



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Φοιτητής : Άγγελος Βαγγέλη

A.M : 46979

Επιβλέπων καθηγητής : Χρήστος Δρόσος



UNIVERSITY OF WESTERN ATTICA

SCHOOL OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN AND PRODUCTION
ENGINEERING

Construction of a pressure monitoring system in a closed water transfer circuit
using Raspberry Pi.

Student: Aggelos Vaggeli

ID: 46979

Supervising professor: Christos Drosos

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΚΑΙΩΜΑΤΩΝ

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ρητά ότι η παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας, αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή/και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Ο Δηλών



Άγγελος Βαγγέλη

16/10/2023

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή μου Χρήστο Δρόσο για τη δυνατότητα που μου έδωσε να πραγματοποιήσω την πτυχιακή μου εργασία καθώς και για τις πολύτιμες συμβουλές που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησής της. Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους του καθηγητές του Τμήματος Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής για τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφεραν όλα αυτά τα χρόνια. Τέλος, θέλω να εκφράσω ένα τεράστιο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για την στήριξη και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε όλα αυτό το διάστημα, φροντίζοντας για την καλύτερη δυνατή μόρφωσή μου.

Επιτροπή Αξιολόγησης

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1. Δρόσος Χρήστος	ΕΔΠΠ –Α	
2. Λάσκαρης Νίκος	Επίκουρος Καθηγητής	
3. Συμεωνάκη Ελένη	ΕΔΠΠ-Α	

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Περίληψη

Η πτυχιακή εργασία αφορά την επιτήρηση της πίεσης του νερού σε ένα κλειστό κύκλωμα. Το σύστημα αυτό συναντάται σε πολλές εφαρμογές στην καθημερινότητα του ανθρώπου που είναι πολύ σημαντικές για την ασφάλεια σε κοινωνικό και βιομηχανικό επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, αυτό χαρακτηρίζεται ένα σύστημα αυτοματισμού καθώς εκτελούνται ενέργειες χωρίς να χρειάζεται να επέμβει κάποιος άνθρωπος. Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύεται η ιστορική αναδρομή του αυτοματισμού, η έννοια του, η αναγκαιότητα του αυτοματισμού στις μέρες μας καθώς και εφαρμογές αυτοματισμού που χρησιμοποιούνται στην καθημερινότητα μας. Αυτό το κεφάλαιο συμβάλει στο να κατανοηθεί η σημαντικότητα του αυτοματισμού καθώς και να γίνει αντιληπτό ο τρόπος με τον οποίο εμφανίζεται σε εφαρμογές που πολλοί άνθρωποι δεν γνωρίζουν ότι μέσα σε αυτές υπάρχουν συστήματα αυτοματισμού. Στο δεύτερο κεφάλαιο διατυπώνεται ο ορισμός της υδροστατικής πίεσης αλλά και το τι ονομάζεται επιτήρηση της πίεσης νερού. Πιο συγκεκριμένα, εξηγούνται σε ξεχωριστές παραγράφους τα αποτελούμενα μέρη ενός συστήματος επιτήρησης της πίεσης (hardware, software) καθώς και το τι απαιτείται έτσι ώστε να μπορέσει ένα τέτοιο σύστημα να υλοποιηθεί με σωστό τρόπο. Τέλος αναλύονται ορισμένα παραδείγματα επιτήρησης πίεσης προκειμένου να μπορέσει ο αναγνώστης να κατανοήσει μέσω παραδειγμάτων το πόσο χρήσιμη είναι η επιτήρηση της πίεσης του νερού. Στη συνέχεια, με στόχο την υλοποίηση ενός τέτοιου συστήματος, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ορισμένα εξαρτήματα, τα οποία θα αναφερθούν εκτενώς στο τρίτο κεφάλαιο. Πιο αναλυτικά, θα γίνει αναφορά στον εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή της μακέτας ,με σκοπό να γίνουν κατανοητές οι λειτουργίες του. Το τρίτο κεφάλαιο είναι σημαντικό διότι βοηθάει να γίνουν κατανοητές οι έννοιες που χρησιμοποιούνται στο τέταρτο κεφάλαιο. Σε αυτό το κεφάλαιο διατυπώνεται το πρακτικό μέρος της εργασίας. Αναλυτικότερα, γίνεται η περιγραφή της μακέτας και πιο συγκεκριμένα αναλύεται ο τρόπος σύνδεσης του εξοπλισμού προκειμένου να υλοποιηθεί το σύστημα καθώς και ο σχολιασμός του κώδικα που γράφτηκε στο Raspberry Pi.

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Abstract

The thesis concerns the monitoring of water pressure in a closed circuit. This system is found in many applications in human daily life that are very important for safety at social and industrial level. More specifically, this is characterized an automation system as actions are performed without the need for human intervention. The first chapter discusses the historical background of automation, its concept, the necessity of automation nowadays and automation applications used in our daily life. This chapter helps to understand the importance of automation as well as to understand the way in which it appears in applications that many people do not know that there are automation systems within them. The second chapter formulates the definition of hydrostatic pressure and what is called water pressure monitoring. In particular, the components of a pressure monitoring system (hardware, software) and what is required in order for such a system to be implemented in a correct way are explained in separate paragraphs. Finally, some examples of pressure monitoring are analysed so that the reader can understand through examples how useful water pressure monitoring is. Then, in order to implement such a system, certain components will be used, which will be discussed in detail in chapter three. In more detail, the equipment used for the construction of the model will be mentioned, in order to understand its functions. Chapter three is important because it helps to understand the concepts used in chapter four. In this chapter the practical part of the thesis is formulated. More specifically, the description of the model is given and more specifically, the way of connecting the equipment in order to implement the system is analyzed and the commentary of the code written on the Raspberry Pi.

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	9
Κεφάλαιο 1°	10
1.1 Ιστορική αναδρομή	10
1.2 Η έννοια του αυτοματισμού.....	13
1.3 Οφέλη του αυτοματισμού	14
1.4 Αυτοματισμός και καθημερινότητα.....	15
Κεφάλαιο 2°. Σύστημα επιτήρησης πίεσης νερού	18
2.1 Πως ορίζεται η υδροστατική πίεση.....	18
2.2 Σύστημα επιτήρησης πίεσης νερού.....	19
2.2.1 Ορισμός συστήματος πίεσης νερού	19
2.2.2 Αποτελούμενα μέρη συστήματος παρακολούθησης πίεσης νερού	19
2.2.3 Σχεδιασμός και υλοποίηση συστήματος.....	20
2.2.4 Σημασία σωστής λειτουργίας συστήματος πίεσης νερού	20
2.3 Χρήση συστήματος παρακολούθησης πίεσης νερού.....	22
Κεφάλαιο 3°. Εξοπλισμός μακέτας.....	27
3.1 Εξαρτήματα της κατασκευής.....	27
3.1.1 Raspberry Pi.....	27
3.1.2 Αντλία νερού.....	29
3.1.3 ADS1115.....	33
3.1.4 4-channel bidirectional Level shifter	36
3.1.5 Αισθητήρας	38
3.1.6 Ηλεκτρονόμος(Relay).....	40
Κεφάλαιο 4°. Πειραματική διερεύνηση	45
4.1 Ανάλυση ηλεκτρονικού σχεδίου.....	46
4.2 Ανάλυση κώδικα.....	51
4.3 Ανάλυση μακέτας	57
4.3.1 Υποθετικό σενάριο.....	57
4.3.2 Μετρήσεις	58
Κεφάλαιο 5°. Συμπεράσματα και παρατηρήσεις	60

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

5.1 Μελλοντικές αλλαγές.....	61
Βιβλιογραφία	62

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Εισαγωγή

Οι διαρκώς εξελισσόμενες τεχνολογικές δυνατότητες αποτέλεσαν πρόσφορο έδαφος, προκειμένου να δημιουργηθούν τόσο καινοτόμα και ανεπτυγμένα συστήματα και προγράμματα αυτοματισμού εκ νέου, όσο και μέθοδοι εκσυγχρονισμού της ήδη υπάρχουσας τεχνολογίας. Ως αποτέλεσμα της ραγδαίας τεχνολογικής ανάπτυξης στον 21ο αιώνα η έννοια του αυτοματισμού έχει εισαχθεί στην καθημερινότητα μας και έχει συμβάλει στην αύξηση της ποιότητας του βιοτικού επιπέδου καθώς και στη συλλογική τεχνολογική και οικονομική ανάπτυξη. Αναλυτικότερα, συνιστώσες που έχουν επηρεαστεί από την συμβολή του αυτοματισμού στην ανθρώπινη εργασία είναι η αντικατάσταση της χειρωνακτικής εργασίας σε μεγάλο βαθμό. Ως αποτέλεσμα αυτού, παρέχεται ασφάλεια στο ανθρώπινο εργατικό δυναμικό καθώς εξαλείφονται κίνδυνοι με τους οποίους έρχονται αντιμέτωποι σε καθημερινή βάση. Επιπλέον, η εισαγωγή των αυτοματισμών αποτέλεσε καθοριστικό ρόλο στην μείωση των σφαλμάτων, αφού πλέον γίνεται πρόβλεψη των μελλοντικών συνθηκών. Ταυτόχρονα, με τη χρήση των προγραμμάτων αυτοματισμού επιτυγχάνεται η οργάνωση των διεργασιών που πρέπει να περατωθούν για την ολοκλήρωση ενός έργου. Κατά αυτόν τον τρόπο, αυτές εκτελούνται επιτυχώς και συνεπώς αυξάνεται το κέρδος. Η τεράστια συμβολή των αυτοματισμών τόσο στην ποιότητα ζωής, όσο και στην αποτελεσματικότητα της επιτυχούς ολοκλήρωσης διεργασιών οδήγησε στην ανάγκη δημιουργίας συστημάτων αυτοματισμού που χρησιμοποιούνται στην καθημερινότητα.

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Κεφάλαιο 1^ο

1.1 Ιστορική αναδρομή

Από την Ελληνιστική Εποχή έγιναν κατασκευές, οι οποίες έχουν αυτοματισμό και μηχανικό προγραμματισμό. Η πρώτη πραγματική αρχή των αυτοματισμών τοποθετείται στο 17^ο και στον 18^ο αιώνα. Προκειμένου να κατανοήσουμε πως φτάσαμε εκεί, αξίζει να εξετάσουμε τι είχαν πετύχει οι αλεξανδρινοί μας πρόγονοι και μετά από αυτούς οι Βυζαντινοί.

Αρχικά, ένας από τους πιο γνωστούς αυτοματισμούς από την αρχαιότητα αποτελεί ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων (Εικόνα 1.0). Ο κατασκευαστής αυτού είναι ο Αρχύτας από τον Τάραντα, που συγκαταλέγεται στους πρώτους οραματιστές του κλάδου. Πιο συγκεκριμένα, το έργο που κατασκεύασε ήταν μια ιπτάμενη «περιστέρα» τον 4ο π.Χ. αιώνα. Πιο αναλυτικά, ως προς τη λειτουργία της, ήταν ωθούμενη με τη χρήση ατμού. Σύμφωνα με δεδομένα, είχε την ικανότητα να πετάξει σε απόσταση έως 200 μέτρα.



Εικόνα 1.0 Μηχανισμός των Αντικυθήρων

Ένα πρόσθετο έργο στους αυτοματισμούς οφείλεται στον Ήρωνας, ο οποίος κατασκεύασε το πρώτο προγραμματιζόμενο Αυτόματο. Πιο συγκεκριμένα, αυτό ήταν ένα αυτοκινούμενο τρίκυκλο. Ταυτόχρονα, σημαντική ήταν η συμβολή του Ήρωνα και στη θεωρία του αυτοματισμού γράφοντας με το κορυφαίο σύγγραμμα της αρχαίας μηχανικής, που έχει τίτλο «Αυτοματοποιητική».

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Με το πέρας της Αρχαιότητας κατά την εποχή του Μεσαίωνα, συντελέστηκαν πολύ σημαντικά έργα αυτοματισμών, τα οποία οφείλονται σε Έλληνες και σώζονται μέχρι σήμερα. Ταυτόχρονα με του Έλληνες, οι Ρωμαίοι βοήθησαν και εκείνη με το έργο τους στην εξέλιξη των αυτοματισμών καθώς και αυτοί κατασκεύασαν Αυτόματα. Κατά αυτό τον τρόπο, υπήρχαν ακόμα από εκείνη την εποχή σημαντικά στοιχεία της μηχανικής και του αυτοματισμού.

Τον 6ο αιώνα μ.Χ. κατασκευάζεται ακόμη ένα πολύ γνωστό έργο αυτοματισμού. Αυτό ήταν το υδραυλικό ρολόι της Γάζας.

Όσο αφορά τη λειτουργία αυτού, ένας μηχανικός χαρακτήρας, ο οποίος είχε τη μορφή του Ηρακλή είχε προγραμματιστεί έτσι ώστε να σημαίνει τις ώρες με τη χρήση του ροπάλου του. Σε αυτή την κατασκευή υπήρχε επίσης ένας μηχανικός θρόνος του αυτοκράτορα Θεόφιλου, ο οποίος ήταν κατασκευασμένος τον 9^ο αιώνα μ.Χ. από χρυσό. Πιο αναλυτικά, αυτόν τον είχε φτιάξει ο Λέων, το επάγγελμα του οποίου ήταν μαθηματικός. Ο Λέων χαρακτηρίζεται και ως ένας από τους σημαντικότερους μηχανικούς του Μεσαίωνα. Όσο αφορά στην κατασκευή του ρολογιού, ο θρόνος είχε στη βάση του μηχανικά λιοντάρια που «βρυχούνταν» καθώς και μηχανικά πουλιά που κελαηδούσαν. Αυτά βρίσκονται στα ψεύτικα κλαδιά ενός τεχνητού πλατάνου. Επιπλέον, άλλη μια λειτουργία ήταν ότι το κάθισμα του θρόνου του αυτοκράτορα, με κάποιο σύστημα, ανυψωνόταν πάνω από τα κεφάλια όλων.

Τα έργα που αναφέρθηκαν παραπάνω έγιναν ευρέως γνωστά στους Άραβες. Αυτό επιτεύχθηκε καθώς αυτοί μετέφρασαν και διέδωσαν σε όλον τον αραβικό κόσμο τα συγγράμματα του Αρχύτα του Ταραντίνου και του Ήρωνα.

Ταυτόχρονα, οι Άραβες συνέβαλαν και αυτοί στην εξέλιξη του αυτοματισμού καθώς είναι γνωστό είναι ότι επιδίδονταν και στην κατασκευή Αυτομάτων. Πιο συγκεκριμένα, Ο Αλ Γιαζάρι κατασκεύασε το πρώτο ανθρωποειδές Αυτόματο του Μεσαίωνα, έναν τυμπανιστή.

Σύμφωνα με τις πηγές, το παλαιότερο σωζόμενο σχέδιο ανθρωποειδούς Αυτομάτου είναι αυτό ενός πολεμιστή με πανοπλία(Εικόνα 1.1). Τα σχέδια αυτού ανήκουν στον γνωστό στην εποχή της Αναγέννησης Λεονάρντο Ντα Βίντσι (Leonardo Da Vinci). Πιο αναλυτικά, το συγκεκριμένο Αυτόματο μπορούσε να ανασηκώνεται και να κινεί τα χέρια του και το κεφάλι του με περιορισμένες όμως κινήσεις. Ο στόχος κατασκευής του από τον Λεονάρντο ήταν προκειμένου αυτό να χρησιμοποιηθεί βοηθητικά σε περίπτωση μιας μάχης.

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.



Εικόνα 1.1 Ανθρωποειδής ρομπότ του Λεονάρντο να Βίντσι

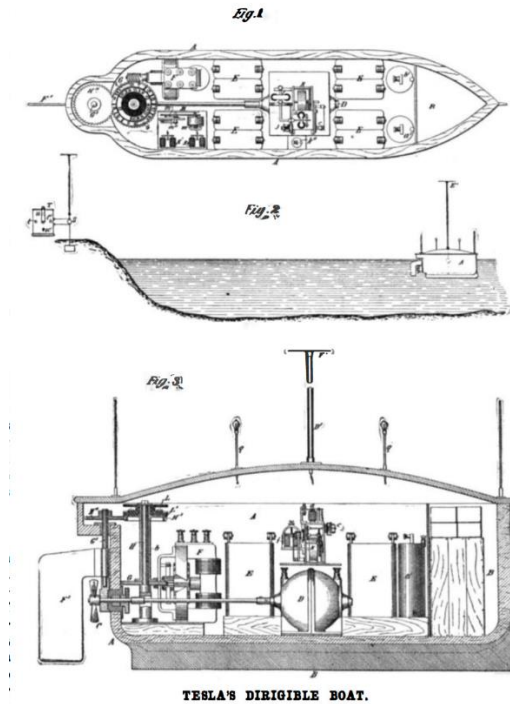
Επιπρόσθετα, πέρα από τις κατασκευές που αναφέραμε παραπάνω, έγινε δυνατή η κατασκευή πιο σύνθετων αυτοματισμών. Όσον αφορά τη λειτουργία τους, αυτά είχαν τη δυνατότητα να παίζουν μουσικά όργανα, να σχεδιάζουν, να χειρίζονται τόξο και βέλη καθώς και να παίζουν σκάκι. Κάποια παραδείγματα κατασκευών που θα μπορούσαμε να πούμε ότι πλησιάζουν τους αυτόματους μηχανισμούς είναι τα κουρδιστά ρολόγια καθώς και οι λατέρνες και οι ρομβίες.

Κάποια επιπλέον έργα που κατατάσσονται στους αυτοματισμούς και αξίζει να αναφέρουμε είναι η αυτόματη πάπια. Αυτή κατασκευάστηκε από τον Γάλλο Ζακ Ντε Βωκανσόν (Jacques De Vaucanson). Πιο αναλυτικά, αυτή είχε τη δυνατότητα να κουνάει τα φτερά τις καθώς και να τρώει σπόρους. Την εποχή που κατασκευάστηκε είχε ιδιαίτερη απήχηση στους ανθρώπους.

Εκτός από τους Ευρωπαίους, αυτοί που βοήθησαν εξίσου στην εξέλιξη του αυτοματισμού ήτα οι Ιάπωνες. Πιο συγκεκριμένα, το 19^ο αιώνα ο Ιάπωνας Χισασίγκε Τανάκα (Hisashige Tanaka) δημιούργησε ρομποτικούς μηχανισμούς που είχαν την «ικανότητα» γραφής ιαπωνικών ιδεογραμμάτων ή σερβιρίσματος τσαγιού.

Ως αποτέλεσμα όλων των παραπάνω κατασκευών, γίνεται αντιληπτό ότι με τη διαρκή δημιουργία νέων έργων αυτοματισμών εξελίσσεται η τεχνογνωσία και η πολυπλοκότητά τους. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το πρώτο τηλεχειριζόμενο πλοίο(Εικόνα 1.2) που κατασκευάστηκε στα τέλη του 19ου αιώνα από τον Σέρβο Νικόλα Τέσλα (Nicola Tesla).

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.



Εικόνα 1.2 Τηλεκατευθυνόμενο πλοίο του Nicolas Tesla

Η εξέλιξη των Αυτομάτων καταδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος αντελήφθη και διαμόρφωσε τη διαδικασία με την οποία προγραμματίζεται ένα μηχανισμός, δημιουργώντας την ψευδαίσθηση πραγματικής ανθρώπινης αντίδρασης και κίνησης. Αυτό επιτυγχάνεται με τη συνάρμωση και την κατασκευή συνδέσεων και μηχανικών αλληλουχιών κίνησης, οι οποίες αποτελούνται από απλούς στροφάλους, σχοινιά, γρανάζια, τροχαλίες, πλήκτρα, ελάσματα, κλειδιά και ελατήρια. Αποτέλεσμα είναι ένα λειτουργικό σύνολο – μηχανισμός, ο οποίος καταφέρνει να εκτελεί διεργασίες μόνος του συμβάλλοντας στην διαρκή ανάπτυξη των αυτοματισμών.[18]

1.2 Η έννοια του αυτοματισμού

Αυτοματισμός είναι η εφαρμογή και η δημιουργία τεχνολογιών για την παραγωγή και την παροχή αγαθών και υπηρεσιών με σκοπό την ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση. Οι εφαρμογές τεχνικών, τεχνολογιών και διαδικασιών αυτοματισμού έχει ως αποτέλεσμα την βελτίωση της αποτελεσματικότητας, την αξιοπιστία αλλά και την ταχύτητα εργασιών που παλαιότερα εκτελούνταν από τους ανθρώπους. Ο αυτοματισμός χρησιμοποιείται σε τομείς όπως την μεταφορά, την άμυνα, τις υπηρεσίες κοινής ωφέλειας, η μεταποίηση και τα τελευταία χρόνια στην τεχνολογία της πληροφορίας.

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Το αντικείμενο του αυτοματισμού, είναι γενικό και έχει πολλές πλευρές, για εφαρμογές που υπάρχουν σε μεγάλο βαθμό στην καθημερινή μας ζωή και στην βιομηχανία. Ο αυτοματισμός είναι ένα από τα πιο ιστορικά πεδία της επιστήμης, διότι η ανάπτυξη του συνοδεύει και την εξέλιξη όλων των άλλων τεχνολογιών. Για αυτόν τον λόγο η γνώση του αυτοματισμού, αποτελεί γνώση της τεχνολογικής ιστορίας και της κληρονομιάς όλου του κόσμου. Στην περίπτωση αυτήν μάλιστα, η ιστορία αυτή είναι ιδιαίτερα πλούσια για παράδειγμα οι αρχαίοι Έλληνες σύμφωνα με τα στοιχεία είχαν ιδιαίτερη εφευρετικότητα και ανέπτυξαν πολλές και σημαντικές λύσεις αυτοματισμού, που χρησιμοποιούμε μέχρι και στις μέρες μας. Χάρη στην καθολική και γενικευμένη διάδοση των εφαρμογών του όλα αυτά τα χρόνια, ο Αυτοματισμός αποκτά ένα σημαντικό ρόλο στη ζωή μας και πλέον τον συναντάμε καθημερινά. Αφού αναλύθηκε η έννοια του αυτοματισμού, θα αναφερθούμε στον τρόπο που αυτός χρησιμοποιείται στη καθημερινότητα έτσι ώστε να τον κατανοήσουμε καλύτερα. Κάποια παραδείγματα παρατίθενται στη συνέχεια. Συχνά αναφερόμαστε σε μια "αυτόματη" συσκευή π.χ. μια φωτογραφική μηχανή, που επιλέγει το χρόνο έκθεσης και το διάφραγμα, χωρίς να χρειάζεται ρύθμιση από το φωτογράφο ή ένα κιβώτιο ταχυτήτων που αλλάζει σχέση μετάδοσης, χωρίς να κινήσουμε το μοχλό ταχυτήτων. Επίσης, συμβαίνει να έχουμε μια ακούσια κίνηση ή ρίγος και να λέμε ότι έγινε αντανακλαστικά ή "αυτόματα", δηλαδή ότι υπακούει σε κάποια εσωτερική εντολή του οργανισμού, χωρίς να προέρχεται από τη δική μας βούληση ή να μπορεί να ελεγχθεί από το νου. Γενικότερα, ονομάζουμε "αυτόματες" αυτές τις μηχανές και τις διατάξεις, που εκτελούν τις αναμενόμενες λειτουργίες "από μόνες τους", δηλαδή χωρίς την καταβολή της ανθρώπινης προσπάθειας.[2]

1.3 Οφέλη του αυτοματισμού

Έχοντας εξηγήσει το πεδίο εφαρμογής των αυτοματισμών, θα πρέπει να επισημάνουμε επίσης το όφελος που παρουσιάζουν εκεί όπου εφαρμόζονται. Με την εμφάνιση αυτοματοποιημένων μηχανών, η βιομηχανία γνώρισε μια επανάσταση που πυροδότησε μια νέα μεθοδολογία. Μεταξύ των πλεονεκτημάτων που μπορούμε να επισημάνουμε της αυτοματοποίησης είναι:

- Αυξημένη παραγωγικότητα.
- Εξοικονόμηση κόστους
- Λιγότερη σωματική προσπάθεια.
- Καλύτερη ποιότητα ζωής.
- Βελτιωμένη υγεία των εργαζομένων.
- Βελτιώσεις στις συνθήκες εργασίας.
- Μεγαλύτερο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα.
- Πρόβλεψη μελλοντικής συνθήκης

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Εκτός από τα παραπάνω ένα ακόμη βασικό πλεονέκτημα που αξίζει να αναφέρουμε είναι η συμβολή του στην ασφάλεια του εργατικού προσωπικού.

Η ασφάλεια των εργαζομένων είναι ένας σημαντικός λόγος για την αυτοματοποίηση μιας βιομηχανικής λειτουργίας. Τα αυτοματοποιημένα συστήματα συχνά απομακρύνουν τους εργαζόμενους από το χώρο εργασίας, προστατεύοντάς τους έτσι από τους κινδύνους του εργοστασίου περιβάλλον .

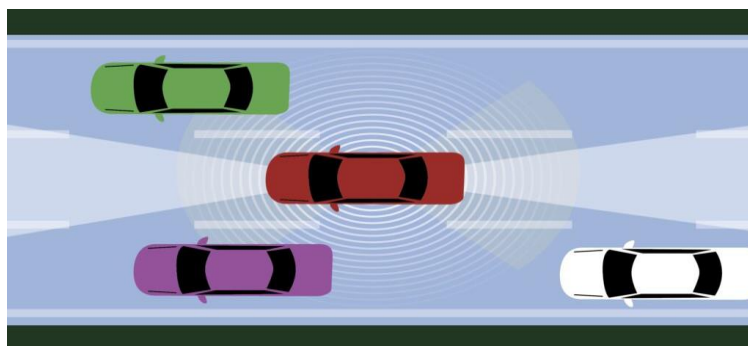
Στις Ηνωμένες Πολιτείες ο Νόμος για την Ασφάλεια και την Υγεία της Εργασίας του 1970 (OSHA) θεσπίστηκε με τον εθνικό στόχο να καταστήσει την εργασία ασφαλέστερη και να προστατεύσει τη σωματική ευημερία του εργαζομένου. Το OSHA είχε ως αποτέλεσμα την προώθηση της χρήσης αυτοματισμού και ρομποτικής στο εργοστάσιο.[2]

1.4 Αυτοματισμός και καθημερινότητα

Στην καθημερινότητα συναντάμε πολύ συχνά εφαρμογές που χρησιμοποιούν αυτοματισμούς, συνήθη παραδείγματα είναι οι οικιακοί θερμοστάτες, τα ηλεκτρονικά συστήματα πλοήγησης ακόμα και οι προηγμένοι αλγόριθμοι πίσω από τα αυτοκίνητα.

Ακολουθούν μερικά από τα πιο συνηθισμένα παραδείγματα αυτοματισμού που συναντάμε στην καθημερινότητα μας:

- **Αυτοκίνητο:** Η αυτοκινητοβιομηχανία τα τελευταία έχει εξελίξει σε μεγάλο βαθμό τις τεχνικές λειτουργίας στα αυτοκίνητα με αποτέλεσμα να αυτοματοποιούνται μέρα με την μέρα. Παλαιότερα τα οχήματα από χειροκίνητα συστήματα μετάδοσης στις μέρες μας όμως το χειροκίνητο σύστημα μετάδοσης έχει αντικατασταθεί από ένα αυτόματο σύστημα. Επίσης σε πολλά αυτοκίνητα υπάρχουν αισθητήρες proximity που βοηθούν στο παρκάρισμα αλλά και για να μπορεί ο οδηγός να αντιληφθεί την απόσταση που έχει με άλλα αυτοκίνητα



Εικόνα 1.3 proximity sensors σε αυτοκίνητο

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

- **Οικιακές συσκευές:** Στην καθημερινότητα μας εξαρτόμαστε από ηλεκτρονικές συσκευές που χρησιμοποιούν την λειτουργία του αυτοματισμού, παραδείγματος χάρη ο ηλεκτρικός βραστήρας που διακόπτει το ρεύμα του όταν το νερό βρίσκεται στην κατάλληλη θερμοκρασία, το πλυντήριο ρούχων το οποίο σταματά την λειτουργία του μετά από καθορισμένο χρόνο χωρίς να χρειαστεί να πατήσει κανείς κάποιο διακόπτη. Αυτό οφείλεται στο ότι οι συσκευές αυτές είναι εφοδιασμένες με μικροελεγκτές που έχουν προγραμματιστεί εξ αρχής σύμφωνα με τις απαιτήσεις του καταναλωτή.
- **Ιατρική:** Τα συστήματα αυτοματισμού έχουν συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στην ιατρική περίθαλψη και παρακολούθηση του ασθενή με αποτέλεσμα πολλές φορές να έχουν σώσει και ζωές. Τα συστήματα υποστήριξης ζωής και οι αναπνευστήρες χρησιμοποιούν αυτόματες συσκευές για την υλοποίηση διαφόρων ειδικών εργασιών, είναι εξοπλισμένες με αισθητήρες που έχουν σχεδιαστεί για να παρακολουθούν και να παρατηρούν τα σήματα του σώματος με σκοπό να ενεργοποιούν διάφορες λειτουργίες τους (πχ οι αναπνευστήρες ενεργοποιούν τεχνητό οξυγόνο όταν αντιληφθούν πτώση οξυγόνου στο σώμα του ασθενή).
- **Βιομηχανία:** Σε μια μικρή βιομηχανία συνήθως οι εργασίες εκτελούνται χειροκίνητα ωστόσο όταν πρόκειται για βιομηχανίες μεγάλης κλίμακας όπου ο ρυθμός παραγωγής είναι συγκριτικά υψηλότερος προκύπτει η ανάγκη χρήσης αυτόματων ρομποτικών βραχιόνων, ιμάντες μεταφοράς κλπ. Οι αυτόματες μηχανές μειώνουν την πιθανότητα ανθρώπινων λαθών και προσφέρουν πιο γρήγορο και πιο ομοιόμορφο ρυθμό στην εργασία.



Εικόνα 1.4 Ρομποτική βραχίονες σε βιομηχανία

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

- **Γεωργία:** Για να μπορεί να αυξηθεί η ποιότητα και η ποσότητα της γεωργίας, θα πρέπει να τα παραδοσιακά γεωργικά μηχανήματα να αντικατασταθούν με νέα. Για αυτό και για τη διευκόλυνση των αγροτών, έχουν εφευρεθεί διάφορα μηχανήματα που έχουν την ικανότητα να εκτελούν γρήγορα και με μεγαλύτερη ακρίβεια κουραστικές καθημερινές εργασίες. Ορισμένα παραδείγματα αυτόματων μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται σήμερα στη γεωργική βιομηχανία περιλαμβάνουν συστήματα άρδευσης, θεριζοαλωνιστικές μηχανές, μηχανές οργώματος, αυτοκινούμενα τρακτέρ. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της χρήσης αυτών των μηχανημάτων είναι ότι να αντιληφθούν αυτόματα την ανάγκη για μια σημαντική για αυτούς λειτουργία και εκτελούν την εργασία σύμφωνα με τις εντολές που δίνει ο ελεγκτής.



Εικόνα 1.5 Καλλιεργητής εδάφους.

- **Αθλητισμός:** Οι αθλητές χρειάζονται διάφορες τακτικές για την προπόνηση ανεξάρτητα από παράγοντες όπως οι προπονητές, οι ευνοϊκές καιρικές συνθήκες και τα λοιπά. Πολλοί αθλητές χρησιμοποιούν αυτόματες μηχανές για την ρίψη μπάλας. Αυτές οι συσκευές είναι σχεδιασμένες για να πετούν τις μπάλες στον αθλητή τυχαία. Αυτές οι μηχανές μπορούν βοηθήσουν τον παίκτη στο να είναι αυθόρμητος και έτοιμος για κάθε πιθανή βολή. Ένα άτομο μπορεί να προπονηθεί μόνο του με τη βοήθεια μιας τέτοιας συσκευής, καθώς δεν είναι ανάγκη η ύπαρξη ατόμου για να χειρίζεται το μηχάνημα.[22]

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Κεφάλαιο 2^ο. Σύστημα επιτήρησης πίεσης νερού

2.1 Πως ορίζεται η υδροστατική πίεση

Για να κατανοήσουμε την έννοια της υδροστατικής πίεσης μπορούμε να φανταστούμε ένα κλειστό δοχείο που έχει μέσα κάποιο υγρό και βρίσκεται σε ισορροπία. Στο πυθμένα του δοχείου αυτού ασκείται μια κάθετη δύναμη που οφείλεται στο βάρος του υγρού με αποτέλεσμα το υγρό να πιέζει το πυθμένα. Η πίεση αυτή ονομάζεται υδροστατική πίεση και στη βιβλιογραφία την συναντάμε με το λατινικό γράμμα P από τη λέξη Pressure.

Έτσι, ορίζουμε την υδροστατική πίεση P ως την πίεση που οφείλετε στο βάρος του υγρού και είναι το μονόμετρο φυσικό μέγεθος, με μέτρο το πηλίκο του μέτρου του βάρους $W_{υγρ}$ του υγρού που ενεργεί κάθετα σε μια επιφάνεια προς το εμβαδό S της επιφάνειας.

$$P = \frac{W_{υγρ}}{S}$$

Η μονάδα μέτρησης της υδροστατικής πίεσης στο S.I. είναι το Pascal (Pa) αλλά υπάρχουν και επιπλέον μονάδες όπως το χιλιοστό στήλης υδραργύρου (1mmHg ή Torr), η φυσική ατμόσφαιρα (atm), το Bar που ισούται με 10^5 Pa, και άλλες.

Τέλος, για να μετρήσουμε την υδροστατική πίεση σε κάποιο σημείο ενός υγρού χρησιμοποιούμε ένα όργανο που ονομάζεται μανόμετρο. Στην εικόνα **2.0** φαίνεται ένα μανόμετρο που μετράει στη κλίμακα των bar και των psi.[1]



Εικόνα 2.0: Μανόμετρο μέτρησης υδροστατικής πίεσης

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

2.2 Σύστημα επιτήρησης πίεσης νερού

2.2.1 Ορισμός συστήματος πίεσης νερού

Ένα σύστημα παρακολούθησης της πίεσης σε ένα κλειστό κύκλωμα νερού έχει σχεδιαστεί για τη μέτρηση και την παρακολούθηση της πίεσης σε ένα κλειστό σύστημα νερού. Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται συνήθως σε διάφορες βιομηχανικές, εμπορικές και οικιακές εφαρμογές για να διασφαλίζουν την ασφάλη και αποτελεσματική λειτουργία διεργασιών που βασίζονται στο νερό. Ακολουθούν τα βασικά στοιχεία και οι εκτιμήσεις για τον σχεδιασμό ενός συστήματος παρακολούθησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα νερού:[3]

2.2.2 Αποτελούμενα μέρη συστήματος παρακολούθησης πίεσης νερού

Έχοντας κατανοήσει την έννοια του συστήματος παρακολούθησης πίεσης νερού, θα αναφερθούμε στα στοιχεία από τα οποία αυτό αποτελείται. Πιο συγκεκριμένα, αυτά είναι τα εξής:

1. **Παροχή ρεύματος:** Το σύστημα απαιτεί σταθερή τροφοδοσία ρεύματος, η οποία μπορεί να είναι δίκτυο εναλλασσόμενου ρεύματος ή εφεδρική μπαταρία, ανάλογα με την κρισιμότητα της εφαρμογής.
2. **Αισθητήρες πίεσης:** Οι αισθητήρες πίεσης αποτελούν βασικό στοιχείο του συστήματος. Στόχος τους είναι να μετατρέπουν την πίεση του νερού σε ηλεκτρικό σήμα που μπορεί να μετρηθεί και να υποστεί επεξεργασία. Υπάρχουν διάφοροι τύποι αισθητήρων πίεσης, όπως πιεζοηλεκτρικοί, χωρητικοί και αισθητήρες με μετρητή τάσης, κατάλληλοι για διαφορετικές εφαρμογές.
3. **Μονάδα συλλογής δεδομένων:** Στη συνέχεια, η λειτουργία του συστήματος επιτυγχάνεται όταν το ηλεκτρικό σήμα από τον αισθητήρα πίεσης αποστέλλεται σε μια μονάδα συλλογής δεδομένων, η οποία μπορεί να είναι ένας μικροελεγκτής, ένα PLC (προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής) ή μια ειδική συσκευή συλλογής δεδομένων. Η μονάδα αυτή επεξεργάζεται και ψηφιοποιεί το σήμα για περαιτέρω ανάλυση.
4. **Οθόνη:** Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να προστεθεί μια οθόνη για την εμφάνιση των μετρήσεων πίεσης σε πραγματικό χρόνο. Αυτή μπορεί να είναι μια απλή οθόνη LED. Μπορούν επίσης να ενσωματωθούν παραπάνω εξαρτήματα, όπως συναγερμοί, κουμπιά και οθόνες αφής.
5. **Καταγραφή και αποθήκευση δεδομένων:** Στη συνέχεια, γίνεται η αποθήκευση των μετρήσεων. Σε πολλές εφαρμογές, είναι σημαντικό να καταγράφονται και να αποθηκεύονται δεδομένα πίεσης για ανάλυση και αντιμετώπιση προβλημάτων. Τα δεδομένα μπορούν να αποθηκευτούν τοπικά στο σύστημα ή να μεταδοθούν σε απομακρυσμένο διακομιστή.

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

6. **Συναγερμοί και ειδοποιήσεις:** Για να διασφαλιστεί η έγκαιρη αντίδραση σε ανωμαλίες πίεσης, το σύστημα μπορεί να προγραμματιστεί ώστε να ενεργοποιεί συναγερμούς ή ειδοποιήσεις όταν οι ενδείξεις πίεσης πέφτουν εκτός των προκαθορισμένων αποδεκτών περιοχών. Αυτοί οι συναγερμοί μπορούν να είναι οπτικοί ή ηχητικοί και μπορούν να ρυθμιστούν για την αποστολή ειδοποιήσεων μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή μηνυμάτων κειμένου.

2.2.3 Σχεδιασμός και υλοποίηση συστήματος

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η ορθή και ασφαλή λειτουργία του συστήματος παρακολούθησης πίεσης νερού πρέπει να ληφθούν υπόψη κάποιοι βασικοί παράγοντες, οι οποίοι μπορούν να επηρεάσουν την εύρυθμη εκτέλεση εργασιών.

Πιο συγκεκριμένα, κάποιοι από αυτούς τους παράγοντες που θα αναλυθούν στη συνέχεια είναι οι εξής:

1. **Ακρίβεια και βαθμονόμηση:** Οι αισθητήρες πίεσης πρέπει να είναι ακριβείς και να βαθμονομούνται τακτικά, ώστε να εξασφαλίζονται αξιόπιστες μετρήσεις. Η βαθμονόμηση εξασφαλίζει ότι οι αισθητήρες παρέχουν ακριβείς μετρήσεις εντός του επιθυμητού εύρους.
2. **Περιβαλλοντικές συνθήκες:** Ταυτόχρονα, θα πρέπει να εξεταστούν οι περιβαλλοντικές συνθήκες στις οποίες θα εγκατασταθεί το σύστημα. Παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και η έκθεση σε χημικές ουσίες μπορούν να επηρεάσουν την επιλογή των αισθητήρων και άλλων εξαρτημάτων.
3. **Ασφάλεια:** Προκειμένου να αποφευχθούν ατυχήματα κρίνεται αναγκαία η εισαγωγή περαιτέρω εξοπλισμού ασφαλείας. Πιο συγκεκριμένα, αυτός μπορεί να περιλαμβάνει βαλβίδες εκτόνωσης πίεσης και συστήματα διακοπής λειτουργίας έκτακτης ανάγκης.
4. **Συντήρηση:** Η τακτική συντήρηση είναι απαραίτητη για τη σωστή λειτουργία του συστήματος. Αυτό περιλαμβάνει τη βαθμονόμηση των αισθητήρων, τον καθαρισμό και τις περιοδικές επιθεωρήσεις.

Έχοντας αναφερθεί στον ορισμό καθώς και στα αποτελούμενα μέρη του συστήματος παρακολούθησης πίεσης νερού θα γίνει αναφορά στις εργασίες που αυτό συναντάται.

2.2.4 Σημασία σωστής λειτουργίας συστήματος πίεσης νερού

Σε αυτό το σημείο, έχοντας ήδη αναφερθεί στην έννοια και στον τρόπο λειτουργίας του συστήματος επιτήρησης νερού είναι βασικό να διασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία του, προκειμένου να αποφευχθούν διάφοροι κίνδυνοι. Ένας από αυτούς τους κινδύνους είναι

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

οι υπερτάσεις πίεσης του νερού, οι οποίες προκύπτουν όταν υπάρχει απότομη αλλαγή στη ροή. Σε περίπτωση που συμβεί αυτό, τότε μπορούν να συμβούν τα παρακάτω.

1. Να μειωθεί η διάρκεια ζωής των σωλήνων,
2. Να προκληθούν διαρροές ή σπασίματα του δικτύου
3. Να επηρεαστεί η ποιότητα του νερού.

Έχοντας αναφερθεί στους κινδύνους της λανθασμένης λειτουργίας του συστήματος πίεσης νερού θα αναφερθούμε στα οφέλη του. Πιο συγκεκριμένα, κάποια από αυτά είναι:

1. Η πρόληψη της αστοχίας σωλήνων. Πιο αναλυτικά, οι υψηλές διακυμάνσεις στα επίπεδα πίεσης μπορούν να ασκήσουν πίεση στους σωλήνες σε όλο το σύστημα διανομής. Αυτό το πρόβλημα παρατηρείται σε πολλές επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας σε ολόκληρη τη χώρα αντιμετωπίζουν παλιές υποδομές. Αυτά τα συμβάντα μπορούν να ασκήσουν μεγαλύτερη πίεση σε ό,τι είναι ήδη εύθραυστο. Η διακύμανση της πίεσης μπορεί επίσης να προκαλέσει διαρροές και, σε πιο σοβαρές περιπτώσεις, σπασίματα κεντρικών αγωγών. Αυτά τα γεγονότα απαιτούν από το σύστημα να παράγει περισσότερο νερό, αυξάνοντας το λειτουργικό κόστος. Σύμφωνα με έρευνες, κάθε χρόνο, εκτιμάται ότι υπάρχουν 237.600 σπασίματα στις ΗΠΑ. Το κόστος αυτό αντιστοιχίζεται σε 2,8 δισεκατομμύρια δολάρια χαμένα έσοδα.
2. Η διατήρηση της ποιότητας του νερού. Αναλυτικότερα, οι υπερτάσεις χαμηλής πίεσης μπορούν να επιτρέψουν στο υπόγειο νερό να διεισδύσει σε σωλήνες που βρίσκονται κάτω από τον υδροφόρο ορίζοντα. Η ξαφνική απώλεια πίεσης μπορεί επίσης να επιτρέψει τη διαρροή ιών και χημικών ουσιών από το έδαφος. Μια πτώση της πίεσης κάτω από τα ελάχιστα πρότυπα μπορεί να απαιτήσει από τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας να εκδώσουν ειδοποιήσεις για το σημείο βρασμού του νερού, έτσι ώστε να επιτευχθεί η προστασία της δημόσιας υγείας. Σύμφωνα με μια έρευνα το 2001 εξέτασε 66 δείγματα εδάφους και νερού από 6 επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας σε 8 πολιτείες. Δεδομένου των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι το 56% των δειγμάτων βρέθηκε θετικό για ιούς τόσο στο έδαφος, όσο στο υπόγειο νερό. Αυτοί οι ιοί που ανιχνεύθηκαν περιλάμβαναν εντεροϊούς, Norwalk και ηπατίτιδα Α.
3. Η μείωση του λειτουργικού κόστους. Πιο συγκεκριμένα, η παρακολούθηση της πίεσης μπορεί να συμβάλει στη μείωση του ενεργειακού κόστους, της συντήρησης του συστήματος και των διαρροών νερού. Ταυτόχρονα, ο μετριασμός των παραλλαγών της πίεσης μπορεί να οδηγήσει σε λιγότερες απώλειες νερού, ενώ μειώνεται η πιθανότητα θραύσης σωλήνων και σπασίματος του δικτύου. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα μικρότερη συνολική

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

παραγωγή, διευκολύνοντας τις απαιτήσεις στις υποδομές του συστήματος.

Ταυτόχρονα, η παρακολούθηση της πίεσης μπορεί να μειώσει τον αριθμό των παραπόνων πελατών ή κατασκευαστών. Ως αποτέλεσμα αυτού, μειώνεται ο χρόνος και οι πόροι που απαιτούνται για τη διερεύνηση και τη δυνητική επιδιόρθωση προβλημάτων.

4. Η μείωση της συχνότητας των παραλλαγών πίεσης. Αυτό επιτυγχάνεται με τη συνεχή συλλογή δεδομένων. Ως αποτέλεσμα, εντοπίζονται οι βλάβες στα συγκεκριμένα προβληματικά σημεία του συστήματος πίεσης νερού. Σε αυτά συνήθως υπάγονται αστοχίες, όπως το κλείσιμο βαλβίδων, η θραύση σωλήνων ή η διακοπή λειτουργίας αντλιών. Αυτά διαταράσσουν τη ροή και μπορεί να οδηγήσουν σε κύματα υψηλής ή χαμηλής πίεσης. Σε αυτά το πρόβλημα κατατάσσονται και άλλες διαδικασίες όπως η εκκίνηση και η διακοπή λειτουργίας της αντλίας και οι λειτουργίες των κρουνών. Η μέτρηση των επιπτώσεων αυτών των πρακτικών στα επίπεδα πίεσης μπορεί να επιτρέψει στις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας να επιλύσουν το πρόβλημα στην πηγή του, συμβάλλοντας στη διασφάλιση θετικών εμπειριών για τους πελάτες, ενώ παράλληλα μετριάξει όλες τις άλλες συνέπειες που συνδέονται με τις διακυμάνσεις της πίεσης. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η συνεχής παρακολούθηση της πίεσης ενός συστήματος διανομής, τον Δεκέμβριο του 2000. Πιο αναλυτικά, αυτή αποκάλυψε ότι μια διακοπή ρεύματος 24 δευτερολέπτων σε ένα αντλιοστάσιο είχε ως αποτέλεσμα αρνητική πίεση 4,4 psi. Αυτή η ανάπτυξη καταγραφικών πίεσης σε όλο το σύστημα επιτήρησης νερού επιτρέπει στις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας να μελετούν αυτά τα γεγονότα και να προβαίνουν σε ενημερωμένες προσαρμογές.[15]

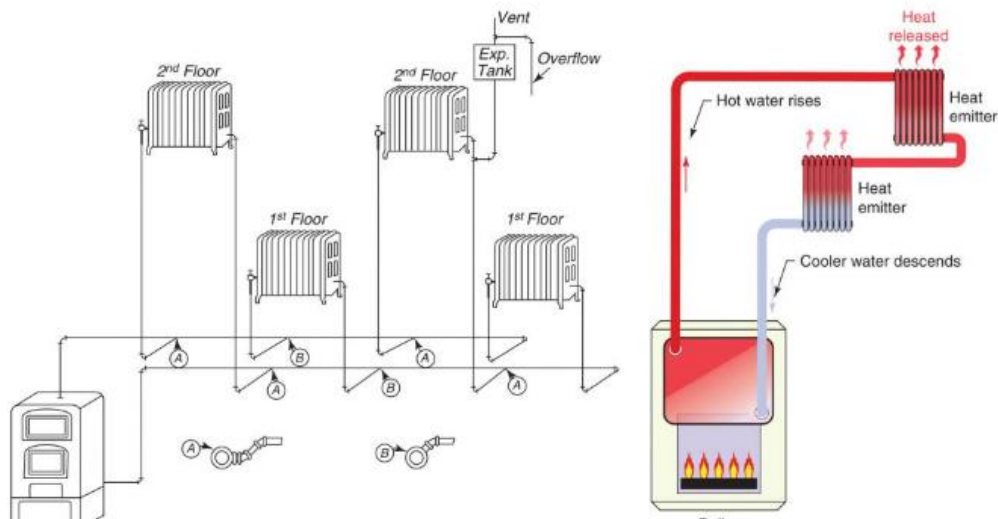
2.3 Χρήση συστήματος παρακολούθησης πίεσης νερού

Τα συστήματα παρακολούθησης της πίεσης νερού χρησιμοποιούνται σε διάφορες εφαρμογές για να διασφαλίσουν την αποτελεσματική λειτουργία των διεργασιών που βασίζονται στο νερό αλλά και την ασφάλεια τους. Την επιτήρηση της πίεσης του νερού μπορούμε να την συναντήσουμε σε βαριές βιομηχανίες μέχρι και σε απλές πολυκατοικίες. Παρακάτω δίνονται κάποια βασικά παραδείγματα.

1. Τα συστήματα υδραυλικής θέρμανσης χρησιμοποιούν το νερό για να μεταφέρουν θερμική ενέργεια από το σημείο όπου παράγεται στο σημείο όπου χρειάζεται. Το νερό μέσα στο σύστημα δεν είναι ούτε η πηγή της θερμότητας ούτε ο προορισμός της, παρά μόνο το μέσο που το μεταφέρει. Η θερμική ενέργεια απορροφάται από το νερό στην πηγή θερμότητας, μεταφέρεται μέσω του συστήματος διανομής και τελικά απελευθερώνεται σε έναν θερμαινόμενο χώρο από έναν θερμοπομπό, το νερό έχει

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

όλα τα σημαντικά χαρακτηριστικά που το καθιστούν ιδανικό για μια τέτοια εφαρμογή είναι άμεσα διαθέσιμο ,μη τοξικό ,μη εύφλεκτο και έχει μια από τις υψηλότερες ικανότητες αποθήκευσης θερμότητας από οποιοδήποτε άλλο υλικό που είναι γνωστό στον άνθρωπο .Καταστάσεις νερού χρησιμοποιούνται για διάφορες εφαρμογές θέρμανσης και ψύξης κτιρίων. Το εύρος θερμοκρασιών για το νερό σε κατοικίες και μικρά εμπορικά κτίρια κυμαίνεται από -17 έως 120 βαθμούς Κελσίου.[4]



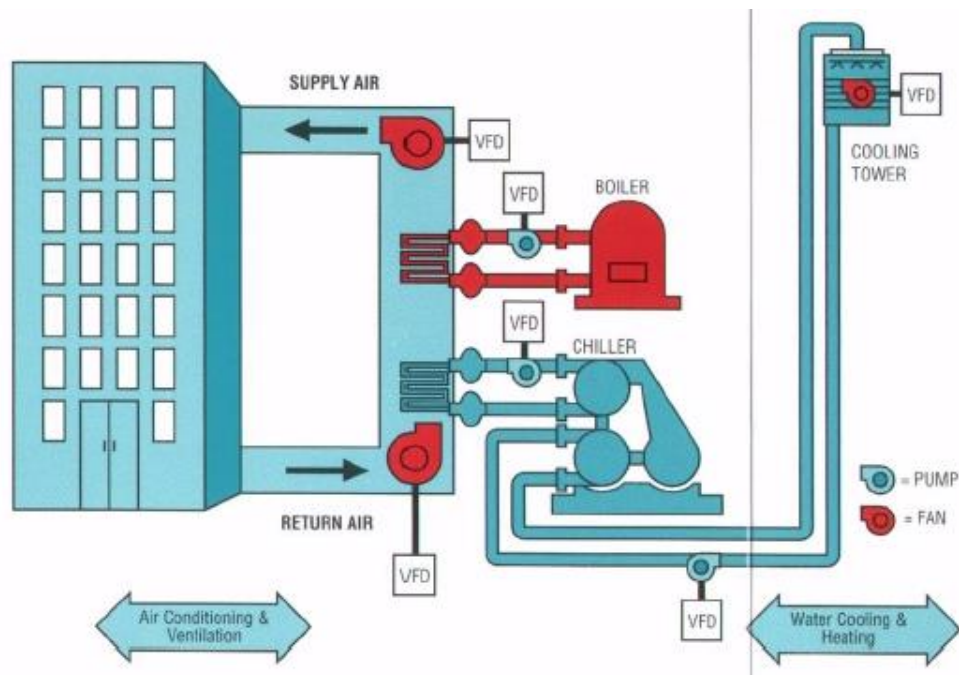
Εικόνα 2.1 Σύστημα υδραυλικής θέρμανσης

2. Συστήματα ψύξης σε βιομηχανικές εφαρμογές διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της ποιότητας των τελικών προϊόντων αλλά και της ακεραιότητας των διεργασιών. Η θερμότητα που παράγεται από τις εφαρμογές στον βιομηχανικό τομέα μπορεί να προκαλέσει ζημιές στα προϊόντα και τις εφαρμογές, οπότε τα βιομηχανικά συστήματα ψύξης είναι σημαντικά για την αποτροπή της υπερθέρμανσης .Τα συστήματα ψύξης διεργασιών μπορούν να χρησιμοποιούν είτε νερό είτε αέρα ως μέσο ψύξης .[5]
3. Τα συστήματα HVAC είναι ακρωνύμιο των λέξεων θέρμανση(heating), αερισμό(venting) και κλιματισμός (Air-conditioning) και αναφέρεται σε ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα, τα οποία χρησιμοποιούνται για το θερμικό έλεγχο των κτηρίων (γραφεία, κατοικίες κλπ.). Βασικός στόχος ενός συστήματος θέρμανσης είναι η κάλυψη των θερμικών απωλειών προς το εξωτερικό περιβάλλον προκειμένου να μπορεί να διατηρείται η εσωτερική θερμοκρασία του χώρου και του αέρα σε κάποιο επιθυμητό επίπεδο. Το σύστημα αερισμού αποσκοπεί στην κυκλοφορία του αέρα σε ένα χώρο πάντα να απαιτείται αλλαγή θερμοκρασίας του, επιπλέον βελτιώνει την ποιότητα του εσωτερικού αέρα(παροχή καθαρού εξωτερικού αέρα, καθαρισμός με φίλτρα κλπ.). Το σύστημα ψύξης αποσκοπεί στην αφαίρεση θερμικής ενέργειας από ένα χώρο ή κτήριο. Αυτό είναι απαραίτητο να γίνεται να μπορεί να διατηρηθεί η

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

θερμοκρασία του αέρα στο εσωτερικό του κτηρίου σε ανεκτά επίπεδα για τους ανθρώπους σε σύγκριση με αυτήν που θα επικρατούσε λόγω της ροής θερμότητας τόσο από το εσωτερικό περιβάλλον όσο και από το εξωτερικό. Στόχος του συστήματος HVAC είναι: [16]

- Ο έλεγχος της υγρασίας του αέρα.
- Ο έλεγχος της κυκλοφορίας του αέρα..
- Ο έλεγχος της θερμοκρασίας του αέρα.
- Ο έλεγχος της ποιότητας του αέρα.



Εικόνα 2.2 Σύστημα HVAC

4. Τα συστήματα διανομής νερού αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα περιουσιακά στοιχεία υποδομής στην κοινωνία. Ένα δίκτυο διανομής νερού περιλαμβάνει όλα τα εξαρτήματα και τις εγκαταστάσεις που απαιτούνται για τη διανομή νερού μέσω δικτύου σωληνώσεων στους καταναλωτές με τροφοδοσία από αντλίες ή συσκευές αποθήκευσης. Αποτελείται από πλέγματα αγωγών που λειτουργούν υπό πίεση και διανέμει το νερό σε πολλαπλά σημεία μιας υδροδοτούμενης περιοχής. Νέα συστήματα να αναπτύσσονται διαρκώς ανάλογα με την αύξηση του πληθυσμού και τα υπάρχοντα συστήματα να αναβαθμίζονται και να επεκτείνονται λόγω της αύξησης των αναγκών σε νερό. Ο σχεδιασμός ενός οικονομικά αποτελεσματικού συστήματος ύδρευσης νερού είναι περίπλοκο έργο καθώς περιλαμβάνει την επίλυση μεγάλου

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

αριθμού ταυτόχρονων μη γραμμικών εξισώσεων δικτύου αλλά και την βελτιστοποίηση των θέσεων και των λειτουργικών καταστάσεων που αποτελείτε το δίκτυο, δηλαδή τους σωλήνες, τις αντλίες, τις βαλβίδες και τις δεξαμενές. Το έργο αυτό μπορεί να γίνει ακόμα πιο πολύπλοκο όταν το πρόβλημα βελτιστοποίησης περιλαμβάνει περισσότερες απαιτήσεις που απαιτεί το σχεδιασμένο σύστημα (ποιότητα νερού κλπ).[9][10]

5. Τα συστήματα πίεσης νερού αποτελούν καταληκτικό ρόλο στην διασφάλιση της ομαλής λειτουργίας στα συστήματα που αφορούν την πυροπροστασία. Αυτό συμβαίνει καθώς η εύρυθμη λειτουργία τους εξασφαλίζει την άμεση απόκριση του συστήματος πυροπροστασίας σε περίπτωση πυρκαγιάς ή άλλης έκτακτης ανάγκης. Πιο αναλυτικά, ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί το συγκεκριμένο σύστημα περιγράφεται στη συνέχεια.

Συγκεκριμένα, τα βήματα κατά την πυρόσβεση είναι τα εξής:

1. Ενεργοποιείται συναγερμός
2. Ενεργοποιούνται οι βαλβίδες παροχής νερού, όταν γίνεται πτώση της πίεσης ροής
3. Παρέχεται άμεσα και γρήγορα ποσότητα νερού
4. Ελέγχονται και ταυτόχρονα κατασβήνονται πυρκαγιές

Αφού περιεγράφηκε ο τρόπος λειτουργίας των συστημάτων πυρόσβεσης θα αναφερθούμε στα αποτελούμενη μέρη τους. Πιο συγκεκριμένα, αυτά χρησιμοποιούν συστήματα καταιονισμού για την κατάσβεση της πυρκαγιάς. Ταυτόχρονα, σε αυτά συμπεριλαμβάνονται αγωγοί στάσης και πυροσβεστικοί κρουνοί. Στόχος αυτών είναι να παρέχουν την κατάλληλη πίεση στο νερό, έτσι ώστε αυτό να συντελέσει στον περιορισμό των πυρκαγιών καθώς και στον καταιονισμό τους.[29]



Εικόνα 2.3 Σύστημα επιτήρησης του νερού για πυροπροστασία

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

6. Τα συστήματα παρακολούθησης της πίεσης του νερού, τόσο στα πηγάδια, όσο και στα συστήματα των υπόγειων υδάτων. Πιο αναλυτικά, σύμφωνα με την αρχή λειτουργίας τους, κατά τη γεώτρηση ή την εγκατάσταση ενός συστήματος παρακολούθησης των υπόγειων υδάτων, πραγματοποιούνται μετρήσεις της βασικής πίεσης. Ως αποτέλεσμα αυτού, συντελείται ο καθορισμός της κανονικής ή της στατικής πίεσης στην γεώτρηση ή στον υδροφόρο ορίζοντα. Έχοντας αναλύσει την αρχή λειτουργίας των συστημάτων πυρόσβεσης και παρακολούθησης πίεσης νερού, θα περιγράψουμε κάποια από τα προτερήματά τους. Τα οφέλη της παρακολούθησης της πίεσης νερού καθώς και των διεργασιών που ενεργοποιούνται σε περίπτωση σήμανσης κινδύνου κατά την πυρκαγιά είναι πολλαπλά. Πιο αναλυτικά, κάποια από αυτά τα οφέλη αποτελούν:

- Η ασφάλεια των ενοίκων σε εμπορικά και οικιστικά κτίρια
- Η προστασία της περιουσίας
- Η διασφάλιση της εγγύτητας και της ομαλής λειτουργίας αυτών των συστημάτων πυροπροστασίας κατά την σήμανση καπνού ή φωτιάς
- Η εξασφάλιση της σωστής εξόρυξης νερού σε πηγάδια καθώς και σε συστήματα υπόγειων υδάτων
- Η επίβλεψη της στάθμης των υπόγειων υδάτων
- Η εξασφάλιση αποφυγής βλάβης αντλίας σε πηγάδια
- Η αποφυγή μόλυνσης των υπόγειων υδάτων
- Η παροχή σημαντικών δεδομένων που αφορούν την κατάσταση και την υγεία των φορέων νερού
- Η διασφάλιση της ομαλής διαχείρισης των υπόγειων υδάτων[3]

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Κεφάλαιο 3^ο. Εξοπλισμός μακέτας

Για την κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν εξαρτήματα τα οποία θα παρουσιαστούν στη συνέχεια. Προκειμένου να κατανοηθεί ο τρόπος που αυτά συνέβαλαν στη λειτουργία του συστήματος επιτήρησης της πίεσης, θα εξετασθεί η βασική αρχή λειτουργίας του κάθε εξαρτήματος ξεχωριστά. Συγκεκριμένα τα εξαρτήματα που θα αναλυθούν είναι :

- Raspberry Pi
- Αντλία νερού
- ADS1115 analog to digital μετατροπέας
- Bidirectional level shifter
- Αισθητήρας πίεσης νερού
- Ρελέ

3.1 Εξαρτήματα της κατασκευής

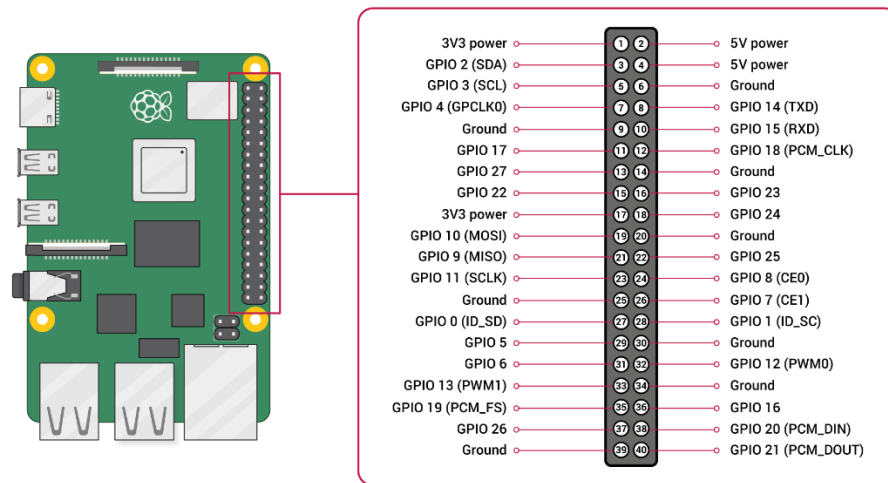
3.1.1 Raspberry Pi

Την δεκαετία του 70 ξεκίνησε η εποχή της πληροφορίας ,αυτή η περίοδος έφερε την δυνατότητα πρόσβασης σε διάφορες πληροφορίες με το πάτημα ενός κουμπιού. Με την πρόοδο της τεχνολογίας οι υπολογιστές από μεγαθήρια που γέμιζαν ολόκληρα δωμάτια εξελίχθηκαν σε υπολογιστές τσέπης. Ενώ τα οφέλη της τεχνολογίας των υπολογιστών είναι μεγάλη, η ανισότητα που αφήνει μεταξύ των τάξεων λόγω του κόστους τους είναι δύσκολη να αγνοηθεί.

Οι χώρες που δεν έχουν την δυνατότητα να αντέξουν οικονομικά την εξέλιξη της τεχνολογίας υπερτερούν των χωρών που μπορούν. Οι άνθρωποι που δεν έχουν πρόσβαση σε βασικές δεξιότητες πληροφορικής βρίσκονται πίσω από τους συνομηλίκους τους. Εν ολίγοις, η έλλειψη γνώσης της τεχνολογίας και η αδυναμία πλοήγησης στον “αυτοκινητόδρομο” της πληροφορίας διευρύνει το χάσμα μεταξύ εχόντων και μη.

Η Raspberry Pi Foundation προσπάθησε να γεφυρώσει το χάσμα δημιουργώντας έναν οικονομικό και φιλικό τρόπο εκμάθησης γλωσσών προγραμματισμού. Το 2012 το ίδρυμα παρουσίασε το Raspberry Pi. Το Raspberry Pi είναι ένας φθηνός υπολογιστής που τρέχει λογισμικό Linux, παρέχει εισόδους και εξόδους γενικού σκοπού GPIO (General Purpose Input Output) που βοηθούν στον έλεγχο ηλεκτρονικών εξαρτημάτων, για φυσικούς υπολογισμούς και για την εξερεύνηση στο διαδίκτυο των πραγμάτων (Iot).

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.



Εικόνα 3.0 Τα GPIO του Raspberry

Πιο συγκεκριμένα, το Raspberry Pi είναι μια σειρά από μικρούς, προσιτούς υπολογιστές μιας πλακέτας που αναπτύχθηκαν από το Ίδρυμα Raspberry Pi, μια φιλανθρωπική οργάνωση με έδρα το Ηνωμένο Βασίλειο. Αυτοί οι υπολογιστές έχουν σχεδιαστεί για να προωθήσουν την εκπαίδευση στην επιστήμη των υπολογιστών και να παρέχουν μια πλατφόρμα χαμηλού κόστους για διάφορα ψηφιακά έργα. [6][7]

Στη συνέχεια θα αναφερθούν ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά που αφορούν το Raspberry Pi. Πιο συγκεκριμένα, κάποια από τα γνωστικά στοιχεία αυτού είναι:

1. Το χαμηλό κόστος: Οι υπολογιστές Raspberry Pi είναι γνωστοί για το χαμηλό τους κόστος, γεγονός που τους καθιστά προσιτούς σε ένα ευρύ φάσμα χρηστών, συμπεριλαμβανομένων φοιτητών, χομπίστες και επαγγελματιών.
2. Hardware: Οι πλακέτες Raspberry Pi αποτελούνται συνήθως από CPU, RAM, αποθηκευτικό χώρο (συνήθως κάρτα microSD), θύρες USB, έξοδο HDMI για βίντεο, έξοδο ήχου, ακίδες GPIO (General Purpose Input/Output) για διασύνδεση υλικού και συνδεσιμότητα δικτύου (συνήθως μέσω Ethernet ή Wi-Fi, ανάλογα με το μοντέλο).
3. Λειτουργικά συστήματα: Το Raspberry Pi υποστηρίζει διάφορα λειτουργικά συστήματα, με το πιο δημοφιλές να είναι το Raspberry Pi OS (παλαιότερα γνωστό ως Raspbian), το οποίο βασίζεται στο Debian Linux. Οι χρήστες μπορούν επίσης να εγκαταστήσουν και άλλα λειτουργικά συστήματα, συμπεριλαμβανομένων διαφόρων εκδόσεων Linux και Windows.
4. Προγράμματα: Το Raspberry Pi είναι ευέλικτο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ένα ευρύ φάσμα έργων, όπως ενδεικτικά:

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

- Εφαρμογές οικιακού αυτοματισμού και IoT (Internet of Things).
 - Ρετρό παιχνίδια με εξομοιωτές.
 - Έργα ρομποτικής και ηλεκτρονικής DIY.
 - Δραστηριότητες εκπαιδευτικού προγραμματισμού
5. Μοντέλα: Με την πάροδο των ετών, το Ίδρυμα Raspberry Pi έχει κυκλοφορήσει διάφορα μοντέλα, το καθένα με διαφορετικές προδιαγραφές και δυνατότητες. Αυτά τα μοντέλα περιλαμβάνουν τα Raspberry Pi 1 Model A/B, Raspberry Pi 2, Raspberry Pi 3, Raspberry Pi 4 και τη σειρά Raspberry Pi Zero. Επίσης τη στιγμή που γράφεται αυτή η εργασία έχει βγει στην αγορά το Raspberry Pi 5, το οποίο φαίνεται να υπερτερεί αρκετά του προηγούμενου μοντέλου.
 6. Αξεσουάρ: Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα αξεσουάρ που διατίθενται για το Raspberry Pi, συμπεριλαμβανομένων τροφοδοτικών, φωτογραφικών μηχανών, οθονών απεικόνισης και διαφόρων αισθητήρων.
 7. Εκπαιδευτικές πρωτοβουλίες: Ο πρωταρχικός στόχος του Ιδρύματος Raspberry Pi είναι η προώθηση της εκπαίδευσης στην επιστήμη των υπολογιστών καθώς παίρνουν πρωτοβουλίες για την παροχή υπολογιστών Raspberry Pi σε σχολεία και εκπαιδευτικά προγράμματα σε όλο τον κόσμο.
 8. Open source: Το λογισμικό και το υλικό του Raspberry Pi είναι ανοικτού κώδικα, ενθαρρύνοντας τους χρήστες να τροποποιούν και να προσαρμόζουν τις ρυθμίσεις τους.

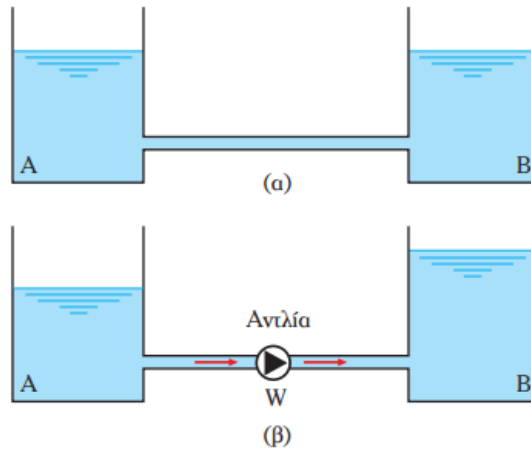
Συνολικά, το Raspberry Pi είχε σημαντικό αντίκτυπο στον κόσμο της τεχνολογίας και της εκπαίδευσης παρέχοντας μια προσιτή και ευέλικτη πλατφόρμα για μάθηση, πειραματισμό και καινοτομία.

3.1.2 Αντλία νερού

Η αντλία νερού είναι ένα μηχάνημα που σκοπός της είναι η μεταφορά νερού από μια θέση σε μια άλλη. Χρησιμοποιείται για την μεταφορά πόσιμου νερού ή άρδευση ή και για την απομάκρυνση νερού από μια περιοχή για την αποφυγή ζημιών, λειτουργούν με την χρήση ενός περιστρεφόμενου τροχού για την μετατροπή της δυναμικής ενέργειας από την πίεση που ασκείται σε κινητική. [23] Το νερό μπορεί να αντλείται από ένα χαμηλότερο υψόμετρο σε μια περιοχή όπου συλλέγεται και στην συνέχεια να απελευθερώνεται από την μια περιοχή με μεγαλύτερο υψόμετρο. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται άντληση ενώ το σύστημα που δημιουργείται ονομάζεται σύστημα αντλήσεως. Για την ολοκλήρωση της διαδικασίας της αντλήσεως πρέπει να πραγματοποιείται αναρρόφηση από τον ένα χώρο και κατάθλιψη στον άλλον, ενώ στο ρευστό που μετακινείται πρέπει να προσδίδεται ενέργεια. Χωρίς την ύπαρξη αντλίας δεν υπάρχει ροή υγρού, από την εικόνα **3.1** σε

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

σύστημα δυο δεξαμενών, συνδεδεμένων με σωλήνα (σύστημα συγκοινωνούντων δοχείων) με τις επιφάνειες τους στο ίδιο επίπεδο και σε ίδια πίεση καμία ροή δεν είναι δυνατή για αυτό και το σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση ισορροπίας. Για να μπορεί να υπάρξει ροή μεταξύ των δυο δεξαμενών A και B θα πρέπει να τοποθετηθεί μια αντλία η οποία θα απορροφά νερό από την μία δεξαμενή στην άλλη(εικόνα 3.2).



Εικόνα 3.1 κατάσταση στατικής ισορροπίας συστήματος νερού

Εικόνα 3.2 ροή νερού με την βοήθεια αντλίας.

Η αναγκαιότητα της αντλίας αλλά και η παρεχόμενη από αυτήν ποσότητα ενέργειας στο ρευστό, είναι μεγαλύτερη σε δύο περιπτώσεις. Η μια είναι η περίπτωση κατά την οποία η ελεύθερη επιφάνεια της B δεξαμενής βρίσκεται υψηλότερα από την επιφάνεια της δεξαμενής A και η άλλη περίπτωση είναι να ασκείται μεγαλύτερη πίεση στην επιφάνεια B από αυτήν που ασκείται στην επιφάνεια A. Αν η δεξαμενή B βρίσκεται χαμηλότερα από την A (και ας έχει μικρότερη πίεση) το υγρό θα ρέει από την δεξαμενή A στην B και χωρίς αντλία λόγω διαφοράς ενεργειακού ύψους, παρόλα αυτά πιθανόν η παροχή να είναι μικρότερη από αυτήν που χρειάζεται, η αντλία θα είναι το μέσο που θα επιτρέψει να αυξηθεί η παροχή του υγρού στα επιθυμητά επίπεδα. Κατά γενική ομολογία η ροή του ρευστού από χώρο υψηλής προς χαμηλής ενεργειακής στάθμης γίνεται χωρίς την αναγκαία παρεμβολή εξωτερικής μονάδας παροχής ενέργειας. Αλλά αν η ενεργειακή διαφορά είναι μικρή και απώλειες είναι μεγάλες (μικρή διάμετρος σωλήνα ή μικρού μήκους αγωγού ροής)

Η παροχή που εξασφαλίζεται με φυσική ροή είναι μικρή και απαιτείται συνήθως η χρήση αντλιών.

Οι χρήση της αντλίας είναι αναγκαία όταν:

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

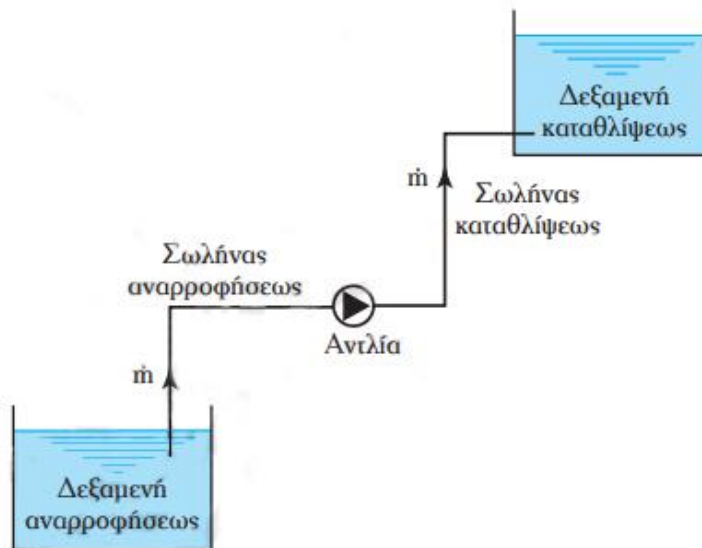
- Επιδιώκεται να υπάρχει ροή υγρού από χαμηλότερη προς υψηλότερη ενεργειακή στάθμη
- Να αυξηθεί η παροχή της υφιστάμενης ροής.

Ένα σύστημα αντλιών μπορεί να είναι ανοικτό αλλά και κλειστό.

Σε ένα ανοικτό σύστημα το υγρό μετά την κατάθλιψη και εφόσον διέλθει από τον εξοπλισμό χρήσεως απορρίπτεται στο περιβάλλον. Στο κλειστό το υγρό μετά την κατάθλιψη και εφόσον διέλθει από τον σωλήνα αναρροφήσεως. Σε αυτά τα συστήματα, οι αντλίες καλούνται να αντιμετωπίσουν τις ενεργειακές απώλειες λόγω τριβών.

Άρα ένα σύστημα αντλιών αποτελείται από τρία τμήματα

- Το **τμήμα αντλήσεως** (σωλήνας αναρροφήσεως), ο οποίος μεταφέρει το υγρό στην είσοδο της αντλίας.
- Την αντλία .
- Το **τμήμα καταθλίψεως** στο οποίο διοχετεύει η αντλία το υγρό και μέσω του οποίου το υγρό συνεχίζει τη ροή του.



Εικόνα 3.3 Σύστημα αντλήσεως.

Οι αντλίες κατασκευάζονται συνήθως από ανθεκτικά μέταλλα ή κράματα όπως ανοξείδωτο χάλυβα, χρώμιο ή νικέλιο για να εξασφαλίζουν ανθεκτικότητα. Μπορούν να τροφοδοτούνται με διάφορα μέσα, όπως ηλεκτρική ενέργεια, αιολική ενέργεια ή χειροκίνητη λειτουργία.

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Οι μονοφασικές και οι τριφασικές αντλίες νερού είναι δύο κοινοί τύποι ηλεκτρικών αντλιών που χρησιμοποιούνται σε διάφορες εφαρμογές.

Οι μονοφασικές αντλίες αυτές διαφέρουν ως προς την παροχή ρεύματος και τα χαρακτηριστικά τους. Οι μονοφασικές αντλίες νερού έχουν σχεδιαστεί για να λειτουργούν με μονοφασική ηλεκτρική τροφοδοσία. Οι αντλίες αυτές χρησιμοποιούνται συνήθως σε κατοικίες για εφαρμογές, όπως οι αντλίες πηγαδιών η οικιακή παροχή νερού, η άρδευση κήπων και η μεταφορά νερού μικρής κλίμακας και είναι κατάλληλες για εφαρμογές σχετικά με χαμηλή ροή και χαμηλή πίεση, είναι απλές στην εγκατάσταση και την λειτουργία και επίσης υπάρχει μεγάλος αριθμός σε μεγέθη και διαμορφώσεις που ανταποκρίνονται σε όλες τις ανάγκες.

Οι τριφασικές αντλίες νερού απαιτούν τριφασική παροχή ηλεκτρικού ρεύματος. Το τριφασικό ρεύμα το συναντάμε σε βιομηχανικές και εμπορικές εγκαταστάσεις και είναι γνωστό για την αποδοτικότητα και την ισχύ του. Οι αντλίες αυτές είναι κατάλληλες για εφαρμογές υψηλής ροής και υψηλής πίεσης και μπορούν να ανταπεξέλθουν σε βαριές εργασίες. Χρησιμοποιούνται σε ένα ευρύ φάσμα μεγάλων εφαρμογών, όπως η γεωργική άρδευση, οι βιομηχανικές διεργασίες, η παροχή δημοτικού νερού αλλά και για την μεταφορά νερού μεγάλης κλίμακας. Οι αντλίες αυτές είναι κατάλληλες για εφαρμογές υψηλής ροής και υψηλής πίεσης και μπορούν να ανταπεξέλθουν σε βαριές εργασίες και μπορούν να παρέχουν μεγαλύτερη ισχύ, καθιστώντας τα κατάλληλα για την άντληση νερού σε μεγαλύτερες αποστάσεις ή σε μεγαλύτερα ύψη. Σε μια βαριά και συνεχή σύστημα οι τριφασικές αντλίες τείνουν να είναι πιο αποδοτικές από τις μονοφασικές.[19]

Οι αντλίες νερού χωρίζονται σε διάφορους τύπους, ο καθένας από τους οποίους έχει σχεδιαστεί για συγκεκριμένες εφαρμογές και απαιτήσεις. Για την επιλογή του τύπου της αντλίας εξαρτώνται κάποιοι παράγοντες όπως η προβλεπόμενη χρήση, η παροχή, το ύψος και οι ιδιότητες του αντλούμενου υγρού. Παρακάτω αναγράφονται κάποιοι βασικοί τύποι αντλιών που όλοι χρησιμοποιούνται σε διαφορετικές εφαρμογές

- **Οι αντλίες θετικής εκτόπισης** μετακινούν έναν σταθερό όγκο νερού με κάθε κύκλο ή περιστροφή. Χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές που απαιτούν ακριβή έλεγχο ροής και υψηλή πίεση, όπως υδραυλικά συστήματα, για χημική επεξεργασία και ορισμένες βιομηχανικές διεργασίες(αντλίες με γρανάζια και περισταλτικές αντλίες, αντλίες εμβόλου και αντλίες διαφράγματος).
- **Οι υποβρύχιες αντλίες** έχουν σχεδιαστεί για να βυθίζονται στο νερό που αντλούν. Συνήθως είναι στεγανοποιημένες για να μπορούν να εμποδίζουν την είσοδο του νερού στον κινητήρα. Χρησιμοποιούνται συνήθως για βαθιά φρεάτια, συστήματα αποχέτευσης, εξόρυξη υπόγειων υδάτων και υδάτινα στοιχεία όπως σιντριβάνια και λίμνες. Θεωρείται αποδοτικό για τα βαθιά φρεάτια, έχουν χαμηλή συντήρηση και αθόρυβη λειτουργία.

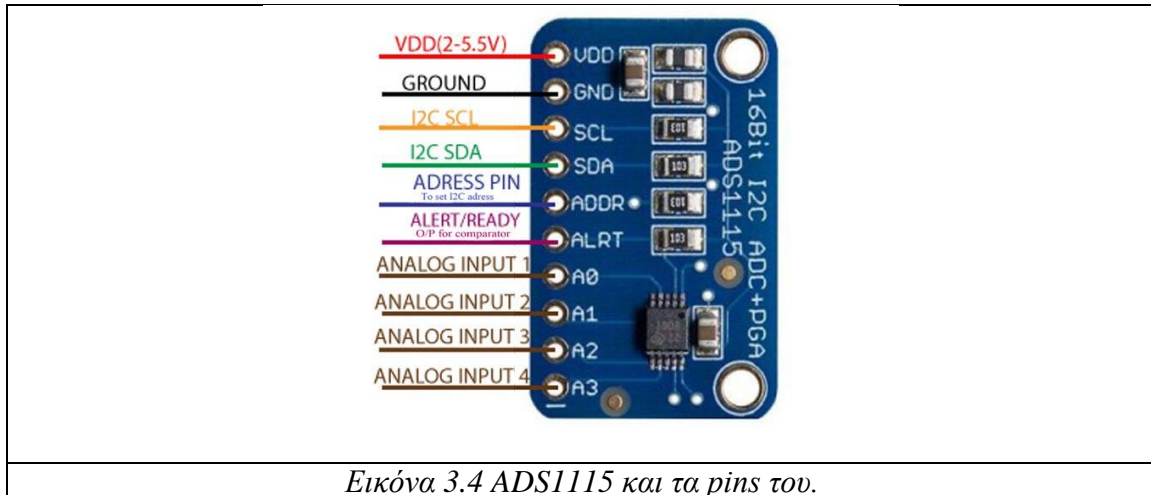
Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

- **Οι φυγόκεντρικές αντλίες** είναι ο πιο κοινός τύπος αντλίας νερού. Λειτουργούν με τη χρήση μιας πτερωτής για τη δημιουργία ροής νερού μέσω της φυγόκεντρης δύναμης. Χρησιμοποιούνται για την ύδρευση, την άρδευση, τα συστήματα θέρμανσης και της ψύξης, διαχείριση λυμάτων και εφαρμογές γενικής χρήσης. Έχει απλό στον σχεδιασμό, είναι οικονομικά αποδοτικός και τέλος είναι κατάλληλος για ένα μεγάλο φάσμα παροχών .[23]
- **Οι αντλίες jet** χρησιμοποιούν αναρρόφηση για να αντλήσουν νερό από πηγάδια ή άλλες πηγές νερού. Λειτουργούν με τη δημιουργία διαφοράς πίεσης που ανεβάζει το νερό στην επιφάνεια. Οι αντλίες jet χρησιμοποιούνται συχνά σε οικιακά πηγάδια αλλά και σε ρηχές πηγές νερού.[16]
- **Οι αντλίες που λειτουργούν με ηλιακή ενέργεια** είναι κατάλληλες για απομακρυσμένες τοποθεσίες ή περιοχές με περιορισμένη πρόσβαση σε ηλεκτρικό ρεύμα. Τα ηλιακά πάνελ παρέχουν την ενέργεια που απαιτείται για να μπορεί λειτουργήσει η αντλία. Χρησιμοποιούνται για άρδευση σε χωράφια, σε κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις και για παροχή πόσιμου νερού σε περιοχές εκτός δικτύου.[31]
- **Οι αντλίες φρεατίου** χρησιμοποιούνται σε φρεάτια, τα οποία συγκεντρώνουν νερό που έχει συσσωρευτεί σε υπόγεια ή σε χώρους που δεν έχουν καλυφθεί. Ο λόγος ύπαρξης τους είναι για την πρόσληψη πλημμυρών . Τα κτίρια χρησιμοποιούν αντλίες φρεατίου για τη στεγανοποίηση υπογείων και την πρόληψη πλημμυρών.
- **Οι πυροσβεστικές αντλίες** είναι ειδικά σχεδιασμένες για να παρέχουν ροή νερού υψηλής πίεσης για τα συστήματα πυρόσβεσης σε κτίρια, σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις και στα δίκτυα πυροσβεστικών κρουστών. Η συμβολή των πυροσβεστικών αντλιών είναι πολύ σημαντική για την ασφάλεια σε κοινωνικό και εμπορικό επίπεδο.[28]
- **Οι χημικές αντλίες** έχουν σχεδιαστεί για να χειρίζονται και να μεταφέρουν διαβρωτικά ή λειαντικά ρευστά, καθιστώντας τες κατάλληλες για διάφορες βιομηχανικές και εφαρμογές χημικής επεξεργασίας εφαρμογές. Χρησιμοποιούνται στη χημική βιομηχανία, στις πετροχημικές βιομηχανίες και στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού.

3.1.3 ADS1115

Ο ADS1115 είναι ένας εξαιρετικά μικρός, χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, 16 Bit μετατροπέας αναλογικού σε ψηφιακού σήματος ακριβείας. Συνήθως χρησιμοποιείται σε όργανα υψηλής ακρίβειας, ηλεκτρονικά συστήματα αυτοκινήτων , συλλογή τάσης μπαταρίας και σε άλλες εφαρμογές υψηλής ακρίβειας. Κύρια λειτουργία του είναι η μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακό για την ανάλυση δεδομένων.

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.



Εικόνα 3.4 ADS1115 και τα pins του.

Σχεδιάστηκε από την Philips Semiconductor το 1982 .Ο μετατροπέας επικοινωνεί με μικροελεγκτές και άλλα ψηφιακά συστήματα μέσω πρωτοκόλλων επικοινωνίας όπως το I2C. Το I2C (Inter- Integrated Circuit), είναι ένα από τα δημοφιλέστερα πρωτόκολλα επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται στην ηλεκτρονική και την επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών ενισχυμένων ηλεκτρονικών συσκευών μειωμένης κατανάλωσης ενέργειας όπως αισθητήρες, μικροελεγκτές και άλλες περιφερειακές συσκευές. [11][24]

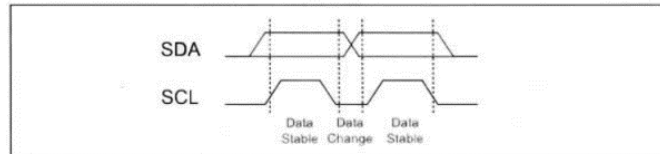
Το πρωτόκολλο I2C παρέχει εύκολη επικοινωνία χωρίς απώλεια δεδομένων, παρόλο που είναι οικονομικό παρέχει εξαιρετική ταχύτητα σε σύγκριση με άλλα πρωτόκολλα μεταφοράς δεδομένων αλλά και χαμηλή κατανάλωση.

Το I2C λειτουργεί με βάση τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ συσκευών μέσω καλωδίων, SDA (Serial Data) για μεταφορά δεδομένων και του SCL (Serial Clock) που συγχρονίζει τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ δύο τσιπς. Αυτό το πρωτόκολλο είναι δύο κατευθύνσεων, δηλαδή μια συσκευή μπορεί να είναι ενεργή ως πομπός ή και ως δέκτης κατά την επικοινωνία. Είναι ένα σύγχρονο σειριακό πρωτόκολλο που κάθε Bit μεταφέρεται με την γραμμή SDA με την μετάβαση high to low του παλμού ρολογιού στην γραμμή SCL, σύμφωνα με το πρωτόκολλο αυτό τα δεδομένα στη γραμμή SDA δεν πρέπει να αλλάζουν όταν η γραμμή ρολογιού (SCL) είναι σε κατάσταση high παρά μόνο όταν είναι σε κατάσταση low(Εικόνα 3.5). Το τι είναι κατευθυνόμενο πρωτόκολλο επικοινωνίας σημαίνει ότι κάθε μετάδοση αρχίζει με την συνθήκη Start και τελειώνει με την συνθήκη Stop. Οι συνθήκες αυτές είναι εξαίρεση του από πάνω κανόνα διότι οι συνθήκες Start και Stop πρέπει να διαχωρίζονται από τα bits .

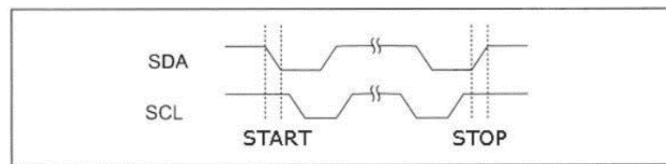
Οι συνθήκες Start και Stop παράγονται κρατώντας το επίπεδο της γραμμής ρολογιού SCL σε κατάσταση high και μετά γίνεται η αλλαγή στο επίπεδο της γραμμής δεδομένων SDA. Η συνθήκη Start παράγεται από τη μετάβαση high to low της γραμμής δεδομένων SDA όταν η γραμμή ρολογιού SCL είναι high(Εικόνα 3.6).. Η συνθήκη Stop

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

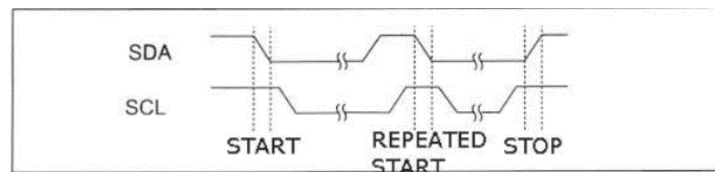
παράγεται με τη μετάβαση low to high της γραμμής δεδομένων SDA καθώς η γραμμή ρολογιού SCL είναι high. Ο διάυλος θεωρείται απασχολημένος μεταξύ των ζευγαριών Start και Stop και κανένας άλλος master δεν μπορεί να πάρει τον έλεγχο του διαύλου. Εάν ο master ο οποίος έχει τον έλεγχο του διαύλου θέλει να αρχίσει μια νέα μετάδοση και δεν θέλει να απελευθερώσει το διάυλο πριν αρχίσει αυτή η νέα μετάδοση δεδομένων, μπορεί να δημιουργήσει μια νέα συνθήκη Start μεταξύ του ζευγαριού συνθηκών Start και Stop. Αυτή η συνθήκη ονομάζεται Repeated Start(Εικόνα 3.7).



Εικόνα 3.5 Πρωτόκολλο I2C



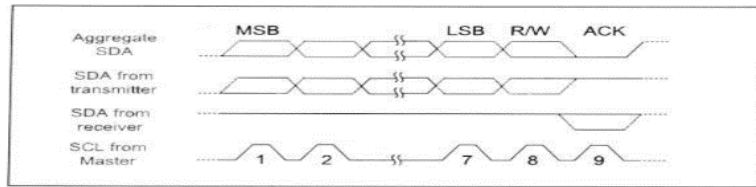
Εικόνα 3.6 Συνθήκη START AND STOP



Εικόνα 3.7 συνθήκη Repeated Start.

Στο πρωτόκολλο I2C κάθε διεύθυνση ή δεδομένα πρέπει να μπορούν να σχηματίζουν πακέτα μεγέθους 9 bits. Τα πρώτα 8 bits τοποθετούνται στη γραμμή SDA από τον πομπό (master ή slave) και το 9ο bit είναι το bit επιβεβαίωσης ACK (acknowledge) από τον δέκτη (master ή slave) μπορεί όμως να είναι και NACK (not acknowledge). Οι παλμοί του ρολογιού παράγονται από τον master ανεξάρτητα αν είναι ο πομπός ή ο λήπτης. Για να πάρουμε το bit επιβεβαίωσης, ο πομπός απελευθερώνει τη γραμμή δεδομένων SDA κατά τη διάρκεια του ένατου παλμού ρολογιού έτσι ώστε ο λήπτης να μπορεί να τραβήξει τη γραμμή SDA σε κατάσταση low για την παραγωγή του bit επιβεβαίωσης ACK. Εάν ο λήπτης δεν τραβήξει τη γραμμή SDA σε κατάσταση low τότε θεωρείται NACK(Εικόνα 3.8).[20]

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.



Εικόνα 3.8 πακέτα I2C

3.1.4 4-channel bidirectional Level shifter

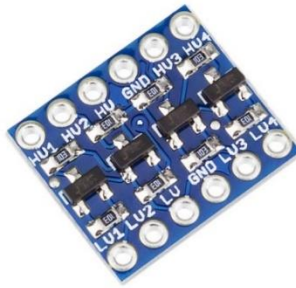
Bidirectional level shifter είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται για την μετατροπή των επιπέδων τάσης μεταξύ δύο διαφορετικών κυκλωμάτων ή συσκευών που λειτουργούν με διαφορετικά επίπεδα τάσης. Ο level shifter αυτός είναι διπλής κατεύθυνσης, πράγμα που σημαίνει ότι μπορεί να μετατρέπει την τάση από το ένα κύκλωμα στο άλλο και ανάποδα.

Δύο συσκευές που πρέπει να συνδεθούν μεταξύ τους αλλά έχουν διαφορετικά επίπεδα τάσης χωρίς να προκληθεί ζημιά χρησιμοποιούν Bidirectional level shifter, ένα τυπικό παράδειγμα είναι η σύνδεση ενός μικροελεγκτή χαμηλής τάσης 3.3V με έναν αισθητήρα υψηλότερης τάσης 5V. Ο Bidirectional level shifter εξασφαλίζει ότι τα σήματα μπορούν να μεταδοθούν ασφαλώς μεταξύ των δύο συσκευών, προσαρμόζοντας τα επίπεδα της τάσης κατάλληλα.

Ο στόχος των bidirectional Level shifter είναι να μεταφράσουν σήματα υψηλής συχνότητας και μεγαλύτερης αποδοτικότητας. Επιπλέον, έχουν τη δυνατότητα να δημιουργούν εξόδους push and pull καθώς και να επιτελούν διαφορική λειτουργικότητα, αντίστροφη και τριπλή κατάσταση. Πιο αναλυτικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι το bidirectional level shifter είναι ένα πολύ διακριτό και συμπαγές MOSFET το οποίο έχει τη δυνατότητα να μεταφράσει σήμα υψηλής συχνότητας.

Στο MOSFET η επικοινωνία επιτυγχάνεται με το πρωτόκολλο I²C, όπου γίνεται η μετατόπιση επιπέδων καθώς και με την απευθείας σύνδεση με ακροδέκτη GPIO, ο οποίος είναι ένας φθηνός ημιαγωγός. Η επικοινωνία επιτυγχάνεται μέσω αυτού καθώς και με μερικές πρόσθετες παθητικές διατάξεις.

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.



Εικόνα 3.9 4-channel bidirectional Level shifter

Σε πολλές περιπτώσεις όταν επιλέγεται το σωστό MOSFET επιτυγχάνονται λειτουργίες όπως η παρακολούθηση κυκλωμάτων αυτοκινήτων. Αυτό γίνεται αφού αυτό επιτρέπει υψηλότερες λογικές τάσεις, όπως 12 V ή 18 V.

Ένα MOSFET συνήθως λειτουργεί σε τρεις καταστάσεις. Προκειμένου να τις κατανοήσουμε θα τις περιγράψουμε στη συνέχεια. Πιο συγκεκριμένα, αυτές οι καταστάσεις λειτουργίας του είναι οι εξής:

- 1) Κατάσταση 1: Η πύλη και η πηγή του MOSFET είναι συνδεδεμένες στα 3,3V, η VGS είναι 0V, η οποία είναι κάτω από την τάση κατωφλίου του MOSFET. Αυτή η κατάσταση έχει ως αποτέλεσμα στο MOSFET να μην έχει τη δυνατότητα να άγει. Κατά συνέπεια, ο διάυλος υψηλής τάσης φτάνει στα 5V. Σε αυτή την κατάσταση και οι δύο πλευρές του διαύλου βρίσκονται σε λογικό HIGH αλλά σε διαφορετικά επίπεδα τάσης.
- 2) Κατάσταση 2: Η συσκευή με τάση 3,3V κατεβάζει το διάυλο σε επίπεδο λογικής LOW. Η πύλη του MOSFET εξακολουθεί να βρίσκεται στα 3,3V, αλλά η πηγή γίνεται χαμηλή. Ως αποτέλεσμα, η VGS γίνεται 3,3V, η οποία είναι μεγαλύτερη από την τάση κατωφλίου του MOSFET και αυτό επιτρέπει στο MOSFET να άγει ηλεκτρικό ρεύμα.
- 3) Κατάσταση 3: Η συσκευή 5V τραβά τον πλευρικό διάυλο υψηλής τάσης σε επίπεδο λογικής LOW. Μέσω της διόδου, η πλευρά χαμηλής τάσης τραβιέται προς τα κάτω μέχρι η VGS να φτάσει την τάση κατωφλίου. Το MOSFET αρχίζει τώρα να άγει. Ως αποτέλεσμα αυτού, ο πλευρικός διάυλος χαμηλής τάσης θα είναι σε επίπεδο λογικής τάσης LOW. Επομένως, σε αυτή την κατάσταση και οι δύο πλευρές του διαύλου θα βρίσκονται σε επίπεδο λογικής LOW και στην ίδια τάση.

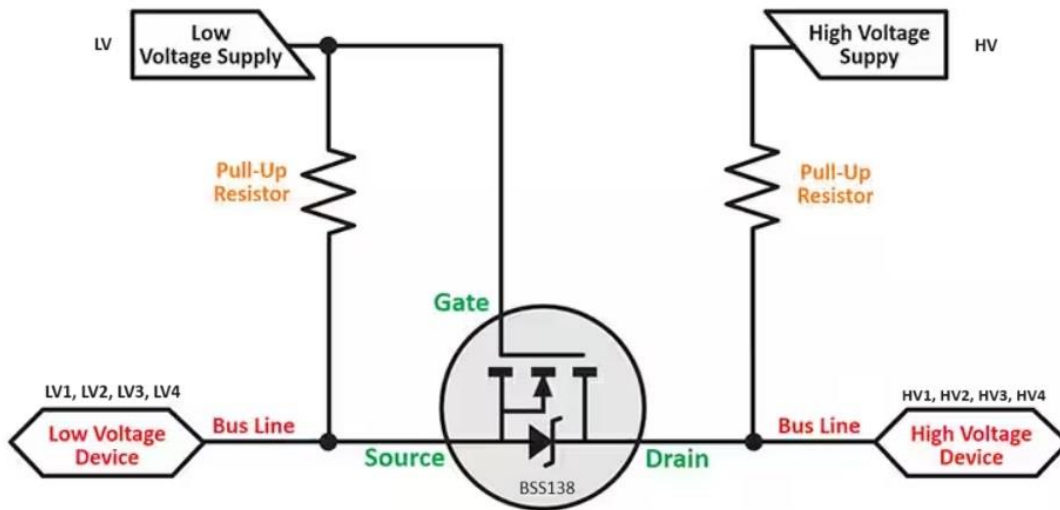
Τα MOSFET χρησιμοποιούνται προκειμένου να δημιουργηθούν μονάδες μετατροπής στάθμης λογικής 4 διαύλων ή 4 καναλιών. Αυτό επιτυγχάνεται με το συνδυασμό 4 κυκλωμάτων μετατόπισης στάθμης.

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η τυπική μονάδα μετατροπέα επιπέδων 4 καναλιών. Αυτή αποτελείται από 12 ακίδες σε δύο σειρές. Πιο συγκεκριμένα:

- Η πάνω σειρά αποτελείται από ακίδες τροφοδοσίας υψηλής τάσης και γείωσης (HV και GND) καθώς και από 4 κανάλια υψηλής τάσης (HV1, HV2, HV3 και HV4).
- Η κάτω σειρά αποτελείται από την τροφοδοσία χαμηλής τάσης και τη γείωση (LV και GND) καθώς και 4 κανάλια χαμηλής τάσης (LV1, LV2, LV3 και LV4). [14][26]

Αν συνδυαστούν δύο τέτοιες μονάδες, τότε δημιουργείτε ένας μετατροπέας λογικών επιπέδων 8 καναλιών.



Εικόνα 3.10 δομή του 4-channel bidirectional Level shifter

3.1.5 Αισθητήρας

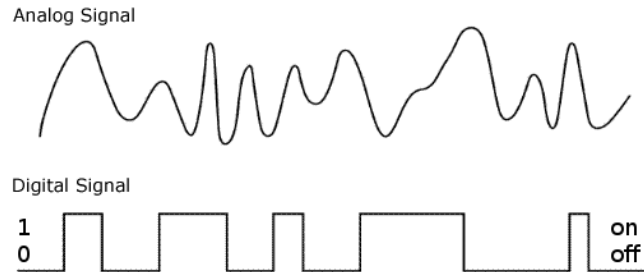
Αισθητήρας είναι μια συσκευή που μπορεί να ανιχνεύσει και να ανταποκριθεί σε κάποιο είδος εισόδου από το φυσικό περιβάλλον. Είσοδο μπορούμε να θεωρήσουμε το φως, την θερμότητα, την υγρασία, την κίνηση, την πίεση και τα λοιπά. Η έξοδος είναι ένα σήμα το οποίο μεταφράζεται σε οθόνη έτσι ώστε να είναι αναγνώσιμη για τον άνθρωπο ή μεταδίδεται μέσω δικτύου για ανάγνωση και περαιτέρω επεξεργασία. Οι αισθητήρες έχουν την δυνατότητα να δημιουργούν ένα οικοσύστημα με σκοπό την συλλογή δεδομένων σχετικά με ένα περιβάλλον, ώστε να μπορεί να διαχειρίζεται να παρακολουθείται και να ελέγχεται με αποτελεσματικότητα και ευκολία. Ένας αισθητήρας μπορεί να θεωρηθεί γέφυρα του φυσικού και του λογικού κόσμου, λειτουργώντας ως μάτια και αυτιά για μια υπολογιστική υποδομή που ενεργεί με βάση τα δεδομένα που παίρνει από τους αισθητήρες.[13]

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Οι αισθητήρες μπορεί να κατηγοριοποιηθούν με πολλούς τρόπους. Συνήθως ταξινομούνται σε ενεργούς και παθητικούς αισθητήρες.

- Ένας **ενεργός** αισθητήρας απαιτεί εξωτερική πηγή ενέργειας για να μπορεί να ανταποκριθεί (σήμα διέγερσης) σε περιβαλλοντικές εισόδους και να παράγει έξοδο. Παραδείγματος χάρη οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται σε μετεωρολογικούς δορυφόρους απαιτούν κάποια πηγή ενέργειας για να παρέχουν μετεωρολογικά δεδομένα σχετικά με την ατμόσφαιρα
- Ένας **παθητικός** αισθητήρας όμως δεν απαιτεί εξωτερική πηγή ενέργειας για να ανιχνεύσει πληροφορία από το περιβάλλον, βασίζεται σε αυτό για την ενέργεια του, χρησιμοποιώντας πηγές όπως το φως ή θερμική ενέργεια.

Πέρα από αυτό οι αισθητήρες μπορούν να ταξινομηθούν σε ψηφιακούς και αναλογικούς αισθητήρες αναλόγως τον τύπο της εξόδου τους. Οι ψηφιακοί αισθητήρες μετατρέπουν την πληροφορία σε διακριτά ψηφιακά σήματα που μεταδίδονται σε δυαδική μορφή 0 και 1. Οι ψηφιακοί αισθητήρες έχουν γίνει διαδεδομένοι τα τελευταία χρόνια αντικαθιστώντας τους αναλογικούς αισθητήρες σε πολλές περιπτώσεις. Από την άλλη οι αναλογικοί αισθητήρες μετατρέπουν την πληροφορία σε αναλογικά σήματα εξόδου τα οποία είναι συνεχή και μεταβαλλόμενα.[25]



Εικόνα 3.11 αναλογικό και ψηφιακό σήμα των αισθητήρων.

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες διαφέρουν με αποτέλεσμα και οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για αυτούς τους παράγοντες να διαφέρουν, για αυτό και πολλοί κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τους παράγοντες που παρακολουθούν. Αυτά είναι ορισμένα παραδείγματα.

Chemical Sensor: Ανιχνεύουν συγκεκριμένες χημικές ουσίες σε ένα μέσο (υγρό, αέριο ή στερεό), βοηθούν στην ανίχνευση των επιπέδων θρεπτικών συστατικών του εδάφους σε ένα χωράφι, του καπνού ή του μονοξειδίου του άνθρακα σε ένα δωμάτιο μετρούν το pH σε υδάτινο σώμα ακόμα και την ποσότητα αλκοόλ στην αναπνοή.

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Level Sensor: Προσδιορίζουν την στάθμη μιας φυσικής ουσίας όπως το καύσιμο, το νερό τα λιπάσματα και τα λοιπά.

Optical Sensor: Οι φωτοαισθητήρες ανιχνεύουν κύματα φωτός σε διάφορα σημεία φάσματος φωτός όπως το ορατό, το υπεριώδες και το υπέρυθρο φως.

Temperature Sensor: Οι αισθητήρες θερμοκρασίας προσδιορίζουν την θερμοκρασία ενός μέσου είτε πρόκειται για αέριο, υγρό και αέρα.

Proximity Sensor: Προκειμένου να προσδιοριστεί η απόσταση δυο αντικειμένων με ακρίβεια, χρησιμοποιούμε αισθητήρες proximity.

Pressure Sensor: Οι αισθητήρες αυτοί ανιχνεύουν την πίεση ενός υγρού ή αερίου, επίσης μπορούν να παρακολουθούν την ροή τους έτσι ώστε να ρυθμιστεί όποτε χρειαστεί.

Motion Sensor: Συνήθως εκπέμπουν κάποιο είδος ενέργειας όπως υπερηχητικά κύματα, μικροκύματα και ακτίνες φωτός με αποτέλεσμα η ροή της ενέργειας να διακόπτεται από κάτι που εισέρχεται στην διαδρομή της. Αντιλαμβάνονται δηλαδή μια φυσική κίνηση που γίνεται σε ένα καθορισμένο πεδίο.[30]



Εικόνα 3.12 Διάφοροι τύποι αισθητήρων

3.1.6 Ηλεκτρονόμος(Relay)

Ο Ηλεκτρονόμος (Relay) είναι ένας μηχανικός διακόπτης, του οποίου οι επαφές(Normally Open και Normally Closed) ελέγχονται από έναν ηλεκτρομαγνήτη και είναι ένα από τα πιο βασικά εξαρτήματα, που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή κυκλωμάτων αυτοματισμού

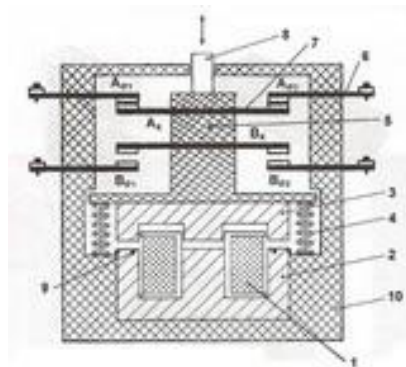
Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Οι ηλεκτρονόμοι με την βοήθεια και αισθητήρων πίεσης, θερμοκρασίας και τα λοιπά χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρικά κυκλώματα ισχύος χωρίς να χρειάζεται παρέμβαση ανθρωπίνου παράγοντα. Οι ηλεκτρονόμοι λειτουργούν με ηλεκτρομαγνητική επαγωγή δηλαδή για να μπορεί να λειτουργήσει ένας ηλεκτρονόμος, το πηνίο που περιβάλλει τον πυρήνα τροφοδοτείται με ηλεκτρική ενέργεια από την πηγή που τον ελέγχει. Καθώς ο ηλεκτρονόμος ενεργοποιείται από την πηγή, δημιουργεί μαγνητικό πεδίο που έλκει την επαφή και ολοκληρώνει το κύκλωμα εντός του ηλεκτρονόμου. Αυτό ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί το φορτίο που ελέγχεται.

Στους χώρους εργασίας και στην αγορά βιομηχανικών ηλεκτρικών υλικών η ονομασία που επικρατεί είναι ρελέ (relay). Ο ηλεκτρομαγνήτης του ρελέ ελέγχεται από μικρά ρεύματα (24V DC) ενώ στις κύριες επαφές του τοποθετούνται μεγαλύτερα ρεύματα (πχ 230V AC).

Τα βασικά μέρη του ηλεκτρονόμου είναι:

- Ηλεκτρομαγνήτης
- Σταθερό μέρος του σιδηρομαγνητικού υλικού (πυρήνας).
- Κινητό μέρος του σιδηρομαγνητικού υλικού (οπλισμός).
- Ελατήρια επαναφοράς των κινητών μερών του ηλεκτρονόμου σε κατάσταση ηρεμίας.
- Στέλεχος που φέρει τα κινητά μέρη των ηλεκτρικών επαφών και συνδέεται σταθερά με το κινητό μέρος του ηλεκτρομαγνήτη
- Σταθερά μέρη των ηλεκτρικών επαφών (δυο για την κάθε επαφή).
- Κινητό μέρος των ηλεκτρικών επαφών.
- Δείκτης κατάστασης ο οποίος δείχνει την κατάσταση του ηλεκτρονόμου.
- Δυο δακτυλίδια για την απόκλιση φάσεων.
- Εξωτερικό περίβλημα με κάποιο μονωτικό υλικό.[21]



Εικόνα 3.13 Εσωτερική δομή του ρελέ

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Στους ηλεκτρονόμους οι επαφές τους μπορεί να είναι διαφορετικού τύπου, δεν είναι ίδιες σε όλους, χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες (SPST, SPDT, DPST, DPDT) , παρακάτω θα αναλύσουμε το τι είναι το είναι το καθένα:

- **SPST (Single Pole Single Throw):** Αυτός ο τύπος αποτελείται από έναν μόνο πόλο και μια 'ρίψη' και είναι ο πιο βασικός και απλός τύπος επαφής. Οι ηλεκτρονόμοι SPST μπορούν να ελέγχουν ένα μόνο κύκλωμα για αυτό λέμε ότι έχουν μια ρίψη . Μπορεί να υπάρχει μόνο σε ανοικτή ή κλειστή κατάσταση(NO και NC αντίστοιχα), μόνο ένα από τα οποία μπορεί να αγωγιμοποιηθεί.



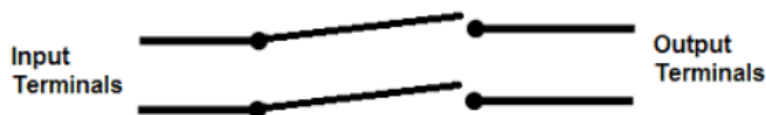
Εικόνα 3.14 Κύκλωμα SPST

- **SPDT (Single Pole Single Throw):** Αυτός ο τύπος είναι μια τροποποίηση του ηλεκτρονόμου SPST. Αποτελείται από έναν πόλο και από δυο ρίψεις. Με τους ηλεκτρονόμους SPDT, ένας πόλος μπορεί να εναλλάσσεται μεταξύ δύο θέσεων (από έναν ακροδέκτη NC και από έναν ακροδέκτη NO. Παρόλα αυτά οι ηλεκτρονόμοι SPDT μπορούν να ελέγχουν μόνο ένα κύκλωμα κάθε φορά που χρησιμοποιούνται.



Εικόνα 3.15 Κύκλωμα SPDT

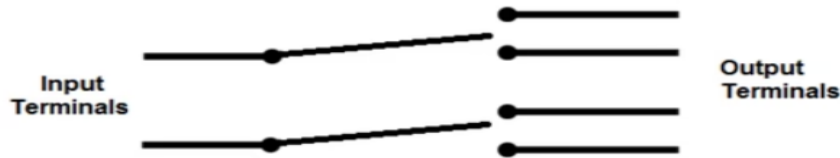
- **DPST (Double Pole Single Throw):** Αποτελείται από δύο πόλους και μια ρίψη, και θεωρηθείτε δύο ζευγαρωμένα ρελέ SPST. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για δύο ξεχωριστά κυκλώματα ενώ το καθένα από αυτά μπορεί να ρυθμιστεί μόνο σε normally open η normally closed, ένα από τα οποία θα διεξάγει φορτίο.



Εικόνα 3.16 Κύκλωμα DPST

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

- **DPDT (Double Pole Double Throw):** Ο τελευταίος τύπος αποτελείται από δύο πόλους και δυο ρίψεις και επιτρέπει τον έλεγχο δύο διαφορετικών κυκλωμάτων, τα οποία έχουν την ικανότητα να ρυθμίζονται σε μία από τις δύο αγωγίμες θέσεις με αποτέλεσμα να τους καθιστά τους πιο ευέλικτους από τους τύπους ρελέ.

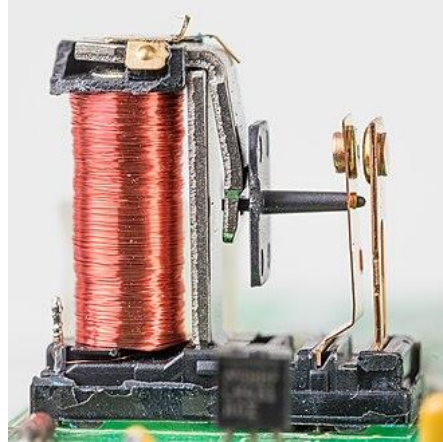


Εικόνα 3.17 Κύκλωμα DPDT

Επίσης, εκτός από την κατηγοριοποίηση σχετικά με τις επαφές υπάρχουν και διαφορετικοί τύποι ρελέ που χρησιμοποιούνται ανάλογα με το είδος της εφαρμογής, παρόλα αυτά οι πιο διαδεδομένοι είναι τρεις, το ηλεκτρομηχανικό ρελέ, ο solid state και το ρελέ reed.

- Το ηλεκτρομηχανικό ρελέ είναι ο πιο βασικός και διαδεδομένος τύπος ρελέ που υπάρχει. Λειτουργεί χρησιμοποιώντας το ηλεκτρομαγνητικό πηνίο του για να μπορεί να κινήσει τις επαφές του. Παρόλα αυτά όμως αυτή η κίνηση διαρκεί περισσότερο με αποτέλεσμα να δημιουργούνται τόξα και με την πάροδο του χρόνου να χαλάνε.
- Το solid state ρελέ λειτουργεί με την βοήθεια ενός ημιαγωγού που σκοπό έχει να ελέγχει τον μηχανισμό μεταγωγής του ρελέ. Αυτό επιδιώκεται με την βοήθεια χρήση ενός οπτικού σήματος χαμηλής τάσης από τον ημιαγωγό το οποίο όταν ενεργοποιηθεί, δίνει υψηλότερη τάση στο ελεγχόμενο φορτίο. Τα solid state ρελέ έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τα ηλεκτρομηχανικά ρελέ και είναι γνωστοί για την γρήγορη λειτουργία. Το κύριο μειονέκτημα τους όμως είναι η θερμότητα που παράγουν μέσω της λειτουργίας του ημιαγωγού, αυτό έχει ως αποτέλεσμα να προκαλέσει προβλήματα ή να χρειαστούν επιπλέον λύσεις για την αποφυγή της υπερθέρμανσης.
- Τα reed ρελέ μπορεί να έχουν ηλεκτρομηχανική βάση στον πυρήνα τους, αλλά χρησιμοποιούν έναν ειδικό σχεδιασμό για να μπορούν να μειώσουν ή να εξαλείψουν τα συνηθισμένα προβλήματα ηλεκτρομαγνητικού συντονισμού. Ένα reed ρελέ αποτελείται από δυο μαγνητικές λεπίδες που αιωρούνται μέσα σε ένα σωλήνα αδρανούς αερίου με ένα πηνίο, όταν αυτό το πηνίο ενεργοποιείται οι δυο λεπίδες έλκονται μεταξύ τους για να ολοκληρώσουν το κύκλωμα. Αυτό φέρνει ως αποτέλεσμα να μειώνεται μεγάλο μέρος της φθοράς που μειώνει και την διάρκεια ζωής των ηλεκτρομηχανικών ρελέ, όμως είναι πολύ αργή και δεν μπορούν να ελέγξουν μεγάλα ρεύματα όπως τα ρελέ solid state.[27]

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.



Εικόνα 3.18 Ηλεκτρομηχανικό Ρελέ



Εικόνα 3.19 Solid State Ρελέ

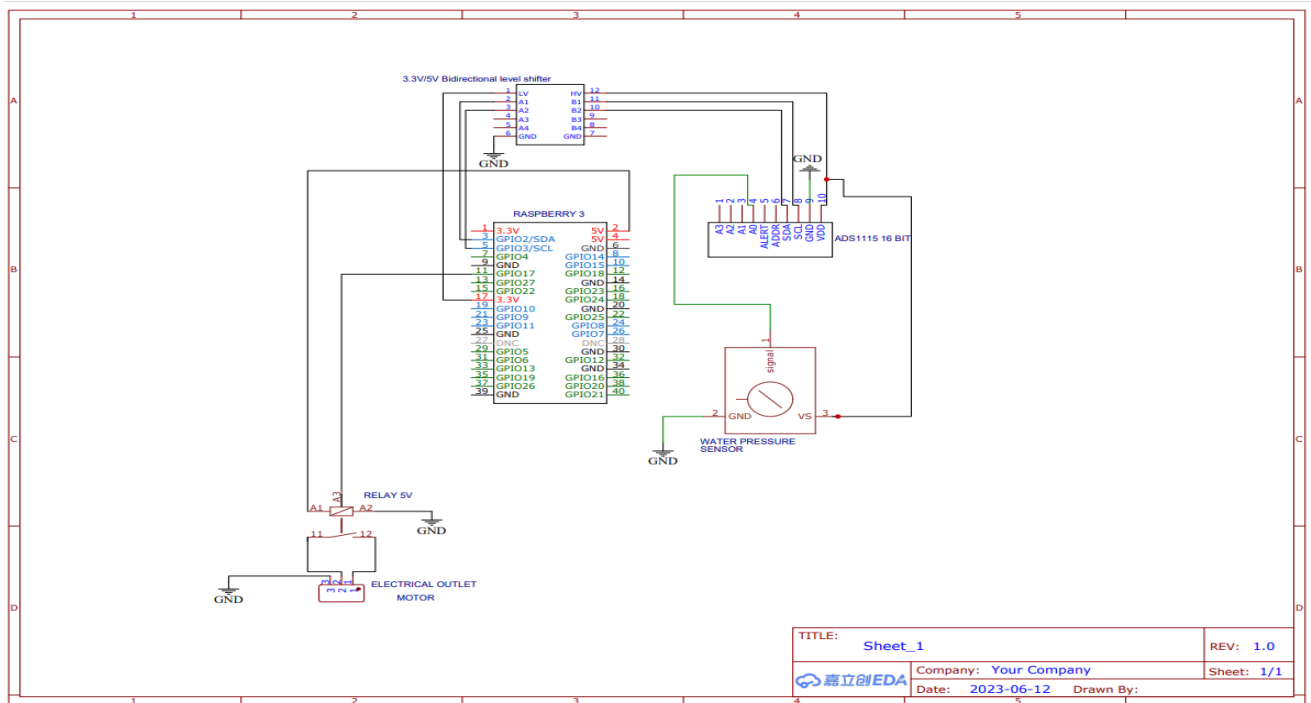


Εικόνα 3.20 Reed Ρελέ

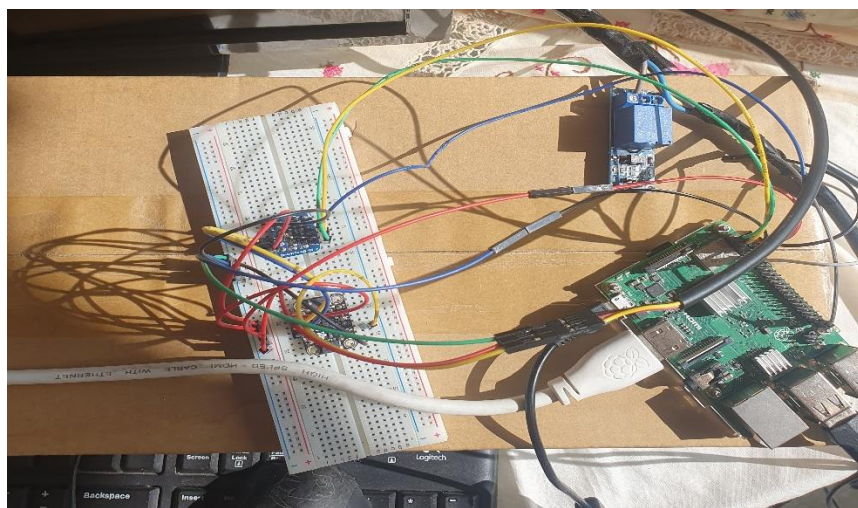
Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Κεφάλαιο 4^ο. Πειραματική διερεύνηση

Στο παρόν κεφάλαιο θα αναλύσουμε βήμα προς βήμα το ηλεκτρονικό κύκλωμα της μακέτας καθώς και την ανάλυση του προγράμματος με τη γλώσσα προγραμματισμού Python.



Εικόνα 4.0: Κυκλωματικό διάγραμμα μακέτας



Εικόνα 4.1 Ηλεκτρονικό κομμάτι της μακέτας

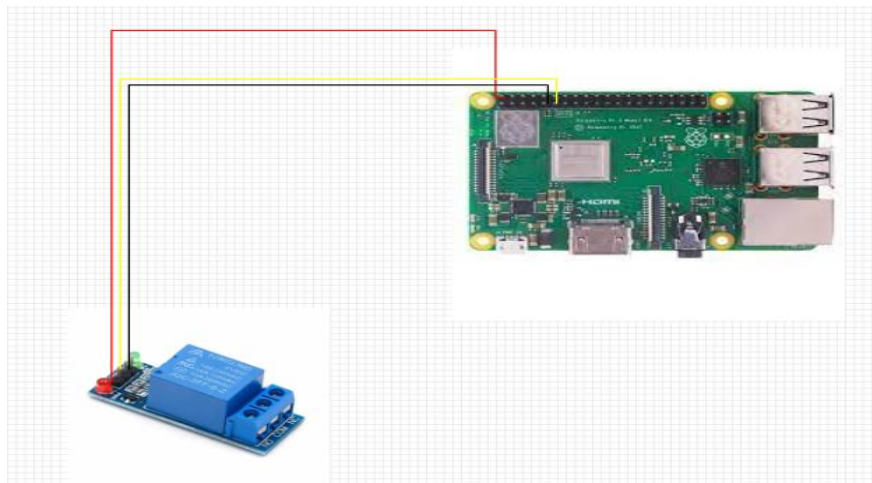
Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

4.1 Ανάλυση ηλεκτρονικού σχεδίου

Βήμα 1ο

Για να μπορέσουμε να κάνουμε έλεγχο της πίεσης του νερού θα πρέπει να έχουμε έναν ελεγκτή, στην περίπτωση αυτήν χρησιμοποιούμε ένα Raspberry Pi 3. Σκοπός του ελεγκτή μας είναι να ελέγχει την πίεση του νερού στο σύστημα μας και όποτε χρειαστεί να γίνει η επαναφορά της, να ενεργοποιεί μια αντλία νερού και αυτή με την σειρά της να επαναφέρει την πίεση στα επιθυμητά νούμερα. Το raspberry όμως δεν μπορεί να συνδεθεί απευθείας με την αντλία για δύο λόγους. Το ρεύμα που απαιτεί η αντλία νερού είναι μεγάλο (220V) ενώ το Raspberry Pi δίνει ρεύμα μέχρι 5V και επίσης χρειαζόμαστε έναν διακόπτη για να μπορεί ο ελεγκτής να ενεργοποιεί και να απενεργοποιεί την αντλία όποτε πρέπει, για αυτόν τον λόγο τοποθετούμε και ένα ρελέ. Το ρελέ που χρησιμοποιώ είναι ένα relay module 5v, αποτελείται από τρία pin Vcc ,Gnd και Signal οι οποίες συνδέονται όλες με GPIO (General Purpose Input Output)του Raspberry. Το pin Vcc χρησιμοποιείται για να δίνει ρεύμα 5 volt ο ελεγκτής στον ηλεκτρομαγνήτη του ρελέ, Gnd για την γείωση και Signal για να μπορεί να μεταφέρεται η πληροφορία από τον ελεγκτή μας στον ρελέ(Εικόνα 4.2).

- Vcc συνδέεται με το GPIO 2 του Raspberry Pi.
- Gnd συνδέεται με το GPIO 9 του Raspberry Pi.
- Signal συνδέεται με το GPIO 17 του Raspberry Pi.



Εικόνα 4.2 Σύνδεση ρελέ με Raspberry

Βήμα 2ο

Το επόμενο βήμα είναι να συνδέσουμε το ρελέ μαζί με την αντλία νερού. Η αντλία νερού που χρησιμοποιώ είναι μια επιφανειακή αντλία 0,5 αλόγων, εναλλασσόμενου

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

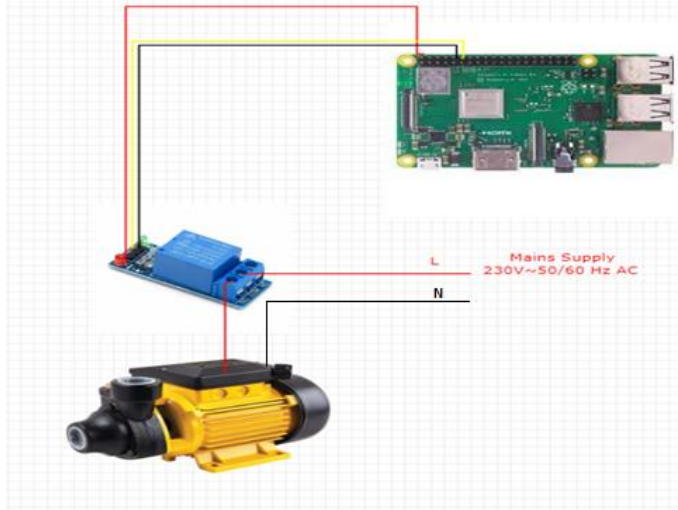
ρεύματος (220-230V/50 Hz) με μέγιστη πίεση στα 4 bar, στην παρακάτω εικόνα αναγράφονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά της αντλίας(Εικόνα 4.3).

Operating Voltage	220-230 V/50 Hz
Power	370 W/0,5 HP
Power Input	500 W
Maximum pressure	4 bar
Maximum Flow	2.1 m ³ /h
Pump Inlet/Outlet	1"/1"
Stator length(generator)	63 # L50 mm
Rotation speed	2.850/rpm
Protection	IP44
Insulation class	B
Continuous class	S1

Πίνακας 1 Χαρακτηριστικά της αντλίας VWP500

Το ρελέ μας αποτελείται από δύο επαφές μια NO και μια NC (Normally Open Και Normally Closed)(βλέπε Κεφάλαιο 2.1.6),εμείς χρειαζόμαστε την επαφή Normally Open διότι θέλουμε σε πρώτο στάδιο η αντλία να είναι σε κατάσταση ηρεμίας, όταν ο ελεγκτής θα δίνει σήμα μέσω του pin Signal τότε η επαφή αυτή να γίνεται Normally Closed και σε δεύτερη φάση η αντλία να δουλέψει. Το καλώδιο του ρεύματος συνδέεται σαν είσοδος στην επαφή NO και φεύγει από την επαφή com σαν έξοδος για να καταλήξει την αντλία. Η επαφή Com είναι κοινή και για την NO και για την NC.

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.



Εικόνα 4.4 Σύνδεση ρελέ με αντλία

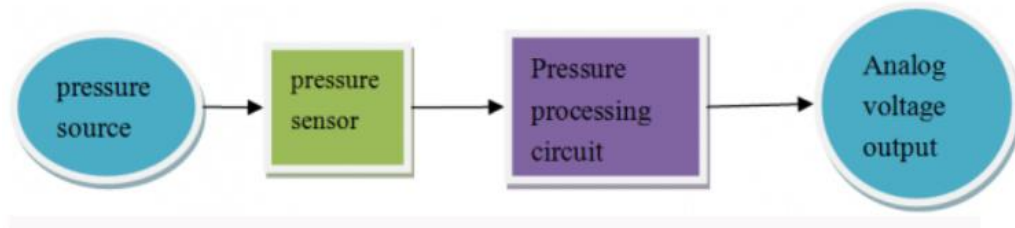
Βήμα 3ο

Στα δυο πρώτα βήματα δείξαμε στην ουσία την συνδεσμολογία της εξόδου στο κύκλωμα μας. Για να μπορεί να γίνουν όλα τα παραπάνω θα πρέπει να έχουν προηγηθεί ορισμένες εφαρμογές που έχουν να κάνουν με τις πληροφορίες και τις μετρήσεις που δέχεται το Raspberry Pi από τον αισθητήρα μας. Ο αισθητήρας μας είναι αισθητήρας πίεσης αναλογικού σήματος με τάση εισόδου 5V και γραμμική τάση εξόδου 0,5-4,5v , σκοπός της είναι η διάγνωση νερού και το πόσο ισχυρή είναι η πίεση του νερού σε ένα υδραυλικό σύστημα. Αποτελείται από τρία pins (VCC,GND και Signal), το Vcc είναι για το ρεύμα , η GND για την γείωση και Signal για την πληροφορία που δίνει ο αισθητήρας στο Raspberry Pi.[28]



Εικόνα 4.5 Αναλογικός αισθητήρας πίεσης νερού

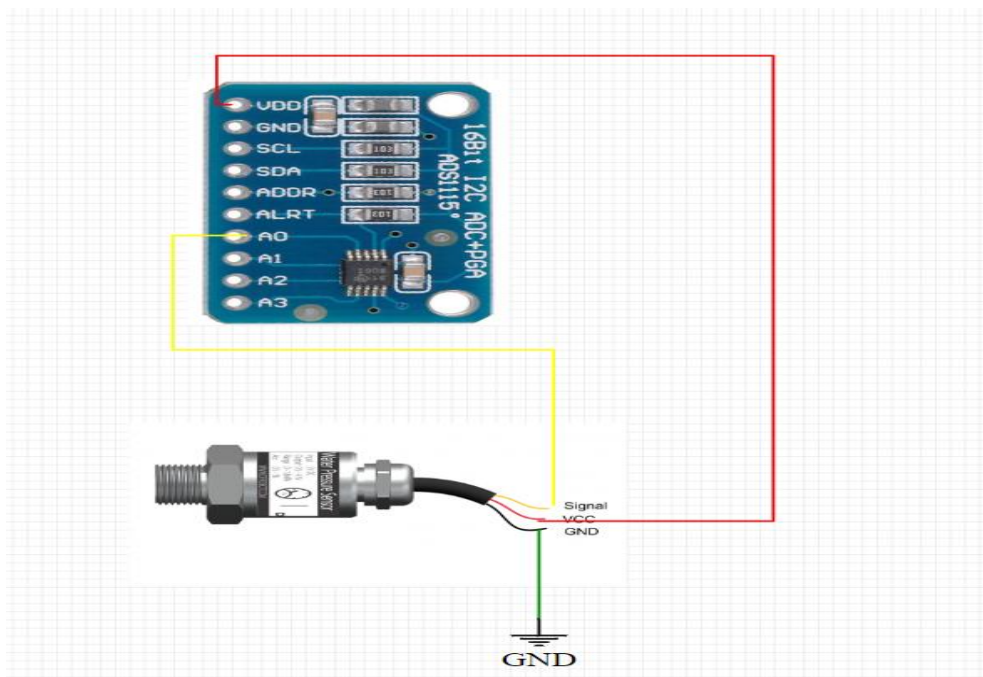
Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.



Εικόνα 4.6

Επειδή όμως ο αισθητήρας μας είναι αναλογικού σήματος και το Raspberry δέχεται μόνο ψηφιακό σήμα χρειάστηκε να χρησιμοποιήσω έναν μετατροπέα αναλογικού σε ψηφιακού σήματος ακριβείας, μετατροπέας αυτός ονομάζεται ADS1115. Το pin Signal του αισθητήρα ενώνεται με το είσοδο A0 του μετατροπέα και αυτός με την σειρά του αλλάζει το σήμα σε ψηφιακό και το στέλνει στο Raspberry μέσω του πρωτοκόλλου I2C (Κεφάλαιο 3.1.3).

- Το Vcc του αισθητήρα συνδέεται με το pin VDD του ADS1115.
- Το GND του αισθητήρα συνδέεται με τον pin GND του ADS1115.
- Το Signal του αισθητήρα συνδέεται με το pin A0 του ADS1115.



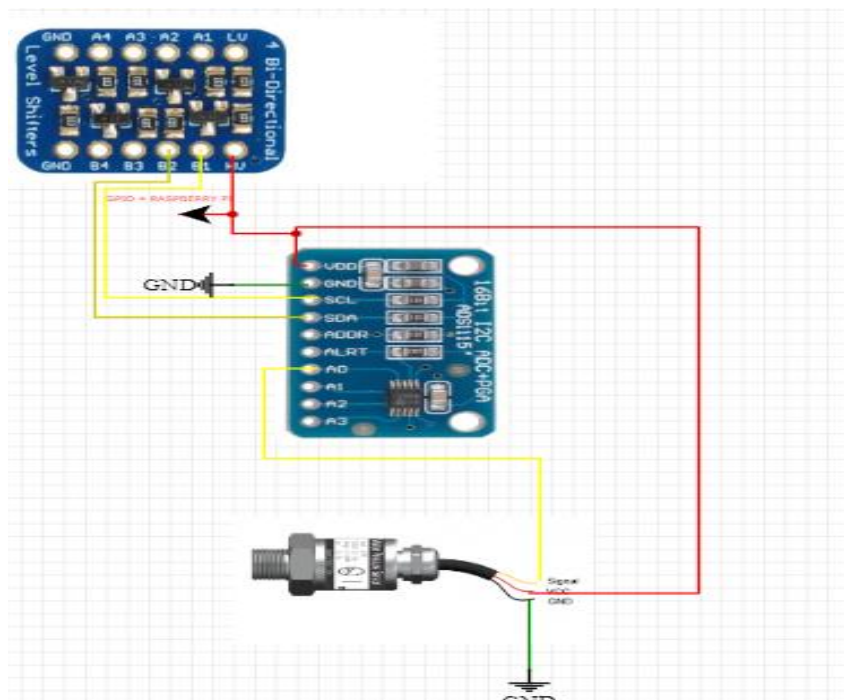
Εικόνα 4.7 Σύνδεση αισθητήρα με την πλακέτα ADS1115

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Βήμα 4ο

Όπως αναφερθήκαμε προηγουμένως το Raspberry Pi δέχεται τα δεδομένα και την πληροφορία μέσω ενός πρωτοκόλλου I2C που αποτελείται από δύο καλώδια SDA και SCL. Ιδανικά θα συνδέαμε τα pins SCL και SDA του μετατροπέα κατευθείαν στα pins GPIO 3(SCL) και GPIO 2(SDA) του Raspberry αντίστοιχα , αυτό όμως δεν είναι εφικτό διότι η πληροφορία μεταδίδεται με τάση 3.3v αντί για 5v που δέχεται ο ADS1115 από το Raspberry Pi. Για αυτό και θα πρέπει ανάμεσα από τις δύο συσκευές να τοποθετηθεί ένας μεταγωγέας τάσης (bi-directional level shifter). Όπως έχουμε αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο ο μεταγωγέας που χρησιμοποιώ είναι διπλής κατευθύνσεως δηλαδή μπορεί να μετατοπίζει τα 5V σε 3.3V και το ανάποδο(Κεφάλαιο **3.1.4**). Σε πρώτο στάδιο συνδέουμε τον ADS1115 με τον bi-directional level shifter. Ο μεταγωγέας αποτελείται από Pins HV(HIGH VOLTAGE) και LV(LOW VOLTAGE), στα Pins HV θέλουμε να συνδέσουμε τον ADS1115 διότι μόνο με τάση 5v μπορεί να μεταφερθεί η πληροφορία του. Η συνδεσμολογία του είναι η εξής:

- Το pin του ADS1115 Vcc συνδέεται με την GPIO 4 (5V) του Raspberry και σε σειρά συνδέουμε και το Pin HV του bi-directional level shifter.
- Το pin SCL του ADS1115 συνδέεται με το pin B1 του bi-directional level shifter.
- Το pin SDA του ADS1115 συνδέεται με το pin B2 του bi-directional level shifter.
- Το pin του ADS1115 GND συνδέεται με την GPIO 39 (GROUND) του Raspberry.



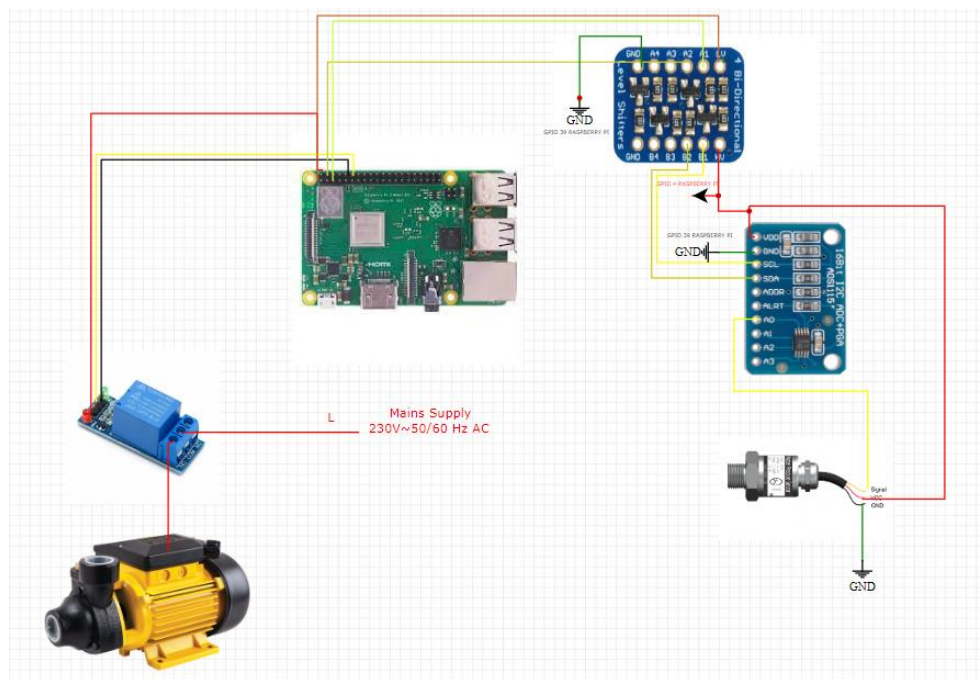
Εικόνα 4.8 Σύνδεση πλακέτας ADS1115 με Level Shifter

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Βήμα 5ο

Το πέμπτο και τελευταίο βήμα του ηλεκτρονικού σχεδίου αφορά την σύνδεση του Raspberry Pi με τον του bi-directional level shifter. Τα pins LV του μεταγωγέα (LV, A1, A2, A3 και A4) είναι pins χαμηλής τάσης 3.3v, όπως αναφέραμε και πριν τα δεδομένα και οι πληροφορίες που δίνει ο αισθητήρας μας πρέπει να καταχωρηθούν στο Raspberry με τάση 3.3v για αυτό και θα πρέπει το pin low voltage να συνδεθεί με το GPIO 1 (3V3 power) για να μπορεί το Raspberry να δίνει και να παίρνει πληροφορίες κατάλληλα. Οι SDA(GPIO 2) και SCL(GPIO 3) του Pi συνδέονται στην πλευρά χαμηλότερης τάσης level shifter στις θύρες A1 και A2.

- Το pin LV του bi-directional level shifter με το GPIO 1 του Raspberry Pi.
- Το pin A1 του bi-directional level shifter με το GPIO 3 του Raspberry Pi.
- Το pin A2 του bi-directional level shifter με το GPIO 2 του Raspberry Pi.
- Το pin GND του bi-directional level shifter με το GPIO 39 του Raspberry Pi.



Εικόνα 4.9 Ολοκληρωμένο ηλεκτρονικό σχέδιο

4.2 Ανάλυση κώδικα

Παρακάτω θα αναλύσω βήμα προς βήμα τον κώδικα μου χρησιμοποιήσα για το σύστημα επιτήρησης της πίεσης. Με απλά λόγια ο σκοπός του Raspberry με την βοήθεια του κώδικα είναι να ελέγχει μια αντλία νερού, με βάση τα δεδομένα και τις μετρήσεις που δέχεται από έναν αισθητήρα πίεσης νερού. Όταν το σύστημα βρίσκεται σε ισορροπία

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

υπάρχει μια σταθερή πίεση 4 bar στους σωλήνες. Με το που ξεκινήσει να τρέχει ο κώδικας, εμφανίζεται στη οθόνη μας η πίεση του συστήματος με ανανέωση δυο δευτερολέπτων. Όταν η βάνα ανοίγει, η πίεση του νερού ξεκινάει να πέφτει αργά και φαίνεται στην οθόνη κάθε 2 δευτερόλεπτα που ανανεώνεται. Με το που πέσει η πίεση κάτω από το όριο που εμείς έχουμε ορίσει, ενεργοποιείται το ρελέ και η αντλία ξεκινάει να δουλεύει με σκοπό να επαναφέρει την πίεση στο επίπεδο που θέλουμε και έχουμε ορίσει στο κώδικα. Όταν φτάσει το επίπεδο αυτό τότε η αντλία σταματάει.

Αναλύοντας το κώδικα παρακάτω, στην αρχή πρέπει να ενσωματώσουμε τις απαραίτητες βιβλιοθήκες που απαιτούνται στο πρόγραμμα.

```
from time import sleep
import Adafruit_ADS1x15
import RPi.GPIO as GPIO
```

Εικόνα 4.10: Εισαγωγή βιβλιοθηκών

Με την εντολή **import** εισάγουμε τις βιβλιοθήκες που χρειάζονται. Για αρχή με την εντολή **from time import sleep**, παίρνουμε από την βιβλιοθήκη time την μέθοδο sleep διότι μόνο αυτήν χρειαζόμαστε. Σειρά έχει η βιβλιοθήκη **Adafruit_ADSx15** η οποία χρησιμοποιείται για την διαχείριση των σημάτων της πλακέτας ADS1115, με σκοπό να μπορέσουμε να μεταφέρουμε και να επεξεργαστούμε στο Raspberry το σήμα του αισθητήρα, αφού το Raspberry δέχεται μόνο ψηφιακό σήμα.

Τέλος η βιβλιοθήκη **RPi.GPIO as GPIO** χρησιμοποιείται για να μπορεί ο κώδικας να έχει πρόσβαση στα General input/output (GPIO) του Raspberry με σκοπό να μπορεί να τα ελέγχει όταν αλληλοεπιδρούν με άλλες συσκευές και κυκλώματα. Θα μπορούσαμε να το δηλώσουμε μόνο ως `import RPi.GPIO` αλλά χρησιμοποιούμε και το **as GPIO** ως ψευδώνυμο για να μην χρησιμοποιούμε στο κώδικα ολόκληρο το όνομα της βιβλιοθήκης.

```
adc = Adafruit_ADS1x15.ADS1115(address=0x48, busnum=1)
```

Εικόνα 4.11 Εντολή για την δημιουργία adc

Στη συνέχεια η εντολή **adc = Adafruit_ADSx15.ADS1115(address=0x48, busnum=1)** δημιουργεί ένα αντικείμενο με την ονομασία **adc** της βιβλιοθήκης **Adafruit_ADSx15**. Με την εντολή αυτή μπορεί το Raspberry να επικοινωνήσει μέσω του πρωτοκόλλου I2C με τη πλακέτα ADS1115 μέσω της διεύθυνσης 0x48. Η διεύθυνση αυτή είναι σεταρισμένη στην πλακέτα και για να την βρούμε πρέπει να πάμε στην γραμμή

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

εντολών και να πληκτρολογήσουμε την εντολή << sudo i2cdetect -y 1 >> όπως φαίνεται στη εικόνα 4.12 .

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo i2cdetect -y 1
   0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  a  b  c  d  e  f
00:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
10:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
20:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
30:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
40:  --  --  --  --  --  --  --  48  --  --  --  --  --  --  --
50:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
60:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
70:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
```

Εικόνα 4.12 Διεύθυνση 0x48

Στην δικιά μας περίπτωση η διεύθυνση είναι η 0x48. Με την εντολή busnum=1 κάνουμε αρίθμηση στον διανομέα(bus) που θα χρησιμοποιήσουμε για την επικοινωνία του Raspberry και του ads1115.

```
GAIN=2/3
Offset=0.468
```

Εικόνα 4.13 τιμή GAIN και Offset αισθητήρα

Σύμφωνα με το datasheet της πλακέτας ADS1115 είναι απαραίτητο να δηλώσουμε στον κώδικα μια τιμή GAIN. Από την στιγμή που το ADS1115 δουλεύει με τάση 5 volt , η τιμή της μεταβλητής GAIN πρέπει να ρυθμιστεί στα 2/3 που είναι για να αναγνωρίζει τάσεις έως 6,144 V (Πίνακας 2). Ο παρακάτω πίνακας δείχνει διαφορετικές τιμές GAIN για περιπτώσεις διαφορετικών τάσεων.[23]

PGA SETTING	FS(V)
2/3	±6.144V
1	±4.093V
2	±2.048V
4	±1.024V
8	±0.512V
16	±0.256V

Πίνακας 2: Τιμές ρύθμισης GAIN για το ADS1115

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Όπως φαίνεται δεν μπορούμε να δώσουμε άλλη τιμή γιατί όλες είναι μικρότερες από τη προ απαιτούμενη. Όπως έχει αναφερθεί και πιο πάνω η τάση εξόδου του αισθητήρα μας κυμαίνεται περίπου από 0,5-4,5 Volt. Θα χρειαστεί λοιπόν να ελέγξουμε την τάση που δίνει το αισθητήριο σε μηδενική πίεση και να ορίσουμε μια μεταβλητή offset για τη χρήση της στους επόμενους υπολογισμούς. Συνδέοντας τον αισθητήρα στο κύκλωμα και βγάζοντάς τον από τον σωλήνα, παίρνουμε τάση εξόδου 0.468, για αυτό και έχουμε δηλώσει ότι offset=0.468.[27]

Αφού ορίσαμε τις απαραίτητες μεταβλητές συνεχίζουμε με έναν ατέρμονα βρόγχο με την εντολή while True. Έτσι μέχρι να κλείσει το Raspberry το πρόγραμμα θα κάνει κύκλους μέσα στην δομή while.

```
while True:
    value = 0
    value = adc.read_adc(0, gain=GAIN)
    volts = value / 32767.0 * 6.144
    print("value: ", value)
    print("volts: ", volts)
```

Εικόνα 4.14 Υπολογισμός value και volts

Με την εντολή value=0 αρχικοποιούμε την μεταβλητή value με τιμή 0. Η εντολή value = adc.read_adc (0, gain=GAIN) χρησιμοποιείται για την ανάγνωση του αναλογικού σήματος από το κανάλι 0 του ads1115 μέσω της παραμέτρου gain που περνάει από την ενίσχυση GAIN=2/3 που ορίστηκε προηγουμένως. Η τιμή που προκύπτει από την εντολή αποθηκεύεται στην μεταβλητή value.

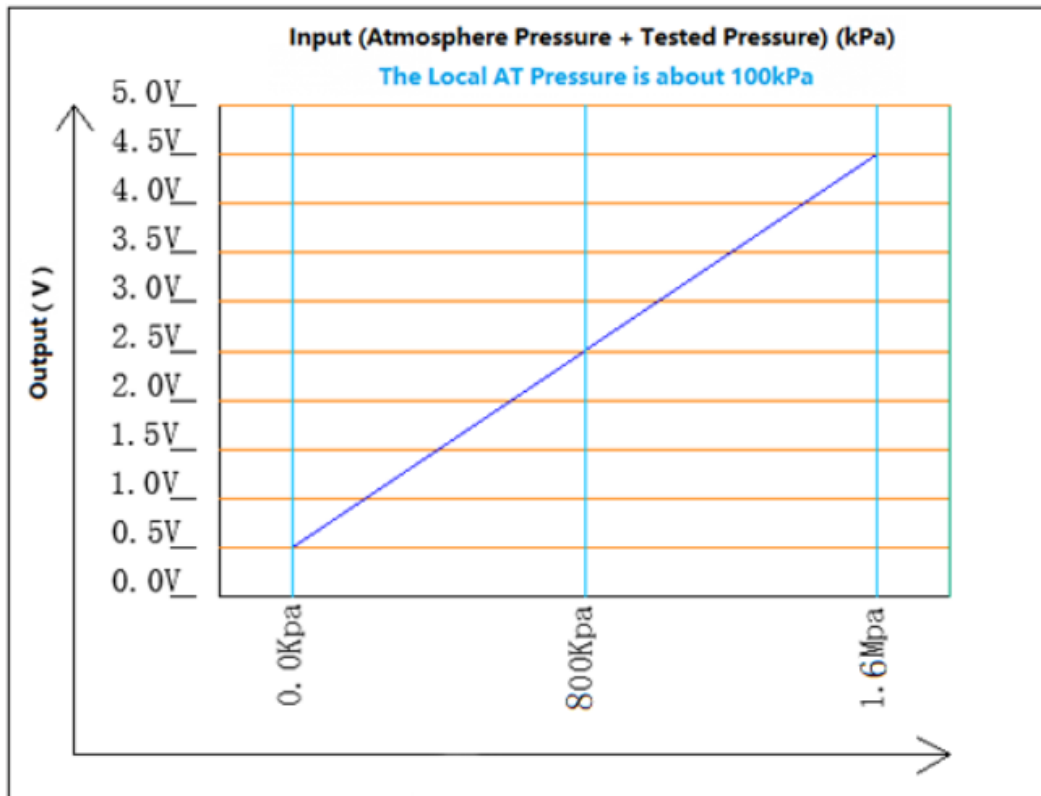
Με λίγα λόγια η εντολή αυτή μας δίνει ως αποτέλεσμα τις αναλογικές τιμές που παίρνει ο αισθητήρας από τον σωλήνα. Για να μπορέσουμε να μετατρέψουμε την τιμή που λαμβάνουμε από τον αισθητήρα, σε τάση θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε την εντολή volts= value/32767*6.144. Η τιμή value περιέχει το αποτέλεσμα από το ADS1115, ο αριθμός 32767 προκύπτει από το μέγιστο εύρος τιμών που μπορεί να δώσει ο ADS1115, δηλαδή $2^{15} = 32767$ διαφορετικές τιμές (όπου 15 το πλήθος των bits που διαθέτει ο ADS1115) και το 6.144 είναι η μέγιστη τιμή σε Volts που έχει την δυνατότητα να μετρήσει ο ads1115.

Τέλος με την εντολή **print** επιλέγουμε να εμφανίζονται στην οθόνη μάς οι τιμές value και volts.

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

```
kpascal = (volts - Offset) * 250  
print("Pressure: ", kpascal, " kPa")
```

Εικόνα 4.15 Υπολογισμός KiloPascal



Εικόνα 4.16 Καμπύλη για ένα αισθητήριο του τύπου που χρησιμοποιούμε

Για να μπορέσουμε να εμφανίζουμε την πίεση του συστήματος στην οθόνη μας για την παρατήρηση των μετρήσεων, χρησιμοποιούμε την εντολή $kpascal = (volts - Offset) * 250$, αφαιρούμε την τιμή Offset από την τιμή volts, που εξηγήσαμε στο προηγούμενο βήμα και το αποτέλεσμα αυτών το πολλαπλασιάζουμε με έναν συντελεστή ο οποίος εξαρτάται από το αισθητήριο. Στην περίπτωση μας η τιμή είναι 250. Αυτό προκύπτει από μετρήσεις που έγιναν για τη δημιουργία της καμπύλης τιμών του αισθητηρίου. Γνωρίζοντας ότι το αισθητήριο είναι γραμμικό χρειάστηκε να πάρουμε δύο ακραίες τιμές και να χαράξουμε την ευθεία παράγοντας τον συντελεστή.

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

```
bar=kpascal / 100

print ("Bar:", bar, " bar ")
sleep(2)
```

Εικόνα 4.17 Υπολογισμός Bar

Από την φυσική γνωρίζουμε ότι για να μετατρέψεις τα KPascal σε bar θα πρέπει να χρησιμοποιήσεις τον τύπο **Bar = KPascal/100**. Η εντολή print χρησιμοποιείται για να εμφανίζει το αποτέλεσμα της παραπάνω εντολής με την μορφή ‘Bar’ στο Raspberry. Επειδή όμως θέλουμε να έχουμε συνεχή ανανέωση και ενημέρωση για την πίεση του κυκλώματος χρησιμοποιούμε την εντολή **sleep (2)** για να εμφανίζονται οι μετρήσεις κάθε 2 δευτερόλεπτα.

```
if kpascal < 200 :
    GPIO.output(17, GPIO.HIGH)
    print("Η αντλία νερού λειτουργεί...")
if kpascal > 350 :
    GPIO.output(17, GPIO.LOW)
    print("Η αντλία νερού έχει σταματήσει.")
```

Εικόνα 4.18 Εντολές για ενεργοποίηση και απενεργοποίηση αντλίας

Ο κύριος σκοπός της εργασίας είναι να μπορούμε να κάνουμε επιτήρηση του νερού στο κλειστό κύκλωμα μας και να επαναφέρουμε την πίεση στα αρχικά στάδια όποτε χρειάζεται. Όταν στο σύστημα η πίεση πέφτει κάτω από 200 kilopascal(**If kpascal < 200**) τότε η αντλία θα ξεκινήσει να λειτουργεί με εντολή που θα πάρει από το Raspberry (**GPIO.output(17, GPIO.HIGH)**) όπου 17 το GPIO που έχουμε συνδέσει το ρελέ για να ανοίγει ή να κλείνει την αντλία μας. GPIO.HIGH είναι μια λογική συνθήκη 1, δηλαδή ότι το GPIO είναι σε κατάσταση ενεργοποίησης ή "ενεργός". Τέλος, επειδή θέλουμε να ενημερωθούμε για το αν η αντλία λειτουργεί χρησιμοποιούμε την εντολή **print (“Η αντλία νερού λειτουργεί...”)** και το μήνυμα αυτό εμφανίζεται στην οθόνη μας.

Όταν η πίεση στο σύστημα επανέλθει στα 350 kilopascal τότε η αντλία θα σταματήσει αφού θα έχει επαναφέρει την πίεση στα αρχικά στάδια. Η αντλία θα σταματήσει να λειτουργεί με την εντολή **GPIO.output(17,GPIO.LOW)** όπου GPIO.LOW είναι μια συνθήκη 0, δηλαδή το GPIO είναι σε κατάσταση απενεργοποίησης. Τέλος, πάλι βάζουμε μια εντολή **print(“Η αντλία νερού έχει σταματήσει.”)** για να μας εμφανίζει μήνυμα στην οθόνη.

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

4.3 Ανάλυση μακέτας

Η μακέτα αποτελείται από δύο δεξαμενές A και B οι οποίες αν μιλήσουμε υποθετικά είναι δυο πηγές νερού (λίμνη και δεξαμενή σπιτιού αντίστοιχα), μια αντλία νερού η οποία έχει σκοπό να τροφοδοτεί την αντλία B με νερό, έναν αναλογικό αισθητήρα πίεσης ο οποίος ελέγχει την πίεση του νερού και δίνει σήμα στην αντλία μέσω ενός συστήματος να ανοίξει όποτε χρειαστεί, οι σωλήνες που είναι το μέσο για να μπορεί το νερό να ρέει, μια ανεπίστρεπτη αντλία που είναι τοποθετημένη ακριβώς μετά την αντλία και δεν επιτρέπει το νερό να γυρνάει πίσω σε αυτήν, μια βάνα από την οποία προκύπτει η διαρροή του νερού και τέλος ένα δοχείο διαστολής νερού το οποίο έχει τοποθετηθεί για να αποθηκεύει νερό διότι οι δεξαμενές είναι πολύ κοντά μεταξύ τους και όταν γίνεται διαρροή η πίεση πέφτει ακαριαία και επειδή και η αντλία είναι μεγάλη όταν ανοίγει ανεβάζει την πίεση σε μικρό χρονικό διάστημα, με λίγα λόγια στην περίπτωση μας λειτουργεί σαν προέκταση των σωλήνων για να υπάρχει περισσότερο νερό και το κύκλωμα να κυλάει πιο ομαλά.

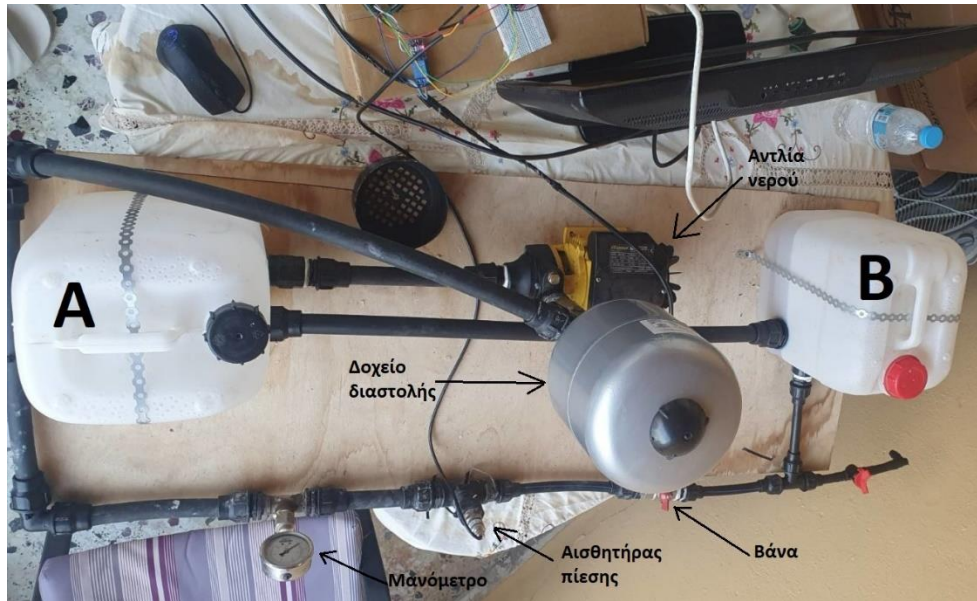
4.3.1 Υποθετικό σενάριο

Τέτοια κυκλώματα επιτήρησης της πίεσης του νερού χρησιμοποιούνται σε πάρα πολλές εφαρμογές στην καθημερινότητα (συστήματα ψύξης σε βιομηχανίες, συστήματα HVAC, συστήματα διανομής νερού, κτλπ).

Ας υποθέσουμε λοιπόν ότι το δοχείο A είναι μια λίμνη με νερό και το δοχείο B είναι μια δεξαμενή που χρησιμοποιείται για το πότισμα ενός χωραφιού. Κάθε φορά που πρέπει να ποτιστούν τα φυτά ο χρήστης ανοίγει μία βάνα στη γραμμή μεταξύ του δοχείου A (γεώτρηση) και του δοχείου B (δεξαμενή). Με έναν αισθητήρα ελέγχετε η πίεση του σωλήνα που περνάει το νερό από το δοχείο A (γεώτρηση) προς το δοχείο B (δεξαμενή). Όσο η πίεση αυτή είναι κάτω από το επιθυμητό επίπεδο η αντλία τίθεται σε λειτουργία και γεμίζει το δοχείο B (δεξαμενή) από το οποίο ποτίζονται τα φυτά του χωραφιού. Αν το δοχείο B (δεξαμενή) γεμίσει αρκετά και η πίεση στον σωλήνα φτάσει μια την επιθυμητή τιμή τότε η αντλία βγαίνει εκτός λειτουργίας και ο κύκλος συνεχίζεται μέχρι να τελειώσει το πότισμα και ο χρήστης να κλείσει τη βάνα.

Με βάση το υποθετικό σενάριο έγινε προσπάθεια να κατασκευαστεί η μακέτα στην (Εικόνα 4.19). Για λόγους παρουσίασης της αλλαγής πίεσης χρειάστηκε να προστεθεί στη γραμμή ένα δοχείο διαστολής καθώς οι αποστάσεις των σωλήνων είναι μικρές και η αλλαγές της πίεσης γίνονταν απότομα.

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

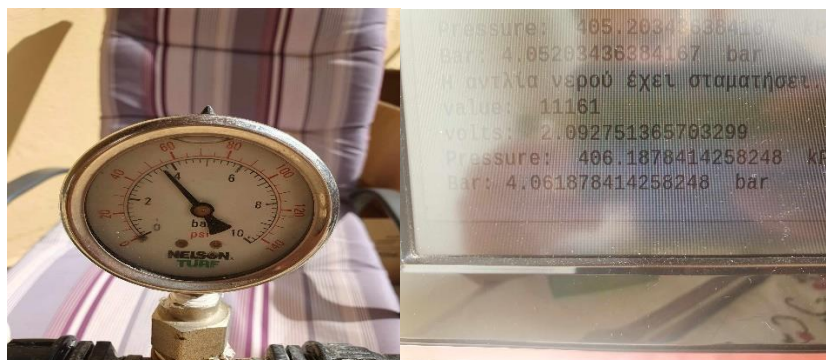


Εικόνα 4.19: Μακέτα πειραματικής διάταξης

Με την παραπάνω πειραματική διάταξη έγινε με επιτυχία ο αυτόματος έλεγχος της πίεσης του σωλήνα για το υποθετικό σενάριο που παρουσιάστηκε.

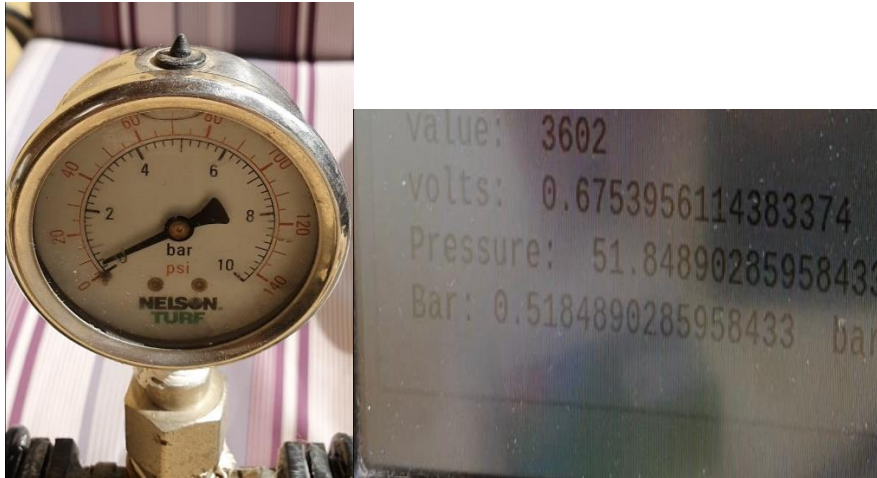
4.3.2 Μετρήσεις

Παρακάτω θα δούμε τις μετρήσεις που παίρνει το μανόμετρο και το Raspberry Pi πριν την έναρξη της αντλίας όταν η βάνα δηλαδή είναι κλειστή, όταν η βάνα ανοίγει για να γίνει η διαρροή του νερού αλλά και την τελική μέτρηση όταν η αντλία έχει ανοίξει και έχει επαναφέρει την πίεση.



Εικόνα 4.20 Μέτρηση μανόμετρου πριν ανοίξει η βάνα
Εικόνα 4.21 Μέτρηση Raspberry Pi πριν ανοίξει η βάνα

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.



*Εικόνα 4.22 Μέτρηση μανόμετρου αφού ανοίξει η βάνα.
Εικόνα 4.23 Μέτρηση Raspberry Pi αφού ανοίξει η βάνα*



*Εικόνα 4.24 Μέτρηση μανόμετρου αφού ανοίξει η αντλία.
Εικόνα 4.25 Μέτρηση Raspberry Pi αφού ανοίξει η αντλία*

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Κεφάλαιο 5°. Συμπεράσματα και παρατηρήσεις

Η πτυχιακή εργασία μου έδωσε πάρα πολλές γνώσεις όσο αφορά τα συστήματα επιτήρησης του νερού αλλά και γενικά γνώσεις που αφορούν τον αυτοματισμό διότι μέσα από αυτήν την εργασία είχα την ευκαιρία να ασχοληθώ και να μάθω το πως χρησιμοποιείται ένα Raspberry Pi, πως λειτουργεί σε πειραματικό κομμάτι ένας αισθητήρας και πολλά άλλα που θεωρώ ότι θα μου φανούν χρήσιμα για το μέλλον. Ξεκινώντας την εργασία μου στόχος ήταν η εύρεση των κατάλληλων εξαρτημάτων για τη σύνθεση της μακέτας και στη συνέχεια η σωστή τους σύνδεση για τη δημιουργία ενός κλειστού κυκλώματος πίεσης νερού. Αρχικά, σχεδίασα αρκετά σενάρια στο χαρτί και συνεχώς προσπαθούσα μέσω παραδειγμάτων να κατανοήσω την λογική πάνω σε αυτό με αποτέλεσμα να καταλήξω στην σημερινή μακέτα.

Στο επόμενο βήμα, στόχος ήταν η εύρεση και αγορά κατάλληλων δεξαμενών, σωλήνων και μιας βάνας. Ταυτόχρονα, για την κατασκευή του κλειστού συστήματος πίεσης νερού ήταν απαραίτητη η εύρεση κατάλληλης αντλίας, έτσι ώστε να επιτευχθεί η ροή του νερού στο σύστημα καθώς και ενός αισθητήρα πίεσης νερού.

Στην αρχή στόχος ήταν η αγορά μιας μικρής αντλίας για ενυδρεία και σιντριβάνια αλλά δεν ήταν σίγουρο ότι θα μπορούσε να παρέχει τη σωστή πίεση για αυτό που χρειαζόταν και έτσι επιλέχθηκε σε μια μονοφασική αντλία νερού. Όταν έψαχνα για αισθητήρα νερού ήθελα να μετράει την πίεση του σωλήνα και αυτό επιτυγχάνεται μόνο με έναν βιδωτό αισθητήρα για αυτό και δεν είχα πολλές επιλογές ως προς αυτό το κομμάτι για αυτό κατέληξα στον αναλογικό αισθητήρα πίεσης νερού. Το στήσιμο της μακέτας δεν ήταν κάτι πολύ απλό παρά το γεγονός ότι γνώριζα από πριν τη συνδεσμολογία.

Σε πρώτο στάδιο έβαλα την αντλία να λειτουργήσει προκειμένου να εξεταστεί η ορθή λειτουργία του κυκλώματος και στην συνέχεια σύνδεσα σε σειρά την αντλία με έναν ρελέ. Από εκεί και πέρα έπρεπε να φτιάξω ένα μικρό κώδικα στο Raspberry για να διαπιστώσω ότι το ρελέ ενεργοποιεί την αντλία και αυτό έκανα και δούλεψε. Το επόμενο βήμα ήταν να συνδέσω τον αισθητήρα με το raspberry αλλά επειδή το raspberry δεν έχει pins για αναλογικό σήμα χρειάστηκε να αγοράσω ένα τσιπάκι ads1115 για να μετατρέψω το σήμα σε ψηφιακό και έναν level shifter διότι το raspberry δέχεται σήμα στα GPIO SDA και SCL μόνο με 3.3V. Όταν έφτιαξα και τον κώδικα έκανα τις πρώτες ολοκληρωμένες δοκιμές και διαπίστωσα ότι η πίεση που μου έδινε ο αισθητήρας ήταν πολύ μικρή, κάνοντας μια αναζήτηση στο datasheet του κατάλαβα τι είχα κάνει λάθος και το διόρθωσα, παρόλα αυτά συνέχιζα να έχω σχεδόν μηδενική πίεση. Στη συνέχεια, συμβουλευτήκα υδραυλικό, ο οποίος μου εξήγησε πως η παραμικρή διαρροή στους σωλήνες επιφέρει μηδενική πίεση. Ως αποτέλεσμα, μόνωσα με ένα ειδικό υλικό τους σωλήνες για να σταματήσουν οι διαρροές. Διορθώνοντας αυτό ξεκίνησα πάλι τις δοκιμές και όλα λειτουργούσαν όπως ήθελα, το μόνο που με προβλημάτιζε ήταν ότι όταν άνοιγα την βάνα

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

η πίεση έπεφτε ακαριαία, αυτό οφειλόταν κυρίως στο τι οι δεξαμενές και οι σωλήνες ήταν κοντά μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να βάλω και ένα δοχείο διαστολής. Η προσθήκη του συγκεκριμένου δοχείου συνέβαλε στην επίτευξη ομαλής λειτουργίας του συστήματος πίεσης νερού κλειστού κυκλώματος που κατασκευάστηκε.

5.1 Μελλοντικές αλλαγές

Μελλοντικά μπορούν να γίνουν κάποιες αλλαγές στο σύστημα επιτήρησης της πίεσης νερού. Αρχικά θα ήθελα να προσθέσω μια ηλεκτροβάννα που και αυτή θα ελέγχεται από το Raspberry Pi προκειμένου το σύστημα να λειτουργεί εξ ολοκλήρου με αυτοματισμό. Επίσης θα ήθελα να φτιάξω ένα σύστημα συλλογής δεδομένων που θα αποθηκεύει όλα τα δεδομένα προκειμένου να δημιουργηθούν αναφορές και γραφήματα για το κύκλωμα επιτήρησης της πίεσης του νερού.

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

Βιβλιογραφία

Ξένη βιβλιογραφία

- 1) Hydronamics by Garrett Birkhoff, 2016
- 2) Automation by Margaret Rouse, 2023
- 3) Watering Systems for Lawn & Garden: A Do-It-Yourself Guide by R. Dodge Woodson, 1996
- 4) Modern Hydronic Heating: For Residential and Light Commercial Buildings by John Siegenthaler
- 5) Process Cooling Systems Explained by Robert Tucker, 2021
- 6) Raspberry Pi Cookbook: Software and Hardware Problems and Solutions by O'Reilly, 2023
- 7) RASPBERRY PI: Step-by-Step Guide To Raspberry Pi For Beginners, Independently published, 2018
- 8) Pumps & Compressors by Marc Borremans, 2019
- 9) Lost in Optimisation of Water Distribution Systems? A Literature Review of System Design by Helena Mala-Jetmarova, Nargiz Sultanova and Dragan Savic
- 10) Monitoring Pressure in a Water Distribution System by Paul Balsom, 2021
- 11) Analog-to-digital converter——ADS1115 by Liyan Gong, 2020
- 12) Raspberry Pi Analog Water Sensor Tutorial, October 2016
- 13) Sensor by Robert Sheldon, 2022
- 14) Logic level shifting basics by Don Johanneck, 2021
- 15) 4 Reasons to Monitor Pressure in Water Distribution Systems by Trey
- 16) Pump Jet, by Surface Productions Operations, 2019

Ελληνική βιβλιογραφία

- 17) Διπλωματική εργασία: ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΕΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ HVAC ΣΕ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΣΥΣΚΕΥΗ, by Βαθιώτη Μαρία, Οκτώβριος 2021
- 18) Η Ιστορία των Ρομπότ. Η εξέλιξή τους, Μαρία Κυδωνάκη, 2017
- 19) Αντλίες , ΙΩΑΝΝΗ Κ. ΔΑΓΚΙΝΗ και ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ Ι. ΓΛΥΚΑ, 2016
- 20) Το πρωτόκολλο επικοινωνίας I2C, Γιάννης Πλευράκης, 2020
- 21) ΗΛΕΚΤΡΟΝΟΜΟΙ-ΡΕΛΕ, Δημήτρης Ευθυμίου

Διαδίκτυο

- 22) 12 Examples of Automation in Real Life, <https://studiousguy.com/automation-examples/>

Κατασκευή συστήματος επιτήρησης της πίεσης σε κλειστό κύκλωμα μεταφοράς νερού με την χρήση Raspberry Pi.

- 23) Water Pumps: What they are and how they work , Telco Intercon 2022, <https://www.telcointercon.com/blog/194-what-are-water-pumps-and-how-do-they-work>
- 24) ADS1115 datasheet, <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/ads1115.pdf>
- 25) 4 Arduinos Analog and Digital Sensors, <https://36projectsblog.wordpress.com/4-arduino-analog-and-digital-sensors/>
- 26) Voltage Level Shifter 3.3V to 5V, Level Converter 5V to 3.3V, <https://www.rfwireless-world.com/Terminology/Voltage-level-converter-or-level-shifter.html>
- 27) What is a relay? Relay Types, How they work, & applications, 2022, <https://blog.veris.com/relay-types-how-they-work-applications>
- 28) Gravity Water pressure sensor SEN0257 datasheet, https://wiki.dfrobot.com/Gravity_Water_Pressure_Sensor_SKU_SEN0257
- 29) Pressure Monitoring system on a motor-driven fire protection system, <https://www.gemssensors.com/blog/blog-details/pressure-monitoring-on-a-motor-driven-fire-protection>
- 30) What are the different types of sensors and their applications, <https://www.smlease.com/entries/automation/what-are-different-types-of-sensors-and-their-applications/>
- 31) Solar pumping explained :What are solar pumps and how they work <https://healingwaters.org/how-do-solar-powered-water-pumps-work/>