b>6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>41</b>
6.1 Συμπεράσματα.....	41
6.2 Μελλοντικές επεκτάσεις.....	41
<b>7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>43</b>

## Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: Εκπομπές Μεθανίου .....	17
Εικόνα 6: Uno SMD Compatible - CH340 .....	22
Εικόνα 2: Λυχνία LED.....	23
Εικόνα 3: Οθόνη LCD .....	24
Εικόνα 4: I2C Module .....	25
Εικόνα 5: Σύνδεση με Arduino .....	26
Εικόνα 7: Αισθητήρας DHT11.....	28
Εικόνα 8: Διάγραμμα συνδεσιμότητας DHT11 με Arduino.....	28
Εικόνα 9: Αισθητήρας μεθανίου MQ-4.....	29
Εικόνα 10: Τεχνικά χαρακτηριστικά .....	29
Εικόνα 11: Ανεμιστήρας .....	30
Εικόνα 12: Διάγραμμα Σύνδεσης Υλικού .....	31
Εικόνα 13: Εγκατάσταση Create Agent - 1 .....	33
Εικόνα 14: Εγκατάσταση Create Agent - 2 .....	33
Εικόνα 15: Νέο sketch του Arduino Web Editor .....	34



## 2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 2.1 Φαινόμενο του Θερμοκηπίου και κλιματική αλλαγή

Η συσσώρευση θερμότητας στην τροπόσφαιρα της Γης, που προκαλείται από τα αέρια του θερμοκηπίου, ονομάζεται φαινόμενο του θερμοκηπίου και είναι υπεύθυνο για την κλιματική αλλαγή. Όπως τα γυάλινα τοιχώματα θερμοκηπίου αυξάνουν τη θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα, έτσι και το φαινόμενο του θερμοκηπίου θερμαίνει την επιφάνεια του πλανήτη. Εάν δεν υπήρχε αυτό το φαινόμενο, η θερμοκρασία θα ήταν πιο χαμηλή από το σημείο πήξης του νερού. Οι δραστηριότητες του ανθρώπου έχουν πολλαπλασιάσει σε μεγάλο βαθμό το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου, οδηγώντας στην υπερθέρμανση του πλανήτη και ενισχύοντας τις κλιματικές αλλαγές.

Σύμφωνα με τη σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών σχετικά με τις κλιματικές μεταβολές, ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για να προσδιορίσουμε την αλλαγή του κλίματος που προκαλείται άμεσα ή έμμεσα από τις δραστηριότητες του ανθρώπου οι οποίες επηρεάζουν τη σύνθεση της ατμόσφαιρας του πλανήτη καθώς και τις φυσικές αλλαγές στο κλίμα που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια συγκρίσιμων χρονικών περιόδων.

Οι ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG) είναι η πρωτεύουσα αιτία της υπερθέρμανσης του πλανήτη [1]. Η καύση ορυκτών καυσίμων και οι αλλαγές στη χρήση της γης συνιστούν το μεγαλύτερο μέρος αυτών των εκπομπών, με τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) να έχουν κυρίαρχο ρόλο. Ωστόσο, αέρια θερμοκηπίου που δεν περιέχουν  $\text{CO}_2$ , όπως το μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ) και το υποξείδιο του αζώτου ( $\text{N}_2\text{O}$ ), συνεισφέρουν σημαντικά στην αύξηση της θερμοκρασίας. Οι εκπομπές  $\text{CH}_4$  και  $\text{N}_2\text{O}$  ευθύνονται περίπου για το 27,7% της συνολικής ατμοσφαιρικής ανθρωπογενούς επιβολής ακτινοβολίας από την προβιομηχανική εποχή [2], με τον κτηνοτροφικό τομέα να συμβάλλει περίπου κατά 25% σε αυτές τις εκπομπές το 2001 [3].

## 2.2 Αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου

Το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), το μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ), το υποξείδιο του αζώτου ( $\text{N}_2\text{O}$ ) και οι υδροφθοράνθρακες (HFCs) είναι παραδείγματα αερίων θερμοκηπίου, που απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία έχοντας ως αποτέλεσμα την πρόκληση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Καθώς κάθε αέριο του θερμοκηπίου έχει διαφορετικό δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη, οι εκπομπές τους συνήθως υπολογίζονται και εκφράζονται σε ισοδύναμα διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2 \text{ e}$ ).

Το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) είναι ένα αέριο που υπάρχει στη φύση, αλλά αποτελεί επίσης και υποπροϊόν της καύσης ορυκτών καυσίμων όπως το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και ο άνθρακας, της καύσης βιομάζας, των αλλαγών χρήσης της γης και των βιομηχανικών διεργασιών (π.χ. παραγωγή τσιμέντου). Είναι το βασικό αέριο του θερμοκηπίου που παράγεται από ανθρώπινη δραστηριότητα και χρησιμοποιείται ως το αέριο αναφοράς βάσει του οποίου υπολογίζονται οι επιπτώσεις των άλλων αερίων του θερμοκηπίου.

Το δεύτερο πιο σημαντικό ανθρωπογενές αέριο του θερμοκηπίου είναι το μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ), το οποίο έχει σημαντική συμβολή στο φαινόμενο του θερμοκηπίου με υψηλό δυναμικό θέρμανσης. Το μεθάνιο, οξειδώνεται σταδιακά σε οξυγονούχα ατμόσφαιρα και αποδίδει υγρασία ( $\text{H}_2\text{O}$ ) και ένα άλλο αέριο του θερμοκηπίου, το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), το οποίο έχει περίοδο ημιζωής στην ατμόσφαιρα περίπου 7 χρόνια.

Το οξείδιο του αζώτου είναι ένα αέριο που παράγεται κυρίως σαν αποτέλεσμα μικροβιακής δράσης στο έδαφος, την χρήση λιπασμάτων που περιέχουν άζωτο, την καύση ξυλείας και της χημικής παραγωγής. Παράγεται από γεωργικές και βιομηχανικές δραστηριότητες όπως επίσης και από την καύση ορυκτών καυσίμων και στερεών αποβλήτων και την επεξεργασία λυμάτων. Στην ΕΕ, η γεωργία, η δασοκομία και η αλιεία αναγνωρίζονται ως οι τομείς με τις υψηλότερες εκπομπές οξειδίου του αζώτου το 2021.

Οι υδροφθοράνθρακες κατέχουν περίπου το 90% των εκπομπών φθοριούχων αερίων και η ΕΕ παράγει το κατάλληλο έργο για να τις εξαλείψει σταδιακά μέχρι το 2050. Η

χρήση τους γίνεται κυρίως σε ψυγεία, καταψύκτες, κλιματιστικά και αντλίες θερμότητας για απορρόφηση της θερμότητας. Επίσης, χρησιμοποιούνται ως διογκωτικά σε πυροσβεστήρες, σε δοχεία αεροζόλ αλλά και σε σπρέι άσθματος. Το 2021 είχαν ευρεία χρήση στον κλάδο του χονδρικού και λιανικού εμπορίου, καθώς και στον κλάδο της επισκευής μηχανοκίνητων οχημάτων και μοτοσυκλετών.

### **2.3 Μεθάνιο και πτηνοτροφία**

Οι εκπομπές μεθανίου έχουν σημαντικό ρόλο στην κλιματική κρίση, καθώς παρά τον σχετικά μικρό χρόνο δράσης τους, συμβάλλουν περισσότερο από 80 φορές από το διοξείδιο του άνθρακα στην αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη. Οι κύριες πηγές του μεθανίου αποτελούνται από τις εντερικές ζυμώσεις και την κοπριά που προέρχεται από την κτηνοτροφία. Το μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ) είναι αποτέλεσμα της μικροβιακής αποικοδόμησης των διαλυτών λιπιδίων, υδατανθράκων, πρωτεϊνών και άλλων οργανικών συστατικών.

Το μεθάνιο, αναμένεται να συνεισφέρει περίπου το 18% του συνολικού αέριου υπερθέρμανσης του πλανήτη [4]. Η παγκόσμια αφθονία του ατμοσφαιρικού μεθανίου ( $\text{CH}_4$ ) είναι περίπου 4850 Tg και η παγκόσμια ετήσια εκπομπή είναι 598 Tg το 1998 [5]. Η ατμοσφαιρική συγκέντρωση του  $\text{CH}_4$  αυξήθηκε στο 246% περίπου της προβιομηχανικής της συγκέντρωσης [6]. Ένας βασικός λόγος για αυτή την αυξανόμενη συγκέντρωση είναι η αυξανόμενη εκπομπή, ιδιαίτερα από γεωργικές δραστηριότητες που περιλαμβάνουν ρύζι, βοοειδή και άλλα οικόσιτα ζώα [7]. Η κτηνοτροφία έχει γίνει η πιο μεγάλη ανθρωπογενής πηγή μεθανίου σε παγκόσμιο επίπεδο από το 1983, πιο συγκεκριμένα συνεισέφερε 113,1 Tg μεθάνιο το 1994 [8].

Οι άμεσες εκπομπές  $\text{CH}_4$  και  $\text{N}_2\text{O}$  από τα ζώα παγκοσμίως αντιπροσωπεύουν περίπου το 9% των συνολικών ανθρωπογενών εκπομπών GHG [9]. Συμπεριλαμβανομένων των εκπομπών που συμβαίνουν αλλού στην αλυσίδα εφοδιασμού των κτηνοτροφικών προϊόντων, όπως για παράδειγμα η μεταφορά και παραγωγή ζωοτροφών [10], [11], [12], [13], [14] [15], [16] το ζωικό κεφάλαιο αντιπροσωπεύει περίπου το 18% του συνόλου των ανθρωπογενών GHG εκπομπών. Οι άμεσες εκπομπές  $\text{CH}_4$  από τα ζώα έχουν προέλευση κυρίως από τις πεπτικές διεργασίες των ζώων (εντερική ζύμωση, που συμβαίνει μόνο στα μηρυκαστικά) και την αναερόβια αποσύνθεση κοπριάς (διαχείριση κοπριάς). Οι εκπομπές  $\text{N}_2\text{O}$  παράγονται από τη νιτροποίηση και την απονιτροποίηση

του οργανικού αζώτου στην κοπριά και τα ούρα των ζώων (επιπλέον από μέρος διαχείρισης της κοπριάς) [17]. Κάποιες πρόσφατες μελέτες έχουν αναλύσει τις επιπτώσεις της αυξανόμενης ζήτησης για κτηνοτροφικά προϊόντα (π.χ. [18], [19], προβλέποντας ότι οι εκπομπές CH<sub>4</sub> από την εντερική ζύμωση ίσως να μπορούσαν να αυξηθούν κατά 31% μεταξύ 1990 και 2030 [20], [21].

Οι παράγοντες που έχουν επίδραση στις εκπομπές μεθανίου και υποξειδίου του αζώτου από την κοπριά περιλαμβάνουν τη θερμοκρασία, το επίπεδο οξυγόνου (αερισμός), υγρασία και τις πηγές των θρεπτικών συστατικών. Οι παράγοντες αυτοί επηρεάζονται, με τη σειρά τους, από τον τύπο κοπριάς (ζωικό είδος), τη διατροφή, την αποθήκευση και τον χειρισμό της κοπριάς (σωρός, αναερόβια λιμνοθάλασσα κ.λπ.), καθώς επίσης και την εφαρμογή της κοπριάς. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως η σωστή διαχείριση της κοπριάς είναι πολύ σημαντική για κάθε γεωργική λειτουργία, καθώς η ακατάλληλη χρήση της κοπριάς μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

#### **2.4 Ανθρώπινη Οσμή**

Οι εκπομπές οσμών από τοποθεσίες ζωικής παραγωγής αποτελούν έναν σημαντικό παράγοντα που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τον καθορισμό των αποστάσεων οπισθοδρόμησης από τις γειτονικές περιοχές, μιας και η ανθρώπινη μύτη μπορεί να ανιχνεύσει εύκολα τις οσμές. Επιπρόσθετα, οι οσμές συχνά γίνονται αντιληπτές ως δείκτες ατμοσφαιρικών ρύπων.

#### **2.5 Θερμότητα-Θερμοκρασία**

Στο θερμικό ισοζύγιο, η θερμότητα που παράγεται εντός ενός οργανισμού είναι ισοδύναμη με την ποσότητα θερμότητας που αποβάλλεται από αυτόν. Αυτό γίνεται με τέτοιο τρόπο με τον οποίο διατηρείται σταθερή η θερμοκρασία του σώματος του οργανισμού. Μιας και η θερμότητα συνεχίζει να παράγεται χωρίς σταματημό, πρέπει ακόμα να αποβάλλεται με τον ίδιο ρυθμό, καθώς διαφορετικά θα υπάρξει αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος.

Ένα πτηνό για την διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας του σώματός του, οφείλει να προσλάβει ή να αποβάλλει θερμότητα. Υπάρχει μία ‘κρίσιμη θερμοκρασία’

περιβάλλοντος, που πάνω από αυτή πρέπει να αποβάλλει θερμότητα το πτηνό, ενώ κάτω από αυτή να προσλαμβάνει. Γίνεται εύκολα κατανοητό ότι υπάρχουν όρια (7-26°C) θερμοκρασίας περιβάλλοντος, στην οποία η θερμοκρασία του σώματος διατηρείται σε κανονικά επίπεδα (41°C), μιας και η παραγόμενη θερμότητα στο σώμα του πτηνού ισορροπεί με την θερμότητα που αποβάλλεται εξαιτίας των μεταβολών στην κυκλοφορία του αίματος. Αυτό μπορεί να συμπεριλαμβάνει τη μετακίνηση των πτηνών σε διάφορες θέσεις, όπως τη μετατόπιση των πτερυγίων ή του σώματος, προκειμένου να διατηρήσουν τη σωστή θερμοκρασία του σώματος. Τα όρια αυτά αποτελούν την ουδέτερη θερμική ζώνη, στην οποία είναι σταθερός ο μεταβολισμός και η θερμοκρασία του σώματος.

Εάν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι υψηλή και μάλιστα πολύ κοντά στη θερμοκρασία του σώματος του πτηνού, είναι σχεδόν αδύνατο να απομακρυνθεί η θερμότητα με αγωγή, μεταγωγή και ακτινοβολία. Σε αυτή την περίπτωση η αποβολή της θερμότητας γίνεται με την εξάτμιση που συμβαίνει με την ταχύπνοια των πτηνών. Το λαχάνιασμα των πτηνών ξεκινάει όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος ανέρχεται σε 29,4°C και η σχετική υγρασία είναι πιο μεγάλη από 50%.

Η παραγωγή θερμότητας από τα πτηνά έχει διακύμανση μεγάλη μιας και είναι πολλοί οι παράγοντες που την επηρεάζουν, για παράδειγμα ο τύπος του πτηνού (αυγοπαραγωγός-κρεοπαραγωγός), το στάδιο παραγωγής (πχ στάδιο πάχυνσης), η περιεκτικότητα της τροφής σε ενέργεια, η τιμή R των τοίχων του κτιρίου κλπ. Για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων, τα πτηνά απαιτούν συγκεκριμένη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Αυτή η θερμοκρασία πρέπει να παίρνει τιμές από 7-26°C.

## **2.6 Σχετική Υγρασία**

Η σχετική υγρασία του θαλάμου είναι και αυτή πολύ σημαντική για την απόδοση των πτηνών. Στους θαλάμους των αυγοπαραγωγών ορνιθών αυτή πρέπει να ξεπερνάει το 40%, αλλιώς ευνοείται η δημιουργία σκόνης στο θάλαμο. Επίσης δεν πρέπει να είναι και μεγαλύτερη από 72-75%, μιας και έτσι αναπτύσσονται τα προβλήματα της υγρής στρωμνής.

Η υγρασία στον ορνιθώνα δημιουργείται από τα ίδια τα πτηνά, τα περιτώματα τους, το πόσιμο νερό και άλλα. Όταν η σχετική υγρασία υπερβαίνει το 80%, αυξάνεται η

πιθανότητα συμπίκνωσης των υδρατμών στις εσωτερικές επιφάνειες του θαλάμου. Επιπλέον, υγραίνεται η στρωμή όπως επίσης και ευνοείται και η ανάπτυξη παρασιτικών ασθενειών. [22].

Οι ρύποι από πτηνοτροφικές μονάδες που βρίσκονται στον έχουν συνδεθεί με προβλήματα υγείας των πτηνών και μείωση της αποδοτικότητάς τους. Ταυτόχρονα, έχουν σημαντικές επιπτώσεις και στην υγεία των ανθρώπων. Οι άνθρωποι που έρχονται σε επαφή με αυτούς τους ρύπους μπορεί να αντιμετωπίσουν προβλήματα αναπνευστικού, όπως ασθματικές αντιδράσεις και αλλεργίες. Επιπλέον, μπορεί να παρουσιαστούν διάφορα συμπτώματα όπως διάρροια, ερεθισμοί του δέρματος και των ματιών, πυρετός και άλλα. [23]

## **2.7 Αύξηση παραγωγής πουλερικών και ανάγκη για ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν**

Η παγκόσμια παραγωγή κρέατος πουλερικών υπερβαίνει κατά πολύ αυτή του χοιρινού, με τις Ηνωμένες Πολιτείες να ξεχωρίζουν το 2019 ως ο πιο μεγάλος παγκόσμιος παραγωγός [24]. Η Βραζιλία και η Ευρωπαϊκή Ένωση ξεχωρίζουν ως οι δεύτεροι και οι τρίτοι μεγαλύτεροι παραγωγοί κρέατος πουλερικών [24]. Δεδομένου ότι η παραγωγή πουλερικών είναι μεγάλης κλίμακας, οι ανησυχίες που σχετίζονται με παραγωγικές πτυχές θα πρέπει να κατευθύνονται προς την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν από τις δραστηριότητες των πουλερικών [25]. Έτσι γίνεται εύκολα αντιληπτό από όσα αναφέρθηκαν ότι πρέπει να γίνει λήψη κατάλληλων μέτρων για έλεγχο των εκπομπών μεθανίου από τον πτηνοτροφικό τομέα.

## **2.8 Αέρια και ανάγκη μετρήσεων**

Η κανονική ανάπτυξη των κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής εξαρτάται από τον τρόπο σχεδιασμού του αγροκτήματος, λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές παραμέτρους και συνθήκες [26], όπως η υγρασία, η θερμοκρασία και τα αέρια, που είναι γνωστά ως περιβαλλοντικές βιομεταβλητές, αυτό μαζί με τη σωστή ποσότητα τροφής έχει σαν αποτέλεσμα υγιή κοτόπουλα με ιδανικό βάρος. Οι παράγοντες αυτοί είναι κρίσιμοι για την αύξηση της παραγωγής [27] [28]. Η κακή ποιότητα αέρα μέσα στην μονάδα είναι αποτέλεσμα της κοπριάς που παράγεται από τα κοτόπουλα και αυτό προξενεί την απελευθέρωση πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs) στην ατμόσφαιρα [29], [30]

δημιουργώντας τον πολλαπλασιασμό και τη μετάδοση παθογόνων παραγόντων, δημιουργώντας ένα αγχωτικό περιβάλλον που επηρεάζει την υγεία των πτηνών κατά το στάδιο της αναπαραγωγής τους. Ως απόρροια των προηγούμενων, το ποσοστό θνησιμότητας αυξάνεται [31].

Η χρήση σύγχρονων τεχνολογιών στην πτηνοτροφία για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των περιβαλλοντικών παραμέτρων διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στις λειτουργίες στην φάρμα των πουλερικών. Παράμετροι όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και η αμμωνία πρέπει να ελέγχονται ως εξαιρετικά υψηλές ή χαμηλές. Τα επίπεδα αυτών των παραμέτρων μπορεί να έχουν επιπτώσεις αρνητικές στην ανάπτυξη του κοτόπουλου. Για τη σωστή ανάπτυξη των κοτόπουλων πρέπει να υπάρχει διατήρηση ιδανικών περιβαλλοντικών συνθηκών συνδυαστικά με φαγητό σε σωστές ποσότητες, εάν επιτευχθεί αυτό θα μείνουν τα κοτόπουλα υγιή και θα πάρουν το επιθυμητό βάρος. Η υγεία και η επαρκής αύξηση βάρους του κοτόπουλου είναι πολύ σημαντικά για έναν ιδιοκτήτη φάρμας μιας και αυτοί οι δύο παράγοντες παίζουν καθοριστικό ρόλο στα τελικά κέρδη από την πτηνοτροφία.

Εφόσον το κλίμα της φάρμας δεν διατηρείται σωστά υπάρχει υψηλός κίνδυνος πεπτικών, αναπνευστικών και συμπεριφορικών διαταραχών που επιδρούν στην υγεία των πουλερικών. Οι υγιεινές κλιματολογικές συνθήκες τονώνουν την ανάπτυξη τους και τα βοηθούν να επιτύχουν το επιθυμητό βάρος.

Είναι κρίσιμη η διατήρηση του σωστού επιπέδου μικροκλίματος για την υγεία των πτηνών. Το σωστό επίπεδο μικροκλίματος θα διασφαλίσει τη σωστή ανάπτυξη του κοτόπουλου. Πολλές φορές σε χειροκίνητες εκμεταλλεύσεις μπορεί να προκύψει ανθρώπινο σφάλμα κατά την κρίση των μικροκλιματικών συνθηκών. Μπορεί να φαίνεται ότι το κλίμα στο αγρόκτημα είναι καλό, ωστόσο όμως μπορεί να μην είναι για το μικροκλίμα γύρω από τα κοτόπουλα. Επειδή το CO<sub>2</sub> είναι βαρύ αέριο και το επίπεδο είναι υψηλότερο κοντά στο έδαφος, είναι δύσκολο να κρίνει κανείς το επίπεδο του CO<sub>2</sub> κοντά στο μικροκλίμα των πτηνών χρησιμοποιώντας συμβατικές τεχνικές διαχείρισης πουλερικών [27].

Έχει βελτιωθεί η παρακολούθηση και ο έλεγχος των μεταβλητών στις αγροβιομηχανίες εξαιτίας της εφαρμογής πρωτοκόλλων από σημείο σε σημείο που χρησιμοποιούν τεχνολογίες όπως το General Package Radio (GPRS) και το γνωστό Internet of Things

(IoT) [32] , που υποστηρίζεται από μικροελεγκτές και προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (PLC) σε αποστάσεις όχι πιο μεγάλες από 100 m [33] . Από την άλλη πλευρά, ο τομέας της πτηνοτροφίας, ο οποίος θεωρείται ένας από τους τομείς με τις περισσότερες ανάγκες, χρησιμοποιεί μέχρι και σήμερα κοινά συστήματα ασύρματης επικοινωνίας όπως Bluetooth, GPRS και Global Mobile Communication Systems (GSM) μαζί με το IoT [34] [35] που έχουν εμβέλεια μέχρι και 200 m, για την παρακολούθηση των διαφορετικών συνθηκών των πτηνών, μειώνοντας έτσι τις απώλειες στην παραγωγή κρέατος και αυγών [36] [37] .

## **2.9 Ε.Ε και μεθάνιο**

Για να διασφαλιστεί η αξιοπιστία της κλιματικής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης, είναι απαραίτητο τα θεσμικά και λοιπά όργανα της ΕΕ, ως δημόσια φορείς, να πρωτοστατήσουν στον σχεδιασμό και την εφαρμογή πολιτικών για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, γνωστών και ως («αποτύπωμα άνθρακα»). Από το 2005, τα θεσμικά και λοιπά όργανα της ΕΕ κατάφεραν να αντιστρέψουν την αυξητική τάση των εκπομπών που σχετίζονταν με τα κτίριά τους Ωστόσο, δεν αξιοποίησαν πλήρως την ευκαιρία να αναπτύξουν και να εφαρμόσουν μια κοινή πολιτική που θα συνέβαλε στον στόχο της ΕΕ για μείωση των εκπομπών κατά 20% κάτω από τα επίπεδα του 1990 έως το 2020.

Ο επικείμενος στόχος μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου της ΕΕ 2030 παρουσιάζει νέες ευκαιρίες για τα θεσμικά λοιπά όργανα της ΕΕ να αναπτύξουν και να εφαρμόσουν μία κοινή πολιτική.

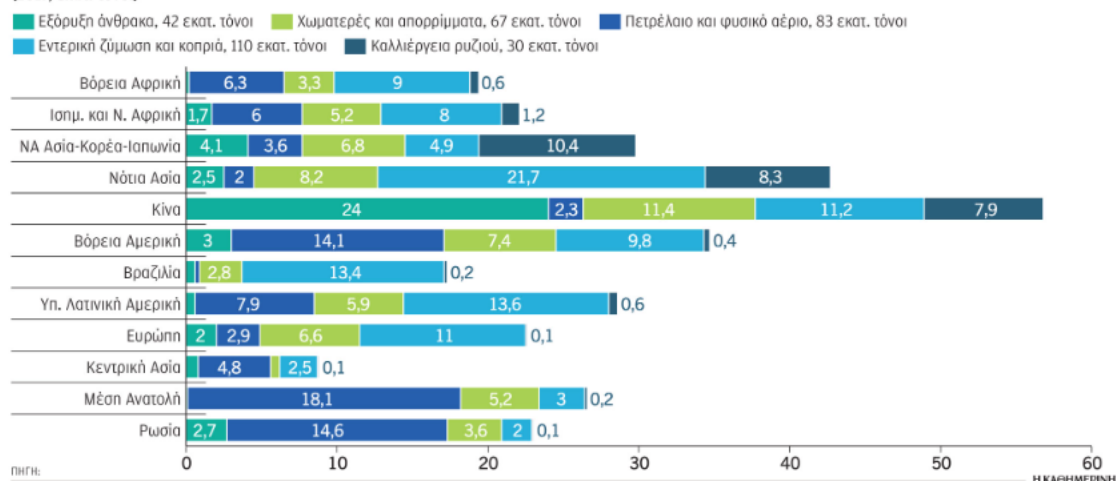
Στο συμβούλιο της Γλασκόβης για τις κλιματικές αλλαγές, οι Ηνωμένες Πολιτείες και η Ευρωπαϊκή Ένωση προωθούν μια συμφωνία για τη μείωση των εκπομπών τους. Ο πρόεδρος Biden έχει δεσμευθεί να μειώσει τις εκπομπές των Ηνωμένων Πολιτειών κατά 30% έως το 2030 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 2020. Περισσότερες από 100 χώρες, οι οποίες αντιπροσωπεύουν το 50% των παγκόσμιων εκπομπών και το 70% του παγκόσμιου Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (ΑΕΠ), έχουν εκφράσει θετική ανταπόκριση στη συμφωνία.



Ανάμεσα τους περιλαμβάνεται και η Βραζιλία, μία από τις πέντε μεγαλύτερες ρυπογόνες χώρες όσον αφορά το μεθάνιο. Η Κίνα, η Ινδία, η Ρωσία και η Αυστραλία δεν συμμετείχαν.

### Ετήσιες εκπομπές μεθανίου ανά χώρα και τομέα

(2017, εκατ. τόνοι)



Εικόνα 1: Εκπομπές Μεθανίου

Η ΕΕ λαμβάνει όλα αυτά υπόψη, καθώς το μεθάνιο είναι ένα ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου, 80 φορές ισχυρότερο από το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) σε διάστημα 20 ετών, γεγονός που το καθιστά το δεύτερο σημαντικότερο αέριο του θερμοκηπίου καθώς και πρόδρομο ρύπο του τροποσφαιρικού όζοντος (O<sub>3</sub>), στο οποίο οφείλεται το ένα τέταρτο περίπου της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη που παρατηρείται σήμερα καθώς το μεθάνιο ευθύνεται για το 10 % του συνόλου των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην ΕΕ. Ακόμα οι μοντελοποιημένες πορείες που προβλέπονται στην ειδική έκθεση για την αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1,5°C που εκπόνησε η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), στην έκτη έκθεση αξιολόγησης της IPCC και στην παγκόσμια αξιολόγηση μεθανίου για το 2021 του προγράμματος των Ηνωμένων Εθνών για το περιβάλλον (UNEP), και οι οποίες περιορίζουν την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη στον 1,5°C με μηδενική ή περιορισμένη υπέρβαση, συνεπάγονται βαθιές μειώσεις των εκπομπών μεθανίου. Τέλος, ένας άλλος λόγος είναι το γεγονός ότι, σύμφωνα με το UNEP, η μείωση των ανθρωπογενών εκπομπών μεθανίου έως και κατά 45% θα αποτρέψει την υπερθέρμανση του πλανήτη κατά περίπου 0,3°C έως το 2040 και θα ενίσχυσει τις μακροπρόθεσμες προσπάθειες μετριασμού της κλιματικής αλλαγής..

### **3. Υλοποίηση-Κατασκευή**

#### **3.1 Λειτουργικές προδιαγραφές συστήματος**

Το σύστημα αυτό έχει ως στόχους:

- Το σύστημα να προσφέρει στον χρήστη μια απλή και ισχυρή λύση για την μέτρηση της ποιότητας του αέρα σε χρόνο πραγματικό.
- Το σύστημα να παρέχει οπτικές ενδείξεις για άμεση κατανόηση της κατάστασης.
- Το σύστημα να έχει ακρίβεια μέτρησης που είναι υψηλή όπως επίσης και κατανάλωση ενέργειας χαμηλή.
- Το σύστημα να είναι συμβατό με άλλους τύπους αισθητήρων ώστε να γίνεται δυνατή η προσαρμογή για ανάγκες στο μέλλον ή να έχει την δυνατότητα ενσωμάτωσης σε άλλο ήδη υπάρχον σύστημα.

#### **3.2 Επισκόπηση σχεδίασης συστήματος**

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για το σύστημα περιλαμβάνει την ενσωμάτωση και την αλληλεπίδραση των διάφορων εξαρτημάτων που θα αναφερθούν στην συνέχεια αναλυτικά. Εν συντομία, το σύστημα περιλαμβάνει μια πλακέτα Uno SMD Compatible - CH340 , τρία LEDs (πράσινο, κίτρινο και κόκκινο), έναν ανεμιστήρα που χρησιμοποιήθηκε για να προσομοιώσουμε τον εξαερισμό, μία οθόνη LCD, έναν αισθητήρα μεθανίου και αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας.

Όταν ενεργοποιείται το σύστημα, το πράσινο LED ανάβει και παραμένει αναμμένο, γεγονός που υποδεικνύει ότι το σύστημα λειτουργεί και ότι τα επίπεδα μεθανίου είναι κανονικά. Το πράσινο LED παραμένει αναμμένο συνεχώς σε όλη τη διάρκεια που λειτουργεί το σύστημα.

Ο αισθητήρας μεθανίου ανιχνεύει συνεχώς τα επίπεδα μεθανίου στο περιβάλλον. Εάν τα επίπεδα μεθανίου αυξηθούν σε ένα μεσαίο επίπεδο, ανάβει το κίτρινο LED για να μας ενημερώσει για αυτή τη κατάσταση. Εάν τα επίπεδα μεθανίου αυξηθούν περαιτέρω σε υψηλά επίπεδα, ενεργοποιείται το κόκκινο LED, υποδεικνύοντας κρίσιμη συγκέντρωση μεθανίου και τον υψηλό κίνδυνο. Αυτή η σταδιακή ενεργοποίηση των LED παρέχει μια καθαρή οπτική αναπαράσταση της αυξανόμενης συγκέντρωσης των επιπέδων μεθανίου.

Επιπλέον, ένα μήνυμα εμφανίζεται στην οθόνη LCD όταν τα επίπεδα μεθανίου είναι υψηλά, προειδοποιώντας τον χρήστη για την κρίσιμη κατάσταση. Ο εξασρισμός ενεργοποιείται την ίδια στιγμή όταν ξεπεραστεί αυτό το κατωφλί, προσφέροντας ψύξη και αντιμετωπίζοντας την κρίσιμη κατάσταση.

Τα LED σβήνουν σταδιακά καθώς τα επίπεδα μεθανίου επιστρέφουν σε κανονικά επίπεδα. Όταν τα επίπεδα μεθανίου επανέλθουν στο κανονικό εύρος, ο εξασρισμός απενεργοποιείται. Ωστόσο, το πράσινο LED παραμένει αναμμένο για να υποδείξει τη λειτουργική κατάσταση του συστήματος και τα κανονικά επίπεδα μεθανίου.

Συνοπτικά, αυτή η μεθοδολογία εξασφαλίζει την παρακολούθηση και τον έλεγχο των επιπέδων μεθανίου στην πτηνοτροφία, προσφέροντας οπτικές ένδειξεις των επιπέδων του, αλλά και αποτρέποντας τις καταστάσεις κινδύνου για τα πτηνά. Η αλληλεπίδραση αυτών των συστατικών επιτρέπει την αυτόματη διαχείριση και προστασία των ζώων, συμβάλλοντας στην υγεία και ευημερία τους.

#### **4. Σύστημα και τα εξαρτήματα του**

Για το παρόν σύστημα χρησιμοποιήθηκαν η πλακέτα Uno SMD Compatible - CH340, ένας αισθητήρας Υγρασίας & Θερμοκρασίας DHT11, ένας αισθητήρας Μεθανίου MQ-4, μια οθόνη LCD 16x2 I2C, τρεις λυχνίες LED και ένας ανεμιστήρας για την προσωμοίωση του εξασρισμού όπως προαναφέρθηκαν. Στη συνέχεια ακολουθεί αναλυτική περιγραφή τους.

## 4.1 Πλατφόρμα Arduino

Το σύστημα που υλοποιήθηκε κάνει χρήση ενσωματωμένης τεχνικής σχεδίασης καθώς και της πλατφόρμας Arduino. Όπως ορίζει ο IEEE, ένα σύστημα είναι ένας υπολογιστής, ο οποίος είναι ενσωματωμένος σε ένα πιο μεγάλο σύστημα με σκοπό τον έλεγχο και την παρακολούθηση του συστήματος αυτού. Το Arduino είναι ένα πολύ μικρό σύστημα το οποίο προγραμματίζεται με τρόπο κατάλληλο αναλογικά με την συσκευή και τα εξωτερικά εξαρτήματα που κάνουν σύνδεση με αυτό. Τα συστήματα που είναι ενσωματωμένα ποικίλουν απαρτίζονται από συστήματα που δεν έχουν διεπαφή χρήστη (UI), από συσκευές στις οποίες το σύστημα που είναι ενσωματωμένο έχει σχεδιαστεί με σκοπό την εκτέλεση μιας μεμονωμένης εργασίας, ή να απαρτίζονται από γραφικές διεπαφές χρήστη που είναι σύνθετες (GUI), όπως είναι αυτές από τις συσκευές κινητής τηλεφωνίας. Οι διεπαφές χρήστη έχουν τη δυνατότητα να είναι κουμπιά, LED, αισθητήρα οθόνης αφής και άλλα ενώ κάποια συστήματα κάνουν χρήση ακόμα και απομακρυσμένες διεπαφές χρήστη. Πλέον τα ενσωματωμένα συστήματα κάνουν έλεγχο σε πολλές κοινές συσκευές σε ταυτόχρονο διάστημα. Τα τα συστήματα που είναι ενσωματωμένα κάνουν χρήση λειτουργικών συστημάτων ή γλωσσικών πλατφόρμων προσαρμοσμένων για χρήση ενσωμάτωσης και οφείλουν να ικανοποιούν λειτουργίες σε περιβάλλοντα σε πραγματικό χρόνο. Αρκετά λειτουργικά συστήματα έχουν αναπτυχθεί με ειδίκευση στις ενσωματωμένες εφαρμογές: Linux, Android, Windows CE, VxWorks και QNX.

Το Arduino είναι μια ηλεκτρονική πλατφόρμα που χρησιμοποιεί ανοιχτό κώδικα. Τα σχέδια πλακέτας υλικού Arduino χρησιμοποιούν μια μεγάλη γκάμα από μικροεπεξεργαστές και ελεγκτές. Οι πλακέτες υλικού είναι εφοδιασμένες με σετ ψηφιακών και αναλογικών ακίδων για την είσοδο/έξοδο (I/O) που μπορούν να συνδεθούν με ποικίλες επεκτάσεις πλακέτες και διαφορετικά κυκλώματα. Οι πλακέτες έχουν σειριακές διεπαφές επικοινωνίας σαν το USB σε κάποια μοντέλα, που χρησιμοποιούνται επιπλέον για φόρτωση προγραμμάτων από προσωπικούς

υπολογιστές. Ενσωματωμένο περιβάλλον ανάπτυξης Arduino (IDE) ονομάζεται το τμήμα λογισμικού που δίνει πληθώρα καλών βιβλιοθηκών για λειτουργίες που είναι βασικές και τρέχει σε Mac, Windows και Linux. Το Arduino προσφέρει ορισμένα πλεονεκτήματα έναντι των υπολοίπων [14]:

- Σε σύγκριση με άλλες πλατφόρμες μικροελεγκτών είναι φθηνό.
- Είναι λογισμικό ανοιχτού κώδικα και μπορεί να επεκταθεί, μπορεί να διατεθεί για πιθανές επεκτάσεις και χρήση αυξημένων δυνατοτήτων από προγραμματιστές που διαθέτουν σχετική εμπειρία. Όσο αφορά τη γλώσσα μπορεί να υπάρξει επέκταση με χρήση βιβλιοθηκών C++ ενώ μπορεί να προστεθεί απευθείας ο κώδικας AVR-C στα προγράμματα Arduino εφόσον το επιθυμεί κανείς.
- Cross-platform καθώς το Arduino (IDE) λειτουργεί σε Windows, Macintosh OSX, και Linux ενώ τα περισσότερα συστήματα μικροελεγκτών εκτελούνται μόνο σε Windows.
- Ευκολία στη χρήση καθώς το Arduino (IDE) είναι εύκολο για άτομα χωρίς προηγούμενη εμπειρία αλλά και ευέλικτο για χρήστες που είναι προχωρημένοι.
- Επεκτάσιμο υλικό hardware με τα σχέδια των πλακών Arduino που έχουν δημοσιευτεί με άδεια Creative Commons, με σκοπό να μπορούν οι σχεδιαστές κυκλωμάτων οι οποίοι είναι έμπειροι να κάνουν τη δική τους εκδοχή, μέσα από επέκταση και βελτίωση της.

## 4.2 Πλακέτα

Έγινε χρήση της UNO SMD Compatible - CH340 που είναι πλήρως συμβατή με το γνήσιο Arduino Uno και δεν έχει καμία διαφορά πέρα από τον κατασκευαστή. Βασίζεται στον μικροελεγκτή ATmega328 της Atmel. Είναι μια ολοκληρωμένη πλακέτα που μπορεί να προγραμματιστεί και να λειτουργήσει συνδέοντας την με ένα απλό καλώδιο USB σε έναν υπολογιστή ή με ένα τροφοδοτικό σε μια πρίζα ή με μια απλή μπαταρία.

Λεπτομερώς, η πλακέτα διαθέτει 14 ψηφιακές εισόδους ή εξόδους (6 από αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως PWM εξόδοι), 6 αναλογικές εισόδους, 1 θύρα USB (τύπου B) για τον προγραμματισμό και την τροφοδοσία της πλακέτας, 1 είσοδο τροφοδοσίας και εναλλακτικές επιλογές τροφοδοσίας από τροφοδοτικό πρίζας ή μια απλή μπαταρία, 1 υποδοχή ICSP και ένα κουμπί επαναφοράς (reset) για την πλακέτα.

Ο μικροελεγκτής λειτουργεί στα 16 MHz (Crystal 16MHz). Αυτή η έκδοση διαθέτει αποσπώμενο μικροελεγκτή (DIP Version). Η μνήμη Flash του CH340, όπου μπορεί να αποθηκευτεί το πρόγραμμα (sketch), είναι 32KB, ικανή να χωρέσει τα περισσότερα προγράμματα. Το CH340 λειτουργεί με τροφοδοσία 5V DC από την είσοδο USB ή με 9V/12V DC από την είσοδο τροφοδοσίας αποφεύγοντας τον κίνδυνο ηλεκτροπληξίας.



Εικόνα 2: Uno SMD Compatible - CH340

### 4.3 Λυχνία LED

Οι λυχνίες LED ή οι δίοδοι εκπομπής φωτός είναι μικρά ηλεκτρονικά εξαρτήματα. Οι λυχνίες LED με την παροχή ηλεκτρικής τάσης εκπέμπουν φως σε ποικιλία χρωμάτων. Χρησιμοποιήθηκαν ένα πράσινο, ένα κίτρινο και ένα κόκκινο LED 5mm με τάση λειτουργίας 2V και ρεύμα 20mA.

Επιπλέον χαρακτηριστικά:

Μικτό Βάρος: 0.0002kg,

Ένταση φωτός: 20 mcd.



Εικόνα 3: Λυχνία LED

## 4.4 Οθόνη LCD

Έγινε χρήση μιας βασικής LCD οθόνης 16 χαρακτήρων επί 2 γραμμών με μπλε φόντο και λευκούς χαρακτήρες. Λειτουργεί με τάση τροφοδοσίας 5V με δυνατότητα ρύθμισης της αντίθεσης μέσω ποτενσιόμετρου. Έχει ενσωματωμένο εξάρτημα (I2C module) που επιτρέπει την επικοινωνία με το πρωτόκολλο I2C.



Εικόνα 4: Οθόνη LCD

### 4.4.1 Πρωτοκολλο I2C

Το πρωτόκολλο I2C (Inter-Integrated Circuit) είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο σειριακό πρωτόκολλο επικοινωνίας που επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών ή ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (ICs) σε μια πλακέτα ή ένα σύστημα. Αναπτύχθηκε από την Philips Semiconductor (τόρα NXP Semiconductors) στις αρχές της δεκαετίας του 1980 ως ένα απλό και αποδοτικό μέσο για τη σύνδεση πολλαπλών ICs.

Χρησιμοποιεί μόνο δύο γραμμές για την επικοινωνία. Μία γραμμή σειριακών δεδομένων (SDA) για την αμφίδρομη μεταφορά δεδομένων και μία γραμμή ρολογιού (SCL) για τον συγχρονισμό της μεταφοράς δεδομένων. Λειτουργεί βασισμένη στην αρχιτεκτονική Master-Slave που σημαίνει ότι περιλαμβάνει μία ή περισσότερες κύριες

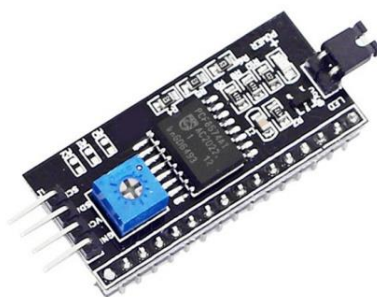


διατάξεις που ξεκινούν και ελέγχουν την επικοινωνία μεταξύ τους (Masters) και πολλαπλές διατάξεις που ανταποκρίνονται σε εντολές ή παρέχουν δεδομένα (Slaves).

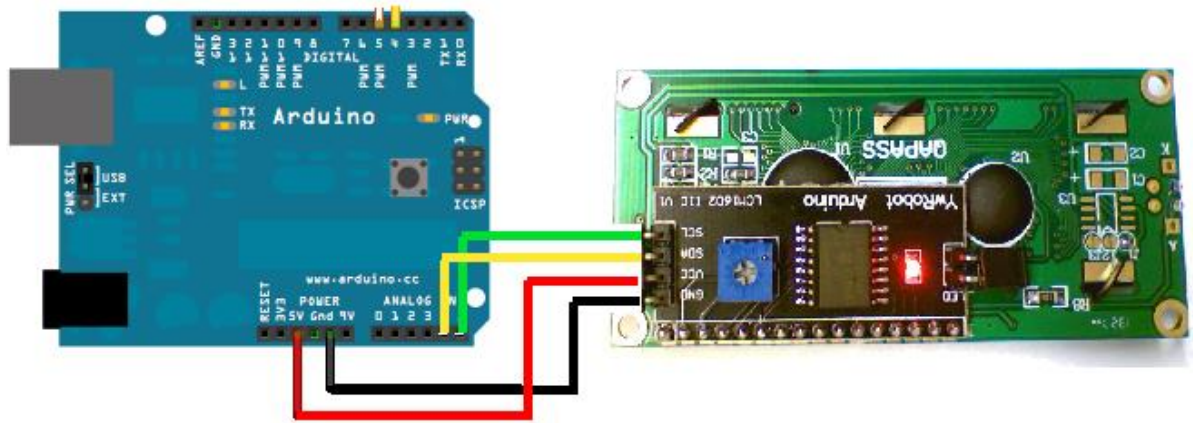
#### 4.4.2 I2C module

Το I2C LCD module ή backpack λειτουργεί ως μετατροπέας διασύνδεσης, μεταφράζοντας τις εντολές και τα δεδομένα που λαμβάνονται μέσω του δίαυλου I2C από το μικροελεγκτή σε σήματα συμβατά με την οθόνη LCD. Απλοποιεί τη σύνδεση μεταξύ του μικροελεγκτή και της οθόνης LCD μειώνοντας τον αριθμό των απαιτούμενων ακροδεκτών και παρέχοντας ευκολία στην επικοινωνία.

Χρησιμοποιώντας ένα I2C LCD module, μπορούμε εύκολα να απελευθερώσουμε πολύτιμους ακροδέκτες στον μικροελεγκτή για άλλους σκοπούς. Το module απλοποιεί τον προγραμματισμό που απαιτείται για τη διεπαφή με την οθόνη LCD, αφαιρώντας τις λεπτομέρειες της χαμηλού επιπέδου επικοινωνίας και παρέχοντας υψηλότερου επιπέδου λειτουργίες ή βιβλιοθήκες για την εμφάνιση κειμένου, γραφικών και τον έλεγχο του φωτισμού.



Εικόνα 5: I2C Module



Εικόνα 6: Σύνδεση με Arduino

#### 4.5 Αισθητήρες

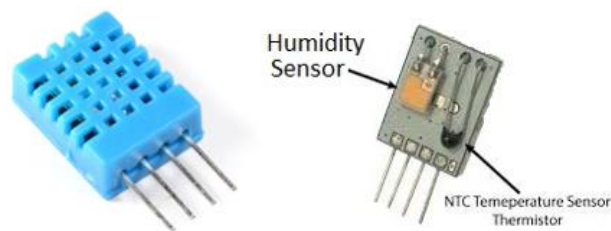
Ο όρος "αισθητήρας" αναφέρεται σε μια συσκευή που ανιχνεύει και ανταποκρίνεται σε ένα είδος εισόδου από το φυσικό περιβάλλον, όπως το φως, την θερμότητα, την κίνηση, την υγρασία, την πίεση ή ένα από τα άλλα περιβαλλοντικά φαινόμενα. Η έξοδος του αισθητήρα συνήθως αντιστοιχεί σε ένα σήμα, το οποίο μετατρέπεται σε ένδειξη ώστε να μπορεί να τη διαβάσει ο άνθρωπος, είτε μέσω μιας οθόνης, είτε άλλης οπτικής ένδειξης, είτε μέσω ηλεκτρονικής μετάδοσης σε ένα δίκτυο για ανάγνωση ή περαιτέρω επεξεργασία [15]. Οι τύποι αισθητήρων απαρτίζονται από ανιχνευτές φωτισμού, αισθητήρες υπέρυθρων σημείων, αισθητήρες υπερήχων, ηλεκτροχημικούς αισθητήρες αερίων, αισθητήρες ημιαγωγών και αισθητήρες λέιζερ. Οι αισθητήρες υπέρυθρων και οι ηλεκτροχημικοί αισθητήρες αποτελούν τους δύο συνηθέστερους τύπους για την ανίχνευση της περιεκτικότητας των αερίων.

Η προτεινόμενη συσκευή αποτελείται από 2 σταθερούς αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση των παραμέτρων του αέρα. Αυτοί είναι αισθητήρες μεθανίου, υγρασίας και θερμοκρασίας. Οι αισθητήρες συνδέονται στην πλακέτα UNO SMD Compatible - CH340. Μόλις ενεργοποιηθεί η συσκευή, οι αισθητήρες αρχίζουν να παράγουν δεδομένα πραγματικού χρόνου. Σε αυτήν την ενότητα, θα αναλύσουμε αναλυτικά τον κάθε αισθητήρα.

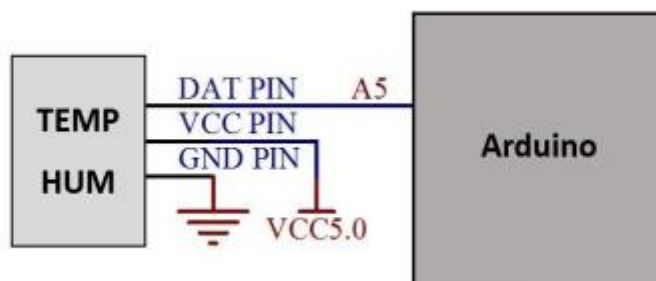
#### 4.5.1 Υγρασίας και θερμοκρασίας DHT11

Η μονάδα αισθητήρα που μετράει τη θερμοκρασία και την υγρασία και χρησιμοποιείται στο σύστημα αυτό λέγεται DHT11 και μετράει τη σχετική υγρασία υπολογίζοντας την ηλεκτρική αντίσταση ανάμεσα σε δύο ηλεκτρόδια. Το στοιχείο που ανιχνεύει την υγρασία του DHT11 είναι ένα υπόστρωμα που συγκρατεί την υγρασία με τα ηλεκτρόδια να εφαρμόζονται στην επιφάνεια. Όταν το υπόστρωμα απορροφά τους υδρατμούς, γίνεται απελευθέρωση ιόντων από το υπόστρωμα, κάτι που σημαίνει ότι πραγματοποιείται αύξηση της αγωγιμότητας ανάμεσα στα ηλεκτρόδια. Η αλλαγή στην αντίσταση ανάμεσα στα δύο ηλεκτρόδια είναι σε αναλογία με την σχετική υγρασία. Η υψηλή σχετική υγρασία προκαλεί μείωση της αντίστασης ανάμεσα στα ηλεκτρόδια ενώ η χαμηλή σχετική υγρασία προκαλεί αύξηση στην αντίσταση. Με αυτό τον τρόπο ο αισθητήρας αλλάζει τη μέτρηση της αντίστασης σε σχετική υγρασία μέσω ενός τσιπ που βρίσκεται στο πίσω μέρος της μονάδας και μεταδίδει απευθείας τις ενδείξεις των μετρήσεων στον μικροελεγκτή Arduino.

Ο αισθητήρας DHT11 επιλέχθηκε λόγω των χαρακτηριστικών που προσφέρει. Διαθέτει εξαιρετική ποιότητα, γρήγορη απόκριση, χαμηλό κόστος, αντιμετωπίζει αποτελεσματικά τις παρεμβολές, διαθέτει εύκολη και γρήγορη συνδεσμολογία, είναι μικρού μεγέθους και έχει χαμηλή κατανάλωση ισχύος. Η επικοινωνία του αισθητήρα με τον μικροελεγκτή Arduino γίνεται εφικτή χρησιμοποιώντας τη βιβλιοθήκη DHT. Η λειτουργία πραγματοποιείται με ρεύμα τάσης 3,3V έως 5,5V. Το εύρος θερμοκρασίας καλύπτει από 0 έως 50 βαθμούς Κελσίου, με ακρίβεια  $\pm 2$  βαθμούς Κελσίου, και ο χρόνος απόκρισης είναι μικρότερος από 10 δευτερόλεπτα. Όσον αφορά την ακρίβεια της υγρασίας, αυτή είναι  $\pm 5\%RH$ , με εύρος από 20% έως 90%RH, και χρόνο απόκρισης μικρότερο από 5 δευτερόλεπτα.. Ο αισθητήρας χρησιμοποιεί τρεις ακροδέκτες(pin): DAT, VCC και GND. Σύμφωνα με την Εικόνα 8, ο ακροδέκτης DAT του αισθητήρα συνδέεται με τον ψηφιακό ακροδέκτη I/O του Arduino. Με αυτήν τη σύνδεση, ο μικροελεγκτής έχει τη δυνατότητα να διαβάσει τα δεδομένα που παρέχει ο αισθητήρας.



Εικόνα 7: Αισθητήρας DHT11



Εικόνα 8: Διάγραμμα συνδεσιμότητας DHT11 με Arduino

#### 4.5.2 Αισθητήρας Μεθανίου MQ-4

Έγινε χρήση του αισθητήρα ανίχνευσης μεθανίου(CH<sub>4</sub>) CNG τύπου MQ-4, ο οποίος είναι κατάλληλος για την μέτρηση της συγκέντρωσης του μεθανίου στην ατμόσφαιρα . Έχει γρήγορη απόκριση και υψηλή ευαισθησία . Η έξοδος του είναι αναλογική και το εύρος μέτρησης του είναι από 200 μέχρι 10000ppm . Το κύκλωμα είναι πολύ απλό και απαιτεί τροφοδοσία του πηνίου του θερμαντήρα με 5V.

Η δομή και η διάταξη του αισθητήρα περιλαμβάνουν μικρό-κεραμικό σωλήνα Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, με στρώμα ευαίσθητο σε διοξείδιο του κασσίτερου (SnO<sub>2</sub>) , ένα ηλεκτρόδιο μέτρησης

και ένα θερμαντήρα που είναι στερεωμένα σε κρούστα που αποτελείται από πλαστικό και ανοξείδωτο χάλυβα.

. Ο θερμαντήρας διασφαλίζει τις προαπαιτούμενες συνθήκες για τη λειτουργία των ευαίσθητων συστατικών. Ο αισθητήρας MQ-4 έχει 6 pin, με 4 από αυτά να χρησιμοποιούνται για να ληφθούν σήματα και άλλα 2 να χρησιμοποιούνται για τροφοδοσία.



Εικόνα 9: Αισθητήρας μεθανίου MQ-4

#### SPECIFICATIONS

A. Standard work condition			
Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
V <sub>C</sub>	Circuit voltage	5V±0.1	AC OR DC
V <sub>H</sub>	Heating voltage	5V±0.1	AC OR DC
P <sub>L</sub>	Load resistance	20K Ω	
R <sub>H</sub>	Heater resistance	33 Ω ± 5%	Room Tem
P <sub>H</sub>	Heating consumption	less than 750mw	
B. Environment condition			
Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
T <sub>ao</sub>	Using Tem	-10°C-50°C	
T <sub>as</sub>	Storage Tem	-20°C-70°C	
R <sub>H</sub>	Related humidity	less than 95%Rh	
O <sub>2</sub>	Oxygen concentration	21%(standard condition)Oxygen concentration can affect sensitivity	minimum value is over 2%
C. Sensitivity characteristic			
Symbol	Parameter name	Technical parameter	Ramark 2
R <sub>s</sub>	Sensing Resistance	10K Ω - 60K Ω (1000ppm CH <sub>4</sub> )	Detecting concentration scope: 200-10000ppm CH <sub>4</sub> , natural gas
α (1000ppm/ 5000ppm CH <sub>4</sub> )	Concentration slope rate	≤0.6	
Standard detecting condition	Temp: 20°C±2°C Humidity: 65%±5%	V <sub>c</sub> :5V±0.1 V <sub>h</sub> : 5V±0.1	
Preheat time	Over 24 hour		

Εικόνα 10: Τεχνικά χαρακτηριστικά

## 4.6 Ανεμιστήρας

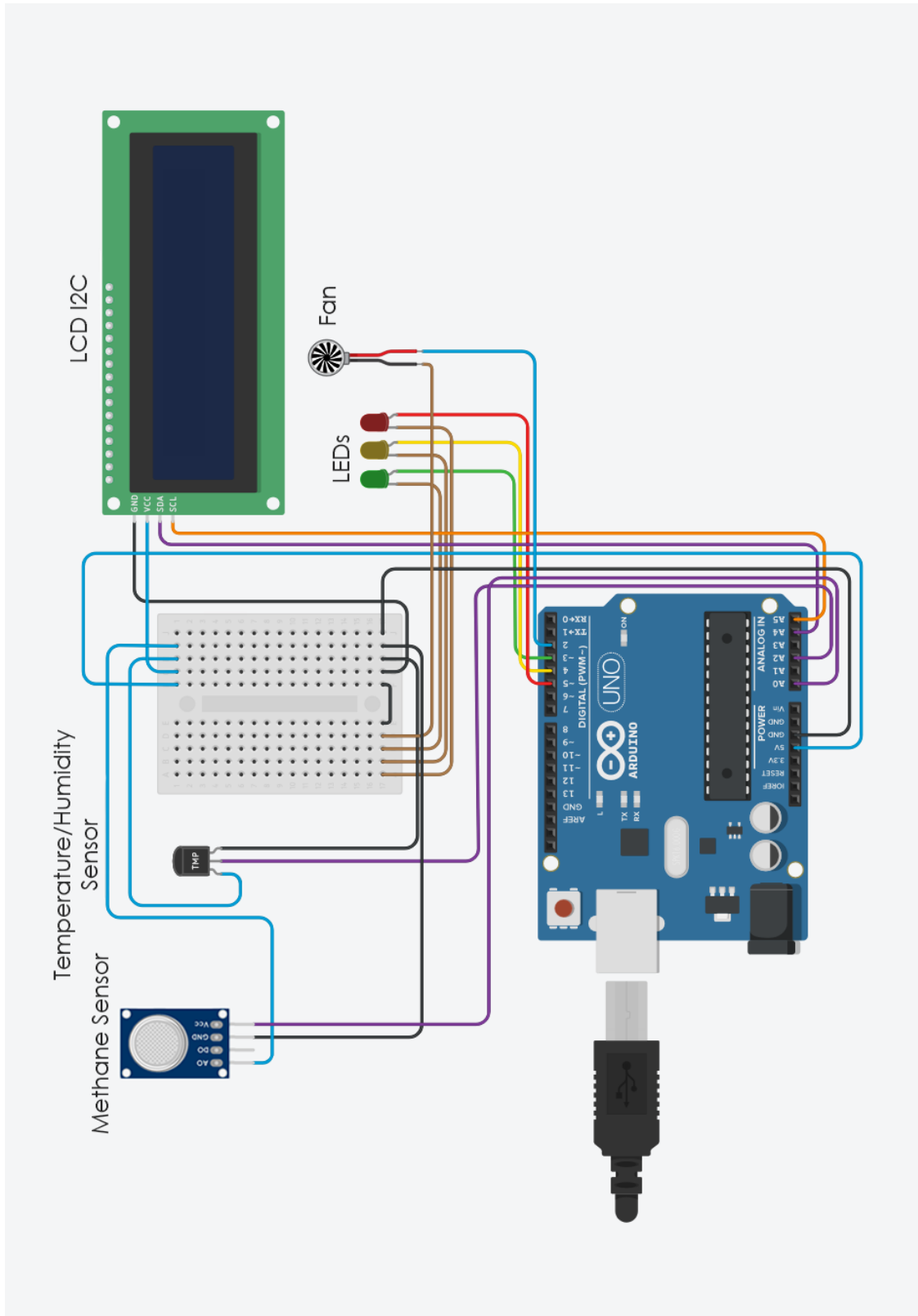
Έγινε χρήση ενός ανεμιστήρα διαστάσεων 43\*30\*89.3mm, ο οποίος είναι ένα ευέλικτο εξάρτημα που μπορεί να ενσωματωθεί ομαλά σε Arduino, παρέχοντας στοχευμένη ροή αέρα για διάφορες εφαρμογές. Η τάση λειτουργίας του είναι 5V, το ίδιο με μια πλακέτα Arduino. Με χαμηλή κατανάλωση ισχύος 1W, εξασφαλίζει βέλτιστη ενεργειακή απόδοση, κάτι που το καθιστά ιδανική επιλογή για εφαρμογές που προτεραιότητα έχουν την βέλτιστη κατανάλωση ισχύος. Χάρη στις δυνατότητες ελέγχου του Arduino, μπορούμε να προγραμματίσουμε τον ανεμιστήρα να ενεργοποιείται βάσει συγκεκριμένων χρονικών διαστημάτων, να ανταποκρίνεται σε συγκεκριμένα γεγονότα ή να λειτουργεί ως μέρος ενός μεγαλύτερου συστήματος. Για αυτή την εργασία, χρησιμοποιήθηκε για να προσομοιώσουμε τον εξαερισμό μιας πτηνοτροφικής μονάδας.



Εικόνα 11: Ανεμιστήρας

## 4.7 Διάγραμμα Σύνδεσης Υλικού

Εδώ παρέχεται μια οπτική αναπαράσταση που μας δείχνει την κάθε σύνδεση των εξαρτημάτων, προσφέροντας μια σαφή και συνοπτική επισκόπηση της υλικής διάταξης του συστήματος. Αυτό το διάγραμμα θα λειτουργήσει ως μια χρήσιμη αναφορά, εμφανίζοντας την ακριβή ενσύρματη διαμόρφωση και επιτρέποντας στους χρήστες να κατανοήσουν εύκολα τις φυσικές συνδέσεις μεταξύ του UNO SMD Compatible - CH340 και των LED, του ανεμιστήρα, του αισθητήρα μεθανίου, του αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας, και της οθόνης LCD.



Εικόνα 12: Διάγραμμα Σύνδεσης Υλικού

## 5. Λογισμικό και Προγραμματισμός

Σε αυτό το σημείο γίνεται ανάλυση του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση του συστήματος, καθώς και του προγραμματισμού του μικροελεγκτή SMD Compatible - CH340.

### 5.1 Arduino IDE

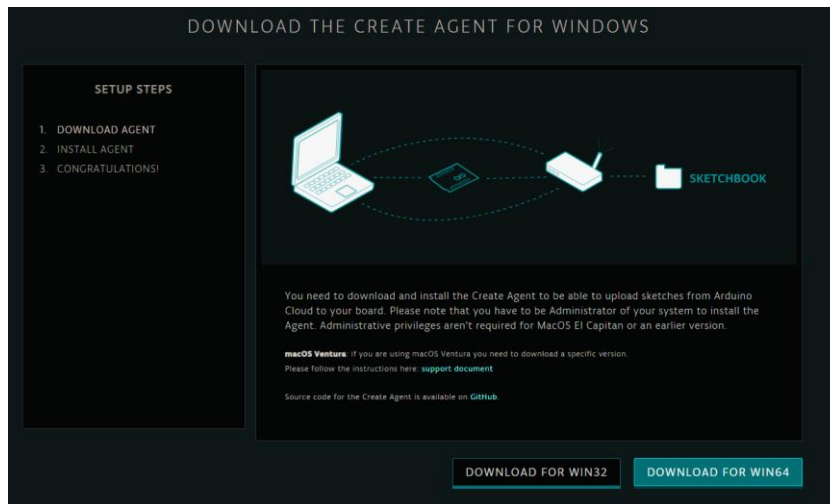
Το Arduino IDE (Integrated Development Environment) είναι ένα κομμάτι το Arduino Create, μιας διαδικτυακής πλατφόρμας που επιτρέπει στους προγραμματιστές να γράψουν κώδικα, να έχουν πρόσβαση σε οδηγούς, να διαμορφώνουν πλακέτες και να μοιράζονται έργα. Είναι σχεδιασμένο για να παρέχει στους χρήστες μια ροή εργασίας και να συνδέει τα κενά μεταξύ κάθε βήματος από την έμπνευση στην υλοποίηση μιας εφαρμογής. Αυτό σημαίνει ότι έχουμε τη δυνατότητα να διαχειριστούμε κάθε πτυχή του έργου μας απευθείας από ένα μόνο πίνακα ελέγχου.

### 5.2 Arduino Web Editor

Το Arduino Web Editor μας επιτρέπει να γράφουμε κώδικα και να ανεβάσουμε σκίτσα σε οποιαδήποτε επίσημη πλακέτα Arduino απευθείας από τον ιστότοπο του προγράμματος περιήγησής μας. Λειτουργεί μέσω διαδικτύου γι 'αυτό είναι πάντα ενημερωμένο με τις τελευταίες δυνατότητες για την υποστήριξη νέων πλακετών. Μας επιτρέπει να γράφουμε κώδικα και να τον αποθηκεύουμε στο cloud, κάνοντας πάντα αντίγραφα ασφαλείας και επιτρέποντας την πρόσβαση από οποιαδήποτε συσκευή. Αναγνωρίζει αυτόματα οποιαδήποτε πλακέτα Arduino και Genuino συνδέεται με τον υπολογιστή μας και διαμορφώνεται ανάλογα. Έγινε χρήση για τον προγραμματισμό του μικροελεγκτή Uno SMD Compatible - CH340 αυτού του πονήματος.

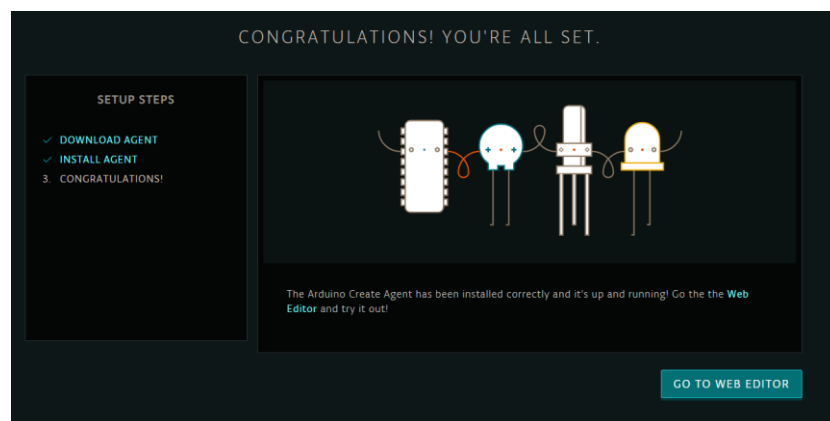
Για την χρήση του εγκαθιστούμε το πρόσθετο Arduino Create Agent στον υπολογιστή μας μέσω αυτού του συνδεσμού (<https://create.arduino.cc/getting-started/plugin/welcome>) ακολουθώντας τα βήματα που εμφανίζονται.





Εικόνα 13: Εγκατάσταση Create Agent - 1

Εάν η εγκατάσταση έχει γίνει σωστά, εμφανίζεται σχετικό μήνυμα στο παράθυρο του περιηγητή και έπειτα μπορούμε να μπούμε στην πλατφόρμα του Arduino Web Editor κάνοντας κλικ στο πλαίσιο “Go to web editor” ή μέσω του συνδέσμου (<https://create.arduino.cc/editor>).



Εικόνα 14: Εγκατάσταση Create Agent - 2

Αφού έχουμε μπει στο Arduino Web Editor, πρέπει να δημιουργήσουμε έναν νέο λογαριασμό Arduino ή να συνδεθούμε με έναν ήδη υπάρχον λογαριασμό. Έπειτα, ανοίγει το περιβάλλον του. Μέσω της επιλογής “sketchbook” στην στήλη αριστερά και έπειτα στο πλαίσιο “New sketch” δημιουργείται νέο sketch στο οποίο μπορούμε να γράψουμε τον κώδικα.



Εικόνα 15: Νέο sketch του Arduino Web Editor

### 5.3 Προγραμματισμός μικροελεγκτή

Ο κώδικας σε γλώσσα C++ που αναπτύχθηκε με την χρήση του Arduino Web Editor χωρίζεται σε τρία κύρια μέρη. Στην συνέχεια εξηγείται το κάθε κομμάτι του.

1. Στο πρώτο μέρος γίνεται η εισαγωγή όλων των απαιτούμενων βιβλιοθηκών για τον έλεγχο των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς και η δήλωση όλων των μεταβλητών, σταθερών και των ακροδεκτών (pin).

```
#include <dht.h> //Temperature-Humidity Library
#include <stdio.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //Display Library

#define dht_apin A2 // Analog Pin 2
dht DHT;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

int methanepin = A0; //Analog Pin 0
int methane;
int gre = 3; //Digital Pin 3
int yel = 4; //Digital Pin 4
int red = 5; //Digital Pin 5
int fan = 2; //Digital Pin 2
int pos = 0; //position integer
```

2. Στο δεύτερο κομμάτι ξεκινά η σειριακή επικοινωνία για την διαδικασία της αποσφαλμάτωσης μέσω του monitor που παρέχεται από τον Arduino Web Editor. Επίσης, ορίζεται η λειτουργία των pin σαν είσοδοι ή έξοδοι για τον αισθητήρα μεθανίου, των LED και του ανεμιστήρα και μπαίνει σε λειτουργία η οθόνη LCD του συστήματος. Εδώ ενεργοποιείται και το πράσινο LED που παρέχει οπτική ένδειξη της κατάστασης λειτουργίας και του κανονικού επιπέδου συγκέντρωσης μεθανίου.

```
void setup() {  
  
  Serial.begin(9600);  
  
  pinMode(methanepin, INPUT);  
  pinMode(gre, OUTPUT);  
  pinMode(yel, OUTPUT);  
  pinMode(red, OUTPUT);  
  pinMode(fan, OUTPUT);  
  digitalWrite(gre, HIGH);  
  lcd.init();  
  lcd.backlight();  
  
}
```

3. Το τρίτο κομμάτι περιλαμβάνει την συνάρτηση επανάληψης και την κύρια συνάρτηση του συστήματος.

Αρχικά, διαβάζεται η αναλογική τιμή από τον αισθητήρα μεθανίου και αποθηκεύεται στην μεταβλητή methane.

Έπειτα εκτυπώνει την τιμή αυτή στον σειριακό monitor για αποσφαλμάτωση.

```
void loop() {  
  
  methane = analogRead(methanepin);  
  Serial.print("Analog read= ");  
  Serial.println(methane);  
  
}
```

Ακολουθεί ο έλεγχος του ανεμιστήρα με βάση τη συγκέντρωση μεθανίου.

```
if (methane > 430) {  
    digitalWrite(fan, HIGH);  
}  
  
if (methane < 300) {  
    digitalWrite(fan, LOW);  
}
```

Εδώ γίνεται ο έλεγχος των LED με βάση την τιμή της συγκέντρωσης του μεθανίου, ενεργοποιώντας σταδιακά το κίτρινο LED εάν τα επίπεδα μεθανίου είναι μέτρια και έπειτα το κόκκινο LED μόλις ξεπεράσει το ανώτατο όριο, υποδεικνύοντας υψηλή συγκέντρωση. Όταν τα επίπεδα μειωθούν, γίνεται απενεργοποίηση του κόκκινου και κίτρινου LED σταδιακά.

```
//-----LED Color Ascension-----//  
  
if (methane > 300) {  
    digitalWrite(yel, HIGH);  
}  
else {  
    digitalWrite(yel, LOW);  
}  
  
if (methane > 430) {  
    digitalWrite(red, HIGH);  
}  
else {  
    digitalWrite(red, LOW);  
}
```

Εδώ διαβάζονται οι τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας από τον αισθητήρα DHT11 και τις εκτυπώνει στον σειριακό monitor.

```
DHT.read11(dht_apin);

Serial.print("Humidity = ");
Serial.print(DHT.humidity);
Serial.println("% ");

Serial.print("Temperature = ");
Serial.print(DHT.temperature);
Serial.println("C ");
```

Σε αυτή την φάση ελέγχεται και η οθόνη LCD. Προσφέρει οπτική ένδειξη για τις τιμές της θερμοκρασίας και υγρασίας εφόσον η συγκέντρωση μεθανίου βρίσκεται σε κανονικά επίπεδα.

```
//-----LCD functions-----//
if (methane < 430) {

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Temperature = ");
    lcd.setCursor(13, 0);
    lcd.print(DHT.temperature);
    lcd.setCursor(15, 0);
    lcd.print("C");

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Humidity = ");
    lcd.setCursor(10, 1);
    lcd.print(DHT.humidity);
    lcd.setCursor(12, 1);
    lcd.print("% ");

} //if end
```

Εάν τα επίπεδα γίνουν υψηλά, τότε εμφανίζεται επιπλέον προειδοποιητικό μήνυμα “Methane is High” που κυλά οριζόντια στην δεύτερη σειρά της οθόνης LCD.

```
if (methane > 430) {  
  
    lcd.clear();  
    lcd.setCursor(0, 0);  
    lcd.print("Temp= ");  
    lcd.setCursor(5, 0);  
    lcd.print(DHT.temperature);  
    lcd.setCursor(7, 0);  
    lcd.print("C ");  
  
    lcd.setCursor(9, 0);  
    lcd.print("Hum= ");  
    lcd.setCursor(13, 0);  
    lcd.print(DHT.humidity);  
    lcd.setCursor(15, 0);  
    lcd.print("%");  
  
    lcd.setCursor(pos,1);  
    lcd.print("Methane is high ");  
    delay(00);  
    pos++;  
    if (pos >= 16) {  
        pos = 0;  
    }  
} //If end
```

## 5.4 Ολοκληρωμένος κώδικας

Εδώ βρίσκεται ο ολοκληρωμένος κώδικας του προγραμματισμού αυτού του συστήματος.

```
#include <dht.h> //Temperature-Humidity Library
#include <stdio.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //Display Library

#define dht_apin A2 // Analog Pin 2

dht DHT;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

int methanepin = A0; //Analog Pin 0
int methane;

int gre = 3; //Digital Pin 3
int yel = 4; //Digital Pin 4
int red = 5; //Digital Pin 5

int fan = 2; //Digital Pin 2

int pos = 0; //position integer

void setup() {

  Serial.begin(9600);

  pinMode(methanepin, INPUT);
  pinMode(gre, OUTPUT);
  pinMode(yel, OUTPUT);
  pinMode(red, OUTPUT);
  pinMode(fan, OUTPUT);
  digitalWrite(gre, HIGH);
  lcd.init();
  lcd.backlight();

}

void loop() {

  methane = analogRead(methanepin);
  Serial.print("Analog read= ");
  Serial.println(methane);

  if (methane > 430) {
    digitalWrite(fan, HIGH);
  }

  if (methane < 300) {
    digitalWrite(fan, LOW);
  }

  delay(200);

  //-----LED Color Ascension-----//

  if (methane > 300) {
    digitalWrite(yel, HIGH);
  }
  else {
    digitalWrite(yel, LOW);
  }

  ...
}
```

```

...
if (methane > 430) {
    digitalWrite(red, HIGH);
}
else {
    digitalWrite(red, LOW);
}

DHT.read11(dht_apin);

    Serial.print("Humidity = ");
    Serial.print(DHT.humidity);
    Serial.println("% ");

    Serial.print("Temperature = ");
    Serial.print(DHT.temperature);
    Serial.println("C ");

//-----LCD functions-----//
if (methane < 430) {

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Temperature = ");
    lcd.setCursor(13, 0);
    lcd.print(DHT.temperature);
    lcd.setCursor(15, 0);
    lcd.print("C");

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Humidity = ");
    lcd.setCursor(10, 1);
    lcd.print(DHT.humidity);
    lcd.setCursor(12, 1);
    lcd.print("% ");

    pos = 0;
} //if end

if (methane > 430) {

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Temp= ");
    lcd.setCursor(5, 0);
    lcd.print(DHT.temperature);
    lcd.setCursor(7, 0);
    lcd.print("C ");

    lcd.setCursor(9, 0);
    lcd.print("Hum= ");
    lcd.setCursor(13, 0);
    lcd.print(DHT.humidity);
    lcd.setCursor(15, 0);
    lcd.print("%");

    lcd.setCursor(pos,1);
    lcd.print("Methane is high ");
    delay(00);
    pos++;
    if (pos >= 16) {
        pos = 0;
    }
} //If end

delay(500);
} //Loop End

```



## **6. Συμπεράσματα**

### **6.1 Συμπεράσματα**

Σε αυτή την εργασία, παρουσιάστηκε ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη ενός βασικού συστήματος παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα που είναι ειδικά προσαρμοσμένο για πτηνοτροφικές μονάδες. Το σύστημα ανταποκρίνεται με επιτυχία στην κρίσιμη ανάγκη για πραγματικού χρόνου ανίχνευση του επιπέδου μεθανίου και στην παρακολούθηση άλλων περιβαλλοντικών συνθηκών χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες των μικροελεγκτών Arduino.

Μέσω των αισθητήρων μεθανίου, θερμοκρασίας και υγρασίας, το αναπτυγμένο σύστημα παρέχει σε μεγάλο βαθμό ακριβείς και αξιόπιστες μετρήσεις με πολύ χαμηλό κόστος, επιτρέποντας στους διαχειριστές των πτηνοτροφικών μονάδων να έχουν άμεσα βασικές πληροφορίες για το περιβάλλον αυτών. Μέσω της αυτοματοποίησης, τους δίνεται ή δυνατότητα να δρουν άμεσα σε υψηλά επίπεδα μεθανίου και να διασφαλίζουν την ασφάλεια των πτηνών αλλά και του προσωπικού. Αυτή η υλοποίηση του συστήματος παρακολούθησης και έλεγχου του μεθανίου απέδειξε την αποτελεσματικότητά του στην παροχή πληροφοριών πραγματικού χρόνου και τη δυνατότητα προληπτικής δράσης για τη μείωση των κινδύνων που σχετίζονται με υψηλά επίπεδα μεθανίου στην πτηνοτροφία.

### **6.2 Μελλοντικές επεκτάσεις**

Καθώς αυτή η έρευνα επικεντρώθηκε στην εφαρμογή των μικροελεγκτών Arduino για τον έλεγχο του μεθανίου στην πτηνοτροφία, μελλοντικές μελέτες μπορούν να εξερευνήσουν περαιτέρω βελτιώσεις και βελτιστοποιήσεις στον σχεδιασμό και στις λειτουργίες του συστήματος όπως:

- Προσθήκη επιπλέον αισθητήρων π.χ. αισθητήρας διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub>, αισθητήρας μικροσωματιδίων, αισθητήρας εξωτερικής θερμοκρασίας.
- Βελτίωση του υπάρχον κώδικα
- Ενσωμάτωση επαναφορτιζόμενων μπαταριών για εφεδρική τροφοδοσία σε περίπτωση διακοπής της κύριας πηγής ενέργειας. Η φόρτιση αυτών των μπαταριών μπορεί να γίνει μέσω χρήσης ηλιακού συλλεκτών.

- Ενσωμάτωση ειδικά σχεδιασμένων συστημάτων αυτοματισμού συναγερμού ή εξαερισμού.
- Προσθήκη συσκευής σε ειδικά διαμορφωμένη αδιάβροχη κατασκευή.
- Υλοποίηση συστήματος καταγραφής δεδομένων για αποθήκευση των μετρήσεων για ανάλυση και την αξιολόγηση της απόδοσης του συστήματος.
- Ενσωμάτωση ασύρματης συνδεσιμότητας για την απομακρυσμένη παρακολούθηση και έλεγχο του συστήματος, μαζί με ειδοποιήσεις όταν οι μετρήσεις υπερβαίνουν συγκεκριμένα όρια.

## 7. Βιβλιογραφία

- [1] «IPCC 2014 Climate Change 2014,» 2014.
- [2] ERA, «Global anthropogenic non-co2 greenhouse gas emissions: 1990–2030. Final report 182 pg,» 2011.
- [3] FAO, 2014.
- [4] L. Milich, «The role of methane in global warming: where might mitigation strategies be focused.,» *Global Environmental Change*, αρ. 9, p. 179–201, 1999.
- [5] Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguier, M., van der Linden, P.J., Xiaosu, D. (Eds.), «Climate Change 2001,» *The Scientific Basis*, 2001.
- [6] Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Callander, B.A., Harris, N., Kattenberg, A., Maskell, K. (Eds.), «Climate Change 1995,» *The Science of Climate Change*, 1996.
- [7] Khalil, M.A.K., Rasmussen, R.A., «Global emission of methane during the last several centuries,» *Chemosphere* 29, p. 833–842, 1994.
- [8] Stern, D.I., Kaufman, R.K., *Annual estimates of global anthropogenic methane emission: 1860–1994*, 2005.
- [9] S Solomon, D Qui, M Manning, Z Chen, M Marquis, K B Averyt, M Tignor and H L Miller, «IPCC Climate change 2007,» *IPCC Climate change 2007: the physical science basis Contribution of Working Group I to the 4th Assessment Report of the IPCC*, 2007.
- [10] Fiala, «Meeting the demand:,» *an estimation of potential future greenhouse gas emissions from meat production Ecol*, αρ. Econ 67 , p. 412–9, 2008.
- [11] Gill M, Smith P and Wilkinson J M, «Mitigating climate change the role of domestic livestock Animal 4,» p. 323–33., 2010.
- [12] O’Mara, «The significance of livestock as a contributor to global greenhouse gas emissions today and in the near future,» *Animal Feed Sci. Technol.*, αρ. 167, p. 7–15, 2011.

- [13] Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M and De Haan C, «Livestock's Long Shadow,» *Environmental Issues and Options (Rome: FAO)*, p. 408, 2006.
- [14] A, Weiss F and Leip, «Methodology for quantification of greenhouse gas and ammonia emissions from the livestock sector the EU-27; evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) Final Report,» τόμ. 68, 2012.
- [15] Lesschen J P, Van der Berg M, Westhoek H J, Witzke H P and Oenema O, «Greenhouse gas emission profiles of European livestock sectors *Animal Feed Sci.*,» τόμ. Technology 167 , p. 16–28, 2011.
- [16] Werf, G Basset-Mens C and Van Der, «Scenario-based environmental assessment of farming systems: the case of pig production in France *Agric. Ecosyst. Environ.*,» αρ. 105, p. 127–44, 2005.
- [17] FAO, 2009.
- [18] Naylor, «Losing the links between livestock and land,» *Science*, αρ. 310, p. 1621–2, 2005.
- [19] Bustamante M M C, Nobre C A, Smeraldi R, Aguiar A P D, Barioni L G, Ferreira L G, Longo K and Ometto J P H B, «Estimating greenhouse gas emissions from beef cattle raising in Brazil,» *Clim. Change*, p. 559–77, 2012.
- [20] EPA, «Global anthropogenic non-co2 greenhouse gas emissions: 1990–2030,» 2011.
- [21] Valin H, Havlik P, Mosnier A, Herrero M, Schimid E and Obersteiner M, «Agricultural productivity and greenhouse gas emissions: trade-offs or synergies between mitigation and food security?,» *Environ. Res. Lett.* 8 035019, 2013.
- [22] A. T.-. Γ. Αθ. Λ. Γιαννακόπουλος, «Ορνιθοτροφία,» 2009.
- [23] Lahav, O., Mor, T., Heber, A.J., Molchanov, S., Ramirez, J.C., Li, C., Broday, D.M., «A new approach for minimizing ammonia emissions from poultry houses. *Water, Air, Soil Pollut.*,» pp. 183-197, 2008.
- [24] M. Shahbandeh, «Poultry: number of chickens worldwide from 1990 to 2018 [WW document ].Statista.accessed 4.27. 20,» 2020.

- [25] De Bona, E. D. A., Steinmetz, R. L. R., Somer, J. G., Lins, L. P., Viancelli, A., & Kunz, A., «Cama de frango como substrato para a produção de biogás após diferentes períodos de estocagem.,» 2017.
- [26] Sravanth, K., Sudharson, A., «Internet based smart poultry farm. Indian J.,» *Indian J. Sci. Technol.* 8(19), IPL101, 2015.
- [27] Choukidar, G., Dawande, N., «Smart poultry farm automation and monitoring system.,» σε *2017 International Conference on Computing*, Pune, 2017.
- [28] Ávila, E., Carmona, J., Castañeda, M., Cortés, A., «Introducción a la zootecnia del pollo y la gallina.,» pp. 135-142, 2018.
- [29] Manshor, N., Rahiman, A., Yazed, M., «IoT based poultry house monitoring.,» Nagoya, 2019.
- [30] Islam, M., Islam, A., Islam, M., «Variation of biogas production with different factors in poultry farms of Bangladesh.,» Dhaka, 2014.
- [31] Vadivel, R., Parthasarathi, R., Navaneethraj, A., Sridhar, P., Muhammad-Nafi, K., Karan, S., «Hypaponics-monitoring and controlling using Internet of Things and machine learning.,» Chennai, 2019.
- [32] Abad, J., Farez, J., Chasi, P., Guillermo, J., Garcia-Cedeño, A., Clotet, R., Huerta, M., «Coffee crops variables monitoring: a case of study in Ecuadorian Andes.,» *Advances in Intelligent Systems and Computing.*, pp. 202-217, 2018.
- [33] Kalezhi, J., Mbale, J., Ndovi, L., «Microcontroller-based monitoring and controlling of environmental conditions in farming.,» Cape Town, 2018.
- [34] González, C., Pardo, R., Fariña, J., Valdés, M., Rodríguez-Andina, J., Portela, M., «Real-time monitoring of poultry activity in breeding farms.,» Beijing, 2017.
- [35] Sarachai, W., Ratnapinda, P., Khumwichai, P., «Smart notification system for detecting fan failure in evaporative cooling system of a poultry farm.,» Nan, 2019.
- [36] Dottavio, A., Di-Masson, R., Khumwichai, P., «Mejoramiento avícola para sistemas productivos semi-intensos que preservan el bienestar animal.,» *BAG J. Basic Appl. genectics*, pp. 1-10, 2015.
- [37] Qun, Y., Zhang, Y., Wang, X., Zhou, Z., Xian, P., Zhang, F., «Research on master-slave distributed large-scale poultry farming measurement and control system.,» Atlanta, 2019.

[38] «[www.ipcc.ch/report/ar5/](http://www.ipcc.ch/report/ar5/),» 2014. [Ηλεκτρονικό].