



CFGS AUTOMATIZACIÓ I ROBOTICA INDUSTRIAL

M10UF2: Programació d'equips i sistemes industrials

Projecte Arduino: Control tanc d'aigua

Alumne: Jose Granados Diaz

Professor: Marc Sibilia

Curs: 2021-2022

Data: Dimarts 21 de Maig del 2022

Índex

1. Introducció:	3
2. Material utilitzat:	4
3. Disseny i muntatge:	5
- Estructura i posicionament:	5
- Captadors, Actuadors:	9
- Esquema elèctric:	10
- Disseny acabat:	12
4. Programació amb Arduino:	13
5. Conclusions	19

1. Introducció:

Per poder escollir una idea per el projecte no tenia molt clar que volia fer, sabia que havia de fer un sistema industrial, vaig estar pensant amb una cinta transportadora amb sensors però no m'acabava d'agradar, fins que un dia amb el Daniel Trias vam començar a fer un projecte amb Tia Portal de control del nivell d'un tanc d'aigua amb Factory I/O, el seu projecte estava dividit en varies parts començant controlant les vàlvules digitalment fent un sistema marginalment estable dintre d'un marge d'error, després les vam controlar analògicament per poder regular el caudal d'entrada i sortida del tanc ajustant el sistema perquè anés el més ràpid possible i acabant amb el PID. Amb aquesta practica he après molt sobre el tipus de dades, la seva memòria que ocupen i com analitzar un sistema perquè funcioni el millor possible. Així que hem vaig decidir per intentar fer una maqueta d'aquesta practica per poder realitzar un programa amb Arduino.

Per poder realitzar la maqueta he hagut de tenir en compte moltes coses, començant per el tipus de vàlvula que necessitava, la mida del tanc d'aigua, la bomba per bombejar l'aigua, els sensors i el panell de control. Mes endavant explicaré el material que he necessitat i com ho he fet.

L'idea bàsica del tanc es aconseguir regular el nivell d'ell amb un potenciòmetre indicant-li el nivell que volem. Una vegada indicat el nivell el sistema actuarà d'una manera o una altre si ha de buidar el tanc ho l'ha d'omplir. Tenim un polsador Start per activar la regulació del tanc, un polsador Reset per aturar la regulació i buidar el tanc d'aigua i per últim un polsador d'atur per aturar el sistema.

Deixo un enllaç per poder veure la practica del control digital amb Tia Portal i Factory I/O per entendre la idea que he triat:

<https://www.youtube.com/watch?v=EvI3-uzN-GY>

2. Material utilitzat:

- Arduino Uno R3
- Polsadors de muntatge en panell : 3 unitat.
- Potenciòmetre amb tapa per muntatge en panell: 1 unitat.
- Interruptor de 3 posicions de palanca per muntatge en panell: 1 unitat.
- Display Arduino amb protocol I2C 16x2 : 1 unitat.
- Mòdul 8 relés Arduino: 1 unitat.
- Mini Protoboard: 1 unitat.
- Carregador de mòbil 2,4A 5v : 1 unitat.
- Font Alimentació AC/DC 12V 2A: 1 unitat.
- Electrovàlvules vàlvules motoritzades 3 fils: 2 unitats.
- Sensor Resistiu de combustible (20cm): 1 unitat.
- Sensor Ultrasons Arduino: 1 unitat.
- Sensors Interruptors flotador Pack 3 unitats: 1 unitat .
- Frasc de laboratori 2L HDPE de coll ample (20cm d'altura): 1 unitat.
- Caixa quadrada amb tapa de PVC de 8L: 1 unitat.
- Bomba d'aquari 600L/h: 1 unitat.
- Adaptadors de llautó per la connexió de les vàlvules al tub: 4 unitats.
- Racors mascle de llautó: 3 unitats.
- Clau de pas per tub de 10mm: 1 unitat.
- Tub de 10mm² d'interior transparent: 2 metres.
- Connexió en T PVC de 10mm²: 1 unitat.
- Aixeta de buidat de PVC: 1 unitat.
- Passa murs de plàstic per dipòsits: 2 unitats.
- Resistències 100kΩ: 9 unitats.
- Ventilador 12V reciclat: 1 unitat.
- Cable Vermell/Negre 1mm²: Rotllo de 10m.
- Cinta plana IDC de cable arco iris 10 pins 5 m: 1 unitat.
- Regletes de connexions 1,5mm²: 15 unitats.
- Caixes de connexions superficials: 2 unitats.
- Carril DIN 15mm x 5mm: 1 unitat.
- Borns DIN 15mmx5mm : 20 unitats.
- Termoretràctil: 1 paquet de diferents mides.
- Cinta aïllant: 1 unitat.
- Brides PVC de 2,5mm: 6 unitats.
- Brides metàl·liques per tubs 8-16mm: 10 unitats.
- Fustes de MDF 1 cm: 1m x 1,5m.
- Potes de goma per la base: 4 unitats.
- Visos Z1 de 2,5mmx20mm: 1 caixa.
- Visos Z1 de 3,4mmx25mm: 1 caixa.
- Cinta de tefló: 1 unitat.
- Garrafa 5L aigua destil·lada: 2 unitats.

3. Disseny i muntatge:

- Estructura i posicionament:



Primer de tot vaig provar tots els elements elèctrics: mòdul de relé, display, electrovàlvules, bomba, sensors interruptors flotadors, sensor resistiu... Per poder realitzar una primera prova i veure com es comporten i seguidament pensar en el posicionament dels elements i estructura de la maqueta.

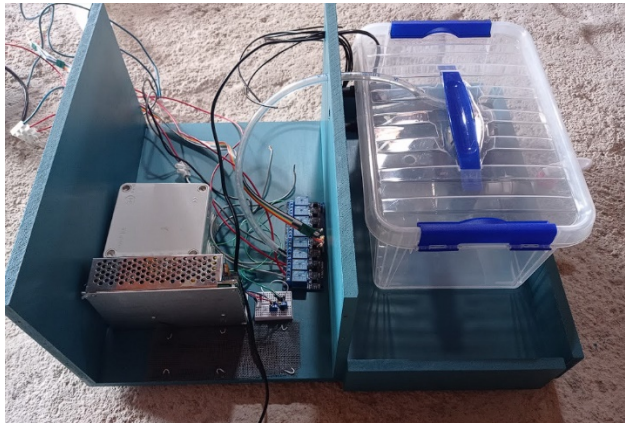


Després de fer uns quants croquis i prendre unes quantes mides per tenir en compte tot el que faria servir i la seva posició on ho col·locaria. Vaig decidir-me per fer una caixa rectangular per poder amagar totes les connexions en una caixa de connexions, la font d'alimentació, el mòdul de relés, i les electrovàlvules, també vaig aprofitar per obrir-li una ventilació per la part inferior i col·locar en la part posterior de la maqueta un ventilador per refredar tot el sistema de dintre.

La base es d'una mateixa peça aprofitant la meitat per fer el suport on anirà col·locat el tanc de la bomba d'aigua. Aquest amb uns bordes per evitar que es mogui i un forat per poder passar l'aixeta de desaigua. Abans de pintar la base de la maqueta vaig fer un posicionament de tots els elements i vaig realitzar els forats necessaris tant per cargols com per passar cables i tubs.



Una vegada realitzats tots els forats i collades totes les parets, vaig pintar la maqueta amb un color blau-verd que tenia per casa de pintar una caixa d'eines antiga, i em va semblar bon color ja que em recorda a un us industrial.



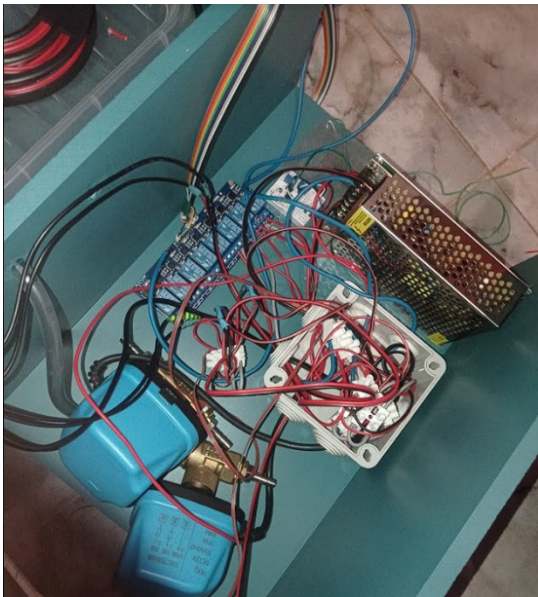
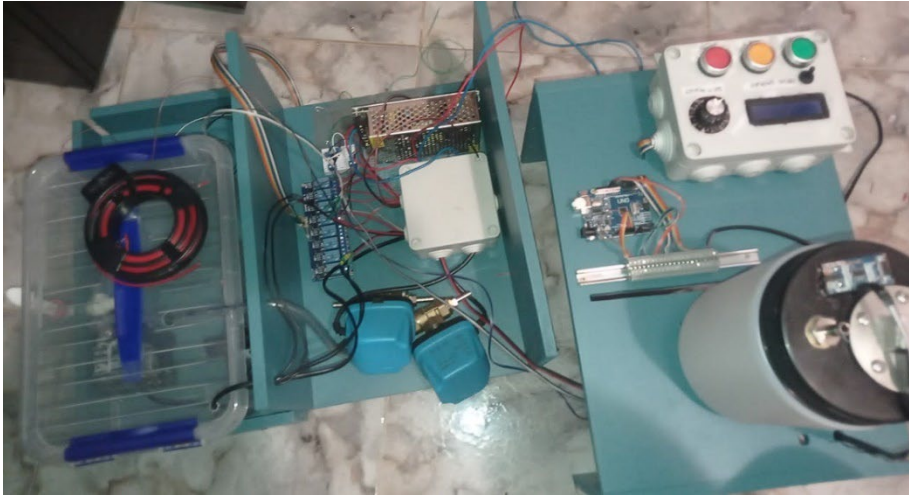
Una vegada ja seca la pintura vaig començar primer de tot per col·locar una malla molt fina per evitar que entri la porqueria en la respiració de la part inferior. Seguidament vaig col·locar tots els elements de la part interior fixant-los. Aquí es pot veure el tanc d'aigua on hi va la bomba, aquest es de 8L amb l'aixeta ja col·locada i els sensors de flotadors. També hi tenim la font d'alimentació de 12V DC, la Mini Protoboard, els mòduls de relé i la caixa de connexions.



Abans de realitzar totes les connexions em vaig posar a realitzar el panell de control, aquest es una caixa de connexions en el qual hi tenim el display, els 3 polsadors de control del sistema, el interruptor del menú del display i el potenciòmetre que indica el Set Point.



Una vegada feta la botonera vaig fer les modificacions necessàries al frasc de laboratori de 2L per introduir-li el sensor resistiu, el sensor d'ultrasons, el passa murs d'entrada a la part superior i el passa murs de desaigua a la part inferior.



Amb tots els elements ja preparats em vaig posar a muntar un per un tots els elements en la seva posició, electrovàlvules, sensors, tanc, panell de control... i realitzant les seves connexions.

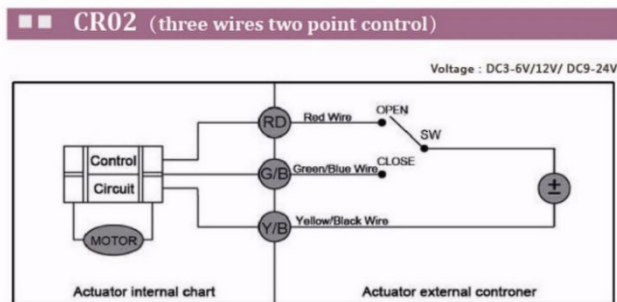
- Captadors, Actuadors:



Primer de tot tenir en compte els sensors, un dels sensors que vaig provar va ser un sensor resistiu, aquest estava dissenyat per el dipòsit de combustible d'una moto o un cotxe per aquest motiu no en gens precis i te un gran marge d'error sobretot en la part inferior ja que marca la reserva i no varia la resistència d'ell fins pujar un bon tros. Per aquest motiu vaig optar per un sensor d'ultrasons, aquest molt mes precis en les lectures, i ajustable. Vaig deixar els dos sensor per veure la variació de lectura de cada un d'ells.

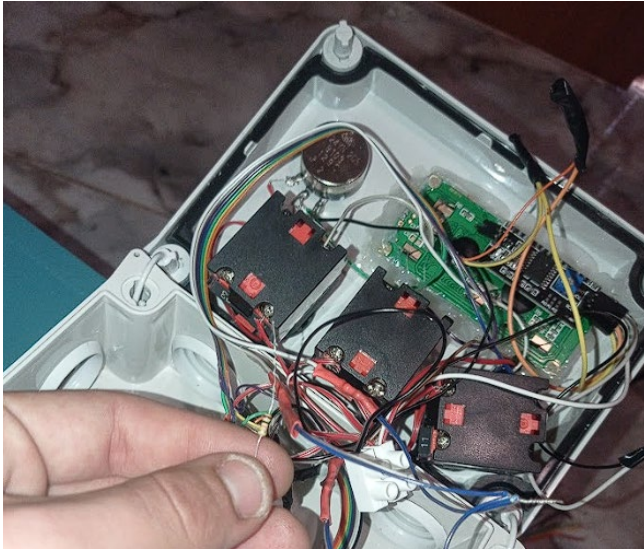
El sensor resistiu una variació de resistència de 0 a 190Ohms es de dos cables un a 5V amb i l'altre la sortida analògica, aquest compartit amb GND amb una resistència de 100kOhms.

El sensor d'ultrasons te 4 pins els dos dels extrems de 5V i GND i els del mig el de Echo 'captador de la senyal enviada' i el de Trig 'el disparador'.

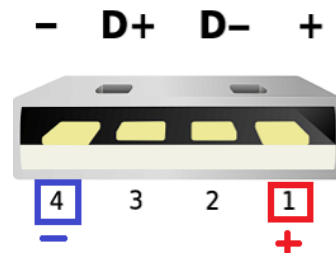
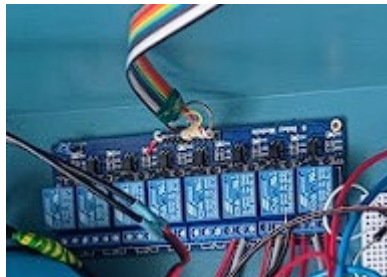


1. Connecting SW to OPEN, the valve opens, getting the position , automatically power off, the valve remain fully open position
2. Connection SW to CLOSE, the valve close , getting the position , automatically power off, the valve remains fully close position

En les electrovàlvules vaig elegir dues electrovàlvules motoritzades, aquestes son de tres cables, les quals tenen varies formes de poder-les connectar. Jo vaig elegir la forma de control total en el qual controlo quan obrir i quan tancar la electrovàlvula. L'únic que nomes controlo l'obertura de la vàlvula ja que el tancat de la vàlvula va al contacte NC del seu relé per tant en quant es deixa d'activar l'obertura de la vàlvula es comença a tancar automàticament. Això es per mantenir una senyal d'obertura a la vàlvula neta sense estar forçant el tancament d'aquesta.



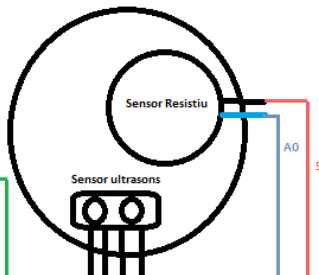
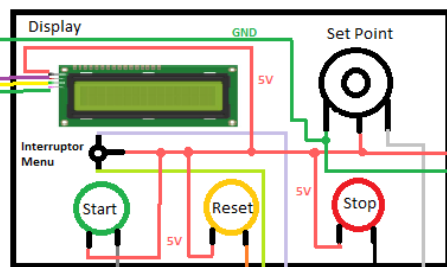
En els captadors digitals, com els pulsadors, el interruptor del display i els sensors flotadors. La senyal que enviem al pin digital es compartida abans amb el GND i una resistència de 100kOhms per assegurar un 0 en el pin digital quan aquests estan aturats.



Per poder fer servir el mòdul de relé ja que aquests demanden molta mes intensitat i amb totes les connexions ja fetes amb la sortida 5V del Arduino no donarien per mes i no funcionaria res ja que la tensió en la sortida del Arduino cauria. Per evitar això vaig connectar un carregador de mòbil 5V 2,4A per alimentar el mòdul relé. D'aquesta manera amb Arduino dono la senyal als pins digitals dels relés i l'alimentació d'aquest es externa, però sempre compartint les masses per assegurar un 0 quan no s'envia senyal. Amb el mòdul de relés controlem les electrovàlvules amb l'alimentació de 12V DC de la font d'alimentació i la bomba d'aigua amb alimentació 230V AC.

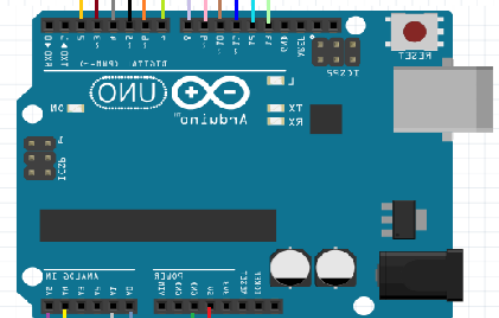
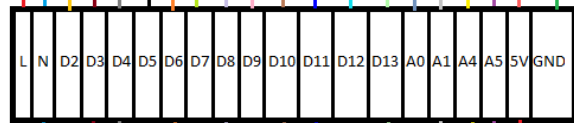
- Esquema elèctric:

Panell de control



Sensor interruptor flotador

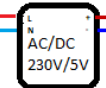
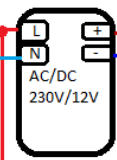
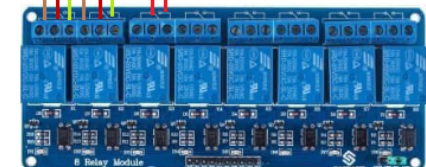
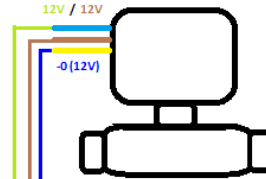
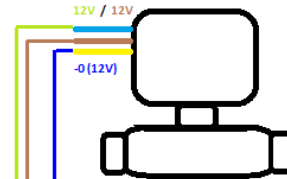
Sensor interruptor flotador



Electrovàlvula

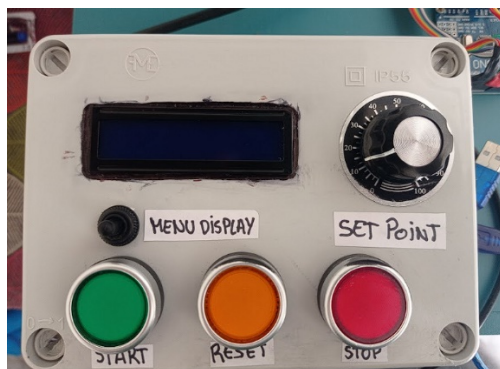
Electrovàlvula

Bomba d'aigua



- Disseny acabat:

Amb el disseny acabat vaig estar uns quants dies fent proves i comprovant que no hi haguessin fugues en cap de les connexions ni en el dipòsit. Amb tot acabat només quedava començar a programar-lo per parts per aconseguir un sistema digital marginalment estable.



4. Programació amb Arduino:

- Entrades:

Sensor nivell resistiu: A0

Potenciòmetre: A1

Sensor flotador inferior: D2

Sensor flotador superior: D3

Polsador Start: D4

Polsador Stop: D5

Polsador Reset: D6

Polsador display 1: D7

Polsador display 2: D8

Ultrasons Echo: D11

- Sortides:

Display SDA: A4

Display SCL: A5

Ultrasons Trig: D12

Vàlvula carrega: D9

Vàlvula descarrega: D10

Bomba: D13

- Programació:

Primer de tot vaig començar a programar els polsadors per que funcionin de manera que quan Start esta activat posa la variable Activat a 1 per activar el sistema i atura la variable Buidar i Stop. De manera que si premo Stop posa a 1 la variable Stop i a 0 la variable Activat i Buidar. Si es prem el polsador de Reset activa la variable Buidar i atura les variables Activat i Stop. Per poder aconseguir això utilitzem variables d'estats per mantenir la senyal fent un únic pols al polsador.

Una vegada programades les condicions de funcionament del sistema, em vaig posar a programar el sensor d'ultrasons. Primer de tot declarar els pins Trig i Echo.

Seguidament tenim la constant de la velocitat del so aquesta ja ens la donen predeterminada a condicions normals que es 34000 cm per segon.

Seguidament tenim la constant que la declarem nosaltres de numero de lectures, aquesta es el numero de lectures que farà el ultrasons per calcular una mitja i evitar axis les fluctuacions en els líquids.

El sensor d'ultrasons ens llegeix els centímetres que hi ha aplicant una regla de tres amb la constant del so i el temps que tarda en enviar la senyal i aquesta ser rebuda, amb això aconseguim la distancia en cm. Per poder calcular els ml hi que ha en el tanc d'aigua fem una primera mesura amb el tanc buit i anotant el valor en cm de la lectura del ultrasons. Una vegada anotat omplim el tanc amb 1000ml d'aigua i anotem la distancia que calcula el sensor d'ultrasons. Amb aquestes distancies aconseguim saber quants mil·lilitres hi ha en el tanc segons la distancia que calcula el sensor d'ultrasons.

Amb el sensor d'ultrasons calibrat aprofito per mapejar el valor del sensor resistiu i que aquest em doni uns valor de 0 a 2000ml. Així com també el mapejat del potenciòmetre.

Una vegada escalat tot i calibrat correctament em vaig posar a programar el funcionament del sistema aquest quan la variable Activat es 1. Al moment s'activa la bomba que aquesta només es pot activar si el sensor flotador interruptor de la part inferior està detectant, si el sensor inferior deixa de detectar el nivell mínim del tanc per fer funcionar la bomba, la fa aturar i el sistema no farà res.

El sistema funciona amb una histèresi en el sensor del ultrasons fent una suma per la carrega i una resta per la descarrega. D'aquesta manera obtenim un marge d'error que s'ha d'ajustar perquè el sistema es quedi estable en ell. Les electrovàlvules són motors que tarden un cert temps en arribar a la seva posició de 7 a 15 segons. Per aquest motiu quan li diem al tanc que es deixi d'omplir es segueix omplint fins que s'acaba de tancar la vàlvula i el mateix per la descarrega. Per això mateix necessitem estabilitzar el sistema amb un marge d'error.

Per poder aconseguir això fem servir una condició de que si el valor del setpoint està dintre del marge d'error entre la suma i la resta del sensor, aquest atura les vàlvules de carrega i descarrega 'Aquestes van invertides per el mòdul relé'. Si el sistema està fora del rang per sobre o per sota aquest es comporta de la següent manera.

Si el valor del setpoint és més gran que la suma del sensor activa la vàlvula de carrega activa la vàlvula de carrega per començar a omplir el tanc d'aigua fins que aquest entri dintre del rang i s'aturi.

Si el valor del potenciòmetre és més petit que la resta del sensor aquest comença a buidar el tanc obrint la vàlvula de descarrega i aturant la de carrega.

Per que el sistema funcioni millor quan el valor que detecta el ultrasons és igual al valor de setpoint aquest atura la vàlvula de carrega i descarrega.

Per poder realitzar el programa vaig estar fent diferents proves i al final vaig optar per separar el programa en varies funcions. Una funció per el càlcul del ultrasons, una per el Trig i el Echo del ultrasons, una de càlcul dels sensors on faig la histèresi del sensor i el mapejat del sensor resistiu i el potenciòmetre, una que executa el funcionament del sistema i per últim una que realitza la visualització en el display mitjan la llibreria I2C. D'aquesta manera crido cada funció en el moment que vull en el void loop per evitar fer lectures i enrederir el programa.

També vaig intentar optimitzar la memòria fent servir variables del tipus bool en les que només necessitava saber si està activat o no.

- Programa amb Arduino:

```

//Libraries
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Direcció i tamany de la pantalla 16x2

//Variables d'entrada anàlogiques
int pote = 0; // Variable Entrada Potenciometre
int sensor = 0; // Variable Entrada del Sensor

// Variable Condicions Funcionament bomba
int Bomba = 0;

// Variables escalades entrades anàlogiques
int valorsensor; // Variable escalada del sensor.
int valorpote;// Variable escalada potencimetre SetPoint.

// Variables de falsejat del senyal del sensor 'Histeresi sensor' i calcul error
int sensorsuma; // Histeresi sensor per la carrega
int sensorresta; // Histeresi sensor per la descarrega

// Variable del Setpoint per visualitzar a la pantalla

// Variables entrades digitals
bool Sensorinferior;
bool Sensorsuperior;
bool P_Start;
bool P_Stop;
bool P_Reset;
bool display1;
bool display2;

// Variables de funcionament
bool enclavament;
bool estat;
bool enclavament2;
bool estat2;
bool Activat;
bool Aturat;
bool Buidar;
bool inRange;
bool outRange;

// Variables de funcionament sensor ultrasons

// Pins Entrada Ultrasons Trig i Echo
const int PinTrig=12;
const int PinEcho=11;

// Constant velocitat del sò a temperatura ambient.
const float VelSon = 34000.0;

// Numero de lectures del ultrasons
const int numLecturas = 15; // Com menys lectures mes precisió pero al tractarse de líquids obtindrem moltes fluctuacions per el moviment del mateix.

// Constants de distancia als 1000 ml i en buit
const float distancia1000 = 7.61; // Distancia als 100ml 3,69cm
const float distanciaVacio = 19.11; // Distancia amb remanent d'aigua 16,85cm sense res d'aigua 19,11cm
float lecturas[numLecturas]; // Vector per guardar les lectures del ultrasons
int lecturaActual = 0; // Lectura actual
float total = 0; // Total lectures
float media = 0; // Mitja de les lectures
bool primeraMedia = false; // Variable booleana per la mitja de les lectures per avisar quan s'ha fet la primera mitja.
float quantitatLiquid;// Quantitat de liquid en ml
float distancialleno; // Distancia omplert en cm

void setup() { // put your setup code here, to run once:
// Sortides Entrades Digitals
pinMode (2, INPUT); // Sensor tanc bomba inferior
pinMode (3, INPUT); // Sensor tanc bomba superior
pinMode (4, INPUT); // Start
pinMode (5, INPUT); // Stop
pinMode (6, INPUT); // Reset
pinMode (7, INPUT); // Polsador Display 1
pinMode (8, INPUT); // Pulsador Display 2
pinMode (10, OUTPUT); // Valvula Carrega
pinMode (9, OUTPUT); // Valvula descarrega
pinMode (13, OUTPUT); // Bomba

// Sensor Ultrasons
// Declarem com a sortida i entrada del sensor d'ultrasons Trig i Echo
pinMode(PinTrig, OUTPUT); // Pin 12
pinMode(PinEcho, INPUT); // Pin 11

// Iniciem el vector de lectures
for (int i = 0; i < numLecturas; i++) // Si I es igual a 0 i es menor a numero de lectures incrementa el vector I
{
lecturas[i] = 0; // Tornem a posar la variable a 0
}

// Reset relés a 0
digitalWrite (9, HIGH); // Valvula de Carrega
digitalWrite (10, HIGH); // Valvula descarrega
digitalWrite (13, HIGH); // Bomba

// Pantalla Display Text inici
lcd.init();
lcd.display(); // Activar Pantalla
lcd.backlight (); // Activar llum
lcd.setCursor (0, 0);
lcd.print ("Control Nivell");
lcd.setCursor (0, 1);
lcd.print ("Tanc d'aigua");
delay (5000);
lcd.clear ();
lcd.setCursor (0, 0);
lcd.print ("Jose Granados");
lcd.setCursor (0, 1);
lcd.print ("GS 1r Ari");
delay (5000);
lcd.clear (); // Netejar pantalla

Serial.begin(9600); // Visualització en monitor

}

void loop() {
// put your main code here, to run repeatedly:

// Lectura entrades digitals
Sensorinferior = digitalRead (2);
Sensorsuperior = digitalRead (3);
P_Start = digitalRead (4);
P_Stop = digitalRead (5);
P_Reset = digitalRead (6);
display1 = digitalRead (7);
display2 = digitalRead (8);

// Crida al Void de condicions de funcionament sensor ultrasons
Lectura_ultrasons();
// Crida al Void de condicions de funcionament sensor resistiu
Calcul_sensors();

```

// Condicions Marxa, Atur, Reset polsadors

```
enclavament=estat;
enclavament2=estat2;

if (P_Start == HIGH){ // Polsador Start posa a 1 la variable estat i Activat, les demes a 0.
estat=1;
estat2=0;
}

else if (P_Reset == HIGH){ // Polsador Reset posa a 1 la variable buidar i l'estat2 i les demes a 0.
estat2=1;
estat=0;
}

else if (P_Stop == LOW){ // Polsador Stop posa a 1 la variable aturat i tots els estats a 0
estat=0;
estat2=0;
}
```

```
if (estat2==0 && estat==0){ // Sistema Aturat
Aturat=1;
Buidar=0;
Activat=0;
Sistema(); // Crida al Void de condicions de funcionament del sistema
}
else if (estat==1){ // Sistema Activat
Activat=1;
Buidar=0;
Aturat=0;
Sistema(); // Crida al Void de condicions de funcionament del sistema
}
else if (estat2==1){ // Sistema en Reset
Buidar=1;
Activat=0;
Aturat=0;
Sistema(); // Crida al Void de condicions de funcionament del sistema
}
```

// Condicions de funcionament de la Bomba Nivell del tanc exterior, sensors digitals

```
if (Sensorinferior == LOW && Sensorsuperior == LOW) { // Si els dos sensors no estan activats no hi ha aigua i posca la variable bomba a 0
Bomba = 0;
}
else if (Sensorinferior == HIGH && Sensorsuperior == LOW) {
Bomba = 1;
}
else {
Bomba = 1;
}
```

// Visualització en monitor

```
Serial.print("Bomba");
Serial.println ( Bomba);
Serial.print("Histeresi sensor");
Serial.println( sensorresta);
Serial.print(" Activat");
Serial.println ("");
Serial.println(Activat);
Serial.print("ml");
Serial.println ("");
Serial.println(quantitatLiquid);
Serial.print("Histeresi");
Serial.println (sensorresta);
Serial.println ("");
Serial.println ("sensor suma");
Serial.println ("");
Serial.println (sensorsuma);
Serial.print("Sensor Resistiu");
Serial.println ("");
Serial.println(sensor);
Serial.print("Distancia cm");
Serial.println ("");
Serial.println(distanciaLleno);
Serial.print("inRange");
Serial.println ("");
Serial.println(inRange);
Serial.print("outRange");
Serial.println ("");
Serial.println(outRange);
```

// Crida al Void de condicions de funcionament de la pantalla
Pantalla(); // Execució pantalla

}

// Void Loop Calcul i lectura sensor
void Calcul_sensors() {

```
sensor = analogRead(A0); // Declaració Entrada analògica Sensor resistiu A0
valorsensor = map(sensor, 1009, 520, 0, 2000); // Mapejat del sensor resistiu
```

```
// Entrada Potenciometre SetPoint i mapejat dels valors
pote = analogRead(A1); // Declaració Entrada analògica potenciometre
valorpote = map(pote, 0, 1021, 0, 2000); // Mapejat del potenciometre
```

```
// Histeresi Sensor Ultrasons
sensorsuma = quantitatLiquid + 230;
sensorresta = quantitatLiquid -295;
```

}

// Void Loop Funcionament Sistema
void Sistema() {

// Condicions de funcionament

```
if (Activat == 1) // Comparació entre dos valors si la variable activat es igual a 1 executa el control del tanc d'aigua
{
if (Bomba==1){ // Si els sensor de la bomba detectan que hi ha aigua i per tant la variable Bomba esta a a 1 aquesta permet que s'activi la bomba.
digitalWrite (13, LOW); // Bomba
}
else{
digitalWrite (13, HIGH); // Bomba // Si el sensor de limit inferior esta aturat no deixa activar la bomba.
}

if ((sensorresta <= valorpote) && (valorpote <= sensorsuma)) // In range = 1 quan el valor del potenciometre esta entre la resta i la suma del sesnor.
{
inRange=1;
outRange=0;
}

else if ((valorpote < sensorresta) or (valorpote > sensorsuma)) // Out of range = 1 quan el valor del potenciometre esta fora del rang de la resta o la suma del sensor.
```



```

        inRange=0;
        outRange=1;
    }

    if (inRange==1) { // Si l'error esta dintre del rang d'error del nostre sistema atura les valvules de carrega i descarrega.
        digitalWrite (10, HIGH); // Valvula de Carrega
        digitalWrite (9, HIGH); // Valvula descarrega
    }
    else if (outRange==1) { // Si l'error esta fora del rang del error del nostre sistema...

        if (valorpote>sensorsuma){ // Si el valor del setpoint es mes gran que la suma del sensor activa la valvula de carrega
            digitalWrite (10, LOW); // Valvula de Carrega
            digitalWrite (9, HIGH); // Valvula descarrega
        }

        else if (valorpote<sensorresta){ // Si el valor del potencioetre es mes petit que la resta del sensor activa la valvula de descarrega
            digitalWrite (10, HIGH); // Valvula de Carrega
            digitalWrite (9, LOW); // Valvula descarrega
        }

    }
    else if (quantitatliquid==valorpote){ // Si el valor que calcula el ultrasons de liquid es igual al valor del potencioetre atura les valvules de carrega i descarrega
        digitalWrite (10, HIGH); // Valvula de Carrega
        digitalWrite (9, HIGH); // Valvula descarrega
    }
}

}

}

else if (Aturat == 1) // Si el sistema esta aturat s'aturen les sortides.
{
    digitalWrite (10, HIGH); // Valvula de Carrega
    digitalWrite (9, HIGH); // Valvula descarrega
    digitalWrite (13, HIGH); // Bomba
}

else if (Buidar == 1) // Si el sistema esta en Reset es comença a buidar el tanc obrint la valvula de desccarrega.
{
    digitalWrite (10, HIGH); // Valvula de Carrega
    digitalWrite (9, LOW); // Valvula descarrega
    digitalWrite (13, HIGH); // Bomba
}

}

}

// Void Loop Sensor Ultrasons
void lectura_ultrasons() {
    // Eliminem la ultima mesura del vector per tornar a fer un altre lectura
    total = total - lecturas[lecturaActual];

    iniciarTrigger(); // Iniciem el void Trigger per anar fent les mesures

    //La funció PulseIn obté el temps que tarda en canviar el estat 'De HIGH a LOW'
    unsigned long tiempo = pulseIn(PinEcho, HIGH);

    // Per obtenir la distancia en cm convertim el temps de microsegons a segons multiplicant per 0.000001 de la formula de la distancia a velocitat del so
    float distancia = tiempo * 0.000001 * Velson / 2.0;

    // Guardem la distancia al vector de lectura
    lecturas[lecturaActual] = distancia;

    // Sumem la lectura a les demes lectures fetes
    total = total + lecturas[lecturaActual];

    // Avancem a la següent posició en el vector
    lecturaActual = lecturaActual + 1;

    // Una vegada arribem al numero maxím de lectures activem la variable per fer la mitja de les lectures i reiniciem la variable de lectura actual a 0
    if (lecturaActual >= numLecturas)
    {
        primeraMedia = true;
        lecturaActual = 0;
    }

    // Calculem la mitja de les lectures guardades.
    media = total / numLecturas;

    // Calcul de la lectura del sensor d'ultrasons nomes quan s'ha calculat la mitja total.
    if (primeraMedia) // Si la primera mitja de lectures s'ha calculat calcula la distancia que s'ha omplert
    {
        distancialleno = distanciaVacío - media; // Calcula la distancia omplerta restant la distancia en buit de la mitja de les lectures en real.
        quantitatliquid = distancialleno * 1000 / distancia1000; // Calcula la cantitat de líquid multiplicant la distancia del líquid per 1000 i ho divideix de la distancia als 1000ml.
    }

    delay(500); // Espera per tornar a mesurar.

}

// Void que inicia el trigger per començar les lectures.
void iniciarTrigger(){
    // Posem el trigger en LOW i esperem 2 microsegons
    digitalWrite(PinTrig, LOW);
    delayMicroseconds(2);

    // Activem el trigger i esperem 10 microsegons a que retorni la ona i no es solapin l'una del altre.
    digitalWrite(PinTrig, HIGH);
    delayMicroseconds(10);

    // Tornem a posar el Trig en low per tornar a enviar un altre senyal.
    digitalWrite(PinTrig, LOW);
}

// Void Pantalla
void Pantalla() {

    // Condicions visualització pantalla

    if (display1 == HIGH && display2 == LOW) { // Sensor Ultrasons
        lcd.clear (); // Netejar pantalla
        lcd.setCursor (0, 1);
        lcd.print (quantitatliquid);
        lcd.setCursor (9, 1);
        lcd.print (valorpote);
        lcd.setCursor (0, 0);
        lcd.print ("Nivell SetPoint");
        lcd.display(); // Activar Pantalla
    }

    else if (display2 == HIGH && display1 == LOW) { // Sensor Resistiu
        lcd.clear (); // Netejar pantalla
        lcd.setCursor (0, 1);
        lcd.print (valorsensor);
        lcd.setCursor (9, 1);
        lcd.print (valorpote);
        lcd.setCursor (0, 0);
        lcd.print ("Nivell SetPoint");
        lcd.display(); // Activar Pantalla
    }

    else { // Menu pantalla
        lcd.clear (); // Netejar pantalla
    }
}

```

```
lcd.setCursor (0, 1);  
lcd.print  ("Ultrasons");  
lcd.setCursor (0, 0);  
lcd.print  ("Resistiu");  
lcd.display(); // Activar Pantalla  
}  
}
```

5. Conclusions

Després de realitzar vaires proves en el sistema, vaig aconseguir ajustar les lectures del ultrasons perquè aquestes no variessin molt i tampoc que tardes molt en calcular, el numero de lectures es de 15 lectures per calcular la mitja d'aquestes.

Seguidament en la histèresi del sensor e necessitat una suma de 230 per la descarrega i una resta de -295 per la carrega. De manera que si no fem un canvi al set point per sobre d'aquests valors el sistema no actuarà. Per tant podem dir que tenim un marge d'error de 230 per sobre i 295 per sota.

Per poder fer mes precís el programa es podria aturar la bomba quan atures les vàlvula de carrega, d'aquesta manera deixaria d'entrar aigua al instant i no tindríem que tenir en compte el temps que tarda la vàlvula en tancar-se.

En si el sistema funciona bastant be deixant marges de 40 ml com a mínim fins a 120ml de diferencia entre el setpoint com a màxim.

Un dels problemes que m'he donat compte es que com menys buit esta el tanc d'aigua mes inestable es la lectura del ultrasons i com mes ple mes precís, de tal manera que si volem deixar molt poca quantitat d'aigua en el tanc aquest deixa un marge bastant gran d'error o es torna inestable intentant aconseguir entrar dintre del rang d'error.

Com a practica amb Arduino m'ha agradat molt ja que he pogut anar resolvent tots els problemes que m'han anat sorgint tant com en les connexions i la programació. He après molt sobre el us de les memòries i el tipus de variables. Així com el us de les funcions, crear condicions dintre d'un rang o fora d'ell, el us del sensor d'ultrasons i del display amb la llibreria I2C, la lectura de valors dels sensor i l'escalat i l'ajust en ells per un correcte funcionament.

Ha sigut una practica que m'ha agradat molt realitzar i e estat molt orgullós de poder aconseguir tot el que hem vist encara que els marges d'error siguin una mica grans.

