

ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ



Πτυχιακή Εργασία

Σύστημα Πυρανίχνευσης
για την παλαιά πόλη της Κέρκυρας

Χρήστος Τριανταφυλλίδης ΑΜ: Π2014076

Επιβλέπων καθηγητής : κ. Μάρκος Αυλωνίτης

Περίληψη

Στην πτυχιακή διατριβή που ακολουθεί, θα παρουσιαστεί η θεωρία της πρόληψης της πυρκαγιάς, κάποια τεχνικά χαρακτηριστικά της φωτιάς-πυρκαγιάς, καθώς και το πρόβλημα που αντιμετωπίζει η παλαιά πόλη της Κέρκυρας σχετικά με την προστασία της από φαινόμενα εκδήλωσης πυρκαγιάς, που την ταλαιπωρούν τα τελευταία χρόνια, θα γίνει εκτενής ανάλυση τόσο για τα προβλήματα προστασίας που αντιμετωπίζει όσο και για τα προβλήματα καταστολής της πυρκαγιάς από επίγειες δυνάμεις κατάσβεσης. Ακόμα θα παρουσιαστούν πρωτόκολλα και κανονισμοί πυροπροστασίας τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο, καθώς και συστήματα-τεχνολογίες που υπάρχουν στην αγορά και χρησιμοποιούνται για την πρόληψη της αλλά και παρόμοιες τεχνολογίες με το σύστημα που θα κατασκευαστεί. Στην συνέχεια ακολουθεί ανάλυση τεχνικών χαρακτηριστικών αλλά και λειτουργιών των εξαρτημάτων που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του συστήματος πυρανίχνευσης. Πιο συγκεκριμένα γίνεται ανάλυση της πλακέτας arduino η οποία θα χρησιμοποιηθεί ως κεντρική μονάδα του συστήματος καθώς και των ανιχνευτών που θα αξιοποιηθούν για την δημιουργία του συστήματος ανίχνευσης αλλά όλων των άλλων εξαρτημάτων που θα συμβάλουν στην επιτυχή δημιουργία του συστήματος πυρανίχνευσης. Μετά από αυτήν την παρουσίαση, ακολουθεί η ανάλυση του κυκλώματος συνδεσμολογίας του συστήματος και κάθε λεπτομέρεια, έτσι ώστε να προσομοιώνει ακριβώς το σύστημα πυρανίχνευσης στην πραγματικότητα, πιο συγκεκριμένα παρουσιάζεται και αιτιολογείται η συνδεσμολογία των εξαρτημάτων του συστήματος καθώς και των αγωγών σύνδεσης των εξαρτημάτων. Μετέπειτα παρουσιάζεται ο πηγαίος κώδικας για την λειτουργία του συστήματος ο οποίος αναλύεται εκτενέστερα. Τέλος, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις εργαστηριακές δοκιμές και τις δοκιμές σε περιβάλλον προσομοίωσης οικίας της παλαιάς πόλης , καθώς και προτάσεις για την μελλοντική ανάπτυξη του συστήματος πυρανίχνευσης.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	6
1.1 Η πρόληψη της πυρκαγιάς.....	6
1.2 Το δικαίωμα της ζωής και η πρόληψη στο παρελθόν.....	7
1.3 Το τρίγωνο της φωτιάς.....	8
1.3.1 Το φαινόμενο της Αυτανάφλεξης.....	9
1.3.2 Η διαφορά της φωτιάς από την πυρκαγιά	9
1.3.3 Η καύσιμη ύλη.	9
1.3.4 Η θερμότητα.....	9
1.3.5 Το οξυγόνο	9
1.3.6 Τρίγωνο της φωτιάς και πρόληψη.....	10
1.4 Κυριότερες αίτιες εκδήλωσης πυρκαγιάς	10
1.5 Το πρόβλημα της παλαιάς πόλης της Κέρκυρας	11
1.5.1 Τα κτήρια της Παλαιάς πόλης	11
1.5.2 Οι ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις της	11
1.5.3 Η θέρμανση των κτηρίων της	11
1.5.4 Τα κλιμακοστάσια της	12
1.5.5 Το οδικό δίκτυο της	12
1.5.6 Ο χώρος στάθμευσης	12
1.5.7 Κάτοψη τμήματος της παλαιάς πόλης.....	12
1.5.8 Οι κάτοικοι της παλαιάς πόλης	13
1.6 Η επικινδυνότητα της παλαιάς πόλης	13
1.7 Τεχνολογίες της παλαιάς πόλης	13
1.8 Τεχνολογίες πρόληψης πυρκαγιάς.....	14
1.9 Παράδειγμα εγκατάστασης στην Ευρώπη.....	17
1.9.1 Παραδείγματα εγκαταστάσεων στην Ελλάδα	18
1.9.2 Κανονισμοί για κατοικίες στην Ελλάδα	18
1.9.3 Οι κανονισμοί σε σχέση με την παλαιά πόλη	18
1.10 Παρόμοια συστήματα με το αντικείμενο της μελέτης.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	28
2.1 Ανάλυση του συστήματος της μελέτης	28
2.1.1 Περιγραφή του συστήματος που θα κατασκευαστεί	30
2.2 Εισαγωγή στην πλακέτα arduino	32
2.3 Προγραμματιστικό περιβάλλον του arduino	37
2.4 Το hardware του συστήματος	37

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	44
3.1 Σχεδιασμός του κυκλώματος	44
3.1.1 Ολοκληρωμένη σχεδίαση του κυκλώματος	50
3.2 Προγραμματισμός του συστήματος	51
3.2.1 Ολοκληρωμένη μορφή κώδικα προγραμματισμού	59
3.3 Εγχειρίδιο σήμανσης συστήματος πυρασφάλειας.....	61
3.4 Ασφάλεια του συστήματος πυρανίχνευσης	63
3.5 Εργαστηριακή δοκιμή του συστήματος και περιβάλλον δοκιμών του	64
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	 66
4.1 Αποτελέσματα δοκιμών	66
4.2 Μελλοντική ανάπτυξη του συστήματος.....	71
4.3 Συμπεράσματα	72
 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	 74
 ΠΗΓΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ	 76

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Η πρόληψη της πυρκαγιάς.

Η Πρόληψη ουσιαστικά είναι το σύνολο των κανονισμών, μέτρων και ενεργειών τα οποία έχουν ως σκοπό την αποτροπή εμφάνισης διαφόρων αρνητικών φαινομένων καθώς και των αρνητικών επιπτώσεων-αποτελεσμάτων των παραπάνω, στη συγκεκριμένη περίπτωση της μελέτης το αρνητικό αυτό φαινόμενο είναι η πυρκαγιά και η επιπτώσεις της ως προς τον ίδιο τον άνθρωπο καθώς και ως προς τον φυσικό-υλικό πλούτο που έχει στην κατοχή του. Εδώ και πάρα πολλά χρόνια είναι γνωστό αλλά και αποδεκτό από όλη την πυροσβεστική κοινότητα παγκοσμίως ότι η πρόληψη είναι προτιμητέα της καταστολής (National Fire Protection Association, 2001), είναι προτιμητέο λοιπόν να αντιμετωπιστεί κάποιο περιστατικό πριν αυτό ξεκινήσει (πρόληψη) παρά να αντιμετωπιστεί όταν ξεκινήσει, όταν δηλαδή ξεκινήσουν να εκδηλώνονται οι αρνητικές επιπτώσεις του περιστατικού (καταστολή). Στις περισσότερες περιπτώσεις η πρόληψη, δηλαδή τα μέτρα που μπορούν ληφθούν για την ανίχνευση της πυρκαγιάς ή ακόμα καλύτερα τα μέτρα για την ανίχνευση μιας πιθανούς μελλοντικής πυρκαγιάς είναι κοστοβόρα για μια οικογένεια όπως επίσης είναι κοστοβόρα και η συντήρηση αυτών. Για αυτό τον λόγο δεν γίνονται συχνά εγκαταστάσεις συστημάτων πρόληψης σε οικίες ή άλλους ιδιόκτητους χώρους γενικής χρήσεως, εκτός και αν ο ιδιοκτήτης είναι θύμα πυρκαγιάς ή αν είναι ευαισθητοποιημένος πάνω σε θέματα που αφορούν την πυρκαγιά και τις επιπτώσεις της, ή μόνο αν το επιβάλει το Πυροσβεστικό Σώμα Ελλάδος μέσω της ισχύουσας νομοθεσίας περί πυροπροστασίας κτιρίων. Αυτό όμως γίνεται κυρίως σε επαγγελματικές εγκαταστάσεις αν και εφόσον δεν εξαιρούνται από την παράγραφο 2.3 (η οποία παράγραφος αναφέρει συγκεκριμένα κάποιες κατηγορίες κτιρίων που έχουν αυτό το δικαίωμα) του Προεδρικού Διατάγματος (41/2018) και όχι σε μικρά κτίρια ιδιωτικής χρήσης, ακόμα και αν κρίνεται από εμπειρογνώμονες (μηχανικούς πυρασφάλειας) ότι υπάρχει μεγάλος κίνδυνος για την εκδήλωση πυρκαγιάς, είτε λόγω της τοποθεσίας είτε λόγω των κατοικούνταν σε αυτά.

Πρέπει ακόμα να διευκρινιστεί ότι η πρόληψη της πυρκαγιάς είναι ευθυνή όλης της κοινωνίας και όχι απαραίτητα κάποιων συγκεκριμένων φορέων, δηλαδή για να εκπονηθεί ένα σχέδιο πρόληψης της πυρκαγιάς πρέπει να συμμετάσχουν αρκετοί φορείς και υπηρεσίες έτσι ώστε να σχεδιαστεί και να υλοποιηθεί σωστά χωρίς να προκύψουν σφάλματα κατά την εφαρμογή του σχεδίου όταν αυτό χρειαστεί. Πάντα με βέβαια ακολουθώντας της οδηγίες-κανονισμούς περί πυροπροστασίας του Προεδρικού Διατάγματος 41/2018

Η πρόληψη της πυρκαγιάς χωρίζεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες με βάση το (41/2018), την κατηγορία της παθητικής πρόληψης η οποία αφορά κυρίως την χωροταξική δομή του κτιρίου και τις προϋποθέσεις (πυρασφάλειας) που πρέπει καθοριστούν πριν αυτό εγερθεί και την κατηγορία της ενεργητικής πρόληψης η οποία αφορά κυρίως τις εγκαταστάσεις και τα μέσα τα οποία μπορούν να τοποθετηθούν στο κτήριο έτσι ώστε να επιτευχθεί με μεγαλύτερη επιτυχία πυροπροστασία του κτηρίου. Η ενεργητική και η παθητική πρόληψη θα αναλυθούν εκτενέστερα στις παρακάτω παραγράφους.

Όσον αφορά την παθητική πρόληψη, είναι αυτή που για να επιτευχθεί χρήζει την σωστή σχεδίαση του κτιρίου από τον υπεύθυνο αρχιτέκτονα σε συνεργασία πάντα με μηχανικό ασφαλείας-πυρασφάλειας, ουσιαστικά περιλαμβάνει τις δομικές απαιτήσεις

που είναι συνυφασμένες αφενός με τη προσπάθεια αποφυγής έναρξης πυρκαγιάς και αφετέρου με τον περιορισμό της διάδοσης της πυρκαγιάς μέσα στο κτίριο, ακόμα είναι τα μέτρα και οι κανονισμοί οι οποίοι λαμβάνονται κατά την δόμηση του κτιρίου και αφορούν την εκκένωση του κτιρίου (σχεδιαγράμματα διαφυγής), δηλαδή την εξασφάλιση της έγκαιρης και ασφαλούς διαφυγής του κοινού από το κτίριο σε περίπτωση πυρκαγιάς, την αποφυγή κατάρρευσής, αλλά και την αποφυγή μετάδοσης της χωρίς να έχει ξεκινήσει ακόμα η καταστολή της. Η παθητική πρόληψη δεν θα μας απασχολήσει ιδιαίτερα στην παρούσα μελέτη για την παλαιά πόλη της Κέρκυρας διότι δεν υπάρχει πεδίο εφαρμογής της καθώς έχουμε μόνο απαρχαιωμένη υπάρχουσα δόμηση σε όλη την επιφάνεια της.

Η Ενεργητική πρόληψη της πυρκαγιάς από την άλλη πλευρά, αφορά κυρίως την εγκατάσταση συστημάτων ανίχνευσης της πυρκαγιάς ή της μελλοντικής, πάντα σε άμεσο χρονικό διάστημα εκδήλωσης της πυρκαγιάς. Το βασικότερο όμως στοιχείο στην ενεργητική πρόληψη της πυρκαγιάς είναι η ειδοποίηση (σήμανση φωτεινή ή ηχητική) του κοινού που βρίσκετε στον χώρο εφαρμογής του συστήματος, ότι υπάρχει ή θα υπάρξει πυρκαγιά, καθώς και ο περιορισμός της ή αλλιώς η εξασφάλιση της οδού διαφυγής πριν ξεκινήσει η καταστολή της. Όλες οι οδηγίες περί ενεργητικής πρόληψης αναγράφονται στον κανονισμό πυροπροστασίας κτιρίων του Πυροσβεστικού Σώματος Ελλάδος μέσω του Προεδρικού διατάγματος υπ' αριθμών 41/2018, υπάρχουν πολλά συστήματα και πολλές επιλογές για ενεργητική πρόληψη, κάποιες από αυτές θα αναλυθούν σε επόμενες ενότητες. Επιπρόσθετα, είναι απαραίτητο να αναφερθεί πως η παρούσα μελέτη θα ασχοληθεί με την ενεργητική πρόληψη πυρκαγιάς καθώς έχει πολύ μεγάλο πεδίο εφαρμογής στην παλαιά πόλη της Κέρκυρας.

Τέλος καλό θα ήταν να αναφερθούν και σε κάποιες γενικές οδηγίες-ενεργείες που μπορούν να ακολουθηθούν για την πρόληψη της πυρκαγιάς από την ίδια την κοινωνία, χωρίς την χρήση τεχνολογιών παθητικής ή ενεργητικής πρόληψης. Ανάλογα λοιπόν με τις ιδιαιτερότητες του χώρου που θέλουμε να προστατέψουμε, θα πρέπει να κάνουμε και τις ανάλογες ενεργείες. Παραδείγματος χάρη θα ήταν καλό το κοινό ενός χώρου ο οποίος έχει εύφλεκτα υλικά (από χάρτινη ύλη μέχρι και υγρά καύσιμα) να μην καπνίζει, έτσι μειώνει την πιθανότητα του κινδύνου πυρκαγιάς. Ακόμα ο καλός καθαρισμός του χορού, η απομάκρυνση μη απαραίτητων υλικών όπως για παραδείγματα απορρίμματα, καθώς και ο τακτικός αερισμός του χώρου μειώνουν τον κίνδυνο έναρξης πυρκαγιάς. Επίσης, πολύ σημαντικός είναι ο έλεγχος-επιθεώρηση των ηλεκτρικών συσκευών αλλά κυρίως των θερμαντικών ηλεκτρικών συσκευών έτσι ώστε να εντοπιστούν τυχόν φθορές αλλά και γενικά να εξασφαλιστεί η σωστή τους λειτουργία. Τέλος , θα πρέπει να ελέγχεται και να εξασφαλίζεται η οδός διαφυγής του κτηρίου έτσι ώστε σε περίπτωση πυρκαγιάς να είναι προσβάσιμη για την εκκένωση του χώρου.

1.2 Το δικαίωμα της ζωής και η πρόληψη στο παρελθόν.

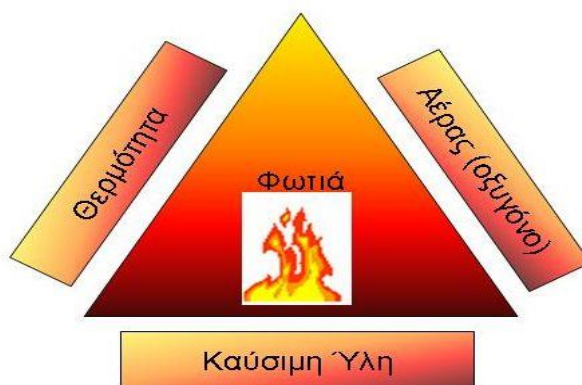
Το ανώτατο δικαίωμα στον κόσμο μας είναι δικαίωμα της ζωής, διότι κανένα άλλο δικαίωμα δεν έχει σημασία αν αυτό καταπατηθεί, ουσιαστικά αν δεν υπάρχει το δικαίωμα της ζωής, είναι ανούσιο να αναπτυχθούν άλλα δικαιώματα (Ramcharan, 1985), ή αλλιώς στην περίπτωση μας, εάν δεν προστατευθεί η ανθρώπινη ζωή. Για αυτό λοιπόν και ο ανώτατος σκοπός της πρόληψης της πυρκαγιάς είναι η προστασία της ανθρώπινης ζωής, η προστασία της αξίας της ανθρώπινης ζωής χωρίς διακρίσεις

καθώς το δικαίωμα της προστασίας είναι για όλους τους πολίτες. Είναι αξιοσημείωτο να αναφερθεί ότι η ζωή προστατεύεται σαφέστατα καλύτερα με την πρόληψη της πυρκαγιάς παρά με την καταστολή της, διότι θα προστατευθεί χωρίς την εκδήλωση αρνητικών παραγόντων που επιφέρει η καταστολή της πυρκαγιάς. Ο κυριότερος στόχος δηλαδή αυτής της μελέτης είναι να προστατευθεί η ανθρώπινη ζωή από τις επιπτώσεις μιας πυρκαγιάς, όσο το δυνατόν περισσότερο γίνεται αυτό, διότι δεν μπορεί να επιτευχθεί η απόλυτη προστασία της ζωής από την πυρκαγιά, όσα μετρά και αν λάβουμε.

Εάν ανατρέξει κανείς στην σύγχρονη ιστορία, μπορεί να συμπεράνει ότι η πρόληψη δεν είχε μεγάλη σημασία ή αλλιώς δεν έδιναν τόσο μεγάλη έμφαση σε αυτήν. Ειδικότερα την περίοδο της σύγχρονης τεχνολογικής ανάπτυξης του 20ου αιώνα η ασφάλεια και η προστασία των πολιτών δεν συμβάδιζε με την ταχέως αναπτυσσόμενη τεχνολογία, αναπτυσσότουσαν τεχνολογίες και εμπορευματοποιούνταν χωρίς να υπάρχει μέριμνα στο να προληφθούν ατυχήματα κατά τη χρήση των νέων αυτών τεχνολογιών από τους χρήστες. Ένα πολύ καλό παράδειγμα είναι αυτό της φιάλης προπάνιου, κατά τη χρήση της νέας τότε τεχνολογίας, υπήρχαν πολλά περιστατικά εκρήξεων εξαιτίας της λάθος εγκατάστασης ή ακόμα και της λάθος τοποθέτησης της φιάλης χωροταξικά αλλά υπήρχαν και περιστατικά ασφυξίας- δηλητηρίασης, κατά την κατασκευή της δεν έγινε η κατάλληλη μελέτη έτσι ώστε να προβλεφθούν-προληφθούν τα τυχόν ατυχήματα που θα μπορούσαν να συμβούν κατά την λειτουργία της. Μεγάλος παράγοντας των ατυχημάτων ήταν και η έλλειψη εμπειρίας σε ότι αφορά την πρόληψη, στην τότε εποχή σε σχέση με τη τεχνολογική ανάπτυξη, αλλά και τα ελάχιστα και ακριβά μέσα πυροπροστασίας που υπήρχαν τότε για να προστατεύσουν την ανθρώπινη ζωή και περιουσία. Τέλος αξίζει να αναφερθεί ότι αυτή η έλλειψη στην πρόληψη και στην ασφάλεια που υπήρχε τότε, ήταν λόγω της χαμηλότερης αξίας της ζωής και των ανθρωπίνων δικαιωμάτων σε σχέση με την βαρύτητα που δίνεται στις μέρες μας.

1.3 Το τρίγωνο της φωτιάς.

Η φωτιά είναι αποτέλεσμα χημικής ένωσης, της λεγόμενης καύσης, για να ξεκινήσει η καύση πρέπει να υπάρξει συνύπαρξη της καύσιμης ύλης, του οξυγόνου καθώς και της θερμότητας, η οποία θερμότητα είναι παράγοντας μέσω του οποίου η καύσιμη ύλη φτάνει στο σημείο ανάφλεξης της και με την συμβολή του οξυγόνου έχουμε την χημική ένωση της καύσης. Αν δεν συνυπάρχουν και οι τρεις παράγοντες είναι αδύνατο να ξεκινήσει το φαινόμενο της καύσης.



Εικόνα 1. Το τρίγωνο της φωτιάς, ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε

1.3.1 Το φαινόμενο της Αυτανάφλεξης.

Το φαινόμενο της αυτανάφλεξης δημιουργείται όταν η καύσιμη ύλη αναφλέγεται μέσω της θερμότητας που λαμβάνει από μία άλλη πηγή χωρίς να υπάρχει επαφή της με αυτή. Αυτό γίνεται διότι όλες οι καύσιμες ύλες έχουν συγκεκριμένη θερμοκρασία ανάφλεξης, στην οποία αναφλέγονται καθώς δεν υπάρχει πλέον ύπαρξη υγρασίας στο εσωτερικό τους. Παραδείγματος χάρη, έστω ότι το ξύλο είναι η καύσιμη ύλη, μετά από κάποια θερμοκρασία η οποία εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του, αναφλέγεται διότι η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από αυτήν που μπορεί να αντέξει (έχει ουσιαστικά αφυδατωθεί).

1.3.2 Η διαφορά της φωτιάς από την πυρκαγιά

Πρέπει να διευκρινιστεί ότι φωτιά και πυρκαγιά είναι δύο διαφορετικοί όροι. Φωτιά είναι το αποτέλεσμα της ταυτόχρονης ύπαρξης φλόγας και θερμότητας λόγω της χημικής αντίδρασης της καύσης, πρόκειται δηλαδή για παράγωγο χημικής αντίδρασης της καύσης σε ελεγχόμενη μορφή, σε μορφή δηλαδή που μπορεί να ελεγχθεί η ύπαρξη της. Από την άλλη πλευρά, πυρκαγιά είναι η ανεξέλεγκτη και ζημιογόνα φωτιά που παράγεται από το ανεξέλεγκτο πλέον φαινόμενο της καύσης. Ουσιαστικά πυρκαγιά ονομάζουμε την μεγάλη και ανεξέλεγκτη ύπαρξη φωτιάς.

1.3.3 Η καύσιμη ύλη.

Η καύσιμη ύλη καθώς και τα κατάλοιπα της είναι πολύ σημαντική για αυτήν την έρευνα, για αρχή πρέπει να διευκρινιστεί ότι υπάρχουν τρεις κατηγορίες καυσίμων, τα στερεά, τα υγρά και τα αέρια, στη περίπτωση των στερεών και των υγρών απλά μπορεί να προληφθεί η εξάπλωση της πυρκαγιάς εντοπίζοντας τα κατάλοιπα τους δηλαδή το μονοξείδιο του άνθρακα και τον καπνό, στη περίπτωση των αερίων μπορεί να προληφθεί πλήρως η έναρξη της καύσης διότι μπορούν να εντοπιστούν πριν αναφλεχθούν. Τέλος αξίζει να ειπωθεί ότι οτιδήποτε σε στερεά υγρή και αέρια μορφή στο χωρόχρονο μπορεί να θεωρηθεί καύσιμη ύλη, ακόμα και το νερό.

1.3.4 Η θερμότητα.

Η θερμότητα είναι παράγοντας ο οποίος μπορεί να μας ειδοποιήσει κατά την έναρξη της φωτιάς, ή ακόμα και πριν την έναρξη της πυρκαγιάς εντοπίζοντας υψηλές θερμοκρασίες πριν από τα σημεία ανάφλεξης της καύσιμης ύλης στον χώρο. Αποτελεί τη σημαντικότερη παράμετρο για την έναρξη της διότι είναι ο παράγοντας που προκαλεί την ανάφλεξη της καύσιμης ύλης.

1.3.5 Το οξυγόνο.

Το οξυγόνο δεν θα μας απασχολήσει σε αυτήν την μελέτη διότι η έλλειψη του, δηλαδή σε περιεκτικότητα μικρότερη του 21% στον χώρο δεν είναι παράγοντας ο οποίος είναι άμεσος ή έστω πιο άμεσος από το μονοξείδιο για τον εντοπισμό του ο οποίος εντοπισμός θα βοηθήσει στη πρόληψη της πυρκαγιάς.

1.3.6 Τρίγωνο της φωτιάς και πρόληψη.

Τα δομικά στοιχεία λοιπόν του τριγώνου της φωτιάς, είναι αυτά τα οποία μπορούν να δώσουν τις βάσεις για σωστότερη πρόληψη καθώς με την βοήθεια τους μπορεί να εντοπιστεί αρκετά πριν η διαδικασία της έναρξης της καύσης αλλά και λίγο μετά την έναρξη της πράγμα που βοηθά στην έγκαιρη μετακίνηση του κοινού στην οδό διαφυγής αλλά και στην έγκαιρη καταστολή της πιθανής πυρκαγιάς.

1.4 Κυριότερες αίτιες εκδήλωσης πυρκαγιάς.

Οι πυρκαγιές σε αστικό περιβάλλον σύμφωνα με τα στατιστικά του πυροσβεστικού Σώματος Ελλάδος προκαλούνται σχεδόν στο σύνολο τους από αμέλεια δηλαδή από απροσεξία ανθρώπινου παράγοντα, αλλά και τυχαία, οι οποίες συνήθως προκαλούνται από βραχυκύκλωμα, υψηλή πίεση, τριβή και οποιαδήποτε άλλη αιτία στην οποία δεν έχει σχέση ανθρώπινος παράγοντας. Ακόμα, υπάρχουν και οι περιπτώσεις που η έναρξη της πυρκαγιάς γίνεται συνειδητά και εσκεμμένα από τον άνθρωπο, δηλαδή εμπρησμός, κάτι το οποίο δεν μπορεί να προληφθεί και δεν θα μας απασχολήσει στη παρούσα μελέτη. Οι επικρατέστερες αιτίες λοιπόν σύμφωνα με τα στατιστικά είναι οι παρακάτω:

-Οι γυμνές φλόγες (φλόγες δηλαδή από κεριά, σπίρτα, αναπτήρες, εστίες πυρός κλπ.) οι οποίες έρχονται σε επαφή (μεταγωγική μετάδοση πυρός) με καύσιμη ύλη και προκαλούν ταχέως εξελισσόμενη πυρκαγιά.

-Ο ηλεκτρισμός, πιθανά βραχυκυκλώματα καλωδίων τα οποία υπερθερμαίνονται και λιώνουν είναι υπεύθυνα σε μεγάλο βαθμό για την έναρξη πυρκαγιάς μέσω της διαδικασίας της μεταγωγής.

-Οι ηλεκτρικές συσκευές, στις οποίες συνήθως γίνεται λάθος χρήση τους, μπορούν να προκαλέσουν έναρξη πυρκαγιάς κατά την λειτουργία τους. Για παράδειγμα, το στεγνωτήριο ρούχων είναι πολύ πιθανή αιτία έναρξης πυρκαγιάς όταν σε αυτό τοποθετείτε ιματισμός ο οποίος είναι εμποτισμένος με ποσότητα εύφλεκτων υλικών όπως είναι η βενζίνη και το διαλυτικό χρώματος, ουσιαστικά αναφλέγετε ο εμποτισμένος ιματισμός με αποτέλεσμα να αναφλεχθεί όλο το στεγνωτήριο.

- Οι θερμάστρες παντός τύπου (ηλεκτρικές ή προπάνιου) έχουν μεγάλη επικινδυνότητα καθώς μπορούν να φτάσουν την καύσιμη ύλη γύρω τους με την διαδικασία της μεταφοράς με ακτινοβολία στο φαινόμενο της αυτανάφλεξης. Ακόμα μπορεί να γίνει ανάφλεξη με μεταγωγική μετάδοση σε περίπτωση που η καύσιμη ύλη έρθει σε επαφή με την θερμάστρα.

-Τα ανοιχτά τζάκια αλλά και οι σόμπες έχουν μεγάλη επικινδυνότητα κατά την λειτουργία τους διότι υπάρχει μεγάλη πιθανότητα (εκτός από την εξάπλωση μέσω της γυμνής φλόγας) εξάπλωσης μέσω του σπινθηρισμού, ένας και μόνον σπινθήρας είναι ικανός να προκαλέσει την έναρξη πυρκαγιάς αν βρεθεί σε επαφή με καύσιμη ύλη.

-Οι εστίες μαγειρικής, πολλές φορές με την υπερβολική θέρμανση των τροφίμων που παρασκευάζονται εκείνη την στιγμή, μπορεί να προκληθεί έναρξη πυρκαγιάς, αν παραδείγματος χάρι το λάδι μαγειρικής φτάσει στο σημείο ανάφλεξης του μπορεί να

προκαλέσει έναρξη πυρκαγιάς και μάλιστα πυρκαγιά που εντάσσεται στην κατηγορία ελαίων και είναι πολύ δύσκολο να αντιμετωπιστεί.

- Τα τσιγάρα, αποτελούν μια αξιοσημείωτη αιτία έναρξης πυρκαγιάς καθώς πολλές φορές με την καύτρα τους μπορεί να αναφλέξουν καναπέδες και χαλιά ή ακόμα και το ίδιο το αποθετήριο της στάχτης τους.

- Το ιατρικό οξυγόνο που χρησιμοποιείται σε κάποιες οικίες για τους κατ' οικον νοσηλείας ασθενών, αποτελεί σοβαρό πρόβλημα καθώς αυξάνει κατά πολύ και τις ποσότητες του οξυγόνου στον χώρο, έτσι λόγω της μεγάλης ποσότητας του στον χώρο μπορεί από μία μικρή εστία φωτιάς να προκληθεί ταχέως εξελισσόμενη και ανεξέλεγκτη πυρκαγιά.

1.5 Το πρόβλημα της παλιάς πόλης της Κέρκυρας.

Το πρόβλημα που αντιμετωπίζει η παλιά πόλη της Κέρκυρας έχει υψηλή πολυπλοκότητα και εξ αρχής πρέπει να διευκρινιστεί ότι ποτέ δεν πρόκειται να λυθεί εξ ολοκλήρου. Όλοι οι παράγοντες πλέον στρέφονται ενάντιων της πυρασφάλειας της παλιάς πόλης. Υπάρχει σοβαρό πρόβλημα από την χωροταξική - κτιριακή δομή μέχρι και τους κατοίκους της. Είναι καλό όμως να γίνει μια εκτενής ανάλυση καθώς θα βοηθήσει στη δημιουργία τους συστήματος πρόληψης της συγκεκριμένης εργασίας. Μετά από προσωπική έρευνα-αυτοψία παρουσιάζονται τα παρακάτω προβλήματα που εντοπίστηκαν.

1.5.1 Τα κτήρια της Παλαιάς πόλης.

Η παλαιά πόλη απαρτίζεται από μεγάλης ηλικίας πολυώροφα κτίρια τα οποία αποτελούνται από ξύλινα εξ ολοκλήρου δάπεδα και οροφές που λόγω του μεγάλου χρονικού διαστήματος που είναι τοποθετημένα έχουν χάσει τη εσωτερική τους υγρασία. Το ίδιο πρόβλημα παρατηρείται και στα κλιμακοστάσια τα οποία είναι κατασκευασμένα από ξύλο και στις περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι ευρύχωρα. Ακόμα σε όσα κτίρια υπάρχει στέγη αποτελείται από βαρέως τύπου ξυλεία η οποία σε περίπτωση πυρκαγιάς καθιστά σοβαρό κίνδυνο λόγω πτώσης. Είναι απαραίτητο να αναφερθεί ότι πολλά από τα κτίρια είναι μεσοτοιχίες, πράγμα που καθιστά πιο επικίνδυνη την περιοχή για ταχεία μετάδοση της πυρκαγιάς.

1.5.2 Οι ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις της.

Οι ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις είναι σχεδόν τόσο απαρχαιωμένες όσο και τα κτήρια της παλαιάς πόλης το οποίο προκαλεί σοβαρό πρόβλημα βραχυκυκλώματος και ηλεκτρικής πυρκαγιάς, καθώς και μετάδοσης αυτής μέσω των προστατευτικών καλυμμάτων των καλωδίων σε όλο το κτίριο, κάτι το οποίο μπορεί να προκαλέσει ανεξέλεγκτη μετάδοση της πυρκαγιάς.

1.5.3 Η θέρμανση των κτηρίων.

Σε σχεδόν όλες τις περιπτώσεις δεν υπάρχουν λεβητοστάσια και γενικότερα θέρμανση με λέβητες αντί αυτού η θέρμανση στις οικίες γίνεται με ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα (χαλαζία, αερόθερμα, θερμοπομποί) και σώματα θέρμανσης τροφοδοτούμενα με υγραέριο. Σύμφωνα λοιπόν με στοιχεία από καταγραφή συμβάντων πυρκαγιάς, οι

παραπάνω τρόποι θέρμανσης έχουν αποτελέσει πάρα πολλές φορές την αιτία για έναρξη πυρκαγιάς σε όλο το ιστορικό κέντρο.

1.5.4 Τα κλιμακοστάσια της.

Τα ξύλινα κλιμακοστάσια αποτελούν μεγάλο πρόβλημα καθώς όπως έχει αναφερθεί παραπάνω όντας μικρά και παλαιά υπάρχει σοβαρή περίπτωση ανάφλεξης τους, που συνεπάγεται τη καταστροφή τους και τον εγκλωβισμό των κατοίκων του κτιρίου. Τα κλιμακοστάσια είναι ένα πολύ ευαίσθητο κομμάτι της παλαιάς πόλης διότι αρκεί να καταστραφεί ένα μικρό κομμάτι τους για να αποκόψει την πρόσβαση στην μοναδική οδό διαφυγής από το κτήριο σε περίπτωση πυρκαγιάς.

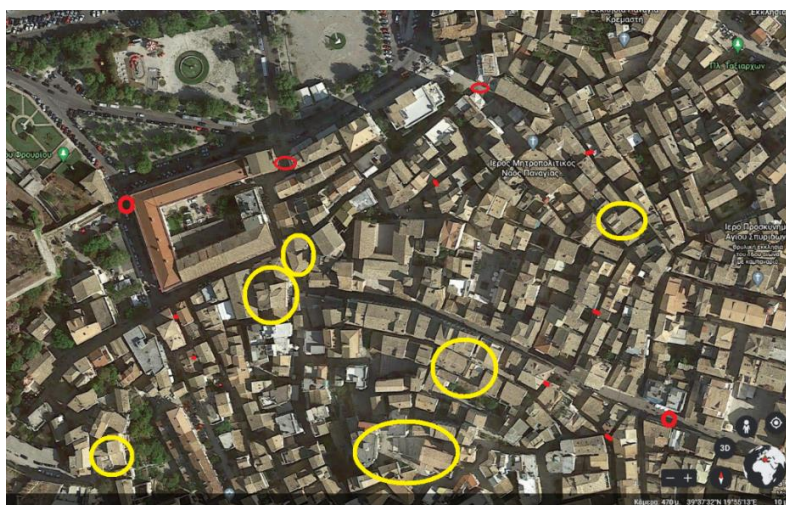
1.5.5 Το οδικό δίκτυο της.

Το οδικό δίκτυο της είναι πολύ ιδιαίτερο. Η πρόσβαση στη παλαιά πόλη είναι αρκετά δύσκολη και τις περισσότερες φορές ακατόρθωτη, αυτό συμβαίνει διότι όλοι οι δρόμοι είναι πολύ στενοί με σκαλοπάτια σε αρκετά σημεία και τις περισσότερες φορές δεν υπάρχει δυνατότητα για πρόσβαση πάντως τύπου οχημάτων, πράγμα που σημαίνει ότι δεν μπορεί να γίνει άμεσα διάσωση και καταστολή της πυρκαγιάς. Ένα ακόμα φαινόμενο που παρατηρείται είναι η έλλειψη σε υδρίες τροφοδότης νερού για πυροσβεστικές εγκαταστάσεις, η οποία έλλειψη δεν είχε προβλεφθεί κατά τη δόμηση της πόλης, πράγμα που κάνει ακόμα πιο δύσκολη την διάσωση της ανθρώπινης ζωής και καταστολή της πυρκαγιάς.

1.5.6 Ο χώρος στάθμευσης

Μεγάλο πρόβλημα αποτελεί και η έλλειψη χώρου σταθμεύσεως για τους κατοίκους της παλαιάς πόλης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την στάθμευση οχημάτων σε οποιοδήποτε σημείο της πόλεως εμποδίζοντας έτσι την διέλευση των οχημάτων του Πυροσβεστικού Σώματος σε περίπτωση πυρκαγιάς. Έχει παρατηρηθεί πολλές φορές η αδυναμία πρόσβασης στην παλαιά πόλη εξαιτίας των παραπάνω.

1.5.7 Κάτοψη τμήματος της παλαιάς πόλης.



Εικόνα 2. Κάτοψη βόρειου τμήματος Παλαιάς πόλης, Google Maps.

Με την κάτοψη που παρουσιάζεται παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι το οδικό δίκτυο στο μεγαλύτερο μέρος του αποτελείται από στενά μονοπάτια (συμβολισμός με κόκκινη παύλα) που σε ορισμένες περιπτώσεις δεν μπορεί να έχει πρόσβαση ακόμα και μοτοσυκλέτα. Ακόμα παρατηρείται ότι τα σημεία πρόσβασης (εισόδου-εξόδου) είναι ελάχιστα σε σχέση με την πυκνότητα της σύστασης της (συμβολισμός με κόκκινο κύκλο). Τέλος αποδεικνύεται η ύπαρξη μεσοτοιχιών (συμβολισμός με κίτρινο κύκλο). Οι συμβολισμοί στην εικόνα 2 έγιναν ενδεικτικά για την προβολή του προβλήματος στο σύνολο της παλαιάς πόλης.

1.5.8 Οι κάτοικοι της παλαιάς πόλης.

Ακόμα και οι κάτοικοι της παλαιάς πόλης αποτελούν κίνδυνο για αυτήν, καθώς το μεγαλύτερο σύνολο της αποτελείται από κατοίκους μεγαλύτερης ηλικίας οι οποίοι δεν γνωρίζουν το πώς θα προστατευτούν από μία πυρκαγιά και το πώς θα αντιδράσουν σε περίπτωση ύπαρξης της. Ακόμα και η ταχύτητα που θα αντιληφθούν την ύπαρξη πυρκαγιάς αλλά και η ταχύτητα με την οποία θα αντιδράσουν αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα για την προστασία της ζωής τους και την εξέλιξη της πυρκαγιάς. Τέλος πρέπει να αναφερθεί ότι ο κίνδυνος θανάτου από πυρκαγιές που προκαλούνται στις οικίες αυξάνεται ραγδαία κατά το πέρας της ηλικίας των κατοικούντων σε αυτές.

1.6 Η επικινδυνότητα της παλαιάς πόλης.

Από την παραπάνω παρουσίαση των προβλημάτων που αντιμετωπίζει η παλαιά πόλη της Κέρκυρας αποδεικνύεται ότι υπάρχει τεράστιος κίνδυνος σε περίπτωση πυρκαγιάς. Πιο συγκεκριμένα σε περίπτωση πυρκαγιάς υπάρχει μεγάλος κίνδυνος για ραγδαία εξέλιξη της πυρκαγιάς λόγω των υλικών δόμησης από τα οποία αποτελούνται τα κτίρια καθώς και ταχεία εξάπλωση της πυρκαγιάς σε όλη τη συνοικία της παλαιάς πόλης λόγω των μεσοτοιχιών που υπάρχουν στα κτήρια. Ακόμα, σημαντικό μέγεθος είναι ο κίνδυνος για εγκλωβισμό των κατοικούντων εντός των οικημάτων καθώς η μοναδική οδός διαφυγής από το κτήριο είναι το άκρο εύφλεκτο ξύλινο κλιμακοστάσιο και σε συνδυασμό με το οδικό δίκτυο το οποίο παρέχει πολύ περιορισμένες δυνατότητες πρόσβασης σε οχήματα εκτάκτου ανάγκης, καθίσταται σοβαρό ενδεχόμενο για εγκλωβισμό των κατοίκων και αδυναμία επέμβασης της πυροσβεστικής υπηρεσίας του νησιού. Έτσι καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η προστασία της ανθρώπινης ζωής στην παλαιά πόλη λόγω της επικινδυνότητας της είναι μειωμένη, συνεπώς, η παλαιά πόλη είναι αρκετά επικίνδυνη για τους κατοίκους της. Αυτήν την επικινδυνότητα έχει σκοπό να μειώσει η παρούσα μελέτη.

1.7 Τεχνολογίες της παλαιάς πόλης.

Οι τεχνολογίες πυροπροστασίας και καταστολής πυρκαγιάς που εφαρμόζονται στην παλαιά πόλη της Κέρκυρας ακολουθούν τις οδηγίες του Προεδρικού Διατάγματος 41/2018, δηλαδή ακολουθούν όλες τις ενεργητικές και παθητικές τεχνολογίες πρόληψης που ισχύουν, ανάλογα βεβαίως πάντα με τις ιδιότητες αλλά και ιδιαιτερότητες του χώρου που εφαρμόζονται. Ωστόσο αξίζει να αναφερθεί ότι, σημαντικό ρόλο για τις συγκεκριμένες τεχνολογίες έχουν και οι εταιρίες οι οποίες διαχειρίζονται τους επαγγελματικούς χώρους και αυτό εξαρτάται από την πολιτική ασφαλείας που ακολουθούν σαν εταιρίες και το πόσο βαρύτητα ρίχνουν στην ασφάλεια αυτών των χώρων καθώς και του κοινού, σε πολλές εταιρίες λοιπόν τα μέτρα είναι περισσότερα από αυτά που ορίζει ο 41/2018. Παραδείγματος χάρι η Airbnb προτιμά να προωθήσει

τα καταλύματα που έχουν ανιχνευτές καπνού, ανιχνευτές υγραερίου και ανιχνευτές μονοξειδίου του άνθρακα, έτσι με αυτόν τον τρόπο ουσιαστικά παροτρύνει τους ιδιοκτήτες στο να κάνουν τα καταλύματα τους πιο ασφαλή.

-Πιο συγκεκριμένα, οι επαγγελματικοί χώροι εστίασης είναι εξοπλισμένοι με συστήματα ανίχνευσης θερμότητας τα οποία είναι συνδεδεμένα με αυτόματο σύστημα καταιονισμού το οποίο βρίσκεται πάνω από τις εστίες μαγειρικής αλλά και στον χορό αποθήκευσης των καυσίμων (φιάλες προπάνιου), έτσι ώστε κατά την ανίχνευση μεγαλύτερης από το επιτρεπτό όριο θερμότητας (το οποίο είναι καθορισμένο στον ανιχνευτή), ξεκινάει η διαδικασία αυτόματης κατάσβεσης του χώρου. Ακόμα σε κάποιους επαγγελματικούς χώρους είναι τοποθετημένοι και αισθητήρες ανίχνευσης αερίων έτσι ώστε να προληφθεί η διαρροή αερίου στον περιβάλλοντα χώρο.

-Στις δομές στέγασης (μικρά ξενοδοχεία, ενοικιαζόμενα δωμάτια κτλ.) υπάρχουν ανιχνευτές καπνού οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι σε κεντρικό δίκτυο που καταλήγει σε πίνακα ελέγχου, επίσης διαθέτουν πυροσβεστήρες χειρός σε σημεία τα οποία σε περίπτωση πυρκαγιάς πρέπει να εξασφαλιστούν για να μπορέσει να εξασφαλιστεί και η οδός διαφυγής, σε κάποια από αυτά υπάρχουν και ανιχνευτές μονοξειδίου διότι είναι απαραίτητο χαρακτηριστικό από την υπηρεσία διαχείρισης ορισμένων καταλυμάτων. Ακόμα σε κάποια μεγαλύτερα ξενοδοχεία, περιφερειακά της παλαιάς πόλης είναι απαραίτητο βάση του 41/2018 να υπάρχει και μόνιμη εγκατάσταση υδροδοτικό δικτύου κατάσβεσης εσωτερικά του κτηρίου, καθώς και μέσα κατάσβεσης (σωλήνες κ.τ.λ.) για την λειτουργία του δικτύου σε περίπτωση που χρειαστεί.

-Σε καταστήματα λιανεμπορίου προβλέπεται να υπάρχουν μόνο πυροσβεστήρες σε ποσότητα ανάλογη με τα τετραγωνικά του καταστήματος για την εξασφάλιση κατάσβεσης πιθανής εστίας φωτιάς.

-Σε ιδιωτικές οικίες, δεν υπάρχει κανένας κανονισμός που να υποχρεώνει τους κατοίκους να εξοπλίζονται με συστήματα πρόληψης – καταστολής της πυρκαγιάς, η προμήθεια εξοπλισμού γίνεται λοιπόν μόνον αν θέλουν οι ίδιοι να προστατέψουν της οικία τους αλλά και την σωματική τους ακεραιότητα.

1.8 Τεχνολογίες πρόληψης πυρκαγιάς

Όπως έχει αναφερθεί για την συγκεκριμένη μελέτη, μας αφορά κυρίως η ενεργητική πρόληψη της πυρκαγιάς, για αυτό και παρακάτω θα αναφερθούν συστήματα που είναι ενταγμένα στην ενεργητική αυτή κατηγορία. Αρχικά πρέπει να αναφερθεί ότι οι τεχνολογίες πρόληψης είναι πάρα πολλές, θα περιοριστούμε όμως σε αυτές που είναι κατάλληλες για μικρούς χώρους όπως είναι οι ιδιοκτήτες κατοικίες, που για αυτές πραγματοποιείται και η παρούσα μελέτη.

-Ανιχνευτές γυμνής φλόγας, χρησιμοποιούνται κυρίως σε μεγάλους χώρους διότι έχουν μεγάλη εμβέλεια, όμως υπάρχει δυνατότητα και για την αξιοποίηση τους σε μικρότερους χώρους, η ανίχνευση την φλόγας γίνεται μέσω της ανίχνευσης της υπέρυθρης ακτινοβολίας που παράγεται κατά την καύση, έτσι εντοπίζεται συγκεκριμένο μήκος κύματος από τα κάτωπτερα των αισθητήρων, αυτό καθιστά λοιπόν την ανίχνευση και μη ορατής με το μάτι φλόγα όπως αυτή που παράγεται από αέρια καύσιμα. Για αυτό λοιπόν χρησιμοποιούνται σε χώρους αποθήκευσης και χρήσης

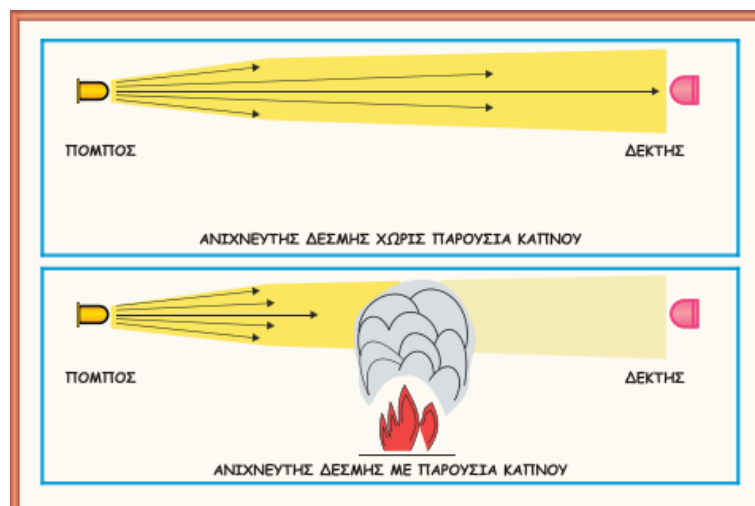
υγρών και αέριων καυσίμων (κουζίνες, λεβητοστάσια κ.ά.) που σε περίπτωση πυρκαγιάς δεν θα είναι άμεση η παραγωγή καπνού.

-Ανιχνευτές ορατού καπνού, χρησιμοποιούνται σε μικρούς χώρους έτσι ώστε να μπορέσει να γίνει άμεσα αντιληπτή η ύπαρξη του ορατού καπνού. Για να τον εντοπίσουν, ο καπνός πρέπει να εισέλθει στον θάλαμο του αισθητήρα-ανιχνευτή έτσι ώστε να γίνει αντιληπτό από τον δέκτη του ανιχνευτή μέσω των υπέρυθρων κυμάτων που δέχεται από τον πομπό του ανιχνευτή, ότι υπάρχει καπνός στον χώρο. Ουσιαστικά ο δέκτης με την παρουσία καπνού λαμβάνει μικρότερη ποσότητα κύματος από αυτή που στέλνει ο πομπός, διότι ο καπνός απορροφά-εμποδίζει μέρος του κύματος που εκπέμπεται να φτάσει στον δέκτη, έτσι ο δέκτης καταλαβαίνει ότι υπάρχει καπνός και αυτή η διεργασία τον κάνει να ενεργοποιηθεί.



Εικόνα 3. Ανιχνευτής ορατού καπνού, Olympia electronics

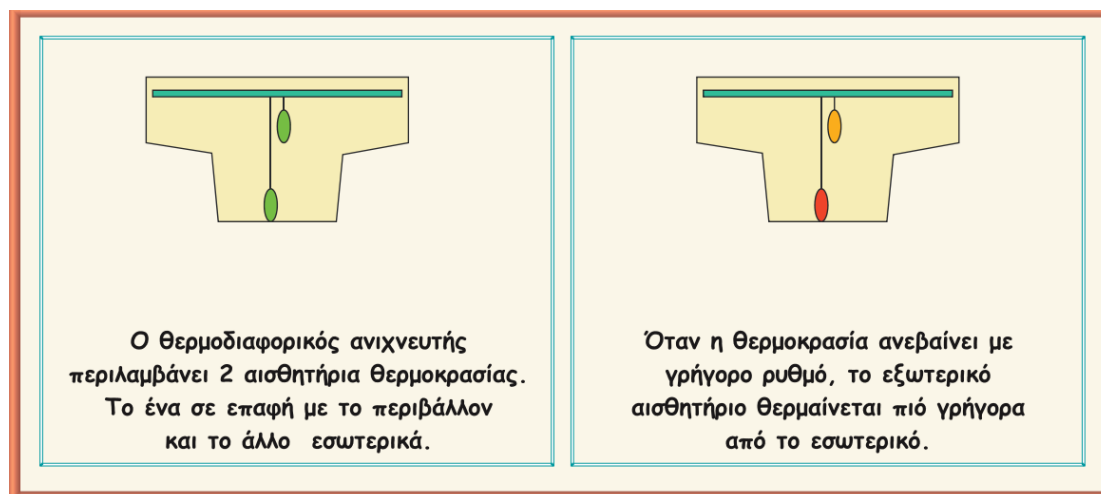
-Ανιχνευτές καπνού δέσμης, είναι ανιχνευτές οι οποίοι δεν έχουν θάλαμο ανίχνευσης αλλά χρησιμοποιούν σαν θάλαμο τον χώρο τον οποίο είναι τοποθετημένοι. Ο πομπός και ο δέκτης, οι οποίοι τοποθετούνται σε απέναντί πλευρές του κτηρίου έχουν την δυνατότητα κάλυψης όλου του χώρου καθώς ο πομπός στέλνει μέσω του χώρου (και όχι μέσω υπαρκτού θαλάμου) την δέσμη κύματος στον δέκτη. Η διαδικασία εντοπισμού είναι η ίδια με την διαδικασία εντοπισμού το ορατού καπνού, απλά χωρίς την ύπαρξη καθορισμένου θαλάμου ανίχνευσης. Το μειονέκτημα είναι ότι θα πρέπει οι καλωδιώσεις να φτάσουν και στον πομπό και στον δέκτη από το κεντρικό σύστημα πυρανίχνευσής.



Εικόνα 4. Ανιχνευτής καπνού δέσμης, Olympia electronics

-Ανιχνευτές μονοξειδίου του άνθρακα, είναι ικανοί να εντοπίσουν το αόρατο και άοσμο, επικίνδυνο για την ζωή του ανθρώπου (προκαλεί δηλητηρίαση, ουσιαστικά ασφυξία διότι έχει την δυνατότητα να εκτοπίζει το οξυγόνο) μονοξείδιο του άνθρακα. Το μονοξείδιο εντοπίζεται στο θάλαμο του αισθητήρα με την ίδια διαδικασία που εντοπίζεται ο ορατός καπνός, εντοπίζεται δηλαδή από τον δέκτη του αισθητήρα κύματα λιγότερα από αυτά που στέλνει ο πομπός. Αξίζει να αναφερθεί ότι το μονοξείδιο δεν είναι εύφλεκτο, αλλά η ανίχνευση του εντάσσεται στη πυρασφάλεια διότι είναι παράγωγο της καύσης.

-Ανιχνευτές θερμότητας, ο ρόλος τους είναι ο εντοπισμός της αύξησης της θερμοκρασίας υπάρχουν δύο κατηγοριών ανιχνευτές θερμότητας. Ο θερμοδιαφορικός ανιχνευτής ο οποίος εντοπίζει την απότομη αύξηση της θερμοκρασίας στον χώρο, ο ανιχνευτής αποτελείται από δύο αισθητήρες, ο ένας εκ των οποίων είναι ευαίσθητος (τοποθετημένος σε άμεση επαφή με το περιβάλλον) στην αύξηση της θερμοκρασίας και ένας εκ των οποίων δεν είναι τόσο ευαίσθητος (εσωτερικά του ανιχνευτή τοποθετημένος). Έτσι κατά την αύξηση της θερμοκρασίας συγκρίνονται οι τιμές των δύο αισθητήρων αν υπάρξει μεγάλη διαφορά ανάμεσα τους τότε ο κεντρικός αισθητήρας ενεργοποιείται.



Εικόνα 5. Θερμοδιαφορικός ανιχνευτής θερμότητας, Olympia electronics

-Η δεύτερη κατηγορία ανιχνευτών αύξησης θερμοκρασίας είναι αυτή της θερμικής ανίχνευσης. Ο θερμικός ανιχνευτής ανιχνεύει θερμοκρασία η οποία ξεπερνάει τα προκαθορισμένα όρια του, για να ενεργοποιηθεί λοιπόν, η θερμοκρασία του χώρου πρέπει να ξεπεράσει την προκαθορισμένη θερμοκρασία ανοχής του θερμικού ανιχνευτή. Ο εντοπισμός γίνεται από έναν και μόνο αισθητήρα ο οποίος μπορεί να είναι είτε σε άμεση επαφή με το περιβάλλον είτε και όχι, αναλόγως με την ευαισθησία που θέλει να δώσει ο εκάστοτε κατασκευαστής του ανιχνευτή.

-Ανιχνευτές αερίων, χρησιμοποιούνται για να εντοπίσουν αέρια όπως προπάνιο, βουτάνιο και μεθάνιο, τα οποία εκτός από το ότι είναι εξαιρετικά εύφλεκτα, μπορούν να προκαλέσουν αναπνευστική δηλητηρίαση ή και ασφυξία, αλλά και αν η περιεκτικότητά τους στον χώρο είναι πάνω από συγκεκριμένα ποσοστά μπορεί να γίνει έκρηξη αυτών, ακόμα και κατά την έναρξη οποιασδήποτε ηλεκτρικής συσκευής, (παραδείγματος χάρη: έναρξη μοτέρ ηλεκτρικού ψυγείου, εναλλαγή θέσης σε διακόπτη ηλεκτρικού κυκλώματος) για αυτό λοιπόν οι αισθητήρες ενεργοποιούνται

πριν τα αέρια φτάσουν στα ποσοστά τα οποία μπορούν να εκραγούν με την ύπαρξη σπινθηρισμού. Οι ανιχνευτές που θα μας απασχολήσουν εντοπίζουν το φυσικό αέριο, δηλαδή την ύπαρξη μεθανίου στον χώρο (το μεθάνιο είναι βασικό συστατικό του φυσικού αερίου) και αυτοί που εντοπίζουν υγραέριο, δηλαδή βουτάνιο και προπάνιο (τα οποία αποτελούν βασικά συστατικά του υγραερίου). Η λειτουργία των ανιχνευτών είναι ίδιας μορφής με αυτής του ορατού καπνού, δηλαδή εάν μέσα στον θάλαμο ανίχνευσης εντοπιστούν κύματα από τον δέκτη τα οποία είναι λιγότερα από τα κύματα που έστειλε ο πομπός, τότε προκαλείται ενεργοποίηση του ανιχνευτή, ακόμα αυτή η έλλειψη σε μήκος κύματος μετράτε για να μπορέσει να καθοριστεί από τον αισθητήρα η τιμή του αερίου που υπάρχει στον χώρο.

-Ανιχνευτές αερίων με χρήση αντίστασης, οι συγκεκριμένοι ανιχνευτές έχουν την δυνατότητα να εντοπίζουν αέρια με την χρήση μιας χημικής αντίστασης η οποία αντιδράει με τον ορατό καπνό και τα αέρια καύσιμα παράγοντάς διαφορετικές τιμές για κάθε ένα από τα αέρια που εντοπίζει, έτσι σύμφωνα με την τιμή που δίνει η χημική αντίσταση την χρονική στιγμή που γίνεται η ανίχνευση μπορεί να γίνει κατανοητό το τι αέρια υπάρχουν στον περιβάλλοντα χώρο του αισθητήρα. Οι συγκεκριμένοι ανιχνευτές είναι οικονομικότεροι σε σχέση με του παραπάνω και σε κόστος αλλά και σε οικονομία χώρου, καθώς δεν χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν περισσότεροι αισθητήρες για την ξεχωριστή ανίχνευση, για αυτό λοιπόν θα χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση των αερίων (καυσίμων και κατάλοιπων) του συστήματος πυρασφαλείας της παρούσας εργασίας.

-Οι ανιχνευτές μπορούν να λειτουργήσουν είτε αυτόνομα, δηλαδή, ανεξάρτητοι από οποιοδήποτε μονάδα, είτε και σε σύνδεση με σύστημα πυροπροστασίας το οποίο διαθέτει κεντρική μονάδα για να επεξεργάζεται τα σήματα των αισθητήρων και να ειδοποιεί-ενεργεί εάν κρίνεται απαραίτητο από τον αλγόριθμο του. Με τη χρήση κεντρικής μονάδας μπορεί να γίνει καλύτερος προγραμματισμός του συστήματος σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του χώρου που θα εγκατασταθεί, έτσι ώστε να μπορεί να γίνει πιο άμεσες και εξακριβωμένες ειδοποιήσεις-ενεργείες.

1.9 Παράδειγμα εγκατάστασης στην Ευρώπη.

Σε χώρες του εξωτερικού εγκαθίστανται κυρίως ολοκληρωμένα συστήματα πυρανίχνευσης, αλλά και συστήματα κατάσβεσης - καταστολής έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η προσβασιμότητα της οδούς διαφυγής του κτιρίου. Για αυτό, η πρόληψη αφορά ως επι τω πλείστον όλο το κτίριο και όχι μόνο ένα διαμέρισμά του κτιρίου. Υπάρχει λοιπόν κεντρικός πίνακας ελέγχου και πίνακα προειδοποίησης έτσι ώστε να εξασφαλιστεί άμεσα η οδός διαφυγής σε οποιοδήποτε τμήμα του κτιρίου. Το επίπεδο ασφαλείας καθορίζεται ανάλογα με τις ανάγκες - προδιαγραφές που απαιτούνται από τα Ευρωπαϊκά πρότυπα EN 54-2 και EN 54-4 με κριτήρια κτηρίων όμως που δε θα μας απασχολήσουν για την παλαιά πόλη της Κέρκυρα. Αξίζει να αναφερθεί ότι κανένα κράτος δεν υποχρεώνει την εγκατάσταση συστημάτων πυρανίχνευσης σε μικρά ιδιόκτητα κτίρια στέγασης (εκτός από περιπτώσεις μεγάλων πολυκατοικιών, συγκροτημάτων στέγασης κ.ά., που αναφέρονται στον EN 54). Το πόσο αυστηρά αντιμετωπίζεται η διεξαγωγή μελέτης πυρασφάλειας σε μικρά ιδιόκτητα κτήρια (αν αποφασιστεί οικειοθελώς ότι πρέπει να γίνει) εξαρτάται από την νοοτροπία - κουλτούρα των κατοίκων και γενικότερα της χώρας πάνω στην πρόληψη και την προστασία της ανθρώπινης ζωής.

1.9.1 Παραδείγματα εγκαταστάσεων στην Ελλάδα

Στην χώρα μας σύμφωνα με το προεδρικό διάταγμα περί κανονισμού πυροπροστασίας κτιρίων 41/2018 οι απαιτήσεις ξεκινούν για κτίρια με περισσότερους από 6 ορόφους (με ημερομηνία δόμησης μετά την 17/2/1989), ή με πληθυσμό συνάθροισης πάνω από 50 άτομα (περιλαμβάνει από θέατρα μέχρι καταστήματα εστίασης), ή με πληθυσμό 6 ατόμων σε εκπαιδευτήρια, ή σε χώρους προσωρινής διαμονής με περισσότερες από 20 κλίνες στο σύνολο ή σε κλειστούς χώρους στάθμευσης με πάνω από 11 θέσεις στάθμευσης οχημάτων. Όμως σύμφωνα με την παράγραφο 2.3 του συγκεκριμένου προεδρικού διατάγματος εξαιρούνται όλων των ανωτέρω προϋποθέσεων, κτίρια που έχουν χαρακτηριστεί μνημεία ή διατηρητέα ή παραδοσιακά από τα αρμόδια Υπουργεία, στα οποία οι απαιτήσεις πυροπροστασίας καθορίζονται αναλόγως της χρήσης τους από την κατά περίπτωση ισχύουσα Πυροσβεστική Διάταξη, αξίζει να αναφερθεί ότι η παλαιά πόλη της Κέρκυρας έχει χαρακτηριστεί ως μνημείο παγκόσμιας κληρονομιάς από την UNESCO από το 2007, τον οποίο χαρακτηρισμό έχει αποδεχτεί-υιοθετήσει το υπουργείο πολιτισμού και αθλητισμού της χώρας μας. Σε όλα τα παραπάνω είναι υποχρεωτικό να εφαρμοστούν οι ισχύουσες εγκαταστάσεις πυροπροστασίας, σύμφωνα με τις παθητικές και ενεργητικές οδηγίες πρόληψης του συγκεκριμένου διατάγματος.

1.9.2 Κανονισμοί για Κατοικίες στην Ελλάδα

Σύμφωνα με το 41/2018 Προεδρικό Διάταγμα επιβάλλεται ο σχεδιασμός δύο τουλάχιστον οδύσεων διαφυγής, που καταλήγουν σε αντίστοιχες εξόδους κινδύνου καθώς και ο φωτισμός ασφαλείας αυτών, σε κτίρια με πληθυσμό μεγαλύτερο των πενήντα (50) ατόμων ανά όροφο και πολυκατοικίες με περισσότερους από έξι (6) ορόφους με πληθυσμό ορόφου μεγαλύτερο των τριάντα (30) ατόμων. Ακόμα απαιτείται η τοποθέτηση στους κοινόχρηστους χώρους, ενός (1) φορητού πυροσβεστήρα ανά όροφο, κάθε πυροσβεστήρας πρέπει να καλύπτει το πολύ μικτή επιφάνεια τετρακόσια (400) τετραγωνικά μέτρα. Επίσης, επιβάλλεται μόνιμο υδροδοτικό πυροσβεστικό δίκτυο στις πολυκατοικίες ύψους άνω των είκοσι οκτώ (28) μέτρων ή με συνολική επιφάνεια ορόφου άνω των πεντακοσίων (500) τετραγωνικών μέτρων. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι αυτόνομοι ανιχνευτές χρησιμοποιούνται σε αρκετές οικίες βραχυπρόθεσμης ενοικίασης καθώς είναι σημαντική προϋπόθεση από εταιρείες διαχείρισης καταλυμάτων.

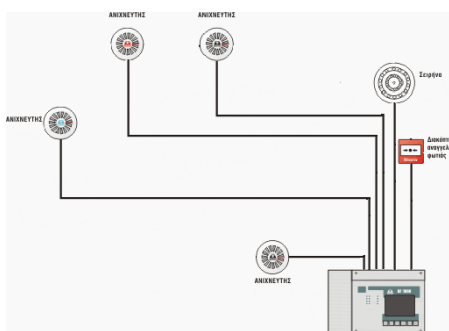
1.9.3 Οι κανονισμοί σε σχέση με την παλαιά πόλη

Από όσα διατυπώθηκαν παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι η περίπτωση της παλαιάς πόλης και γενικότερα ιστορικών κέντρων όμοιων με την παλαιά πόλη της Κέρκυρας δεν προφυλάσσεται από την νομοθεσία. Ουσιαστικά η νομοθεσία δεν καθορίζει κάποια πρότυπα - κανονισμούς για τέτοιου είδους ειδικής κατηγορίας κατοικίες οι οποίες μάλιστα λόγω των ιδιαιτεροτήτων τους χρήζουν και ειδικής αντιμετώπισης. Το συμπέρασμα είναι ότι η παλαιά πόλη με την υπάρχουσα νομοθεσία είναι απροστάτευτη και υπάρχει σοβαρός κίνδυνος και εκδήλωσης αλλά και εξάπλωσης της πυρκαγιάς, το οποίο συνεπάγεται κίνδυνο για την ακεραιότητας της ζωής των κατοικούντων σε αυτή.

1.10 Παρόμοια συστήματα με το αντικείμενο της μελέτης.

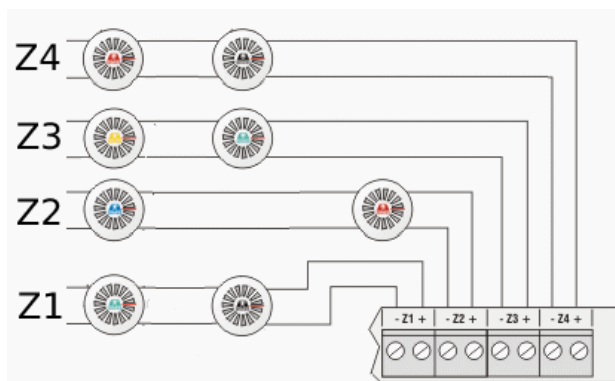
Το μικρό αυτό σύστημα ενημέρωσης σε περίπτωση κινδύνου, της παρούσας εργασίας όπως έχει αναφερθεί συνοπτικά στην εισαγωγή, θα αποτελείται από ένα σύνολο αισθητήρων που στο σύνολο τους θα έχουν την δυνατότητα ανίχνευσης της πυρκαγιάς λίγο πριν αλλά και λίγο μετά την έναρξη της με σκοπό την όσο πιο άμεση ενημέρωση κινδύνου πυρκαγιάς. Έχει ως πρότυπο του τα συστήματα πυρασφάλειας μεγάλων εγκαταστάσεων, αλλά και διαφορετικών ικανοτήτων ανίχνευσης. Ακόμα, λόγω του μεγέθους του συστήματος το οποίο είναι αρκετά μικρό, έχει επίσης και ως πρότυπο και μικρά συστήματα συγκεκριμένου είδους ανίχνευσης. Συνεπώς, υπάρχουν αρκετά παρόμοια συστήματα με το σύστημα της μελέτης, τα οποία θα αναφερθούν παρακάτω.

- Ολοκληρωμένοι πίνακες πυρανίχνευσης, οι οποίοι έχουν την δυνατότητα προσαρμογής αισθητήρων ως προς το πλήθος τους, ανάλογα με τις ανάγκες του χώρου εγκατάστασης, καθώς οι πίνακες διαθέτουν κανάλια αναμονής για τους αισθητήρες. Οι πίνακες με κανάλια αναμονής για κάθε αισθητήρα είναι πιο ακριβής και μπορούν να εντοπίσουν ακριβώς το σημείο το οποίο υπάρχει ένδειξη για πυρκαγιά. Οι πλακέτες που χρησιμοποιούνται είναι παρόμοιες με πλακέτα τύπου arduino οι οποίες υπόκειται σε πνευματικά δικαιώματα της εκάστοτε εταιρείας, επίσης για εμπορικούς λόγους χρησιμοποιούν κλειστό κώδικα προγραμματισμού.



Εικόνα 6. Σύστημα με αναμονές για αισθητήρες, επεξεργασμένη εικόνα fire security

- Ολοκληρωμένοι πίνακες πυρανίχνευσης με ζώνες ανίχνευσης, οι οποίοι εντοπίζουν ενεργοποιημένη ζώνη και όχι ενεργοποιημένο αισθητήρα, τοποθετούνται σε μεγάλους χώρους καθώς μία ζώνη μπορεί να αποτελείται από πολλούς συνδεδεμένους αισθητήρες και όταν ενεργοποιηθεί ένας αισθητήρας ενεργοποιεί όλη την ζώνη ανίχνευσης. Και πάλι βασισμένο σε πλακέτα που υπόκειται σε πνευματικά δικαιώματα τύπου arduino καθώς και κλειστού κώδικα προγραμματισμού.



Εικόνα 7. Σύστημα με ζώνες ,Z: ζώνη ανίχνευσης, επεξεργασμένη εικόνα fire security

- Παραδείγματα εμπορικών συστημάτων πυρανίχνευσης, που χρησιμοποιούνται για την προστασία μικρών και μεγάλων χώρων, υπάρχουν εκατοντάδες, παρακάτω θα παρουσιαστούν κάποια από αυτά για τα οποία υπάρχουν αναφορές σε σχέση με την ποιότητα και την ορθότητα λειτουργίας από την κοινότητα πυρασφάλειας κτιριακών εγκαταστάσεων.

- Σύστημα πυρανίχνευσης Eaton CF2000GCPD, αποτελεί μια ολοκληρωμένη μονάδα πυρανίχνευσης, με διευθυνσιοδοτούμενο πίνακα ελέγχου βασικού επιπέδου που μπορεί να ρυθμιστεί για τη λειτουργία 1 ή 2 βρόχων και έχει πιστοποίηση από το πρότυπο EN54. Ο πίνακας έχει γραφική απεικόνιση, διαθέτοντας ένα απλό μενού που καθοδηγείται από τη διεπαφή του τελικού χρήστη. Η ικανότητα του CF2000GCPD να υποστηρίζει τον προγραμματισμό αιτίου-αποτελέσματος της Eaton και μια σειρά λειτουργιών που ελέγχονται από τον χρήστη καθιστά τον πίνακα κατάλληλο για ένα ευρύ φάσμα εργασιών, όπως από μικρές αποθήκες έως μικρομεσαία συγκροτήματα γραφείων, καθώς και σε πολλές μικρές βιομηχανικές εφαρμογές. Ο κεντρικός πίνακας διαθέτει δυνατότητα υποστήριξης 200 διευθύνσεων ανά βρόχο (έως 60 σειρήνες/φάρους και έως 20 εισόδους/εξόδους), οθόνη με γραφικά που καθοδηγείται από το μενού, καθώς επίσης και εσωτερική εφεδρική μπαταρία και παροχή ρεύματος. Χρησιμοποιείται κυρίως σε μικρό μεσαίους επαγγελματικούς χώρους, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε οικιακούς χώρους, αλλά δεν προτείνεται καθώς έχει πολύ μεγάλο φάσμα λειτουργιών για οικιακή χρήση οι οποίες δεν θα μπορέσουν να αξιοποιηθούν. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι χρησιμοποιεί κλειστό κώδικα προγραμματισμού για την διεκπεραίωση των λειτουργιών του.



Εικόνα 8. Κεντρική μονάδα Eaton CF2000GCPD

- Πίνακας ανίχνευσης μονοξειδίου (CO) MK301, της American made security, μονής ζώνης. Είναι ιδανικός για γκαράζ αυτοκινήτων και βιομηχανικούς χώρους και επαγγελματικούς χώρους, δε συνιστάτε τόσο για οικιακή χρήση λόγω της τιμής του και την μη εκμετάλλευσης του συνόλου των ανιχνευτών. Πάρα ταύτα, είναι εύκολος στη χρήση, καθώς διαθέτει display για τα επίπεδα μονοξειδίου / ζώνης έτσι ώστε να είναι ξεκάθαρο το αποτέλεσμα της ανίχνευσης, δέχεται έως 15 ανιχνευτές και υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης του με σύστημα ειδοποίησης καθώς διαθέτει αναμονή για την επίτευξη αυτής της σύνδεσης. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι για την ανίχνευση και την ειδοποίηση καθώς και την διεξαγωγή όλων των διεργασιών του χρησιμοποιεί κλειστό κώδικα προγραμματισμού.



Εικόνα 9. Πίνακας ανίχνευσης μονοξειδίου MK301

- Ασύρματο σύστημα πυρανίχνευσης Bosch, αποτελείται από μια πύλη ασύρματης επικοινωνίας FWI-270 η οποία είναι παράλληλα και η κεντρική μονάδα του συστήματος, ασύρματους ανιχνευτές πυρκαγιάς FDOOT271-O, ασύρματα κομβία αναγγελίας πυρκαγιάς FDM273-O και FDM275-O. Ένα διζωνικό σύστημα με δύο περιοχές συχνότητων (433, 868 MHz) και πολυάριθμα κανάλια, χρησιμοποιείται για την επικοινωνία μεταξύ της πύλης

ασύρματης επικοινωνίας και των ασύρματων συσκευών, με σκοπό τη βελτίωση της σταθερότητας της επικοινωνίας. Χάρη στην τοπολογία πλέγματος, όλες οι ασύρματες συσκευές επικοινωνούν με τις παρακείμενες συσκευές και κατά συνέπεια, διατίθενται εφεδρικές διαδρομές για επικοινωνία με την πύλη. FWI-270 Πύλη ασύρματης επικοινωνίας. Μπορεί να υποστηρίξει σύνδεση έως 32 ανιχνευτές και 2 συνδέσεις με συναγερμούς, με τον περιορισμό ότι θα βρίσκονται σε μικρότερη απόσταση από 120 μέτρα από την ασύρματη πύλη, χρησιμοποιείται κυρίως σε μεγάλες αποθήκες χωρίς εμπόδια εντός του κτιρίου και όπου δεν υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης καλωδίων σύνδεσης. Όλες οι λειτουργίες του διεκπεραιώνονται επίσης με κλειστό κώδικα προγραμματισμού.



Εικόνα 10. Ασύρματο σύστημα πυρανίχνευσης Bosch.

- Ο Συμβατικός Πίνακας Πυρανίχνευσης UNIPOS 2 Ζωνών FS 4000, μπορεί να υποστηρίξει σύνδεση με 32 αισθητήρες και κάθε ζώνη του, στο σύνολο 64, διαθέτει 2 αναμονές για σύνδεση με συστήματα ειδοποίησης. Επιπλέον διαθέτει πάνελ από το οποίο γίνεται ο χειρισμός του συστήματος, χρησιμοποιείται κυρίως σε μικρομεσαίες εγκαταστάσεις καθώς περιορίζεται και αυτός σε αριθμό σύνδεσης αισθητήριων, Για οικιακή χρήση δεν προτείνεται διότι δεν θα αξιοποιηθούν όλες οι δυνατότητες του, Ο κώδικας με τον οποίο είναι προγραμματισμένος ο μικροελεγκτής του πίνακα πυρανίχνευσης δεν είναι διαθέσιμος στο κοινό.



Εικόνα 11. Πίνακας πυρανίχνευσης unipos

- Η Fireclass διαθέτει στην αγορά Συμβατικά συστήματα πυρανίχνευσης της, με περιφερειακά TYCO, του ομίλου Johnson Controls που είναι διεθνώς αναγνωρισμένα στο χώρο της ασφάλειας και της πυρανίχνευσης, η συμβατική σειρά αποτελείται από πίνακες με 2 έως και 24 ζώνες. Σχεδιασμένοι και κατασκευασμένοι σύμφωνα με τα πρότυπα EN54, διαθέτουν πίνακα ελέγχου με μικροεπεξεργαστή για μικρές έως μεσαίες εφαρμογές. Υποστηρίζει έως και 32 ανιχνευτές σε κάθε ζώνη και μπορεί να φτάσει μέγιστο 256 ανιχνευτές στον 24 ζωνών πίνακα. Κάθε ζώνη ανίχνευσης έχει έξοδο επανάληψης συναγερμού για επιλεκτική διαχείριση σε περίπτωση πυρκαγιάς ή σύνδεση σε ζώνη συναγερμού. Ο πίνακας ελέγχου έχει εποπτευόμενες και μη εξόδους για συστήματα ειδοποίησης. Διαθέτει λογισμικό σε περιβάλλον Windows, που επιτρέπει πλήρη διαχείριση συστημάτων μνήμης συμβάντων, αρχείων, επαναφοράς και όλων των προγραμματιζόμενων λειτουργιών που παρέχονται από τον πίνακα ελέγχου. Χρησιμοποιείται Κυρίως σε μεσαίους και μεγάλους χώρους καθώς έχει την δυνατότά μέσω των 256 αισθητήρων να καλύψει πάρα πολύ μεγάλη έκταση ανίχνευσης. Ο κώδικας για την λειτουργία του λογισμικού σαφώς και υπόκειται σε πνευματικά δικαιώματα.



Εικόνα 12. Ολοκληρωμένα συστήματα ανίχνευσης Fireclass

- Η NSC διαθέτει στην αγορά διευθυνσιοδοτούμενου πίνακες πυρανίχνευσης, υποστηρίζουν μέγιστο μήκος καλωδίωσης κάθε ζώνη έως 3500m με ελάχιστη διατομή 0,8mm² και δίκτυο συνδεδεμένων μεταξύ τους, με μέγιστο αριθμό 128, πράγμα που σημαίνει ότι μπορεί να συνδεθούν αρκετές εκατοντάδες αισθητήρες στο δίκτυο πυρανίχνευσης, διαθέτει επίσης και αναμονές για σύνδεση με σύστημα ειδοποίησης. Χρησιμοποιείται μόνο σε μεγάλες εγκαταστάσεις όπως αποθήκες, εργοστάσια και ξενοδοχεία. Ο προγραμματισμός του συστήματος γίνεται με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή και ο κώδικας προγραμματισμού υπόκειται σε πνευματικά δικαιώματα.



Εικόνα 13. Σύστημα πυρανίχνευσης της NSC

Συστήματα πυρανίχνευσης της Olympia Electronics παρέχει συμβατικούς πίνακες πυρανίχνευσης με ονομασία BS-16XX οι οποίοι είναι σχεδιασμένοι σε εκδόσεις από 2 έως 16 ζώνες συμβατικών συσκευών. Οι πίνακες είναι κατασκευασμένοι και πιστοποιημένοι με βάση τα πρότυπα EN54-2 και EN-54-4. Κάθε συμβατική ζώνη των συμβατικών πινάκων μπορεί να δεχθεί μέχρι 20 συσκευές, όπως συμβατικοί ανιχνευτές καπνού ή κομβία πυρασφάλειας. Επιπλέον, κάθε πίνακας διαθέτει δύο εξόδους για σύνδεση με σύστημα ειδοποίησης 24V DC με μέγιστη παροχή ρεύματος 300mA και διαθέτει εξόδους 24V DC για την τροφοδότηση συσκευών, όπως ανιχνευτές αερίων ή πυροκουρτίνες. Επίσης, υπάρχουν τρεις προγραμματιζόμενοι εξόδοι ρελέ, που δίνουν ένδειξη τριών καταστάσεων (κανονική λειτουργία, συναγερμός, βλάβη). Οι συμβατικών πινάκων BS-, των 8/12/16 ζωνών αντίστοιχα, έχουν την δυνατότητα σύνδεσης μέχρι 16 πινάκων σε δίκτυο, έτσι ώστε να καλύπτονται μεγαλύτερες εγκαταστάσεις. Χρησιμοποιείται λόγω της επεκτάσιμότητάς του σε μεσαίες και μεγάλες κτηριακές εγκαταστάσεις. Ο κώδικας για τον προγραμματισμό του κεντρικού πίνακα υπόκειται σε πνευματικά δικαιώματα.



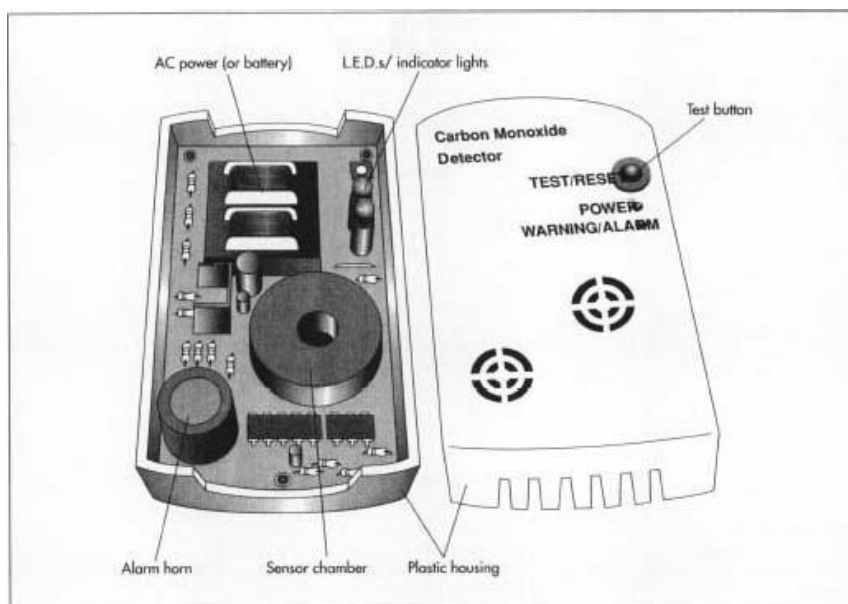
Εικόνα 14. Συστήματα πυρασφάλειας Olympia Electronics

- Η Paradox HELLAS διαθέτει ολοκληρωμένα συστήματα πυρανίχνευσης με χωρητικότητα που φθάνει μέχρι τις 72 ζώνες και κάθε ζώνη έχει την δυνατότητα υποστήριξης 20 ανιχνευτών σε κάθε ζώνη. Διαθέτει επίσης και αναμονές ρελέ για σύνδεση με συστήματα ειδοποίησης. Ο προγραμματισμός της κεντρικής μονάδας γίνεται με την χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή και οι κώδικες προγραμματισμού υπόκεινται σε πνευματικά δικαιώματα. Χρησιμοποιείται κυρίως σε πολύ μεγάλες κτιριακές εγκαταστάσεις λόγο του ότι διαθέτει 72 ζώνες πυρανιχνεύσεις με δυνατότητα σύνδεσης 1440 αισθητήρων.



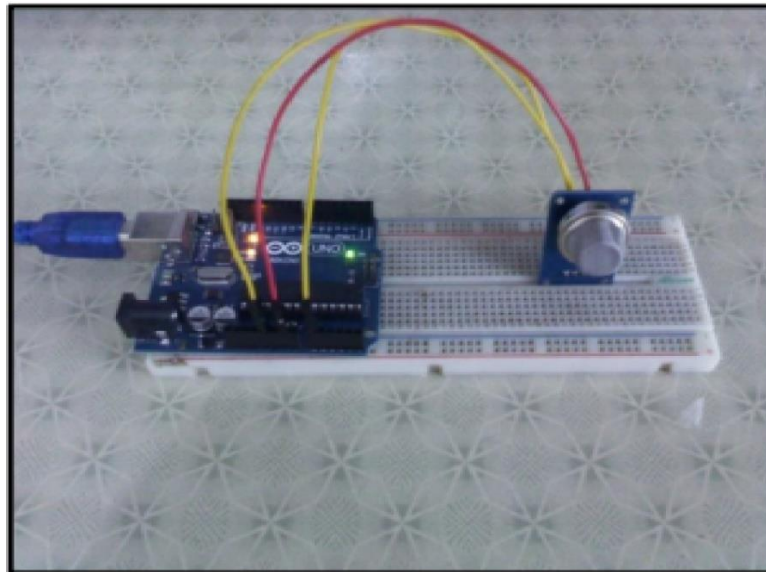
Εικόνα 15. Σύστημα πυρανίχνευσης Paradox HELLAS

- Μικρά αυτόνομα συστήματα μεμονωμένης ανίχνευσης, τα οποία είναι προγραμματισμένα κυρίως σε πλακέτες τύπου arduino αρκετά απλούστερης πολυπλοκότητας και μπορούν να προειδοποιήσουν σε περίπτωση ανίχνευσης (ανάλογα με τον αισθητήρα που έχουν εγκατεστημένο) καθώς διαθέτουν και σύστημα φωτεινής και ηχητικής σήμανσης. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε νοικοκυριά και καταλύματα. Η εγκατάστασή τους είναι πολύ εύκολη και μπορεί να γίνει από τον χρήστη (plug and work systems).



Εικόνα 16. Αυτόνομη συσκευή ανίχνευσης μονοξειδίου, fire safety.

- Ακαδημαϊκές προσπάθειες, υπάρχουν αρκετές κυρίως από τμήματα ηλεκτρονικών, μηχανολόγων και πληροφορικής στις περισσότερες περιπτώσεις είναι μεμονωμένες εφαρμογές αισθητήρα για εργαστηριακές δοκιμές, υπάρχουν ωστόσο και ολοκληρωμένες μελέτες παρόμοιες με το σύστημα της παρούσας μελέτης, οι οποίες διαθέτουν πλακέτα arduino, αισθητήρες ανίχνευσης καθώς και σύστημα σημάνσεως-ειδοποίησης.



Εικόνα 17. Ανιχνευτής καπνού με arduino, Kennedy Okokpuije paper, Nigeria 2019

International Journal of Computer Applications (0975 - 8887)
Volume 133 - No.6, January 2016

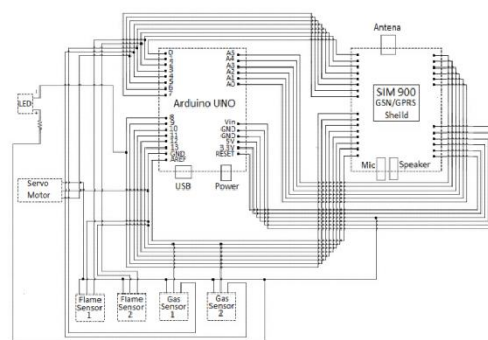


Fig. 2: Circuit diagram for prototype design (N.B. actual circuit diagram contains more components and modules)



Fig. 5: Temperature sensor [20] and one channel relay

Εικόνα 18. Σχεδιάγραμμα ολοκληρωμένο συστήματος πυρανίχνευσης με την χρήση arduino και αισθητήρων ανίχνευσης, Md Iftekharul Mobin, Dhaka 2016

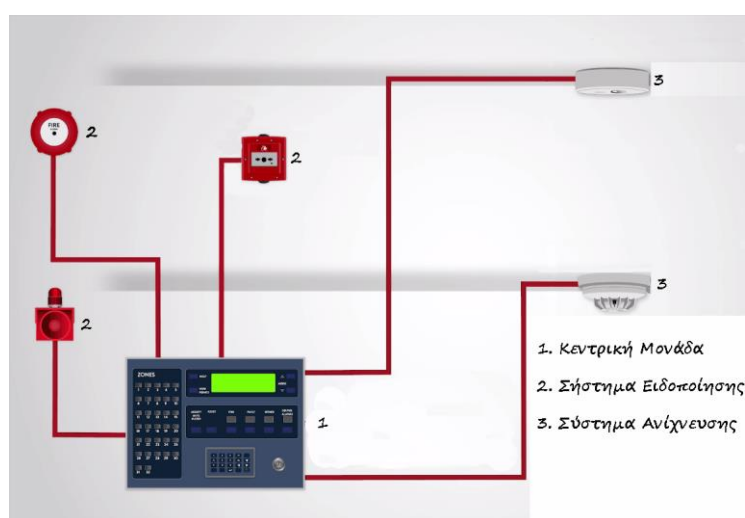
- Ερασιτεχνικά συστήματα, υπάρχουν πολλά καθώς υπάρχει μεγάλο πλήθος οικονομικών αισθητήρων με ανοιχτό κώδικα προγραμματισμού και σε συνδυασμό με της πλακέτες arduino, μπορούν να κατασκευάζονται συστήματα διαφόρων τύπων-κατηγοριών πυρανίχνευσης ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε χρήστη. Στις περισσότερες περιπτώσεις αυτές οι ερασιτεχνικές κατασκευές δεν ακολουθούν τα πρότυπα για την κατασκευή συστημάτων πυρανίχνευσης που ορίζονται από τον ευρωπαϊκό κανονισμό EN 54.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Ανάλυση του συστήματος της μελέτης

Το σύστημα το οποίο θα κατασκευαστεί όπως έχει αναφερθεί θα έχει ως στόχο την ανίχνευσης της πυρκαγιάς χρησιμοποιώντας ως στοιχεία ένδειξης τους παράγοντες που την προκαλούν και τα κατάλοιπα τα οποία παράγει κατά την έναρξή της, με σκοπό την προστασία της ανθρώπινης ζωής. Ουσιαστικά είναι ένα σύστημα πυρανίχνευσης προσαρμοσμένο στις ανάγκες της παλιάς πόλης της Κέρκυρας για πυροπροστασία, έχει ως πρότυπο του τα επαγγελματικά συστήματα πυρανίχνευσης τα οποία ακολουθούν τους Ευρωπαϊκούς κανονισμούς με βάση τον EN 54, αλλά το μέγεθος του θα είναι μικρότερο κατά έναν μεγάλο βαθμό από τα συστήματα ανίχνευσης που κυκλοφορούν στη αγορά, αυτό συνεπάγεται ότι θα μπορεί να τοποθετηθεί εύκολα σε οποιοδήποτε σημείο του χώρου, πράγμα που το κάνει σχετικά ανεξάρτητο από παροχή τροφοδοσίας για την λειτουργία του καθώς, μόνον ένα καλώδιο θα χρειάζεται για την λειτουργία του. Θα έχει την ικανότητα εντοπισμού διαφόρων παραγόντων και καταλοίπων της φωτιάς για να μπορεί να προειδοποιεί με όσο μεγαλύτερη ακρίβεια τους παρευρισκόμενος στον χώρο εφαρμογής του.

Αρχικά, για να γίνει η ανάλυση του συστήματος πυρανίχνευσης, είναι απαραίτητο να αναφερθεί το τι είναι σύστημα πυρανίχνευσης. Σύστημα πυρανίχνευσης λοιπόν είναι ένα σύνολο από συσκευές συνδεδεμένες μεταξύ τους, οι οποίες έχουν ως σκοπό τον εντοπισμό των παραγόντων της φωτιάς καθώς και των παραγόμενων ουσιών από αυτή, έτσι ώστε να μπορέσει να ειδοποιήσει με ηχητικά, οπτικά και διάφορα άλλα μέσα για την ύπαρξη φλόγας στον χώρο που είναι εγκατεστημένο. Για να θεωρηθεί ολοκληρωμένο το σύστημα πυρανίχνευσης πρέπει να έχει κεντρική μονάδα ελέγχου, η οποία είναι υπεύθυνη για την ομαλή λειτουργία καθώς και τον προγραμματισμό-έλεγχο των λειτουργιών του συστήματος. Ακόμα, πρέπει να διαθέτει ανιχνευτές ο οποίοι με την σειρά τους πρέπει να μεταφέρουν τα ερεθίσματα που δέχονται στη κεντρική μονάδα του συστήματος. Τέλος θα πρέπει να διαθέτει μέσα φωτεινής (φανούς) και ηχητική (σειρήνα) σήμανσης τα οποία θα πρέπει ενεργοποιούνται όταν λάβουν την εντολή από την κεντρική μονάδα έτσι ώστε να μπορέσουν να ειδοποιήσουν ότι υπάρχει κίνδυνος εκδήλωσης πυρκαγιάς στον χώρο.



Εικόνα 89. Τμήματα συστήματος πυρανίχνευσης, realpars.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί ότι θα γίνει προσπάθεια έτσι ώστε , το σύστημα πυρανίχνευσης να κατασκευαστεί και να διαθέτει όλες τις προδιαγραφές-χαρακτηριστικά που απαιτούνται για να μπορέσει να είναι πλήρως συμμορφούμενος με τις απαιτήσεις του Ευρωπαϊκού κανονισμού EN 54. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει το σύστημα να ακολουθεί τους εξής παρακάτω κανονισμούς. Αρχικά, θα πρέπει να υπάρχει βασική μονάδα παροχής τάσης συνδεδεμένη με το δίκτυο της ΔΕΔΔΗΕ η οποία πρέπει να τροφοδοτεί όλες τις συσκευές του συστήματος. Ακόμα, θα πρέπει να υπάρχει εφεδρική μονάδα τροφοδότησης (με μπαταρίες) έτσι ώστε να μπορεί σε περίπτωση διακοπής ρεύματος να τροφοδοτεί το σύστημα με ηλεκτρική ενέργεια για τουλάχιστον είκοσι τέσσερις ώρες όταν το σύστημα βρίσκεται σε ηρεμία και για τουλάχιστον τριάντα λεπτά όταν στο σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση συναγερμού. Επιπλέον, θα πρέπει να περιλαμβάνει σύστημα φόρτισης των μπαταριών καθώς και σύστημα αυτόματης εναλλαγής μονάδας τροφοδότησης, για να μπορεί σε περίπτωση διακοπής ρεύματος να λειτουργήσει αυτόματα με τις φορτισμένες μπαταρίες. Επιπρόσθετα θα πρέπει να έχει λυχνίες για την αναγνώριση του είδους του συναγερμού καθώς και μπουτόν για αυτόματη ενεργοποίηση του συστήματος (χειροκίνητη αλλαγή κατάστασης από κατάσταση ηρεμίας σε κατάσταση συναγερμού). Επίσης, πρέπει να συνοδεύεται από έγγραφο με συνοπτικές οδηγίες για την λειτουργία του καθώς και την αναγνώριση του είδους των συναγερμών. Τέλος, βασική προϋπόθεση όσον αφορά την τοποθέτηση του συστήματος είναι, ότι πρέπει να είναι τοποθετημένος σε θέση η οποία είναι ορατή και εύκολα προσβάσιμη αλλά και παράλληλα σε θέση η οποία δεν έχει μεγάλη επικινδυνότητα άμεσα σε περίπτωση πυρκαγιάς, αυτό γίνεται για να μειωθεί η πιθανότητα άμεσης καταστροφής του σε περίπτωση πυρκαγιάς έτσι ώστε να μπορεί να βρίσκεται σε κατάσταση συναγερμού για όσο περισσότερο χρονικό διάστημα γίνεται.

Δεν αρκούν όμως οι συγκεκριμένες προδιαγραφές, πρέπει και τα αισθητήρια όργανα που θα χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση του συστήματος να είναι κατασκευασμένα σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κανονισμού EN 54, αυτό όμως δεν θα μας απασχολήσει γιατί δεν θα κατασκευάσουμε αλλά θα χρησιμοποιήσουμε έτοιμα πιστοποιημένα αισθητήρια όργανα του εμπορίου. Πρέπει όμως να μας απασχολήσει το σημείο τοποθέτησης του αισθητήρα, κάθε ένας από αυτούς πρέπει να τοποθετηθεί ανάλογα με τις οδηγίες που δίνει ο κατασκευαστής ειδικά υπάρχει περίπτωση να μην λειτουργήσει έτσι όπως πρέπει (ουσιαστικά υπάρχει περίπτωση να μην μπορέσει να ανταποκριθεί στον χρόνο που ορίζει ο κατασκευαστής). Επίσης κάθε αισθητήριας έχει και συγκεκριμένο χώρο κάλυψης, δεν μπορεί να δεχτεί ερεθίσματα πάνω από κάποια μέτρα (απόσταση που καθορίζεται από τον κατασκευαστή), έτσι σε περίπτωση τοποθέτησης δεύτερου ίδιου αισθητήρα στον χώρο πρέπει να ακολουθηθούν οι οδηγίες του κατασκευαστή οι οποίες έχουν ως πρότυπο τον EN 54.

Πρέπει να αναφερθούμε και στις καλωδιώσεις, στις οποίες θα χρησιμοποιηθούν για την λειτουργία του συστήματος αλλά και για την δικτύωση του με τα αισθητήρια όργανα καθώς και με τα μέσα σήμανσης. Σύμφωνα με τους κανονισμούς το καλώδιο πρέπει να είναι πυράντοχο έτσι ώστε να μπορέσει να εξασφαλίσει την λειτουργία του συστήματος σε περιβάλλον με υψηλή θερμοκρασία για ορισμένο χρονικό διάστημα τα καλώδια λοιπόν που πρέπει να χρησιμοποιούνται είναι τα κατηγορίας NHXH FE 180/E30, σε πολύκλωνη μορφή από 2 * 0,75mm έως 2 * 1,5mm ανάλογα με την κατανάλωση του ρεύματος από τον εκάστοτε αισθητήρα ή την εκάστοτε συσκευή σήμανσης.

2.1.1 Περιγραφή του συστήματος που θα κατασκευαστεί

Το σύστημα που θα δημιουργηθεί θα έχει την δυνατότητα μέσω της κεντρικής μονάδας του η οποία θα αποτελείται από μια πλακέτα arduino και μέσω αυτής θα ελέγχονται όλες οι λειτουργίες-διεργασίες του συστήματος πυρανίχνευσης, θα μπορεί να εντοπίζει μέσω των αισθητήριων οργάνων τα ερεθίσματα τα οποία θα το προγραμματίσουμε να αντιδρά. Αρχικά πρέπει να αναφερθεί ότι στην επιλογή του είδους των αισθητήριων είχε πολύ σημαντικό ρόλο το τρίγωνο της φωτιάς, ουσιαστικά μέσω αυτού έγινε η επιλογή, καθώς και με κριτήριο τα δομικά υλικά των κτιρίων της παλιάς πόλης. Στο σύστημα λοιπόν θα τοποθετηθεί αισθητήρας εντοπισμού γυμνής φλόγας με χειροκίνητη ρύθμιση ευαισθησίας έτσι ώστε να μπορεί να προσαρμοστεί στις ανάγκες του κάθε χώρου για να μην δίνει λάθος ενδείξεις, δηλαδή λάθος συναγερμούς, ο συγκεκριμένος αισθητήρας θα έχει την δυνατότητα να εντοπίζει γυμνή φλόγα η οποία μπορεί να προέρχεται από οπουδήποτε (δεν υπάρχει περιορισμός για την πηγή της φλόγας), με την παράμετρο βέβαια ότι το επίπεδο της ακτινοβολίας που παράγει η φλόγα είναι μεγαλύτερο από την κατώτερη τιμή της ευαισθησίας του αισθητήρα, έτσι ώστε να ενεργοποιείται το σύστημα της ειδοποίησης. Ακόμα στο σύστημα θα τοποθετηθεί αισθητήρας ανίχνευσης ορατού καπνού ο οποίος κατά την καύση, θα μπορεί να εντοπίσει σε αρκετά άμεσο χρονικό διάστημα τα μόρια του καπνού στα αισθητήρια του για να μπορέσει να ενεργοποιηθεί το σύστημα, ο συγκεκριμένος αισθητήρας επιλέχθηκε κυρίως για να εντοπίζει άμεσα τον καπνό από την πιθανή καύση της ξυλείας των κτιρίων, η οποία μπορεί να παράγει άμεσα μεγάλες ποσότητες ορατού καπνού κατά την καύση της. Επιπλέον θα τοποθετηθεί στο σύστημα αισθητήρας μονοξειδίου του άνθρακα έτσι ώστε να μπορέσει να εντοπιστεί άμεσα πιθανή παραγωγή του από καύση χωρίς παραγωγή ορατού καπνού αλλά και να εντοπιστεί πιθανή διαρροή του από ηλεκτρικές συσκευές. Επίσης, θα χρησιμοποιηθεί στο σύστημα και αισθητήρας εντοπισμού θερμοκρασίας χώρου, έτσι ώστε να εντοπίζεται η αύξηση της θερμοκρασίας του χώρου άμεσα, σε περίπτωση που δεν εντοπιστούν άλλα παράγωγα της καύσης, η επιλογή αυτή έγινε γιατί η παραγωγή θερμότητας κατά την καύση ή και λίγο πριν την έναρξη της καύσης προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας του χώρου και έτσι μπορεί να γίνει η ανίχνευση της από τα αισθητήρια του ανιχνευτή. Τέλος είναι απαραίτητο να τοποθετηθεί και αισθητήρας ανίχνευσης αερίων έτσι ώστε να μπορεί να εντοπίζεται το φυσικό αέριο και το υγραέριο, για να μπορέσει να αποφευχθεί πιθανή δηλητηρίαση των παραβρισκόμενων στον χώρο, αλλά και πιθανή έκρηξη του χώρου όταν υπάρχουν τα ιδανικά ποσοστά για διεξαγωγή έκρηξης.

Όλοι οι αισθητήρες του συστήματος θα είναι συνδεδεμένοι με την κεντρική μονάδα του συστήματος, για να μπορεί να επεξεργάζεται η κεντρική μονάδα καλύτερα τα ερεθίσματα τα οποία θα λαμβάνει από αυτούς, καθώς και θα τροφοδοτούνται απευθείας από την κεντρική μονάδα. Η σύνδεση τους θα πραγματοποιείται με ξεχωριστά κανάλια σύνδεσης για τον καθένα, καθώς θα ακολουθηθεί το μοντέλο συστήματος με αναμονές αισθητήρων και όχι με ζώνες ανιχνεύσεως. Οι αισθητήρες θα στείλουν τις τιμές των αισθητήριων τους αναλόγως με την ευαισθησία του κάθε αισθητήριου οργάνου, αλλά η κυρίως απόφαση για τον αν ενεργοποιηθεί ή όχι η μονάδα ειδοποίησης θα λαμβάνεται από την κεντρική μονάδα έτσι ώστε οι αποφάσεις να λαμβάνονται με αποτελεσματικότερο τρόπο και να μην υπάρχει μεγάλη πιθανότητα λάθους ενεργοποίησης ή ακόμα χειρότερα μη-ενεργοποίησης της μονάδας ειδοποίησης του συστήματος.

Η μονάδα ειδοποίησης-σήμανσης του συστήματος θα αποτελείται από συσκευή ηχητικής σήμανσης η οποία θα είναι συνδεδεμένη παράλληλα μαζί με συσκευή φωτεινής σήμανσης, και οι δύο θα συνδέονται στην κεντρική μονάδα του συστήματος μέσω της οποίας θα ενεργοποιούνται όταν κριθεί από τον αλγόριθμο της κεντρικής μονάδας. Ακόμα το σύστημα θα έχει εγκατεστημένο στο δίκτυο του διακόπτη χειροκίνητης έναρξης του συστήματος ειδοποίησης, έτσι ώστε σε περίπτωση σφάλματος ή μη ανίχνευσης της πυρκαγιάς από το σύστημα να μπορεί να ενεργοποιηθεί το σύστημα ειδοποίησης χειροκίνητα. Η ηχητική και η φωτεινή σήμανση θα διαφέρει ως προς τον αλγόριθμο λειτουργίας της ανάλογα πάντα με το ποιος αισθητήρας θα δώσει το ερέθισμα για την έναρξη του συστήματος ειδοποίησης.

Επιπλέον, πρέπει να αναφερθεί ότι το σύστημα θα τροφοδοτείται από συστοιχία μπαταριών οι οποίες μέσω του μικροελεγκτή που θα είναι συνδεδεμένες θα παρέχουν τροφοδοσία στο δίκτυο είτε από το απόθεμα των μπαταριών είτε από το δίκτυο χαμηλής τάσης της ΔΕΔΔΗΕ, καθώς ο μικροελεγκτής του συστήματος θα είναι συνδεδεμένος με το δίκτυο της ΔΕΔΔΗΕ για να τροφοδοτεί το σύστημα αλλά και να συντηρεί τις μπαταρίες. Ακόμα, όσων αφορά την κεντρική μονάδα θα είναι τοποθετημένη με προστατευτικό κάλυμμα για να εξασφαλιστεί η λειτουργία της από τυχόν φθορές που θα προκύψουν. Οι ανιχνευτές θα βρίσκονται πάνω σε πίνακα δοκιμών πλησίον της κεντρικής μονάδας όπως επίσης πλησίον της κεντρικής μονάδας θα βρίσκονται και το σύστημα ειδοποίησης αλλά και το σύστημα τροφοδοσίας. Όλα τα μέρη του συστήματος θα είναι τοποθετημένα πάνω στο κεντρικό πάνελ του συστήματος το οποίο θα μπορεί να τοποθετηθεί με βάσης στήριξης σε οποιοδήποτε σημείο του χώρου.

Το σύστημα κατά την λειτουργία του λοιπόν θα έχει την δυνατότητα να εντοπίζει την γυμνή φλόγα, τον ορατό καπνό, το μονοξείδιο του άνθρακα, την θερμότητα αλλά και την αέρια καύσιμη ύλη, με τον συνδυασμό αυτών των ανιχνευτών, το σύστημα θα μπορεί να επεξεργάζεται τα ερεθίσματα που του στέλνουν και θα μπορεί να λαμβάνει αποφάσεις πιο στοχοποιημένες-προσωποποιημένες ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες που υπάρχουν στον χώρο, έτσι ο αλγόριθμος της κεντρικής μονάδας θα μπορεί να λαμβάνει αποφάσεις με μεγάλη ακρίβεια, πράγμα που συνεπάγεται ότι η κεντρική μονάδα θα μπορέσει να ενεργοποιήσει το σύστημα ειδοποίησης ταχύτατα με πολύ μικρή πιθανότητα λάθους.

Είναι σημαντικό να αναφερθούν και μερικές αρχές του συστήματος για τον εντοπισμό της πυρκαγιάς, πιο συγκεκριμένα πρέπει να αναφερθούν οι παράμετροι ανίχνευσης του συστήματος έτσι ώστε το σύστημα να δίνει τις κατάλληλες σημάνσεις ανάλογα με την απειλή. Αρχικά λοιπόν η γυμνή φλόγα θα εντοπίζεται ανάλογα με την ευαισθησία η οποία θα δοθεί χειροκίνητα στον τον αισθητήρα, για να μπορεί να καλύπτει πλήρως τις ανάγκες του χώρου. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας θα ρυθμιστεί να έχει ως κατώφλι τους 65 βαθμούς κελσίου, καθώς η θερμοκρασίας αυτή είναι η καθοριστική τιμή με την οποία ξεκινούν τα χάνουν ταχύτατα την υγρασία τους τα ξύλα και πάλι όμως η τιμή αυτή θα καθορίζεται ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες του χώρου. Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι η θερμοκρασία μέχρι 100°C μειώνει την ικανότητα προσρόφησης υγρασίας από το περιβάλλον, ξηραίνει το ξύλο και μειώνει τις μηχανικές αντοχές του με αποτέλεσμα μετά τους 100 βαθμούς να έχουμε ταχεία αύξηση της θερμοκρασίας που οδηγεί στη καύση του (~200°C). Για τον αισθητήρα ορατού καπνού θα ρυθμιστεί το σύστημα να ανταποκρίνεται με την ανίχνευσή την χαμηλότερης τιμής, διότι όπου υπάρχει ορατός καπνός υπάρχει πάντα και σημείο καύσης από το οποίο παράγεται. Το

ίδιο θα ισχύει επίσης και για τον αισθητήρα μονοξειδίου του άνθρακα. Τέλος, για τον αισθητήρα αερίων το σύστημα θα ρυθμιστεί να ενεργοποιείται πριν το κατώτατο όριο εκρήξεως για το φυσικό αέριο και το υγραέριο, για αυτό λοιπόν θα ενεργοποιείται από με την μικρότερη τιμή ώστε να μειωθεί η πιθανότητα στο να κάνει λάθος. Πιο συγκεκριμένα τα ποσοστά τα οποία ορίζονται για το φυσικό αέριο σε ποσοστά περιεκτικότητας από 5% ως κατώτερο όριο εκρήξεως και 13% ως ανώτατο όριο εκρήξεως, δηλαδή η περιεκτικότητα στο χώρο σε ποσοστά από 5% έως 13% μπορεί να προκαλέσει έκρηξη, ποσοστά πέρα από αυτή την τιμή μπορούν να προκαλέσουν απλά ανάφλεξη και όχι έκρηξη. Για το προπάνιο αντίστοιχα οι τιμές είναι από 1.5% σε περιεκτικότητα στον χώρο ως κατώτατο όριο έκρηξης και σε 9.5% ως ανώτατο όριο έκρηξης.

Όσο αφορά τους τύπους συναγερμού (φωτεινές και ηχητικές ειδοποιήσεις) , όταν εντοπιστεί γυμνή φλόγα η ειδοποίηση θα γίνεται με κόκκινου χρώματος φωτεινή σήμανση και οξεία ηχητική σήμανση αναπαραγωγής $\frac{1}{4}$ του δευτερολέπτου και παύσης $\frac{1}{4}$ του δευτερολέπτου κατ' επανάληψη έως ότου απενεργοποιηθεί-επανεκκινηθεί το σύστημα ή οι τιμές επιτρέψουν στο φυσιολογικό επίπεδο. Κατά τον εντοπισμό υψηλής θερμοκρασίας η ειδοποίηση θα γίνεται με κόκκινου χρώματος φωτεινή σήμανση και οξεία ηχητική σήμανση αναπαραγωγής ενός δευτερολέπτου και παύσης ενός δευτερολέπτου κατ' επανάληψη έως ότου απενεργοποιηθεί-επανεκκινηθεί το σύστημα ή οι τιμές επιτρέψουν στο φυσιολογικό επίπεδο. Επίσης κατά τον εντοπισμό ορατού καπνού θα γίνεται ειδοποίηση με κόκκινου χρώματος φωτεινή σήμανση και οξεία ηχητική σήμανση αναπαραγωγής $\frac{1}{2}$ του δευτερολέπτου και παύσης $\frac{1}{2}$ του δευτερολέπτου κατ' επανάληψη έως ότου απενεργοποιηθεί-επανεκκινηθεί το σύστημα ή οι τιμές επιτρέψουν στο φυσιολογικό επίπεδο. Ακόμα για τον εντοπισμό μονοξειδίου του άνθρακα, η ειδοποίηση θα γίνεται με πορτοκαλή χρώματος φωτεινή σήμανση και οξεία ηχητική σήμανση αναπαραγωγής $\frac{1}{5}$ του δευτερολέπτου και παύσης $\frac{1}{10}$ του δευτερολέπτου κατ' επανάληψη έως ότου απενεργοποιηθεί-επανεκκινηθεί το σύστημα ή οι τιμές επιτρέψουν στο φυσιολογικό επίπεδο. Η ειδοποίηση για τον εντοπισμό αερίου καύσιμου θα γίνεται με μπλε χρώματος φωτεινή σήμανση και οξεία ηχητική σήμανση με συνεχόμενη αναπαραγωγή έως ότου απενεργοποιηθεί-επανεκκινηθεί το σύστημα, αυτή η συνεχόμενη σήμανσή γίνεται για να αποφευχθεί η πιθανότητα έκρηξης κατά το άνοιγμα και κλείσιμο του κυκλώματος μέσω του σπινθηρισμού και των αερίων καυσίμων που υπάρχουν στον χώρο. Τέλος κατά την χειροκίνητη έναρξη του συστήματος με το διακόπτη, αυτό τα ειδοποιεί με κόκκινου πορτοκαλί και μπλε χρώματος φωτεινή σήμανση και οξεία ηχητική σήμανση αναπαραγωγής $\frac{1}{5}$ του δευτερολέπτου και παύσης 1 δευτερόλεπτο κατ' επανάληψη έως ότου απενεργοποιηθεί-επανεκκινηθεί το σύστημα ή γίνει εναλλαγή θέσης του διακόπτη.

2.2 Εισαγωγή στην πλακέτα arduino

Το arduino είναι μια υπολογιστική πλατφόρμα η οποία αποτελείται από υλικό και λογισμικό και διατίθεται σε διάφορες εκδόσεις με αρκετές δυνατότητες για να μπορέσει να καλύψει τις απαιτήσεις της αγοράς. Αποτελεί ουσιαστικά μια συσκευή η οποία στο σύνολο της μπορεί να ελέγξει-αυτοματοποιήσει διάφορες λειτουργίες-συσκευές καθώς και να λάβει δεδομένα από αυτές, ανάλογα πάντα με το πως θα προγραμματιστεί να δουλεύει. Αρχικά, είχε κατασκευαστεί από δύο Ιταλούς, τον Massimo Banzi και David Cueartielles σε ένα προάστιο του Τορίνο της Ιταλίας το 2005 με σκοπό της παροχή μια πλακέτας αλληλεπίδρασης για να έχουν οι μαθητές τον έλεγχο διαδραστικών προγραμμάτων μέσω αυτής. Μετέπειτα όμως έγινε δημοφιλής και

έτσι πλέον χρησιμοποιείται σε πολλά αυτοματοποιημένα συστήματα του εμπορίου ως συσκευή ελέγχου του συστήματος.



Εικόνα 20. Διάφορα μοντέλα arduino, arduino.cc

Όσον αφορά το υλικό κομμάτι το arduino αποτελείται από μια μητρική πλακέτα ανοικτού κώδικα η οποία φιλοξενεί μια συσκευή που μπορεί να διαχειριστεί ηλεκτρονικά σήματα ανάλογα με τον τρόπο τον οποίο προγραμματιστεί, η συσκευή αυτή ονομάζεται μικροελεγκτής και αποτελεί τον πυρήνα της πλακέτας. Ο πιο κοινός μικροελεγκτής που χρησιμοποιείται στις πλακέτες arduino είναι ο ATmega282 8-bit, ο οποίος έχει χρονισμένο ρολόι στα 16 MHz. Ακόμα διαθέτει 2kb μνήμης SRAM η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την λειτουργία του συστήματος όσο το arduino είναι σε λειτουργία, μετά τον τερματισμό του, όπως και στους υπολογιστές η μνήμη αυτή χάνει τα δεδομένα της. Επιπλέον, διαθέτει 1Kb μνήμης EEPROM μέσω της οποίας μπορούν να εγγραφούν και να αναγνωστούν δεδομένα ανά byte κατά την εκτέλεση του προγράμματος, η μνήμη αυτή σε αντίθεση με την SRAM δεν χάνει τα δεδομένα της όταν διακοπεί η παροχή τροφοδοσίας στο arduino. Ακόμα διαθέτει 32kb μνήμης flash η οποία χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των προγραμμάτων (κώδικα) που χρειάζεται για την λειτουργία του μικροελεγκτή, σαφώς και κρατάει τα δεδομένα της μετά την διακοπή της τροφοδοσίας. Τέλος όλο το σύστημα μπορεί να τροφοδοτηθεί είτε από την θήρα usb που διαθέτει με τροφοδοσία τάσης 5V, ή και από της αυτόνομη είσοδο τροφοδοσίας του με τάση από 7V έως 12V με την χρήση εξωτερικού τροφοδοτικού με βύσμα διαμέτρου 2,1mm το οποίο θα πρέπει να έχει θετικό κέντρο.

Η πλακέτα του arduino διαθέτει και ένα μεγάλο πλήθος από εισόδους και εξόδους, αναλογικού αλλά και ψηφιακού σήματος, μέσα από τις οποίες λαμβάνει τα δεδομένα από άλλες συσκευές αλλά στέλνει και τις εντολές αντίστοιχα όταν αυτό χρειάζεται μέσω του μικροελεγκτή. Όλες οι εισοδοι και οι εξοδοι είναι συνδεδεμένοι με τους ακροδέκτες (πόδια) του μικροελεγκτή, κάθε μία από αυτές συνδέεται σε ένα μοναδικό ακροδέκτη του μικροελεγκτή. Πιο συγκεκριμένα, διαθέτει θήρα usb μέσω της οποίας γίνεται επικοινωνία υπολογιστή με μικροελεγκτή μέσω ενός ελεγκτή Atmega16U2 που μετατρέπει τα σειριακά δεδομένα του μικροελεγκτή και τα προωθεί στην θύρα usb και μετέπειτα δηλαδή σε εξωτερικό ηλεκτρονικό υπολογιστή. Επιπλέον διαθέτει πλήκτρο επανεκκίνησής του συστήματος, για χειροκίνητη επανεκκίνηση του ελεγκτή όταν κριθεί αναγκαίο από τον χρήστη, αλλά διαθέτει και κάποιες λυχνίες led οι οποίες βοηθούν τον χρήστη στην κατανόηση της κατάστασης λειτουργίας του μικροελεγκτή.

Πιο αναλυτικά, στην πιο απομακρυσμένη πλευρά του από τον μικροελεγκτή διαθέτει 14 ακροδέκτες οι οποίοι διαθέτουν τεχνολογία ψηφιακού σήματος και μπορούν να

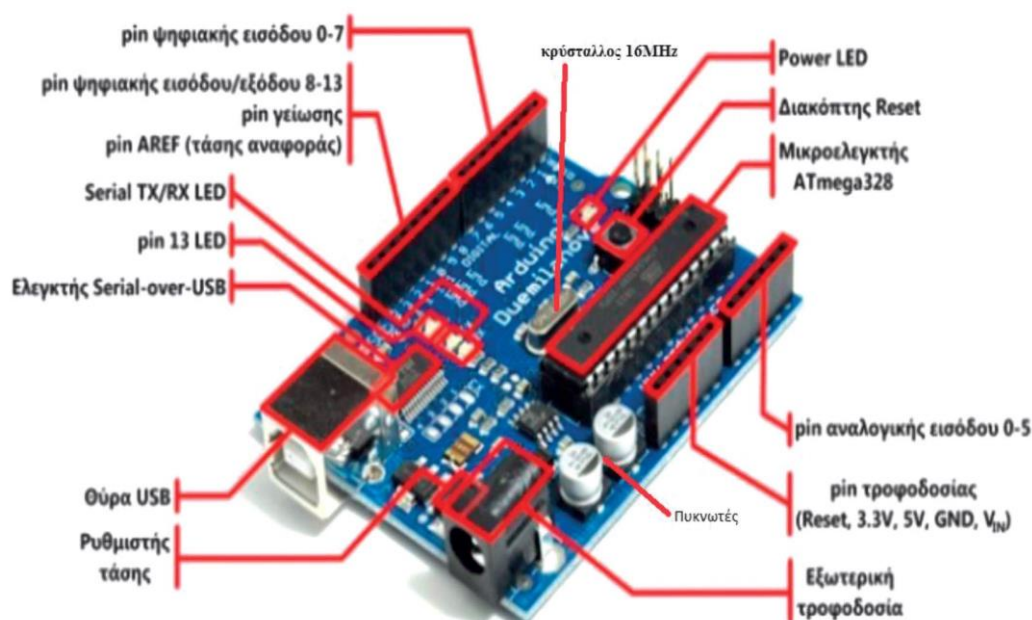
χρησιμοποιηθούν σαν είσοδος αλλά και σαν έξοδος του μικροελεγκτή, οι ακροδέκτες αυτοί είναι αριθμημένοι από το 0 έως το 13 λειτουργούν με σταθερή τάση ρεύματος 5V και με μέγιστη ισχύ ρεύματος τα 40mA. Πρέπει να αναφερθεί ότι οι συγκεκριμένοι ακροδέκτες έχουν και δευτερεύουσα λειτουργία εκτός από την εισαγωγή και εξαγωγή πληροφοριών, οι ακροδέκτες 0,1 μπορούν να διεξάγουν διαδικασίες σειριακής επικοινωνίας, η λειτουργία τους καθορίζεται από 2 τάσεις 3.3V και 5V, έτσι με την αναγνώριση αυτών των τάσεων μπορεί να διεξαχθεί επικοινωνία με υπολογιστή αλλά και με μια δεύτερη πλακέτα arduino. Οι ακροδέκτες 2,3 μπορούν να λειτουργήσουν ως ψηφιακές είσοδοι οι οποίες μπορούν να αντιληφθούν μια αλλαγή να σταματήσουν το πρόγραμμα και να τρέξουν κάποια άλλη διεργασία (για παράδειγμα οι συγκεκριμένοι ακροδέκτες μπορούν να αλλάξουν κατευθείαν την κατάσταση του συστήματος από ηρεμία, σε συναγερμό). Επιπλέον οι ακροδέκτες 3,5,6,9,10 έχουν την δυνατότητα να λειτουργούν και ως αναλογικές έξοδοι, δηλαδή να στέλνουν απλά ρεύμα στις συσκευές που είναι συνδεδεμένες μαζί τους.

Δίπλα από τους ψηφιακούς ακροδέκτες βρίσκεται ο ακροδέκτης της γείωσης ο οποίος διεκπεραιώνει την διαδικασία επιστροφής του ρεύματος από τις συσκευές που είναι συνδεδεμένες σε αυτόν καθώς αναλαμβάνει και τον μηδενισμό του δυναμικού φορτίου του ρεύματος της συσκευής σε περίπτωση σφάλματος ή λάθος λειτουργίας της συσκευής. Επιπλέον, ακριβώς δίπλα βρίσκεται και ο ακροδέκτης AREF ο οποίος χρησιμοποιείται για να καθορίζει την τάση αναφοράς εισόδου των αναλογικών ακροδεκτών, αν δώσουμε μια τιμή αναγνώρισης 2V στον AREF ακροδέκτη τότε εάν εισέλθει τάση 1V στους αναλογικούς ακροδέκτες, ο αλγόριθμος θα επιστρέψει την τιμή αναφοράς 512, έτσι θα μπορέσουμε να καταλάβουμε την λειτουργία της συσκευής με την οποία είναι συνδεδεμένος ο αναλογικός ακροδέκτης.

Από την πλευρά η οποία βρίσκεται πιο κοντά στον μικροελεγκτή, υπάρχουν διατεταγμένοι σε σειρά 6 αναλογικοί ακροδέκτες, οι οποίοι αριθμούνται από το 0 έως το 5, οι συγκεκριμένοι ακροδέκτες διαθέτουν μόνο την ιδιότητα της εισόδου, πιο συγκεκριμένα μπορούν να καταλάβουν την ύπαρξη τάσης ρεύματος. Η προκαθορισμένη τιμή που μπορούν να καταλάβουν είναι τα 0V η οποία εκλαμβάνεται ως τάση ηρεμίας και 5 V η οποία είναι και η προκαθορισμένη τάση αναφοράς (τάση στην οποία αντιλαμβάνεται την ύπαρξη ρεύματος ο ακροδέκτης) του ακροδέκτη, ακόμα η τάση αναφοράς των αναλογικών ακροδεκτών μπορεί να αλλάξει αν χρησιμοποιήσουμε την AREF λειτουργία για να καθοριστεί η τάση αναφοράς των ακροδεκτών στην τάση την οποία επιθυμούμε.

Δίπλα από τους αναλογικούς ακροδέκτες υπάρχουν οι ακροδέκτες που σχετίζονται με την τροφοδοσία του arduino αλλά και την τροφοδότηση των συσκευών που είναι συνδεδεμένες με αυτό. Πιο αναλυτικά ο ακροδέκτης με την ονομασία VIN μπορεί να λάβει τάση εισόδου στο arduino από εξωτερική πηγή ενέργειας δηλαδή να λειτουργήσει ως είσοδος τάσης ρεύματος για την τροφοδοσία του arduino, ακόμα σε περίπτωση που υπάρχει εξωτερική τροφοδοσία από το βύσμα τροφοδοσίας του arduino είναι εφικτό να χρησιμοποιήσουμε τον ακροδέκτη VIN για να έχουμε πρόσβαση σε τροφοδοσία. Οι ακροδέκτες GND είναι ακροδέκτες γείωσης ακριβώς με την ίδια λειτουργία με τον ακροδέκτη που βρίσκεται από την απέναντι πλευρά της πλακέτας. Ο ακροδέκτης με την ονομασία 5V, μπορεί να παρέχει έξοδο τάσης 5V και μάλιστα σταθεροποιημένη, για να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί από τις συσκευές οι οποίες είναι συνδεδεμένες με το σύστημα, ο συγκεκριμένος ακροδέκτης μπορεί να παρέχει τάση 5V είτε το arduino τροφοδοτείται από την usb θύρα είτε και από την εξωτερική θύρα

τροφοδοσίας του. Ο ακροδέκτης 3.3V, ο οποίος παρέχει σταθερή τάση 3.3V με μέγιστη ισχύ 50mA, η ισχύς είναι τόσο μικρή διότι ο συγκεκριμένος ακροδέκτης λειτουργεί μόνο με τροφοδοσία από την usb είσοδο του arduino. Ο ακροδέκτης RESET χρησιμοποιείται ως ακόμα μία μορφή επανεκκίνηση του συστήματος, η επανεκκίνηση επιτυγχάνεται αν γεφυρωθεί στιγμιαία ο ακροδέκτης RESET με οποιονδήποτε από τους ακροδέκτες GND. Ο ακροδέκτης IOREF, μπορεί να παρέχει συγκεκριμένη τάση αναφοράς λειτουργίας του μικροελεγκτή, έτσι ώστε να ξεκινήσουν οι διεργασίες του συστήματος μετά από την αναγνώρισης της τάσης αναφοράς. Ακόμα, υπάρχουν και 6 αρσενικοί ακροδέκτες σε ζευγάρια των 2 με ονομασία ICSP, ουσιαστικά είναι μια σειριακή είσοδος/έξοδος του arduino με την οποία μπορεί να επικοινωνεί σειριακά με άλλες συσκευές αλλά και να δέχεται εντολές προγραμματισμού από εξωτερική συσκευή. Τέλος, η πλακέτα περιλαμβάνει έναν διακόπτη reset, για την χειροκροτητή επανεκκίνηση του προγράμματος όταν αυτό χρειαστεί, βασική προϋπόθεση σύμφωνα με τον κανονισμό EN 54 για τις κεντρικές μονάδες των συστημάτων πυρασφάλειας.



Εικόνα 21. Διάταξη κλασικής πλακέτας arduino, www.users.sch.gr

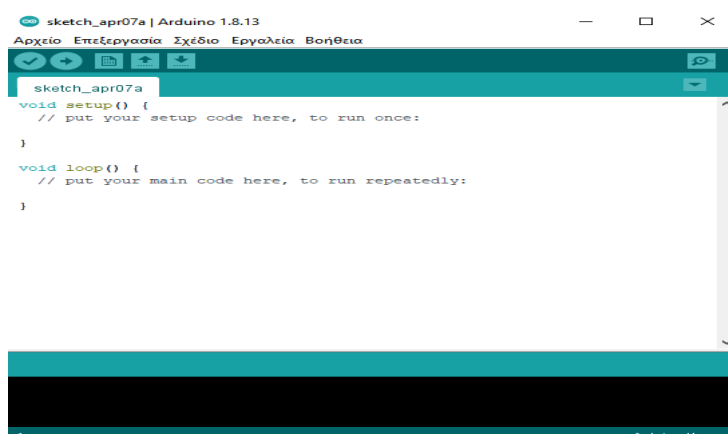
Το πλήθος και οι δυνατότητες των λειτουργιών που προσφέρουν οι είσοδοι και οι έξοδοι της πλακέτας αλλά και η αρχιτεκτονική δομή της, ακόμα και το μέγεθος της, την καθιστά κορυφαία επιλογή για να χρησιμοποιηθεί ως πλακέτα ελέγχου σε διάφορες διαδραστικές συσκευές, καθώς δίνει την δυνατότητα πλήρους εκμετάλλευσης των διεργασιών που μπορεί να πραγματοποιήσει, είναι απόλυτα συμβατή με πολλούς αισθητήρες και συσκευές, με δυνατότητα επέκτασης λειτουργίας αν αυτό χρειαστεί μελλοντικά και το βασικότερο, το μοντέλο προγραμματισμού που ακολουθεί είναι ανοιχτού προγραμματιστικού κώδικα. Τέλος, η δαπάνη για την αγορά της είναι πολύ μικρή, σημαντικός παράγοντας για την επίτευξη του χαμηλού κόστους του συστήματος. Για αυτό λοιπόν και μια πλακέτα arduino θα αποτελέσει την κεντρική μονάδα ελέγχου του συστήματος πυρασφάλειας που θα κατασκευαστεί.

2.3 Προγραμματιστικό περιβάλλον του arduino

Για την διεξαγωγή διεργασιών με τις πλακέτες arduino χρειάζεται και ο κατάλληλος προγραμματισμός τους, συνεπώς η πλατφόρμα arduino περιλαμβάνει και δικό της ανοιχτού κώδικα προγραμματιστικό περιβάλλον καθώς και συγκεκριμένο κώδικα. Πιο συγκεκριμένα η γλώσσα προγραμματισμού του μικροελεγκτή είναι η Wiring η οποία είναι μια παραλλαγή της C/C++, για την ακρίβεια είναι σχεδόν ίδια με την C χρησιμοποιεί τις ίδιες βασικές εντολές και συναρτήσεις, με την ίδια σύνταξη, τους ίδιους τύπους δεδομένων και τους ίδιους τελεστές αλλά εμπεριέχει και κάποια πρόσθετα χαρακτηριστικά από την C++. Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό της όμως είναι ότι περιέχει κάποιες εντολές οι οποίες καθιστούν πιο εύκολη της διαχείριση των εισόδων/εξόδων καθώς και του μικροελεγκτή της πλακέτας, διότι έχει συνταχθεί έτσι ώστε να παρέχει εντολές για τον έλεγχο των μικροελεγκτών αρχιτεκτονικής AVR στην οποία βασίζονται και οι Atmega μικροελεγκτές που χρησιμοποιούνται στις πλακέτες arduino, έτσι γίνεται πιο εύκολος ο χειρισμός των εισόδων και των εξόδων της πλακέτας. Ακόμα, πρέπει να αναφερθεί ότι με την χρήση της μπορούν να αναπτυχθούν κωδικές κυκλικής εκτέλεσης (οι οποίοι χρησιμοποιούνται πάρα πολύ συχνά σε εφαρμογές με δίκτυα αισθητήρων) πολύ εύκολα, χρησιμοποιώντας απλώς την συνάρτηση `setup()`, η οποία τρέχει μόνο μια φορά κατά την έναρξη εκτέλεσης του προγράμματος για να αρχικοποιήσει τις ρυθμίσεις-παραμέτρους και την συνάρτηση `loop()` η οποία καλείται συνεχώς μέχρι την απενεργοποίηση της πλακέτας ή την εφαρμογή της εντολής εξόδου από αυτής για την εκτέλεση μίας άλλης διεργασίας. Τέλος, η βιβλιοθήκη της γλώσσας Wiring εμπεριέχεται στο ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης Arduino (IDE).

Το arduino IDE με τρέχουσα έκδοση την 1.8.13 το οποίο διατίθεται δωρεάν στο κοινό του, είναι μια πολυλειτουργική εφαρμογή γραμμένη σε java, λειτουργεί σε πολλές πλατφόρμες και προέρχεται από το IDE της γλώσσας προγραμματισμού Processing, απαρτίζεται από πολύ εύκολο και ευανάγνωστο περιβάλλον με πολλές λεπτομερείς έτσι ώστε να είναι φιλικό κατά την χρήση του από τον χρήστη. Στον IDE μπορεί να γίνει συγγραφή του κώδικα με χρήση εντολών μέσα από την μεγάλη γκάμα της Wiring, καθώς και εκτέλεση του κώδικα διότι ο IDE εμπεριέχει δικό του ενσωματωμένο compiler για την μεταγλώττιση του κώδικα. Έχει ένα πολύ πρακτικό περιβάλλον για να γίνει η συγγραφή του κώδικα αλλά έχει και πολλά έτοιμα παραδείγματα τα οποία μπορούν να ενσωματωθούν στον κώδικα του χρήστη. Στον IDE εμπεριέχονται και κάποιες βασικές βιβλιοθήκες για τον έλεγχο του μικροελεγκτή όπως αυτή της AVR libe η οποία χρησιμοποιείται για να μεταγλωττίζει τα προγράμματα που αναπτύσσει ο χρήστης και την Avrdude για να εκτελέσει την διαδικασία φόρτωσης των προγραμμάτων στην πλακέτα arduino πάντα με την σύνδεση usb καλωδίου μεταξύ ηλεκτρονικού υπολογιστή και πλακέτας. Ακόμα ο IDE περιέχει και οθόνη σειριακής παρακολούθησης με την οποία μπορεί να παρακολουθήσει ο χρήστης την σειριακή επικοινωνία ανάμεσα σε arduino και ηλεκτρονικό υπολογιστή αλλά και να στείλει διαφορά αλφαριθμητικά δεδομένα πράγμα που καθιστά πιο εύκολο το debugging των προγραμμάτων. Ακόμα, ο IDE μπορεί να φορτώσει στο περιβάλλον του έτοιμους κωδικές, λειτουργία πολύ σημαντική καθώς οι περισσότεροι αισθητήρες που μπορούν να προσαρμοστούν στην πλακέτα arduino έχουν δικό τους έτοιμο κώδικα για να επιτευχθεί ευκολά η σωστή τους λειτουργία τους. Τέλος, ο IDE μπορεί να αποθηκεύσει τοπικά κωδικές καθώς και έτοιμα προς χρήση προγράμματα έτσι ώστε να μπορούν να επεξεργαστούν σε άλλη χρονική περίοδο αλλά και από άλλον ηλεκτρονικό υπολογιστή

(φορητότητα) ή να σταλούν με άλλον τρόπο στην πλακέτα, πράγμα που καθιστά ακόμα πιο εύκολη την όλη διαδικασία προγραμματισμού και αποστολής του προγράμματος.

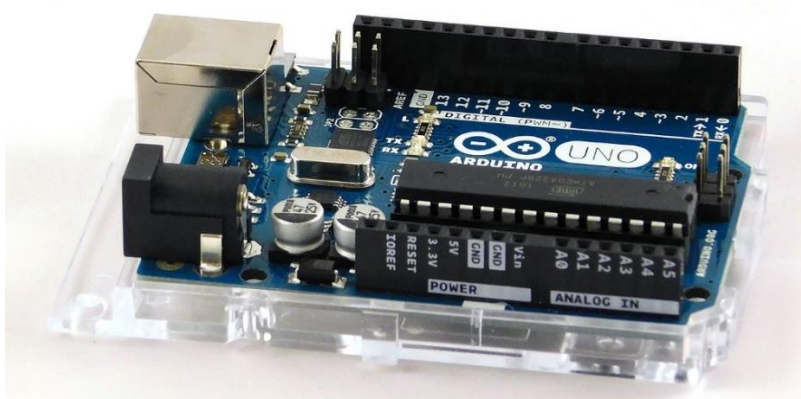


Εικόνα 22. Arduino IDE κυρίως σελίδα, arduino.cc

2.4 Το hardware του συστήματος.

Για την κατασκευή του συστήματος πυρανίχνευσης θα χρειαστούν αρκετά υλικά τα οποία πρέπει να συνδέουν με προκαθορισμένο τρόπο έτσι ώστε να μην υπάρχουν απώλειες υλικού κατά την λειτουργία του συστήματος λόγω κακής σύνδεσης του. Πιο συγκεκριμένα παρακάτω θα παρουσιαστεί το υλικό το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή του συστήματος.

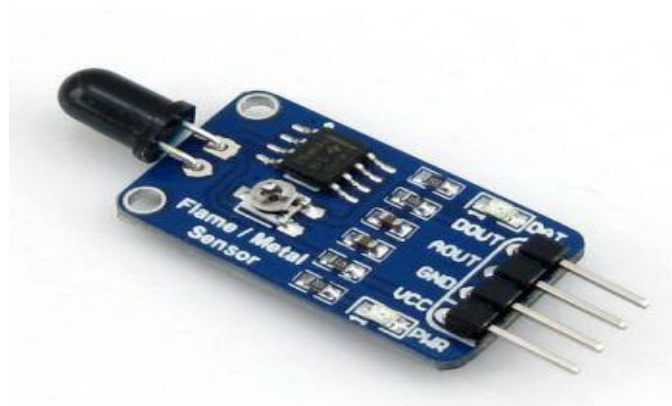
- Αρχικά, η πλακέτα που θα χρησιμοποιηθεί για να υποστηρίξει τις λειτουργίες της κεντρικής μονάδας του συστήματος είναι το Arduino uno Rev3 το οποίο είναι έχει τα βασικά χαρακτηριστικά τεχνολογίας που περιεγραφήκαν παραπάνω, καθώς αποτελεί την βασική πλακέτα της arduino. Επιλέχθηκε το συγκεκριμένο μοντέλο, διότι σύμφωνα με την κατασκευάστρια εταιρία είναι το πιο συμβατό με πολύ μεγάλο πλήθος αισθητήρων αλλά και άλλων επεκτάσιμων εφαρμογών. Η έκδοση 3 (Rev3) είναι η τελευταία που κυκλοφορεί και είναι πλήρως συμβατή με καινούργιες και παλιές πλακέτες επέκτασης. Επιπλέον, αποτελεί μια οικονομική επιλογή για να κρατήσει χαμηλά το κόστος κατασκευής του συστήματος αλλά και το μέγεθος του, το οποίο είναι 69 χιλιοστά σε μήκος και 54 χιλιοστά σε πλάτος, το καθιστά την κορυφαία επιλογή για το σύστημα.



Εικόνα 23. Πλακέτα Arduino Uno Rev3, grobotronics.com

[illegible]

- Ο Αισθητήρας που θα χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση της γυμνής φλόγας είναι Αισθητήρας φωτιάς LM393 της κατασκευάστριας εταιρίας waveshare, ο οποίος μπορεί να λειτουργήσει και αναλογικά αλλά και ψηφιακά, Είναι τοποθετημένος πάνω σε module (μικρή ηλεκτρονική πλακέτα) έτσι ώστε να μην χρειαστεί παραπάνω από για την σύνδεση του. Τροφοδοτείται με τάση 2.5V καθώς και με τάση 5V, μπορεί να εντοπίσει φλόγα σε οπτικό πεδίο 60 μοιρών, καθώς και να ρυθμιστεί από την βίδα που διαθέτει πάνω του το πόσο ευαίσθητος θα είναι, το οποίο θα ρυθμίζεται ανάλογα με τις ανάγκες του χώρου. Διαθέτει 4 ακροδέκτες για την σύνδεση του, ο πρώτος είναι για την τροφοδοσία του, ο δεύτερος για την σύνδεση του με την γείωση, ο τρίτος για την αναλογική έξοδο δεδομένων και ο τέταρτος για την ψηφιακή έξοδο δεδομένων από τον αισθητήρα. Ο συγκεκριμένος επιλέχθηκε για την ευελιξία που παρέχει ανάλογα με τις ανάγκες του χώρου αλλά και για την χαμηλή τιμή του.



Εικόνα 25. Αισθητήρας φωτιάς LM393, grobotronics

- Ο αισθητήρας μονοξειδίου του άνθρακα που θα χρησιμοποιηθεί για το σύστημα είναι, ο αισθητήρας μονοξειδίου του άνθρακα MQ-7 της κατασκευάστριας εταιρίας waveshare, ο οποίος μπορεί να λειτουργήσει και αναλογικά αλλά και ψηφιακά και αυτός είναι τοποθετημένος πάνω σε module και συνδέεται πολύ εύκολα με το arduino. Τροφοδοτείται είτε με τάση 2.5V είτε με τάση 5V, διαθέτει και αυτός τέσσερις ακροδέκτες, ο πρώτος είναι για την τροφοδοσία του, ο δεύτερος για την σύνδεση του με την γείωση, ο τρίτος για την αναλογική έξοδο δεδομένων και ο τέταρτος για την ψηφιακή έξοδο δεδομένων από τον αισθητήρα. Έχει την δυνατότητα να εντοπίζει πολύ γρήγορα το μονοξείδιο του άνθρακα καθώς επίσης είναι πολύ ευαίσθητο και μπορεί να εντοπίσει σε πάρα πολύ μικρές ποσότητες το μονοξείδιο του άνθρακα στο περιβάλλον. Επιλέχθηκε γιατί έχει την δυνατότητα να ενεργοποιείται πολύ γρήγορα καθώς και γιατί είναι πολύ οικονομικός.



Εικόνα 26. Αισθητήρας ανίχνευσης μονοξειδίου του άνθρακα MQ-7, grobotronics.

- Ο αισθητήρας ορατού καπνού που θα χρησιμοποιηθεί για το σύστημα καθώς και ο αισθητήρας αερίων είναι ο αισθητήρας MQ-2 της κατασκευάστριας εταιρίας waveshare, ο οποίος έχει την δυνατότητα να ανιχνεύει καπνό καθώς και μεθάνιο και βουτάνιο έτσι θα χρησιμοποιηθεί από κοινού ο ίδιος αισθητήρας (θέλουμε να εντοπίσουμε μόνο τις κατώτερες τιμές αυτών), για οικονομία χώρου και χρήματος, αφού θα χρησιμοποιηθεί ένας λιγότερος αισθητήρας για την κατασκευή του συστήματος. Αρχικά, και αυτός ο αισθητήρας είναι τοποθετημένος πάνω σε module για να μπορέσει να συνδεθεί με το arduino χωρίς τη χρήση άλλης τεχνολογίας. Τροφοδοτείται με τάση από 2.5V έως 5V και με ισχύς ρεύματος 160mA , μπορεί να λειτουργήσει και αναλογικά αλλά και ψηφιακά καθώς επίσης διαθέτει και τέσσερις ακροδέκτες, ο πρώτος είναι για την τροφοδοσία του, ο δεύτερος για την σύνδεση του με την γείωση, ο τρίτος για την αναλογική έξοδο δεδομένων και ο τέταρτος για την ψηφιακή έξοδο δεδομένων από τον αισθητήρα όμοιος δηλαδή και με τους παραπάνω αισθητήρες. Επιλέχθηκε διότι μπορεί να εξοικονομήσει πόρους, είναι οικονομικός, με μεγάλη ευαισθησία και όχι τόσο δύσκολος στην εγκατάσταση του.



Εικόνα 27. Αισθητήρας Αερίων MQ2, grobotronics

- Για την ηχητική σήμανση του συστήματος πυρανίχνευσης επιλέχθηκε ένας βομβητής (buzzer) της κατασκευάστριας εταιρίας OEM, ο οποίος έχει τάση τροφοδοσίας στα 5V, έχει διάμετρο δώδεκα χιλιοστά και διαθέτει 2 ακροδέκτες για την σύνδεση του, ο πρώτος είναι για την τροφοδοσία του και ο δεύτερος είναι για την σύνδεση του με την γείωση, για την σύνδεση του απαιτείται αντίσταση 10 Kohm. Μπορεί να παράγει ήχο της τάξεως των 2kHz και έντασης στα 85db, οποίος είναι αρκετά οξείς και κατάλληλος για προειδοποιητική σήμανση. Επιλέχθηκε γιατί μπορεί να παράγει δυνατό ήχο σε σχέση με το μέγεθος του που είναι κατάλληλο για το σύστημα, καθώς επίσης διότι είναι οικονομικός.



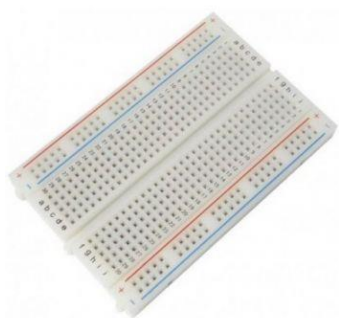
Εικόνα 28. Βομβητής 5V, grobotronics

- Για την φωτεινή σήμανση του συστήματος πυρανίχνευσης θα χρησιμοποιηθούν λυχνίες led των 5 χιλιοστών, οι οποίες διαθέτουν 2 ακροδέκτες, ο πρώτος για την τροφοδοσία τους, η οποία κυμαίνεται από 1.8 έως 2.6V με ένταση 20mA και ο δεύτερος για την σύνδεση της λυχνίας με την γείωση, για την σύνδεση του απαιτείται αντίσταση 10 Kohm. Επιλέχθηκαν διότι είναι πολύ μικροί σε μέγεθος, αρκετά φωτεινοί και οικονομικοί.

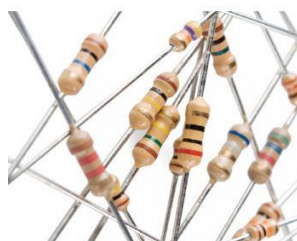


Εικόνα 29. Λυχνίες Led, grobotronics

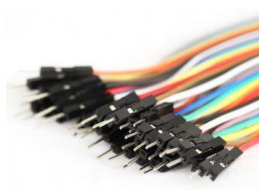
- Ακόμα, για την κατασκευή του συστήματος είναι απαραίτητες δύο πλακέτες δοκιμών τετρακοσίων οπών της κατασκευάστριας εταιρίας OEM, πάνω στις οποίες θα γίνουν οι περισσότερες συνδέσεις, των περιφερικών με την κεντρική μονάδα, ακόμα θα χρειαστεί να χρησιμοποιηθούν συγκεκριμένες αντιστάσεις διαφορετικής χωρητικότητας της εταιρίας OEM , για να μπορέσει να ρυθμίσει την τροφοδοσία του συστήματος, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η σωστή του λειτουργία. Ακόμα θα χρησιμοποιηθούν καλώδια των είκοσι εκατοστών τα οποία στις άκρες τους έχουν προσαρμοσμένους αρσενικούς και θηλυκούς ακροδέκτες, της εταιρίας EOM τα οποία μπουν να αντέξουν ισχύς ρεύματος έως 2A και τάση 300V , έτσι θα μπορέσει να επιτευχθεί η ασφαλή σύνδεση του συστήματος με τα περιφερειακά του. Τέλος θα χρησιμοποιηθεί θερμοστελλόμενο της εταιρίας EOM για την στεγανοποίηση των ενώσεων όπου αυτό χρειαστεί.



Εικόνα 30. Πλακέτα δοκιμών, grobotronics



Εικόνα 31. Αντιστάσεις, grobotronics

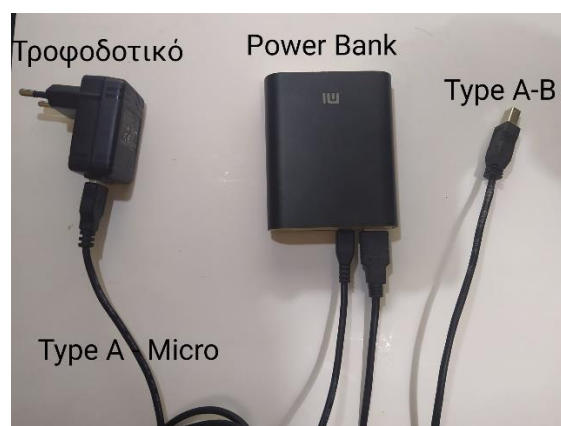


Εικόνα 32. Καλώδια σύνδεσης με ακροδέκτες, grobotronics



Εικόνα 33. Θερμοσυστελλόμενο, grobotronics

- Για την τροφοδοσία του συστήματος θα χρησιμοποιηθεί ένα power bank το οποίο έχει την δυνατότητα να φορτίζει τις μπαταρίες του αλλά παράλληλα στο ίδιο χρονικό διάστημα να δίνει ρεύμα και στην έξοδο του με την οποία θα τροφοδοτείται το σύστημα, έτσι το σύστημα θα εξασφαλίσει μόνιμη σύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΔΔΗΕ αλλά και σύνδεση με μπαταρίες έτσι ώστε σε περίπτωση διακοπής ρεύματος να μπορέσει να εξασφαλιστεί η λειτουργία του για μεγάλο χρονικό διάστημα. Το power bank που θα χρησιμοποιηθεί είναι το mi 10400 της κατασκευάστρια εταιρίας xiaomi το οποίο έχει αυτονομία 10400mAh και είναι ικανό να τροφοδοτήσει τις εξόδους του με ρεύμα τάσης 5V και ισχύς 2.1A. Ακόμα για την τροφοδοσία του power bank θα χρειαστεί ένα τροφοδοτικό μετατροπής ρεύματος από 220V σε 5V, καθώς και ένα καλώδιο usb μετατροπής από type A male σε micro usb male, καθώς και ένα καλώδιο usb μετατροπής από type A male σε usb type B male για την σύνδεση με την θύρα της πλακέτας arduino.



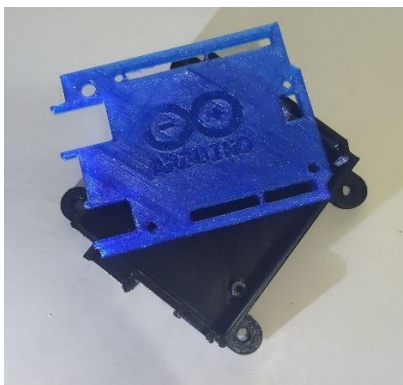
Εικόνα 34. Σύστημα τροφοδοσίας.

- Για την χειροκίνητη έναρξη του συστήματος ειδοποίησης θα χρησιμοποιηθεί ένας απλός σταθερής εναλλαγής καταστάσεως ηλεκτρολογικός διακόπτης, με όρια ανοχής 6A ισχύς ρεύματος και 250V τάσεως ρεύματος.

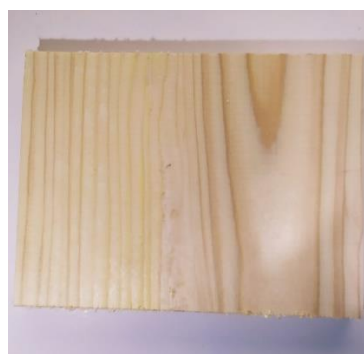


Εικόνα 35. Διακόπτης εναλλαγής κατάστασης κυκλώματος

- Για την προστασία της κεντρικής μονάδας εκτυπώθηκε με τρισδιάστατο εκτυπωτή προστατευτικό περίβλημα, με υλικό PLA+ της εταιρίας e-sun το οποίο θα της εξασφαλίσει προστασία ακόμα και σε θερμοκρασία 220 βαθμών, ικανοποιητική τιμή έτσι ώστε να μπορέσει να λειτουργεί για αρκετή ώρα σε περίπτωση πυρκαγιάς. Ακόμα θα χρησιμοποιηθεί ξύλινο πάνελ διαστάσεων 24εκ(μήκος)*18εκ(πλάτος)*1,6εκ(ύψος), στο οποίο θα τοποθετηθεί το σύστημα στο σύνολο του.



Εικόνα 36. Προστατευτικό περίβλημα κεντρικής μονάδας



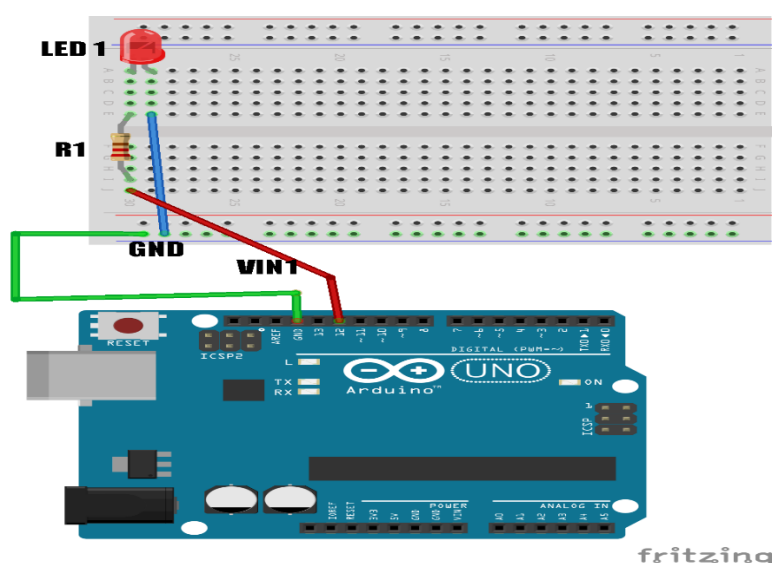
Εικόνα 37. Ξύλινο Πάνελ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Σχεδιασμός του κυκλώματος.

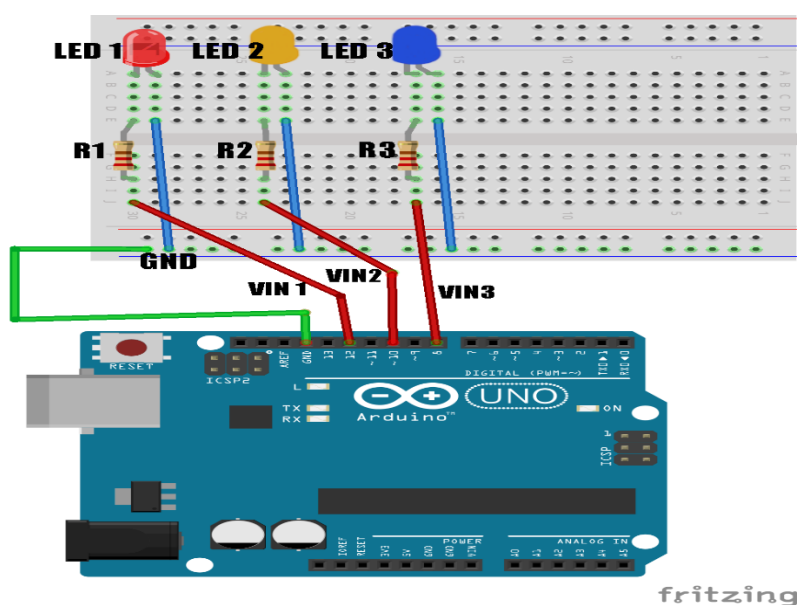
Πριν την κατασκευή του συστήματος πυρανίχνευσης είναι απαραίτητη η σχολαστική σχεδίαση της συνδεσμολογίας του συστήματος, έτσι ώστε να μπορέσει να προγραμματιστεί αλλά και να λειτουργήσει σωστά. Για την σχεδίαση του συστήματος θα χρησιμοποιηθεί το λογισμικό fritzing, το οποίο διαθέτει μια πλήρη γκάμα από ηλεκτρονικά εξαρτήματα, πλακέτες και διάφορα άλλα, τα οποία θα βοηθήσουν στην ευκολότερη αλλά και σωστότερη σχεδίαση του συστήματος, ακόμα πρέπει να αναφερθεί ότι, για την σχεδίαση χρησιμοποιήθηκαν παραδείγματα σχεδίασης από την επίσημη σελίδα του arduino.cc και προσαρμόστηκαν στις ανάγκες του συστήματος. Σε πρώτη φάση θα αναπτυχθεί το breadboard που θα φιλοξενεί την μονάδα ειδοποίησης του συστήματος καθώς και η συνδέσεις με την κεντρική μονάδα και σε δεύτερη φάση θα αναπτυχθεί το breadboard που θα φιλοξενεί την μονάδα ανίχνευσης του συστήματος καθώς και τις συνδέσεις των αισθητήρων με την κεντρική μονάδα.

Αρχικά θα σχεδιαστεί η τοποθέτηση της κόκκινης led λυχνίας, με την ονομασία led 1 στην εικόνα 38, η λυχνία συνδέεται για την τροφοδοσία της στον ψηφιακό ακροδέκτη vin1 μέσω του κόκκινου αγωγού τροφοδοσίας, για την σύνδεση της χρειάζεται και τοποθέτηση μιας αντίστασης R1 220Ω στο κανάλι τροφοδοσίας της, αυτό γίνεται για να μειωθεί η τάση και η ένταση του ρεύματος έτσι ώστε να μπορεί να λειτουργεί σωστά, χωρίς να καταστραφεί, καθώς η λυχνία λειτουργεί με τάση 1,8V και ένταση 20mA. Για την σύνδεση της με την γείωση, θα χρησιμοποιηθεί ο μπλε αγωγός ο οποίος συνδέει τον ακροδέκτη γείωσης της λυχνίας με το κανάλι γείωσης του breadboard, το οποίο συνδέεται μέσω του πράσινου αγωγού GND στον ακροδέκτη GND της κεντρικής μονάδας. Αξίζει να αναφερθεί ότι το κανάλι γείωσης του breadboard χρησιμοποιείται για να μειώσει το πλήθος των αγωγών, θα μπορούσε κάλλιστα ο ακροδέκτης GND της λυχνίας να συνδεθεί απευθείας με τον ακροδέκτη GND της κεντρικής μονάδας του συστήματος.



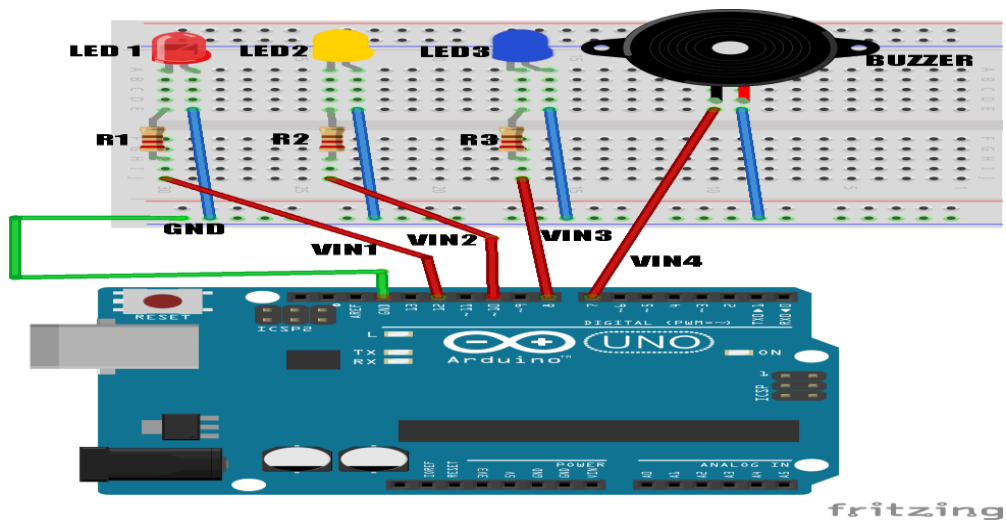
Εικόνα 38. Σχεδιάγραμμα συνδεσμολογίας κόκκινης λυχνίας.

Για την σύνδεση της πορτοκαλής λυχνίας για την οποία θα χρησιμοποιηθεί η ονομασία LED 2 (εικόνα 39), θα ακολουθηθεί ο ίδιος τρόπος σύνδεσης με την κόκκινη λυχνία, δηλαδή για την τροφοδοσία της θα χρησιμοποιηθεί ο κόκκινος αγωγός VIN2 ο οποίος θα συνδέεται απευθείας με τον ψηφιακό ακροδέκτη 10 της κεντρικής μονάδας, για την σύνδεση θα χρειαστεί μια αντίσταση R3 με 220Ω για να περιορίσει την ισχύ και την τάση του ρεύματος, για την γείωση της θα χρησιμοποιηθεί ο μπλε αγωγός ο οποίος θα συνδέει τον ακροδέκτη GND της λυχνίας με το κανάλι GND του breadboard. Επιπλέον σχεδιάστηκε να τοποθετηθεί δίπλα στην πορτοκαλί λυχνία μία λυχνία χρώματος μπλε με ονομασία LED 3 , η οποία θα χρειαστεί για την τροφοδοσία της την αντίσταση R3 η οποία θα είναι τοποθετημένη και αυτή ομοίως με τις προηγούμενες δύο αντιστάσεις, η τροφοδοσία της θα γίνεται μέσω του αγωγού VIN3 και η γείωση της λυχνίας θα πραγματοποιείται με τον μπλε αγωγό ο οποίος με την σειρά του θα είναι συνδεδεμένος στο κανάλι γείωσης του breadboard. Αυτές οι τρεις λυχνίες λοιπόν, με την συγκεκριμένη διάταξη και σχεδίαση θα αποτελούν το υποσύστημα φωτεινής σήμανσης του συστήματος πυρανίχνευσης.



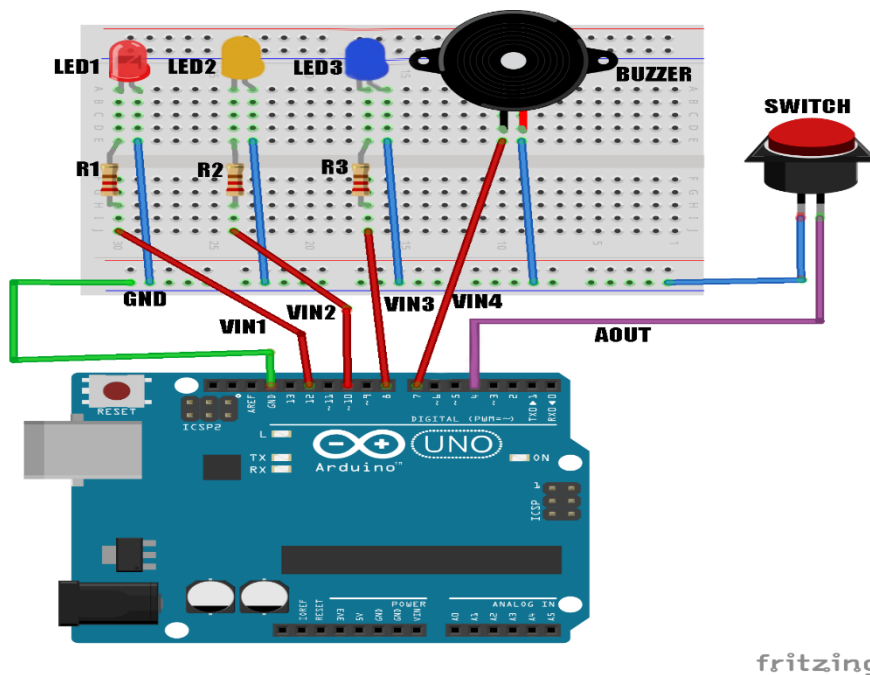
Εικόνα 39. Σχεδιάγραμμα συνδεσμολογίας λυχνιών του συστήματος.

Για την ηχητική σήμανση, ακριβώς δίπλα από τις λυχνίες θα τοποθετηθεί ο βομβητής του συστήματος με ονομασία BUZZER (εικόνα 40), καθώς η τάση λειτουργία του βομβητή είναι τα 5V δεν χρειάζεται αντίσταση για να μειωθεί η τάση του ρεύματος, η ένταση του ρεύματος είναι 40 mA , συνεπώς η σύνδεση του για τροφοδοσία θα γίνει μόνο με την χρήση του κόκκινου αγωγού VIN4 στον ψηφιακό ακροδέκτη 7 του κεντρικού συστήματος, ο ακροδέκτης γείωσης του βομβητή θα συνδεθεί και αυτός στο κανάλι γείωσης του breadboard μέσω του μπλε αγωγού.



Εικόνα 40. Σχεδιάγραμμα συνδεσμολογίας λυχνιών και Βομβητή του συστήματος.

Ο διακόπτης εναλλαγής κατάστασης του συστήματος με ονομασία SWITCH (εικόνα 41), αποτελεί μία ιδιαίτερη περίπτωση διότι όλοι οι διακόπτες που έχουν την δυνατότητα να συνδεθούν με το arduino έχουν 3 ακροδέκτες (τροφοδοσία, δεδομένα , γείωση), ο συγκεκριμένος διακόπτης που χρησιμοποιήθηκε έχει δύο ακροδέκτες, έναν για την τροφοδοσία του και έναν για την γείωση, έτσι για να μπορέσει να λειτουργήσει σχεδιάστηκε παράλληλα με τον κώδικα του (ο οποίος θα παρουσιαστεί στην επόμενη ενότητα). Ο ακροδέκτης της τροφοδοσίας του λοιπόν είναι συνδεδεμένος μέσω του μωβ αγωγού AOUT στον ψηφιακό ακροδέκτη 4 της κεντρικής μονάδας και ο ακροδέκτης της γείωσης του συνδέεται μέσω του μπλε αγωγού στο κανάλι γείωσης του breadboard, δεν απαιτείται αντίσταση διότι το ρεύμα απλά διέρχεται από το κύκλωμα του διακόπτη και απλά ξανά επιστρέφει στην κεντρική μονάδα του συστήματος.



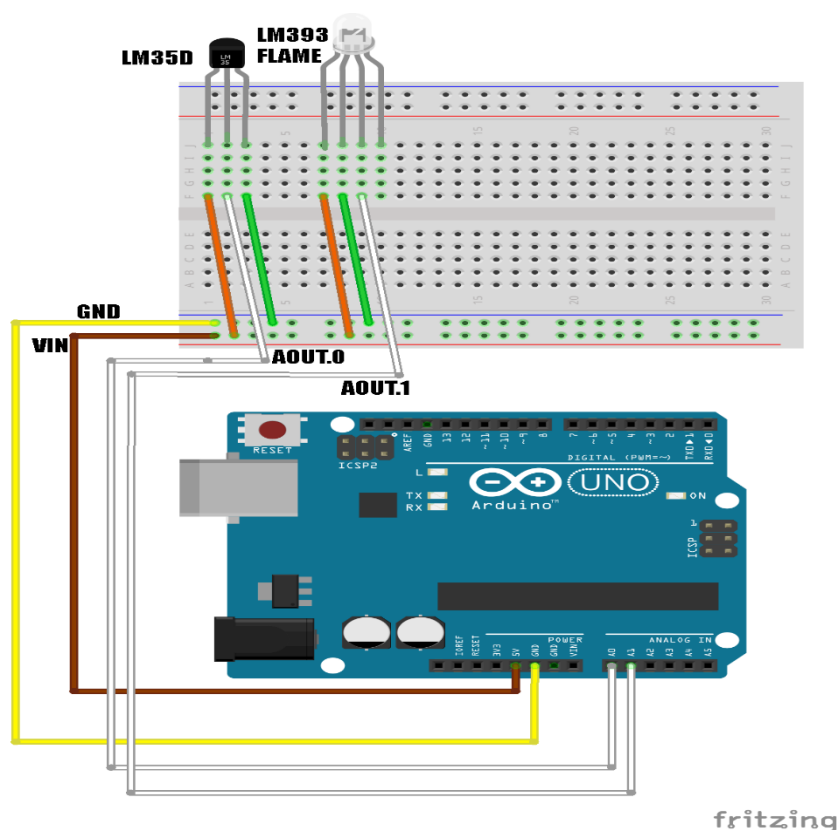
Εικόνα 41. Σχεδιάγραμμα συνδεσμολογίας Λυχνιών, Βομβητή και διακόπτη.

Όσον αφορά την σχεδίαση του συστήματος ανίχνευσης, σχεδιάστηκε στο breadboard κανάλι τροφοδοσίας 5V (εικόνα 42) για να μπορέσει να παρέχει τροφοδοσία στους ανιχνευτές περιορίζοντας το πλήθος των καλωδίων σύνδεσης. Επιπλέον σχεδιάστηκε κανάλι γείωσης ακριβώς για τον ίδιο λόγο. Όσον αφορά τον αισθητήρα μέτρησης θερμοκρασίας ο οποίος λειτουργεί αναλογικά, η ονομασία του στο διάγραμμα σχεδίασης είναι LM35D, η τροφοδοσία του θα γίνει μέσω του πορτοκαλί αγωγού στο κανάλι σύνδεσης 5V του breadboard και η σύνδεση του ακροδέκτη γείωσης του θα γίνει μέσω του πράσινου αγωγού στον κανάλι γείωσης του breadboard, η μεταφορά δεδομένων θα γίνει συνδέοντας τον αναλογικό ακροδέκτη δεδομένων του αισθητήρα μέσω του λευκού αγωγού AOUT.0 στην αναλογική είσοδο A0 της κεντρικής μονάδας του συστήματος.



47

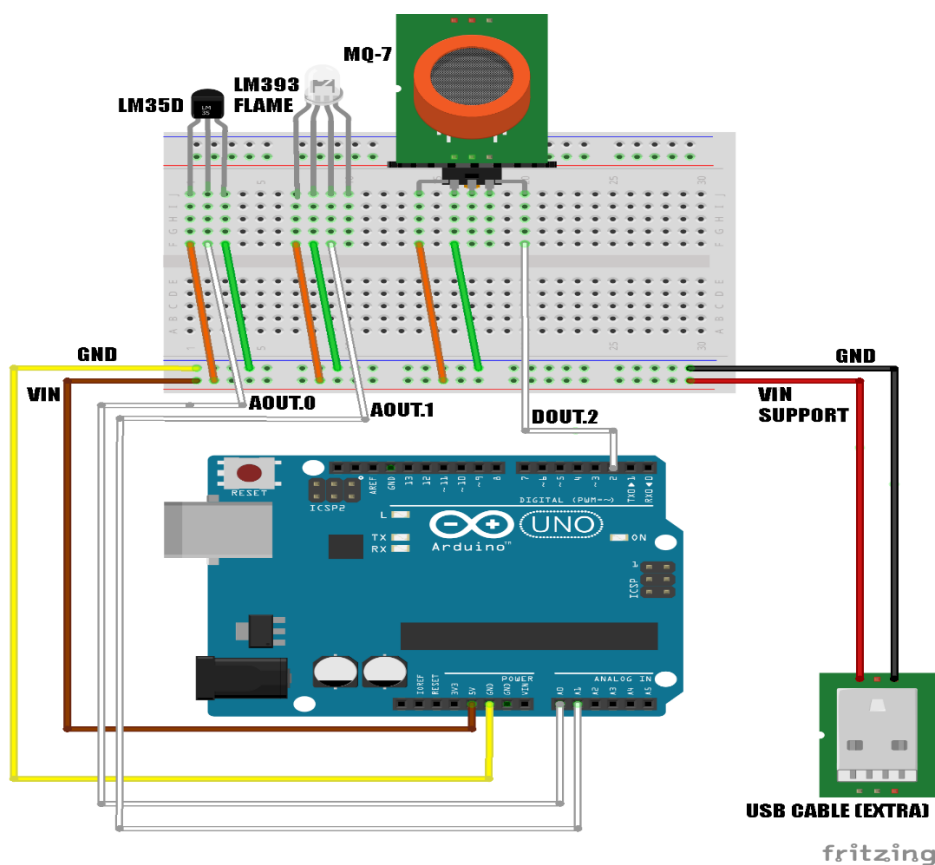
μονάδας του συστήματος. Για την τροφοδοσία και την γείωση του αισθητήρα θα χρησιμοποιηθεί ο πορτοκαλί και ο πράσινος αγωγός οι οποίοι θα συνδέονται στο κανάλι τροφοδοσίας και στο κανάλι γείωσης του breadboard κατ' αντιστοιχία.



Εικόνα 43. Σχεδιάγραμμα συνδεσμολογίας αισθητήρα θερμοκρασίας και αισθητήρα ανίχνευσης γυμνής φλόγας

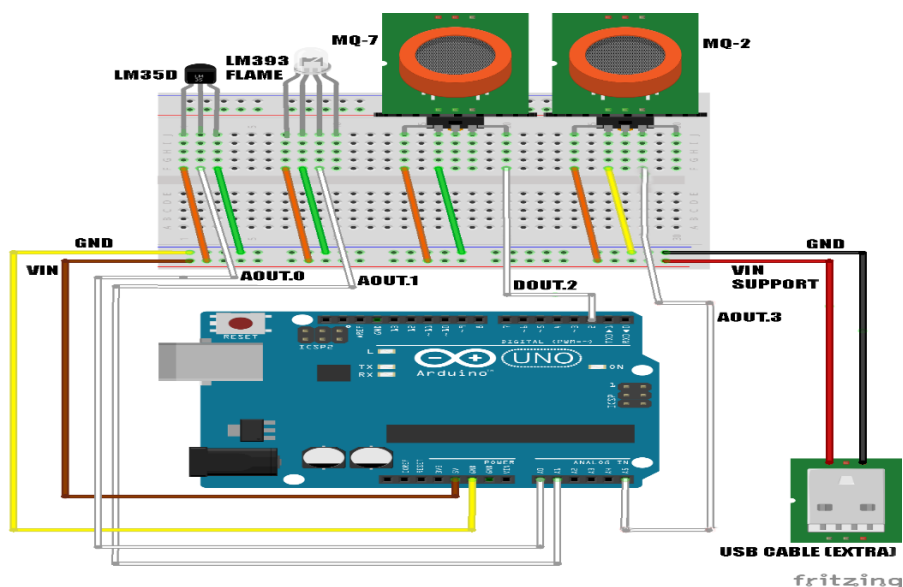
Ο αισθητήρας μονοξειδίου του άνθρακα MQ-7, αποτελεί μια ιδιαίτερη περίπτωση για το σύστημα, καθώς χρειάζεται 160mA ισχύ ρεύματος για την λειτουργία του, κατά την σύνδεση του παρατηρήθηκε σημαντική πτώση τάσης στην κεντρική μονάδα λόγω αδυναμίας τροφοδότησης του αισθητήρα εξαιτίας του συστήματος ειδοποίησης και των ήδη δύο υπαρχόντων τροφοδοτούμενων αισθητήρων στο σύστημα. Για να λυθεί το πρόβλημα της τροφοδοσίας συνδέθηκε εξωτερική πηγή τροφοδοσίας και εξωτερική γείωση στο υπάρχον κανάλι τροφοδοσίας 5V και εξωτερικό κανάλι γείωσης αντίστοιχα. Η εξωτερική πηγή τροφοδοσίας προέρχεται από το power bank που τροφοδοτεί και το arduino, αλλά η τροφοδοσία δεν προέρχεται μέσω αυτού. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 44 η εξωτερική τροφοδοσία παρέχεται στο κανάλι μέσω του κόκκινου αγωγού με ονομασία VIN SUPPORT και η γείωση παρέχεται μέσω του μαύρου αγωγού GND. Έτσι, για την τροφοδοσία του αισθητήρα ανίχνευσης μονοξειδίου θα χρησιμοποιηθεί ο πορτοκαλί αγωγός που θα συνδεθεί στο πλέον ενισχυμένο κανάλι τροφοδοσίας του breadboard και η γείωση του θα πραγματοποιηθεί με την σύνδεση του πράσινου αγωγού στο κανάλι γείωσης του breadboard. Για την μεταφορά δεδομένων επιλέχθηκε η ψηφιακή μέθοδος, διότι δίνει περισσότερες δυνατότητες ελέγχου μέσω του προγραμματισμού και το βασικότερο δεν κάνει τόσες εσφαλμένες ανιχνεύσεις σε σχέση με την αναλογική σύνδεση του αισθητήρα. Έτσι η

ψηφιακή σύνδεση του αισθητήρα θα γίνει μέσω του λευκού αγωγού DOUT.2 στον ακροδέκτη 2 ψηφιακής σύνδεσης της κεντρικής μονάδας.



Εικόνα 44. Σχεδιάγραμμα συνδεσμολογίας αισθητήρα θερμοκρασίας και αισθητήρα ανίχνευσης γυμνής φλόγας, αισθητήρα MQ-7 και καναλιού εξωτερικής τροφοδοσίας του συστήματος.

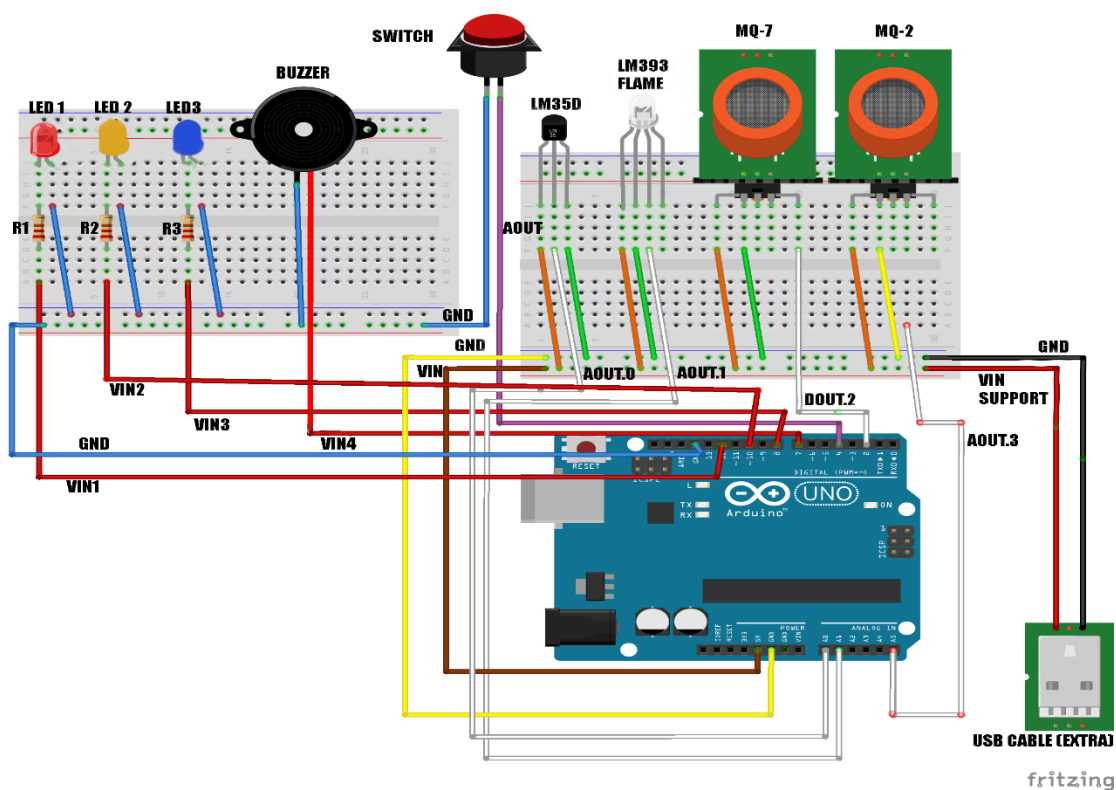
Ο αισθητήρας ανίχνευσης καπνού και αέριων καυσίμων με ονομασία MQ-2 (εικόνα 45) επιλέχθηκε διότι έχει αρκετές δυνατότητες ανίχνευσης έτσι όπως προαναφέρθηκε. Για την τροφοδοσία του και την γείωση του θα χρησιμοποιηθεί πορτοκαλί και πράσινο αγωγός για την σύνδεση του με το κανάλι τροφοδοσίας και το κανάλι γείωσης του breadboard αντίστοιχα, αξίζει να σημειωθεί ότι και ο συγκεκριμένος αισθητήρας λόγω των σχετικά μεγάλων απαιτήσεων σε κατανάλωση ρεύματος. Για την μεταφορά δεδομένων προς την κεντρική μονάδα του συστήματος επιλέχθηκε η αναλογική μέθοδος επικοινωνίας, διότι με την συγκεκριμένη σύνδεση είναι πιο εύκολος ο χειρισμός του με την χρήση της βιβλιοθήκης mq2.h.



Εικόνα 45. Σχεδιάγραμμα συνδεσμολογίας αισθητήρα θερμοκρασίας, αισθητήρα ανίχνευσης γυμνής φλόγας, αισθητήρα MQ-7, αισθητήρα MQ-2 και καναλιού εξωτερικής τροφοδοσίας του συστήματος.

3.1.1 Ολοκληρωμένη σχεδίαση του κυκλώματος

Η ολοκληρωμένη σχεδίαση συνδεσμολογίας του κυκλώματος περιλαμβάνει την ταυτόχρονη σύνδεση του breadboard ειδοποίησης και του breadboard ανίχνευσης στην πλακέτα arduino η οποία απεικονίζεται στην εικόνα 46 και έτσι ολοκληρώνεται η σχεδίαση του συστήματος πυρανίχνευσης της παρούσας εργασίας.



Εικόνα 46. Ολοκληρωμένη σχεδίαση συνδεσμολογίας του συστήματος πυρανίχνευσης.

3.2 Προγραμματισμός του συστήματος

Ο προγραμματισμός του συστήματος έγινε με την χρήση και τροποποίηση παραδειγμάτων από την επίσημη διαδικτυακή σελίδα `arduino.cc` καθώς και παραδειγμάτων από τις προ εγκατεστημένες βιβλιοθήκες του IDE, οι κώδικες αναπτύχθηκαν από την αρχή και προσαρμόστηκαν στις ανάγκες και στα χαρακτηριστικά του συστήματος με την χρήση της ολοκληρωμένης πλατφόρμας ανάπτυξης Arduino IDE. Αρχικά προγραμματίστηκε πρώτα το σύστημα ειδοποίησης, ο προγραμματισμός ξεκινάει με την αρχικοποίηση των μεταβλητών στην συνάρτηση `void setup()`, έτσι λοιπόν με την δεσμευμένη λέξη `pinMode()` ορίζουμε τον τύπο του ακροδέκτη που χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί, δηλαδή αν είναι είσοδος ή έξοδος δεδομένων με την χρήση των δεσμευμένων λέξεων `INPUT` και `OUTPUT` αντίστοιχα.

```
void setup() {                                     //Έναρξη συνάρτησης αρχικοποίησης setup().
    pinMode(12, OUTPUT);                          // Ορίζει τον ακροδέκτη 12 σαν έξοδο, (κόκκινο
    led).
    pinMode(10, OUTPUT); //Ορίζει τον ακροδέκτη 10 σαν έξοδο, (πορτοκαλί led).
    pinMode(8, OUTPUT);    // Ορίζει τον ακροδέκτη 8 σαν έξοδο, (μπλε led).
    pinMode(7, OUTPUT); // Ορίζει τον ακροδέκτη 7  σαν έξοδο, (βομβητής).
    pinMode(4, INPUT_PULLUP); //Ορίζει τον ακροδέκτη 7  σαν είσοδο,
    (διακόπτης).
}
```

// Λήξη συνάρτησης setup().

Μετά από την λήξη της συνάρτησης `void setup()`, ακολουθεί η συνάρτηση `void loop()` εντός της οποίας εκτελούνται όλες οι κυκλικές εντολές για την λειτουργία του συστήματος πυρανίχνευσης. ο κώδικας του συστήματος ειδοποίησης θα εμπεριέχεται εντός των συναρτήσεων ανίχνευσης έτσι ώστε να μπορέσει να γίνει πιο στοχοποιημένη ειδοποίηση από το σύστημα. Αυτό θα γίνει με την βοήθεια της συνάρτησης `digitalWrite()`; η οποία αποτελεί ουσιαστικά έναν ψηφιακό διακόπτη καθώς με της δεσμευμένες λέξεις `HIGH` και `LOW` μπορεί να ενεργοποιήσει και να απενεργοποιήσει ή αλλιώς να δώσει ρεύμα και να σταματήσει την παροχή ρεύματος στους ακροδέκτες που ορίζεται. Έτσι έχουμε τις εντολές `digitalWrite(12, HIGH)`; η οποία ενεργοποιεί τον ακροδέκτη 12 δηλαδή το κόκκινο led, `digitalWrite(10, HIGH)`; η οποία ενεργοποιεί τον ακροδέκτη 10 δηλαδή το πορτοκαλί led, `digitalWrite(8, HIGH)`; η οποία ενεργοποιεί τον ακροδέκτη 8 δηλαδή το μπλε led και την `digitalWrite(7, HIGH)`; η οποία ενεργοποιεί τον ακροδέκτη 7 δηλαδή τον βομβητή, αν το `HIGH` αντικατασταθεί από την δεσμευμένη λέξη `LOW` τότε θα έχουμε απενεργοποίηση του ακροδέκτη (παραδείγματος χάρι `digitalWrite(7, LOW)`; η οποία απενεργοποιεί τον ακροδέκτη 7). Επιπλέον για την συχνότητα λειτουργίας των εκάστοτε ειδοποιήσεων θα χρησιμοποιηθεί η συνάρτηση `delay()`; μέσω της οποίας θα πραγματοποιείται η χρονική καθυστέρηση εκτέλεσης των παραπάνω εντολών έτσι ώστε να δημιουργηθούν οι διαφορετικές κατηγορίες συναγερμού.

Στην περίπτωση λοιπόν που ο αισθητήρας θερμοκρασίας ανιχνεύσει θερμοκρασίας πάνω από το επιτρεπτό, θα τοποθετηθεί εντός της συνάρτησης (`if`) που εντοπίζει την αυξημένη θερμοκρασία η παρακάτω αλληλουχία εντολών.

(Αν η θερμοκρασία είναι πάνω από το επιτρεπτό όριο)

```
delay(1000);           // Χρονοκαθυστέρηση ενός δευτερολέπτου.  
digitalWrite(12, HIGH); // Ενεργοποίηση ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).  
digitalWrite(7, HIGH);  // Ενεργοποίηση ακροδέκτη 7 (βομβητής).  
delay(1000);           // Χρονοκαθυστέρηση ενός δευτερολέπτου.  
digitalWrite(12, LOW);  // Απενεργοποίηση ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).  
digitalWrite(7, LOW);   // Απενεργοποίηση ακροδέκτη 7 (βομβητής).
```

Με την παραπάνω αλληλουχία λοιπόν, επιτυγχάνεται η ενεργοποίηση και η απενεργοποίηση του κόκκινου led και του βομβητή με χρονική διάρκεια ενός δευτερολέπτου και στις δύο καταστάσεις. Έχουμε λοιπόν φωτεινή και ηχητική διάρκεια ενός δευτερολέπτου και παύσης ενός δευτερολέπτου, κατ' επανάληψη διότι οι εντολές θα περιέχονται εντός της κυκλικής συνάρτησης loop(), οπότε θα είναι ενεργοποιημένο έως ότου απενεργοποιηθεί το σύστημα ή μέχρι η τιμή της θερμοκρασίας να ξανά επιστρέψει στα επιτρεπτά επίπεδα.

Κατά την περίπτωση που ανιχνευθεί από το αισθητήρα ανίχνευσης γυμνής φλόγας επίπεδο φλόγας πάνω από το επιτρεπτό, θα ενεργοποιηθεί η ηχητική ειδοποίηση για φωτιά στον χώρο ανίχνευσης, αυτό θα γίνει με την τοποθέτηση της παρακάτω αλληλουχίας εντολών στον συνάρτηση (if) η οποία θα εντοπίζει το αυξημένο επίπεδο γυμνής φλόγας.

(Αν γυμνή φλόγα είναι παραπάνω από το επιτρεπτό)

```
delay(250);           // Χρονοκαθυστέρηση 25 δέκατα του δευτερολέπτου.  
digitalWrite(12, HIGH); // Ενεργοποίηση ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).  
digitalWrite(7, HIGH);  // Ενεργοποίηση ακροδέκτη 7 (βομβητής).  
delay(250);           // Χρονοκαθυστέρηση 25 δέκατα του δευτερολέπτου.  
digitalWrite(12, LOW);  // Απενεργοποίηση ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).  
digitalWrite(7, LOW);   // Απενεργοποίηση ακροδέκτη 7 (βομβητής).
```

Η παραπάνω αλληλουχία εντολών έχει ως αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται η ενεργοποίηση και η απενεργοποίηση του κόκκινου led και του βομβητή με χρονική διάρκεια 25 δέκατα του δευτερολέπτου και στις δύο παραπάνω καταστάσεις. Συνεπώς, έχουμε φωτεινή και ηχητική σήμανση ταχείας εναλλαγής με συνεχόμενη επανάληψη λόγω της κυκλικής συνάρτησης loop(), έως ότου απενεργοποιηθεί το σύστημα ή έως ότου η τιμή της γυμνής φλόγας επανέλθει στα πλαίσια του επιτρεπτού ορίου.

Κατά την περίπτωση ανίχνευσης ορατού καπνού από τον αισθητήρα ανίχνευσης αερίων πάνω από το επιτρεπτό όριο, θα υπάρξει φωτεινή και ηχητική σήμανση για ύπαρξη καπνού στον χώρο ανίχνευσης, αυτό θα γίνει με την παρακάτω αλληλουχία εντολών οι οποίες θα τοποθετηθούν εντός της συνάρτησης (if) η οποία θα είναι προγραμματισμένη να εντοπίζει ορατό καπνό.

(Αν ο ορατός καπνός είναι παραπάνω από το επιτρεπτό)

```
delay(500);           // Χρονοκαθυστέρηση 50 δέκατα του δευτερολέπτου.  
digitalWrite(12, HIGH); // Ενεργοποίηση ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).  
digitalWrite(7, HIGH);  // Ενεργοποίηση ακροδέκτη 7 (βομβητής).
```

```

delay(500);           // Χρονοκαθυστέρηση 50 δέκατα του δευτερολέπτου.
digitalWrite(12, LOW); // Απενεργοποίηση ακροδέκτη 12 ( κόκκινο led).
digitalWrite(7, LOW);  // Απενεργοποίηση ακροδέκτη 7 (βομβητής).

```

Η συγκεκριμένη αλληλουχία κώδικα, καταφέρνει να ενεργοποιεί και να απενεργοποιεί το κόκκινο led και τον βομβητή με χρονοκαθυστέρηση μισού δευτερολέπτου μεταξύ της ενεργοποίησης και της απενεργοποίησης αυτών, η οποία θα είναι επαναλαμβανόμενη διότι η αλληλουχία θα βρίσκεται εντός της συνάρτησης loop(), έως ότου απενεργοποιηθεί το σύστημα ή έως ότου η τιμή του καπνού στον χώρο επανέλθει στα πλαίσια του επιτρεπτού ορίου.

Όσον αφορά την ειδοποίηση του συστήματος για την ύπαρξη μονοξειδίου του άνθρακα στον περιβάλλοντα χώρο, θα χρησιμοποιηθεί η πορτοκαλί λυχνία για την φωτεινή σήμανση, με διαφορετική συχνότητα ενεργοποίησης-απενεργοποίησης από τις συχνότητες που παρουσιάστηκαν προηγούμενος και ο βομβητής εξίσου με διαφορετική συχνότητα από τις προηγούμενες τρεις. Αυτό θα γίνει με την εφαρμογή διαφορετικής χρονοκαθυστέρησης ενεργοποίησης και απενεργοποίησης, για να γίνεται κατανοητό από τους παρευρισκόμενους στον περιβάλλοντα χώρο. Πιο συγκεκριμένα θα τοποθετηθεί μέσα στη συνάρτηση if, αλληλουχία εντολών που θα επιτρέπει για 10 δέκατα του δευτερολέπτου της ενεργοποίησης και 20 δέκατα του δευτερολέπτου την απενεργοποίηση του πορτοκαλί led και του βομβητή, έως ότου απενεργοποιηθεί το σύστημα ή έως ότου η τιμή του μονοξειδίου στον χώρο επανέλθει στα πλαίσια του επιτρεπτού ορίου.

(Αν το μονοξείδιο είναι παραπάνω από το επιτρεπτό)

```

delay(100);           // Χρονοκαθυστέρηση 10 δέκατα του δευτερολέπτου.
digitalWrite(10, HIGH); // Ενεργοποίηση του ακροδέκτη 12 (πορτοκαλί led).
digitalWrite(7, HIGH);  // Ενεργοποίηση του ακροδέκτη 7 (βομβητής).
delay(200);           // Χρονοκαθυστέρηση 20 δέκατα του δευτερολέπτου.
digitalWrite(10, LOW);  // Απενεργοποίηση του ακροδέκτη 12 (πορτοκαλί led)
digitalWrite(7, LOW);   // Απενεργοποίηση ακροδέκτη 7 (βομβητής).

```

Για την ειδοποίηση μετά από τον εντοπισμό των αέριων καυσίμων (μεθανίου και προπάνιου) θα χρησιμοποιηθεί η μπλε λυχνία led και ο βομβητής. Η ειδοποίηση θα γίνεται με συνεχόμενη ενεργοποίηση τους έως ότου απενεργοποιηθεί το σύστημα πυρασφάλειας ή επανεκκινηθεί το σύστημα, η επαναφορά του συστήματος και η επιστροφή στη κατάσταση ηρεμίας δεν συνίσταται, διότι μπορεί λόγω εσφαλμένης ανίχνευσης να προκληθεί έκρηξη αν υπάρχουν αέρια καύσιμα σε συγκεκριμένα ποσοστά στον χώρο, για αυτό λοιπόν με τον εντοπισμό αέριων καυσίμων στον χώρο, θα ενεργοποιείται το σύστημα ειδοποίησης και θα σταματάει η εκτέλεση του κώδικα, έτσι το σύστημα ειδοποίησης θα συνεχίσει να λειτουργεί αλλά όλες τα υπόλοιπα συνδεδεμένα συστήματα με την κεντρική μονάδα θα σταματήσουν να επικοινωνούν για να αποφευχθεί η τυχόν έκρηξη από σπινθηρισμό του κυκλώματος. Η αλληλουχία εντολών θα τοποθετηθεί εντός της συνάρτησης if η οποία είναι υπεύθυνη για τον εντοπισμό των αέριων καυσίμων.

(Αν οι τιμές των καυσίμων είναι πάνω από το επιτρεπτό)

```
digitalWrite(8, HIGH);    // Ενεργοποίηση του ακροδέκτη 8 (μπλε led).
digitalWrite(7, HIGH);    // Ενεργοποίηση του ακροδέκτη 7 (βομβητής).
for (;;)                 // Σταματάει την εκτέλεση κώδικα.
```

Για την ενεργοποίηση του συστήματος με τον χειροκίνητο διακόπτη θα χρησιμοποιηθούν όλες οι λυχνίες led και ο βομβητής, χρόνος ενεργοποίησης θα είναι 15 δέκατα του δευτερολέπτου και ο χρόνος απενεργοποίησης τους 1 δευτερόλεπτο, έτσι θα παράγεται ήχος πολύ διαφορετικός για την ειδοποίηση των παρευρισκόμενων στον περιβάλλοντα χώρο. Για να πραγματοποιηθεί αυτό συντάχθηκε κώδικας αποτελούμενος από τρεις συναρτήσεις if. Αρχικά, δηλώθηκαν οι μεταβλητές int button και int buttonStatus = 1; με σκοπό να καθορίζουν την αλλαγή της κατάστασης του διακόπτη. Η πρώτη συνάρτηση if είναι υπεύθυνη για την αλλαγή του buttonStatus κάθε φορά που η τιμή του button αλλάζει έτσι ώστε να έχουμε για ενεργοποίηση τη τιμή buttonStatus = 0 και για απενεργοποίηση buttonStatus = 1, για να μπορεί να λειτουργήσει σωστά ο χειροκίνητος διακόπτης. Οι επόμενες δύο συναρτήσεις που ακολουθούν δημιουργήθηκαν για τον προγραμματισμό και την ενεργοποίηση του συστήματος όταν είναι ενεργοποιημένος ο χειροκίνητος διακόπτης και για την απενεργοποίηση του συστήματος όταν είναι απενεργοποιημένος ο διακόπτης.

```
int button=digitalRead(4); // Αρχικοποίηση και ανάθεση τιμής στην μεταβλητή button.
int buttonStatus = 1; // Αρχικοποίηση και ανάθεση τιμής στην μεταβλητή buttonStatus.
```

Στην συνάρτηση if που ακολουθεί πραγματοποιείται αλλαγή τιμής buttonStatus ανάλογα με τιμή του button δηλαδή ανάλογα με την τιμή που δίνει η digitalRead(4) η οποία είναι η ψηφιακή είσοδος του διακόπτη. Η αλλαγή αυτή πραγματοποιείται μόνο αν η μεταβλητή buttonStatus έχει διαφορετική τιμή από την μεταβλητή button.

```
if (buttonStatus != button) { // Έναρξη συνάρτησης if και έλεγχος συνθήκης.
    buttonStatus = button;    // Ανατίθεται στην buttonStatus η τιμή της button.
}                             // Λήξη συνάρτησης
```

Αν το buttonStatus=0 τότε ενεργοποιείται το σύστημα ειδοποίησης ενεργοποιείται έτσι όπως φαίνεται στην παρακάτω συνάρτηση if, αν δεν αλλάξει η θέση του διακόπτη η τιμή του buttonStatus θα παραμείνει ίδια και έτσι καθώς η συνάρτηση βρίσκεται εντός της κυκλικής συνάρτησης void loop(), θα υπάρχει συνεχής ειδοποίηση με ενεργοποίηση του συστήματος κάθε 15 δέκατα του δευτερολέπτου και απενεργοποίηση με διάρκεια ενός δευτερολέπτου, έως ότου να απενεργοποιηθεί το σύστημα πυρανίχνευσης ή να αλλάξει θέση του χειροκίνητου διακόπτη.

```
if (buttonStatus ==0) { // Έναρξη συνάρτησης if και έλεγχος συνθήκης.
    digitalWrite(12, HIGH); // Ενεργοποίηση του ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).
    digitalWrite(10, HIGH); // Ενεργοποίηση του ακροδέκτη 10 (πορτοκαλί led).
    digitalWrite(8, HIGH);  // Ενεργοποίηση του ακροδέκτη 8 (μπλε led).
    digitalWrite(7, HIGH);  // Ενεργοποίηση του ακροδέκτη 7 (βομβητής).
    delay(200);             // Χρονοκαθυστέρηση 15 δέκατα του δευτερολέπτου.
    digitalWrite(12, LOW);  // Απενεργοποίηση του ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).
```

```
digitalWrite(10, LOW); // Απενεργοποίηση του ακροδέκτη 10 (πορτοκαλί led).
digitalWrite(8, LOW); // Απενεργοποίηση του ακροδέκτη 8 (μπλε led).
digitalWrite(7, LOW); // Απενεργοποίηση του ακροδέκτη 7 (βομβητής).
delay(200); // Χρονοκαθυστέρηση 15 δέκατα του δευτερολέπτου.
} // Λήξη συνάρτησης
```

Αν το `buttonStatus = 1` τότε, κατάσταση του χειροκίνητου διακόπτη έχει αλλάξει, σύμφωνα πάντα με την συνάρτηση που ελέγχει τη μεταβλητή `buttonStatus`, οπότε πρέπει να υπάρξει απενεργοποίηση του συστήματος ειδοποίησης, αυτό επιτυγχάνεται απλά σταματώντας την παροχή ρεύματος στους ανάλογους ακροδέκτες.

```
if (buttonStatus ==1) { // Έναρξη συνάρτησης if και έλεγχος συνθήκης.
    digitalWrite(12, LOW); // Απενεργοποίηση του ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).
    digitalWrite(10, LOW); // Απενεργοποίηση του ακροδέκτη 10 (πορτοκαλί led).
    digitalWrite(8, LOW); // Απενεργοποίηση του ακροδέκτη 8 (μπλε led).
    digitalWrite(7, LOW); // Απενεργοποίηση του ακροδέκτη 7 (βομβητής).
} // Λήξη συνάρτησης
```

Για τον προγραμματισμό της μονάδας ανίχνευσης του συστήματος πυρασφάλειας χρειάζεται να οριστούν οι ακροδέκτες A0, A1, A5 ,2 ως αναλογικές και ψηφιακές είσοδοι, αυτό θα επιτευχθεί με την προσθήκη της εντολής `pinMode()` για κάθε έναν από τους παραπάνω ακροδέκτες με όρισμα `INPUT`, εντός της συνάρτησης αρχικοποίησης `setup()`. Έτσι λοιπόν καταλήγουμε στη παρακάτω αλληλουχία εντολών :

```
pinMode(A0, INPUT); // Ορίζει τον A0 σαν είσοδο(αισθητήρας θερμοκρασίας)
pinMode(A1, INPUT); // Ορίζει τον A1 σαν είσοδο (αισθητήρας φλόγας)
pinMode(2, INPUT); // Ορίζει τον 2 σαν είσοδο (αισθητήρας μονοξειδίου)
pinMode(A5, INPUT); // Ορίζει τον A5 σαν είσοδο (αισθητήρας αερίων MQ-2)
```

Ακόμα για να επιτευχθεί η ανίχνευση χρειάζεται η συμβολή περισσότερων μεταβλητών οι οποίες θα αρχικοποιηθούν εκτός συνάρτησης `setup()` και είναι οι παρακάτω:

```
int a; // ορισμός ακέραιας μεταβλητής a.
float temp; // ορισμός δεκαδικής μεταβλητής temp.
int flame; // ορισμός ακέραιας μεταβλητής flame.
int monox; // ορισμός ακέραιας μεταβλητής monox.
int lpg // ορισμός ακέραιας μεταβλητής lpg.
int smoke // ορισμός ακέραιας μεταβλητής smoke.
```

Για την ανίχνευση της τιμής από τους αισθητήρα πρέπει να τοποθετηθεί κώδικας εντός της κυκλικής συνάρτησης `loop()` έτσι ώστε να υπάρχει ανανεωμένη τιμή των μεταβλητών σε κάθε κύκλο. Όσον αφορά τον αισθητήρα θερμοκρασίας ο εντοπισμός θα γίνει αναθέτοντας στην μεταβλητή `a` την τιμή της `analogRead(A0)`, δηλαδή την τιμή που δίνει ο αισθητήρας θερμοκρασίας τον ακροδέκτη A0, η τιμή αυτή σύμφωνα με τις οδηγίες του αισθητήρα χρήζει επεξεργασία για να είναι αληθής. Πιο συγκεκριμένα, πρέπει να ανατεθεί στην μεταβλητή `temp` η τιμή της μεταβλητής `a` πολλαπλασιασμένη

με την τιμή 5.0 (προκύπτει από τα volt λειτουργίας) και με την τιμή 100,0 (προκύπτει από το φάσμα ανίχνευσης θερμοκρασίας του αισθητήρα), διαιρούμενη με το 1024 (bits) το οποίο προκύπτει διότι κάθε αναλογική είσοδος στο arduino uno rev3 λειτουργεί με 10-bit έτσι έχουμε σύμφωνα με τον κατασκευαστή $2^{10} = 1024$ bits , έτσι μεταβλητή temp μπορεί να μας δώσει ακριβές αποτέλεσμα θερμοκρασίας που εντοπίζεται απλό τον αισθητήρα.

```
a=analogRead(A0);          // Ανάθεση τιμής στην μεταβλητή a.  
temp= (5.0*a*100.0/1024);  // Ανάθεση τιμής στην μεταβλητή temp.
```

Ο αισθητήρας ανίχνευσης γυμνής φλόγας λειτουργεί αυξομειώνοντας την τιμή ανίχνευσης του από τα 1024 bits στα 0 bits ανάλογα με την ποσότητα της ακτινοβολίας που δέχεται και ανάλογα με την ευαισθησία που του δίνει ο χρήσης χειροκίνητα μέσω του ποτενσιόμετρου, έτσι ουσιαστικά με την ύπαρξη φλόγας υπάρχει κάθε φορά διαφορετική πτώσης τάσης από το 1024 στο 0, για να καταγραφεί στο σύστημα η τιμή που δίνει, πρέπει απλά να εκχωρήσουμε τον ακροδέκτη της εισόδου του σε μία μεταβλητή, έτσι λοιπόν έχουμε την μεταβλητή flame να ισούται με τα δεδομένα του αναλογικού ακροδέκτη A1 (analogRead(A1)) ο οποίος συνδέεται με την έξοδο δεδομένων του αισθητήρα ανίχνευσης γυμνής φλόγας.

```
flame= analogRead(A1);      // Ανάθεση τιμής στην μεταβλητή flame.
```

Ο αισθητήρας ανίχνευσης μονοξειδίου του άνθρακα χωρίς την ύπαρξη βιβλιοθήκης είναι προγραμματισμένος κατά την ανίχνευση του μονοξειδίου να μειώνει την τάση ρεύματος στον αγωγή επικοινωνίας με την κεντρική μονάδα στο ελάχιστο (LOW) ή αλλιώς όταν είναι ψηφιακά συνδεδεμένος να στέλνει την τιμή του μηδενός (0) όταν ανιχνεύει τιμές πάνω από το όριο ευαισθησίας που έχει οριστεί μέσω του ενσωματωμένου ποτενσιόμετρου, όταν η τιμή ανίχνευσης ξεπερνά το προκαθορισμένο όριο ο ανιχνευτής στέλνει τιμή μικρότερη του 1 έως και μηδενική (0), καθώς λειτουργεί με πτώση τάσης. Έτσι από μπορεί να γίνει ανάθεση στη μεταβλητή του μονοξειδίου χωρίς να χρειαστεί κάποια άλλη επεξεργασία, έτσι λοιπόν έχουμε την μεταβλητή monox να ισούται με τα δεδομένα του ψηφιακού ακροδέκτη 2 (digitalRead(2)), ο οποίος συνδέεται με την έξοδο δεδομένων του αισθητήρα ανίχνευσης μονοξειδίου του άνθρακα.

```
monox= digitalRead(2);      //ανάθεση τιμής στην μεταβλητή monox.
```

Ο αισθητήρας ανίχνευσης αέριων MQ-2 για να λειτουργήσει χρειάζεται απαραίτητα την ενσωμάτωση της βιβλιοθήκη mq2.h (#include <MQ2.h>) στον πυγαίο κώδικα εκτέλεσης, μέσω της βιβλιοθήκης μπορεί να ανιχνεύσει και να κατηγοριοποιήσει τα αέρια, πιο συγκεκριμένα η βιβλιοθήκη διαθέτει συναρτήσεις που με αυτές μπορεί να ανιχνεύσεις ξεχωριστά τις τιμές των αερίων καυσίμων και τις τιμές του ορατού καπνού, ανάλογα πάντα με τις τιμές που επιστρέφει στο σύστημα η χημική αντίσταση του αισθητήρα. Έτσι λοιπόν ο αισθητήρας μπορεί να ξεχωρίσει τα αέρια που εντοπίζει, το οποίο βοηθάει πάρα πολύ στη στοχευμένη ειδοποίηση από το σύστημα ειδοποίησεως. Για να γίνει η μεταφορά δεδομένων από τον αισθητήρα προς τη βιβλιοθήκη πρέπει να

οριστεί με την εντολή MQ2 mq2(pin); ο ακροδέκτης από τον οποίο θα λαμβάνει τα αναλογικά δεδομένα, οποίος είναι ο A5, οπότε έχουμε int pin=A5;. Ακόμα θα πρέπει εντός της συνάρτησης setup() να τοποθετηθεί η εντολή mq2.begin(); Με την οποία θα ξεκινήσει η λειτουργία της βιβλιοθήκης, για την ανίχνευσης των τιμών θα τοποθετηθεί εντός της συνάρτησης loop() η μεταβλητή lpg και smoke οι οποίες θα λαμβάνουν τιμές για τα αέρια καύσιμα από την συνάρτηση mq2.readLPG(); και τιμές για τον ορατό καπνό από την συνάρτηση mq2.readSmoke();. Έτσι έχουμε lpg = mq2.readLPG(); για τα αέρια καύσιμα και smoke = mq2.readSmoke(); για τον ορατό καπνό.

```
#include <MQ2.h>    // Αρχικοποίηση της βιβλιοθήκης mq2.h.
int pin = A5;       // Αρχικοποίηση και ανάθεσή τιμής στην μεταβλητή pin.
MQ2 mq2(pin);       // Καθορισμός καναλιού επικοινωνίας της mq2.h.

void setup() {       // Έναρξη της συνάρτησης void setup().
    mq2.begin();     // Έναρξη λειτουργίας της βιβλιοθήκης mq2.h.
}                   // Λήξη της συνάρτησης.

void loop() {         // Έναρξη της συνάρτησης void loop().
    lpg = mq2.readLPG(); // Ανάθεση τιμής στην μεταβλητή lpg.
    smoke = mq2.readSmoke(); // Ανάθεση τιμής στη μεταβλητή smoke.
}                   // Λήξη της συνάρτησης.
```

Σε περίπτωση λοιπόν που οι μεταβλητές temp, flame, monox, smoke και lpg έχουν τιμές μεγαλύτερες από της επιτρεπτές, από αυτές δηλαδή που θα οριστούν μέσα σε κάθε συνάρτηση if που έχει δημιουργηθεί για τον έλεγχο των παραπάνω τιμών, τότε πρέπει να ενεργοποιηθεί το σύστημα ειδοποίησης, αυτό μπορεί να γίνει με την τοποθέτηση του κώδικα σήμανσης-ειδοποίησης την εκάστοτε συνάρτηση ελέγχου των παραπάνω μεταβλητών. Όταν η τιμή της μεταβλητής temp είναι μεγαλύτερη από το 65 (βαθμοί κελσίου) τότε θα πρέπει να ενεργοποιηθεί το σύστημα ειδοποίησης, για να γίνει αυτό θα πρέπει να τοποθετηθεί η αλληλουχία κώδικα που ενεργοποιεί το σύστημα για την συγκεκριμένη περίπτωση ειδοποίησης. Έτσι λοιπόν ισχύει ο παρακάτω κώδικας:

```
if (temp > 65.0) {    // Έναρξη συνάρτησης if και έλεγχος μεταβλητής temp.
    delay(1000);      // Χρονοκαθυστέρηση ενός δευτερολέπτου.
    digitalWrite(12, HIGH); // Ενεργοποίηση ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).
    digitalWrite(7, HIGH);  // Ενεργοποίηση ακροδέκτη 7 (βομβητής).
    delay(1000);        // Χρονοκαθυστέρηση ενός δευτερολέπτου.
    digitalWrite(12, LOW);  // Απενεργοποίηση ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).
    digitalWrite(7, LOW);   // Απενεργοποίηση ακροδέκτη 7 (βομβητής).
}                   // Λήξη συνάρτησης if.
```

Για την ειδοποίηση σε περίπτωση ύπαρξης γυμνής φλόγας, πρέπει να ελέγχεται από την συνάρτηση if, αν η τιμή της μεταβλητής b είναι μικρότερη από την τιμή 700, καθώς ο συγκεκριμένος αισθητήρας λειτουργεί με πτώση τάσης. Στην περίπτωση αυτή λοιπόν θα πρέπει να τοποθετηθεί εντός της συνάρτησης if η αλληλουχία κώδικα που δημιουργήθηκε για την ειδοποίηση κατά την ύπαρξη γυμνής φλόγας στον χώρο.

```
if (flame < 700) {    // Έναρξη συνάρτησης if και έλεγχος μεταβλητής.
    delay(250);       // Χρονοκαθυστέρηση 25 δέκατα του δευτερολέπτου.
```

```

digitalWrite(12, HIGH);    // Ενεργοποίηση ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).
digitalWrite(7, HIGH);    // Ενεργοποίηση ακροδέκτη 7 (βομβητής).
delay(250);               // Χρονοκαθυστέρηση 25 δέκατα δευτερολέπτου.
digitalWrite(12, LOW);    // Απενεργοποίηση ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).
digitalWrite(7, LOW);     // Απενεργοποίηση ακροδέκτη 7 (βομβητής).
}                          // Λήξη συνάρτησης if.

```

Η ειδοποίηση σε περίπτωση ορατού καπνού μπορεί να πραγματοποιηθεί με τον έλεγχο της μεταβλητής smoke μέσω της συνάρτησης ελέγχου if. Όταν τιμή της μεταβλητής smoke είναι μεγαλύτερη από 500 ppm (parts per million), αυτό σημαίνει ότι αν ανιχνευτούν 500 μέρη ορατού καπνού σε ένα εκατομμύριο μέρη ατμοσφαιρικού αέρα, τότε πρέπει να ενεργοποιηθεί το σύστημα. Στην περίπτωση αυτή λοιπόν θα πρέπει να τοποθετηθεί εντός της συνάρτησης if η αλληλουχία κώδικα που δημιουργήθηκε για την ειδοποίηση κατά την ύπαρξη ορατού καπνού στον χώρο.

```

if (smoke>500) {          // Έναρξη συνάρτησης if και έλεγχος μεταβλητής.
    delay(500);           // Χρονοκαθυστέρηση 50 δέκατα του δευτερολέπτου.
    digitalWrite(12, HIGH); // Ενεργοποίηση ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).
    digitalWrite(7, HIGH); // Ενεργοποίηση ακροδέκτη 7 (βομβητής).
    delay(500);           // Χρονοκαθυστέρηση 50 δέκατα του δευτερολέπτου.
    digitalWrite(12, LOW); // Απενεργοποίηση ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).
    digitalWrite(7, LOW);  // Απενεργοποίηση ακροδέκτη 7 (βομβητής).
}                          // Λήξη συνάρτησης if.

```

Η ειδοποίηση σε περίπτωση ανίχνευσης μονοξειδίου του άνθρακα θα πραγματοποιηθεί με τον έλεγχο της μεταβλητής monox μέσω της συνάρτησης ελέγχου if. Σε περίπτωση που η τιμή της μεταβλητής monox είναι μικρότερη της μονάδας, πρέπει να ενεργοποιηθεί το σύστημα ειδοποίησης. Στην περίπτωση αυτή λοιπόν θα πρέπει να τοποθετηθεί εντός της συνάρτησης if η αλληλουχία κώδικα που δημιουργήθηκε για την ειδοποίηση κατά την ύπαρξη μονοξειδίου του άνθρακα στον χώρο.

```

if (monox<1) {           // Έναρξη συνάρτησης if και έλεγχος μεταβλητής.
    delay(100);           // Χρονοκαθυστέρηση 10 δέκατα του δευτερολέπτου.
    digitalWrite(10, HIGH); // Ενεργοποίηση του ακροδέκτη 12 (πορτοκαλί led).
    digitalWrite(7, HIGH); // Ενεργοποίηση του ακροδέκτη 7 (βομβητής).
    delay(200);           // Χρονοκαθυστέρηση 20 δέκατα του δευτερολέπτου.
    digitalWrite(10, LOW); // Απενεργοποίηση του ακροδέκτη 12 (πορτοκαλί led).
    digitalWrite(7, LOW);  // Απενεργοποίηση ακροδέκτη 7 (βομβητής).
}                          // Λήξη συνάρτησης if.

```

Για την ειδοποίηση σε περίπτωση ύπαρξης αέριων καυσίμων στον χώρο θα γίνει με τον έλεγχο της μεταβλητής LPG μέσω της συνάρτησης ελέγχου if. Όταν η τιμή της μεταβλητής είναι μεγαλύτερη από 1000 ppm τότε πρέπει να ενεργοποιηθεί το σύστημα ειδοποίησης. Στην περίπτωση αυτή λοιπόν θα πρέπει να τοποθετηθεί εντός της συνάρτησης if η αλληλουχία κώδικα που δημιουργήθηκε για την ειδοποίηση κατά την ύπαρξη αερίων καυσίμων στον χώρο.

```

if (lpg>1000) { // Έναρξη συνάρτησης if και έλεγχος μεταβλητής.
    digitalWrite(8, HIGH); // Ενεργοποίηση του ακροδέκτη 8 (μπλε led).
    digitalWrite(7, HIGH); // Ενεργοποίηση του ακροδέκτη 7 (βομβητής).
    for (;;); // Σταματάει την εκτέλεση κώδικα.
} // Λήξη συνάρτησης if.

```

3.2.1 Ολοκληρωμένη μορφή κώδικα προγραμματισμού

```

#include <MQ2.h> // Αρχικοποίηση της βιβλιοθήκης mq2.h.

int a; // Αρχικοποίηση της μεταβλητής a.
float temp; // Αρχικοποίηση της μεταβλητής temp.
int flame; // Αρχικοποίηση της μεταβλητής flame.
int monox; // Αρχικοποίηση της μεταβλητής monox.
int button; // Αρχικοποίηση της μεταβλητής button.
int buttonStatus = 1; // Αρχικοποίηση, ανάθεση τιμής της μεταβλητής buttonStatus.
int pin = A5; // Αρχικοποίηση, ανάθεση τιμής της μεταβλητής pin.
int lpg; // Αρχικοποίηση της μεταβλητής lpg.
int smoke; // Αρχικοποίηση της μεταβλητής smoke.
MQ2 mq2(pin); // Καθορισμός επικοινωνίας συστήματος-βιβλιοθήκης mq2.

void setup() { // Έναρξη συνάρτησης setup().
    pinMode(12, OUTPUT); // Καθορισμός ιδιότητας ακροδέκτη 12.
    pinMode(10, OUTPUT); // Καθορισμός ιδιότητας ακροδέκτη 10.
    pinMode(8, OUTPUT); // Καθορισμός ιδιότητας ακροδέκτη 8.
    pinMode(7, OUTPUT); // Καθορισμός ιδιότητας ακροδέκτη 7.
    pinMode(2, INPUT); // Καθορισμός ιδιότητας ακροδέκτη 2.
    pinMode(A0, INPUT); // Καθορισμός ιδιότητας ακροδέκτη A0.
    pinMode(A1, INPUT); // Καθορισμός ιδιότητας ακροδέκτη A1.
    pinMode(4, INPUT_PULLUP); // Καθορισμός ιδιότητας ακροδέκτη 4.
    mq2.begin(); // Έναρξη διεργασιών της βιβλιοθήκης mq2.
} // Λήξη συνάρτησης setup.

void loop() { // Έναρξη συνάρτησης loop().
    a=analogRead(A0); // Ανάθεση τιμής στην μεταβλητή a.
    temp= (5*analogRead(A0)*100.0/1024); // Ανάθεση τιμής στην μεταβλητή temp.
    flame = analogRead(A1); // Ανάθεση τιμής στην μεταβλητή flame.
    monox = digitalRead(2); // Ανάθεση τιμής στην μεταβλητή mono.
    lpg = mq2.readLPG(); // Ανάθεση τιμής στην μεταβλητή lpg.
    smoke = mq2.readSmoke(); // Ανάθεση τιμής στην μεταβλητή smoke.
    button = digitalRead(4); // Ανάθεση τιμής στην μεταβλητή button.

    if (temp > 40.0) { // Έναρξη συνάρτησης if και έλεγχος συνθήκης temp>40.
        delay(1000); // Χρονοκαθυστέρηση ενός δευτερολέπτου.
        digitalWrite(12, HIGH); // Ενεργοποίηση ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).
        digitalWrite(7, HIGH); // Ενεργοποίηση ακροδέκτη 7 (βομβητής).
        delay(1000); // Χρονοκαθυστέρηση ενός δευτερολέπτου.
        digitalWrite(12, LOW); // Απενεργοποίηση ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).
        digitalWrite(7, LOW); // Απενεργοποίηση ακροδέκτη 7 (βομβητής).
    } // Λήξη συνάρτησης if.
}

```

```

if (flame< 700) { //Έναρξη συνάρτησης if και έλεγχος συνθήκης flame<700.
    delay(250); // Χρονοκαθυστέρηση 25 δέκατα του δευτερολέπτου.
    digitalWrite(12, HIGH); // Ενεργοποίηση ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).
    digitalWrite(7, HIGH); // Ενεργοποίηση ακροδέκτη 7 (βομβητής).
    delay(250); // Χρονοκαθυστέρηση 25 δέκατα του δευτερολέπτου.
    digitalWrite(12, LOW); // Απενεργοποίηση ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).
    digitalWrite(7, LOW); // Απενεργοποίηση ακροδέκτη 7 (βομβητής).
} // Λήξη συνάρτησης if.

if (monox<1) { //Έναρξη συνάρτησης if και έλεγχος συνθήκης monox<1.
    delay(100); // Χρονοκαθυστέρηση 10 δέκατα του δευτερολέπτου.
    digitalWrite(10, HIGH); // Ενεργοποίηση του ακροδέκτη 12 (πορτοκαλί led).
    digitalWrite(7, HIGH); // Ενεργοποίηση του ακροδέκτη 7 (βομβητής).
    delay(200); // Χρονοκαθυστέρηση 20 δέκατα του δευτερολέπτου.
    digitalWrite(10, LOW); // Απενεργοποίηση του ακροδέκτη 12 (πορτοκαλί led)
    digitalWrite(7, LOW); // Απενεργοποίηση ακροδέκτη 7 (βομβητής).
} // Λήξη συνάρτησης if.

if (lpg>1000) { //Έναρξη συνάρτησης if και έλεγχος συνθήκης lpg>1000.
    digitalWrite(8, HIGH); // Ενεργοποίηση του ακροδέκτη 8 (μπλε led).
    digitalWrite(7, HIGH); // Ενεργοποίηση του ακροδέκτη 7 (βομβητής).
    for (;;) // Σταματάει την εκτέλεση κώδικα.
} // Λήξη συνάρτησης if.

if (smoke>500) { //Έναρξη συνάρτησης if και έλεγχος συνθήκης smoke>500.
    delay(500); // Χρονοκαθυστέρηση 50 δέκατα του δευτερολέπτου.
    digitalWrite(12, HIGH); // Ενεργοποίηση ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).
    digitalWrite(7, HIGH); // Ενεργοποίηση ακροδέκτη 7 (βομβητής).
    delay(500); // Χρονοκαθυστέρηση 50 δέκατα του δευτερολέπτου.
    digitalWrite(12, LOW); // Απενεργοποίηση ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).
    digitalWrite(7, LOW); // Απενεργοποίηση ακροδέκτη 7 (βομβητής).
}

if (buttonStatus != button) { //Έναρξη συνάρτησης if και έλεγχος συνθήκης.
    buttonStatus = button; // Ανατίθεται στην buttonStatus η τιμή της button.
} // Λήξη συνάρτησης

if (buttonStatus ==0) { //Έναρξη συνάρτησης if και έλεγχος συνθήκης.
    digitalWrite(12, HIGH); // Ενεργοποίηση του ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).
    digitalWrite(10, HIGH); // Ενεργοποίηση του ακροδέκτη 10 (πορτοκαλί led).
    digitalWrite(8, HIGH); // Ενεργοποίηση του ακροδέκτη 8 (μπλε led).
    digitalWrite(7, HIGH); // Ενεργοποίηση του ακροδέκτη 7 (βομβητής).
    delay(200); // Χρονοκαθυστέρηση 15 δέκατα του δευτερολέπτου.
    digitalWrite(12, LOW); // Απενεργοποίηση του ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).
    digitalWrite(10, LOW); // Απενεργοποίηση του ακροδέκτη 10 (πορτοκαλί led).
    digitalWrite(8, LOW); // Απενεργοποίηση του ακροδέκτη 8 (μπλε led).
    digitalWrite(7, LOW); // Απενεργοποίηση του ακροδέκτη 7 (βομβητής).
    delay(200); // Χρονοκαθυστέρηση 15 δέκατα του δευτερολέπτου.
} // Λήξη συνάρτησης

```

```

if (buttonStatus ==1) {      //Έναρξη συνάρτησης if και έλεγχος συνθήκης.
    digitalWrite(12, LOW);    // Απενεργοποίηση του ακροδέκτη 12 (κόκκινο led).
    digitalWrite(10, LOW);    // Απενεργοποίηση του ακροδέκτη 10 (πορτοκαλί led).
    digitalWrite(8, LOW);     // Απενεργοποίηση του ακροδέκτη 8 (μπλε led).
    digitalWrite(7, LOW);     // Απενεργοποίηση του ακροδέκτη 7 (βομβητής).
}                             // Λήξη συνάρτησης
                             // Λήξη συνάρτησης void loop().
}

```

3.3 Εγχειρίδιο σήμανσης συστήματος πυρασφάλειας.

Για να λειτουργήσει του συστήματος πυρασφάλειας απαιτείται κατά την τοποθέτηση του στον χώρο μόνον η σύνδεση του με την παροχή ρεύματος, μετά από αυτή τη σύνδεση το σύστημα ξεκινάει την διαδικασία ανίχνευσης και ειδοποίησης αν χρειαστεί, για αυτό λοιπόν δε χρειάζεται να συνοδεύεται από κάποιο εγχειρίδιο χρήσης για την λειτουργία του. Είναι σημαντικό όμως, να συνοδεύεται από εγχειρίδιο σήμανσης-ειδοποίησης για να έχει την δυνατότητα ο παρευρισκόμενος στον χώρο να αναγνωρίσει την φωτεινή ή ηχητική ειδοποίηση έτσι ώστε να κατανοήσει το είδος της απειλής στον συγκεκριμένο χώρο και να οδεύσει προς την οδό διαφυγής από το κτίριο.

Για να γίνει πιο εύκολο αυτό, στο εγχειρίδιο θα αναγράφεται και θα απεικονίζεται η φωτεινή και η ηχητική για τα πέντε στοιχεία ανίχνευσης που είναι υπεύθυνο να εντοπίσει το σύστημα. Πιο συγκεκριμένα κατά την ειδοποίηση ανίχνευσης κάποιας απειλής θα απεικονίζεται η εκάστοτε λυχνία και ο βομβητής που θα ενεργοποιηθούν θα αναγράφεται ο χρόνος λειτουργίας και ο χρόνος παύσης τους. Για παράδειγμα, για την σήμανση φωτιάς θα αναγράφεται δίπλα από την κόκκινη λυχνία και τον βομβητή: Διακεκομμένη λειτουργία της κόκκινης λυχνίας και του βομβητή με διάρκεια λειτουργίας $\frac{1}{4}$ του δευτερολέπτου και διάρκεια παύσης $\frac{1}{4}$ του δευτερολέπτου κατ' επανάληψη, με το ίδιο πρότυπο θα ακολουθήσουν και οι υπόλοιποι αισθητήρες. Για την σήμανση υψηλής θερμοκρασίας θα αναγράφεται και πάλι δίπλα από την κόκκινη λυχνία και τον βομβητή: Διακεκομμένη λειτουργία της κόκκινης λυχνίας και του βομβητή με διάρκεια λειτουργίας 1 δευτερόλεπτο και διάρκεια παύσης 1 δευτερόλεπτο κατ' επανάληψη. Ακόμα, για την σήμανση ορατού καπνού να αναγράφεται δίπλα από την κόκκινη λυχνία και τον βομβητή: Διακεκομμένη λειτουργία της κόκκινης λυχνίας και του βομβητή με διάρκεια λειτουργίας $\frac{1}{2}$ του δευτερολέπτου και διάρκεια παύσης $\frac{1}{2}$ του δευτερολέπτου κατ' επανάληψη. Όσον αφορά την σήμανση μονοξειδίου του άνθρακα θα αναγράφεται δίπλα από την πορτοκαλί λυχνία και τον βομβητή: Διακεκομμένη λειτουργία της κόκκινης λυχνίας και του βομβητή με διάρκεια λειτουργίας $\frac{1}{5}$ του δευτερολέπτου και διάρκεια παύσης $\frac{1}{10}$ του δευτερολέπτου κατ' επανάληψη. Για την σήμανση αέριων καυσίμων θα αναγράφεται δίπλα από την μπλε λυχνία και τον βομβητή: Συνεχόμενη λειτουργία της μπλε λυχνίας και του βομβητή. Για την σήμανση χειροκίνητης έναρξης μέσω του διακόπτη, θα αναγράφεται δίπλα από την κόκκινη, πορτοκαλί και μπλε λυχνία καθώς επίσης και τον βομβητή: Διακεκομμένη λειτουργία της κόκκινης, πορτοκαλί και μπλε λυχνίας καθώς και του βομβητή με διάρκεια λειτουργίας $\frac{1}{5}$ του δευτερολέπτου και διάρκεια παύσης 1 δευτερόλεπτο κατ' επανάληψη. Τέλος αξίζει να αναφερθεί ότι το εγχειρίδιο εκτός από την ενημέρωση των χρηστών σχετικά με τις σημάνσεις-ειδοποιήσεις, αποτελεί και μια επίσημη αναφορά στο σύστημα ειδοποίησης της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Σύστημα Πυρασφάλειας

Εγχειρίδιο Σήμανσης-Ειδοποίησης

1. Σήμανση Φωτιάς



Διακεκομμένη λειτουργία της κόκκινης λυχνίας και του βομβητή με διάρκεια λειτουργίας $\frac{1}{4}$ του δευτερολέπτου και διάρκεια παύσης $\frac{1}{4}$ του δευτερολέπτου κατ' επανάληψη.

2. Σήμανση υψηλής θερμοκρασίας



Διακεκομμένη λειτουργία της κόκκινης λυχνίας και του βομβητή με διάρκεια λειτουργίας 1 δευτερόλεπτο και διάρκεια παύσης 1 δευτερόλεπτο κατ' επανάληψη επανάληψη.

3. Σήμανση Ορατού Καπνού



Διακεκομμένη λειτουργία της κόκκινης λυχνίας και του βομβητή με διάρκεια λειτουργίας $\frac{1}{2}$ του δευτερολέπτου και διάρκεια παύσης $\frac{1}{2}$ του δευτερολέπτου κατ' επανάληψη.

4. Σήμανση Μονοξιδίου του Άνθρακα



Διακεκομμένη λειτουργία της κόκκινης λυχνίας και του βομβητή με διάρκεια λειτουργίας $\frac{1}{5}$ του δευτερολέπτου και διάρκεια παύσης $\frac{1}{10}$ του δευτερολέπτου κατ' επανάληψη.

5. Σήμανση Αερίων Καυσίμων



Συνεχόμενη λειτουργία της μπλε λυχνίας και του βομβητή.

6. Σήμανση Χειροκίνητης Έναρξης



Διακεκομμένη λειτουργία της κόκκινης, πορτοκαλί και μπλε λυχνίας καθώς και του βομβητή με διάρκεια λειτουργίας $\frac{1}{5}$ του δευτερολέπτου και διάρκεια παύσης 1 δευτερόλεπτο κατ' επανάληψη.

3.4 Ασφάλεια του συστήματος πυρανίχνευσης.

Όσον αφορά την ασφάλεια του συστήματος, πρέπει να μελετηθεί έτσι ώστε να υπάρξει ένα λειτουργικό σύστημα πυρασφάλειας και όχι ένα επικίνδυνο αναξιόπιστο σύστημα. Η ασφάλεια του συστήματος χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, την ασφάλεια του λογισμικού (Software) και την ασφάλεια του υλικού (Hardware). Για την ασφάλεια του λογισμικού δεν τίθεται κάποιος κίνδυνος από εξωτερική επίθεση καθώς το σύστημα προς το παρόν δεν είναι συνδεδεμένο με το διαδίκτυο και δεν μπορεί να επέμβει σε αυτό κάποιος για να πράξει κακόβουλα, ο μόνος τρόπος που μπορεί να επέμβει κάποιο είναι από την θύρα usb-b ή από τις θύρες σειριακού ελέγχου αλλάζοντας τον κώδικά της πλακέτας, για να γίνει αυτό όμως προϋποθέτει φυσική παρουσία πράγμα που το καθιστά λίγο δύσκολο να πραγματοποιηθεί. Ακόμα κίνδυνο αποτελεί η ίδια η δυσλειτουργία του συστήματος εξαιτίας κάποιου σφάλματος κατά την εκτέλεση του κώδικα, αυτό όμως μπορεί να επιλυθεί με την επανεκκίνηση του συστήματος με το πλήκτρο reset της συσκευής arduino. Η πιθανότατα λογικού λάθους κατά τον προγραμματισμό ή εσφαλμένη σήμανσης, θα εξεταστεί την περίοδο δοκίμων του συστήματος, αλλά και πάλι θεωρείται πολύ μικρός κίνδυνος καθώς οι εντολές που χρησιμοποιήθηκαν προτείνονται από την επίσημη σελίδα της arduino.

Οι κίνδυνοι που αφορούν το υλικό του συστήματος είναι σημαντικότεροι σε σχέση με τους κινδύνους του λογισμικού, καθώς το σύστημα είναι εκτεθειμένο στις περιβαλλοντικές συνθήκες του χώρου που είναι τοποθετημένο, η πολύκαιρη έκθεση του στην υγρασία μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην πλακέτα αλλά και στις συνδέσεις του με τους αισθητήρες, πιο συγκεκριμένα μπορεί να προκληθεί οξείδωση και να δημιουργήσει προβλήματα σύνδεσης. Ακόμα η πολύκαιρη έκθεση του συστήματος σε σκόνη μπορεί να προκαλέσει υπερθέρμανση του συστήματος και των υποσυστημάτων με αποτέλεσμα να υπάρξει μόνιμης βλάβης και δυσλειτουργίας του συστήματος. Για αυτό και θα πρέπει το σύστημα να προφυλάσσεται όσο το δυνατόν περισσότερο γίνεται από τα παραπάνω δύο και κυρίως πρέπει να προφυλάσσονται οι ενώσεις των αγωγών του συστήματος, πιο συγκεκριμένα θα βοηθούσε η προστασία της κεντρικής πλακέτας με μία συμβατή θήκη και η καλή μόνωση των αγωγών του συστήματος με θερμοσυστελλόμενο υλικό, για να θωρακιστεί όσο το περισσότερο γίνεται. Η καλή μόνωση μάλιστα θα βοηθήσει στην εξάλειψη της πιθανότητας ανάφλεξης αερίων καυσίμων στον χώρο μέσω του σπινθηρισμού καθώς θα προσομοιώσει του κανόνες σύνδεσης που ισχύουν στον κανονισμό EN 54 .

Πολύ σημαντικό ρόλο έχει και το σημείο τοποθέτησης του συστήματος πυρανίχνευσης, το οποίο αν είναι λάθος καθίσταται μεγάλος κίνδυνος, σύμφωνα με το προεδρικό διάταγμα 41/2018 η κεντρική μονάδα του συστήματος πυρανίχνευσης πρέπει να βρίσκεται σε τοποθεσία που δεν κινδυνεύει άμεσα κατά την εκδήλωση πυρκαγιάς, παραδείγματος χάρη πάνω από τζάκι, θερμάστρα ή κουζίνα, Αυτό γίνεται για να μην βρίσκεται το σύστημα κοντά στην εστία της φωτιάς-πυρκαγιάς, έτσι ώστε να μπορέσει να λειτουργήσει περισσότερο σε περίπτωση ύπαρξης της, πριν καταστραφεί από τα υψηλά επίπεδα θερμότητας και δεν μπορεί να ειδοποιεί για να μεταβούν οι παρευρισκόμενοι του χώρου ανίχνευσης στην οδό διαφυγής του κτιρίου.

3.5 Εργαστηριακή δοκιμή του συστήματος και περιβάλλον δοκιμών του.

Η εργαστηριακή δοκιμή του συστήματος θα επικεντρωθεί κυρίως στην σωστή λειτουργία του συστήματος. Για αρχή θα χρησιμοποιηθεί η συριακή οθόνη της πλατφόρμας του arduino IDE για να ελεγχθεί η σωστή εκτέλεση του κώδικα, θα ελεγχθεί ουσιαστικά η ομαλότητα της ροής εκτέλεσης του κώδικα, έτσι ώστε να ελεγχθεί αν υπάρχουν συντακτικά και λογικά λάθη, τα οποία δεν έχει εντοπίσει ο compiler. Ακόμα, όσο αφορά το λογισμικό, θα δίνονται τιμές μεγαλύτερες από τις επιτρεπτές έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η σωστή λειτουργία των συναρτήσεων ελέγχου, οι οποίες είναι πάρα πολύ σημαντικές για την ορθή λειτουργία του συστήματος, καθώς είναι αυτές που περιέχουν τις εντολές για την ενεργοποίηση του συστήματος ειδοποίησης. Επιπλέον, θα γίνει έλεγχος για την σταθερότητα του συστήματος, ουσιαστικά θα ελεγχθεί το πόσο σταθερές είναι οι τιμές ηρεμίας που έχει προγραμματιστεί για να δίνει, αυτό θα γίνει με την προσθήκη κώδικα ο οποίος θα έχει τη δυνατότητα να εκτυπώνει τις τιμές που εντοπίζουν οι αισθητήρες. Η προσθήκη της εντολής `Serial.print()`; και της `Serial.println(" ")`; θα μπορέσουν να μας δώσουν στην σειριακή οθόνη τις τιμές που εντοπίζουν οι αισθητήρες, για παράδειγμα η `Serial.print(temp)`; και `Serial.println(" βαθμοί κελσίου")`; θα μπορεί να εμφανίζει στην σειριακή οθόνη τη τιμή της `temp` και το string "βαθμοί κελσίου", η παραπάνω διαδικασία θα ακολουθηθεί για όλες τις μεταβλητές έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί ο παραπάνω έλεγχος.

Για το υλικό του συστήματος, η εργαστηριακής δοκιμή θα περιλαμβάνει τον έλεγχο της ορθότητας των αποτελεσμάτων που παράγουν οι αισθητήρες του συστήματος, αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με τον επαναλαμβανόμενο έλεγχο των αισθητηρίων μέσω των κατάλληλων ερεθισμάτων, δηλαδή την έκθεση τους σε υψηλή θερμοκρασία, φλόγα και αερίων έτσι ώστε μετά από επαναλαμβανόμενη έκθεση αλλά και μη-έκθεση τους να διαπιστωθεί η σωστή λειτουργία της εκάστοτε κατάστασης τους (LOW-HIGH). Ακόμα θα γίνει έλεγχος της θερμοκρασίας του συστήματος σε κατάσταση ηρεμίας (ανίχνευσης) και κατάσταση συναγερμού (ειδοποίησης) για να διαπιστωθεί ότι η θερμοκρασία της κεντρικής μονάδας, των υποσυστημάτων και των αγωγών σύνδεσης δεν είναι υψηλή, για να αποφευχθούν φαινόμενα υπερθέρμανσης που μπορούν προκαλέσουν τυχόν δυσλειτουργίες στη λειτουργία του συστήματος. Επιπλέον, θα ελεγχθεί η λειτουργία του συστήματος με την χρήση των εφεδρικών μπαταριών τροφοδοσίας για να εξασφαλιστεί ότι δεν υπάρχει κάποιο πρόβλημα, αλλά εκτός από αυτό θα ελεγχθεί και ο χρόνος λειτουργίας του τόσο σε κατάσταση ηρεμίας όσο και σε κατάσταση συναγερμού για να εξασφαλιστεί ότι μπορεί να καλύψει του υποχρεωτικός χρόνος λειτουργίας σύμφωνα με τον ευρωπαϊκό κανονισμό EN 54.

Κατά την εξασφάλιση της σωστής λειτουργίας σύμφωνα με τους παραπάνω ελέγχους το σύστημα πυρανίχνευσης θα είναι έτοιμο για να υποστεί τις δοκιμές σε περιβάλλον προσομοίωσης, ίδιο με το περιβάλλον που σχεδιάστηκε για να εγκατασταθεί το σύστημα πυρανίχνευσης. Πιο συγκεκριμένα οι δοκιμές θα γίνουν σε οικία εντός της παλιάς πόλης με τα ίδια χαρακτηριστικά δόμησης που παρουσιάστηκαν στο πρώτο κεφάλαιο της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας. Το σύστημα θα τοποθετηθεί έτσι όπως ορίζουν οι κατασκευαστές των αισθητήρων, σε απόσταση δηλαδή τουλάχιστον 40 εκατοστά από την οροφή του κτιρίου και απόσταση από γωνία τουλάχιστον ένα μέτρο. Ακόμα ο αισθητήρας ανίχνευσης γυμνής φλόγας θα τοποθετηθεί με τέτοια κλήση έτσι ώστε το πεδίο ανίχνευσης του να βρίσκεται εντός 60 μοιρών από το κύτταρο το ανιχνευτή. Οι δοκιμές του συστήματος θα γίνουν με επαναλαμβανόμενη αύξηση

και μείωση της θερμοκρασίας του χώρου για να εξασφαλιστεί η σωστή λειτουργία του αισθητήρα θερμοκρασίας καθώς και να ελεγχθεί η ταχύτητα της μεταβολής της τιμής που ανιχνεύει. Επιπλέον θα γίνει έλεγχος με του αισθητήρα ανίχνευσης γυμνής φλόγας με την επαναλαμβανόμενη έκθεση του σε ελεγχόμενη γυμνή φλόγα για να ελεγχθεί η ευαισθησία αντίδρασης του καθώς και η ταχύτητα εντοπισμού της γυμνής φλόγας. Επιπλέον θα ελεγχθεί ο αισθητήρας μονοξειδίου με την χρήση ορατού καπνού, καθώς μαζί με τον ορατό καπνό συνοδεύεται και το αόρατο μονοξείδιο του άνθρακα, θα γίνουν λοιπόν επαναλαμβανόμενες δοκιμές με χρήση ορατού καπνού για να εξασφαλιστεί ότι η σωστή του λειτουργία και ο χρόνος αντίδρασης του αισθητήρα. Επίσης θα ελεγχθεί ο αισθητήρας αερίων για να ελεγχθεί αν γίνεται σωστός εντοπισμός των καυσίμων αερίων καθώς και του ορατού καπνού καθώς και η ταχύτητα εντοπισμού τους, αυτό θα γίνει με την επαναλαμβανόμενη έκθεση του αισθητήρα σε ορατό καπνό και αέρια καύσιμα. Τέλος πρέπει να αναφερθεί ότι παράλληλα με τον έλεγχο που θα γίνει στους αισθητήρες, θα γίνει έλεγχος και του συστήματος ειδοποίησης για να εξασφαλιστεί η σωστή του λειτουργία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Αποτελέσματα δοκίμων

Οι δοκιμές που πραγματοποιούνται παρακάτω για τον έλεγχο του συστήματος χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, όπως προαναφέρθηκε παραπάνω στην ανάλυση των δοκιμών. Στην πρώτη κατηγορία ανήκει η εργαστηριακή δοκιμή η οποία σχετίζεται κυρίως με την ορθότητα λειτουργίας του συστήματος και η δεύτερη κατηγορία που αφορά τις δοκιμές σε περιβάλλον παρόμοιο με το περιβάλλον εγκατάστασης του συστήματος, η δοκιμή αυτή κυρίως σχετίζεται με την ορθότητα των αποτελεσμάτων του συστήματος.

- **Εργαστηριακή δοκιμή No 1:** Στην παρούσα δοκιμή έγινε έλεγχος της ομαλότητας λειτουργίας του κώδικα σε κατάσταση ηρεμίας, για να εξασφαλιστεί ότι η εφαρμογή λειτουργεί κανονικά και δεν υπάρχουν συντακτικά και λογικά λάθη τα οποία μπορούν να προκαλέσουν την ενδεχόμενη εσφαλμένη λειτουργία της εφαρμογής, ο έλεγχος έγινε με την παρακολούθηση της σειριακής οθόνης της πλατφόρμας ανάπτυξης και τα αποτελέσματα είναι θετικά, καθώς δεν εντοπίστηκε κάποια δυσλειτουργία της εφαρμογής. Όλοι οι αισθητήρες έδιναν κανονικά τα αποτελέσματα ανίχνευσης στην οθόνη, την χρονική στιγμή που έπρεπε. Η παραπάνω δοκιμή έγινε 3 φορές με διάρκεια από 5 ώρες την κάθε φορά.

- **Εργαστηριακή δοκιμή No 2:** Στην συγκεκριμένη δοκιμή θα δίνονται μεγαλύτερες ή μικρότερες τιμές (μέσω το κώδικα και όχι μέσω ερεθισμάτων στους αισθητήρες) από αυτές που έχουν οριστεί στις συναρτήσεις ελέγχου, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί ο ορθότητα λειτουργίας τους αλλά και η ορθότητα λειτουργίας του συστήματος ειδοποίησης. Η δοκιμή έγινε 10 φορές για κάθε αισθητήρα, όλα τα αποτελέσματα ήταν τα αναμενόμενα, δηλαδή κατά την αύξηση ή την μείωση της τιμής, ενεργοποιούνταν το σύστημα ειδοποίησης. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι δοκιμές έγιναν για τον κάθε αισθητήρα ξεχωριστά ορίζοντας την τιμή ανίχνευσης έτσι ώστε να είναι η συνθήκη της συνάρτησης αληθής και να ενεργοποιηθεί το σύστημα ειδοποίησης, οι επαναλήψεις γινόντουσαν με το πλήκτρο reset της πλακέτας arduino.

Δοκιμή συναρτήσεων ελέγχου και συστήματος ειδοποίησης										
Τιμή Επανάληψη	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η	7 ^η	8 ^η	9 ^η	10 ^η
Temp=70	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Flame=500	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Smoke=600	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Monox=0	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lpg=1100	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
buttonStatus=0	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

- **Εργαστηριακή δοκιμή No 3:** Στην δοκιμή που ακολουθεί θα γίνει έλεγχος της σταθερότητας και της ορθότητας, των τιμών ανίχνευσης, μόνο σε κατάσταση ηρεμίας, διότι σε κατάσταση συναγερμού οι τιμές ανίχνευσης δεν θα είναι ποτέ σταθερές λόγω των μη σταθερών ερεθισμάτων που θα δέχονται οι αισθητήρες. Οι τιμές των αισθητήρων θα μετρηθούν 4 φορές την ώρα με χρονική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων 15 λεπτά, από τις μετρήσεις θα καταγράφεται ο μέσος όρος των τεσσάρων

τιμών και η επανάληψη των μετρήσεων θα γίνει για 10 ώρες, δηλαδή για κάθε μια ώρα θα καταγράφεται ο μέσος όρος των τιμών που δίνουν οι ανιχνευτές, για να ελεγχθεί αν υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ τους.

Δοκιμή σταθερότητας τιμών ανίχνευσης										
Ωρα	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η	7 ^η	8 ^η	9 ^η	10 ^η
Temp	21.7	22.1	22.4	22.3	22.7	22.9	23.6	24.2	23.9	24.1
Flame	1020	1024	1018	1020	1024	1021	1024	1023	1020	1024
Smoke	0	93	0	114	0	22	0	241	0	71
Monox	1	1	<1	1	1	<1	1	1	1	1
Lpg	0	0	366	221	0	12	0	22	0	0

Από τον παραπάνω πίνακα δοκιμής σταθερότητας προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι τιμές ανιχνεύσεις που δίνει ο αισθητήρας θερμοκρασίας είναι πολύ σταθερές, καθώς το μέσος όρος τιμών ανταποκρίνεται στη θερμοκρασία περιβάλλοντος την παρούσα χρονική στιγμή. Ο αισθητήρας ανίχνευσης φλόγας διατήρησε την τιμή του σε πολύ υψηλά επίπεδα, παρεκκλίνοντας από το 1024 (HIGH) κατά 10 μονάδες στο μέγιστο, πολύ ικανοποιητικό για την παρούσα εργασία. Ο αισθητήρας ανίχνευσης μονοξειδίου κατά την διάρκεια της δοκιμής είχε εντοπίσει τιμή μη επιτρεπτή 3 φορές, 2 φορές την τρίτη ώρα του πειράματος και μία την έκτη ώρα του πειράματος, τα δεδομένα αυτά δεν ήταν σύμφωνα με το σχεδιάγραμμα καταγραφής, αλλά είναι σημαντικό να συμπεριληφθούν καθώς, 3 φορές προκάλεσαν την ενεργοποίηση του συστήματος ειδοποίησης. Το πρόβλημα είναι ότι δεν μπορούμε να ξέρουμε αν οι τιμές είναι αληθής ή ψευδής καθώς την περίοδο της δοκιμής δεν υπήρχε δεύτερος ανιχνευτής μονοξειδίου για να επαληθεύσει τις συγκεκριμένες ενεργοποιήσεις του συστήματος, αλλά θεωρείται αδύνατη η ύπαρξη μονοξειδίου στον χώρο, όποτε θεωρείται ότι υπήρχαν 3 φορές αποκλείσεις, κάτι που δεν είναι αρκετά καλό διότι 3 φορές ενεργοποιήθηκε εσφαλμένα το σύστημα ειδοποιήσεις, σε γενικό πλαίσιο όμως μπορεί να θεωρηθεί σταθερός. Ο αισθητήρας ανίχνευσης αερίων, είχε κάποιες μικρές αποκλίσεις και κατά την ανίχνευση καπνού και κατά την ανίχνευση των αερίων καυσίμων, αλλά ο μέσος όρος τιμών είναι πολύ πιο κάτω από τα όρια τιμών ενεργοποίησης του συστήματος ειδοποίησης, οπότε μπορεί να θεωρηθεί ότι οι τιμές ανίχνευσης του είναι σταθερές.

- Εργαστηριακή δοκιμή Νο 4: Σε αυτή την δοκιμή θα γίνει έλεγχος της ανταπόκρισης και τον αποτελεσμάτων ανίχνευσης των αισθητήρων δίνοντας τους ερεθίσματα. Η δοκιμή θα γίνει 25 φορές για κάθε αισθητήρα και θα καταγραφεί η επιτυχία τους ή όχι, παράλληλα θα δοκιμαστεί και η ανταπόκριση του συστήματος ειδοποίησης. Για το αισθητήρα θερμοκρασίας θα οριστεί θερμοκρασία ενεργοποίησης 30 βαθμών, για να μπορέσει να γίνει η δοκιμή, καθώς είναι δύσκολο να αναπτυχθεί θερμοκρασία 65 βαθμών έτσι όπως ήταν αρχικά ορισμένος. Για τις υπόλοιπες ανιχνεύσεις οι τιμές θα είναι οι προκαθορισμένες. Τέλος πρέπει να αναφερθεί ότι τα ερεθίσματα θα δίνονται από απόσταση 5 εκατοστά από τα αισθητήρια όργανα των ανιχνευτών.

Δοκιμή ανταπόκρισης των ανιχνευτών σε ερεθίσματα																									
Επανάληψη	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η	7 ^η	8 ^η	9 ^η	10 ^η	11 ^η	12 ^η	13 ^η	14 ^η	15 ^η	16 ^η	17 ^η	18 ^η	19 ^η	20 ^η	21 ^η	22 ^η	23 ^η	24 ^η	25 ^η
Temp	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Flame	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Smoke	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Monox	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✗
Lpg	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗

Όπως παρατηρείται στον παραπάνω πίνακα ο αισθητήρας ανίχνευσης θερμοκρασίας και ο αισθητήρας ανίχνευσης γυμνής φλόγας ανταποκρίνονται άψογα στα ερεθίσματα που δόθηκαν χειροκίνητα χωρίς να υπάρξει καμία ανεπιτυχής δοκιμή. Ο αισθητήρας ανίχνευσης Mq-2 ανταποκρίνεται σχετικά με ικανοποιητικό ρυθμό στα ερεθίσματα καπνού και αερίου, με λίγες ανεπιτυχής δοκιμές, το επίπεδο ανίχνευσης είναι ικανοποιητικό για τις απαιτήσεις της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Ο αισθητήρας ανίχνευσης μονοξειδίου κατά την έκθεση του σε καπνό (ο οποίος περιέχει μονοξείδιο του άνθρακα) δεν αντιδρούσε όπως θα έπρεπε, έχοντας 13 ανεπιτυχής ανιχνεύσεις. Η αλήθεια είναι ότι λόγω έλλειψης δευτέρου αισθητήρα για μέτρηση του μονοξειδίου, υπάρχει το ενδεχόμενο τα επίπεδα μονοξειδίου που δόθηκαν να μην ήταν αρκετά για να ενεργοποιήσουν το σύστημα ειδοποίησης, οπότε δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι ο αισθητήρας δεν είναι ικανός να εντοπίζει το μονοξείδιο καθώς η δοκιμή ήταν ελλιπής, μελλοντικά έξω από τα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής θα υποστεί περαιτέρω ελέγχους.

- **Εργαστηριακή δοκιμή Νο 5:** Στην δοκιμή που ακολουθεί θα γίνει έλεγχος της θερμοκρασίας του συστήματος τόσο σε κατάσταση ηρεμίας όσο και σε κατάσταση συναγερμού, για την κατάσταση ηρεμίας θα γίνει έλεγχος σε χρονική διάρκεια 10 ωρών και η θερμοκρασία θα λαμβάνονται κάθε μία ώρα. Για το σύστημα ειδοποίησης θα γίνει έλεγχος σε χρονική διάρκεια μίας ώρας και η θερμοκρασία θα λαμβάνεται ανά 15 λεπτά. Η θερμοκρασίες θα ληφθούν με δοκιμασμένο ψηφιακό θερμόμετρο τεχνολογίας υπερθύρων

Δοκιμή για τον έλεγχο της θερμοκρασίας του συστήματος σε κατάσταση ηρεμίας											
Επανάληψη	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η	7 ^η	8 ^η	9 ^η	10 ^η	11 ^η
Κεντρική μονάδα	24.2	25.3	25.4	25.3	25.1	24.9	25.1	25.4	25.2	25.3	25.3
Σύστημα ανίχνευσης	25.4	27.4	33.1	36.1	36.3	36.3	37.5	37.3	37.6	38.2	38.5
Σύστημα ειδοποίησης	Room Temp	Room Temp	Room Temp	Room Temp	Room Temp	Room Temp	Room Temp	Room Temp	Room Temp	Room Temp	Room Temp

Δοκιμή για τον έλεγχο της θερμοκρασίας του συστήματος σε κατάσταση συναγερμού					
Επανάληψη	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η
Κεντρική μονάδα	24.1	24.3	24.6	24.9	25.2
Σύστημα ανίχνευσης	25.2	25.3	25.8	26.6	27.2
Σύστημα ειδοποίησης	23.9	24.1	24.6	24.9	25.4

Αξίζει να σημειωθεί ότι παρά την αύξηση θερμοκρασίας του συστήματος ανίχνευσης, η θερμοκρασία του αισθητήρα θερμοκρασίας παρέμεινε ίδια με την θερμοκρασία περιβάλλοντος.

- **Εργαστηριακή δοκιμή Νο 5:** Στην δοκιμή που ακολουθεί θα ελεγχθεί ο χρόνος λειτουργίας σε κατάσταση ηρεμίας και σε κατάσταση συναγερμού με τροφοδοσία από τις εφεδρικές μπαταρίες τροφοδοσίας του συστήματος, στόχος είναι να ξεπεράσει τις 24ώρες λειτουργίας σε κατάσταση ηρεμίας και τα 30 λεπτά σε κατάσταση συναγερμού, πάντα με πλήρως φορτισμένες μπαταρίες.

Η δοκιμή πραγματοποιήθηκε με επιτυχία σε κατάσταση ηρεμίας και σταμάτησε όταν ξεπέρασε της συνεχόμενη λειτουργία για 24 ώρες, καθώς το power bank είχε ακόμα 25% απόθεμα ενέργειας. Ακόμα, η δοκιμή σε κατάσταση συναγερμού πραγματοποιήθηκε επιτυχώς και σταμάτησε στα 90 λεπτά, καθώς τα αποθέματα ενέργειας του power bank ήταν πολύ μεγάλα.

- Δοκιμή σε περιβάλλον προσομοίωσης Νο 1: Στην δοκιμή που ακολουθεί το σύστημα πυρασφαλείας θα τοποθετηθεί σε παρόμοιο περιβάλλον με το περιβάλλον που σχεδιάστηκε να τοποθετηθεί και θα γίνουν δοκιμές για κάθε αισθητήρα ξεχωριστά από διαφορετικές αποστάσεις για να εξασφαλιστεί το κατά πόσο είναι αποτελεσματικοί μέχρι ποια απόσταση και αν υπάρχει τυχόν καθυστέρηση κατά την ανίχνευσή. Παρακάτω ακολουθούν 5 πίνακες με τα αποτελέσματα της δοκιμής.

-Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι δοκιμές του αισθητήρα θερμοκρασίας, η δοκιμή έγινε με πιστόλι θερμού αέρα, στις τελευταίες 2 προσπάθειες η ισχύει του πιστολιού δεν ήταν επαρκής για να προκαλέσουν αύξηση μεγαλύτερη των 65 βαθμών πηλσίον του αισθητήρα θερμοκρασίας, για να ενεργοποιηθεί το σύστημα ειδοποίησης.

Δοκιμή για τον αισθητήρα θερμοκρασίας του συστήματος											
Μέτρα	0,1μ	0,2μ	0.4μ	0.6μ	0.8μ	1μ	1,2μ	1,4μ	1,6μ	1.8μ	2μ
Αισθητήρας θερμοκρασίας	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗

-Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των δοκιμών του αισθητήρα ανίχνευσης γυμνής φλόγας, οι δοκιμές έγιναν με την χρήση της φλόγας 10 κεριών, στις αποστάσεις που αναγράφονται στον πίνακα. Οι τελευταίες 3 προσπάθειες ήταν ανεπιτυχής καθώς, πιθανότατα να μην ήταν αρκετή η ένταση φλόγας των 10 κεριών από τις αποστάσεις πάνω από 1,6 μέτρα.

Δοκιμή για τον αισθητήρα ανίχνευσης γυμνής φλόγας του συστήματος											
Μέτρα	0,1μ	0,2μ	0.4μ	0.6μ	0.8μ	1μ	1,2μ	1,4μ	1,6μ	1.8μ	2μ
Αισθητήρας φλόγας	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗

-Στον πίνακα που βρίσκεται παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των δοκιμών του αισθητήρα ανίχνευσης mq-2 και πιο συγκεκριμένα παρουσιάζεται η αποτελεσματικότητα στην ανίχνευσή ορατού καπνού, η δοκιμή έγινε με την χρήση 8 βραδύκαυστων αρωματικών στίκς, καθώς δεν μπορούσε να βρεθεί άλλη λύση για την παραγωγή καπνού στον χώρο.

Δοκιμή για τον αισθητήρα ανίχνευσης ορατού καπνού του συστήματος											
Μέτρα	0,1μ	0,2μ	0.4μ	0.6μ	0.8μ	1μ	1,2μ	1,4μ	1,6μ	1.8μ	2μ
Αισθητήρας φλόγας	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗

Παραπάνω φαίνεται ότι μέχρι την απόσταση των 0.8 μέτρων ο αισθητήρας μπορούσε να ανιχνεύσει την ορατό καπνό σε επίπεδο που μπορούσε να ενεργοποιήσει το σύστημα ειδοποίησης, μετά τα 0,8 μέτρα ο καπνός διασπάζοταν και δεν υπήρχε καπνός με αρκετή πυκνότητα έτσι ώστε να τον ανιχνεύσει ο αισθητήρας. Ο καπνός από την συγκεκριμένη πηγή δεν είναι αρκετός σε πυκνότητα και έτσι το πείραμα σταμάτησε καθώς εξαπλωνόταν στον χώρο καπνός σε μικρή πυκνότητα, πιθανότατα σε δεύτερο χρόνο αφότου αυξανόταν η πυκνότητα του καπνού στον χώρο, ο αισθητήρας θα μπορούσε να τον εντοπίσει.

-Στον πίνακα βρίσκεται παρακάτω βρίσκονται τα αποτελέσματα των δοκιμών του αισθητήρα mq-2 και πιο συγκεκριμένα τα αποτελέσματα ανίχνευσης αερίων καυσίμων, ο δοκιμή έγινε στις αποστάσεις που αναγράφονται παρακάτω με την χρήση φορητής φιάλης προπάνιου.

Δοκιμή για τον αισθητήρα ανίχνευσης αερίων καυσίμων του συστήματος											
Μέτρα	0,1μ	0,2μ	0.4μ	0.6μ	0.8μ	1μ	1,2μ	1,4μ	1,6μ	1.8μ	2μ
Αισθητήρας ανίχνευσης καυσίμων	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗

Όπως φαίνεται παραπάνω, ο αισθητήρας μπόρεσε να ανιχνεύσει επιτυχώς και να ενεργοποιήσει το σύστημα ειδοποίησης μέχρι τα 1.4 μέτρα, μετά από αυτή την απόσταση δεν ήταν δυνατή η ανίχνευση, πιθανόν ξανά λόγω της διάσπασης του προπάνιου στον χώρο, και έτσι η δοκιμή σταμάτησε σε αυτό το σημείο.

-Τέλος, στον πίνακα που βρίσκεται παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τον αισθητήρα ανίχνευσης μονοξειδίου του άνθρακα, η δοκιμή έγινε με την χρήση 8 βραδύκαυστων αρωματικών στίκς, καθώς δεν μπορούσε να βρεθεί άλλη λύση για την παραγωγή μονοξειδίου του άνθρακα στον χώρο.

Δοκιμή για τον αισθητήρα ανίχνευσης μονοξειδίου του άνθρακα του συστήματος											
Μέτρα	0,1μ	0,2μ	0,4μ	0,6μ	0,8μ	1μ	1,2μ	1,4μ	1,6μ	1,8μ	2μ
Αισθητήρας ανίχνευσης μονοξειδίου	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

Τα αποτελέσματα αυτά όσο αφορά τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν διότι το επίπεδο μονοξειδίου του άνθρακα δεν ήταν αρκετό, αλλά όπως προαναφέρθηκε και στην εργαστηριακή δοκιμή του αισθητήρα, στην προκειμένη στιγμή δεν υπάρχει δυνατότητα ελέγχου επιπέδου του μονοξειδίου με άλλον αισθητήρα, οπότε το πείραμα σταμάτησε στα 0,6 μέτρα καθώς ο αισθητήρας αδυνατούσε να εντοπίσει το μονοξείδιο του άνθρακα.

4.2 Μελλοντική ανάπτυξη του συστήματος.

Από όσα παρατηρήθηκαν κατά την έρευνα και την διαδικασία υλοποίησης του συστήματος πυρασφάλειας υπάρχουν αρκετές βελτιώσεις που μπορούν να γίνουν τόσο για την βελτίωση της λειτουργίας του όσο και για την επεκτασιμότητα των λειτουργιών του. Πιο συγκεκριμένα από την ανάπτυξη του συστήματος παρατηρήθηκε ότι η συνδέσεις που έγιναν με την βοήθεια των breadboard (πλακέτα δοκιμών), ήταν αρκετά βολικές για το πρωτότυπο καθώς μπορούσαν να γίνουν δοκιμές σύνδεσης των εξαρτημάτων πολύ εύκολα, αλλά τα breadboard δεν παρέχουν κατά κύριο λόγο δεν παρέχουν σταθερότητα στις συνδέσεις, είναι πολύ πιθανό με μία μικρή κίνηση του συστήματος να χαθεί η επαφή μεταξύ μιας σύνδεσης και έτσι να προκληθεί πρόβλημα στη συνολική λειτουργία του συστήματος. Ακόμα τα breadboard δεν παρέχουν την προβλεπόμενη μόνωση των συνδέσεων έτσι όπως ορίζει το ευρωπαϊκό πρότυπο κανονισμών EN 54 για την κατασκευή συστημάτων πυρανίχνευσης. Έτσι σε μελλοντική ανάπτυξη θα ήταν προτιμητέο όλα τα εξαρτήματα να συνδέονται το καθένα ξεχωριστά με την κεντρική μονάδα με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να μπορέσουν να μονωθούν καταλλήλως όλες οι συνδέσεις μεταξύ εξαρτημάτων και αγωγών. Επιπλέον για καλύτερη προστασία του συστήματος και την εξασφάλιση της προστασίας των περισσότερων συνδέσεων των εξαρτημάτων-αγωγών του συστήματος θα είναι προτιμητέο να το σύστημα τα τοποθετηθεί σε στεγανό ηλεκτρολογικό κουτί και να έρχονται επαφή με το περιβάλλον μόνο το σύστημα ανίχνευσης και στο σύστημα ειδοποίησης. Ακόμα, το σύστημα τροφοδοσίας θα μπορούσε να προστεθεί μονάδα εναλλαγής τροφοδοσίας και ξεχωριστή συστοιχία μπαταριών, διότι με την χρήση του power bank η τροφοδοσία του συστήματος γίνεται μέσω των μπαταριών οι οποίες φορτίζονται μέσω του μετατροπέα που διαθέτει το power bank. Επίσης, ο αισθητήρας mq-7 θα μπορούσε να αντικατασταθεί από τον mq-2 καθώς ο συγκεκριμένος είχε καλύτερη συμπεριφορά στις δοκιμές που έγιναν. Τέλος το σύστημα ειδοποίησης θα μπορούσε να αντικατασταθεί με πιο δυνατές λυχνίες και μεγαλύτερου επιπέδου θορύβου ηχητική συσκευή έτσι ώστε να γίνεται πιο εύκολα αντιληπτή η ειδοποίηση του συστήματος από τους παρευρισκόμενους του χώρου εγκατάστασης του συστήματος πυρανίχνευσης.

Όσον αφορά την επεκτασιμότητα του συστήματος, θα μπορούσε πολύ εύκολα να γίνει σύνδεση της κεντρικής μονάδας με σύστημα φωτισμού έτσι ώστε μαζί με την ειδοποίηση του συστήματος να ενεργοποιείται και φωτισμός εκτάκτου ανάγκης για να μπορέσει να εξασφαλιστεί η ορατότητα της οδούς διαφυγής του κτιρίου έτσι ώστε να γίνει πιο εύκολη η διέλευση των παρευρισκόμενων από αυτήν. Επιπρόσθετα μια πολύ χρήσιμη επέκταση του συστήματος θα ήταν η εφαρμογή σε αυτό μιας πλακέτας gsm (Global System for Mobile Communications), είναι μια πλακέτα που μέσω της σύνδεσης της με την κεντρική μονάδα του συστήματος θα επιτρέψει την σύνδεση με το παγκόσμιο δίκτυο φορητών επικοινωνιών, πιο συγκεκριμένα, είναι ένα κυψελοειδές ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς το οποίο χρησιμοποιεί ηλεκτρομαγνητικά σήματα και την τεχνική πολλαπλής πρόσβασης με διαχωρισμό του διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων σε ένα αριθμό καναλιών και την διαίρεση αυτών σε χρονοθυρίδες για την μετάδοση σημάτων, δηλαδή, η πλακέτα μπορεί να επικοινωνήσει με την χρήση κάρτας τηλεπικοινωνιών sim με άλλες φορητές συσκευές, έτσι δίνει την ευκαιρία στο σύστημα πυρανίχνευσης σε μαζί με την ενεργοποίηση του συστήματος ειδοποίησεως να ενεργοποιείται και η επικοινωνία με κάποια φορητή συσκευή, για να μπορεί να υπάρχει ενημέρωση σε τρίτο πρόσωπο σχετικά με την κατάσταση συναγερμού στην οποία βρίσκεται ο χώρος. Τέλος η πλακέτα του arduino μπορεί να δώσει την δυνατότητα σύνδεσης του συστήματος με αυτόνομο σύστημα πυρόσβεσης, ανεξάρτητο βέβαια από την μονάδα πυρανίχνευσης, έτσι ώστε μαζί με την ανίχνευση και την ειδοποίηση που παρέχει το σύστημα πυρανίχνευσης να υπάρχει και δυνατότητα καταστολής της πυρκαγιάς σε άμεσο χρόνο, ή να υπάρξει εξασφάλιση της οδούς διαφυγής από το κτίριο μέσω της ενεργοποίησης του ανεξάρτητου συστήματος κατάσβεσης.

4.3 Συμπεράσματα

Φτάνοντας στο τέλος στη συγκεκριμένης έρευνας είναι αξιοσημείωτο να αναφερθεί ότι, η αποτελεσματικότητα που είχε το σύστημα αλλά και οι λειτουργίες του, σαν πρωτότυπο που είναι, ξεπέρασαν κάθε αρχική προσδοκία και υποθέσεις που είχαν γίνει για το σύστημα πυρανίχνευσης, πλέον υπάρχει η θεωρητική αλλά και η τεχνική γνώση για να μπορέσει να αναπτυχθεί μελλοντικά και να είναι αποτελεσματικότερη η λειτουργία του αλλά και ο τρόπος σύνδεσης του με τις περιφερειακές συσκευές. Πάρα ταύτα, πρέπει να γίνει γνωστό ότι η το σύστημα πυρανίχνευσης είχε και κάποιες αποκλείσεις, κυρίως στους αισθητήρες ανίχνευσης mq2 και mq7, οι ανιχνεύσεις δεν ήταν οι επιθυμητές κατά τις δοκιμές, υπήρχαν όπως καταγράφηκε στους παραπάνω πίνακες κάποιες μη επιτυχής ανιχνεύσεις, οι οποίες ακόμα και αν μπορεί οφείλονται στην μικρή πυκνότητα των ερεθισμάτων, το αποτέλεσμα μένει το ίδιο, η ανίχνευση ήταν ανεπιτυχής, για αυτό λοιπόν μελλοντικά θα αντικατασταθούν όταν υπάρξουν αισθητήρες στην αγορά με μεγαλύτερη ευαισθησία ανίχνευσης. Για τους υπόλοιπους αισθητήρες δεν εντοπίστηκε κανένα πρόβλημα, ούτε και για το σύστημα ειδοποίησης, πράγμα που σημαίνει ότι μπορούν να αποτελέσουν την βάση για την μελλοντική ανάπτυξη αλλά και επεκτασιμότητα του συστήματος πυρανίχνευσης. Η πλακέτα arduino, παρατηρήθηκε ότι ανταποκρίνεται πολύ καλά και μπορεί να υποστηρίξει κάλλιστα το σύστημα πυρανίχνευσης και στην τωρινή του μορφή αλλά και μελλοντικά καθώς αναπτύσσετε, διότι έχει τεράστιες δυνατότητες οι οποίες ακόμα δεν έχουν χρησιμοποιηθεί. Επίσης, πέρα από την έρευνα που έγινε για το σύστημα πυρασφαλείας αποκτήθηκε γνώση για τα προβλήματα που έχει η παλαιά πόλη της Κέρκυρας, η οποία

μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε μελλοντικές έρευνες, έτσι ώστε να γίνει η παλαιά πόλη της Κέρκυρας πιο ασφαλής για τους κατοίκους και τους επισκέπτες της. Εν κατά κλειδί, θα ήθελα να πιστεύω πως η παρούσα πτυχιακή εργασία, θα βοηθήσει με μελλοντικά στην προστασία της ανθρώπινης ζωής.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 1

- [1] Κανονισμός Πυροπροστασίας Κτιρίων Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθμών 41/2018.
- [2] Ευρωπαϊκός Κανονισμός EN 54 fire detection and fire alarm systems, European Committee for Standardization 2018
- [3] Ανοιχτά δεδομένα Πυροσβεστικού Σώματος Ελλάδος 2020
- [4] National Fire Codes, National Fire Protection Association 2001
- [5] Πυροπροστασία, Χρήστος Χατζηγιάννου ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.
- [6] Το βιβλίο της πυρανίχνευσης, Olympia Electronics 1990
- [7] Bosch Security Systems 2019
- [8] Right To Life, Ramcharan - 1985
- [9] History Of Technological Hazards, Disasters And Accidents, Gianni Silei 2010
- [10] Νέος Κανονισμός Πυροπροστασίας Κτηρίων, ΑΠΘ πολυτεχνική σχολή τμήμα πολιτικών μηχανικών, Αλέξανδρος Παπαγεωργός, Κωνσταντίνος Τζίκας, 2018
- [11] Κίνδυνοι Πυρκαγιάς Και Πυροπροστασία, ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.
- [12] Εγχειρίδιο χρήστη του Eaton CF2000GCPD.
- [13] Εγχειρίδιο χρήστη του MK301 AMS.
- [14] Εγχειρίδιο χρήστη του Bosch FWI-270.
- [15] Εγχειρίδιο χρήστη του UNIPOS FS 4000/2.
- [16] Εγχειρίδιο χρήστη των Fireclass Fire Alarm System.
- [17] Εγχειρίδιο χρήστη του NSC συστήματα πυρανίχνευσης.
- [18] Εγχειρίδιο χρήστη του BS-16XX Olympia Electronics.
- [19] Εγχειρίδιο χρήστη των Paradox HELLAS συστημάτων πυρανίχνευσης.

Βιβλιογραφία κεφαλαίου 2

- [1] Κίνδυνοι Που Προέρχονται Από Εκρήξεις, Υπουργείο Εργασίας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων.
- [2] Χημεία και Χημικά Προϊόντα Ξύλου, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος ΑΠΘ.
- [3] Το βιβλίο της πυρανίχνευσης, Olympia Electronics 1990.
- [4] Beginning Sensor Networks with Arduino and Raspberry Pi, Charles Bell 2011
- [5] Programming Arduino, Simon Monk, 2016
- [6] Arduino IDE Basics, www.arduino.cc
- [7] Arduino uno manual, www.arduino.cc

[8] Waveshare Sensor Manuals, www.waveshare.com

[9] Texas Instruments Sensor Manual, www.ti.com

Βιβλιογραφία κεφαλαίου 3.

[1] mq2 library manual

[2] Arduino IDE Basics, www.arduino.cc

[3] Arduino uno manual, www.arduino.cc

[4] Waveshare Sensor Manuals, www.waveshare.com

[5] Texas Instruments Sensor Manual, www.ti.com

Βιβλιογραφία κεφαλαίου 4.

[1] GSM module manual, www.sparkfun.com

ΠΗΓΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Πηγές φωτογραφικού υλικού Κεφαλαίου 1

Εικόνα 1: Από διαδικτυακό ισότοπο Ελληνικού Ινστιτούτου Υγιεινής και Ασφάλειας Εργασίας, www.elinyae.gr

Εικόνα 2: Επεξεργασμένη εικόνα από τον διαδικτυακό ισότοπο του Google Maps, www.google.com/maps

Εικόνα 3: Από διαδικτυακό ισότοπο του www.olympia-electronics.com

Εικόνα 4: Από διαδικτυακό ισότοπο του www.olympia-electronics.com

Εικόνα 5: Από διαδικτυακό ισότοπο του www.olympia-electronics.com

Εικόνα 6: Επεξεργασμένη εικόνα από τον διαδικτυακό ισότοπο του www.firesecurity.gr

Εικόνα 7: Επεξεργασμένη εικόνα από τον διαδικτυακό ισότοπο του www.firesecurity.gr

Εικόνα 8: Από διαδικτυακό ισότοπο του www.eaton.eu

Εικόνα 9: Από διαδικτυακό ισότοπο του www.arecontvision.com

Εικόνα 10: Από διαδικτυακό ισότοπο του www.bosch.gr

Εικόνα 11: Από διαδικτυακό ισότοπο του www.unipos-bg.com

Εικόνα 12: Από διαδικτυακό ισότοπο του www.fireclass.co.uk

Εικόνα 13: Από διαδικτυακό ισότοπο του www.nsc-hellas.gr

Εικόνα 14: Από διαδικτυακό ισότοπο του www.olympia-electronics.com

Εικόνα 15: Από διαδικτυακό ισότοπο του www.phs.gr

Εικόνα 16: Επεξεργασμένη εικόνα από τον διαδικτυακό ισότοπο του www.jameco.com

Εικόνα 17: Από διαδικτυακό ισότοπο του www.covenantuniversity.edu.gn

Εικόνα 18 : Από διαδικτυακό ισότοπο του www.ijcaonline.org

Πηγές φωτογραφικού υλικού κεφαλαίου 2

Εικόνα 19 : Από διαδικτυακό ισότοπο του www.realpars.com

Εικόνα 20 : Από διαδικτυακό ισότοπο του www.arduino.cc

Εικόνα 21 : Από διαδικτυακό ισότοπο του www.users.sch.gr

Εικόνα 22 : Στιγμιότυπο από την εφαρμογή Arduino IDE.

Εικόνα 23 : Από διαδικτυακό ισότοπο του www.grobotronics.com

Εικόνα 24 : Από διαδικτυακό ισότοπο του www.grobotronics.com

Εικόνα 25 : Από διαδικτυακό ισότοπο του www.grobotronics.com

Εικόνα 26 : Από διαδικτυακό ισότοπο του www.grobotronics.com

Εικόνα 27 : Από διαδικτυακό ισότοπο του www.grobotronics.com

Εικόνα 28 : Από διαδικτυακό ισότοπο του www.grobotronics.com

Εικόνα 29 : Από διαδικτυακό ισότοπο του www.grobotronics.com

Εικόνα 30 : Από διαδικτυακό ισότοπο του www.grobotronics.com

Εικόνα 31 : Από διαδικτυακό ισότοπο του www.grobotronics.com

Εικόνα 32 : Από διαδικτυακό ισότοπο του www.grobotronics.com

Εικόνα 33 : Από διαδικτυακό ισότοπο του www.grobotronics.com

Εικόνα 34 : Λήψη από Χρήστο Τριανταφυλλίδη.

Εικόνα 35 : Λήψη από Χρήστο Τριανταφυλλίδη.

Εικόνα 36 : Λήψη από Χρήστο Τριανταφυλλίδη.

Εικόνα 37 : Λήψη από Χρήστο Τριανταφυλλίδη.

Πηγες φωτογραφικού υλικού κεφαλαίου 3.

Εικόνα 38 : Δημιουργήθηκε από το πρόγραμμα σχεδίασης fritzing.

Εικόνα 39 : Δημιουργήθηκε από το πρόγραμμα σχεδίασης fritzing.

Εικόνα 40 : Δημιουργήθηκε από το πρόγραμμα σχεδίασης fritzing.

Εικόνα 41 : Δημιουργήθηκε από το πρόγραμμα σχεδίασης fritzing.

Εικόνα 42 : Δημιουργήθηκε από το πρόγραμμα σχεδίασης fritzing.

Εικόνα 43 : Δημιουργήθηκε από το πρόγραμμα σχεδίασης fritzing.

Εικόνα 44 : Δημιουργήθηκε από το πρόγραμμα σχεδίασης fritzing.

Εικόνα 45 : Δημιουργήθηκε από το πρόγραμμα σχεδίασης fritzing.

Εικόνα 46 : Δημιουργήθηκε από το πρόγραμμα σχεδίασης fritzing.