



Tablero de instrumentación con interfaz HMI y software libre para medición de temperatura con sensor DS18B20

*Instrument panel with HMI interface and free software for temperature
measurement with DS18B20 sensor*

Loor Cedeño Nayeli Kassandra¹

Hilzinger Celorio Nicole Martina²

Ing. Edison Fernando Herrera Núñez, Mtr.³



0000-0001-6095-0823

¹ Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador nayelicedeno@tsachila.edu.ec

² Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador nicolehilzinger@tsachila.edu.ec

³ Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador edisonherrera@tsachila.edu.ec

Recepción: 12 de septiembre de 2021

Aceptación: 17 de octubre de 2021

Publicación: 28 de diciembre de 2021

Citación/como citar este artículo: Cedeño, N., Hilzinger, N. y Herrera, E. (2021).
Tablero de instrumentación con interfaz HMI y software libre para medición de
temperatura con sensor DS18B20. Ideas y Voces, 1(2), 39-66.



Resumen

Se implementó un tablero de instrumentación didáctico para medir, controlar y supervisar temperatura. Se usó hardware y software libre para desarrollar la aplicación práctica del módulo vinculando la adquisición de datos y el control de los actuadores mediante plataformas como Arduino y MyOpenLab. El HMI muestra el comportamiento de la temperatura mediante un termómetro de forma real con animaciones e indicadores numéricos. Se realizó tanto la programación y acondicionamiento de los sensores en Arduino las tramas de recepción y envío de datos por medio de puerto serial con el software MyOpenLab. Para esta aplicación se empleó un Sensor digital DS18B20, con un rango de medición desde los 55°C hasta 125 °C.

Palabras clave

Hardware, software libre, MyOpenLab, Arduino

Abstract

A didactic instrumentation panel was implemented to measure, control and supervise temperature. Free hardware and software were used to develop the practical application of the module linking the data acquisition and the control of the actuators through platforms such as Arduino and MyOpenLab. The HMI shows the behavior of the temperature through a thermometer in a real way with animations and numerical indicators. Both the programming and conditioning of the sensors were carried out in Arduino, the frames of receiving and sending data through the serial port with the MyOpenLab software. For this application, a DS18B20 digital sensor was used, with a measurement range from 55°C to 125°C.

Keywords

Hardware, free software, MyOpenLab, Arduino

Introducción

La automatización industrial es el conjunto de sistemas, procesos y elementos del tipo electrónicos, mecánicos, electromecánicos y de distintas índoles que operan con una mínima o nula intervención del ser humano. Cuando se aplica esta disciplina de ingeniería, el objetivo principal es optimizar y mejorar el funcionamiento de los procesos industriales, aprovechando de forma eficaz los recursos, reduciendo tiempo, reduciendo errores y manteniendo estándares altos de seguridad para todo el entorno industrial y en especial el de las personas ligadas al área de trabajo, es así que dentro de los varios procesos industriales que dependen en gran medida del control y manipulación de la variable temperatura, estas las encontramos en varias industrias como por ejemplo la del plástico, farmacéuticas, alimentaria, solar, industria automotriz, etc. (Escalona, 2011).

Para realizar tales operaciones mencionadas, la automatización requiere de información del entorno industrial, es así como se apoya en otra disciplina denominada instrumentación, la cual se encarga de obtener datos de variables físicas mediante sensores y transductores que transforman en información manipulable para que los controladores puedan interactuar en el medio industrial y realicen maniobras de control para establecer parámetros adecuados en cada operación industrial y es así como el proceso de enseñanza-aprendizaje de asignaturas como instrumentación industrial requiere de laboratorios equipados que puedan facilitar al estudiante la asimilación de los conocimientos de forma práctica, pese a la importancia, varias instituciones no cuentan con los recursos y no pueden ofrecer ese apoyo didáctico, limitando la formación de los estudiantes; por lo cual nuestra propuesta es implementar un tablero que mediante dispositivos didácticos nos brinden un sistema de adquisición de datos de bajo costo, desarrollado con Hardware y software libre bajo licencia GNU de código abierto.

Se realizó un diseño y se plasmó el mismo en la construcción de un tablero de instrumentación con equipos didácticos los cuales sirven para varias aplicaciones y para la obtención de distintas variables físicas, En el caso de desarrollo de nuestra aplicación lo es la temperatura, la cual va a ser leída por medio del sensor digital DS18B20.

Este proyecto expone la implementación de un sistema mediante elementos didácticos de instrumentación los cuales tienen los mismos principios de funcionamiento que un elemento de la industria, su única diferencia es que sus rangos de medición son de menor capacidad.

El presente proyecto tuvo como finalidad plasmar los conocimientos obtenidos de la materia de electrónica, control industrial e instrumentación para con ello diseñar e implementar un tablero de instrumentación que cuente con un Arduino y un HMI para que de manera eficaz se pueda realizar una adecuada monitorización del sistema de medición de temperatura.

Este tablero de Instrumentación no solo servirá para la disertación de la tesis sino también ayudara para la realización de prácticas con los futuros estudiantes de MECI, tiene la ventaja de ser liviano y contar con ruedas para su fácil traslado, así como también se espera que sirva de prototipo para la construcción de otros módulos de este tipo y complementar la enseñanza con muchas más horas de prácticas.

Metodología

El presente trabajo cumple un diseño metodológico basado en una serie de pasos sistemáticos para alcanzar los objetivos propuestos los cuales son:

Implementar un tablero de instrumentación con interfaz HMI basado en software libre para prácticas de control y medición de temperatura en la carrera de MECI perteneciente al IST Tsáchila.

Para cumplir este objetivo, se plantearon los siguientes pasos u objetivos específicos:

- Implementar en base a la propuesta técnica un tablero didáctico con instrumentos de medición
- Desarrollar la interfaz HMI basado en software libre para la adquisición y presentación de datos del proceso
- Elaborar un manual de prácticas académicas para el control y medición de la variable de temperatura.

Además se debe recopilar información de software, hardware libre, elementos de instrumentación y posibles procesos industriales que podamos emular en dimensiones didácticas, para la integración de tablero de instrumentación.

Análisis de Información recopilada, levantamiento de requisitos de los procesos industriales seleccionados para emularse y las variables a controlarse en el tablero didáctico de instrumentación.

Selección de dispositivos hardware componentes del tablero de instrumentación.

Adquisición de dispositivos hardware componentes del tablero de instrumentación.

Integración y montaje de todos los elementos constitutivos del tablero de instrumentación.

Levantamiento de condicionantes para propuesta de aplicación de control de temperatura.

Directrices para configuración e integración de Dispositivos Hardware

Selección de software y establecimiento de comunicaciones.

Desarrollo del HMI en base a la aplicación de los condicionales de control.

Integración de todos los elementos del Proyecto

Pruebas y resultados de Aplicación de control de temperatura en el tablero de instrumentación.

Una vez ya entendiendo las ideas básicas y necesarias para la realización del proyecto, este capítulo se enfoca en la construcción del módulo y la colocación de los dispositivos

de instrumentación, así como también el software y hardware necesarios para el control de la temperatura.

Arquitectura del sistema. El módulo de instrumentación es un diseño el cual fue creado entre cinco compañeros para la elaboración de distintas aplicaciones en el ámbito de instrumentación. La aplicación elegida fue el control y medición de la temperatura, la cual va ser medida por el sensor de temperatura denominado sonda DS18B20, el cuál mediante el protocolo 1-wire recopilara la información de temperatura del tubo transparente del módulo didáctico, la misma que es leída mediante nuestra tarjeta de adquisición de datos Arduino, mediante una programación en lenguaje C, donde también se envía dicha información mediante comunicación serial al computador que tiene precargado el Software MyOpenLab y desarrollado una aplicación donde se visualiza a manera de un HMI el comportamiento de la Variable mediante indicadores gráficos y numéricos.

Además, toda esta información se envió manera serial para la comunicación entre el software MyOpenLab y IDE Arduino, debido a que algunos actuadores requieren diferentes tensiones para su accionamiento se hace uso de un módulo de relés, ya que la tarjeta Arduino solo entrega 5V en DC / 1 A, así que se correspondió utilizar ese dispositivo.

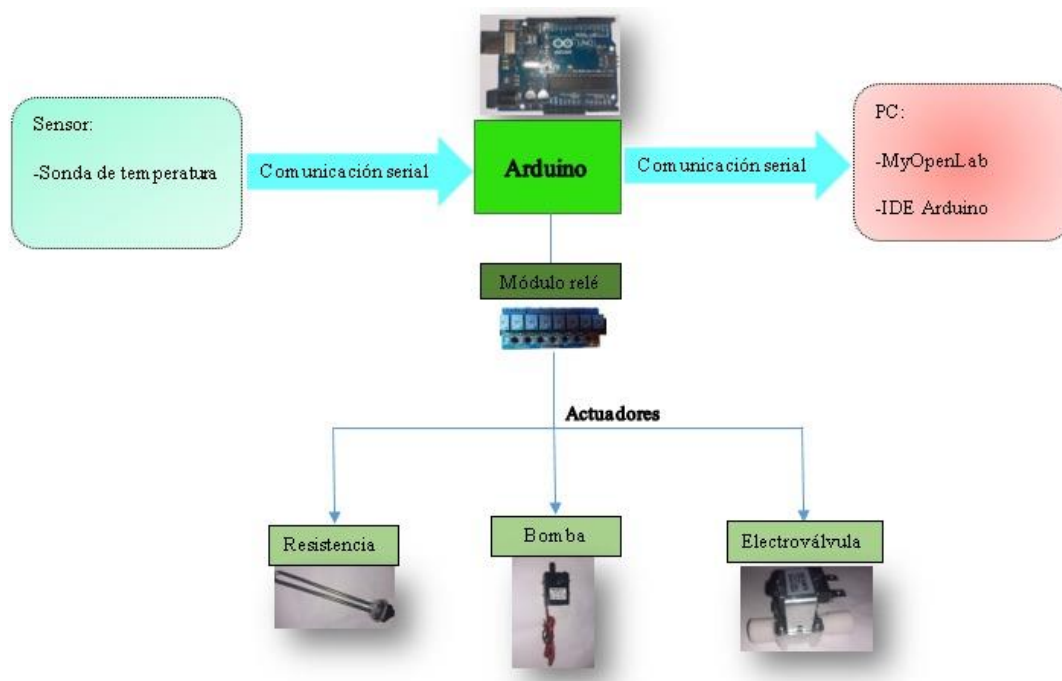


Figura 1: Arquitectura del proyecto.

Estructura.

Mientras se planificó el proyecto de tesis, el objetivo de este fue la implementación de un módulo didáctico para el beneficio de los futuros estudiantes, el cual va a ser utilizado para las prácticas en la materia de instrumentación, así mismo este proyecto está siendo implementado con tres personas más como son los compañeros Alvarado Felipe, Tacuri Jefferson y Shauri Ricardo, con sus respectivas aplicaciones con distintas variables y actuadores, pero recalcando que también ellos son parte de la estructura general del módulo didáctico de instrumentación.

Los planos de este tablero fueron mostrados por el ingeniero de la asignatura Ing. Luis Bustamante, el cual nos sugirió esta gran idea, las dimensiones de este módulo se plantearon de la siguiente manera.

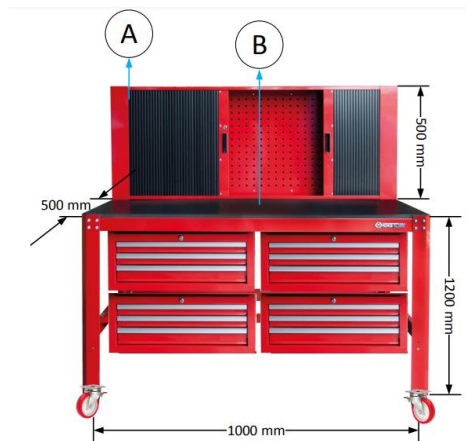


Figura 2: Dimensiones del módulo de instrumentación

Para la construcción de este tablero se comenzó con la parte principal que es la estructura en la cual se utilizó tubo estructural negro galvanizado 40 X 20, ya que este módulo va a estar sometido a un ambiente húmedo así que en poco tiempo la corrosión perjudicaría el material.

Posterior al desarrollo de la estructura principal, se realizó la construcción de los cajones del módulo en cual también lleva tubo estructural negro galvanizado 40cm X 20cm y cubierto de tol.

Se prosiguió con la colocación de los dos cajones a la estructura ya especificada para el módulo los cuales quedaron acomodados perfectamente, ya que se realizaron con sus medidas correctas para su debida ubicación, cada cajón mide 37 cm de ancho y 91cm de largo.

La puerta trasera fue creada con el fin de guardar todo el cableado para mantener la estética en el módulo, la cual está hecha de tol galvanizado y contiene una chapa con su respectiva llave para su seguridad. Incluye una profundidad de 4cm para que también se pueda incorporar canaleta, esta puerta tiene un ancho de 90 cm y un largo de 47 cm.

Para la construcción de uno de los laterales se comenzó con dimensión del tanque de reserva, ya que con esas mediciones se soldó este cuadro de acero galvanizado en la

misma parte inferior se colocó una base de madera y sobre esta, una lona de trabajo y así mismo encima fue colocado el balde.

Esta estructura se encuentra del lado izquierdo del tablero, tiene como medidas 30 cm de ancho y 55 cm de largo.

Su otro lateral se realizó para la ubicación de la computadora, en esta se soldó varios tubos de acero galvanizado de 20 X 30 las cuales tuvieron forma de un rectángulo, sus medidas para el cuadro superior son de 20 cm de ancho y 37 cm de largo y en su parte inferior sus dimensiones son de 15 cm de ancho y 46 cm de largo.

Como paso final fue pintado de color rojo, las puertas frontales deslizables de color negro y fueron colocadas unas ruedas para su mejor movilidad, ya que por su material tiene un peso incómodo para poder trasladarlo de un lugar a otro.

Este tablero es de instrumentación fue concebido para estar integrado con varios tipos de dispositivos, los mismos que servirán para realizar prácticas y desarrollar la parte de ejecución de la asignatura de instrumentación. Por ejemplo: medición de temperatura, de caudal, de nivel, de velocidad, de control.

Características

- De color rojo.
- Contiene bases adheridas a la estructura para monitor y CPU.
- Contiene bases adheridas a la estructura para tanque de reserva.
- Dos cajones extensos para guardar los materiales.
- En la parte posterior un espacio para el cableado y su respectiva puerta con seguro.

Sonda de temperatura DS18B20

Este tipo de sonda fue implementado por su bajo costo, su facilidad en utilizarla y sus grandiosas características, está siempre debe ir conectada a una resistencia de 4,7 k.Ω para que pueda funcionar correctamente el circuito.

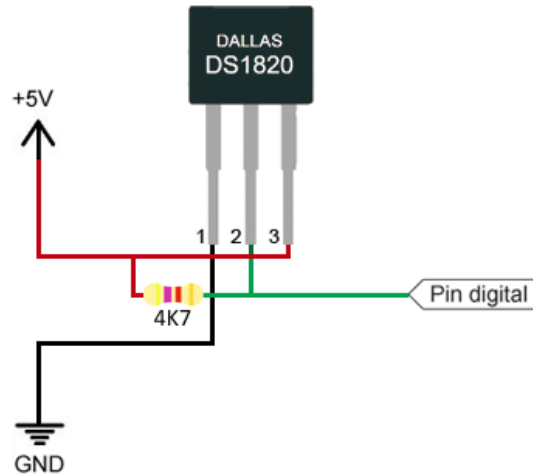


Figura 3: Conexión en Arduino UNO

Fuente: (AG Electrónica, 2017).

Librerías de Arduino para la sonda DS18B20

En Arduino hay muchas librerías que son pedazos de códigos y hay algunas relacionadas con la temperatura, pero en este caso se instaló dos librerías que fueron aplicadas en el proyecto las cuales son OneWire y DallasTemperature.

Se demuestra la librería ya instalada de OneWire, permite acceder a dispositivos como sensores de temperatura, ya que es un protocolo de comunicaciones creado por Dallas semiconductor.



Figura 4: Librería OneWire

Fuente: Arduino IDE

Vemos la segunda librería DallasTemperature que necesitamos para la programación con el sensor DS18B20, sin esta librería la programación no se puede realizar correctamente.

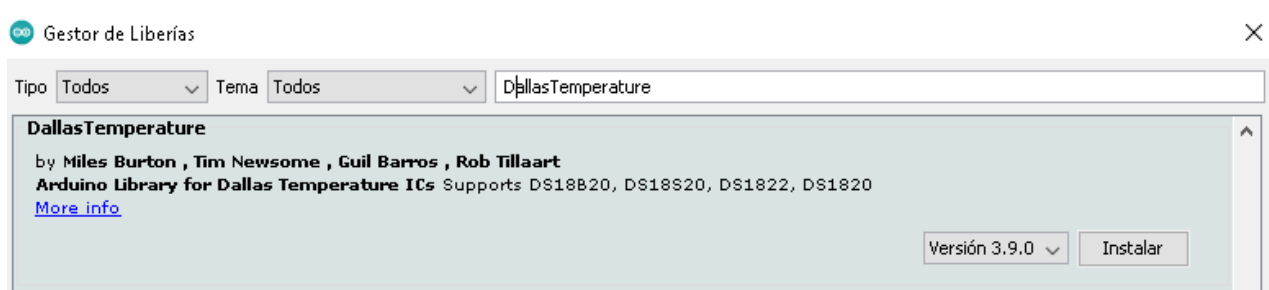


Figura 5: Librería DallasTemperature

Fuente: Arduino IDE

Tarjeta de adquisición de datos

El Arduino trabaja como una tarjeta de adquisición de datos, es decir en un sentido recibe los datos de los sensores, por el otro sentido de manera serial envía información al MyOpenLab, del TX del Arduino al RX del computador se envían los datos de temperatura y así mismo del TX del computador se realizó pruebas de escritura de caracteres que permitan al ser reconocidos por el RX del Arduino, dependiendo de los caracteres, activar o desactivar los actuadores.

Tabla 1: Detalle de Conexionado de los dispositivos de entrada en el Arduino

IN (Entradas)	Puerto PIN
Sonda de temperatura DS18B20	Digital ~ 9

En la tabla 14 se puede observar en puerto donde va a ir colocado el cable de la señal del sensor.

Tabla 2: Detalle de Conexionado de los dispositivos de salidas en el Arduino

OUT (Salidas)	Puerto PIN
Resistencia calefactora	Digital 3
Bomba	Digital 2
Electroválvula	Digital 4

En la tabla 15 se puede observar los puertos donde va a ir colocado los actuadores atreves de los relés.

Programación en MyOpenLab

MyOpenLab está programado de la siguiente manera:

Entrada y visualización de Temperatura

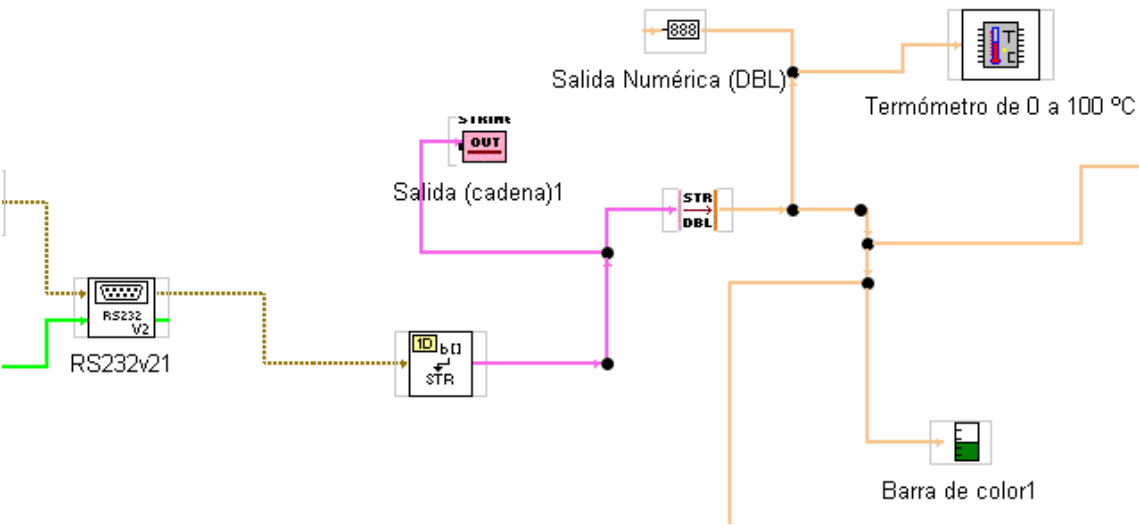


Figura 6: Enviar datos de Arduino a MyOpenLab

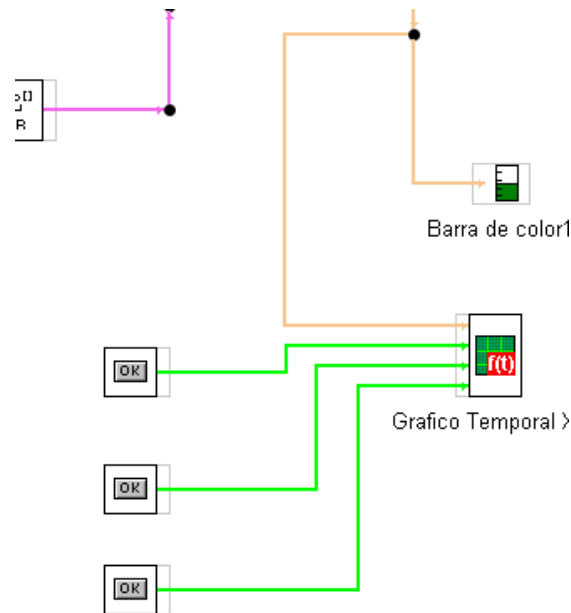


Figura 7: Grafico temporal

En la figura 6 se demuestra que los datos de la temperatura a la pantalla del panel frontal se realizan mediante comunicación serial por medio del RS232V21 por cadena de texto de Bytes to String, esta es transformada a datos (DBL) con lo cual ya se puede conectar los indicadores visuales: termómetro, una barra de color y una gráfica temporal, además de un indicador numérico, que se encuentra en la figura 7.

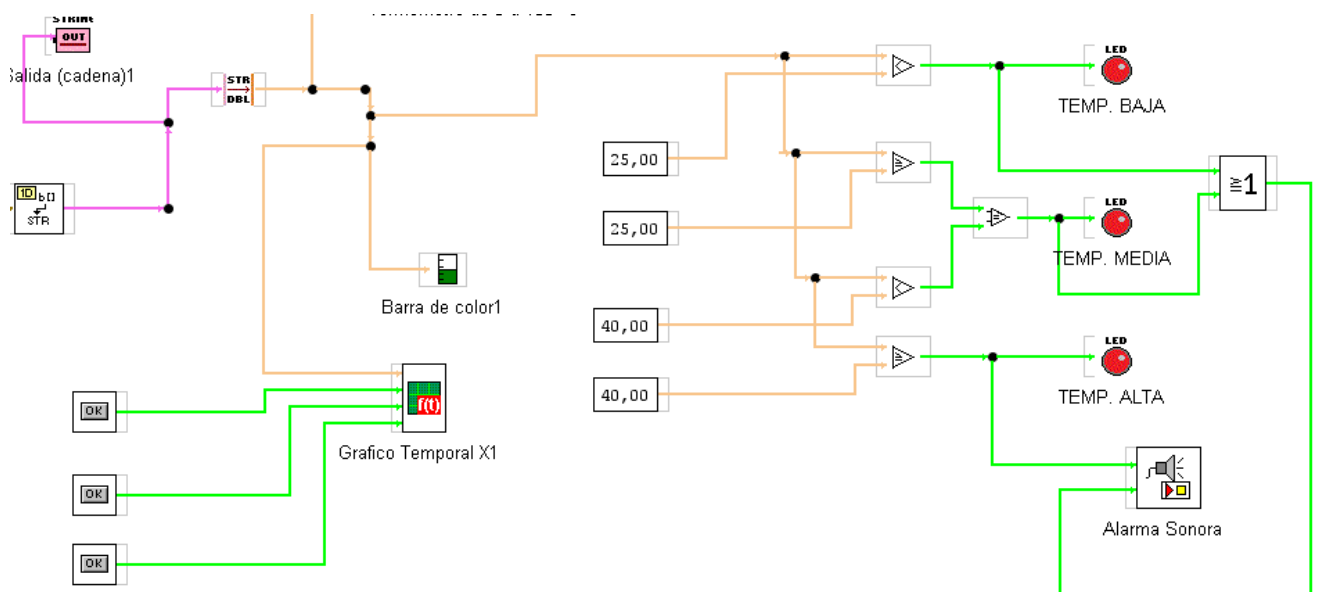


Figura 8: Programación de alarmas.

Se puede contemplar la programación de la alarma dispuesta por los tres indicadores visuales LEDs, con la siguiente lógica: el primer led se refiere a la temperatura baja, se encenderá cuando este sea menor que los 25 grados, el segundo led se indica como la temperatura media, está configurada para que sea mayor o igual que 25 grados y menor que 40 grados se debe cumplir esas condiciones para que el led se encienda, el tercer led se denomina como temperatura alta y este debe cumplir con la condición de ser mayor que 40 grados, así que tendremos un aviso luminoso y auditivo porque también consta de una alarma sonora.

Salida de datos para activación de Actuadores

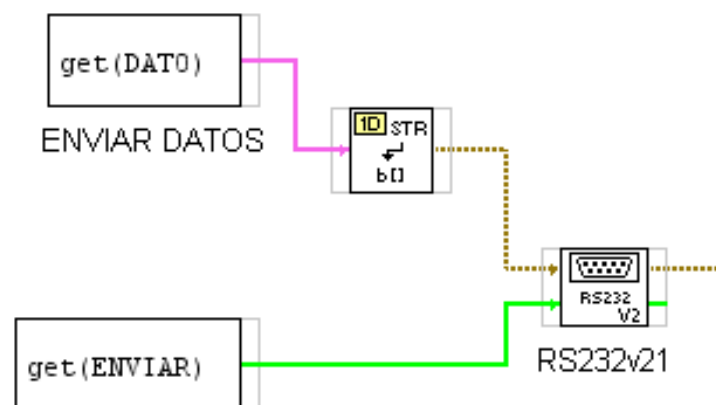


Figura 9: Enviar datos de MyOpenLab al Arduino.

En la figura 9 se observa la programación gráfica del envío de lo que se obtenga en la variable DATO, condicionada por una activación booleana de la variable enviar. Para poder realizar la escritura de datos al puerto serial, se convierte lo que contenga la variable DATO que son caracteres o variable de tipo String, se convierte a Byte que es lo que acepta el RS232V21. La aplicación de escritura consiste en enviar caracteres como letras: a, b, c, d, e, f, para que el Arduino interprete las letras y realice una activación de salidas digitales que están conectadas al módulo de relés y a los actuadores.

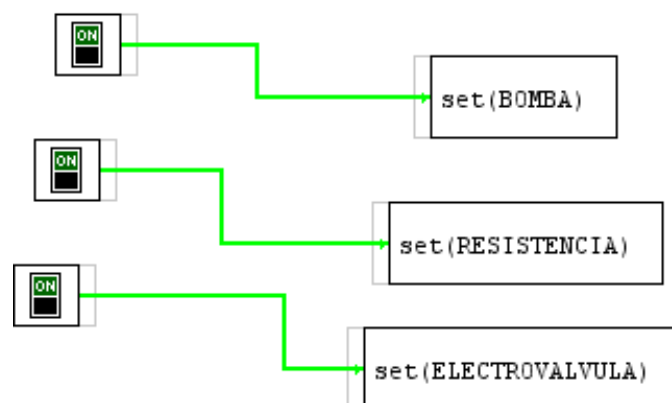


Figura 10: Control manual de los actuadores.

En la figura 10 se puede apreciar tres Interruptores on/off, que asignan la carga de valores que almacenan las tres variables booleanas: BOMBA, RESISTENCIA Y ELECTROVÁLVULA, las mismas que tomaran el valor de un “1” Lógico cuando se pulse el interruptor y “0” lógico cuando no se presione.

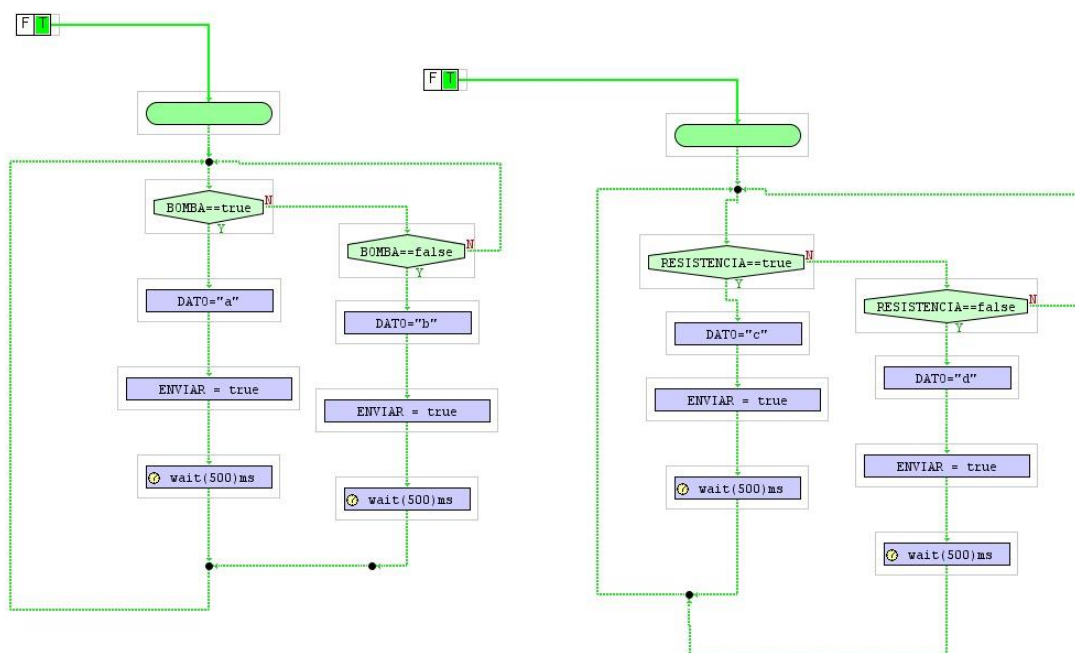


Figura 11: Diagrama de flujo para la bomba y resistencia.

En la figura 11 se encuentra el diagrama de flujo de la Bomba y la resistencia.

Estos diagramas de flujo lo que hacen es que cuando las variables booleanas como Bomba toman el valor de 1 lógico o true, en el diagrama de flujo se le asigna un carácter como a

la variable DATO, luego, la variable booleana ENVIAR es asignada en true para que donde está el RS232V21 se le dé la señal de que se envíe la variable dato con la letra a, así mismo se realiza con el apagado de la bomba esta toma el valor de 0 lógico o false, de igual modo se asigna variables como DATO Y ENVIAR que será asignada como false, para que RS232V21 de la señal de que se envíe la variable dato con la letra b. Del mismo modo que la bomba realiza su proceso, la resistencia calefactora lo hará con las diferentes condiciones que son las variables dato en el encendido es “c” y en el apagado es “d”.

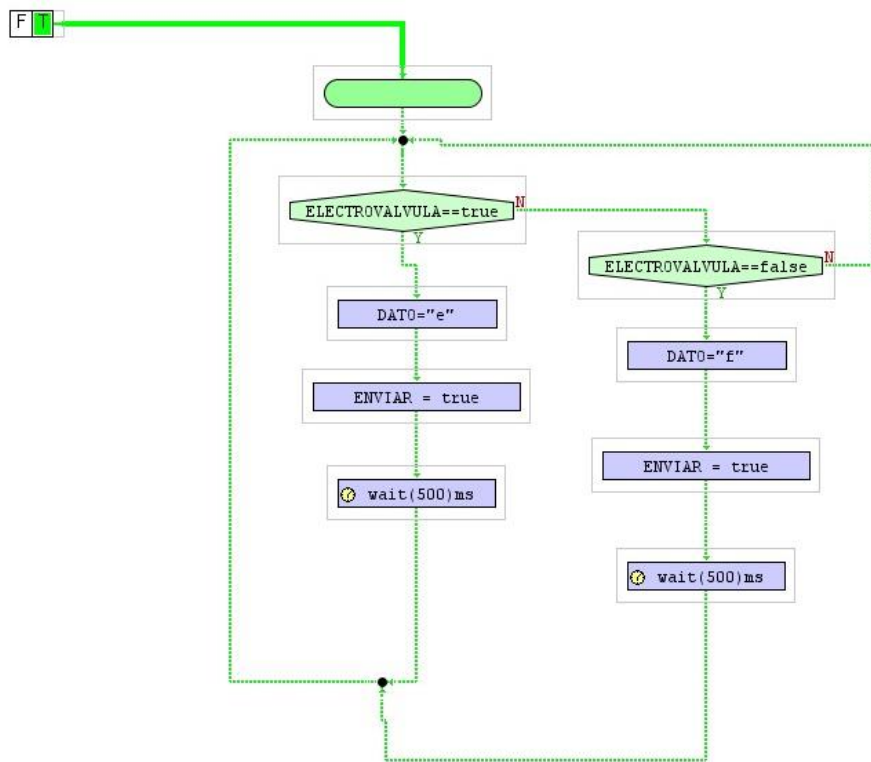


Figura 12: Diagrama de flujos de la electroválvula.

En el diagrama de flujo de la electroválvula como se muestra en la figura 12 se realizó una variable booleana denominada ELECTROVÁLVULA que tomo el valor de 1 lógico o true, en el diagrama de flujo se le asigna un carácter como a la variable DATO, luego, la variable booleana ENVIAR es asignada en true para que donde está el RS232V21 se

le dé la señal de que se envíe la variable dato con la letra “e” para el encendido en cambio, para el apagado se colocó el valor de 0 lógico o false con las mismas variables con diferente variable de dato “f”.

Programación en Arduino

En este aparato se hace referencia a los códigos por separado de la práctica de medición de la temperatura.

Código de programación de la sonda DS18B20

En la figura 13 podemos mostrar que este código está incluye la librería DallasTemperature donde tiene comandos especiales para el sensor ds18b20, el void setup configura por única vez la activación de las subrutinas de las dos librerías utilizadas, además de activar la comunicación serial en 9600 baudios.

```
#include <DallasTemperature.h>

// Pin donde se conecta el bus 1-Wire
const int pinDatosDQ = 9;

// Instancia a las clases OneWire y DallasTemperature
OneWire oneWireObjeto(pinDatosDQ);
DallasTemperature sensorDS18B20(&oneWireObjeto);

void setup() {
    // Iniciamos la comunicación serie
    Serial.begin(9600);
    // Iniciamos el bus 1-Wire
    sensorDS18B20.begin();
}
```

Figura 13: Código de programación con DallasTemperature.

En la figura 14 se observa el void loop es el lazo cíclico en el cual se define la lectura del sensor de temperatura y se envía por puerto serial los valores de temperatura medidos por el sensor.

```

void loop() {
    // Mandamos comandos para toma de temperatura a los sensores
    Serial.println("Mandando comandos a los sensores");
    sensorDS18B20.requestTemperatures();

    // Leemos y mostramos los datos de los sensores DS18B20
    Serial.print("Temperatura sensor 0: ");
    Serial.println(sensorDS18B20.getTempCByIndex(0));

    delay(1000);
}

```

Figura 14: Parte final de código de la sonda.

Código de programación de los actuadores

Se realiza la declaración de variables con la declaración de variables, estas se colocan para describiendo los pines donde va a estar cada uno de los actuadores.

```

int bomba = 2; // declaración de variables
int resistencia = 3;
int electrovalvula = 4;
int dato = 0;

```

Figura 15: Declaración de variables.

En la Figura 16 el void setup se define todas las variables como salidas digitales, las cuales corresponden a la activación de los actuadores, además se inicia la comunicación serial en la velocidad 9600.

```

void setup() {
    pinMode(bomba, OUTPUT);
    pinMode(resistencia, OUTPUT);
    pinMode(electrovalvula, OUTPUT);
    // Iniciamos la comunicación serie
    Serial.begin(9600);
}

```

Figura 16: Void setup de los actuadores.

Como muestra la condición `Serial.available` consulta si existe algún dato en el buffer, si lo hay se carga en la variable `dato` la lectura del puerto serial, por aquí llegan las letras desde la “a” hasta la “f”. Con la condición `switch` se analiza si el dato corresponde a cada posible valor de los casos, si corresponde a una letra, se define la activación o desactivación de la salida digital que corresponde a los actuadores.

```
}  
void loop() {  
  
    if( Serial.available()>0)  
    {  
        dato = Serial.read();  
    }  
    switch( dato)  
    {  
        case 'a':  
            digitalWrite(bomba, HIGH);  
            break;  
        case 'b':  
            digitalWrite(bomba, LOW);  
            break;  
        case 'c':  
            digitalWrite(resistencia, HIGH);  
            break;  
        case 'd':  
            digitalWrite(resistencia, LOW);  
            break;  
        case 'e':  
            digitalWrite(electrovalvula, HIGH);  
            break;  
        case 'f':  
            digitalWrite(electrovalvula, LOW);  
            break;  
    }  
}
```

Figura 17: Void Loop de los actuadores.

`DigitalWrite` se escribe los comandos en letras se activan en cada actuador; por ejemplo, si quiero encender la bomba se ejecuta el comando “a” y se coloca ON en la bomba, y para apagar se escribe “b” y se coloca en OFF, y así con los demás actuadores.

Aplicación

Mediante la acción de un interruptor ON – OFF virtual en el software MyOpenLab, se activa la bomba sumergible que tiene la función de bombear y llenar el tubo transparente, después de un tiempo de llenado, se pulsa el apagado de la bomba, posteriormente se pulsa el otro interruptor ON – OFF virtual que es para la activación de la resistencia

calefactora, que empieza a elevar la temperatura y al momento de que llegue a los 30 grados se pulsara el interruptor para su debido apagado. Finalmente, mediante otro interruptor ON – OFF virtual se activará la electroválvula para la descarga del fluido hacia el tanque de reserva.

Diagrama de conexión de control

En este apartado se explicó los diagramas conexiones de todos los dispositivos del tablero para su correcta explicación.

Conexión de los actuadores

En este apartado, se muestra el diagrama de conexión de los tres actuadores que utilizamos para la aplicación. La bomba es un dispositivo que trabaja con 12v por tal razón se conectó a una fuente de poder, este elemento contiene dos cables un rojo que fue directo al módulo de relé en normalmente abierto, un cable de color negro directo al negativo de la fuente y entre el común del relé al positivo de la fuente de poder. De IN1 del módulo de relé va conectado al Arduino PIN 7 y así mismo va unido por cables el GND de los dos elementos.

La electroválvula también es un dispositivo que trabaja con 12v por tal razón se conectó a la misma fuente de poder, este elemento contiene dos cables uno rojo que fue directo al módulo de relé en normalmente abierto, un cable de color negro directo al negativo de la fuente y entre el común del relé al positivo de la fuente de poder. De IN2 del módulo de relé va conectado al Arduino PIN 13.

Como último actuador esta la resistencia calefactora que es un dispositivo que trabaja con 110v en corriente alterna por tal razón se conectó mediante una regleta eléctrica. Este equipo contiene dos cables el cual uno de ellos va al normalmente abierto del módulo de relé, así mismo con cable se saca el común del relé y con el otro cable de la resistencia se

manda a la regleta eléctrica para su debida conexión. Para la conexión entre el relé IN3 al Arduino este se conectó en el PIN 7.

Conexión del sensor

La sonda de temperatura DS18B20 es un sensor el cual trabaja con voltajes desde 3.3v a 5,5v. Este dispositivo contiene tres cables, el rojo (VCC) se colocó directamente a 5 voltios de Arduino, así mismo el cable de color negro se unió al GND del Arduino, por último, el cable de color amarillo la señal del sensor se lo conecto en el PIN ~9.

Este dispositivo tiene una resistencia de 4.7Ω , colocada una de sus extremos en la parte positiva y el otro en la parte de señal.

Diagrama de conexión de potencia

Este diseño muestra la alimentación del circuito que es de 120 V la línea y su neutro pasa por un interruptor termomagnético el cual fue conectado a una regleta eléctrica de 6 tomas, entre esto se realizó un empalme entre la línea para darle alimentación a las dos luces piloto. Por otro lado, la luz piloto roja fue conectada con el neutro que sale del breaker, porque en si esta luz piloto da el aviso cuando el tablero esté funcionando a 120v, en cambio la luz piloto verde su otro extremo fue conectado hasta la parte off del interruptor tipo palanca, este mismo la parte del ON fue cableado al neutro del breaker, la línea de la fuente de alimentación fue conectada al cable de la línea del breaker y por último el neutro de la fuente se empalmo al cable del off del interruptor de palanca, este proceso se realizó para que la luz piloto verde indique cuando el tablero este con alimentación de 12v.

Resultados

Principalmente antes de realizar el proyecto se realizó diferentes pruebas de funcionamiento de cada uno de los dispositivos para reconocer como los sensores y actuadores funcionan. Comenzamos conectando individualmente cada elemento con la

placa de Arduino y también con su respectivo circuito en el protoboard y los programas de la PC. Hubo algunas pruebas que se explicaron a continuación.

Prueba con resistencia calefactora

Primero se verifico la resistencia le conectamos los cables para 110v y la sumergimos a un recipiente con abundante agua que se muestra para probar si funcionaba y si calentaba rápidamente, ya que por su potencia la cual es de 1500 watts podía afectar a los otros elementos.

La resistencia fue probada dentro del tubo transparente para probar si resistía hasta los 35 grados de la aplicación, como podemos observar la resistencia a su alrededor comienza a burbujear en pocos segundos.

Esta resistencia aproximadamente en 20 a 30 segundos alcanzó una temperatura de 30°C a 35°C, como observamos en la pantalla de Arduino.

La sonda tomo la temperatura hasta la temperatura de 40°C cuando la resistencia se mantuvo encendida unos 35 segundos.

Prueba de la bomba

La bomba trabaja con 12v en DC y es sumergible, entonces la probamos en el tanque de reserva de 20 lts pero solo llenamos hasta 3lts de agua y conectamos la bomba a una manguera transparente de 1/8 que pasa por el medidor de caudal y va directo al tubo transparente para que en si haga un bucle con el agua.

Sin embargo, conectamos la bomba a una fuente de 12v DC y funcionó correctamente con un buen alcance de succión del agua.

Prueba del circuito de MyOpenLab

En el circuito la conexión del protoboard hicimos la conexión de lo representativo del circuito de MyOpenLab, cada led representa cada actuador, como la electroválvula, la bomba y la resistencia.

Probamos con la programación y para que vaya en secuencia su encendido y fue colocado un interruptor para cada actuador y funcione correctamente.

Prueba del circuito completo

Se realizó una prueba manual de cada elemento ya montado en el tablero y con el HMI del proyecto.

Se observa como del tanque de reserva envía agua al tubo transparente, este es el principio para comenzar el proyecto empezando llenado el tubo para la prueba de la temperatura.

Luego la resistencia se conectó con un voltaje de 120v para que empiece el agua a tener temperatura pasado unos 25 segundos, observamos el HMI se tona en las alarmas visuales en el segundo led de color amarillo eso quiso decir que se encontraba en ese rango de temperatura.

Conclusiones

Se implementó de manera funcional y satisfactoria la implementación del módulo de instrumentación, basado en los lineamientos de la propuesta técnica del docente de la asignatura Instrumentación para solventar la necesidad de actividad práctica que requieren los estudiantes que se forman en la TS en Mantenimiento Eléctrico y Control Industrial del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila.

Se desarrolló un sistema de medición de la variable de temperatura dentro de un tanque con el sensor DS18B20, un Arduino uno como tarjeta de adquisición de datos, comunicación serial para la transferencia de datos y el desarrollo de una interfaz HMI amigable en el software MyOpenLAB, permitiendo mediante la integración de todos los elementos mencionados, virtualizar datos del proceso industrial simulado y presentarlos en una pantalla de un computador para realizar su análisis y posibles acciones de control en el proceso con actuadores, todo ello con software y hardware libre.

Se ha desarrollado el manual de prácticas para el módulo de Laboratorio de Instrumentación con un formato simple y estructurado, que permitan al estudiante guiarse en el conexionado, programación e integración de los elementos para el desarrollo de sus prácticas en la asignatura, en el caso de la aplicación a desarrollarse en este proyecto se deja constancia de una serie de pasos dentro de la práctica para adquisición y presentación de datos en el computador de la variable temperatura.

Bibliografía

- Guijarro Rodríguez, A. A., Cevallos Torres, L., Preciado Maila, D., & Zambrano Manzur, B. N. (19 de Mayo de 2018). Sistema de riego automatizado con arduino. *Espacios*, 39(Nº37),27.
doi:<http://sistemasblandosxd.revistaespacios.com/a18v39n37/a18v39n37p27.pdf>
- AG Electrónica. (2017). AG Electrónica. *DS18B20 CABLE*, 1,2. Obtenido de <http://www.agspecinfo.com/pdfs/D/DS18B20C.PDF>
- Bastudillo Bastidas , R. A. (2016). diseño e implementación de un prototipo de medidor de nivel de agua a través de un sensor ultrasónico para pasos deprimidos. *Unidad Tecnológica Israel*. Quito: Bachelor's thesis.
- Black&Decker. (2011). *Instalaciones Elèctricas*. España: Minneapolis. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=EVctNZG57e4C&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true
- Bohorquez Valderrama, K. B., Fonseca Sanabria , D. F., & Gutiérrez Puertas, S. (2017). *Sistema Didàctico para el control de nivel con tanques acoplados*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia . Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/jspui/bitstream/10983/15297/1/Documento%20Tanques%20Acoplados%2012-12-2017%20Versi%C3%B3n%20Final.pdf>

- Cáceres Alvarado, E. R., & Guerrero Echeverría, J. P. (2012). *Sistema De Control Scada Para La Obtencion De Biocombustible Utilizando Un Plc S7-200 Y El Software Labview*. Guayaquil: Universidad Politecnica Salesiana . Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4121/1/UPS-GT000376.pdf>
- Càrdenas, R. G., & Villacís, J. Z. (10 de Mayo de 2015). *Diseño e implementación de módulo didáctico (Tablero Metálico) para prácticas de laboratorios de Controles Industriales con aplicación en arranque e inversión de giro de motores*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10406/1/UPS-GT001454.pdf>
- Corcuera, P. (2014). *Programacion de Arduino*. Cantabria: Universida de Cantabria. Obtenido de <https://personales.unican.es/corcuerp/progucont/slides/Arduino.pdf>
- Corona Ramírez, L. G., Abarca Jiménez, G. S., & Mares Carreño, J. (2016). *Sensores y Actuadores: aplicaciones con Arduino*. México: Grupo Editorial Patria. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=wMm3BgAAQBAJ&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>
- Corona Ramírez, L. G., Abarca Jiménez, G. S., & Mares Carreño, J. (2019). *Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino*. México: Grupo Editorial Patria. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/epoch/121284?page=32>
- Cuamatzi Flores, X., Jiménez Muñiz, M. A., & Navarrete González, F. J. (2010). *Sistema de Proximidad Ultrasónico*. México: Esime. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/10131/1/129.pdf>
- Daneri, A. (2009). *PLC: automatizacion y control industrial*. Buenos Aires: Hispano Americana HASA.
- Datasheet HC-SR04. (2019). *HC-SR04*. Leantec. Obtenido de <https://leantec.es/wp-content/uploads/2019/06/Leantec.ES-HC-SR04.pdf>

- Duran Quiñonez , S. I., & Segura Cruz, D. S. (2013). *Investigación y desarrollo de un sistema automático para monitoreo y control de un motor eléctrico conectado a Delta utilizando un equipo de medición sentròn PAC3200*. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1606/1/T-UCSG-PRE-TEC-IECA-5.pdf>
- Fezari, M., & Al Dohaud, A. (2018). *Integrated Development Environment “IDE” For Arduino*. Berkeley: WSN applications. Obtenido de researchgate.net/profile/Mohamed-Fezari-2/publication/328615543_Integrated_Development_Environment_IDE_For_Arduino/links/5bd8c6d24585150b2b9206df/Integrated-Development-Environment-IDE-For-Arduino.pdf
- García Gutiérrez, L. (2014). *Instrumentación básica de medida y control*. Madrid: AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/epoch/53600?page=11>
- Gutierrez , M., & Iturralde, S. A. (2017). *Fundamentos Básicos de Instrumentación y Control*. Santa Elena: UPSE. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4228/1/Fundamentos%20de%20Instrumentacion%20y%20Control.pdf>
- Hernández, J. M. (s.f.). Software libre: técnicamente viable, económicamente sostenible y socialmente justo. *Infonomia Red De Innovadores*. Obtenido de http://190.57.147.202:90/xmlui/bitstream/handle/123456789/450/software_libre_viable_justo.pdf?sequence=1

Hernández, L. (20 de Junio de 2019). *Escoger el mejor sensor de temperatura para Arduino*. Obtenido de

<http://www.bolanosdj.com.ar/MOVIL/ARDUINO2/SensoresTemArdui.pdf>

Inglesa. (2011). *Diseño y calculo de tanques de almacenamiento*. inglesa. Obtenido de <https://www.fnmt.es/documents/10179/10666378/Dise%C3%B1o+y+c%C3%A1lculo+de+tanques+de+almacenamiento.pdf/cf73a420-13f2-248f-034a-d413cb8a3924>

Martínez, C., & Hidalgo, M. (07 de Febrero de 2014). *Control Y Robótica con EduBasica Grupo Colaborativo - Robótica Educativa*. Obtenido de ARDUINO: <http://platea.pntic.mec.es/~mhidalgo/edubasica/01arduino/arduino01.html>

Martinez, J., Padilla, A., Rodriguez, E., Jiménez, A., & Orozco, H. (2017). Diseño de Herramientas Didácticas Enfocadas al Aprendizaje de Sistemas de Control Utilizando Instrumentación Virtual. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 2-5. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/143296/Mart%C3%ADnez?sequence=5>

Mattarollo, Y. (09 de Mayo de 2014). *Usos y aplicaciones de las válvulas solenoides de uso general*. Obtenido de <https://www.altecdust.com/blog/item/41-aplicaciones-valvulas-solenoides>

Moreno, A., & Còrcoles, S. (2018). *Arduino Curso práctico* (RA-MA 2018 ed.). España: RA - MA. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=yo6fDwAAQBAJ&pg=PA55&dq=arduino+uno&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwj_Our4tIDuAhXHWfKkKHwCQBLcQ6AEwBHoECAYQAg#v=onepage&q=arduino%20uno&f=true

- Muñoz, J. (2011). *Introducción a los Sistemas de Control*. Universidad de Concepción Departamento de ingeniería Eléctrica.
- Padilla Bejarano, J. B., Prías Barragán, J. J., & Navarro Pèrez, À. A. (2 de Agosto de 2013). Construcción de un Sistema de Instrumentación para la Medición de la Temperatura, pH y Oxígeno Disuelto presentes en la Piscicultura bajo Condiciones de Estanque Artificial . *Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 18, 9. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/849/84929153017.pdf>
- ReyPlast. (2016). *REYPLAST*. Obtenido de <https://www.reyplast.pe/producto/balde-comerc-20-lts-ctapa-y-asa-de-metal>
- Roca, A. (2014). *Control automático de procesos industriales*. España: Diaz de Santos. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=xmMWBQAAQBAJ&pg=PA6&lpg=PA6&dq=Control+autom%C3%A1tico+en+lazo+cerrado:+La+regulaci%C3%B3n+o+control+autom%C3%A1tico+en+lazo+cerrado+consiste+en+sustituir+la+acci%C3%B3n+del+elemento+humano+por+un+dispositivo+llamado+c>
- Sorzoli, N. S. (2018). Relevamiento en Seguridad e Higiene para el proceso de fabricación de tanques recibidores de gas de una pequeña industria metalúrgica. *Repositorio Institucional UCA*, 90. Obtenido de <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/488>
- Universidad Autonoma de Barcelona. (2016). *Instrumentacion y Control*. Barcelona: Vam Industry. Obtenido de https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2016/148700/TFG_VamIndustry_v03.pdf
- Zhang, J. (02 de Enero de 2019). DC30A. Obtenido de Brushless DC Pump AD20P-1230A: <https://www.bldcpump.com/circulation-water-pumps/dc30a/>

electricidad, A. d. (2010). *Wikimedia foundation*. Obtenido de <https://esacademic.com/dic.nsf/eswiki/1004645>

geekfactory. (22 de junio de 2019). Obtenido de <https://www.geekfactory.mx/download/hoja-de-datos-o-datasheet-de-ds18b20-sensor-de-temperatura/>

Palacios, J. M. (2011). Materiales plásticos. En *Materiales plásticos, textiles, pétreos y cerámicos* (pág. 79).

ReyPlast. (2016). *REYPLAST*. Obtenido de <https://www.reyplast.pe/producto/balde-comerc-20-lts-ctapa-y-asa-de-metal>