



TECHNICAL UNIVERSITY OF CRETE

DEPARTMENT OF ELECTRICAL

AND COMPUTER ENGINEERING

«Εφαρμογή σε Κινητά Τηλέφωνα για Άτομα με Προβλήματα Ακοής, χρησιμοποιώντας

Τεχνολογία Arduino»

(Assistive Mobile Application for the Hearing Impaired, by Using Arduino Technology)

Μαργώνη Ιωάννα

Εξεταστική Επιτροπή

Καθ. Κωνσταντίνος Καλαϊτζάκης (Επιβλέπων)

Καθ. Μιχάηλ Ζερβάκης

Δρ. Ελευθερία Σεργάκη

Χανιά, Αύγουστος 2020



# Ευχαριστίες

Σε αυτό το σημείο που μου δίνεται η ευκαιρία θα ήθελα να αποδώσω τις ευχαριστίες μου στους ανθρώπους που μου στάθηκαν και με βοήθησαν ώστε να μπορώ και να είμαι σε θέση να παρουσιάσω την παρούσα διπλωματική εργασία.

Αρχικά ευχαριστώ την τριμελή επιτροπή και ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Καλαϊτζάκη για την ευκαιρία που μου έδωσε να εργαστώ στο εργαστήριο που προίσταται και για το θέμα που μου ανέθεσε.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης τους φίλους μου που μου στάθηκαν όλα αυτά τα χρόνια και για τις αμέτρητες φορές που με στήριξαν και ήταν πάντα δίπλα μου.

Τέλος το μεγαλύτερο ευχαριστώ αξίζει στην οικογένεια μου. Στους γονείς μου για την ατέρμονη υποστήριξη που μου παρείχαν όσο δύσκολοι καιροί κι αν πέρασαν αυτά τα χρόνια και στο σύζυγο μου Γιάννη ο οποίος ως άτομο με πρόβλημα ακοής αποτέλεσε την έμπνευση και υλοποίηση αυτής της διπλωματικής εργασίας.



## Περίληψη

Η τεχνολογία, γενικότερα, και τα επιτεύγματα - προϊόντα της χρησιμοποιούνται για να κάνουν την ζωή των ανθρώπων καλύτερη και ευκολότερη. Με την πάροδο των ετών, και την εκλαΐκευση της τεχνολογίας και την χρήσης της, έγινε σαφές πως υπάρχουν πολλά περιθώρια προς την κατεύθυνση της βελτίωσης της ζωής των Ατόμων με Αναπηρία(ΑμεΑ). Τεχνολογικά προϊόντα τίθενται στην ευχέρεια των Ατόμων με Αναπηρία ανεξαρτήτως των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της κάθε περίπτωσης, με σκοπό να βοηθήσουν αυτά τα Άτομα να γίνουν περισσότερο λειτουργικά και αυτόνομα στην καθημερινότητα τους. Στην ίδια λογική εντάσσονται κι όλες οι ενέργειες της τεχνολογικής πρόοδου που σκοπό έχουν να αναπτύξουν τα σπίτια των ανθρώπων και να τα εξοπλίσουν με συσκευές που θα μπορούν να αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται και όντας στην υπηρεσία των χρηστών να τους διευκολύνουν, αναλαμβάνοντας επί της ουσίας οι ίδιες οι συσκευές να επιτελέσουν ένα συγκεκριμένο έργο. Είναι πολύ σύννητης πλέον ο όρος "έξυπνο σπίτι" και "έξυπνη συσκευή". Όροι οι οποίοι ασφαλώς δεν έχουν σκοπό να προσδώσουν σκέψη και ευφυεία σε άψυχα αντικείμενα, αλλά υποδηλώνουν τη δυνατότητα των συσκευών αυτών να δέχονται ερεθίσματα από το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται και να μπορέσουν να επεξεργαστούν πληροφορία. Μία μεμονωμένη συσκευή είτε ένα σύνολο τέτοιων συσκευών που αποτελούν το "έξυπνο σπίτι" μπορεί να αναπτυχθεί με έναν συνδυασμό κατάλληλων προγραμματιζόμενων ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και να εφαρμοστεί ανάλογα με τα χαρακτηριστικά που έχει σε πληθώρα εφαρμογών.



# Abstract

In general, technology and technological products both are used in order to make people's life simpler and easier. During the past few years, tech gadgets have started to get used by far too many people since earlier, so that is something hopeful as it means that there are considerable scope to improve life of people with special needs. Many technological products are used by these kind of people no matter the need they may have, in order to help them to be more functional and autonomous. Keeping that in mind, more technological products are combined with houses and devices, which interacts with people and home environment, are very useful. It is a thing, nowadays, smart homes, smart devices and smart cities. Obviously, they are not referring to devices or houses that can think, but they are referring to products that are able to process information. Either a single device or a group of them are creating a network consisting of intergated and embedded systems.





# Περιεχόμενα

<b>1</b>	<b>Εισαγωγή</b>	<b>1</b>
1.1	Εισαγωγή . . . . .	1
1.2	Δομή της Εργασίας . . . . .	1
1.3	Στόχοι της Διπλωματικής Εργασίας . . . . .	1
1.4	Συνοπτική Παρουσίαση Κυκλώματος . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Βασικές Έννοιες</b>	<b>3</b>
2.1	Σκοπός και Συνεισφορά . . . . .	3
2.2	Αυτοματοποιημένα και Δικτυωμένα Σπίτια . . . . .	5
2.3	Υπηρεσίες της Οικιακής αυτοματοποίησης . . . . .	5
2.4	Τεχνητή νοημοσύνη και Συστήματα βασισμένα στην Γνώση . . . . .	6
2.5	Τεχνολογίες Διασύνδεσης για την διαλειτουργικότητα οικιακών συσκευών . .	7
2.6	Τεχνολογίες σύνδεσης μεταξύ οικιακών συσκευών . . . . .	8
2.7	Έλεγχος και Διαχείριση οικιακών συσκευών . . . . .	8
2.8	Εξ αποστάσεως διαχείριση οικιακών συσκευών . . . . .	10
2.9	Ευφυής έλεγχος οικιακών συσκευών . . . . .	11
2.10	Χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην οικιακή ασφάλεια . . . . .	13
<b>3</b>	<b>Υπόβαθρο και Μέθοδοι Hardware &amp; Software</b>	<b>15</b>
3.1	Hardware Boards . . . . .	15
3.1.1	Arduino Board & ATmega 2560 Microprocessor . . . . .	15
3.1.2	Arduino Ethernet Shield . . . . .	17
3.1.3	SIM900 GSM GPRS Shield . . . . .	18
3.1.4	Αισθητήρες και Ενεργοποιητές . . . . .	19
3.1.5	Αισθητήρας Υπερήχων . . . . .	22
3.1.6	Αισθητήρας Ηχητικών Κυμάτων . . . . .	23
3.2	Software, Frameworks and APIs . . . . .	24

<b>4</b>	<b>Υλοποίηση του Συνολικού Συστήματος</b>	<b>27</b>
4.1	Στόχος . . . . .	27
4.2	Υλοποίηση . . . . .	27
4.3	Συνδεσμολογία . . . . .	28
4.4	Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα . . . . .	33
4.5	Σύγκριση τιμών . . . . .	34
<b>5</b>	<b>Δυνατότητες Ανάπτυξης - Άλλες Εφαρμογές</b>	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>Βιβλιογραφία</b>	<b>39</b>

# 1 Εισαγωγή

## 1.1 Εισαγωγή

Εισαγωγικά, η τεχνολογία τίθεται στην διαθεση των ανθρώπων με σκοπό να κάνει τη ζωή τους καλύτερη. Ειδικά, στην σύγχρονη κοινωνία παγκοσμίως όπου τα δικαιώματα και οι ανάγκες αλλαγών με σκοπό την πλήρη ενσωμάτωση των ανθρώπων με αναπηρίες και ειδικές ανάγκες, είναι προφανές πως δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στην κατεύθυνση αυτή. Εταιρίες κολοσσοί ξοδεύουν εκατοντάδες εκατομμύρια με σκοπό να αναπτύξουν τεχνολογικά προϊόντα που θα μπορέσουν να εξισορροπήσουν τις ανισότητες που υπάρχουν και θα καταστήσουν τα ΑμΕΑ περισσότερο λειτουργικά στην κοινωνία. Με γνώμονα τα παραπάνω, οφείλουμε ως μέλη της πανεπιστημιακής κοινότητας να συνεισφέρουμε στην προσπάθεια αυτή, αποδεικνύοντας πως μπορεί να αναπτύξει εφαρμογές ανταγωνιστικές, αξιόπιστες και αποτελεσματικές.

## 1.2 Δομή της Εργασίας

Η δομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας χωρίζεται στα παρακάτω κεφάλαια:

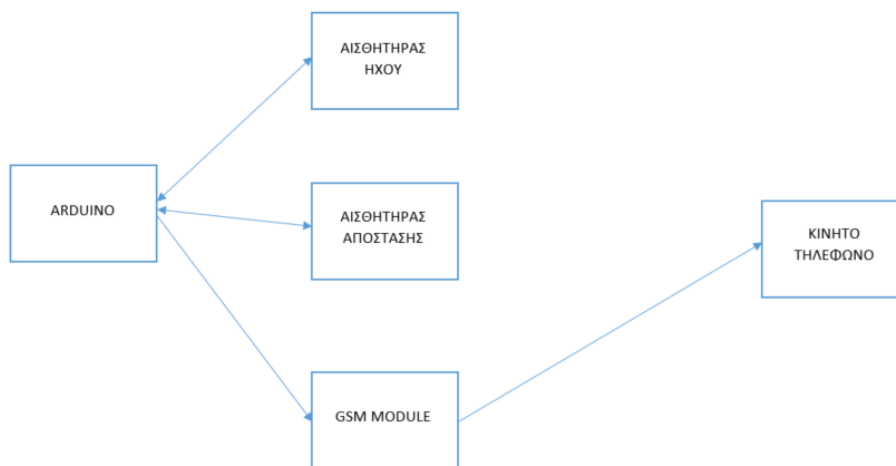
1. Εισαγωγή, όπου αναλύονται οι έννοιες και οι στόχοι τόσο της εργασίας όσο και της τεχνητής νοημοσύνης στην υπηρεσία του ανθρώπου,
2. Hardware και Software που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη και υλοποίηση του συστήματος ελέγχου μας,
3. Ανάπτυξη και υλοποίηση του συστήματος ελέγχου
4. Συμπεράσματα
5. Βελτιώσεις – Επεκτάσεις

## 1.3 Στόχοι της Διπλωματικής Εργασίας

Ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη μίας εφαρμογής με χρήση Arduino και αισθητήρων, η οποία θα χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπως η "παρακολούθηση"

των αναγκών ενός βρέφους ή η εισβολή κάποιου διαρρήκτη και θα ειδοποιεί έναν ΑμΕΑ μέσω μηνυμάτων στο κινητό του. Πρόκειται για μία πλήρως αναγκαία και με άμεση εφαρμογή συσκευή που θα βοηθήσει τα μέγιστα έναν άνθρωπο με αντικειμενικές δυσκολίες να είναι εξίσου λειτουργικός στις προαναφερθείσες ανάγκες με οποιονδήποτε αρτιμελή.

## 1.4 Συνοπτική Παρουσίαση Κυκλώματος



Σχήμα 1: Διάταξη Κυκλώματος

Όσον αφορά τον σχεδιασμό και την διάταξη, που έχει το κύκλωμα που υλοποιείται και παρουσιάζεται στη διπλωματική εργασία, αυτή φαίνεται στην παραπάνω εικόνα. Όπως απεικονίζεται, το κυκλώμα αποτελείται από 4 ηλεκτρικά στοιχεία. Το Arduino πάνω στο οποίο συνδέονται οι δύο αισθητήρες, απόστασης και ήχου, και το gsm module που εκτελεί την αποστολή ενός μηνύματος στο κινητό του χρήστη ανάλογα με τις εισόδους που έχουν οι αισθητήρες. Σε κάθε περίπτωση εφαρμογής και χρήσης του κυκλώματος, οι αισθητήρες έχουν παρακολουθούν τις τιμές της έντασης του ήχου στο οικιακό περιβάλλον και της απόστασης, είτε κάποιου παιδιού είτε κάποιου εισβολέα. Όταν φτάσουν σε ένα ορισμένο σημείο οι τιμές που μετρούν οι αισθητήρες τότε δίνουν σήμα και στη συνέχεια το GSM αποστέλει ένα προγραμματισμένο μήνυμα ειδοποίησης.

## 2 Βασικές Έννοιες

### 2.1 Σκοπός και Συνεισφορά

Η έννοια των κτηρίων ως μέσα διαβίωσης και ασφάλειας για τους κατοίκους, πρωτοεμφανίστηκε την δεκαετία του '20 από τον αρχιτέκτονα Le Corbusier. Ο αρχιτέκτονας αυτός ήθελε να συνδυάσει και να εντάξει στις οικίες τις όποιες τεχνολογίες της εποχής. Αργότερα την δεκαετία του '70, άρχισε να φτάνει στο ευρύ κοινό η έννοια της ενέργειας και πως αυτή έχει τη δυνατότητα να κάνει το σπίτι ένα μέρος καλύτερο από απλή διαβίωση. Την επόμενη δεκαετία η τεχνολογία των υπολογιστών και ορισμένων νέων τεχνολογικών εξοπλισμών όπως το τηλέφωνο άρχισε να μπαίνει στα σπίτια των πλουσίων της εποχής κάνοντας τα θελκτικά για τον απλό και φτωχό κόσμο, και προοιωνίζοντας τις μεγάλες τεχνολογικές ανακαλύψεις που έμελε τα επόμενα χρόνια να αλλάξουν τη ζωή όλων μία για πάντα. Από τα μέσα της δεκαετίας του '90 και έπειτα τα τεχνολογικά επιτεύγματα εκλαιεύτηκαν και πλέον ακόμα και οι όχι και τόσο εύπορες και πλήρως οικονομικά ανεξάρτητες οικογένειες έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν τις τεχνολογίες αυτές και να κάνουν την ζωή τους καλύτερη. Ηλεκτρονικοί – προσωπικοί υπολογιστές, κινητά, smartphones, συστήματα αυτομάτου ελέγχου για θερμοκρασία ή άλλους ελέγχους έχουν μπει για τα καλά στη ζωή μας.

Η τεχνητή νοημοσύνη, το επόμενο μεγάλο βήμα του τεχνολογικού κόσμου, εξελίσσεται ως τεχνολογία για την ανάπτυξη αυτόματων συστημάτων που μπορούν να αντιληφθούν το περιβάλλον και μπορεί να λάβει αποφάσεις χρησιμοποιώντας συλλογιστική με βάση την υπόθεση. Χρησιμοποιώντας την δυνατότητα όρασης, της γνώσης, της εκμάθησης η τεχνητή νοημοσύνη και όλα τα αυτόνομα συστήματα μπορούν να λαμβάνουν αποφάσεις. Σκοπός όλων όσων ασχολούνται με την τεχνητή νοημοσύνη και τις εφαρμογές της είναι να δημιουργήσουν πλήρη και αυτόνομα υπολογιστικά «εξυπνα» συστήματα που να μπορούν να φανούν χρήσιμα στον άνθρωπο, κάνοντας την ζωή και την καθημερινότητα του ευκολότερη. Πιο συγκεκριμένα για τους λόγους και τους σκοπούς που μπορεί να έχει κάποιος που ασχολείται με τον συγκεκριμένο τομέα είναι οι κάτωθι:

- Σύνδεση και «επικοινωνία» συσκευών σε οικιακό δίκτυο (Internet of Things)

- Διαχείριση και έλεγχος συσκευών που εντάσσονται στον οικιακό δίκτυο συσκευών
- Εφαρμογή «έξυπνων» και αυτόματοποιημένων συστημάτων στην βιομηχανία.

Είναι ευρέως γνωστό πως με βάσει τα παραπάνω δεδομένα, στις μέρες μας υπάρχει πληθώρα παραδειγμάτων όπου συστήματα που βασίζονται και δημιουργούνται για τους σκοπούς αυτούς υπάρχουν ήδη στη ζωή μας. Σαφώς, ο κόσμος δεν έχει την ίδια επαφή και εξοικίωση με την τεχνολογία, πόσο μάλλον με τέτοιου είδους συστήματα ωστόσο μέσα σε ένα μέσο σπίτι υπάρχουν πάνω από τριάντα αυτοματοποιημένα συστήματα σε μικρές ή μεγαλύτερες συσκευές και δουλεύουν είτε πλήρως αυτόνομα είτε με κάποια ανθρώπινη παρέμβαση. Τηλεόραση, κινητό, κουζίνα, ηλεκτρική σκούπα, θερμοστάτης είναι λίγα μόνο από τα παραδείγματα που θα μπορούσε κανείς να βρει με μία γρήγορη ματιά μπαίνοντας σε ένα σπίτι.

Οι περισσότεροι από τους κατασκευαστές προτείνουν συσκευές, που μπορούν να παρακολουθούν την ηλεκτρική κατανάλωση, την θερμοκρασία ή άλλες παραμέτρους. Όλες αυτές οι συσκευές, σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό, αποτελούνται από «έξυπνα» αυτοματοποιημένα συστήματα. Αυτές οι δυνατότητες ελέγχου είναι εύκολα προσβάσιμες και διαχειρίσιμες από τον εκάστοτε χρήστη ο οποίος μπορεί να προσαρμόσει κατάλληλα και ανάλογα με τις επιθυμίες του, την λειτουργία τους. Ωστόσο αν και ο ανταγωνισμός ανάμεσα στους κατασκευαστές τέτοιων συστημάτων είναι μεγάλος, το εμπόριο των προϊόντων που εντάσσονται στο Internet of Things[1] είναι πιο έντονο και αναπτυσσόμενο από ποτέ.

Το Internet of Things πρόκειται για το μεγαλύτερο και πιο εξελιγμένο πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης. Ουσιαστικά πρόκειται για «έξυπνες συσκευές» οι οποίες δεν θα περιορίζονται στην παροχή πληροφοριών στον χρήστη ανάλογα με τον πεδίο στο οποίο ασχολούνται. Πλέον η τεχνολογία βρίσκεται στο σημείο οι συσκευές να συλλέγουν πληροφορίες από το περιβάλλον τους, να μοιράζονται αυτές τις πληροφορίες με άλλες συσκευές που μπορεί να βρίσκονται στο χώρο ή και μακριά από αυτόν, και με βάσει αυτές τις συλλεχθείσες πληροφορίες να μπορούν να «σκέφτονται» και να λαμβάνουν αποφάσεις.

Η ανάπτυξη και τα τεχνολογικά επιτεύγματα της τελευταίας εικοσαετίας είναι πραγματικά εντυπωσιακά. Ζούμε σε μία εποχή αλληλεπίδρασης, όχι μόνο ανθρώπου με άνθρωπο, ούτε

ανθρώπου με μηχανή. Ζούμε στην εποχή που οι μηχανές θα μπορούν να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους παράγοντας δεδομένα και αποφάσεις στον άνθρωπο – χρήστη ο οποίος θα μπορεί να διευκολύνει τη ζωή και την καθημερινότητα του σε τέτοιο βαθμό που θα είναι σε θέση να γίνεται ο ίδιος περισσότερο παραγωγικός στην εργασία του ή ακόμα και να αναπτύσσει νέα ενδιαφέροντα και δεξιότητες ή να αφιερώνει περισσότερο χρόνο σε πράγματα που τον ενδιαφέρουν.

## **2.2 Αυτοματοποιημένα και Δικτυωμένα Σπίτια**

Ένας ορισμός που θα μπορούσαμε να δώσουμε στα αυτοματοποιημένα και πλήρως διασυνδεδεμένα σπίτια είναι ο εξής: "Ένα αυτοματοποιημένο σπίτι πρόκειται για μία κατοικία που περιέχει διάφορες ηλεκτρικές/ψηφιακές συσκευές οι οποίες έχουν την δυνατότητα να ελέγχονται εξ αποστάσεως με την χρήση του internet". Ο γενικός στόχος του "κινήματος", της τάσης της κοινωνίας προς την πλήρη αυτοματοποίηση των κατοικιών είναι να χρησιμοποιηθούν διάφορες τεχνολογικές εφευρέσεις ώστε να υπάρχει η δυνατότητα της διαλειτουργικότητας μεταξύ των συσκευών που υπάρχουν μέσα στο σπίτι με αποτέλεσμα την παροχή υπηρεσιών στους κατοίκους του σπιτιού. Υπηρεσίες οι οποίες θα μπορούν να ελέγχονται και να επαναπρογραμματίζονται είτε κεντρικά είτε εξ αποστάσεως. Η πλήρης οικιακή αυτοματοποίηση, την οποία επιλέγουν διάφοροι εύποροι και σχετιζόμενοι με το αντικείμενο, πρόκειται για την χρήση του Ethernet και διαφόρων άλλων τεχνολογιών με σκοπό την πλήρη αυτονομία της κατοικίας.

## **2.3 Υπηρεσίες της Οικιακής αυτοματοποίησης**

Ένα οικιακό αυτοματοποιημένο σύστημα δίνει τη δυνατότητα εκατοντάδων νέων υπηρεσιών οι οποίες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες:

1. Ηλεκτρονική χρήση οικιακών συσκευών
2. Εξ αποστάσεως διαχείριση των εφαρμογών
3. Ευφυή χρήση των οικιακών πηγών
4. Ενίσχυση της οικιακής ασφάλειας

Η ηλεκτρονική διαχείριση των συσκευών περιλαμβάνει την αυτόματη προσαρμογή των ρυθμίσεων των κλιματιστικών, των διαφόρων θερμοστατών κ.ά. Η εξ αποστάσεως διαχείριση των εφαρμογών περιλαμβάνει την διαχείριση οικιακών συσκευών όταν ο χρήστης βρίσκεται εκτός σπιτιού και έχει την δυνατότητα για ενεργοποίηση και απενεργοποίηση μίας συσκευής. Η ευφυής χρήση των οικιακών πηγών και συστημάτων έγγυται στην δυνατότητα να διαχειρίζεται και να λειτουργεί ο χρήστης την εκάστοτε συσκευή στις βέλτιστες συνθήκες από πλευράς λειτουργίας και απόδοσης, δηλαδή στην λειτουργία μίας συσκευής με τέτοιον τρόπο ώστε να αποδίδει στο μέγιστο των δυνατοτήτων της με το χαμηλότερο κόστος. Στην τελευταία κατηγορία ανήκουν όλες εκείνες οι εφαρμογές και οι οικιακές συσκευές που σκοπό έχουν να κρατούν τον χρήστη ασφαλή και να τον εξυπηρετούν δείχνοντας του τις συνθήκες που επικρατούν στο σπίτι του.

Στη παρούσα διπλωματική εργασία θα δούμε πως μπορούμε να υλοποιήσουμε ένα ολοκληρωμένο σύστημα αισθητήρων για πολλαπλές χρήσεις κυρίως της τέταρτης κατηγορίας.

## **2.4 Τεχνητή νοημοσύνη και Συστήματα βασισμένα στην Γνώση**

Η τεχνητή νοημοσύνη ορίζεται ως η συλλογή δυναμικών προγραμματιστικών εργαλείων και τεχνικών, τα οποία μελετούν την φύση της πληροφορίας αναπτύσσοντας υπολογιστικά συστήματα και η εφαρμογή αυτών των υπολογιστικών συστημάτων με σκοπό την επίλυση διάφορων, μικρότερων ή μεγαλύτερων, εύκολων ή περισσότερο πολύπλοκων, προβλημάτων της ζωής. Η ανάπτυξη του τομέα της τεχνητής νοημοσύνης έχει υπάρξει ραγδαία στην περασμένη δεκαετία. Υπάρχει πληθώρα εργαλείων της τεχνητής νοημοσύνης που συντελούν στη δημιουργία αυτοματοποιημένων συστημάτων.

Όσον αφορά τα υπολογιστικά συστήματα βασισμένα στη γνώση και την πληροφορία πρόκειται για συστήματα βασισμένα στην τεχνητή νοημοσύνη που περιέχουν μεγάλη επάρκεια πληροφοριών σε καθορισμένες μορφές. Ο εν λόγω τομέας έχει αναπτυχθεί κυρίως από την δεκαετία του 2000 και έπειτα. Ξεκίνησε με τα εξειδικευμένα συστήματα πρώτης γενιάς και βασίστηκε κυρίως σε χαμηλού επιπέδου διαχείριση της πληροφορίας και με τις πρώιμες τεχνικές που υπήρχαν εκείνη την περίοδο. Στη συνέχεια, όλη αυτή η διαδικασία αντικαταστάθηκε από πιο μεθοδευμένες εφαρμογές και υλοποιήσεις που εντάσσονται στο μεγαλύτερο πλαίσιο των εφαρ-



μογών σε ζητήματα μηχανικών λογισμικού. Ουσιαστικά τα υπολογιστικά συστήματα με βάση την πληροφορία πρόκειται για εφαρμογές των μηχανικών λογισμικού που ασχολούνται με έναν πιο συγκεκριμένο τομέα των εφαρμογών αυτών. Οι εφαρμογές αυτές απαιτούν μία συλλογιστική και αιτιατή μορφή για την υλοποίηση και την παραγωγή αποτελεσμάτων των συγκεκριμένων προβλημάτων και εφαρμογών. Στην εποχή που διανύουμε υπάρχει υψηλότερη ζήτηση σε συστήματα τέτοιου είδους, δεδομένης της ραγδαίας αύξησης των αναγκών για την διαχείριση των όλο και περισσότερων πληροφοριών που καλείται ο κάθε εργαζόμενος να διαχειριστή κατά τη διάρκεια της καθημερινής του εργασίας.

Διάφορες έρευνητικές εργασίες στον τομέα αυτό όπως και η παρούσα εργασία αποσκοπεί στην υλοποίηση και ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων, που μπορούν να εφαρμοστούν και να λειτουργήσουν σε ένα έξυπνο σπίτι, και που μπορούν βάσει των ερεθισμάτων και των πληροφοριών που συλλέγουν να αποφασίζουν αυτόνομα.

## **2.5 Τεχνολογίες Διασύνδεσης για την διαλειτουργικότητα οικιακών συσκευών**

Σε συνέχεια των ανωτέρω επεξηγήσεων και αναφορών, είναι σαφές πως αυθόρμητα δημιουργούνται διάφορα ζητήματα για τους τρόπους με τους οποίους δύναται οι συσκευές που υπάρχουν σε ένα οικιακό περιβάλλον να συνδέονται στο τοπικό οικιακό δίκτυο, να αλληλεπιδρούν τόσο με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται όσο και μεταξύ τους κάνοντας έτσι γεγονός το "έξυπνο σπίτι". Έτσι λοιπόν, συγκεντρωτικά, ακολουθούν τα μέσα με τα οποία μπορούν οι οικιακές συσκευές να συνδέονται με το οικιακό περιβάλλον:

1. Άμεση ενσύρματη σύνδεση
2. Bluetooth Σύνδεση
3. Σύνδεση μέσω τηλεφωνικής γραμμής
4. Σύνδεση μέσω Ethernet
5. Σύνδεση μέσω δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας

## 2.6 Τεχνολογίες σύνδεσης μεταξύ οικιακών συσκευών

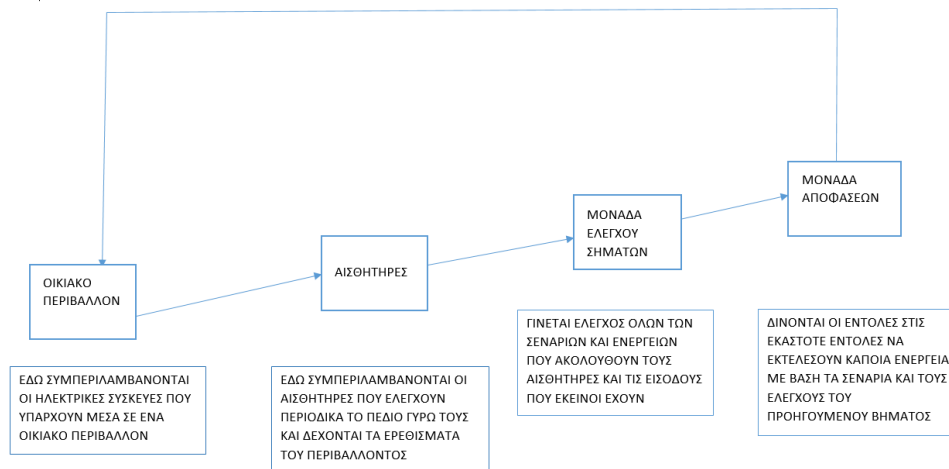
Παρακάτω ακολουθούν οι επικρατέστερες τεχνολογίες με τις οποίες μπορούν να συνδέονται μεταξύ τους και να διαλειτουργούν οι οικιακές συσκευές:

1. UPnP (Universal Plug and Play) Συσκευές
2. X-10 based Συσκευές
3. Bluetooth Συσκευές
4. Infrared Συσκευές
5. IP based Συσκευές

## 2.7 Έλεγχος και Διαχείριση οικιακών συσκευών

Γενικά, υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι για να ελέγξει και να διαχειριστεί ο εκάστοτε χρήστης τις οικιακές συσκευές. Πρώτον, χρησιμοποιώντας τα παραδοσιακά ψηφιακά συστήματα και τους μικροελεγκτές. Δεύτερος τρόπος είναι η διαχείριση των συσκευών μέσω ευφυών συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης. Αν κάποιος αναλογιστεί τις δύο μεθόδους, αναμφίβολα η πρώτη μοιάζει πιο οικεία ωστόσο είναι κάπως περιοριστική και ως προς το χρόνο και τα χαρακτηριστικά. Από την άλλη μεριά η μέθοδος που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη παρέχει περισσότερο ευφυείς και λειτουργικές υπηρεσίες όπως είναι η επεξεργασία βίντεο, ήχου και εικόνas κ.ά..

Η πρώτη μέθοδος διαχείρισης όπου ανήκει στις εύκολες και "χαμηλού" επιπέδου υπηρεσίες περιγράφεται στην παρακάτω εικόνα:



Σχήμα 2: Τυπική δομή οικιακού αυτοματοποιημένου δικτύου με στόχο την εύκολη χρήση

Ορισμένα χαρακτηριστικά για ένα σύστημα όπως το παραπάνω είναι:

1. Πρόκειται για "κλειστό" σύστημα
2. Οι αισθητήρες και οι μετατροπείς είναι μηχανισμοί μέτρησης και παρακολούθησης της παρούσας κατάστασης του περιβάλλοντος, π.χ. αισθητήρας θερμοκρασίας δωματίου
3. Οι ενεργοποιητές είναι απλοί μηχανισμοί εναλλαγής από μία κατάσταση σε μία άλλη βασισμένοι σε σήματα που λαμβάνονται από το σύστημα.
4. Οι συσκευή βασισμένη στη γνώση (Knowledge BaseKB) είναι το βασικό κομμάτι του συστήματος.

Τα KB συστήματα μπορούν να υλοποιηθούν από απλά ψηφιακά κυκλώματα ή χρησιμοποιώντας ορισμένους μικροελεγκτές. Και οι δύο μέθοδοι υλοποίησης εμπεριέχουν την δυσκολία της χειροκίνητης ρύθμισης, δηλαδή και στις δύο περιπτώσεις ο χρήστης οφείλει να ελέγχει το σύστημα, και να αποφασίζει ο ίδιος να αλλάξει ορισμένες τιμές κατωφλίου - ελέγχου βάσει των νέων δεδομένων που ενδεχομένως να υπάρχουν στο περιβάλλον.

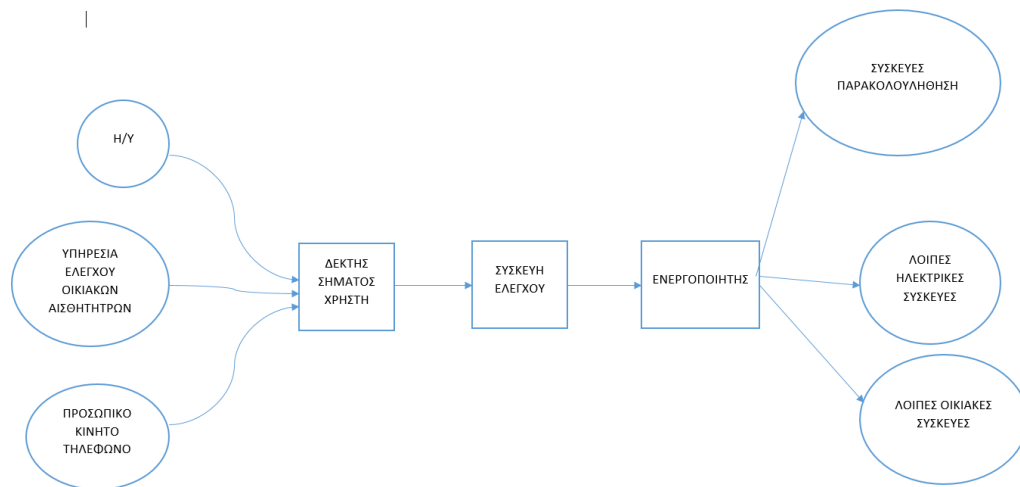
Παραδείγματος χάριν, την περίοδο του καλοκαιριού τα κλιματιστικά χρησιμοποιούνται με σκοπό την παραγωγή κρύου αέρα και της ελάττωσης της θερμοκρασίας εξαιτίας της εξωτερικής

ζέστης. Αντίστοιχα, την περίοδο του χειμώνα, τα ίδια κλιματιστικά χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ζέστης εξαιτίας της εξωτερικής χαμηλής θερμοκρασίας. Και στις δύο περιπτώσεις ο εκάστοτε χρήστης είναι αναγκασμένος να ρυθμίσει κατάλληλα την συσκευή ώστε να παράγει το επιθυμητό αποτέλεσμα, εν προκειμένω την επιθυμητή θερμοκρασία αέρα μέσα στο σπίτι ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες.

Χρησιμοποιώντας ωστόσο τα ΚΒ συστήματα, ο χρήστης έχει την δυνατότητα της μη παρέμβασης στο σύστημα, δεδομένης της ικανότητας του ίδιου του συστήματος να προσαρμόζει τη λειτουργία βάσει των συνθηκών που επικρατούν στο περιβάλλον του και στο περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται οι αισθητήρες που το ενεργοποιούν.

## 2.8 Εξ αποστάσεως διαχείριση οικιακών συσκευών

Μία τυπική δομή και διάταξη ενός οικιακού αυτοματοποιημένου συστήματος είναι η εξής:



Σχήμα 3: Τυπική δομή οικιακού αυτοματοποιημένου δικτύου με στόχο την εξ αποστάσεως διαχείριση

Στη συνέχεια ακολουθούν ορισμένα βασικά σημεία της παραπάνω ομάδας και κατηγορίας συστημάτων:

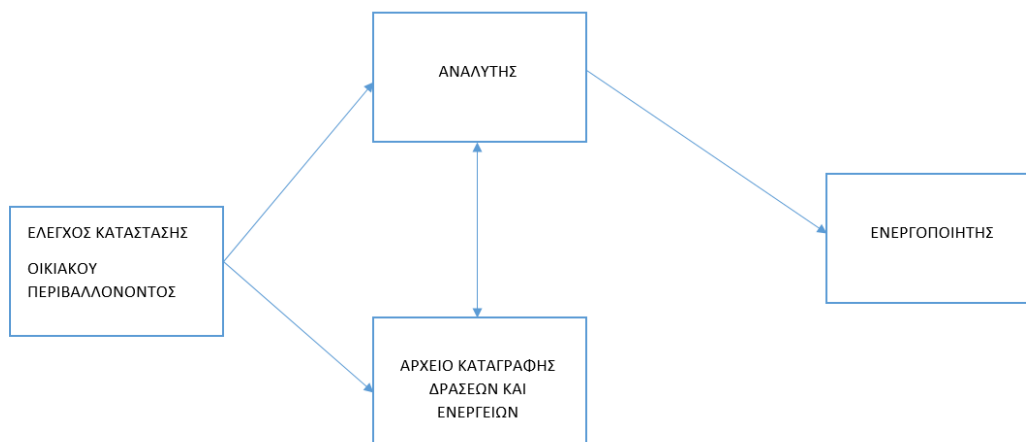
1. Ο πομπός και ο δέκτης είναι ένα ηλεκτρονικό σύστημα ικανό να παράξει και λάβει αντίσ-

τοιχα κάποια σήματα ελέγχου. Όπως ήδη έχει ειπωθεί, υπάρχει μέσα σε αυτό το ηλεκτρονικό σύστημα ένας μεγάλος αριθμός επιμέρους ηλεκτρονικών στοιχείων που στόχο έχουν την παραπάνω διαδικασία. Ένα σημαντικό στοιχείο για το συγκεκριμένο σύστημα είναι πως παρέχει ένα μηχανισμό εξουσιοδότησης που επιβεβαιώνει ότι το εκάστοτε σήμα έχει πιστοποιηθεί. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται ορισμένες μέθοδοι κρυπτογράφησης για κωδικοποίηση και αποκωδικοποίηση των σημάτων που σκοπό έχουν να επικοινωνήσουν κάποια αιτήματα για το δίκτυο.

2. Το σύστημα λήψης αποφάσεων είναι ένα σύστημα βασισμένο στην τεχνητή νοημοσύνη που μπορεί να αποφασίσει ποια θα πρέπει να είναι η επόμενη κίνηση δεδομένων των σημάτων που έχουν ληφθεί από τον δέκτη. Παραδείγματος χάριν, ας υποθέσουμε πως υπάρχει ένας χρήστης ο οποίος θέλει να θέσει ως παράμετρο την εξασφάλιση μιας θερμοκρασίας X. Απο εκεί και πέρα, το σύστημα απόφασης είναι αυτό που θα "αποφασίσει" από την πληροφορία που έχει λάβει, αν θα κρατήσει την υπάρχουσα θερμοκρασία, αν θα την αυξήσει ή αν θα την μειώσει.
3. Το τρίτο μέρος του ηλεκτρονικού κυκλώματος που απεικονίζεται στην εικόνα είναι οι ενεργοποιητές. Αυτά τα στοιχεία είναι που θα υλοποιήσουν την ενέργεια που θα αποφασίσει το σύστημα απόφασης

## 2.9 Ευφυής έλεγχος οικιακών συσκευών

Η παρακάτω εικόνα αποτυπώνει μια τυπική δομή ενός συστήματος που παρέχει αυτού του είδους τις υπηρεσίες, δηλαδή του ευφυούς ελέγχου των οικιακών συσκευών.



Σχήμα 4: Τυπική δομή οικιακού αυτοματοποιημένου δικτύου με στόχο την βελτιστοποίηση

Όσον αφορά τα στοιχεία που απαρτίζουν την εικόνα:

1. Το πρώτο στοιχείο περιλαμβάνει τον έλεγχο κατάστασης. Πρόκειται για ένα σύνολο αισθητήρων όπου παρακολουθούν και δέχονται εισόδους από το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται.
2. Ο αναλυτής λαμβάνει τα παράγωγα των ελεγκτών κατάστασης και στην συνέχεια προωθεί τα αποτελέσματα εν τέλει στον αντίστοιχο ενεργοποιητή, ο οποίος θα αποφασίσει την ενέργεια που θα πρέπει να γίνει.
3. Ο ενεργοποιητής όπως έχει αναφερθεί και νωρίτερα είναι αυτός που θα εκτελέσει εν τέλει την ενέργεια που πρέπει να γίνει βάσει όσων ανιχνεύθηκαν αρχικά.

Η βασικότερη διαφορά του παραπάνω συστήματος συγκριτικά με τα συστήματα που αναλύθηκαν προηγουμένως είναι ο τρόπος με τον οποίο λαμβάνονται και παίρνονται οι αποφάσεις. Ενώ σε παλαιότερα συστήματα είχαμε μία αυτοτέλεια στα συστήματα με την έννοια της "απομονωμένης" απόφασης, εδώ καταλήγουμε στο συμπέρασμα της διαλειτουργικότητας των ηλεκτρικών στοιχείων που απαρτίζουν το ευφυές σύστημα όπου η παρούσα κατάσταση συνδέεται με την προηγούμενη και την επόμενη σε μία διαρκή ανάδραση που οδηγεί στη λήψη των αποφάσεων.

## 2.10 Χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην οικιακή ασφάλεια

Η ροή και η λειτουργία ενός συστήματος οικιακής ασφάλειας που χρησιμοποιεί την τεχνητή νοημοσύνη είναι:

1. Αισθητήρες ασφαλείας μπορούν να ανιχνεύσουν είτε μέσα είτε έξω από το σπίτι κίνηση και ήχο,
2. Ο αναλυτής και ο μείκτης αναλύουν τα δεδομένα που λαμβάνονται από τους προαναφερθέντες αισθητήρες και εξετάζουν την ύπαρξη ή μη κάποιας απειλής. Σε περίπτωση που ανιχνευθεί κάτι που ξεπερνάει ορισμένα όρια που έχουν τεθεί τότε μπαίνει σε εφαρμογή ένα πρωτόκολλο ενημέρωσης για την νέα κατάσταση που επικρατεί στην ζώνη ενδιαφέροντος.
3. Αυτό το πρωτόκολλο επικοινωνίας ενημερώνει το πρόσωπο ή το κέντρο που έχει εξ αρχής οριστεί για μία τέτοια περίπτωση και δίνει αξιοποιήσιμες πληροφορίες όσον αφορά τα δεδομένα που το οδήγησαν στο να μπει σε αυτή την κατάσταση ανάγκης. Στη συνέχεια ο εκάστοτε διαχειριστής της κρίσης οφείλει να πράξει ανάλογα με το τι προστάζουν οι συνθήκες του κινδύνου και της απειλής.
4. Αυτός που διαχειρίζεται την πληροφορία της απειλής - κινδύνου κάνει ακριβώς την ίδια δουλειά με τον αναλυτή αλλά αντίστροφα. Ενώ ο αναλυτής, λαμβάνει κάποια ψηφιακά σήματα και τα μετατρέπει σε σήμα κινδύνου, ο διαχειριστής οφείλει αυτό το σήμα κινδύνου που ουσιαστικά πρόκειται για μία αναλογική πληροφορία, την επανακωδικοποιεί σε μία επόμενη ενέργεια π.χ. έναρξη κρούσης συναγερμού.

Όσον αφορά τα συστήματα που χρησιμοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη υπάρχει πληθώρα εφαρμογών με τις χαρακτηριστικότερες να είναι οι εξής:

1. Επεξεργασία βίντεο
2. Επεξεργασία εικόνας
3. Επεξεργασία ήχου

4. KB Συστήματα με σκοπό την οικιακή ασφάλεια
5. Λήψη αποφάσεων βασισμένα στις ενδείξεις που προκύπτουν μέσω εικόνας ή βίντεο
6. Συστήματα λήψης αποφάσεων εξειδικευμένα στην οικιακή ασφάλεια

Τα παραπάνω συστήματα αξιοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη για τις ιδιότητες - δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης στο έπακρον. Προς το παρόν, ωστόσο, χρησιμοποιούνται διαφορετικές τεχνολογίες για την υλοποίηση αυτών των συστημάτων παρόλα αυτά ακόμα και στη χώρα ο τομέας της τεχνητής νοημοσύνης κινείται με πολύ γρηγορότερους ρυθμούς και πολύ σύντομα πρόκειται όλες οι τεχνικές που ουσιαστικά υποκαθιστούν την τεχνητή νοημοσύνη να αντικατασταθούν από αυτήν.



## 3 Υπόβαθρο και Μέθοδοι Hardware & Software

### 3.1 Hardware Boards

Ένα αναπτυξιακό Hardware Board είναι ένα PCB (Printed Circuit Board) το οποίο περιέχει έναν μικροεπεξεργαστή και ένα ψηφιακά σχεδιασμένο περιφερειακό σύστημα. Συνήθως χρησιμοποιείται σαν πλατφόρμα για την δημιουργία και ανάπτυξη κάποιας εφαρμογής ή σύνθετου ηλεκτρονικού προϊόντος. Σε αντίθεση με ένα σύστημα γενικού σκοπού όπως ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής, ένα αναπτυξιακό board περιέχει περιορισμένη ή σε μερικές περιπτώσεις καθόλου υλικό hardware για χρήση από κάποιον χρήστη. Θα έχει μόνο κάποια πρόβλεψη για αποδοχή και εκτέλεση ενός προγράμματος που παρέχεται από τον χρήστη, όπως μεταφόρτωση προγράμματος μέσω σειριακής θύρας.

#### 3.1.1 Arduino Board & ATmega 2560 Microprocessor

Το Arduino[1],[2] είναι ένα αναπτυξιακό ανοικτού κώδικα που χρησιμοποιείται για τη υλοποίηση και ανάπτυξη ενός συστήματος ελέγχου χρησιμοποιώντας κάποιες ψηφιακές συσκευές όπως αισθητήρες. Το σύστημα είναι βασισμένο σε πλακέτες μικροελεγκτών, και παράγεται από διάφορους πωλητές και κατασκευαστές χρησιμοποιώντας κι εκείνοι με τη σειρά τους διάφορους μικροελεγκτές όπως ATmega 328. Αυτά τα συστήματα παρέχουν ένα σύνολο τόσο από ψηφιακές όσο και από αναλογικές εισόδους και εξόδους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πληθώρα κυκλωμάτων. Ως συστήματα προσφέρουν διεπαφές σειριακής επικοινωνίας, συμπεριλαμβανομένου των USB σε κάποια μοντέλα, με σκοπό αφενός την παροχή ενέργειας και αφετέρου την φόρτωση προγραμματιστικών εντολών. Όσον αφορά τον προγραμματισμό των μικροελεγκτών, τα συστήματα Arduino παρέχουν ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών (IDE) το οποίο βασίζεται σε κάποιες συγκεκριμένες γλώσσες προγραμματισμού όπως είναι η C % C++. Τα πλεονεκτήματα μίας τέτοιας πλακέτας για την υλοποίηση ενσωματωμένων συστημάτων είναι μεταξύ άλλων το χαμηλό κόστος παραγωγής, η δυνατότητα να λειτουργήσει σε διάφορες πλατφόρμες κ.ά..

Το Arduino Mega Development Board [3], που χρησιμοποιείται στην παρούσα εφαρ-

μογή, είναι βασισμένο στα ATmega 2560: παρέχουν υψηλή ποιότητα, χαμηλής ενέργειας 8-bit μικροελεγκτές που συνδυάζουν μνήμη χωριτικότητας 256K, 8KB SRAM, 4KB EEPROM και 86GPIO pins. Αυτά τα pins μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σαν είσοδο όσο και σαν έξοδοι άλλων ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Η μέγιστη συχνότητα λειτουργίας του κρυστάλλου είναι 16Mhz, και η απόδοση του μετασχηματιστή από αναλογικό σε ψηφιακό σήμα 10bits. Τα AT-Mega 2560 προσφέρουν πολλές δυνατότητες χρήσης που είτε μπορούν να βελτιστοποιήσουν την απόδοση είτε την κατανάλωση ενέργειας. Όταν το σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση προγραμματισμού η CPU σταματά ενώ δίνεται η "άδεια" σε SRAM, Timer/Counters, SPI port και στο σύστημα διακοπών να συνεχίσει τη λειτουργία, Η επιλογή Power - down αποθηκεύει τα περιεχόμενα του μητρώου αλλά παγώνει τον ταλαντωτή, απενεργοποιώντας ταυτόχρονα όλες τις άλλες λειτουργίες των chip μέχρι την επόμενη διακοπή.



Σχήμα 5: Arduino Mega Development Board

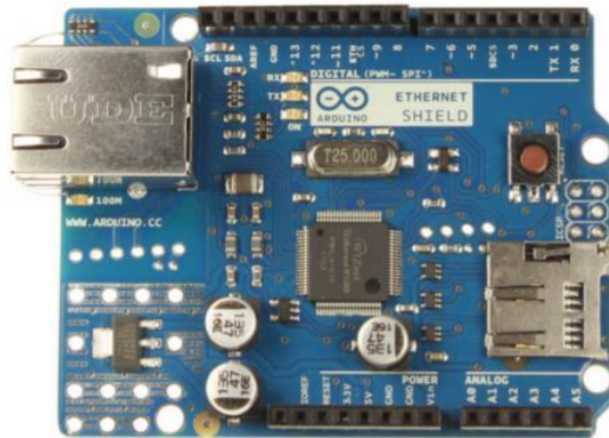
Όταν το σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση εξοικονόμησης ενέργειας, ο ασύγχρονος μετρητής συνεχίζει να τρέχει, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στο χρήστη να διατηρήσει την χρονική συνέπεια με ότι αυτό συνεπάγεται για όση διάρκεια η συσκευή παραμένει ανενεργή. Η κατάσταση της μείωσης του θορύβου σταματά τόσο την CPU όπως και όλες τις υπόλοιπες εισόδους / εξόδους εξαιρώντας τον ασύγχρονο μετρητή, αποσκοπώντας στην πιθανή μείωση του θορύβου ο οποίος παράγεται κατά την διάρκεια λειτουργίας της συσκευής. Στην κατάσταση αναμονής

(StandBy) ο ταλαντωτής συνεχίζει να τρέχει όσο η υπόλοιπη συσκευή παραμένει ανενεργή. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στην συσκευή να έχει πολύ γρήγορη έναρξη όπως επίσης και να περιορίζεται η κατανάλωση ενέργειας. Στην Extended StandBy κατάσταση τόσο ο βασικός ταλαντωτής όσο και ο ασύγχρονος μετρητής συνεχίζει να λειτουργεί.

### 3.1.2 Arduino Ethernet Shield

Τόσο τα Arduino όσο και άλλα συναφή κυκλώματα, χρησιμοποιούν κάποια ολοκληρωμένα κυκλώματα και πλακέτες που ονομάζονται shields. Αυτά παρέχουν ελεγκτές Ethernet, GPS, ακόμα και συσκευές GSM που χρησιμοποιούνται για την χρήση δικτύων κινητής τηλεφωνίας.

Το Arduino Ethernet Shield επιτρέπει σε ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα Arduino, όπως αυτό περιγράφηκε παραπάνω, να συνδέεται είτε στο διαδίκτυο είτε σε οποιοδήποτε άλλο τοπικό δίκτυο. Βασίζεται στο Wiznet W5100 ethernet chip. Το Wiznet W5100 παρέχει μία διαδικτυακή διεύθυνση η οποία καθιστά δυνατή TCP όσο και UDP συνδέσεις. Υποστηρίζει έως και τέσσερις ταυτόχρονες συνδέσεις υποδοχών (socket connections). Το περιγραφόμενο Ethernet Shield συνδέεται με την πλακέτα Arduino χρησιμοποιώντας κεφαλίδες περιτύλιξης καλωδίων οι οποίες επεκτείνονται μέσω της πλακέτας. Αυτό διατηρεί ανέπαφη τη διάταξη και δίνει τη δυνατότητα να συνδεθεί στο ολοκληρωμένο κύκλωμα κι άλλη πλακέτα. Ως πλακέτα, έχει μία τυπική RJ-45 σύνδεση, έναν ενσωματωμένο γραμμικό μετασχηματιστή και το λεγόμενο PoE (Power over Ethernet). Υπάρχει μία υποδοχή για micro-SD κάρτα η οποία μπορεί να έχει αποθηκευμένα δεδομένα τα οποία πρόκειται να διατεθούν στο διαδίκτυο. Επίσης, είναι συμβατό με όλους τους τύπους ολοκληρωμένων Arduino. Τα Slave Select Pins είναι το Pin 4 και θα πρέπει να είναι ενεργοποιημένο ούτως ώστε να υπάρχει πρόσβαση στα δεδομένα στην SD κάρτα. Επιπλέον πάνω στην πλακέτα υπάρχει ένα reset button ώστε να διασφαλιστεί πως σε περίπτωση που κάτι πάει λάθος όσον αφορά τη σύνδεση ή τον προγραμματισμό θα μπορέσει να επαναφερθεί σε αρχική κατάσταση.



Σχήμα 6: Ethernet Shield με Wiznet5100 Network Controller

### 3.1.3 SIM900 GSM GPRS Shield

Το SIM900 GSM GPRS Shield πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα το οποίο δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη με τις κατάλληλες συνδέσεις και εξοπλισμό να επικοινωνήσει με άλλες ηλεκτρονικές συσκευές επικοινωνίας.



Σχήμα 7: SIM900 GSM GPRS Shield

Όπως φαίνεται και παραπάνω πρόκειται για μία πλακέτα που σε κάποια σημεία της μοιάζει

με αυτή του Arduino ή του Ethernet και ενώ χαρακτηριστικά ξεχωρίζει η κεραία που υπάρχει η οποία θα αποτελεί τον πομπό του μηνύματος ή της κλήσης που πρόκειται να σταλεί. Στην πίσω πλευρά της υπάρχει μία θύρα - υποδοχή για κάρτα SIM. Με τα κατάλληλα προγραμματιστικά εργαλεία και εντολές ως ολοκληρωμένο είναι σε θέση να στείλει ένα μήνυμα ή να πραγματοποιήσει μία τηλεφωνική κλήση. Όσον αφορά την παροχή ενέργειας στο σύστημα, αυτή γίνεται με τρεις τρόπους. Αρχικά, μπορεί να ενεργοποιηθεί αν συνδεθούν κατάλληλα τα pins που υπάρχουν με κάποια άλλη συσκευή όπως για παράδειγμα το Arduino. Επίσης, υπάρχει μία θύρα που μπορεί να συνδεθεί με φορτιστή και δέχεται ρεύμα τάσεως 5V ενώ επίσης στην πίσω πλευρά υπάρχει η δυνατότητα να ενσωματωθεί μπαταρία η οποία μπορεί να παράσχει την απαιτούμενη ενέργεια αλλά για ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα διότι η ενέργεια που καταναλώνεται από το σύστημα είναι μεγάλη. Η ασφαλέστερη μέθοδος είναι η παροχή ενέργειας μέσω φορτιστή ή σύνδεσης με εξωτερική βάση μπαταρίας (επαναφορτιζόμενες).

### **3.1.4 Αισθητήρες και Ενεργοποιητές**

Ένας αισθητήρας είναι μια συσκευή που μετρά και παρακολουθεί κάποιου είδους είσοδο από το φυσικό περιβάλλον [12]. Η συγκεκριμένη είσοδος μπορεί να είναι φως, θερμότητα, κίνηση, υγρασία, πίεση ή οποιαδήποτε από αυτά τα περιβαλλοντικά φαινόμενα. Η έξοδος είναι γενικά ένα σήμα (π.χ. τάση ή ρεύμα) που είτε μετατρέπεται σε ένα σήμα που μπορεί να αναγνωστεί από τον άνθρωπο ή μεταδίδεται ηλεκτρονικά μέσω κάποιου άλλου δικτύου για ανάγνωση ή περαιτέρω επεξεργασία.

Κατά την ανάπτυξη της τρέχουσας πλατφόρμας μέτρησης, ελήφθησαν υπόψη πολλές παράμετροι, για να επιλεγούν οι καταλληλότεροι αισθητήρες. Τέτοιες παράμετροι ήταν: Κόστος, Ευαισθησία, εύρος, ακρίβεια, ανάλυση, γραμμικότητα, χρόνος απόκρισης, μέσος χρόνος σε Αποτυχία, Κόστος Σέρβις κ.λπ. Όλες οι παράμετροι περιγράφονται παρακάτω.

Η ευαισθησία του αισθητήρα ορίζεται ως η κλίση της χαρακτηριστικής καμπύλης εξόδου ή, γενικότερα, η ελάχιστη είσοδος της φυσικής παραμέτρου που θα δημιουργήσει μια ανιχνεύσιμη αλλαγή στην έξοδο. Σε ορισμένους αισθητήρες, η ευαισθησία ορίζεται ως η αλλαγή της παραμέτρου εισόδου που απαιτείται ώστε να παραχθεί μια τυποποιημένη αλλαγή στην έξοδο

του συστήματος. Επίσης, ορίζεται ως η αλλαγή τάσης εξόδου για μία δεδομένη αλλαγή στην παράμετρο εισόδου. Το σφάλμα ευαισθησίας είναι μια απόκλιση από την ιδανική κλίση της χαρακτηριστικής καμπύλης.

Το εύρος ενός αισθητήρα είναι η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή μίας εφαρμοσμένης παραμέτρου που μπορεί να μετρηθεί. Το δυναμικό εύρος είναι το συνολικό εύρος, δηλαδή η διαφορά, μεταξύ της μικρότερης και της μεγαλύτερης τιμής.

Η έννοια της ακρίβειας αναφέρεται στον βαθμό αναπαραγωγιμότητας μιας μέτρησης. Για παράδειγμα, εάν η ίδια τιμή μετρηθεί αρκετές φορές, ένας ιδανικός αισθητήρας θα μετρά ακριβώς την ίδια τιμή κάθε φορά. Αλλά σε πραγματικά σενάρια, οι αισθητήρες εξάγουν μια σειρά από τιμές κατανεμημένες με κάποιο τρόπο σε σχέση με την πραγματική σωστή τιμή. Είναι γεγονός, πως μπορεί να προκύψουν κάποια ζητήματα στο θέμα της ακρίβειας όταν η πραγματική τιμή και η μέση τιμή του αισθητήρα δεν βρίσκονται εντός μιας ορισμένης απόστασης μεταξύ τους.

Η ανάλυση είναι η μικρότερη ανιχνεύσιμη αλλαγή μιας παραμέτρου εισόδου που μπορεί να ανιχνευτεί στο σήμα εξόδου. Η ανάλυση μπορεί να εκφραστεί είτε ως ποσοστό της ανάγνωσης ή σε απόλυτους αριθμούς.

Το σφάλμα μετατόπισης ενός μετατροπέα ορίζεται ως η τιμή της εξόδου που θα υπάρχει ενώ θα έπρεπε να είναι μηδέν ή, εναλλακτικά, η διαφορά μεταξύ της πραγματικής τιμής εξόδου και της καθορισμένης τιμής εξόδου υπό ορισμένες συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Η ιδανική καμπύλη θα υπάρχει μόνο σε μία θερμοκρασία (συνήθως περίπου 25 °C), ενώ η πραγματική καμπύλη θα είναι μεταξύ της ελάχιστης και της μέγιστης τιμής θερμοκρασίας ανάλογα με τη θερμοκρασία του δείγματος και του ηλεκτροδίου.

Η γραμμικότητα του αισθητήρα είναι μια έκφραση του βαθμού στον οποίο μετράται η απόκλιση της πραγματικής καμπύλης ενός αισθητήρα από την ιδανική καμπύλη. Η χρήση ενός αισθητήρα σε ενσωματωμένα συστήματα, απαιτεί την κατανόηση των συγκεκριμένων συνθηκών ότι η προδιαγραφή είναι έγκυρη.

Ο χρόνος απόκρισης ενός αισθητήρα μπορεί να οριστεί ως ο χρόνος που απαιτείται για την αλλαγή της εξόδου του αισθητήρα από την προηγούμενη κατάσταση του σε μια τελική τιμή. Οι αισθητήρες δεν αλλάζουν την κατάσταση εξόδου αμέσως όταν πραγματοποιηθεί η αλλαγή μίας

παραμέτρου εισόδου. Αντίθετα, θα αλλάξει στη νέα κατάσταση μετά από μία μικρή χρονική περίοδο.

Ο μέσος χρόνος μεταξύ αστοχιών (failure) είναι ο προβλεπόμενος χρόνος που έχει παρέλθει μεταξύ εγγενών αστοχιών ενός συστήματος κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του. Το MTBF (Mean time between failures) μπορεί να υπολογιστεί ως ο αριθμητικός μέσος (μέσος) χρόνος μεταξύ αστοχιών ενός συστήματος. Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται τόσο όσον αφορά τη συντήρηση εγκαταστάσεων όσο και τη συντήρηση εξοπλισμού. Το MTBF είναι συνήθως μέρος ενός μοντέλου που υποθέτει ότι το αποτυχημένο σύστημα επισκευάζεται αμέσως (μέσος χρόνος επισκευής ή Mean Time To Repair), ως μέρος μιας διαδικασίας ανανέωσης. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τον μέσο χρόνο αποτυχίας (Mean Time To Failure), ο οποίος μετρά το μέσο χρόνο της αποτυχίας κάνοντας την υπόθεση πως το μοντέλο δεν θα επιδιορθωθεί. Ο ορισμός του MTBF εξαρτάται από τον ορισμό του τι θεωρείται αστοχία του συστήματος. Για πολύπλοκα συστήματα που έχουν τη δυνατότητα να επισκευασθούν, οι αστοχίες θεωρούνται εκείνες που είναι εκτός σχεδιαστικών συνθηκών που τοποθετούν το σύστημα εκτός λειτουργίας και σε κατάσταση επισκευής. Αποτυχίες που μπορούν να παραμείνουν ή να διατηρηθούν σε μια μη επισκευασμένη κατάσταση και δεν θέτει το σύστημα εκτός λειτουργίας, δεν θεωρούνται αστοχίες κάτω από αυτόν τον ορισμό. Επιπλέον, οι μονάδες που αφαιρούνται για τακτική προγραμματισμένη συντήρηση ή ο έλεγχος αποθέματος δεν λαμβάνονται υπόψη στον ορισμό της αποτυχίας.

Ένας ενεργοποιητής είναι ένα συστατικό ενός μηχανήματος που είναι υπεύθυνο για τη μετακίνηση ή τον έλεγχο ενός μηχανισμού ή ενός συστήματος. Ένας ενεργοποιητής απαιτεί ένα σήμα ελέγχου και μια πηγή ενέργειας. Το σήμα είναι σχετικά χαμηλής ενέργειας και μπορεί να είναι ηλεκτρική τάση ή ρεύμα, πνευματική ή υδραυλική πίεση. Η παρεχόμενη κύρια πηγή ενέργειας μπορεί να είναι ηλεκτρικό ρεύμα, υδραυλική πίεση υγρού ή πνευματική πίεση. Όταν λαμβάνεται το σήμα ελέγχου, ο ενεργοποιητής αποκρίνεται μετατρέποντας η ενέργεια σε μηχανική κίνηση. Ένας ενεργοποιητής είναι ο μηχανισμός με τον οποίο ένα σύστημα ελέγχου ενεργεί σε ένα περιβάλλον. Το σύστημα ελέγχου μπορεί να είναι απλό (σταθερό μηχανικό ή ηλεκτρονικό σύστημα), που βασίζεται σε λογισμικό (π.χ. πρόγραμμα οδήγησης εκτυπωτή,

σύστημα ελέγχου ρομπότ), ανθρώπινο ή οποιοδήποτε άλλη εισαγωγή.

### 3.1.5 Αισθητήρας Υπερήχων

Ένας αισθητήρας υπερήχων[8] είναι μία ηλεκτρονική συσκευή η οποία μετρά την απόσταση από έναν στόχο, συνήθως ένα αντικείμενο, στέλνοντας υπέρηχα ηχητικά κύματα και μετατρέποντας τα ηχητικά κύματα που επιστρέφουν σε ηλεκτρικό σήμα. Τα υπερηχητικά κύματα ταξιδεύουν πολύ γρηγορότερα σε σχέση με τα απλά ηχητικά κύματα όπως για παράδειγμα ο ήχος της ανθρώπινης ομιλίας. Ως ολοκληρωμένη συσκευή αποτελείται από τα εξής μέρη: τον πομπό, που εκπέμπει τα υπερηχητικά κύματα, τον δέκτη που δέχεται τα κύματα που συνάντησαν κάποιο αντικείμενο και επιστρέφουν, και κάποια pins τα οποία χρησιμεύουν στην ενεργοποίηση του αισθητήρα και στον έλεγχο του από ένα προγραμματιστικό εργαλείο.

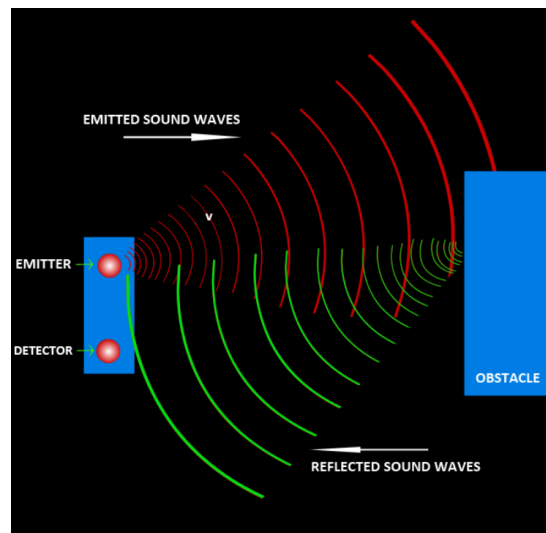


Σχήμα 8: Αισθητήρας Υπερήχων

Με στόχο να υπολογιστεί η απόσταση μεταξύ ενός αισθητήρα και ενός αντικειμένου, ο αισθητήρας μετρά την χρονική διάρκεια που χρειάζεται για ένα σήμα που φεύγει από τον πομπό μέχρι αυτό το σήμα να ανιχνευτεί από το δέκτη. Ο μαθηματικός τύπος με τον οποίο γίνεται αυτός ο υπολογισμός είναι:  $D = 1/2T * C$  (όπου D είναι η απόσταση, T είναι ο χρόνος και C είναι η ταχύτητα με την οποία τρέχουν τα ηχητικά κύματα  $343\text{m/s}$ ). Για παράδειγμα, αν τοποθετούσαμε ένα πομπό μπροστά από ένα κουτί και χρειαζόταν χρόνος 0.025sec για να



επιστρέφει το σήμα και να ανιχνευθεί από το δέκτη, η απόσταση του αισθητήρα μας από το κουτί θα ήταν:  $D = 0.5 * 0.025 * 343 = 4.2875\text{m}$ .

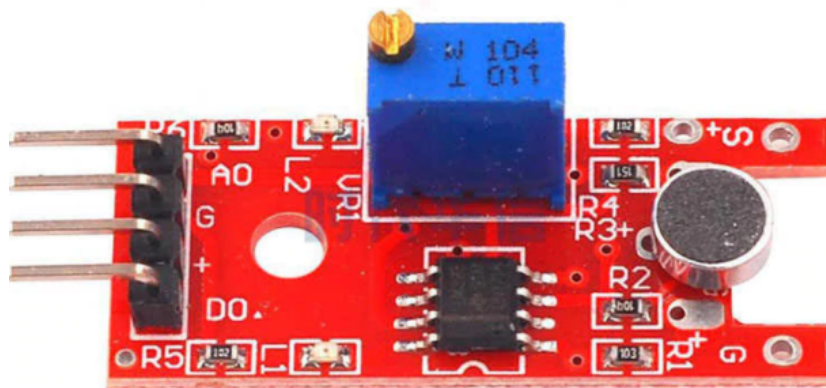


Σχήμα 9: Λειτουργία Αισθητήρα Υπερήχων

Οι αισθητήρες αυτοί χρησιμοποιούνται κυρίως ως αισθητήρες εγγύτητας. Μπορούν να βρεθούν στην τεχνολογία αυτο-στάθμευσης αυτοκινήτων και στα συστήματα ασφαλείας σύγκρουσης. Οι αισθητήρες υπερήχων χρησιμοποιούνται επίσης σε ρομποτικά συστήματα ανίχνευσης εμποδίων, καθώς και στην τεχνολογία κατασκευής. Οι αισθητήρες υπερήχων χρησιμοποιούνται επίσης ως αισθητήρες στάθμης για την ανίχνευση, παρακολούθηση και ρύθμιση των επιπέδων υγρού σε κλειστά δοχεία (όπως οι κάδοι σε χημικά εργοστάσια). Ειδικότερα, η τεχνολογία υπερήχων επέτρεψε στην ιατρική βιομηχανία να παράγει εικόνες εσωτερικών οργάνων, να εντοπίζει όγκους και να διασφαλίσει την υγεία των μωρών στη μήτρα.

### 3.1.6 Αισθητήρας Ηχητικών Κυμάτων

Ένας αισθητήρας ηχητικών σημάτων[9], όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα, είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα το οποίο συλλέγει την ένταση του ήχου που προσλαμβάνει και έχει τη δυνατότητα να τα παρουσιάσει στο χρήστη.



Σχήμα 10: Αισθητήρας ανίχνευσης ηχητικών σημάτων

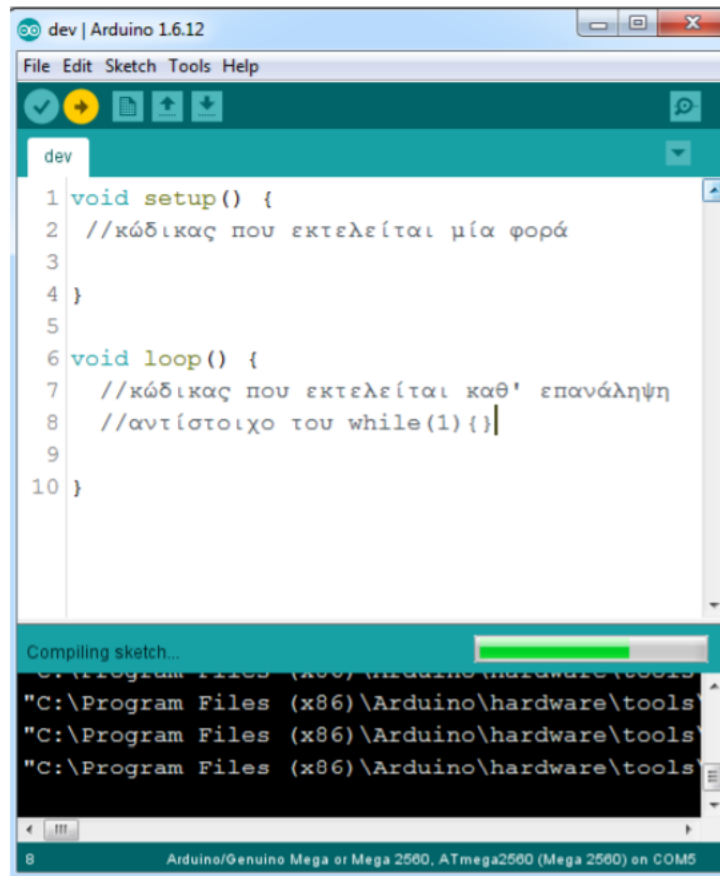
Ως κύκλωμα αποτελείται από 4 pins τα οποία χρησιμοποιούνται για να μπορέσει να τροφοδοτηθεί με ενέργεια το κύκλωμα και να μπορέσει ο χρήστης να το προγραμματίσει κατάλληλα. Επίσης υπάρχει ένα ποτενσιόμετρο με μια μικρή βίδα στη κορυφή του, της οποίας η χρησιμότητα είναι να ρυθμίζεται η ευαισθησία του αισθητήρα. Τέλος υπάρχει ένα μικρόφωνο το οποίο αποτελεί ουσιαστικά τον δέκτη και τον αισθητήρα του ολοκληρωμένου κυκλώματος.

### 3.2 Software, Frameworks and APIs

Με σκοπό την ανάπτυξη και το προγραμματισμό ενός ολοκληρωμένου συστήματος, χρησιμοποιούνται ορισμένα προγραμματιστικά εργαλεία. Πρόκειται για πλατφόρμες προγραμματισμού ολοκληρωμένων κυκλωμάτων τα οποία συνδέονται με το υπολογιστή και χρησιμοποιώντας κατάλληλες προγραμματιστικές εντολές γίνεται η διαδικασία. Από τα γνωστότερα εργαλεία που χρησιμοποιούνται όσον αφορά τον προγραμματισμό πλακέτων Arduino είναι το Arduino IDE.

Μία πλακέτα Arduino όπως αυτή που παρουσιάστηκε σε προηγούμενες ενότητες μπορεί να προγραμματιστεί κατάλληλα με τη χρήση του εργαλείου Arduino IDE[4]. Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο προγραμματιστικό εργαλείο που παρέχει text editor, debugger, κονσόλα output και πληθώρα άλλων υπηρεσιών. Έχει αναπτυχθεί σε γλώσσα προγραμματισμού Java

και είναι βασισμένα στο πρόγραμμα Processing και άλλα παρόμοια προγραμματιστικά εργαλεία ανοικτού κώδικα. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται για τον προγραμματισμό των ολοκληρωμένων είναι η C#, ενώ ο compiler που χρησιμοποιείται by default στο πρόγραμμα είναι ο avr-g++.



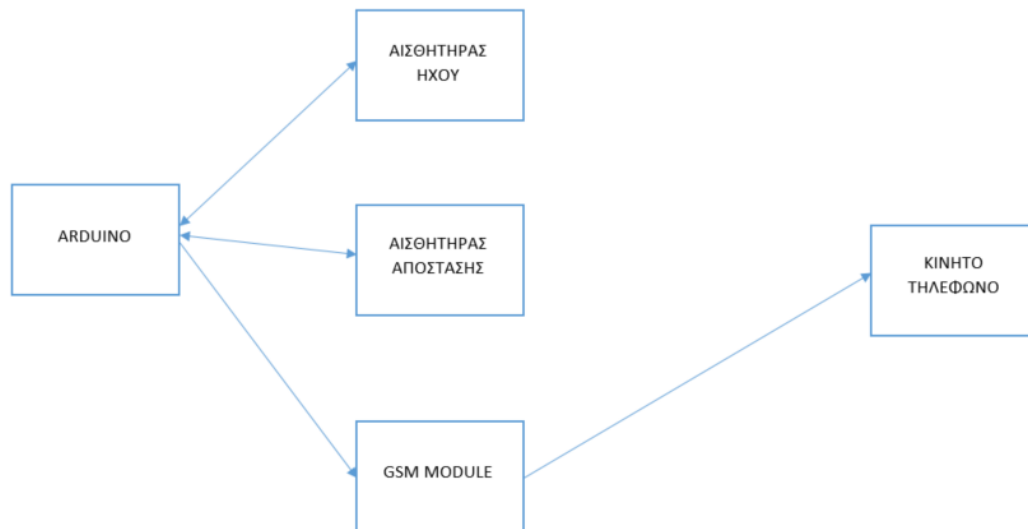
Σχήμα 11: Arduino IDE



## 4 Υλοποίηση του Συνολικού Συστήματος

### 4.1 Στόχος

Ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου κυκλώματος που θα μπορεί να χρησιμεύσει σε Άτομα με προβλήματα Ακοής (Κωφούς). Πρόκειται για ένα σύστημα που θα μπορεί να έχει διάφορες χρήσεις αλλά κυρίως μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παρακολούθηση ενός παιδιού σε κούνια ή στην ασφάλεια του σπιτιού απέναντι σε κάποιον εισβολέα. Το κύκλωμα που περιγράφεται έχει την παρακάτω διάταξη.



Σχήμα 12: Διάταξη Κυκλώματος

### 4.2 Υλοποίηση

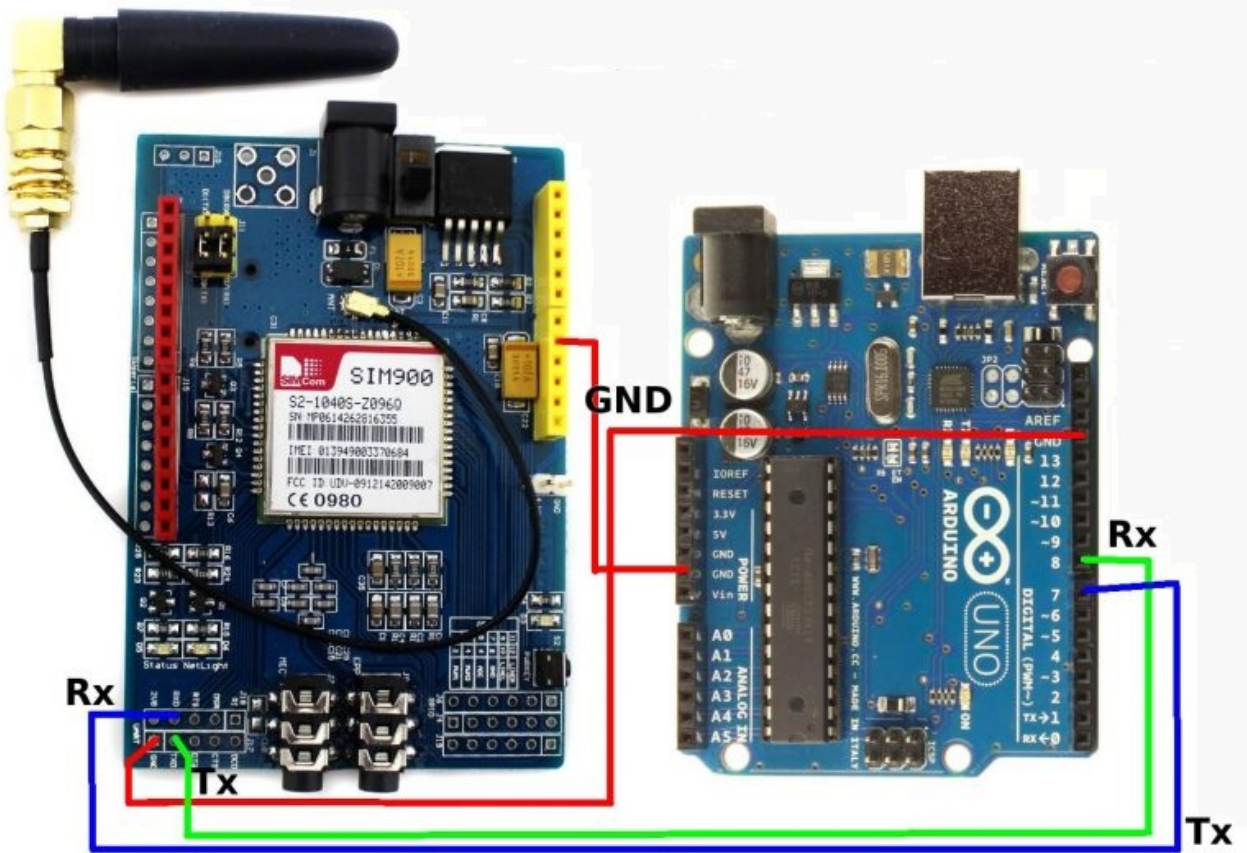
Όσον αφορά την υλοποίηση του ολοκληρωμένου συστήματος, έγινε με τη χρήση των παραπάνω module που αναλύθηκαν. Συνδέθηκαν πάνω στην πλακέτα Arduino και δύο αισθητήρες, ένας αισθητήρας μέτρησης απόστασης και ένας αισθητήρας μέτρησης έντασης φωνής. Επίσης με το προαναφερθέν κύκλωμα συνδέεται και ένα SIM900 GSM module[10], [11] το οποίο είναι εκείνο που θα ειδοποιεί το Κωφό Άτομο στην κάθε περίπτωση. Στην περίπτωση που θέλουμε να ελέγξουμε αν κάποια πόρτα έχει παραβιαστεί, προσαρμόζουμε το σύστημα μας με τον αισθητήρα

απόστασης κοντά σε μία πόρτα. Όταν η πόρτα ανοίγει από τον εισβολέα, και φτάσει ένα συγκεκριμένο όριο που εμείς θα έχουμε θέσει τότε θα μπορεί να σταλεί ένα μήνυμα στο κινητό του Κωφού, ειδοποιώντας τον. Αν από την άλλη πλευρά μιλάμε για την περίπτωση της κούνιας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι δύο αισθητήρες. Ο μεν αισθητήρας ήχου θα μπορεί να ανιχνεύσει το κλάμα του μωρού σε περίπτωση που ξυπνήσει και τοποθετώντας κατάλληλα τον αισθητήρα απόστασης μπορεί να ελεγχθεί το κατά πόσο κοντά στην άκρη της κούνιας έχει φτάσει το μωρό.

Και τα δύο παραπάνω σενάρια, όπως προαναφέρθηκε, στέλνουν στον Κωφό μήνυμα στο κινητό σε κάθε περίπτωση με σχετικό περιεχόμενο για την κάθε μία περίπτωση. Ωστόσο μπορεί επίσης να επεκταθεί το σύστημα και να προσαρμοστεί συσκευή δόνησης η οποία θα τοποθετείται είτε στο κρεβάτι είτε σε κάποιο άλλο έπιπλο ή έπιπλα που κάθεται ο κωφός ώστε σε κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις να ενεργοποιείται ο δονητής και να ενημερώνεται ο κωφός πως κάτι συμβαίνει.

### 4.3 Συνδεσμολογία

Όσον αφορά τη συνδεσμολογία μεταξύ του Arduino και του Gsm module φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Σχήμα 13: Gsm - Arduino Connection

Επίσης το σώμα της συνάρτησης που καλείται κάθε φορά που "πιάνεται" κάποιο συγκεκριμένο όριο σε έναν από τους δύο αισθητήρες φαίνεται παρακάτω:

```
void sendSMS() {
    // AT command to set SIM900 to SMS mode
    SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
    delay(100);

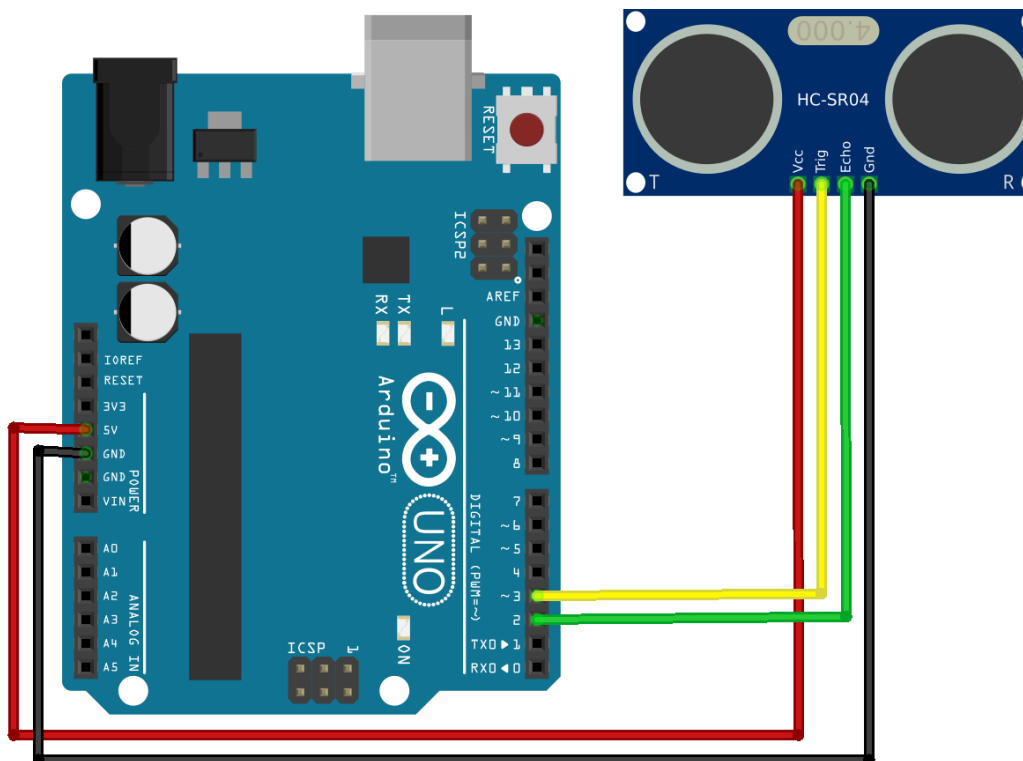
    // REPLACE THE X's WITH THE RECIPIENT'S MOBILE NUMBER
    // USE INTERNATIONAL FORMAT CODE FOR MOBILE NUMBERS
    SIM900.println("AT + CMGS = \""+3069XXXXXXX"\");
    delay(100);
```

```
// REPLACE WITH YOUR OWN SMS MESSAGE CONTENT
SIM900.println("Warning! Something goes wrong!");
delay(100);

// End AT command with a ^Z, ASCII code 26
SIM900.println((char)26);
delay(100);
SIM900.println();
// Give module time to send SMS
delay(5000);
}
```

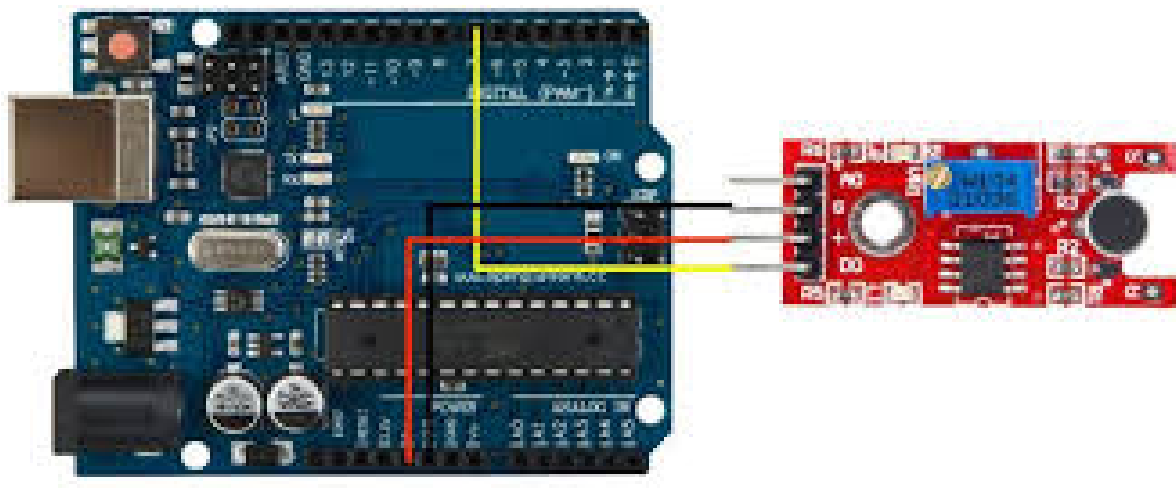
Όσον αφορά τη συνδεσμολογία μεταξύ του Arduino και του αισθητήρα απόστασης module φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.





Σχήμα 14: Sonar Sensor - Arduino Connection

Όσον αφορά τη συνδεσμολογία μεταξύ του Arduino και του αισθητήρα ήχου φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Σχήμα 15: Voice Sensor - Arduino Connection

Συνολικά, ο κώδικας που έχει χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη της εφαρμογής παρουσιάζεται παρακάτω:

```
#include <SoftwareSerial.h>

int trigPin = 2;
int echoPin = 4;
long duration, cm, inches;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);

  delay(5000);
}

void loop() {

  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(1);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, LOW);

  pinMode(echoPin, INPUT);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);

  inches = (duration / 2) / 74;
```

```

        Serial.println(".....");
        if (inches < 20) {
            Serial.println("Intruder Detected!");
            Serial.println("Sending text Notification...");
            sendSMS();
            Serial.println("Waiting...");
            delay(10000);
        }
    }
}

```

#### 4.4 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα

Η ανάπτυξη του κυκλώματος που περιγράφεται παραπάνω έγινε όσον αφορά την παροχή ενέργειας με την χρήση τροφοδοτικού. Με σκοπό την ενεργειακή αυτονομία του συστήματος χρησιμοποιήθηκε κι ένα εξάρτημα που δίνει ρευμα μέσω μπαταρίας. Τόσο με τη μία όσο και με την άλλη μέθοδο το ολοκληρωμένο κύκλωμα ήταν πλήρως αποτελεσματικό. Επίσης όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η μέθοδος ειδοποίησης προς τον Κωφό γίνεται μέσω αποστολής μηνύματος στο κινητό του τηλέφωνο. Χρησιμοποιείται το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας της κάρτας SIM που έχει εισαχθεί. Όσον αφορά την επιλογή μεταξύ τροφοδοτικού και μπαταρίας είναι ξεκάθαρα πως τα πλεονεκτήματα της ενεργειακής αυτονομίας μέσω της μπαταρίας είναι περισσότερα. Το σύστημα μπορεί να παραμείνει ενεργό ακόμα και σε περίπτωση διακοπής ρεύματος της οικίας. Επίσης η χρήση της μπαταρίας κάνει το κύκλωμα μας ανεξάρτητο και του δίνει τη δυνατότητα να μπορεί να μεταφερθεί και να τοποθετηθεί όπου επιλέξει ο ίδιος ο χρήστης χωρίς να δίνεται σημασία αν υπάρχει κοντά κάποια πρίζα. Από την άλλη πλευρά, και όσον αφορά την χρήση του δικτύου κινητής τηλεφωνίας κι όχι του wifi, που θα μπορούσε ενδεχομένως να χρησιμοποιηθεί,

ο λόγος που επιλέχθηκε η κάρτα SIM και το μήνυμα στο κινητό τηλέφωνο του ενδιαφερομένου είναι πρώτον, επειδή και σε αυτή τη περίπτωση η μη ύπαρξη ασύρματου δικτύου ή η διακοπή παροχής ρεύματος στο router μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στη συσκευή καθιστώντας την μη λειτουργική και δεύτερον με τη χρήση της κάρτας SIM υπάρχει η δυνατότητα ειδοποίησης του Κωφού και στην περίπτωση που απουσιάζει από το σπίτι και δεν έχει πρόσβαση σε wifi. Η πρακτική εφαρμογή του ολοκληρωμένου κυκλώματος που περιγράφεται και αναλύεται στην παρούσα διπλωματική εργασία απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα:



Σχήμα 16: Εφαρμογή σε κούνια μωρού

#### 4.5 Σύγκριση τιμών

Κάνοντας μία έρευνα αγοράς σε διαδικτυακές πλατφόρμες για τυποποιημένες συσκευές που να έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά με τα παραπάνω, θα διαπιστώσει κανείς πως υπάρχουν στο εμ-

πόριο κυκλώματα που έχουνε την ίδια ή παρόμοια λειτουργία. Υπάρχουν συσκευές ανίχνευσης κίνησης, ή παρακολούθησης παιδιού ή ατόμων που χρήζουν φροντίδας με τις τιμές να ποικίλουν ανάλογα με τις υπηρεσίες που προσφέρει η κάθε συσκευή. Αυτό το οποίο διαφοροποιεί την ολοκληρωμένη συσκευή που παρουσιάζεται στην παρούσα διπλωματική εργασία σε σχέση με άλλες παρόμοιες συσκευές που υπάρχουν στο εμπόριο είναι το χαμηλότερο κόστος και οι πολλές διαφορετικές περιπτώσεις και καταστάσεις που θα μπορούσε κάποιος να χρησιμοποιήσει την εν λόγω συσκευή. Χαρακτηριστικά αθροίζοντας το κόστος αγοράς των εξαρτημάτων ο λογαριασμός καταλήγει σέ ένα ποσό περίπου στα 100 ευρώ.



## 5 Δυνατότητες Ανάπτυξης - Άλλες Εφαρμογές

Είναι γεγονός, πως λόγω της ραγδαίας αύξησης των τεχνολογιών και των εργαλείων που αναπτύσσονται, υπάρχει πληθώρα βελτιώσεων και επεκτάσεων του συστήματος που παρουσιάζεται παραπάνω. Μια προσθήκη που θα μπορούσε να εφαρμοστεί στο ολοκληρωμένο κύκλωμα είναι η προσθήκη μια κάμερας κι ενός μικροφώνου ώστε η εφαρμογή να γίνει περισσότερο λειτουργική. Με τη χρήση της κάμερας θα μπορούσε να προσφέρει εικόνα στον χρήστη - κωφό ενώ η ύπαρξη μικροφώνου σε συνδυασμό με κάποιες ηχογραφημένες εκφράσεις θα μπορούσαν να φανούν ιδιαίτερες χρήσιμες. Επίσης το σύστημα θα μπορούσε να επεκταθεί στέλνοντας ειδοποίηση στον Κωφό όταν στην κάρτα SIM μειωθεί το χρηματικό ποσό που έχει, σε όριο που θα έχει οριστεί από τον προγραμματιστή, έτσι ώστε να ανανεώσει την κάρτα. Τέλος, η επέκταση του συστήματος με την χρήση περισσότερων αισθητήρων θα μπορούσε να δώσει μια πληρέστερη εικόνα στον χρήστη είτε στην περίπτωση που το κύκλωμα χρησιμοποιείται για έλεγχο σε ενδεχόμενη παραβίαση του σπιτιού είτε για την παρακολούθηση ενός παιδιού.





## 6 Βιβλιογραφία

- [1] Arduino LLC. (n.d.). Arduino Official Page, <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- [2] Arduino programming, [https://www.hackerearth.com/blog/developers/arduino-programming-for-beginners/:.text=The %20Arduino%20programming%20language%20is,the%20Arduino%20board%20f](https://www.hackerearth.com/blog/developers/arduino-programming-for-beginners/:.text=The%20Arduino%20programming%20language%20is,the%20Arduino%20board%20f)
- [3] Tutorials point, <https://www.tutorialspoint.com/arduino/index.html>
- [4] Introduction to the Arduino, <https://www.seeedstudio.com/blog/2019/12/04/introduction-to-the-arduino-what-is-arduino/>
- [5] The Arduino Programming Language, <https://flaviocopes.com/arduino-programming-language/>
- [6] The working principle of an Arduino, <https://ieeexplore.ieee.org/document/6997578>
- [7] How to Interface GSM Module to Arduino, <https://www.circuitstoday.com/interface-gsm-module-with-arduino>
- [8] Motion Sensor Guide, <https://www.safewise.com/resources/motion-sensor-guide/>
- [9] Sound Sensor, <https://www.seeedstudio.com/blog/2020/01/03/what-is-a-sound-sensor-uses-arduino-guide-projects/>
- [10] GSM – Architecture, Features Working, <https://www.elprocus.com/gsm-architecture-features-working/:.text=The>
- [11] Massachusetts Institute of Technology M.I.T. (n.d.). App Inventor Official Page. Ανάκτηση 10 17, 2016, από MIT App Inventor: <http://appinventor.mit.edu/explore/content/what-appinventor.html>
- [12] Qadeer, S. K. (December 2012). Application of AI in Home Automation