



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

# **ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΠΟΡΤΑΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ARDUINO.**

**ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΡΗΓΟΠΟΥΛΟΣ**

**Επιβλέπων: Γλαβάς Ευριπίδης**

**ΑΡΤΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2022**

# DESIGN AND DEVELOPMENT OF SAFETY DOOR USING ARDUINO

**Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή**

ΑΡΤΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2022

## **ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ**

1. Επιβλέπων καθηγητής

Όνομα Επίθετο,

2. Μέλος επιτροπής

Όνομα Επίθετο,

3. Μέλος επιτροπής

Όνομα Επίθετο,

© ΡΗΓΟΠΟΥΛΟΣ, ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, 2022

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

## **Δήλωση μη λογοκλοπής**

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Ρηγόπουλος Δημήτριος

Υπογραφή

Ευχαριστίες

## Περίληψη

Στη παρούσα εργασία προτείνεται ένα σύστημα κλειδώματος πόρτας ασφαλείας με χρήση RFID και με δυνατότητα IoT. Αυτό το σύστημα κλειδώματος πόρτας γνωρίζει πόση ώρα είναι ανοιχτή η πόρτα και μπορεί να γνωρίζει επίσης ποια άτομα έχουν εγγραφεί και μπορούν να εισέλθουν χρησιμοποιώντας την κάρτα τους. Χρησιμοποιεί επίσης έναν σερβοκινητήρα που λειτουργεί με τη βοήθεια του Arduino. Η πλακέτα Arduino λειτουργεί με πλήρη προγραμματισμό πηγαίου κώδικα που είναι αποθηκευμένος στο εσωτερικό της. Με τη χρήση αυτού του εξοπλισμού, κάποιος μπορεί να παρακολουθεί το γραφείο του και όποιο χώρο στον οποίο θέλει να επιτρέψει τη πρόσβαση σε συγκεκριμένους ανθρώπους. Συνεπώς παρέχει ένα ασφαλές τρόπο ταυτοποίησης καθώς η πρόσβαση ελέγχεται από μονάδα RFID, μία LCD οθόνη και ένα βομβητή ως μέρος του συστήματος. Η υλοποίηση του IoT συστήματος βασίζεται στη χρήση μικροεπεξεργαστή Arduino και τη χρήση RFID αισθητήρων για τον έλεγχο μίας πόρτας ασφαλείας. Η εργασία προτείνει επίσης τη μελλοντική επέκταση της αρχιτεκτονικής για την υλοποίηση μεγαλύτερων κυκλωμάτων πάλι με τη χρήση Arduino και RFID τεχνολογίας.

## ABSTRACT

In the following project is presented a system of a safety door using RFID scanners and giving the opportunity to the user of IoT. The system has the knowledge to count the time of the door being opened and maintain logs of the people entering and how many people are allowed to enter in the door. The system is using a servo motor that is operated by an Arduino. The Arduino is operated by code, using these components in the right order and the right code someone can monitor his office access and allow to people the access or deny it. By using this application it's a safe way to verify and control the access using an RFID scanner and an LCD monitor. As a future update on this project we can apply a bigger system with wide variety of RFID scanners, include smart phones or even smart watches and monitor all this through an app.



## Table of Contents

Report .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Ευχαριστίες .....	6
Περίληψη .....	7
Διαγράμματα .....	10
Πίνακες.....	11
1. Εισαγωγή.....	12
1.1 Στόχος – δομή της εργασίας .....	12
2. Βιβλιογραφία .....	14
2.1 Arduino .....	14
2.1.1 Arduino boards .....	15
2.1.2 Κύκλωμα ενός Arduino board – κύρια χαρακτηριστικά .....	15
2.2 RFID .....	20
2.2.1 Τύποι RFID.....	20
2.2.2 Αναγνώστης RFID .....	21
2.2.3 Συχνότητες RFID.....	21
2.2.4 Εφαρμογές RFID.....	22
2.2.5 Πλεονεκτήματα του RFID.....	23
2.2.6 Μειονεκτήματα.....	23
2.3 WSN και RFID .....	25
2.4 Έξυπνα Σπίτια.....	27
2.4.1 Έξυπνα σπίτια και RFID .....	27
2.4.2 Τεχνικές Εντοπισμού με RFID σε έξυπνα σπίτια .....	29
2.5 Έξυπνα συστήματα κλειδώματος πόρτας με RFID .....	30
3. Σχεδιασμός RFID συστήματος για πόρτα ασφαλείας.....	33
3.1 Περιγραφή συστήματος.....	33
3.1.1 Επιμέρους στοιχεία συστήματος .....	33
3.1.2 Περιγραφή ροής συστήματος.....	36
3.1.3 Πρότυπα.....	41
3.2 Παρουσίαση συστήματος με πολλαπλές πόρτες .....	42
4. Συμπεράσματα.....	44
Βιβλιογραφία.....	46

## Διαγράμματα

Εικόνα 1. Arduino Uno .....	16
Εικόνα 2. Διαγραμματική απεικόνιση του κυκλώματος.....	17
Εικόνα 3. Διαγραμματική απεικόνιση των σημείων εισόδου – εξόδου (PINs) .....	18
Εικόνα 4. Αρχιτεκτονική συστήματος εντοπισμού παθητικού RFID (Alsinglawi et al, 2017) .....	29
Εικόνα 5. Εκτίμηση θέσης με την χρήση του Trilateration αλγορίθμου (Alsinglawi et al, 2017) .....	29
Εικόνα 6. Σχήμα του συστήματος κλειδώματος πόρτας με RFID και nodeMCU επεξεργαστή (Mardianus et al, 2021).....	31
Εικόνα 7. E-KTP σύστημα (Tomprunu et al, 2020) .....	32
Εικόνα 8. Παρουσίαση κυκλώματος.....	35
Εικόνα 9. Μπλοκ διαγραμμα του συστήματος.....	36
Εικόνα 10. Τμήμα κώδικα εισαγωγής βιβλιοθηκών και αρχικοποίησης μεταβλητών .....	36
Εικόνα 11. Τμήμα κώδικα συνάρτησης setUp .....	37
Εικόνα 12. Τμήμα κώδικα συνάρτησης getID.....	38
Εικόνα 13. Τμήμα κώδικα για την λειτουργία του Master Tag .....	39
Εικόνα 14. Τμήμα κώδικα για την λειτουργία του κανονικού RFID Tag.....	39
Εικόνα 15. Τμήμα κώδικα λειτουργίας του συστήματος στην περίπτωση ανοιχτής πόρτας .....	40
Εικόνα 16. Διάγραμμα ροής του συστήματος .....	41
Εικόνα 17. Διάγραμμα συστήματος.....	43

## Πίνακες

Πίνακας 1. Τεχνικές προδιαγραφές του Arduino Uno.....	18
---	----

## 1. Εισαγωγή

Σε έναν ολοένα και περισσότερο διασυνδεδεμένο ψηφιακό κόσμο, η παραδοσιακή μεταλλική κλειδαριά και η μέθοδος ασφαλείας με κλειδί γίνεται όλο και πιο ξεπερασμένη και άβολη σε σύγκριση με την ευελιξία, αυξημένη ασφάλεια και το μειωμένο μακροπρόθεσμο κόστος που προσφέρουν οι σύγχρονες λύσεις ελέγχου πρόσβασης. Η τάση είναι τα νέα συστήματα κλειδώματος να είναι πιο έξυπνα, ταχύτερα, ελαφρύτερα, πιο ασφαλή και πιο ολοκληρωμένα από πριν.

Με αυτό το σκεπτικό, η έννοια της μεταφοράς ενός ογκώδους μπρελόκ παντού για δυνητική πρόσβαση σε δεκάδες πόρτες είναι μια λύση που χρονολογείται εδώ και έναν αιώνα και εφαρμόζεται στη σύγχρονη εποχή και καλύπτει τις διάφορες ανάγκες της σύγχρονης κοινωνίας. Επιπλέον, τα μεταλλικά κλειδιά μπορούν εύκολα να χαθούν ή να κλαπούν, πράγμα που σημαίνει ότι η συμβατική απάντηση σε αυτό το δαπανηρό λάθος είναι η αλλαγή της κλειδαριάς σε όλες τις πόρτες στις οποίες μπορεί να έχει πρόσβαση το κλειδί ή τα κλειδιά αυτά και να επανεκδοθούν νέα, ενημερωμένα κλειδιά σε όλα τα άτομα των οποίων τα δικαιώματα πρόσβασης επηρεάστηκαν λόγω της εγκατάστασης μίας νέας κλειδαριάς.

Διάφορες λύσεις για τον έλεγχο ταυτότητας θυρών που αξιοποιούν τις σύγχρονες τεχνολογίες περιλαμβάνουν κάρτες μαγνητικής λωρίδας και ενσωματωμένες εφαρμογές κινητών τηλεφώνων. Ωστόσο, καμία από αυτές δεν είναι ικανές να παρέχουν μια ολοκληρωμένη λύση που να είναι βολική, ασφαλής και οικονομική. Ενώ οι κάρτες μαγνητικής λωρίδας είναι φθηνές και χρησιμοποιούνται ευρέως σε όλο τον κόσμο, οι ιδιωτικές πληροφορίες που είναι κωδικοποιημένες στην κάρτα μαγνητικής λωρίδας είναι εκτεθειμένες σε φυσικές ζημιές και είναι πιο πιθανόν να προκαλέσουν ανεπιτυχή ανάγνωση των πληροφοριών που περιέχονται (αφού προηγουμένως αφιερωθεί χρόνος να προσανατολιστεί σωστά η κάρτα στον αναγνώστη μαγνητικών λωρίδων, φυσικά).

Οι εφαρμογές κινητών τηλεφώνων μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο των κλειδαριών των θυρών και είναι συχνά πολύ δύσκολο να παραβιαστούν. Ωστόσο, ένα μειονέκτημα είναι ότι η διατήρηση εφαρμογών σε διαφορετικές πλατφόρμες κινητών τηλεφώνων μπορεί να δημιουργήσει πρόσθετο κόστος ανάπτυξης που πρέπει οι κατασκευαστές να μετακυλήσουν στον τελικό πελάτη. Επιπλέον, ο κατακερματισμός του Android έχει καταστήσει το πρόβλημα αυτό ακόμη χειρότερο: επί του παρόντος, επτά διαφορετικές εκδόσεις του Android τρέχουν σε συσκευές Android στο κόσμο, πράγμα που σημαίνει ότι η ανάπτυξη ενός λογισμικού ανοικτής κλειδαριάς που να είναι συμβατό για όλες τις Android συσκευές είναι σχεδόν αδύνατο.

Καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται, τα συστήματα κλειδαριών πόρτας RFID είναι πολύ συνηθισμένα για τον έλεγχο πρόσβασης, καθώς παρέχουν μια αξιόπιστη, συνεπή εμπειρία με δεδομένα που μπορούν να εντοπιστούν. Σε αντίθεση με άλλες μορφές παραδοσιακού ελέγχου πρόσβασης, όπως οι κάρτες σάρωσης, τα συστήματα κλειδώματος RFID είναι ανέπαφα. Παρόμοια με τα barcode, οι αναγνώστες RFID λειτουργούν στέλνοντας και λαμβάνοντας δεδομένα, αλλά αντί να χρειάζεται να σαρωθεί ένας κωδικός, τα δεδομένα μεταδίδονται μέσω ραδιοσυχνοτήτων. Το μέγεθος τους, η δυσκολία αντιγραφής τους, τα υψηλά επίπεδα συμβατότητας που προσφέρουν καθώς και το χαμηλό τους κόστος τα κάνουν να ξεχωρίζουν στις ηλεκτρονικές κλειδαριές πορτών.

### 1.1 Στόχος – δομή της εργασίας

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η υλοποίηση ενός μικροκυκλώματος Arduino και η χρήση RFID αισθητήρων για τον έλεγχο μίας πόρτας ασφαλείας. Το κύκλωμα αυτό θα χρησιμεύσει στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για την υλοποίηση μεγαλύτερων κυκλωμάτων με τη χρήση Arduino και RFID τεχνολογίας στο μέλλον. Αυτό θα επιτρέψει τη διαχείριση του κόστους έναντι της υλοποίησης μίας αξιόπιστης λύσης.

Στο κεφάλαιο 2 καταγράφεται η βιβλιογραφία σχετικά με τους μικροεπεξεργαστές Arduino , τη χρήση RFID αισθητήρων και προηγούμενες ερευνητικές προσπάθειες σχετικά με το πρότυπο αρχιτεκτονικής των έξυπνων σπιτιών.

Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του συστήματος.

Το κεφάλαιο 4 καταγράφει τα συμπεράσματα της εργασίας.

## 2. Βιβλιογραφία

### 2.1 Arduino

Το Arduino είναι μια ηλεκτρονική και βασισμένη σε λογισμικό πλατφόρμα ανάπτυξης που έχει σχεδιαστεί για την ανάπτυξη διαδραστικών έργων. Ο λόγος που προτιμάται το Arduino είναι ότι είναι εύκολο στη χρήση ανοιχτού κώδικα. Ιδιώτες και οργανισμοί μπορούν να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν Arduino κατασκευές στα δικά τους έργα. Οι εφαρμογές του Arduino είναι εύκολες στη χρήση και ταχύτερες, πιο σταθερές, προηγμένης τεχνολογίας, μπορούν εύκολα να ενσωματωθούν στην πλακέτα και είναι φθηνότερες από πλευράς κόστους (Evans et al., 2013).

Το λογισμικό ανοικτού κώδικα Arduino είναι λογισμικό που είναι εντελώς δωρεάν για τους χρήστες. Ο πιο σημαντικός λόγος για την επιλογή του Arduino είναι ότι οι βιβλιοθήκες Arduino επιτρέπουν σε οποιονδήποτε να προγραμματίσει χωρίς να χρειάζεται να έχει γνώσεις σχετικά με τον μικροελεγκτή. Μπορείτε να δεί κάποιος πώς το πρόγραμμα είναι γραμμένο, κοιτάζοντας το τμήμα της βιβλιοθήκης του γραμμένου προγράμματος (Oxer και Blemings, 2011).

Με το Arduino μπορούν να κατασκευαστούν κυκλώματα ελεγχόμενα από υπολογιστή. Για παράδειγμα, οικιακοί χρήστες μπορούν να φτιάξουν κύβους που μπορούν να κάνουν τη διακόσμηση του σπιτιού τους όμορφη με φώτα LED. Με σχετικό κώδικα κατευθύνουν τις ρυθμίσεις RGB των LED και μπορούν να δώσουν χρώματα ανάλογα με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Σε μία άλλη εφαρμογή, η πλακέτα Arduino χρησιμοποιώντας, για παράδειγμα, ανάλογα με τα εμπόδια, την παρεμβολή που παρατηρείται με τη βοήθεια αισθητήρων και ρομπότ μπορούν να αλλάζουν την κατεύθυνση των φυτών ώστε να παίρνουν αρκετό νερό από κοντινά συστήματα ποτίσματος. Επίσης, χάρη στη ρομποτική και το Arduino ο έλεγχος των μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία γίνεται ευκολότερος. Επίσης με βάση το Arduino μπορεί να φτιαχτεί ένα διασκεδαστικό εκπαιδευτικό υλικό για τα παιδιά, αλλά μπορεί να μετατραπεί σε μια ιδιοφυΐα όταν φτάνει στα χέρια των προγραμματιστών προηγμένης τεχνολογίας.

Με αυτό το τρόπο μπορούν να σχεδιαστούν συστήματα Arduino που μπορούν εύκολα να αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον. Με επεξεργασία των σημάτων από τους αισθητήρες, μπορούν να σχεδιαστούν συστήματα και ρομπότ που αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον. Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό του Arduino είναι η πλατφόρμα ανάπτυξης ανοικτού κώδικα, έτσι ώστε οι προγραμματιστές να μπορούν να σχεδιάσουν και να χρησιμοποιήσουν το δικό τους λογισμικό όπως θέλουν. Δεδομένου ότι οι κώδικες δεν είναι κρυμμένοι στο έργο, τα έργα αυτά είναι εύκολα προσβάσιμα από τους χρήστες και μπορούν εύκολα να προγραμματίσουν μικροελεγκτές με τις βιβλιοθήκες του Arduino. Χάρη στις αναλογικές και ψηφιακές εισόδους του- αναλογικά και ψηφιακά δεδομένα μπορούν να υποβληθούν σε επεξεργασία. Έτσι με αυτά τα δεδομένα και στις παρατηρήσεις / μετρήσεις από το περιβάλλον μπορούν να γίνουν πολλές εφαρμογές.

Για παράδειγμα, το τάισμα των ψαριών σε ένα ενυδρείο μπορεί να γίνεται αυτόματα την επιθυμητή ώρα και ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Το φως στο χώρο στάθμευσης ενός εμπορικού κέντρου μπορεί να ανάβει και να σβήνει, όταν μπαίνουν οι επισκέπτες για να σταθμεύσουν το αυτοκίνητό τους. Επίσης μπορεί να τους βοηθήσει να βρουν τους ελεύθερους χώρους στάθμευσης δίνοντας μια φωτεινή προειδοποίηση. Γενικότερα, με το Arduino μπορούν να γίνουν πολλά περισσότερα

πράγματα. Κλίμακες Bluetooth, ρομπότ που ακολουθούν τη γραμμή παραγωγής, έξυπνα οικιακά συστήματα, γεωργική τεχνολογία κ.λπ. Αρχικά σχεδιάστηκε για να λειτουργεί στον εξωτερικό κόσμο και να λαμβάνει δεδομένα από το περιβάλλον όπως η θερμοκρασία, ο ήχος, η κίνηση, το φως. Το Arduino διαθέτει επίσης διάφορες μονάδες και κάρτες που έχουν σχεδιαστεί για να καλύψουν διαφορετικές ανάγκες.

### 2.1.1 Arduino boards

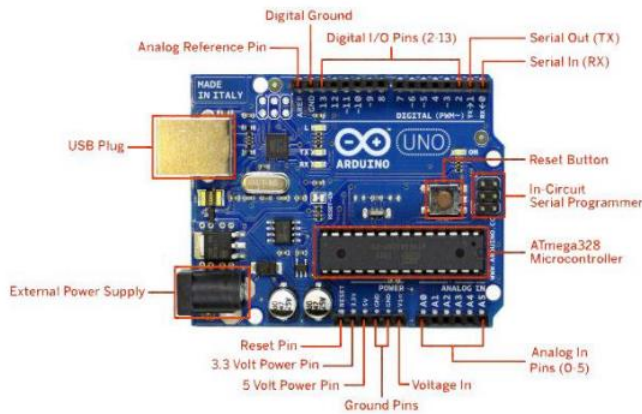
Σήμερα, νέες κάρτες Arduino εμφανίζονται μέρα με τη μέρα. Τα πιο γνωστά Arduino boards είναι τα εξής:

- Arduino Uno
- Arduino Leonardo
- Arduino Due
- Arduino Yun
- Arduino Tre
- Arduino Micro
- Ρομπότ Arduino
- Arduino Esplora
- Arduino Mega ADK
- Arduino Ethernet
- Arduino Mega 2560
- Μίνι Arduino
- LilyPad Arduino USB
- LilyPad Arduino Simpl
- LilyPad Arduino SimpleSnap
- LilyPad Arduino
- Arduino Nano
- Arduino Pro Mini
- Arduino Pro
- Arduino Fio

Το Arduino Uno είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο board. Για παράδειγμα, το ATmega328 είναι ένα board που βασίζεται σε μικροελεγκτή. Διαθέτει 14 ψηφιακές ακίδες εισόδου/εξόδου (6 μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ακίδα εξόδου PWM), 6 αναλογικές εισόδους, κρύσταλλο 16Mhz, υποδοχή USB, υποδοχή τροφοδοσίας, ICSP και πλήκτρο επαναφοράς (Badamasi, 2014). Περιέχει όλα τα απαιτούμενα για τη λειτουργία του μικροελεγκτή στο board. Μπορεί να συνδεθεί εύκολα με τον υπολογιστή μέσω καλωδίου USB. Μπορεί να λειτουργήσει με τροφοδοσία ρεύματος ή μπαταρία.

### 2.1.2 Κύκλωμα ενός Arduino board – κύρια χαρακτηριστικά

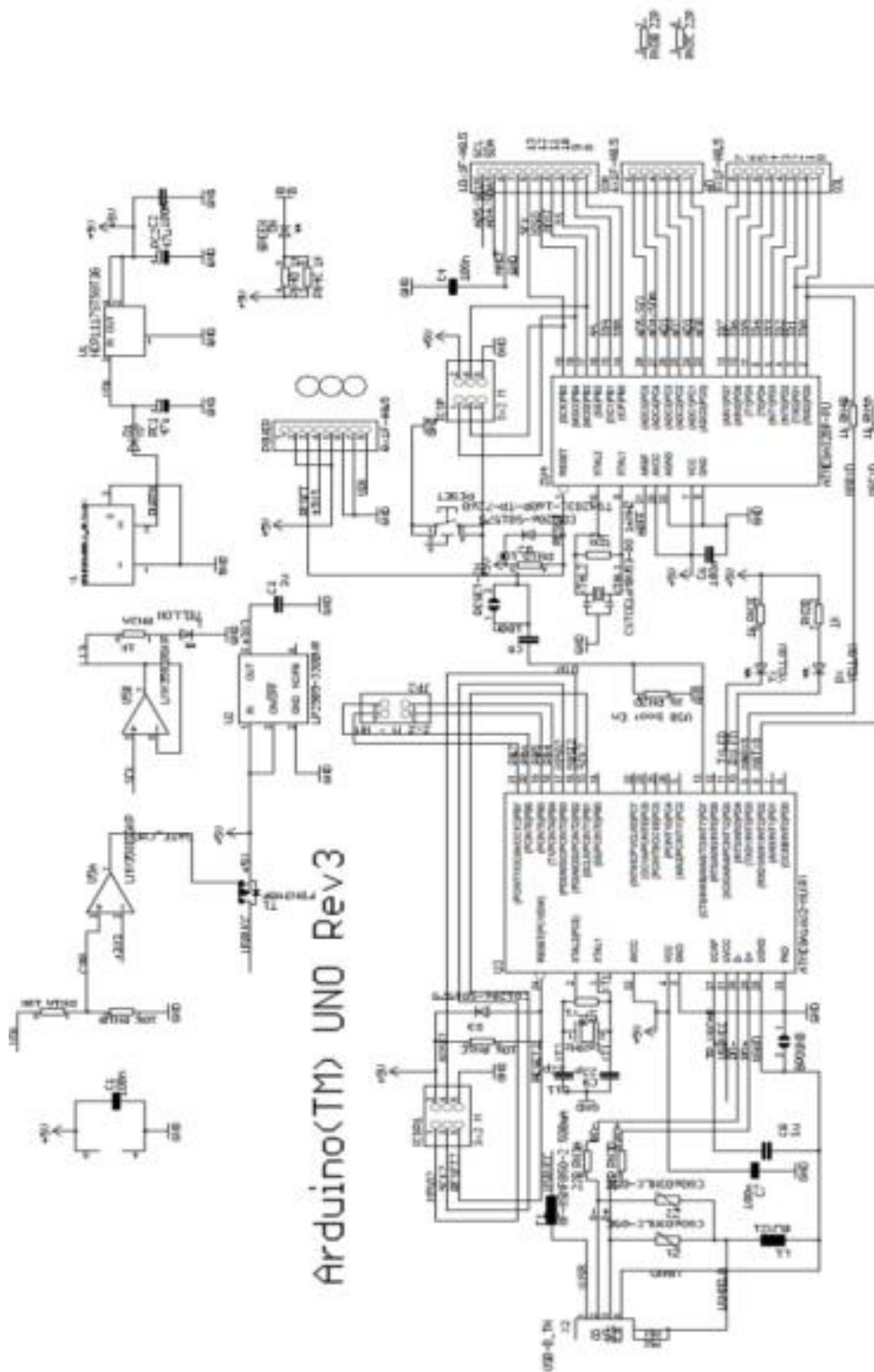
Το μοντέλο Arduino Uno που περιγράφεται στο παρακάτω παράδειγμα έχει τις πιο αντιπροσωπευτικές λειτουργίες. Η τιμή του είναι επίσης πιο βολική. Επομένως, αυτή η κάρτα χρησιμοποιείται ως μοντέλο παρουσίασης των βασικών χαρακτηριστικών ενός κυκλώματος πάνω στο board ενός μοντέλου. Από την άποψη αυτή, και τα δύο μοντέλα Arduino Uno προτιμώνται τόσο από τους προγραμματιστές έργων όσο και από τους προγραμματιστές που εισέρχονται στον προγραμματισμό (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Arduino Uno

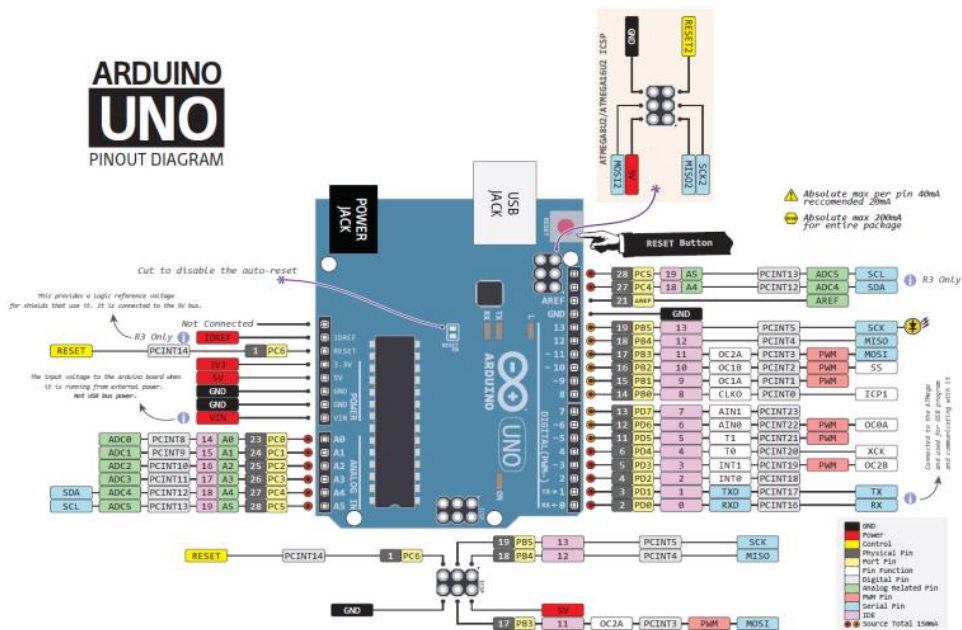
Η διάταξη του υλικού της κάρτας Arduino Uno έχει ως εξής. Το ακόλουθο διάγραμμα δείχνει την τοποθέτηση και τη διασύνδεση των υλικών. Με αυτό το διάγραμμα, εάν υπάρχει σφάλμα στην κάρτα, μπορεί να βοηθήσει τον σχεδιαστή να επιλύσει τις βλάβες ακολουθώντας τις συνδέσεις. Εξηγούμε παρακάτω με λεπτομέρεια την διαγραμματική απεικόνιση στην Εικόνα 2 και Εικόνα 3.





Αρχή  
Αρχή

Εικόνα 2. Διαγραμματική απεικόνιση του κυκλώματος



Εικόνα 3. Διαγραμματική απεικόνιση των σημείων εισόδου – εξόδου (PINs)

Οι τεχνικές προδιαγραφές παρουσιάζονται λεπτομερώς στον Πίνακα 1 (Susanto et al., 2021).

Μικροελεγκτής	Atmega328
Τάση εν ώρα λειτουργίας	+5V DC
Προτεινόμενη τάση κατά την τροφοδοσία ρεύματος	7-12 V DC
Όρια τάση κατά την τροφοδοσία ρεύματος	6-20 V
Αριθμός σημείων (PINs) αναλογικής εισόδου	6
Μέγιστη παραγόμενη ένταση ρεύματος	40 mA
Συχνότητα συγχρονισμού	16 MHz
EEPROM (μνήμη)	EEPROM
Αριθμός ψηφιακών εισόδων/εξόδων (I/O)	14

Πίνακας 1. Τεχνικές προδιαγραφές του Arduino Uno

Ο μικροελεγκτής Arduino Uno ATmega328 διαθέτει 32 KB μνήμης flash. Η κάρτα Arduino Uno διαθέτει 2 KB μνήμης RAM και 1 KB χώρου μνήμης EEPROM (Margolis, 2011).

Επιπλέον χαρακτηριστικά:

- Μικροεπεξεργαστής (MP): Το κέντρο του Arduino είναι η μονάδα του μικροεπεξεργαστή. Τα Arduino boards βασίζονται σε διαφορετικούς μικροεπεξεργαστές AVR. Κάθε AVR

μικροελεγκτής έχει τη δική του λειτουργικότητα και τα δικά του χαρακτηριστικά (Barrett, 2013).

- Τάση κατά την τροφοδοσία: Η τάση αυτή ορίζεται στα 3.7V και η τροφοδοσία μπορεί να γίνει ακόμα και από μπαταρία (Barrett, 2013).
- Τάση συστήματος: Η τάση εν ώρα λειτουργίας του μικροεπεξεργαστή βρίσκεται μέσα στην τιμή της κάρτας. Η συμβατότητα αυτής της κάρτας (ιδίως τη στιγμή της μετάβασης μιας τιμής από τα 5V στα 3,3 V) είναι ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη (Barrett, 2013).
- Ταχύτητα ρολογιού: Είναι η ταχύτητα με την οποία συνδέονται οι μικροεπεξεργαστές. Οι μικροεπεξεργαστές εξαρτώνται από την ταχύτητα με την οποία εκτελούνται οι εντολές. Αλλά μπορεί να συμβούν μερικές σπάνιες περιπτώσεις. Πολλοί ATMEGA μικροεπεξεργαστές υποστηρίζουν ταχύτητα ρολογιού 8 MHz, ενώ η τιμή της τάσης είναι 3V, ενώ η τιμή τάσης υποστηρίζει 16MHz στα 5V (Ramankrishnan and Condrad, 2011).
- Ψηφιακή είσοδος (I / O): Ο συνολικός αριθμός των ψηφιακών εισόδων και εξόδων βρίσκεται στην πλακέτα Arduino, ενώ κάποιες από αυτές έχουν σχεδιαστεί για να είναι PWM (Barrett, 2013).
- Αναλογική είσοδος: Το άθροισμα των διαθέσιμων αναλογικών εισόδων βρίσκεται στην κάρτα Arduino. Κατά την ονομασία των αναλογικών ακροδεκτών, γράφετε πρώτα το "A" ακολουθούμενο από τους αριθμούς δίπλα του. Αυτό επιτρέπει να διαβαστούν οι αναλογικές τιμές μέσω του μετατροπέα αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (ADC) στο τσιπ ATMEGA (Barrett, 2013).
- PWM (διαμόρφωση πλάτους παλμού): Είναι ο συνολικός αριθμός των ψηφιακών εισόδων/εξόδων που έχουν τη δυνατότητα παραγωγής σημάτων. Το αναλογικό σήμα μετατρέπεται σε σήμα PWM (Barrett, 2013).
- Καθολικός ασύγχρονος δέκτης και πομπός (UART): Παρέχεται από την πλακέτα Arduino, και αυτή η σειριακή σύνδεση είναι ο συνολικός αριθμός των γραμμών που διαφέρουν μεταξύ τους. Μια δέσμη από ψηφιακά PINs εισόδου/εξόδου 0 και 1 της πλακέτας Arduino είναι διπλάσια από αυτά τα PINs μίας σειράς. Τα PINs που λαμβάνονται μοιράζονται με τη σειριακή θύρα προγραμματισμού. Ορισμένες κάρτες έχουν περισσότερες από μία κάρτες Arduino Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART). Όλες οι σειριακές θύρες μπορούν να υποστηρίξουν όλες τις σειριακές σειρές. Η πλακέτα Arduino διαθέτει τουλάχιστον μία UART για τον προγραμματισμό όλων. Αλλά μερικά από τα PINs στην πλακέτα Arduino δεν είναι προσβάσιμα (Nguyen et al, 2018).
- Μνήμη Flash: Η μνήμη Flash είναι ένας τύπος μνήμης που μπορεί να επανεγγραφεί και να διαγραφεί χωρίς να χαθούν οι πληροφορίες που περιέχει ακόμη και κατά τη διάρκεια διακοπής ρεύματος. Οι πληροφορίες και τα δεδομένα αναφέρονται ως η μέγιστη μνήμη που μπορεί να αποθηκευτεί. Η δομή της μνήμης flash είναι παρόμοια με εκείνη της RAM και η χρήση της είναι παρόμοια με εκείνη των σκληρών δίσκων. Η δομή των μνημών flash δεν είναι μηχανική- ηλεκτρονική. Αλλά δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί όλη η μνήμη, επειδή

ένα ορισμένο τμήμα προορίζεται για χρήση από τον φορτωτή εκκίνησης (συνήθως μεταξύ 0,5 και 2 KB) (Barrett, 2013).

- **Bootloader:** Ο φορτωτής εκκίνησης βρίσκεται στο εσωτερικό του επεξεργαστή ATmega και επιτρέπει να φορτωθεί για προγραμματισμό του υλικού μέσω της σειριακής θύρας. Ο λόγος είναι ότι οι διάφορες κάρτες έχουν περισσότερες από ένα Arduino, οι μικροελεγκτές και οι διεπαφές προγραμματισμού χρησιμοποιούν διαφορετικές εκδόσεις του φορτωτή εκκίνησης μεταξύ τους. Κάθε μικροεπεξεργαστής και διεπαφή προγραμματισμού έχει διαφορετικό πρόγραμμα bootloader. Ο πηγαίος κώδικας για τον bootloader μπορεί επίσης να βρεθεί για τη διανομή του Arduino. Όλοι οι φορτωτές εκκίνησης του Arduino επιτρέπουν τη φόρτωση κώδικα από το λογισμικό Arduino IDE (Evans et al, 2013).
- **Διεπαφή προγραμματισμού:** Για τον προγραμματισμό του Arduino Board επιτρέπεται η σύνδεση με τον υπολογιστή. Ορισμένες κάρτες Arduino περιλαμβάνουν υποδοχή USB. Ορισμένες κάρτες Arduino διαθέτουν υποδοχές USB και ορισμένες έχουν κεφαλές. Οι κάρτες Arduino αυτού του τύπου είναι δυνατόν να συνδεθούν με FTDI Basic breakout ή με καλώδιο FTDI (Evans et al, 2013).
- **Γλώσσα Arduino:** Το Arduino μπορεί να προγραμματιστεί σε γλώσσα C (Bayle, 2013).

## 2.2 RFID

Η Αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων ή αλλιώς RFID είναι μέλος της οικογένειας των τεχνολογιών αυτόματης ταυτοποίησης και καταγραφής δεδομένων (AIDC). Χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα σύστημα που μεταδίδει την ταυτότητα ενός αντικειμένου ή ατόμων ασύρματα χωρίς φυσική επαφή αλλά με ραδιοκύματα (Kamran et al, 2010).

Κάθε σύστημα RFID αποτελείται από δύο στοιχεία: έναν αναμεταδότη που ονομάζεται "ετικέτα", και ένα αναγνώστη. Οι ετικέτες επιτρέπουν στο τσιπ να μεταδώσουν μέσω κεραίας τις πληροφορίες αναγνώρισης σε έναν αναγνώστη. Με αυτό το σκεπτικό, κάθε ετικέτα φέρει έναν μοναδικό αριθμό αναγνώρισης- ο οποίος προγραμματίζεται κατά τη στιγμή της κατασκευής για να διασφαλιστεί ότι το αντικείμενο μπορεί να φέρει μια διακριτή ταυτότητα και περιγραφή. Οι αναγνώστες σαρώνουν τα στοιχεία των ετικετών και διαβάζουν τα δεδομένα τους. Μπορούν μετά να τα διαθέσουν σε άλλα πληροφοριακά συστήματα ή συστήματα υλικού με τη βοήθεια τεχνολογιών ολοκλήρωσης (Munoz-Ausecha et al, 2021).

Τα δεδομένα που διαβιβάζονται από την ετικέτα μπορούν να παρέχουν πληροφορίες ταυτοποίησης ή θέσης ή λεπτομέρειες σχετικά με το προϊόν, π.χ. τιμή, χρώμα, κωδικός ημερομηνίας κ.λπ. Επίσης, τα συστήματα RFID μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εντοπισμό αντικειμένων - ως μέσο της προστασίας της ιδιωτικής ζωής των ανθρώπων.

### 2.2.1 Τύποι RFID

Υπάρχουν δύο τύποι ετικετών RFID: ενεργές και παθητικές (Khan et al, 2021).

- **Ενεργές ετικέτες RFID**

Οι ενεργές ετικέτες RFID περιέχουν μια εσωτερική πηγή ενέργειας (μπαταρία) για τη μετάδοση του σήματος στον αναγνώστη. Οι ενεργές ετικέτες έχουν μεγαλύτερη απόσταση επικοινωνίας και μεγαλύτερη χωρητικότητα σε μνήμη σε σχέση με τις παθητικές ετικέτες RFID. Σύμφωνα με τη δική τους πηγή ενέργειας, οι ενεργές ετικέτες RFID έχουν εμβέλεια έως και 1.500 πόδια και έχουν διάρκεια ζωής της μπαταρίας έως και 10 έτη. Τα πλεονεκτήματα των ενεργών ετικετών είναι η αξιοπιστία, η ακρίβεια και η ανώτερη απόδοση σε αντίξοες συνθήκες, όπως τα μέταλλα κ.λπ.

- Παθητικές ετικέτες RFID

Οι παθητικές ετικέτες RFID δεν διαθέτουν εσωτερική τροφοδοσία ρεύματος. Αυτές οι παθητικές ετικέτες τροφοδοτούνται από μια εισερχόμενη ραδιοσυχνότητα, η οποία λαμβάνεται μέσω της εσωτερικής κεραίας της ετικέτας. Έτσι, οι παθητικές ετικέτες διαβάζονται σε σχετικά μικρή απόσταση από μία απόσταση από δέκα χιλιοστά έως πάνω από έξι μέτρα. Οι ετικέτες αυτές αρκούν για να αναμεταδίδουν απλές πληροφορίες, όπως ο αριθμός ή όνομα. Το μέγεθος των παθητικών ετικετών είναι μικρό και λεπτό και, είναι η χαμηλότερη τιμή των RFID.

## 2.2.2 Αναγνώστης RFID

Η βασική λειτουργία του αναγνώστη RFID είναι να επικοινωνεί με την ετικέτα RFID μέσω ραδιοκυμάτων και της κεραία της. Οι αναγνώστες RFID ταξινομούνται ανάλογα με την ποικιλία τους, όπως συχνότητα μικροκυμάτων, UHF (υπερυψηλή συχνότητα), HF (υψηλή συχνότητα) και LF (χαμηλή συχνότητα) που είναι από 5,8 GHz έως 125 KHz. Το κόστος τους εξαρτάται επίσης από την εμβέλειά τους. Όσοι έχουν υψηλή συχνότητα είναι οι πιο ακριβοί, ενώ οι αναγνώστες LF είναι οι φθηνότεροι (Safarian et al, 2007).

Κυρίως, υπάρχουν δύο τύποι από αναγνώστες RFID: οι χειροκίνητοι και οι σταθεροί (Safarian et al, 2007).

### Χειροκίνητος τύπος

Ο χειροκίνητος τύπος χωράει στην παλάμη ενός χεριού. Οι χρήστες μεταφέρουν αυτό το φορητό αναγνώστη ενώ αναζητούν συγκεκριμένα αντικείμενα, όπως εμπορεύματα, αποθέματα ή άλλα πράγματα. Ο φορητός αναγνώστης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για προγραμματισμό σε μεμονωμένες ετικέτες. Αντί να διαβάζουν όλες τις ετικέτες σε μια περιοχή ταυτόχρονα, οι χρήστες μπορούν να διαβάζουν και να προγραμματίζουν επιλεκτικά μόνο συγκεκριμένα αντικείμενα.

### Σταθερός τύπος

Ο σταθερού τύπου αναγνώστης τοποθετείται σε μόνιμη ή μη κινητή δομή που επιτρέπει στους χρήστες να διαβάζουν αριθμούς ετικετών RFID που είναι προσαρτημένες σε κινητά αντικείμενα.

## 2.2.3 Συχνότητες RFID

Οι διαφορετικές συχνότητες έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά που τις καθιστούν περισσότερο αποτελεσματικές για διαφορετικές εφαρμογές. Υπάρχουν τέσσερις συχνότητες που χρησιμοποιούνται συνήθως (Safarian et al, 2007):

- Χαμηλή συχνότητα

Το RFID χαμηλής συχνότητας (LF) λειτουργεί σε συχνότητα μικρότερη των 125 έως 134,2 KHz, καθώς και η εμβέλεια ανάγνωσης περιορίζεται σε λιγότερο από ένα πόδι (0,33 μέτρα). Αυτή η συχνότητα χρησιμοποιείται συνήθως για εφαρμογές RFID μικρής εμβέλειας, για παράδειγμα, έλεγχος πρόσβασης. Πέρα από αυτό, οι ετικέτες LF χρησιμοποιούν επίσης λιγότερη ενέργεια.

- Υψηλή συχνότητα

Το RFID υψηλής συχνότητας (HF) λειτουργεί στα 1-400 MHz. Η συνήθης προδιαγραφή είναι η συχνότητα 13,56 MHz και το εύρος ανάγνωσης είναι μεγαλύτερο από το LF, γενικά στις 6-12 ίντσες (μεσαία εμβέλεια ανάγνωσης). Αυτό το είδος ετικετών είναι κατάλληλο για εφαρμογές που χρησιμοποιούνται συχνά σε διαδικασίες παραγωγής και εντοπισμού και ούτω καθεξής. Για παράδειγμα, παρακολούθηση βιβλίων βιβλιοθήκης, και σε έξυπνες κάρτες.

- Υπερ-υψηλή συχνότητα

Το RFID υπερυψηλής συχνότητας (UHF) λειτουργεί στα 860 MHz έως 960 MHz. Είναι μία συχνότητα που μπορεί να διαβαστεί σε μεγάλες αποστάσεις, έως και 15 πόδια. Αυτές οι ετικέτες χρησιμοποιούνται κυρίως για την παρακολούθηση κιβωτίων και παλετών. Μπορούν να προσφέρουν καλύτερη εμβέλεια και να μεταφέρουν πληροφορίες ταχύτερα και μακρύτερα από τις ετικέτες LF και HF RFID. Όμως, τα ραδιοκύματα δεν μπορούν να περάσουν μέσα από μεταλλικά και υγρά αντικείμενα.

- Συχνότητα μικροκυμάτων

Αυτή η μικροκυματική συχνότητα RFID λειτουργεί σε συχνότητα μεταξύ 1 έως 5,8 GHz, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μεγάλες αποστάσεις.

#### 2.2.4 Εφαρμογές RFID

Η τεχνολογία RFID έχει εφαρμογές σε διάφορες βιομηχανίες. Οι εφαρμογές RFID βοηθούν στην παρακολούθηση προϊόντων στην αλυσίδα εφοδιασμού και κατά τη διάρκεια της διαδικασίας παραγωγής. Διαφορετικά είδη ετικετών RFID έχουν διαφορετικές εφαρμογές (Kamran et al, 2010).

Όπως, οι LF (χαμηλής συχνότητας) ετικέτες RFID είναι πρότυπα για τη σάρωση αντικειμένων σε κοντινή απόσταση. Οι UHF (υψηλής συχνότητας) RFID ετικέτες είναι οι καλύτερες για τη σάρωση κιβωτίων εμπορευμάτων, και ούτω καθεξής. Ορισμένες άλλες εφαρμογές μπορούν να συνοψιστούν στις παρακάτω:

- Αυτοματοποίηση της αλυσίδας εφοδιασμού
- Σύστημα ελέγχου αποθήκης
- Σύστημα ελέγχου λιανικής πώλησης
- Παραγωγή
- Βιομηχανικός αυτοματισμός

- Διαχείριση κατά παραγγελία
- Διαχείριση των assets μίας επιχείρησης
- Συστήματα ασφαλείας
- Ιατρικές εφαρμογές
- Παρακολούθηση ανθρώπων
- Έλεγχος τοποθεσίας
- Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας
- Διαχείριση επιβατών και μεταφορών
- Αναγνώριση ζώων
- Έλεγχος εμπορευματοκιβωτίων
- Σύστημα διαχείρισης λιμενικών εμπορευματοκιβωτίων
- Σύστημα παρακολούθησης λέβητα και εξοπλισμού
- Αυτόματο σύστημα διαχείρισης παρακολούθησης
- Χρονισμός

### 2.2.5 Πλεονεκτήματα του RFID

Σήμερα, η τεχνολογία RFID έχει ήδη σημαντικό αντίκτυπο σε πολλές επιχειρήσεις. Μπορεί να προσφέρει οφέλη σε πολλούς τομείς, από την παρακολούθηση των εργασιών σε εξέλιξη έως την επιτάχυνση της απόδοσης σε μια αποθήκη κ.ο.κ. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα και χαρακτηριστικά της τεχνολογίας είναι τα παρακάτω:

- Μπορεί να διαβαστεί από απόσταση και από οποιονδήποτε προσανατολισμό
- Η ανάγνωση της ετικέτας δεν απαιτεί οπτική επαφή
- Έχουν δυνατότητες ανάγνωσης και εγγραφής
- Μπορούν να παρέχουν μεγάλες ποσότητες δεδομένων
- Μπορεί να ενσωματωθεί εύκολα σε διάφορα αντικείμενα
- Μπορούν να διαβάζονται με γρήγορους ρυθμούς - με ταχύτητα έως και 1.000 ετικέτες ανά δευτερόλεπτο
- Μπορεί να διαβαστεί σε σκληρά περιβάλλοντα όπου οι θερμοκρασίες λειτουργίας κυμαίνονται από 22 βαθμούς Φαρενάιτ έως +159 βαθμούς Φαρενάιτ
- Η RFID ετικέτα είναι δαπανηρή αλλά αποτελεσματική
- Δεν καταστρέφεται εύκολα
- Το σύστημα RFID προσφέρει μόνιμη ταυτοποίηση - οι ετικέτες κρυπτογραφούν τις πληροφορίες με μοναδικό προσδιορισμό
- Το RFID μειώνει τα διοικητικά σφάλματα, το κόστος εργασίας που συνδέεται με τη σάρωση, την ανάγνωση και την αποστολή των δεδομένων
- Το RFID βελτιώνει τις επιχειρήσεις και εγγυάται την ιχνηλασιμότητα
- Μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση των προβλέψεων

### 2.2.6 Μειονεκτήματα

Η τεχνολογία RFID έχει πολλά πλεονεκτήματα, αλλά και αρκετά μειονεκτήματα που έχουν περιορίσει την υιοθέτησή της σε ευρύτερη κλίμακα. Υπάρχουν ορισμένα προβλήματα με την τεχνολογία RFID όπως:

- Μπορεί να παραβιάσουν προσωπικά δεδομένα καθώς οι ετικέτες RFID μπορούν να διαβαστούν χωρίς τη γνώση και σύμφωνη γνώμη του εξουσιοδοτημένου χρήστη.
- Λόγω του ότι οι ετικέτες μπορούν να διαβαστούν χωρίς προφανώς να σαρωθούν, οποιοσδήποτε με ένα αναγνώστη ετικετών RFID μπορεί να διαβάσει τις ετικέτες που είναι ενσωματωμένες στα αντικείμενα κάποιου χωρίς τη συγκατάθεση του.
- Πρόβλημα στην ασφάλεια: οι ετικέτες RFID είναι δύσκολο να αφαιρεθούν από τους καταναλωτές. Άλλες μπορεί να είναι ενσωματωμένες στο εσωτερικό ενός προϊόντος όπου οι καταναλωτές δεν μπορούν να την αντιληφθούν.
- Πρόβλημα στο πρότυπο: διάφοροι κατασκευαστές έχουν κατασκευάσει RFID κάτι που μπορεί να προκαλέσει προβλήματα με ασυμβατότητα στις εταιρείες.
- Πρόβλημα με παρεμβολές: τα συστήματα RFID μπορούν εύκολα να διαταραχθούν. Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα είναι εύκολο να παρεμβληθεί στη σωστή συχνότητα και οι ενεργές RFID ετικέτες μπορούν να διαταράσσονται επανειλημμένα και να φθείρουν την μπαταρία.
- Πρόβλημα επικάλυψης αναγνώστη: η σύγκρουση αναγνώστη RFID συμβαίνει όταν τα σήματα από δύο ή περισσότερους αναγνώστες επικαλύπτονται. Η ετικέτα δεν είναι σε θέση να ανταποκριθεί σε ταυτόχρονα ερωτήματα.
- Πρόβλημα επικάλυψης ετικετών: η σύγκρουση ετικετών RFID συμβαίνει όταν πολλές ετικέτες σε μία μικρή περιοχή επικαλύπτονται μεταξύ τους. Είναι ευκολότερο για τους προμηθευτές να αναπτύξουν συστήματα που να απαντούν σε μία ετικέτα κάθε φορά.



## 2.3 WSN και RFID

Ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων (WSN) μπορεί να οριστεί ως ένα δίκτυο συσκευών που μπορούν να επικοινωνούν τις πληροφορίες που συλλέγονται από ένα πεδίο παρακολούθησης μέσω ασύρματων συνδέσεων. Τα δεδομένα προωθούνται μέσω πολλαπλών κόμβων και με μια πύλη, τα δεδομένα συνδέονται με άλλα δίκτυα όπως το ασύρματο Ethernet. Το WSN είναι ένα ασύρματο δίκτυο που αποτελείται από σταθμούς βάσης και αριθμό κόμβων (ασύρματοι αισθητήρες). Αυτά τα δίκτυα χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση φυσικών ή περιβαλλοντικών συνθηκών, όπως ο ήχος, η πίεση, η θερμοκρασία, και μεταφέρουν συνεργατικά τα δεδομένα μέσω του δικτύου στην κεντρική τοποθεσία (Ananthi et al, 2013).

Σήμερα, τα ολοκληρωμένα συστήματα RFID και WSN χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό μεταξύ τους, ενσωματώνοντας ευφυείς σταθερές και κινητές συσκευές για την παρακολούθηση και την ασφάλεια αντικειμένων. Αυτό έχει δημιουργήσει νέες εφαρμογές οι οποίες καλύπτουν ποικίλους βιομηχανικούς και εμπορικούς τομείς. Αυτές περιλαμβάνουν ταυτότητες ανθρώπων και αντικειμένων, τοποθεσίες, συλλογή αντικειμένων και περιβαλλοντικών συνθηκών κ.α.

Η ενσωμάτωση αυτών των δύο βασικών τεχνολογιών που αποτελούν βασικό συστατικό στοιχείο υποστήριξης των υπολογιστών (M. Weiser), αποσκοπεί στη συγχώνευση των επιμέρους ικανοτήτων τους για την αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων μέσω ηλεκτρομαγνητικής μετάδοσης με χρήση συμβατού κυκλώματος RF, τη συλλογή, τη συγκέντρωση και την ανάλυση πραγματικών περιβαλλοντικών δεδομένων.

Η ενσωμάτωση των τεχνολογιών WSN και RFID παρέχει αισθητήρες δεδομένων στην υποδομή RFID, αξιοποιώντας τα μοναδικά αναγνωριστικά των ετικετών για τη βελτίωση της διαχείρισης και την προσθήκη αξίας στις βασικές υπηρεσίες RFID που βασίζονται στο διαδίκτυο (T. Sanchez, D. Kim, 2012), δημιουργώντας έξυπνα αντικείμενα.

Αυτές οι υπηρεσίες απαιτούν την υποστήριξη της διαλειτουργικότητας για τις κύριες υπηρεσίες δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, οι οποίες περιλαμβάνουν τη συλλογή, την αποθήκευση, τον χειρισμό, την ανάλυση και την ανάκτηση δεδομένων από ολοκληρωμένα ομοιογενή και ετερογενή περιβάλλοντα. Έχει προταθεί η ανάπτυξη υποστηρικτικών λειτουργιών ενσωματωμένων στο ενδιάμεσο λογισμικό WSN-RFID σε διάφορες εφαρμογές που γνωρίζουν το πλαίσιο WSN-RFID (Ananthi et al, 2013). Το ολοκληρωμένο εννοιολογικό πλαίσιο WSN-RFID περιλαμβάνει τις ακόλουθες προδιαγραφές σχεδιασμού:

- Την ενσωμάτωση RFID αναγνωστών και συσκευών για την ενίσχυση της λειτουργικότητας των έξυπνων συσκευών που συμβάλλουν στην ολοκλήρωση της διαδικασίας και στην λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο.
- Την ενσωμάτωση RFID Tag και αισθητήρων WSN κόμβων για την επέκταση της δυνατότητας εφαρμογής των ετικετών και την ενίσχυση της δυνατότητας ανίχνευσης των ετικετών ώστε να τις καταστήσουν ικανές να εκτελούν τοπικές εργασίες μετατρέποντας τες σε ευφυείς και έξυπνες συσκευές που επιτρέπουν την έξυπνη παρακολούθηση.
- Την αντικατάσταση των κόμβων αισθητήρων WSN με την χρήση παθητικών ετικετών RFID για το χαμηλό κόστος και τις ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις για την ενίσχυση των ασύρματων δυνατοτήτων των αισθητήρων.
- Τις διευρυμένες δυνατότητες των ετικετών όσον αφορά τη χρήση της μνήμης της ετικέτας για την αποθήκευση πρόσθετων δεδομένων και η ανάγνωση και εγγραφή για τη σύνδεση των επιμέρους δεδομένων του αντικειμένου.

- Την τοπική ανάπτυξη των εργασιών επεξεργασίας ετικετών έναντι της παροχής μεγάλης εμβέλειας επικοινωνίας λόγω της περιορισμένης ενέργειας των αισθητήρων. Αυτό ωστόσο αντισταθμίζεται από την αποτελεσματική ασύρματη συνδεσιμότητα για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ του αισθητήρα της ετικέτας και του συστήματος (Alshahranya et al, 2014).

## 2.4 Έξυπνα Σπίτια

Το διαδίκτυο των πραγμάτων ή IoT είναι ένα σύστημα αλληλοσυνδεόμενων υπολογιστικών συσκευών, μηχανικών και ψηφιακών μηχανών που διαθέτουν μοναδικά αναγνωριστικά (UID) και τη δυνατότητα μεταφοράς δεδομένων μέσω δικτύου χωρίς να απαιτείται αλληλεπίδραση ανθρώπου με άνθρωπο ή ανθρώπου με υπολογιστή. Αντί να αλληλοεπιδρούν με τους χρήστες, τα πράγματα θα αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους αυτόνομα εκτελώντας ενέργειες για λογαριασμό των χρηστών (Elkhdr et al, 2016).

Το IoT παρέχει στον χρήστη πολυάριθμες υπηρεσίες και δυνατότητες. Οι προφανείς από αυτές είναι η δυνατότητα ελέγχου και παρακολούθησης ενός φυσικού περιβάλλοντος εξ αποστάσεως μέσω των δικτύων επικοινωνίας. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι η δυνατότητα κλεισίματος μιας πόρτας ή η λήψη ειδοποιήσεων συναγερμού καπνού εξ αποστάσεως μέσω του Διαδικτύου.

Το έξυπνο σπίτι είναι ένας τομέας τον οποίο το IoT υπόσχεται να αναδιαμορφώσει. Το IoT επιτρέπει την καθημερινή επικοινωνία μεταξύ των οικιακών αντικειμένων, των ηλεκτρικών ειδών και των έξυπνων συσκευών είτε τοπικά είτε μέσω Διαδικτύου. Τα περισσότερα από τα υπάρχοντα συστήματα έξυπνων σπιτιών χρησιμοποιούν συσκευές χαμηλότερων από των προβλεπόμενων δυνατοτήτων. Συνήθως, οι συσκευές αυτές είναι ικανές να αποθηκεύουν δεδομένα, να ανταποκρίνονται σε εντολές του χρήστη από smartphones, tablet και υπολογιστές και να στέλνουν ειδοποιήσεις μέσω Bluetooth ή Wi-Fi. Γενικά η λειτουργία τους πραγματοποιείται με αυτόνομο τρόπο.

Το IoT φέρνει έναν νέο τύπο διαχείρισης σπιτιού, ενσωμάτωσης συσκευών, επιτήρησης συσκευών, ευφυΐας και κυρίως συνδεσιμότητας σε αυτές τις συσκευές. Οι έξυπνες οικιακές συσκευές μπορεί να είναι στατικά αντικείμενα, όπως έξυπνες πρίζες ή φώτα που απλώς αναφέρουν τις ιδιότητές τους. Μπορούν επίσης να είναι αισθητήρες που μετρούν τις φυσικές συνθήκες ενός αντικειμένου ή την κατάστασή του, ή ενεργοποιητές που εκτελούν λειτουργίες (άνοιγμα θυρών, ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση συσκευών), ή συσκευές που συνδυάζουν και τις δύο αυτές υπηρεσίες.

Είναι σημαντικό ότι το σύστημα IoT θα επιτρέπει στις συσκευές αυτές να ερωτώνται ή να ελέγχονται από άλλες πλατφόρμες, ελεγκτές, ή εφαρμογές IoT που συντονίζουν πολλαπλά αντικείμενα χωρίς την παρέμβαση του χρήστη. Επιπλέον, τα δεδομένα που συλλέγονται από τις έξυπνες οικιακές συσκευές μπορούν να ενσωματωθούν με εξωτερικά δεδομένα που συλλέγονται από άλλα συστήματα IoT, π.χ. ένα σύστημα υγειονομικής περίθαλψης, το οποίο δημιουργούν υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας. Ως εκ τούτου, ο χρήστης επωφελείται από την προστιθέμενη νοημοσύνη, τη μοντελοποίηση και συλλογή πληροφοριών, οι οποίες επιτρέπουν στο έξυπνο οικιακό σύστημα να λαμβάνει καλύτερες αποφάσεις για λογαριασμό του χρήστη, ή να παρέχει εξατομικευμένες και βελτιστοποιημένες υπηρεσίες.

### 2.4.1 Έξυπνα σπίτια και RFID

Η αρχή των συστημάτων εντοπισμού σε εφαρμογές έξυπνων σπιτιών εξαρτάται από την ανίχνευση της δραστηριότητας που εκτελούν τα άτομα και τον εντοπισμό των θέσεων των κινητών οντοτήτων. Οι τεχνολογίες εντοπισμού μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- Τεχνολογίες που βασίζονται σε ραδιοσυχνότητες

- Οπτικοί αισθητήρες
- Αισθητήρες ηχητικών κυμάτων
- Αισθητήρες ηλεκτρομαγνητικού πεδίου (Zhao and Smith, 2013). Αυτές οι τεχνολογίες χρησιμοποιούνται συνήθως σε ρυθμίσεις έξυπνων σπιτιών για τον εντοπισμό ατόμων και αντικειμένων. Τα συστήματα που βασίζονται σε RF έχουν αποκτήσει σημαντική δημοτικότητα σε διάφορες εφαρμογές έξυπνων περιβαλλόντων.

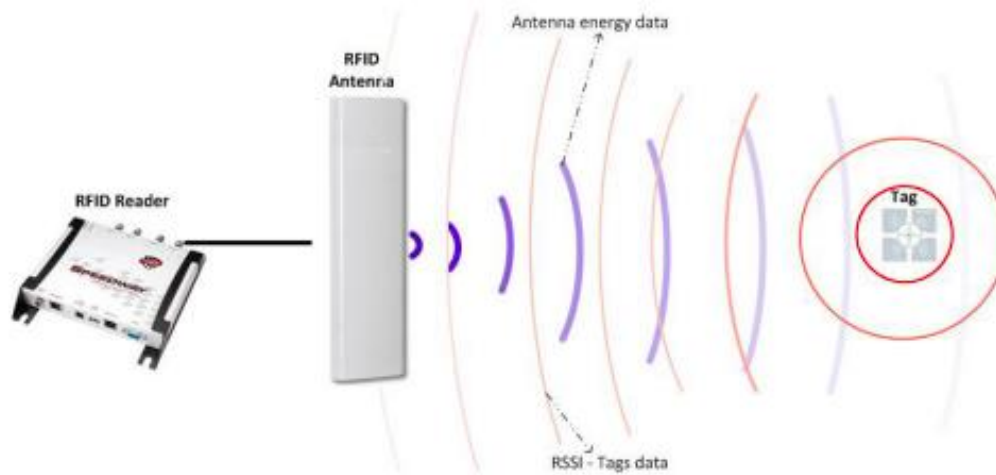
Η αναγνώριση ραδιοσυχνότητας (RFID) είναι μια σημαντική τεχνολογία για τον εντοπισμό στο IoT. RFID. Τα συστήματα αποτελούνται από κεραιές συνδεδεμένες με αναγνώστες RFID. Αυτές οι κεραιές στέλνουν πίσω τις συλλεχθέντες πληροφορίες από ανιχνευμένες ετικέτες στον αναγνώστη για περαιτέρω επεξεργασία της θέσης.

Πρόσφατα, οι τεχνολογίες RFID έχουν αναπτυχθεί ευρέως στα σύγχρονα συστήματα εφοδιασμού και απογραφής για την αποτελεσματική παρακολούθηση και ταυτοποίηση (Han et al, 2014). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η τεχνολογία RFID θεωρείται χαμηλού κόστους, εύχρηστη και παρέχει μια αξιόπιστη μορφή αυτόματης αναγνώρισης, γεγονός που την καθιστά μια οικονομικά αποδοτική τεχνολογία για τον εντοπισμό σε εσωτερικούς χώρους.

Υπάρχουν τρεις κύριες κατηγορίες ετικετών RFID, συμπεριλαμβανομένων των ενεργών, των παθητικών και των ημι-ενεργών. Οι ενεργές RFID ετικέτες διαθέτουν εσωτερική μπαταρία για συνεχή τροφοδοσία. Έχουν τη μεγαλύτερη εμβέλεια και από τους τρεις τύπους (Bouet and Dos Santos, 2008). Ωστόσο, η διάρκεια ζωής των ενεργών ετικετών είναι περιορισμένη και εξαρτάται από το πόση ενέργεια είναι αποθηκευμένη στις εσωτερικές μπαταρίες. Τα επίπεδα συντήρησης των ενεργών ετικετών είναι πολύ υψηλότερα από ό,τι για τις αντίστοιχες παθητικές. Επίσης η τιμή και το κόστος συντήρησης του είναι σχετικά υψηλότερο από τους άλλους τύπους. Οι ετικέτες RFID ημι-ενεργής λειτουργίας διαθέτουν επίσης μια εσωτερική μπαταρία για την τροφοδοσία του εσωτερικού κυκλώματος.

Οι παθητικές ετικέτες RFID δεν διαθέτουν εσωτερική μπαταρία. Έχουν μικρότερο μέγεθος και είναι πολύ φθηνότερες από τις ενεργές ή ημι-ενεργές ετικέτες. Ειδικότερα, οι παθητικές ετικέτες RFID τροφοδοτούνται από τα ραδιοκύματα που εκπέμπονται από τις κεραιές, οπότε δεν διαθέτουν εσωτερική πηγή ενέργειας. Εφαρμόζονται συνήθως σε αντικείμενα σε έξυπνα σπίτια, όπως αντικείμενα οικιακού εξοπλισμού, μικροσυσκευές ή έπιπλα (Bouchard and Bilodeau, 2014).

Η τεχνολογία RFID λειτουργεί στέλνοντας και λαμβάνοντας τη μοναδική ταυτότητα προσώπων και αντικειμένων ασύρματα με τη χρήση ραδιοκυμάτων. Ένα σύστημα RFID αποτελείται από αναγνώστες, ετικέτες και μια μονάδα συλλογής δεδομένων, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Οι αναγνώστες μπορεί να είναι στατικοί ή κινητοί. Υπάρχουν δύο μέθοδοι παρακολούθησης. Στην πρώτη μέθοδο, ο αναγνώστης μπορεί να εγκατασταθεί σε μια στατική θέση μέσα στο νοικοκυριό (όπως ένας τοίχος, ένα τραπέζι) ώστε να ανιχνεύει την κίνηση των ετικετών RFID. Στη συνέχεια, ο αναγνώστης αναζητά τις ετικέτες οι οποίες είτε είναι προσαρτημένες σε αντικείμενα ή μεταφέρονται από το άτομο. Ενώ στη δεύτερη μέθοδο, αναγνώστης RFID είναι φορητός, δηλαδή μπορεί να μεταφέρεται από άτομα και να ανιχνεύει τις στατικές ετικέτες σε συγκεκριμένες θέσεις (Bouet and Dos Santos, 2008).



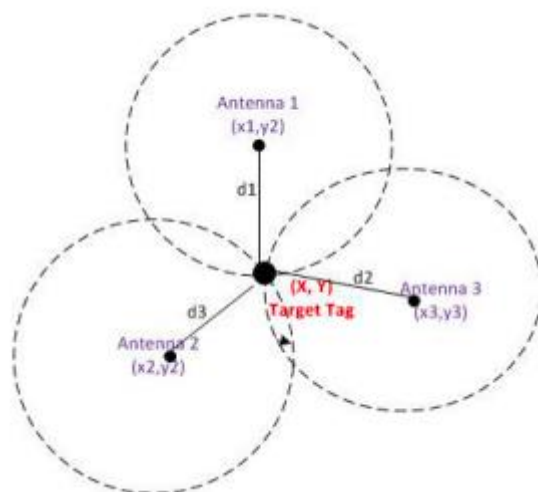
Εικόνα 4. Αρχιτεκτονική συστήματος εντοπισμού παθητικού RFID (Alsinglawi et al, 2017)

## 2.4.2 Τεχνικές Εντοπισμού με RFID σε έξυπνα σπίτια

Τρεις είναι οι κύριες τεχνικές ανίχνευσης και εκτίμησης θέσης στο πλαίσιο των έξυπνων σπιτιών με την τεχνολογία RFID και αυτές περιλαμβάνουν την “Εκτίμηση Απόστασης”, την “Ανάλυση Σκηνής” και την “Εγγύτητα”.

### 1. Εκτίμηση Απόστασης

Αυτή η τεχνική βασίζεται στις γεωμετρικές ιδιότητες των τριγώνων για τον προσδιορισμό των θέσεων των αντικειμένων-στόχων όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Η θέση ενός αντικειμένου, όπου έχει προσαρτημένες τις ετικέτες RFID, εκτιμάται μετρώντας την απόστασή του από πολλαπλά σημεία αναφοράς, είτε με τη χρήση αντικειμένων RFID είτε με τη χρήση κεραίας RFID (Liu et al, 2007).



Εικόνα 5. Εκτίμηση θέσης με την χρήση του Trilateration αλγορίθμου (Alsinglawi et al, 2017)

### 2. Ανάλυση Σκηνής

Η μέθοδος ανάλυσης σκηνής συλλέγει τα χαρακτηριστικά (δακτυλικά αποτυπώματα) μιας σκηνής και στη συνέχεια εκτιμά την θέση των αντικειμένων που διαθέτουν τις RFID ετικέτες, αντιστοιχίζοντας τις online μετρήσεις με τα πλησιέστερα δακτυλικά αποτυπώματα θέσης που έχουν εντοπιστεί (Liu et al, 2007).

Υπάρχουν δύο στάδια στα δακτυλικά αποτυπώματα θέσης: το στάδιο εκτός σύνδεσης (offline) και το στάδιο εντός σύνδεσης (online) (στάδιο εκτέλεσης). Μια έρευνα τοποθεσίας πραγματοποιείται στο ορισμένο περιβάλλον κατά τη διάρκεια του σταδίου εκτός σύνδεσης. Οι τοποθεσίες των τιμών συντεταγμένων ή των ετικετών και η ισχύς του σήματος καθορίζονται από την συλλογή των κοντινών μονάδων μέτρησης. Στο online στάδιο, η τρέχουσα ανιχνευόμενη ισχύς σήματος και οι πληροφορίες συλλέγονται για τον προσδιορισμό της νέας εκτιμώμενης θέσης.

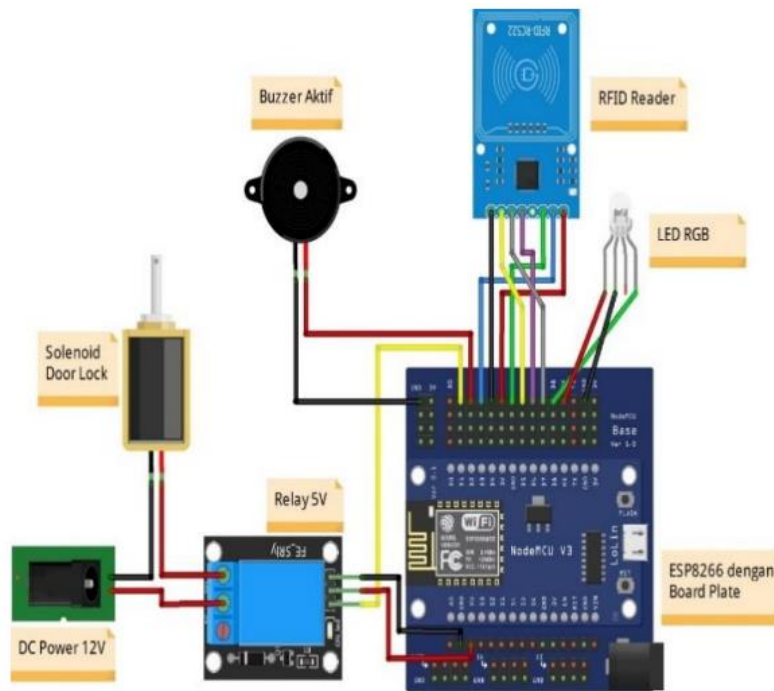
Οι μέθοδοι εντοπισμού με βάση το δακτυλικό αποτύπωμα αποτελούνται από πέντε τεχνικές αναγνώρισης προτύπων συμπεριλαμβανομένων των πιθανολογικών, των k-κοντινότερων-γειτόνων (kNN), των νευρωνικών δικτύων, της μηχανής υποστήριξης διανυσμάτων (SVM) και του μικρότερου πολυγώνου M-vertex (SMP) (Liu et al, 2007).

### **3. Εγγύτητα (Proximity)**

Σε αυτή τη μέθοδο, η θέση εξαρτάται από τη συμβολική σχετική θέση που προέρχεται από ένα έντονο πλέγμα κεραιών. Όταν ένας κινητός στόχος εισέρχεται στην εμβέλεια του ραδιοσήματος της μεμονωμένης κεραίας, η κεραία θα θεωρήσει τον στόχο ως αντικείμενο που βρίσκεται σε όλη την κάλυψή της. Εάν περισσότερες από μία κεραιές ανιχνεύσει τον ίδιο στόχο, αυτός θα συλληφθεί από την κεραία που λαμβάνει το ισχυρότερο σήμα. Το κελί προέλευσης (COO) καθορίζει τη θέση του κινητού στόχου. Η μέθοδος εντοπισμού είναι απλή και δεν απαιτεί βαριά υλοποίηση. Ωστόσο, η ακρίβεια της εξαρτάται από την πυκνότητα των κεραιών και την εμβέλεια του σήματος. Αυτό σημαίνει επίσης ότι η κατά προσέγγιση θέση του αντικειμένου που διαθέτει RFID ετικέτα δίνεται για μια δεδομένη στιγμή.

### **2.5 Έξυπνα συστήματα κλειδώματος πόρτας με RFID**

Οι Mardianus et al (2021) εφαρμόσανε ένα πρωτότυπο σύστημα έξυπνης ασφάλειας σε πόρτες ενός πανεπιστημίου με χρήση RFID, NodeMCU επεξεργαστή και οθόνη τύπου telegram. Σκοπός του συστήματος είναι να παρέχει ασφάλεια και άνεση και να διευκολύνει το άνοιγμα της πόρτας. Η διαδικασία θα πρέπει να είναι ταχύτερη, αποτελεσματικότερη και αποδοτικότερη. Το σχέδιο του κυκλώματος που παρουσιάζεται στη παρακάτω εικόνα χρησιμοποιεί RFID με οθόνη Telegram, NodeMCU Ioin v3 ESP12-E επεξεργαστή, RFID MFRC522, Solenoid 12V, 5V Relay, Buzzer, LED, και 12V τροφοδοσία ρεύματος.



Εικόνα 6. Σχήμα του συστήματος κλειδώματος πόρτας με RFID και nodeMCU επεξεργαστή (Mardianus et al, 2021)

Το NodeMCU είναι το κέντρο ελέγχου που χειρίζεται τις ροές εισόδου των δεδομένων και το αποτέλεσμα των εντολών. Είναι το κέντρο όπου λαμβάνονται οι εντολές. Το RFID λειτουργεί ως κλειδί για το άνοιγμα των θυρών. Χρησιμοποιεί ένα σύστημα αναγνώρισης με ραδιοκύματα, επειδή απαιτούνται δύο συσκευές για τη λειτουργία αυτού του εργαλείου: οι απαιτούμενες συσκευές ονομάζονται TAG και READER. Το Telegram λειτουργεί ως εφαρμογή για την αποστολή ειδοποιήσεων στον διαχειριστή του συστήματος. Τα δεδομένα που συλλέγονται αποθηκεύονται συστηματικά σε ένα υπολογιστή και είναι επεξεργάσιμα από οποιοδήποτε λογισμικό για την παραγωγή πληροφοριών. Σε αυτή την περίπτωση η βάση δεδομένων χρησιμεύει για την ταξινόμηση των δεδομένων και τη διευκόλυνση της διαδικασίας αναγνώρισης.

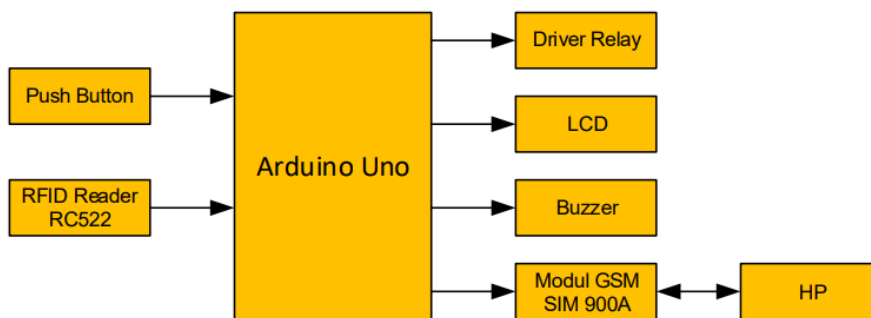
Έτσι, τα δεδομένα που λαμβάνονται από το RFID στο NodeMCU αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων. Ο βομβητής (Buzzer) λειτουργεί ως έξοδος ήχου για κάθε λειτουργία. Το τροφοδοτικό μετατρέπει το εναλλασσόμενο ρεύμα υψηλής τάσης σε χαμηλότερη DC (μονόδρομη) τάση. Το ρελέ ρυθμίζει τα σήματα για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση ηλεκτρονικών συσκευών με τη μορφή σωληνοειδούς. Το solenoid (σωληνοειδές) λειτουργεί ως κλειδαριά της πόρτας και ο μηχανισμός της ελέγχεται από το ρελέ για το κλείδωμα / ξεκλείδωμα της. Το σήμα ρυθμίζεται από το NodeMCU.

Η λυχνία LED χρησιμεύει για τη σήμανση του εάν η κάρτα RFID έχει καταχωρηθεί σωστά ή όχι.

Οι δοκιμές του πρωτότυπου συστήματος ήταν πετυχημένες. Αρχικά η συσκευή συνδέεται σε ένα υπολογιστή - διακομιστή στο ίδιο δίκτυο Wi-Fi για να συνδεθεί το NodeMCU με τη βάση δεδομένων. Αφού ενεργοποιηθεί το σύστημα ο διαχειριστής ο διαχειριστής καταχωρεί μία ετικέτα RFID Tag στη βάση δεδομένων μέσω ιστοσελίδας. Στη συνέχεια της δοκιμής έγινε εισαγωγή με τη χρήση μιας κάρτας ετικέτας RFID. Ο χρήστης χρησιμοποιεί τη κάρτα στον αναγνώστη RFID, και ο μικροελεγκτής θα επεξεργαστεί τα δεδομένα από τον αναγνώστη RFID. Τα δεδομένα θα σταλούν στη βάση δεδομένων για να επιβεβαιωθεί εκ νέου εάν η RFID Tag έχει καταχωρηθεί στη βάση

δεδομένων, το σωληνοειδές θα ανοίξει και ο διαχειριστής θα λάβει ειδοποίηση με τη μορφή μηνύματος μέσω της εφαρμογής Telegram.

Σε ένα αντίστοιχο σύστημα, E-KTP, υπάρχει ένας αναγνώστης RFID που λειτουργεί ως αναγνώστης του μοναδικού αριθμού ταυτότητας της ετικέτας RFID (Tomprunu et al, 2020). Ο αναγνώστης RFID θα διαβάσει τον μοναδικό αριθμό ταυτότητας του συστήματος, ο οποίος στη συνέχεια θα προωθηθεί στον μικροελεγκτή για να επικυρωθεί με ένα μοναδικό αναγνωριστικό που έχει αποθηκευτεί στον μικροελεγκτή για να ανοίξει η κλειδαριά της πόρτας. Μία μονάδα GSM sim900A χρησιμοποιείται ως μέσο απομακρυσμένης επικοινωνίας μεταξύ του συστήματος και του χρήστη.



Εικόνα 7. E-KTP σύστημα (Tomprunu et al, 2020)

Αυτό το ηλεκτρονικό σύστημα εργασίας πόρτας χωρίζεται σε δύο μέρη, δηλαδή την είσοδο και την έξοδο. Για την ταυτοποίηση του χρήστη μέσω του Ardunio Uno, εάν η σάρωση του κωδικού είναι σωστή τότε το κύκλωμα του ρελέ θα λειτουργήσει έτσι ότι το σωληνοειδές της κλειδαριάς της πόρτας θα ανοίξει και εάν η σάρωση είναι λανθασμένη τρεις φορές, ο βομβητής θα και το Ardunio Uno θα δώσει εντολή στο SIM 900a για την αποστολή μηνυμάτων SMS στους χρήστες (Tomprunu et al, 2020).



### 3. Σχεδιασμός RFID συστήματος για πόρτα ασφαλείας

Οι τρέχουσες τεχνικές απαιτήσεις απαιτούν τα ακόλουθα για το προτεινόμενο σύστημα:

- Το σύστημα δεν θα πρέπει να χρειάζεται περισσότερο από 2 δευτερόλεπτα για να ανοίξει την πόρτα αφού διαβαστεί από μια κάρτα RFID.
- Οι κάρτες RFID θα πρέπει να μπορούν να διαβαστούν από απόσταση τουλάχιστον 2 cm αλλά όχι μεγαλύτερη από 10 cm.
- Σε περίπτωση βλάβης του συστήματος, το σύστημα θα πρέπει να επιτρέπει την κανονική (χειροκίνητη) λειτουργία της πόρτας.
- Τα ηλεκτρονικά της πόρτας πρέπει να τροφοδοτούνται με ρεύμα από την ηλεκτρική παροχή που διατίθεται στον τοίχο.
- Η μονάδα RFID κάθε πόρτας θα πρέπει να μπορεί να συνδεθεί στο Διαδίκτυο, είτε μέσω WiFi ή Ethernet
- Οι διαστάσεις του περιβλήματος των κυκλωμάτων του συστήματος θα πρέπει να επιτρέπουν στη μονάδα να εγκατασταθεί εντός του τοίχου. Εάν ο πελάτης αντιτίθεται στην εγκατάσταση του συστήματος εντός του τοίχου, το περίβλημα θα πρέπει να επιτρέπει την τοποθέτηση του συστήματος στον τοίχο δίπλα στην πόρτα στο εσωτερικό του δωματίου.

#### 3.1 Περιγραφή συστήματος

##### 3.1.1 Επιμέρους στοιχεία συστήματος

Το RFID σύστημα για πόρτα ασφαλείας που σχεδιάστηκε βασίζεται στα παρακάτω κύρια εξαρτήματα:

##### **1. την μονάδα ανάγνωσης RFID**

Η μονάδα ανάγνωσης RFID είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται για τη συλλογή πληροφοριών από μια ετικέτα RFID (RFID Tag). Διαθέτει μία ή περισσότερες κεραίες οι οποίες εκπέμπουν ραδιοκύματα και λαμβάνουν σήματα από την ετικέτα RFID. Οι αναγνώστες μπορούν να είναι κινητοί, ώστε να μπορούν να μεταφέρονται με το χέρι, ή μπορούν να τοποθετηθούν σε στύλο ή σε οροφή. Μπορούν επίσης να ενσωματωθούν στην αρχιτεκτονική ενός δωματίου ή κτιρίου (technopedia).

Για την συγκεκριμένη εργασία θα χρησιμοποιηθεί το RFID MFRC522 που είναι ένας αναγνώστης καρτών RFID που λειτουργεί ανέπαφα με 13.56mhz. Έχει σχεδιαστεί από την NXP ως τσιπ χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, χαμηλού κόστους και συμπαγούς μεγέθους για ανάγνωση και εγγραφή. Αποτελεί την καλύτερη επιλογή για την ανάπτυξη έξυπνων μετρητών και φορητών συσκευών.

##### **2. την ετικέτα (Tag) RFID**

Η ετικέτα RFID είναι μια ηλεκτρονική ετικέτα που ανταλλάσσει δεδομένα με μία μονάδα ανάγνωσης ραδιοσυχνότητας (RFID) χρησιμοποιώντας ραδιοκύματα. Οι περισσότερες ετικέτες RFID αποτελούνται από δύο τουλάχιστον κύρια μέρη. Το πρώτο είναι μια κεραία, η οποία λαμβάνει κύματα ραδιοσυχνότητας (RF). Το δεύτερο είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα (IC), το οποίο χρησιμοποιείται για την επεξεργασία και την αποθήκευση δεδομένων, καθώς και για τη

διαμόρφωση και την αποδιαμόρφωση των ραδιοκυμάτων που λαμβάνονται/αποστέλλονται από την κεραία (technopedia, 2016).

Μια ετικέτα RFID είναι επίσης γνωστή ως τσιπ RFID. Οι ετικέτες, οι οποίες χρησιμοποιούν ραδιοκύματα για να επικοινωνούν την ταυτότητα τους και άλλες πληροφορίες σε κοντινούς αναγνώστες, μπορεί να είναι παθητικές ή ενεργητικές. Οι παθητικές ετικέτες RFID τροφοδοτούνται από τον αναγνώστη και δεν διαθέτουν μπαταρία ενώ οι ενεργητικές διαθέτουν μπαταρίες.

### **3. τον αισθητήρα εγγύτητας**

Ο αισθητήρας εγγύτητας είναι ένας ανέπαφος αισθητήρας που ανιχνεύει την παρουσία ενός αντικειμένου όταν εισέρχεται στο πεδίο του. Ανάλογα με τον τύπο του αισθητήρα εγγύτητας, ο αισθητήρας μπορεί να χρησιμοποιεί ήχο, φως, υπέρυθρη ακτινοβολία (IR) ή ηλεκτρομαγνητικά πεδία για την ανίχνευση ενός στόχου. Οι αισθητήρες εγγύτητας χρησιμοποιούνται σε τηλέφωνα, εργοστάσια ανακύκλωσης, αυτοκινούμενα αυτοκίνητα, γραμμές συναρμολόγησης κ.α. Υπάρχουν πολλοί τύποι αισθητήρων εγγύτητας και ο καθένας από αυτούς ανιχνεύει τους στόχους με διαφορετικούς τρόπους (Dannny Jost, 2019).

Στην παρούσα εργασία θα χρησιμοποιηθεί ο αισθητήρας εγγύτητας CNY70. Πρόκειται για έναν ανακλαστικό αισθητήρα που περιλαμβάνει έναν υπέρυθρο πομπό και ένα φωτοτρανζίστορ σε μια μολυβδούχο συσκευασία που εμποδίζει το ορατό φως. Ένας οπτικός αισθητήρας μετατρέπει τις ακτίνες φωτός σε ηλεκτρονικά σήματα. Μετράει τη φυσική ποσότητα του φωτός και στη συνέχεια τη μετατρέπει σε μορφή που μπορεί να διαβαστεί από ένα όργανο. Ένας οπτικός αισθητήρας αποτελεί γενικά μέρος ενός ευρύτερου συστήματος που ενσωματώνει μια πηγή φωτός, μια συσκευή μέτρησης και τον οπτικό αισθητήρα. Το μήκος κύματος λειτουργίας του είναι 950 nm (Ben Lutkevich, 2019).

### **4. Τον Arduino μικροελεκτή**

Ο μικροελεγκτής είναι ένα συμπαγές ολοκληρωμένο κύκλωμα που έχει σχεδιαστεί για να ρυθμίζει μια συγκεκριμένη λειτουργία σε ένα ενσωματωμένο σύστημα. Ένας τυπικός μικροελεγκτής περιλαμβάνει έναν μικροεπεξεργαστή, περιφερειακά εισόδου/εξόδου (I/O), μια γεννήτρια ρολογιού, μνήμη RAM, αποθηκευμένη μνήμη προγράμματος σε ένα τσιπ.

Στην συγκεκριμένη εργασία επιλέχθηκε ο μικροελεγκτής Arduino Mega 2560. Για τον ίδιο σκοπό μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε άλλη πλακέτα όπως το Arduino Nano ή το Arduino Uno που αναφέρθηκε παραπάνω. Το Arduino Mega 2560 είναι μία πλακέτα μικροελεγκτή που βασίζεται στον ATmega2560. Διαθέτει 54 ψηφιακές ακίδες εισόδου/εξόδου (εκ των οποίων οι 15 μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως έξοδοι PWM), 16 αναλογικές εισόδους, 4 UART (σειριακές θύρες υλικού), έναν ταλαντωτή κρυστάλλου 16 MHz, μια σύνδεση USB, μια υποδοχή τροφοδοσίας, μια κεφαλίδα ICSP και ένα κουμπί επαναφοράς. Το Arduino Mega 2560 έχει σχεδιαστεί για έργα που απαιτούν περισσότερες γραμμές εισόδου/εξόδου, περισσότερη μνήμη και περισσότερη RAM (Dani Jost, 2019).

### **5. την οθόνη LCD**

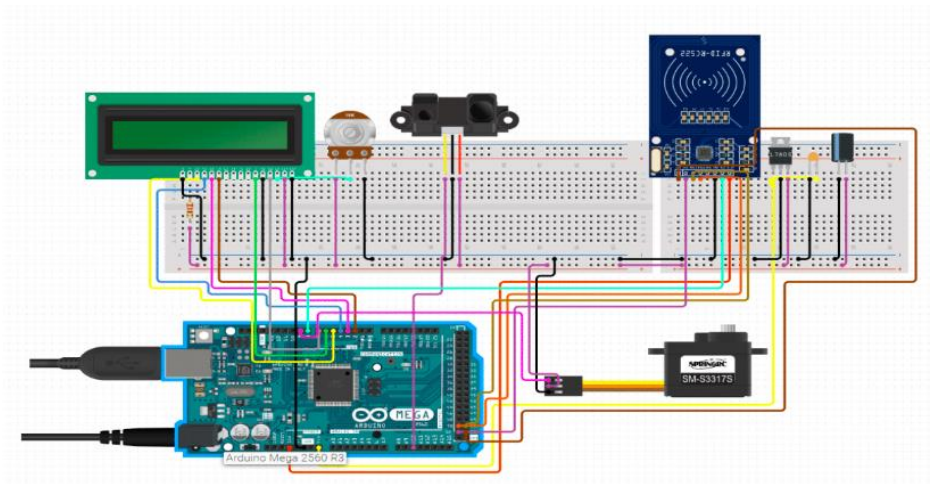
Η οθόνη LCD είναι ένας τύπος επίπεδης οθόνης που χρησιμοποιεί υγρούς κρυστάλλους στην κύρια μορφή λειτουργίας της. Οι λυχνίες LED έχουν ένα μεγάλο και χρησιμοποιούνται σε ένα ευρύ σύνολο περιπτώσεων όπως smartphones, τηλεοράσεις, οθόνες υπολογιστών και επίπεδες οθόνες. Έχουν αντικαταστήσει τις παραδοσιακές οθόνες CRT λόγω της ποιότητας της εικόνας και του χαμηλού κόστους κατασκευής τους (technopedia, 2017).

Στο προτεινόμενο κύκλωμα η οθόνη LCD θα είναι υπεύθυνη για την επικοινωνία χρήστη και συστήματος, δηλαδή θα ενημερώνει τον χρήστη για την κατάσταση του συστήματος. Για παράδειγμα όταν είναι έτοιμο να διαβάσει μία ετικέτα RFID, αν η ετικέτα διαβάστηκε επιτυχώς, αν ο χρήστης έχει πρόσβαση στην κλειδαριά, αν η πόρτα άνοιξε κ.α.

## 6. Το βοηθητικό μοτέρ ή σερβοκινητήρας

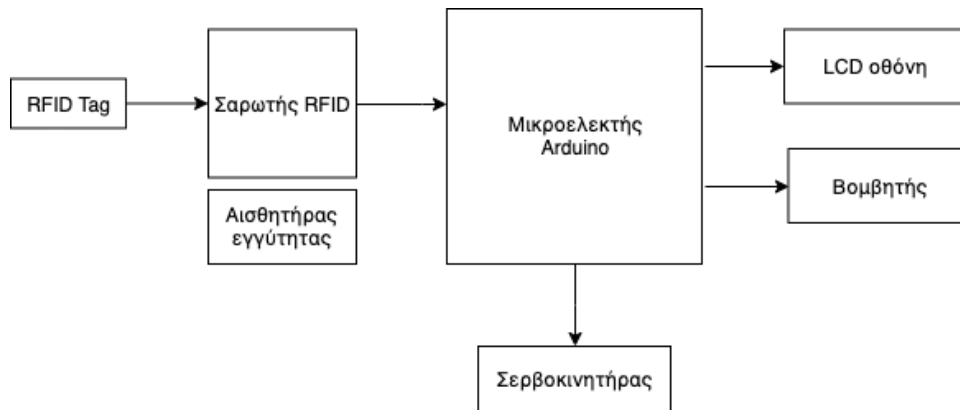
Ο σερβοκινητήρας είναι μια ηλεκτρομηχανική συσκευή που παράγει ροπή και ταχύτητα με βάση το παρεχόμενο ρεύμα και την τάση. Ένας σερβοκινητήρας λειτουργεί ως μέρος ενός συστήματος κλειστού βρόγχου που παρέχει ροπή και ταχύτητα σύμφωνα με τις εντολές του σερβοελεγκτή. Οι σερβοκινητήρες χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπως η ρομποτική, τα μηχανήματα CNC ή οι αυτοματοποιημένες κατασκευές (Jignesh Sabhadiya, 2021).

Ο σερβοκινητήρας στο συγκεκριμένο σύστημα χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του μηχανισμού κλειδώματος. Η οθόνη LCD και ο βομβητής παρουσιάζουν την κατάσταση ανάγνωσης της τιμής RFID.



Εικόνα 8. Παρουσίαση κυκλώματος

Για την οπτική αναπαράσταση του συστήματος με απλά, επισημασμένα μπλοκ που αναπαριστούν τα κύρια στοιχεία του συστήματος που περιεγράφηκαν παραπάνω, τα οποία συνδέονται με γραμμές για να δείξουν τις μεταξύ τους σχέσεις θα χρησιμοποιηθεί το μπλοκ διάγραμμα της Εικόνα 9.



Εικόνα 9. Μπλοκ διάγραμμα του συστήματος

### 3.1.2 Περιγραφή ροής συστήματος

Μετά την κατασκευή του κυκλώματος της κλειδαριάς RFID χρειάζεται να γίνουν και οι απαραίτητες ενέργειες ώστε να ενημερωθεί το πρόγραμμα σχετικά με τα επιμέρους στοιχεία που αποτελούν το σύστημα και να αρχικοποιηθούν οι μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν με τον τρόπο που παρουσιάζεται παρακάτω.

```

#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Servo.h>

#define RST_PIN 9
#define SS_PIN 10

byte readCard[4];
char* myTags[100] = {};
int tagsCount = 0;
String tagID = "";
boolean successRead = false;
boolean correctTag = false;
int proximitySensor;
boolean doorOpened = false;

// Create instances
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);
LiquidCrystal lcd(2, 3, 4, 5, 6, 7); //Parameters: (rs, enable, d4, d5, d6, d7)
Servo myServo; // Servo motor
  
```

Εικόνα 10. Τμήμα κώδικα εισαγωγής βιβλιοθηκών και αρχικοποίησης μεταβλητών

Ύστερα ενεργοποιείται η συνάρτηση setup(), η συγκεκριμένη συνάντηση δίνει εντολή στα στοιχεία του κυκλώματος που περιγράφηκαν παραπάνω να ξεκινήσουν την λειτουργία τους. Έπειτα στην

οθόνη του χρήστη εμφανίζεται το μήνυμα “-No Master Tag!” ώστε ο χρήστης να επιλέξει το RFID Tag που θέλει να χρησιμοποιείται ως διαχειριστής του συστήματος. Ο διαχειριστής του συστήματος μπορεί να εισάγει ή να διαγράψει ένα RFID Tag από την λίστα με τα RFID Tags που έχουν πρόσβαση στην συγκεκριμένη κλειδαριά. Μόλις στην οθόνη εμφανιστεί το μήνυμα “SCAN NOW” ο χρήστης μπορεί να σκανάρει το επιλεγμένο Master RFID Tag. Αν το RFID Tag σκαναριστεί με επιτυχία στην οθόνη θα εμφανιστεί το επιτυχές μήνυμα “Master Card Set!”.

```
void setup() {
  // Initiating
  SPI.begin();
  mfrc522.PCD_Init();
  lcd.begin(16, 2);
  myServo.attach(8);

  myServo.write(10);

  lcd.print("-No Master Tag!-");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("  SCAN NOW");

  while (!successRead) {
    successRead = getID();
    if ( successRead == true) {
      myTags[tagsCount] = strdup(tagID.c_str());
      lcd.clear();
      lcd.setCursor(0, 0);
      lcd.print("Master Tag Set!");
      tagsCount++;
    }
  }
  successRead = false;
  printNormalModeMessage();
}
```

Εικόνα 11. Τμήμα κώδικα συνάρτησης setUp

Όταν η πόρτα είναι κλειστή και ένα RFID Tag εισέρχεται στην εμβέλεια του RFID Reader αυτό σαρώνει την ετικέτα και διαβάζει την τιμή της. Αρχικά με την βοήθεια της συνάντησης PICC\_IsNewCardPresent ελέγχει αν μία νέα ετικέτα έχει αναγνωριστεί από τον RFID Reader. Αν ισχύει η συνθήκη τότε η συνάρτηση PICC\_ReadCardSerial ελέγχει αν το μοναδικό αναγνωριστικό UID έχει διαβαστεί με επιτυχία. Όταν τα δύο προηγούμενα βήματα ολοκληρωθούν επιτυχώς η συνάρτηση getID του κώδικα αποθηκεύει το UID στην μεταβλητή tagID και επιστρέφει μία λογική μεταβλητή αληθείας στον κύριο κώδικα. Η λειτουργία που μόλις περιεγράφηκε ενεργοποιείται κάθε φορά που ένα RFID Tag πλησιάζει τον RFID Reader, συνεπώς και στην διαδικασία κατά την οποία αποθηκεύτηκε το Master Tag.

```

uint8_t getID() {
    if ( ! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent()) {
        return 0;
    }
    if ( ! mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) {
        return 0;
    }
    tagID = "";
    for ( uint8_t i = 0; i < 4; i++) {
        readCard[i] = mfrc522.uid.uidByte[i];
        tagID.concat(String(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX));
    }
    tagID.toUpperCase();
    mfrc522.PICC_HaltA();
    return 1;
}

```

Εικόνα 12. Τμήμα κώδικα συνάρτησης *getID*

Μόλις το RFID Reader διαβάσει με επιτυχία το UID το πρόγραμμα αρχικά ελέγχει αν ταυτίζεται με το Master Tag. Σε αυτή την περίπτωση ο χρήστης έχει χρησιμοποιήσει την κλειδαριά προκειμένου να διαγράψει ένα υπάρχον ή να εισάγει ένα νέο RFID Tag. Η ροή που ακολουθεί το πρόγραμμα σε αυτήν την περίπτωση είναι η παρακάτω. Αρχικά ελέγχεται αν στον RFID Reader εντοπίζεται νέο RFID Tag και αν η τιμή του μπορεί να διαβαστεί επιτυχώς.

Ύστερα ελέγχεται αν η ετικέτα έχει ήδη καταχωρηθεί στο σύστημα και συνεπώς έχει δικαίωμα πρόσβασης στην πόρτα που έχει τοποθετηθεί η κλειδαριά. Σε αυτήν την περίπτωση εμφανίζεται στην οθόνη το μήνυμα “Tag Removed!” και το αντίστοιχο RFID Tag διαγράφεται από την λίστα. Από την άλλη αν αυτή η τιμή δεν υπάρχει στην λίστα το μήνυμα “Tag Added!” εμφανίζεται στην οθόνη και το αντίστοιχο RFID Tag UID προστίθεται στην λίστα.

```

if (tagID == myTags[0]) {
  lcd.clear();
  lcd.print("Program mode:");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Add/Remove Tag");
  while (!successRead) {
    successRead = getID();
    if ( successRead == true) {
      for (int i = 0; i < 100; i++) {
        if (tagID == myTags[i]) {
          myTags[i] = "";
          lcd.clear();
          lcd.setCursor(0, 0);
          lcd.print("  Tag Removed!");
          printNormalModeMessage();
          return;
        }
      }
      myTags[tagsCount] = strdup(tagID.c_str());
      lcd.clear();
      lcd.setCursor(0, 0);
      lcd.print("  Tag Added!");
      printNormalModeMessage();
      tagsCount++;
      return;
    }
  }
}
}
}

```

Εικόνα 13. Τμήμα κώδικα για την λειτουργία του Master Tag

Αν το RFID Tag δεν είναι το Master Tag τότε το πρόγραμμα ελέγχει αν η τιμή του ανήκει στην λίστα myTags, η οποία περιέχει όλα τα RFID Tags που έχουν ήδη καταχωρηθεί με πρόσβαση στην κλειδαριά. Αν το UID υπάρχει στην λίστα τότε στην οθόνη εμφανίζεται το μήνυμα "Access Granted!" και η πόρτα ξεκλειδώνει. Στην αντίθετη περίπτωση το αντίστοιχο μήνυμα "Access Denied!" εμφανίζεται στον χρήστη και ύστερα μπορεί να προσπαθήσει ξανά για ένα νεό σκανάρισμα.

```

for (int i = 0; i < 100; i++) {
  if (tagID == myTags[i]) {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print(" Access Granted!");
    myServo.write(170); // Unlocks the door
    printNormalModeMessage();
    correctTag = true;
  }
}
if (correctTag == false) {
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" Access Denied!");
  printNormalModeMessage();
}
}

```

Εικόνα 14. Τμήμα κώδικα για την λειτουργία του κανονικού RFID Tag

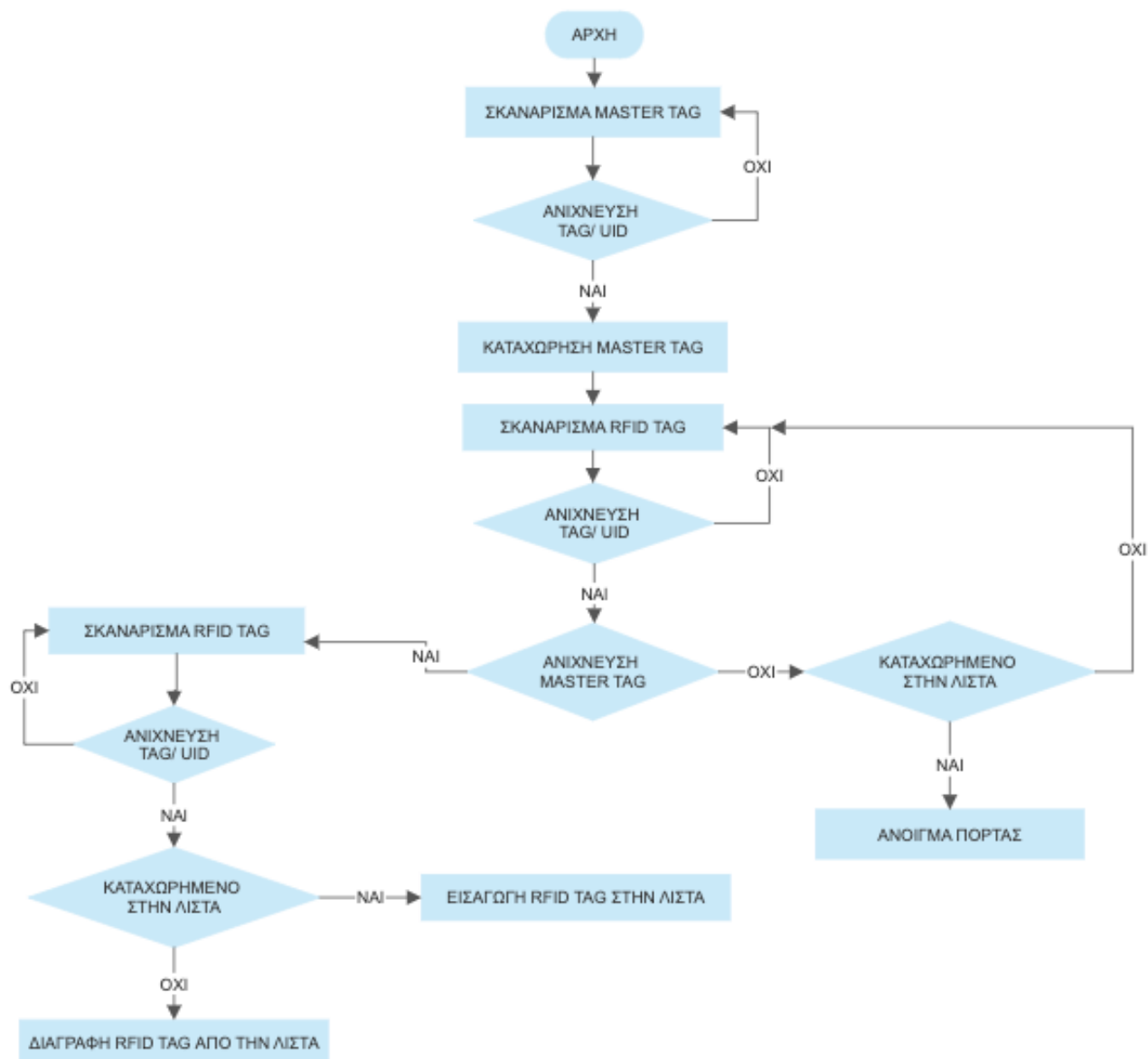
Στην περίπτωση που η πόρτα είναι ανοιχτή το μήνυμα “Door opened” εμφανίζεται στην LCD οθόνη και ύστερα από 500ms η πόρτα κλειδώνει και ζητάει στον χρήστη να σκανάρει την ετικέτα του.

```
lcd.clear();  
lcd.setCursor(0, 0);  
lcd.print(" Door Opened!");  
while (!doorOpened) {  
    proximitySensor = analogRead(A0);  
    if (proximitySensor > 200) {  
        doorOpened = true;  
    }  
}  
doorOpened = false;  
delay(500);  
myServo.write(10); // Locks the door  
printNormalModeMessage();
```

Εικόνα 15. Τμήμα κώδικα λειτουργίας του συστήματος στην περίπτωση ανοιχτής πόρτας



Για την οπτική παρουσίαση των παραπάνω βημάτων ή της ροής του συστήματος θα χρησιμοποιηθεί διάγραμμα ροής που ακολουθεί.



Εικόνα 16. Διάγραμμα ροής του συστήματος

### 3.1.3 Πρότυπα

Μερικά από τα πρότυπα IEEE που σχετίζονται με τη παρούσα εργασία είναι τα WiFi (802.11) και Ethernet (802.3). Υπάρχουν δύο τύποι προτύπων WiFi που τηρήθηκαν στο έργο αυτό: 802.11b και 802.11g. Οι προδιαγραφές τους έχουν ως εξής:

#### IEEE 802.11b

- Φάσμα διασποράς άμεσης ακολουθίας
- Λειτουργεί στη ζώνη ISM στα 2,4 GHz σε βήματα των 5 MHz.
- Χαμηλή ισχύς < 100mW- εμβέλεια < 100m
- Σχεδιασμένο για λειτουργίες δικτύου
- Εύρος ζώνης: 22 MHz- ρυθμοί δεδομένων έως 11 Mb/s

#### IEEE 802.11g

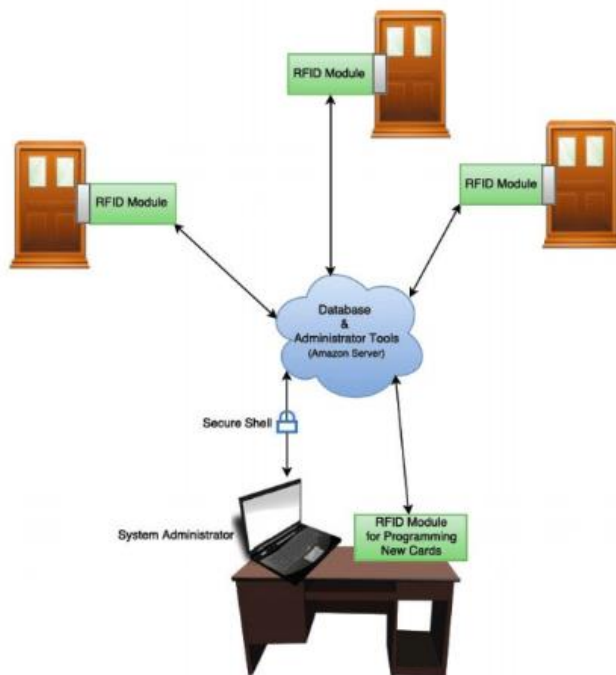
- 2,4 GHz, έως 54 Mb/s
- Ισχύει για ασύρματα τοπικά δίκτυα
- Παρέχει 20+ Mbps στη ζώνη 2,4 GHz.
- Το πιο πρόσφατα εγκεκριμένο πρότυπο
- Ασύρματη μετάδοση σε σχετικά μικρές αποστάσεις με ταχύτητα έως και 54 megabits ανά δευτερόλεπτο (Mbps) σε σύγκριση με τα 11 megabits ανά δευτερόλεπτο του 802.11b προτύπου.
- Λειτουργεί στην περιοχή 2,4 GHz και είναι συμβατό με τα 802.11b, 802.11g

#### Περιορισμοί

1. Η μονάδα πρέπει να είναι ανθεκτική και να μπορεί να λειτουργεί υπό καθημερινές συνθήκες εργασίας. Η κατανάλωση ενέργειας θα πρέπει επίσης να είναι ελάχιστη.
2. Επεκτασιμότητα. Το τελικό σύστημα πρέπει να είναι αρθρωτό και εύκολο στην επέκταση του.
3. Υγεία και ασφάλεια. Η συσκευή δεν θα πρέπει να είναι σε θέση να τραυματίσει τους χρήστες ή οποιονδήποτε άλλον γύρω της.
4. Οι κανονισμοί της ΕΕΤΤ σχετικά με τη μετάδοση ραδιοσυχνοτήτων απαιτούν ισχύ μικρότερη από 4 Watt να εκπέμπεται από οποιαδήποτε μη αδειοδοτημένη πηγή.

### 3.2 Παρουσίαση συστήματος με πολλαπλές πόρτες

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται ένα διάγραμμα ανώτερου επιπέδου ενός συστήματος με πολλαπλές πόρτες και το σύστημα πόρτας του διαχειριστή του συστήματος. Κάθε πόρτα διαθέτει μία κλειδαριά με τη συνδεδεμένη μονάδα RFID. Ο διαχειριστής του συστήματος μπορεί να ελέγχει ολόκληρο το σύστημα ελέγχου πρόσβασης από έναν υπολογιστή.



Εικόνα 17. Διάγραμμα συστήματος

Το γραφικό περιβάλλον διαχείρισης (GUI) επιτρέπει τη δυνατότητα προγραμματισμού νέων καρτών RFID, αλλαγής των προφίλ πρόσβασης των χρηστών, απομακρυσμένης απενεργοποίησης των καρτών κλειδιών, προβολής των αρχείων καταγραφής πρόσβασης στην πόρτα και των ύποπτων δραστηριοτήτων και ορισμού προσωρινών χρονοδιαγραμμάτων πρόσβασης. Μπορεί επίσης να προσδιορίσει μία συγκεκριμένη μονάδα RFID για ανάλυση ή αναβάθμιση μέσω ενός ασφαλούς πρωτοκόλλου μεταφοράς δεδομένων (SSH).

## 4. Συμπεράσματα

Η χρήση του μικροελεγκτή Arduino Mega 2560 στην υλοποίηση του συγκεκριμένου IoT συστήματος επέτρεψε την απλότητα στον σχεδιασμό και την υλοποίηση του πρωτότυπου σε συντομότερο χρόνο από ότι αν είχαν χρησιμοποιηθεί άλλες τεχνολογίες. Το σύστημα κλειδώματος μίας πόρτας ασφαλείας με τη χρήση RFID ενισχύει την ασφάλεια της πρόσβασης και μπορεί να αποθηκεύει τις πληροφορίες των ανθρώπων που έρχονται και φεύγουν. Είναι επίσης φιλικό προς τον χρήστη καθώς ενημερώνει μέσω της οθόνης για τη κατάσταση του συστήματος όπως επίσης για την επόμενη ενέργεια που πρέπει να κάνει ο χρήστης προκειμένου να μπει ή να βγει από το χώρο.

Αυτό το σύστημα ελέγχου πρόσβασης μπορεί να λειτουργήσει σε πολλά μέρη, καθώς βοηθά στη μείωση των προβλημάτων με τη φυσική ασφάλεια σε διάφορους τομείς σήμερα. Στις κυβερνητικές, στρατιωτικές και διάφορες άλλες υπηρεσίες η ασφάλεια είναι ύψιστης σημασίας. Τα κυβερνητικά κτίρια υπόκεινται σε κανονισμούς εσωτερικής ασφάλειας, οι οποίοι σημαίνουν περιορισμό της πρόσβασης. Αυτό το σύστημα ελέγχου πρόσβασης μπορεί να επαληθεύει τους υπαλλήλους οι οποίοι έχουν κάρτα RFID και περιορίζει την πρόσβαση σε τμήματα, εμπιστευτικές πληροφορίες και άλλα, σε όσους δεν έχουν κάρτα RFID, διατηρώντας παράλληλα την πρόσβαση του κοινού σε άλλους χώρους.

Αυτά τα συστήματα ελέγχου πρόσβασης μπορούν να προστατεύσουν αίθουσες πληροφορικής ή ακόμη και ράφια εξοπλισμού από μη εξουσιοδοτημένα άτομα. Ο τρέχων σχεδιασμός του συστήματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οργανισμούς που απαιτούν υψηλό επίπεδο ασφαλείας για ανθρώπους και περιουσίες. Το σύστημα αυτό μπορεί να εφαρμοστεί σε τράπεζες ως πόρτα ασφαλείας για το θησαυροφυλάκιό τους ή ως πόρτα μόνο για το προσωπικό. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως η πόρτα ασφαλείας για οργανισμούς που διαχειρίζονται μεγάλα δεδομένα στην αίθουσα πληροφορικής τους και αποτρέπουν την πρόσβαση σε μη εξουσιοδοτημένα άτομα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε σπίτια ως το σύστημα ασφαλείας για τη πρόσβαση σε σημαντικά περιουσιακά στοιχεία.

Πράγματι, η αναγνώριση ραδιοσυχνότητας τύπου RFID είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς, όπως το κλείδωμα σε πόρτες ασφαλείας. Ωστόσο η απεριόριστη πρόσβαση στον αναγνώστη και τον αναμεταδότη έχει οδηγήσει σε σοβαρές αδυναμίες ασφαλείας και κατέστησε δυνατή την εφαρμογή διάφορων επιθέσεων. Η θωράκιση της ασφαλείας τέτοιων συστημάτων πρέπει να πληροί τουλάχιστον δύο βασικά κριτήρια: το πρώτο είναι η χρήση ενός πρωτοκόλλου ταυτοποίησης με απάντηση σε πρόκληση και το δεύτερο η χρήση εξελιγμένων και ασφαλών αλγορίθμων.

Μία από τις μελλοντικές προσθήκες στο προτεινόμενο σύστημα είναι η περαιτέρω ενίσχυση της ασφαλείας. Συγκεκριμένα, η διαδικασία ταυτοποίησης του RFID θα πρέπει να ενισχυθεί για να προστατευθεί από επιθέσεις. Για παράδειγμα ο Chlebana (2020) προτείνει τη βελτίωση της ασφαλείας κατά την ταυτοποίηση RFID. Το σύστημα αποθηκεύει τα μυστικά προσωπικά κλειδιά για κάθε χρήστη στις ετικέτες RFID και προσθέτει μία βάση δεδομένων που περιέχει κατακερματισμούς των κλειδιών των χρηστών. Χάρη στην εφαρμογή αυτών των επιπέδων ασφαλείας, το σύστημα προστατεύεται από διάφορους τύπους επιθέσεων, όπως επιθέσεις αναμετάδοσης, παραποίηση της ετικέτας, πλαστοπροσωπία του αναγνώστη, υποκλοπή, μη εξουσιοδοτημένη ανάγνωση ετικέτας ή man-in-the-middle.

Ακόμα και αυτό το σύστημα δεν είναι αδιαπέραστο. Για παράδειγμα, εάν ο επιτιθέμενος επιχειρήσει επίθεση τύπου brute force στα κλειδιά και καταφέρει να διαβάσει το hash και το salt

του κλειδιού μέσω της bluetooth επικοινωνίας, έχει την ευκαιρία να βρει ένα κλειδί που συγκρούεται με ένα hash ενός προσωπικού κλειδιού ενός χρήστη και να υποδυθεί τον χρήστη δημιουργώντας ετικέτα που έχει το ίδιο κρυπτογραφημένο περιεχόμενο. Ωστόσο, αυτού του είδους η επίθεση είναι πολύπλοκη και απαιτεί μεγάλη προσπάθεια και τύχη από τη πλευρά του επιτιθέμενου (Chlebana, 2020).

Επίσης η ολοκλήρωση με συγκεκριμένες συσκευές IoT, προσθέτοντας περισσότερες εφαρμογές που θα προστατεύουν το σύστημα από σύνθετους τύπους επιθέσεων, αλλά το πιο ωφέλιμο θα μπορούσε να είναι η συντήρηση του έργου καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται, διότι καθώς η υπολογιστική ισχύς του υλικού αυξάνεται, η κύρια μέθοδος κατακερματισμού μπορεί να είναι πιο ευάλωτη σε επιθέσεις brute force. Συνεπώς κατά τη διαδικασία σχεδιασμού ενός πιο ισχυρού συστήματος ελέγχου πρόσβασης, μπορούν να εξεταστούν επιπλέον προσθήκες όπως:

- Να συμπεριληφθεί μια μήτρα πληκτρολογίου 4x4 που να επιτρέπει στον χρήστη να εισάγει τον μυστικό του κωδικό PIN, αφού ο χρήστης περάσει την κάρτα RFID.
- Εναλλακτικά η χρήση φωνητικής αναγνώρισης ή δαχτυλικού αποτυπώματος
- Να συμπεριληφθεί ένα σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων για την παρακολούθηση της κίνησης των εργαζομένων/χρηστών εντός και εκτός της ασφαλισμένης πόρτας.

## Βιβλιογραφία

- M. Evans, Joshua Noble, J. Hochenbaum (2013). *Arduino in Action*. Manning; 1st edition (June 10, 2013). ISBN-13: 978-1617290244.
- M. Elkhodr, S. Shahrestani, and H. Cheung (2016). *Internet of Things Applications: Current and Future Development*, in Innovative Research and Applications in Next-Generation High Performance Computing, ed: IGI Global, 2016, pp. 397-427.
- J. Han, C. Qian, X. Wang, D. Ma, J. Zhao, P. Zhang, et al. (2014). *Twins: Device-free object tracking using passive tags*, in Proceedings IEEE INFOCOM 2014, pp. 469-476.
- M. Bouet and A. L. Dos Santos (2008). *RFID tags: Positioning principles and localization techniques*, in 1st IFIP Wireless Days (WD), 2008, pp. 1-5.
- K. Bouchard, J.-S. Bilodeau, D. Fortin-Simard, S. Gaboury, B. Bouchard, and A. Bouzouane (2014). *Human activity recognition in smart homes based on passive RFID localization*, in Proceedings of the 7th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments, 2014, p. 1.
- H. Liu, H. Darabi, P. Banerjee, and J. Liu (2007). *Survey of wireless indoor positioning techniques and systems*, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, vol. 37, pp. 1067-1080, 2007
- J. Ozer and H. Blemings (2009). *Practical Arduino: Cool Projects for Open Source Hardware*. Apress, USA.
- Y. A. Badamasi (2014). *The working principle of an Arduino*, 2014 11th International Conference on Electronics, Computer and Computation (ICECCO), 2014, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICECCO.2014.6997578.
- F. Susanto, A. Asmawati, and E. Astriyani (2021). *Distributed Arduino for Communication Agriculture*, CCIT (Creative Communication and Innovative Technology) Journal, vol. 14, no. 2, pp. 150-159, Aug. 2021.
- M. Margolis (2011). *Arduino Cookbook*. O'Reilly Media, Inc. March 2011 ISBN: 9780596802479.
- S. F. Barrett (2013). *Arduino Microcontroller Processing for Everyone! Third Edition*. Synthesis Lectures on Digital Circuits and Systems. Morgan and Claypool Publishers. August 2013. <https://doi.org/10.2200/S00522ED1V01Y201307DCS043>.
- A. Ramakrishnan and J. M. Conrad (2011). *Analysis of floating point operations in microcontrollers*, 2011 Proceedings of IEEE Southeastcon, 2011, pp. 97-100, doi: 10.1109/SECON.2011.5752913.
- Nguyen, Duc & Hung, Huynh & Tran, Han & Mot, Tran & Minh, Nguyen & Pham, Toan & Ngo, Kieu (2018). *Development and Application of Structural Health Monitoring using Low-Cost MEMS and Arduino Nano Microcontroller Board*. 9-2018. 154-158.
- J. Bayle (2013). *C Programming for Arduino*. Packt Publishing (May 17, 2013). ISBN-13 : 978-1849517584.
- Y. Zhao and J. Smith (2013). *A battery-free rfid-based indoor acoustic localization platform*, in RFID (RFID), 2013 IEEE International Conference, April 2013, pp. 110–117

Alsinglawi, Belal & Elkhodr, Mahmoud & Nguyen, Quang & Gunawardana, Upul & Maeder, Anthony & Simoff, Simeon (2017). RFID Localisation for Internet of Things Smart Homes : A Survey. International journal of Computer Networks & Communications. 9. 81-99. 10.5121/ijcnc.2017.9107.

Technopedia. Radio Frequency Identification Reader (RFID Reader)

Technopedia (2022). Radio Frequency Identification Tag (RFID Tag)

Danny Jost (2019). What is a proximity sensor?

Jignesh Sabhadiya (2019). What Is Servo Motor?- Definition, Working And Types

Ben Lutkevich (2019). Microcontroller (MCU)

Elprocus. Wireless Sensor Networks : Types & Their Applications

M. Weiser, Scientific American September, 94 (1991)

T. Sanchez, D. Kim (2012). Handbook on Mobile and Ubiquitous Computing: Innovations and Perspective

M. Ananthi, M.R. Sumalatha (2013). Int. Advance Computing Conf.

R. Want, (2004). Computer 37, 84

R. Want, (2008). EEE Comput. Soc. 41, 21

F. Alshahranya, M. Abboda and I. Moualekb (2014). WSN and RFID Integration to Support Intelligent Monitoring in Smart Buildings Using Hybrid Intelligent Decision Support Systems

Mardianus, Rangan, A. Y., & Salmon. (2021). Prototype Smart Security on Doors using RFID with Telegram Monitor NodeMCU Based. TEPIAN, 2(1), 7-11. <https://doi.org/10.51967/tepian.v2i1.293>

S. Chlebana (2020). A secure RFID Access Control system in smart home. BSc Masaryk University, Faculty of Informatics.

Alan Novi Tomponu, Yulian Mirza and Azwardi (2020). Journal Physics: Conf. Ser. 1500 012115

Ahsan, Kamran & Hanifa, Shah & Kingston, Paul. (2010). RFID Applications: An Introductory and Exploratory Study. International Journal of Computer Science Issues. 7.

Munoz-Ausecha, Cesar & Ruiz-Rosero, Juan & Ramirez-Gonzalez, Gustavo. (2021). RFID Applications and Security Review. Computation. 9. 69. 10.3390/computation9060069.

Khan, M Ayoub, Sharma, Manoj, Prabhu, Brahmanandha R (2009). International Journal of Recent Trends in Engineering. Oulu Vol. 1, Issues. 4, (May 2009): 68-71.

A. Safarian, A. Shameli, A. Rofougaran, M. Rofougaran and F. de Flaviis (2007). An Integrated RFID Reader, 2007 IEEE International Solid-State Circuits Conference. Digest of Technical Papers, 2007, pp. 218-598, doi: 10.1109/ISSCC.2007.373372.