



RESIDENCIA PROFESIONAL

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN EN LA AUTOMATIZACIÓN  
DE CHILLER PARA BRUMISADOR DE BOTELLAS EN EL  
ÁREA DE MANTENIMIENTO DE ALPLA

PRESENTA

**HECTOR ERIBERTO AGUILAR RUIZ**

ESPECIALIDAD

**INGENIERÍA MECÁNICA**

ASESOR

**M. en I. HERNÁN VALENCIA SÁNCHEZ**

REVISORES

## INTRODUCCIÓN

Las industrias se han preocupado por producir cada vez más en menos tiempo y con poco presupuesto. Sin descuidar la calidad del producto y seguridad en la planta para los empleados y operadores de maquinaria, Un ejemplo de ellos es la automatización de maquinaria así como de las instalaciones de la planta para lograr cada vez mejores números en producción, menos accidentes y evitar paros, fallos de maquinaria por: descuido, falta de mantenimientos, o simple cansancio de operarios.

A través de los siglos el ser humano ha construido maquinas que imitan las partes del cuerpo humano.

La fabricación automatizada surgió de la íntima relación entre fuerzas económicas e innovaciones técnicas como la división del trabajo, la transferencia de energía y la mecanización de las fábricas, y el desarrollo de las máquinas de transferencia y sistemas de alimentación (McLuhan, 1996).

Muchas industrias están muy automatizadas, o bien utilizan tecnología de automatización en alguna etapa de sus actividades. Los sistemas automatizados de guía y control se utilizan para efectuar diversas tareas con más rapidez o mejor de lo que podría hacerlo un ser humano en el mismo tiempo.

El objetivo de la automatización es Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma. Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad. Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.

Por lo siguiente, modificar la estructura o rediseñar maquinaria industrial nos permite implementar soluciones a un problema de demanda de producto o tan solo problemas diarios de la planta para lograr una mejor producción a un bajo costo y de forma segura.

# ÍNDICE

## Tabla de contenido

<b>CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN</b> .....	7
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	8
1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	8
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	8
1.5 ALCANCES Y LIMITANTES.....	9
Alcances.....	9
Limitantes.....	9
1.6 ESTADO DEL ARTE.....	9
1.6.1 ESCUELA POLITECNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA.....	9
1.6.2 FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO .....	10
1.6.3 PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO MECATRÓNICO.....	10
1.6.4 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL.....	11
1.6.5 MEJORA QUE SE PRETENDE LOGRAR CON ESTE PROYECTO.....	11
<b>CAPITULO 2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b> .....	12
2.1 HISTORIA DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACION.....	13
2.1.1 Clasificación de los Chillers.....	13
2.2 CIRCUITOS ELÉCTRICOS.....	14
2.2.1 Componentes.....	14
2.2.2 Funciones.....	14
2.2.3 Características.....	14
2.2.4 Clasificación.....	15
2.3 TÉCNICAS DE CONEXIÓN DE ELEMENTOS EN CIRCUITOS ELÉCTRICOS: SERIE, PARALELO Y MIXTO.....	15
2.4 CONTROLES DE NIVEL.....	16
2.4.1 Electroniveles.....	16
2.5 ECUACIONES.....	18
2.5.1 Controlador on/off.....	18

2.5.2 Tipos de controlador .....	19
<b>CAPITULO 3 METODOLOGIA</b> .....	<b>20</b>
3.1 SENSOR DE NIVEL DE AGUA PARA EVITAR QUE LA BOMBA CAVITE Y DEJE DE FUNCIONAR.....	21
3.1.1 Circuito electro nivel de vaciado con electrodos.....	21
3.1.2 Selección de sensor industrial .....	22
3.2 SISTEMAS DE CONTROL.....	24
3.2.1 Sistema de lazo abierto (sistema actual).....	24
.....	24
3.2.2 Sistema de lazo cerrado (sistema automatizado).....	24
3.2.3 Funcionamiento .....	25
3.2.4 Componentes de un controlador pid.....	26
3.3 DATOS TECNICOS DEL SENOR EN-3, ELECTRO NIVEL DE VACIADO O LLENADO.....	26
3.4 EJEMPLO DE CONEXIÓN.....	27
3.5 ELECTRODOS (MODELO E-3).....	27
3.5.1 preparación de cables para electrodos .....	27
3.5.2 Preparación de electrodos .....	27
3.5.3 Instalación de electrodos .....	28
3.6 SISTEMA MEDIDOR DE AGUA VISUAL DIRIGIDO AL OPERADOR.....	29
3.6.1 flotador de mercurio (modelo DN-1).....	29
Descripción .....	29
3.6.2 Operación de vaciado de depósito de agua.....	30
3.6.3 Arduino y programación .....	30
3.6.4 Arduino.....	30
3.6.5 Pantalla LCD .....	31
3.6.6 Programación .....	32
3.7 PRESUPUESTO .....	34
<b>CAPITULO 4 RESULTADOS</b> .....	<b>35</b>
4.1 CIRCUITO DE ENFRIAMIENTO BRUMIZADOR .....	36
Y CONEXIÓN DE ELECTRONIVEL DE VACIADO, ELECTRODOS Y PANTALLA LCD .....	36
.....	36
4.1.1 CIRCUITO DE ENFRIAMIENTO BRUMIZADOR Y CONEXIÓN DE ELECTRONIVEL DE VACIADO, ELECTRODOS Y PANTALLA LCD CON IMÁGENES REALES.....	37

4.2 SIMULACIÓN EN LABVIEW DE LLENADO DE TANQUE DE NIVEL BAJO Y NIVEL ALTO.....	38
4.3 SIMULACIÓN FLUIDSIM CIRCUITO ELÉCTRICO CON BOMBA.....	39
4.4 PLACA ELECTRONICA DE ELECTROVACIADO Y PARO DE EMERGENCIA.....	40
4.5 DIAGRAMA ELÉCTRICO.....	41
4.6 PUESTA EN MARCHA POR UN PERIODO DE PRUEBA. ....	46
<b>CAPÍTULO 5 CONCLUSIÓN.....</b>	<b>47</b>
5.1 CONCLUSIÓN .....	48
5.2 REFERENCIAS.....	49
5.3 ANEXOS .....	50
5.4 MANUAL DE OPERACIÓN.....	54
5.4.1 PRESENTACIÓN .....	55
5.4.2 Uso adecuado del sistema.....	56
5.4.3 Posibles fallas del sistema.....	57
5.4.4 Cálculo integral de vaciado del tanque.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.- Electronivel
Figura 2.1.- Control de llenado
Figura 2.3.- Descripción del electronivel modelo EN-3
Figura 3.1.- Electro nivel vaciado
Figura 3.2.- Ejemplo de conexión
Figura 3.3.- El electrodo común no lleva la cubierta de plástico
Figura 3.4.- Contenedor de agua con electrodo
Figura 3.5.- Switch flotador de mercurio
Figura 3.6.- Cable entre el cintillo el flotador
Figura 3.7.- Contenedor de agua con sistema de bombeo
Figura 3.8.- Tarjeta de arduino
Figura 3.9.- Pantalla LCD
Figura 4.1.- Nivel bajo
Figura 4.2.- Nivel alto
Figura 4.3.- Bomba funcionando
Figura 4.4.- Bomba apagada de emergencia por señal analógica

## ÍNDICE DE IMÁGENES

- Imagen 4.1 Placa electrónica con salida analógica y digital
- Imagen 4.2 Ubicación de la pantalla LCD
- Imagen 4.3 Ubicación de los sensores de nivel
- Imagen 4.4 Contenedor de agua con nivel alto
- Imagen 4.4 Pantalla LCD indicando nivel alto
- Imagen 4.6 Contenedor de agua con nivel medio
- Imagen 4.7 Pantalla LCD indicando nivel medio
- Imagen 4.8 Contenedor de agua con nivel bajo
- Imagen 4.9 Pantalla LCD indicando nivel bajo
- Imagen 5.1.- Tanque de agua helada P/Brumizador
- Imagen 5.2.- Brumizador de botellas sopladadas
- Imagen 5.3.- Contenedor de agua helada
- Imagen 5.4.- Circuito electrónico con paro de emergencia activado bomba hidráulica apagada (led rojo apagado= bomba hidráulica apagada)
- Imagen 5.5.- Circuito eléctrico con nivel medio del contenedor de agua
- Imagen 5.6.- Circuito electrónico con nivel vacío del contenedor de agua con bomba aun operando (led rojo=bomba hidráulica)
- Imagen 5.7.- Contenedor con sensores de nivel

## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 3.1.- Especificaciones técnicas
- Tabla 3.2.- Costos de materiales

# **CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN**

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El uso continuo de máquinas industriales permite fallos y paros de emergencia no programados. Costando tiempo, dinero y producción. El operario capacitado necesita de un sistema cada vez más autónomo que le permita monitorear, operar y mantener en óptimas condiciones cada máquina.

## 1.2 OBJETIVO GENERAL

Diseño e implementación en la automatización de chiller para brumisador de botellas en el área de mantenimiento de Alpla

## 1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar circuito eléctrico que apague de emergencia bomba hidráulica
- Montar circuito en bomba con interruptor on-off de señal analógica
- Colocar flotadores en distintos niveles de contenedor de agua
- Recibir, transformar señal analógica a señal digital en una tarjeta de procesamiento de datos
- Mostrar al operador la información de nivel de agua para el contenedor
- Apagar bomba hidráulica en caso nivel bajo de agua.

## 1.4 JUSTIFICACIÓN

La demanda en el mercado de un producto es cada vez más grande, creando así una mayor necesidad de mejorar los procesos e instalaciones de la planta para poder satisfacer día a día las necesidades de producción que el cliente demanda.

La automatización del chiller debe facilitar el mantenimiento y operación del equipo para evitar así posibles fallas por mal uso o descuido del operador, además debe permitir evitar paros no planeados.

Se podrá ahorrar dinero al evitar cambiar piezas y dispositivos de gran importancia en el funcionamiento del chiller

## 1.5 ALCANCES Y LIMITANTES

### Alcances

Diseñar un sistema electromecánico capaz de censar temperatura y volumen de fluido de trabajo para una producción continua, generalizando así cero paros de producción no planeados.

Lograr que el operario se le facilite trabajar con el sistema de enfriamiento de botellas.

### Limitantes

La pantalla LCD es muy pequeña para el operador y la información es escueta

Sensor EN-3 opera con voltajes altos como para agregar tarjetas o salidas de señales secundarias.

## 1.6 ESTADO DEL ARTE

**NOVIEMBRE 1994**

### **1.6.1 ESCUELA POLITECNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA**

Diseño y construcción de un sistema de control de nivel de líquidos. Se busca producir un equipo de laboratorio de fácil manejo y mantenimiento; y, que permita entender de manera conveniente los problemas de control de nivel de líquidos en procesos industriales. Cabe mencionar que se escogió este tipo de proceso para implementar el control, pues se trata de un sistema con constantes de tiempo relativamente grande lo que hace muy útil para ensayos, a pequeña escala en laboratorios.

El equipo didáctico a construir permitirá realizar un estudio práctico de las diferentes técnicas de control aplicadas en un sistema real.

**FEBRERO 2013**

### **1.6.2 FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

Implementación de un banco de pruebas para el control de nivel de líquidos en el laboratorio de instrumentación industrial de la facultad de mecánica.

El presente trabajo tiene como finalidad desarrollar un banco de pruebas para el control de nivel de líquidos para el laboratorio de Instrumentación Industrial de la Facultad de Mecánica que sea útil y funcional para el aprendizaje de quienes realizan prácticas de medición y control de esta variable de proceso, lo cual se consideraron tres aspectos fundamentales: ergonomía, estética y fácil identificación de los componentes.

Se partió de una investigación minuciosa en el ámbito de los líquidos, sus propiedades, métodos e instrumentos de medida de nivel de líquido, válvulas, sistemas de control para su monitorización, se seleccionó los sensores ultrasónicos por sus características y propiedades que se ajustan al proceso donde el rango de medida está entre 0 y 57 cm

**AGOSTO 2014**

### **1.6.3 PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO MECATRÓNICO**

Diseño de la automatización de un sistema de llenado para tanques de aceite de palma

Este trabajo aplica un método de ingeniería concurrente en el diseño de un sistema de monitoreo y control de llenado de tanques de aceite de palma para la empresa.

**PALMAS SANTAFE S.A**

Como primera medida se realiza un estudio de cada uno de los elementos del sistema teniendo en cuenta las funciones que realizan.

Con este estudio se plantean soluciones a los diferentes problemas y se diseña una estrategia de control adecuada del sistema, permitiéndole al operador de planta tener información clara de niveles de proceso y una visualización de parámetros a través de una HMI

**MARZO 2015**

#### **1.6.4 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL**

Diseño e implementación de un sistema de control en una planta de llenado de tanques a escala usando un transmisor de nivel y algoritmo pid para pruebas en el laboratorio de automatización industrial.

El presente proyecto fue realizado pensando en los estudiantes de la carrera de Ingeniería electrónica en lo ciclo superiores, la idea es ayudar a formar conceptos más concretos acerca de los sistemas de automatización y control que se presentan en las industrias.

El proyecto aporta conocimientos en las áreas de automatización e instrumentación, las cuales son áreas vitales dentro del estudio e implementación de un sistema de control.

#### **1.6.5 MEJORA QUE SE PRETENDE LOGRAR CON ESTE PROYECTO.**

La mejora que se pretende agregar con este proyecto es optimizar y lograr hacer más eficiente el sistema de electro vaciado en un contenedor de agua helada a un sistema de enfriamiento para brumisador de botellas de plástico (pet) a nivel industrial.

Lograr que el sistema de electro vaciado contenga componentes líderes en su área (sensores de alto rendimiento) que les permita poder trabajar indefinidamente y soportar las cargas de trabajo a un ritmo continuo y acelerado.

Es importante realizar el sistema, de tal forma que todo el personal de piso en la industria sea capaz de manejarlo y/o darle solución a cualquier tipo de problemas que puedan presentar.

La mejora continua en el proceso de brumizado de botellas podrá obtenerse de forma segura e inmediata con este proyecto.

# **CAPITULO 2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

## 2.1 HISTORIA DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACION

En épocas prehistóricas, el hombre encontró que su vida durante épocas en que el alimento no estaba disponible era muy difícil si no contaba con reservas de alimentos almacenados en el frío de una cueva o embalados en la nieve.

En China, antes del primer milenio, el hielo fue cosechado y almacenado. Los Hebreos, Griegos y Romanos colocaron cantidades grandes de nieve en los hoyos de almacenaje cavados en la tierra y aislados con madera y paja.

La etapa intermedia en la historia de alimentos que se refrescaban era agregar los productos químicos como el nitrato de sodio o el nitrato de potasio al agua que hacía bajar la temperatura.

### 2.1.1 Clasificación de los Chillers

Las unidades enfriadoras de líquido o generadoras de agua helada (Chiller) son la solución ideal para sus requerimientos de Aire Acondicionado las hay desde 1.5 toneladas hasta más de 2000 toneladas ya sean monofásicas o trifásicas, pueden ser monitoreadas en todas sus funciones por medio de un Software, estos equipos tienen la ventaja de llevar el agua refrigerada a las manejadoras a cualquier distancia mediante el bombeo adecuado, limitante que existe en los sistemas Mini y Multi Split, sus aplicaciones pueden ser tanto de confort como para procesos industriales.

Podemos encontrar tres tipos de Chillers que trabajan por dos sistemas de enfriamiento, por agua y/o aire.

Scroll enfriado por agua son de alta eficiencia, de bajos costos de operación e instalación, proporcionan un bajo Nivel de Ruido y una excelente comunicación a través de su control microprocesador con display de 40 caracteres disponible en 5 idiomas para una fácil operación y mantenimiento.

Scroll enfriados por aire tienen un rango de capacidad de 10 a 150 Ton. Operan con HCFC-22, HFC 407C y HFC 410a utilizando compresores tipo scroll que proveen una alta eficiencia, bajo ruido, tolerancia al líquido insuperable así como gran confiabilidad.

Tornillo enfriados por agua (Torre) YCWS manejan capacidades de 75 a 170 TR con R-22 y de 100 a 215 TR con R-407c, están fabricados en un Gabinete de acero galvanizado, con doble pintura haciéndolos resistentes a la corrosión y con amortiguadores para evitar al máximo las vibraciones producidas por la unidad.

Tornillo enfriados por aire proporcionan una elevada eficiencia operacional y un nivel silencioso de operación, la familia de enfriadores YCAV están disponibles para

capacidades de 150 a 550 TR, proporcionando eficiencia 10.3 SEER en carga plena y 15.2 SEER en carga parcial.

Centrífugo enfriado por agua (una etapa) emplean agua como refrigerante ecológica y suministran una fuente económica de refrigeración cuando existe la posibilidad de emplear vapor de baja presión o agua caliente, sus capacidades van de las 100 a las 1,400 Ton.

Centrífugo enfriado por aire operan con una máxima eficiencia tanto para carga plena como para carga parcial, considerando que el 99% del tiempo los equipos trabajan a cargas parciales optimizando como consecuencia el consumo de energía eléctrica, estos chillers cuentan con el panel de control más avanzado del mercado, logrando una operación, registro y monitoreo totalmente amigables con los usuarios.

## 2.2 CIRCUITOS ELÉCTRICOS

### 2.2.1 Componentes

Generadores: proporcionan la energía necesaria en un circuito para que se muevan los electrones.

Elementos de control: se utiliza para dirigir o interrumpir el paso de corriente eléctrica.

Receptores: son dispositivos que transforman la energía eléctrica en otro tipo de energía que nos resulta útil.

### 2.2.2 Funciones

Los circuitos integrados han permitido reducir el tamaño de los dispositivos con el consiguiente descenso de los costes de fabricación y mantenimiento de los sistemas. Al mismo tiempo, ofrecen mayor facilidad y fiabilidad.

### 2.2.3 Características

Conducen o transforman la corriente eléctrica. Tienen las ventajas de ser capaz de producir energía mecánica a partir de energía eléctrica, de modificar las condiciones eléctricas existentes para cierto propósito, de analizar el comportamiento de los componentes entre otras muchas.

## 2.2.4 Clasificación

Tipo de señal: corriente alterna y corriente directa

Tipo de régimen: corriente periódica, corriente transitoria, permanente

Tipos de componente: eléctricos y electrónicos

Tipo de configuración: serie, paralelo y mixta

## 2.3 TÉCNICAS DE CONEXIÓN DE ELEMENTOS EN CIRCUITOS ELÉCTRICOS: SERIE, PARALELO Y MIXTO.

**Serie:**

Los circuitos en serie son aquellos que disponen de dos o más operadores conectados uno a continuación del otro, es decir, en el mismo cable o conductor.

Condiciones que cumplen los circuitos en serie.

- la intensidad que circula por el circuitos siempre es la misma
- la resistencia total del circuito es la suma de la resistencia de los receptores.
- El voltaje total del circuito es la suma del voltaje de cada receptor
- Ley de ohm

**Paralelo:** un circuito en paralelo es aquel que dispone de dos o más operadores conectados en distintos cables. Dicho de otra forma, en ellos, para pasar de un punto a otro del circuito, la corriente eléctrica dispone de varios alternativos por lo que esta ´solo atravesara aquellos operadores que se encuentren en su recorrido.

Condiciones que cumplen los circuitos en paralelos.

- la intensidad que camina por el circuito no es la misma ya que atraviesa caminos distintos
- el voltaje es el mismo en todo el circuito
- la inversa de la resistencia total de circuito es igual a la suma de la inversa de la resistencia de cada operador

**Mixto:**

Los circuitos mixtos son aquellos que disponen de tres o más operadores eléctricos y en cuya asociación ocurren a la vez los dos sistemas anteriores, en serie y paralelo.

## 2.4 CONTROLES DE NIVEL

**Los controladores de nivel** son dispositivos cuya finalidad es la de obtener la garantía de mantener el nivel del líquido o fluido en un rango de variación establecido.

Estos equipos son herramientas muy importantes en lo que son procesos de producción, almacenamiento (ya sea de algún tipo de líquido o de un sólido), etc.

También se ha visto la necesidad de utilizarlos en automatización de procesos y es que proporcionan mayor precisión en la fabricación de piezas, llenado de envases y en nuestro caso controlar el nivel de un tanque de almacenamiento.

Mantener controlado el nivel del líquido en los diferentes depósitos nos ayuda a obtener información del volumen del líquido así como también el tiempo de llenado

Sirven para controlar automáticamente el nivel en depósitos de agua y otros líquidos conductores.

También para proteger las bombas por bajo nivel de succión. Operan la bomba automáticamente para mantener lleno o vacío un depósito. Cabe mencionar que no se pueden utilizar en líquidos inflamables.

### 2.4.1 Electroniveles

Se les llama electroniveles a los controles que detectan el nivel del líquido, midiendo la corriente eléctrica que pasa a través de el por medio de electrodos.



Fig. 2.1 Electronivel

### Características generales de los eletroniveles

- Alimentación de 120 o 220 VCA.
- Capacidad de contactos 12 Amp. A 220 VCA, maneja directamente bombas monofásicas de hasta 1.5 C.F. a 220 VCA.

- Se pueden usar para controlar bombas monofásicas y trifásicas de cualquier capacidad.
- Distancia máxima a los electrodos 500m., modelos especiales para distancias hasta de 5,000 m.

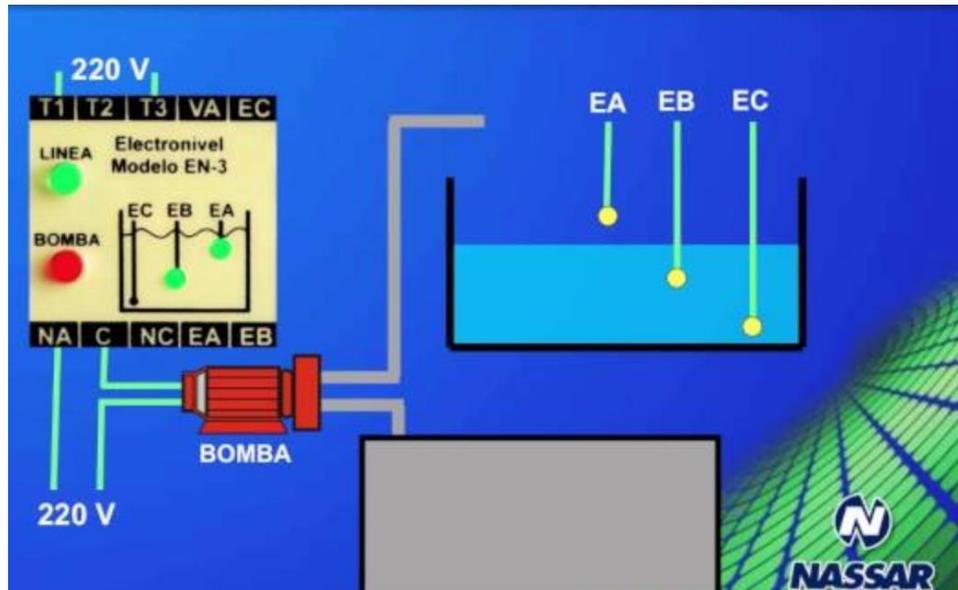


Fig. 2.2 Control de llenado

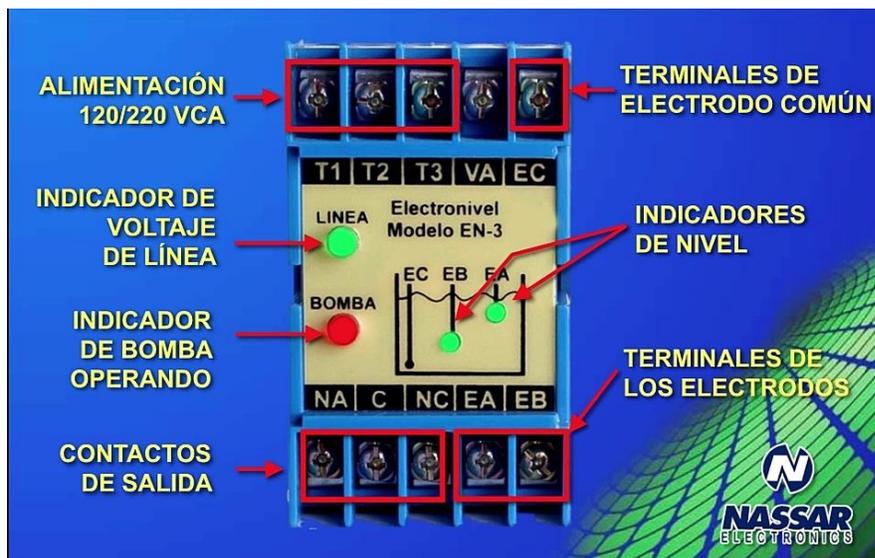


Fig. 2.3 Descripción del electronivel modelo EN-3

## 2.5 ECUACIONES

$$P_{sal} = K_P e(t) \dots (1)$$

$$I_{salida} = K \int_0^t e(t) dt \dots (2)$$

$$D_{sal} = K_d \frac{de}{dt} \dots (3)$$

$$U(t) = K \left[ e(t) + \frac{1}{\tau} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_d \frac{de(t)}{dt} \right] \dots (4)$$

$$\frac{C(s)}{U(s)} = \frac{K e^{-2.5}}{\tau s + 1} \dots (5)$$

### 2.5.1 Controlador on/off

Este tipo de controlador, también llamado Todo o Nada, usa un algoritmo simple para solamente revisar si la variable de proceso está por encima o por debajo de un setpoint determinado. En términos prácticos, la variable manipulada o la señal de control del controlador cambia entre “totalmente ON” o totalmente OFF, sin estados intermedios. Este tipo de accionamiento provoca un control muy impreciso de la variable de proceso.

En procesos en los que no se requiere un control muy preciso, el control de posiciones on/off, puede ser el adecuado. En este tipo de control, el elemento final de control se mueve rápidamente entre una de dos posiciones fijas a la otra, para un valor único de la variable controlada.

Un controlador on/off opera sobre la variable manipulada solo cuando la temperatura cruza la temperatura deseada SP. La salida tiene solo dos estados, completamente activado (on) y completamente desactivado (off). Un estado es usado cuando la temperatura está en cualquier lugar sobre el valor deseado y el otro estado es usado cuando la temperatura está en cualquier punto debajo de la temperatura deseada SP.

Para este proyecto usamos el control on/off, ya que no controlamos de forma específica y proporcional o especial ninguna variable del sistema, por ejemplo, temperatura de agua, mililitros de entrada o salida del contenedor, densidad o impurezas en el agua, etc. Permitiéndonos usar un controlador menos preciso como lo es el control on/off.

## 2.5.2 Tipos de controlador

- Control de dos posiciones (todo o nada) (on/off)
- Proporcional de tiempo variable (PWM)
- Proporcional (P)
- Proporcional más integral (PI)
- Proporcional más derivativo (PD)
- Proporcional más integral más derivativo (PID)

Control de dos posiciones.

Este tipo de controlador, también llamado Todo o Nada, usa un algoritmo simple para solamente revisar si la variable de proceso está por encima o por debajo de un setpoint determinado. En términos prácticos, la variable manipulada o la señal de control del controlador cambian entre “totalmente ON” o totalmente OFF, sin estados intermedios.

Proporcional de tiempo variable.

Es básicamente una modulación por ancho de pulso, por lo que también se lo suele denominar PWM (siglas de Pulse Width Modulation), es decir que dentro de un ciclo de tiempo constante se produce una conexión y desconexión del elemento final de control. El valor de la salida se logra modificando la relación entre el tiempo de conexión y el tiempo total del ciclo.

Proporcional.

Es la acción de control que consiste en la multiplicación entre la señal de error actuante y la sensibilidad proporcional o ganancia como para que hagan que el error en estado estacionario sea casi nulo.

Proporcional más integral más derivativo

Un controlador PID (Controlador Proporcional, Integral y Derivativo) es un mecanismo de control simultáneo por realimentación ampliamente usado en sistemas de control industrial. Este calcula la desviación o error entre un valor medido y un valor deseado.

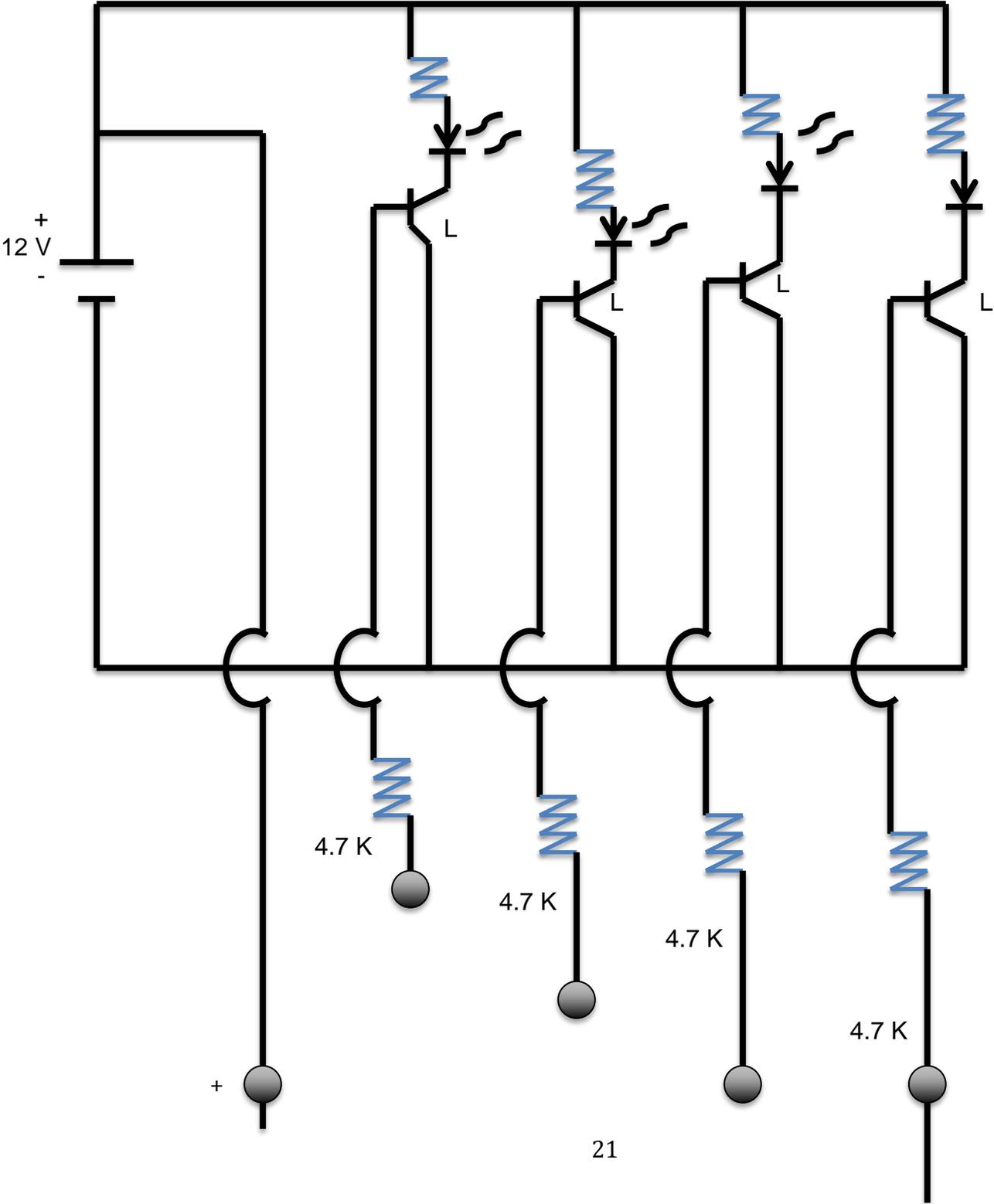
El algoritmo del control PID consiste de tres parámetros distintos: el proporcional, el integral, y el derivativo. El valor Proporcional depende del error actual. El Integral depende de los errores pasados y el Derivativo es una predicción de los errores futuros. La suma de estas tres acciones es usada para ajustar al proceso por medio de un elemento de control como la posición de una válvula de control o la potencia suministrada a un calentador.

En este proyecto no fue necesario utilizar estos tipos de controladores

# **CAPITULO 3 METODOLOGIA**

# 3.1 SENSOR DE NIVEL DE AGUA PARA EVITAR QUE LA BOMBA CAVITE Y DEJE DE FUNCIONAR

## 3.1.1 Circuito electro nivel de vaciado con electrodos



### 3.1.2 Selección de sensor industrial

- Sensor que opere con este mecanismo

#### **EN-3, electro nivel de vaciado o llenado**

Para control de nivel de agua y protección de bombas por bajo nivel de succión

#### Descripción

Controla la bomba para que automáticamente mantenga un depósito lleno o vacío. Protege bombas contra bajo nivel de succión. Controla bombas monofásicas y trifásicas de cualquier capacidad y para todo tipo de arrancadores.

El FaseAlert-3 es un equipo muy confiable, fabricado con tecnología de punto, tiene leds que indican claramente el funcionamiento y las fallas. El modelo F3D tiene una pantalla LCD con iluminación que indica: Los 3 voltajes de línea, las fallas y los ajustes e indicaciones de operación, además tiene memoria permanente de la última falla y registro de los voltajes máximos y mínimos, esto le permitirá saber el historial de fallas y variaciones de voltaje que ocurren en el tiempo en que usted no está presente. Adicionalmente tiene una conexión para el registrador de voltajes DL-100 que almacena los voltajes y fallas de alimentación trifásica en una memoria. Estos datos se alimentan a una computadora por medio de un USB para tener una fácil visualización grafica de la información.

En el FaseAlert-3 se pueden ajustar tanto los retardos de operación, el alto y bajo voltaje, así como el desbalance de voltaje.

#### Operación:

El FaseAlert-3 protege desconectando la bobina de contactor y apagando el motor cuando detecta una falla en los voltajes, esto lo hace mediante un contacto interno que se abre o cierra de acuerdo a las condiciones del voltaje.

Tiene programado un retardo para no desconectar el motor por fallas de corta duración que no le afectan. Cuando regresan los voltajes normales, puede tener un retardo al reconectar (ajustable), esto es necesario en algunos equipos como compresores de refrigeración.

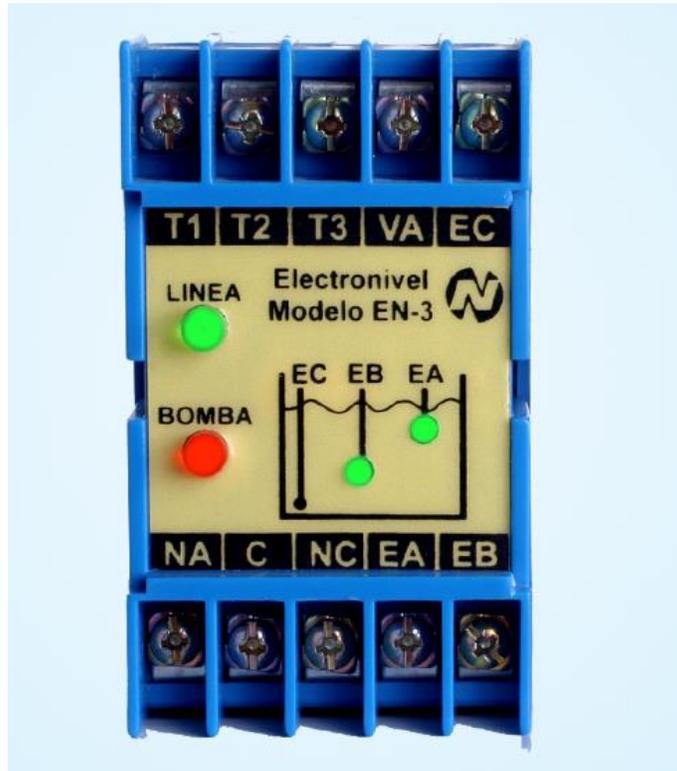
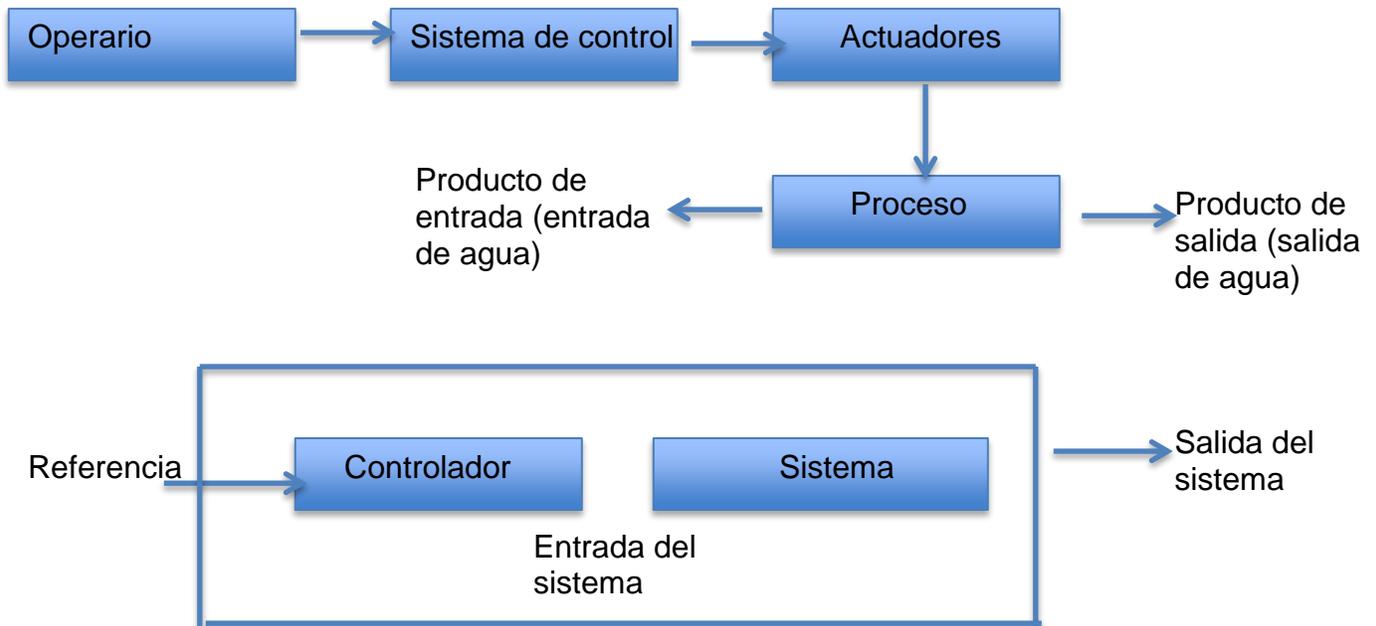


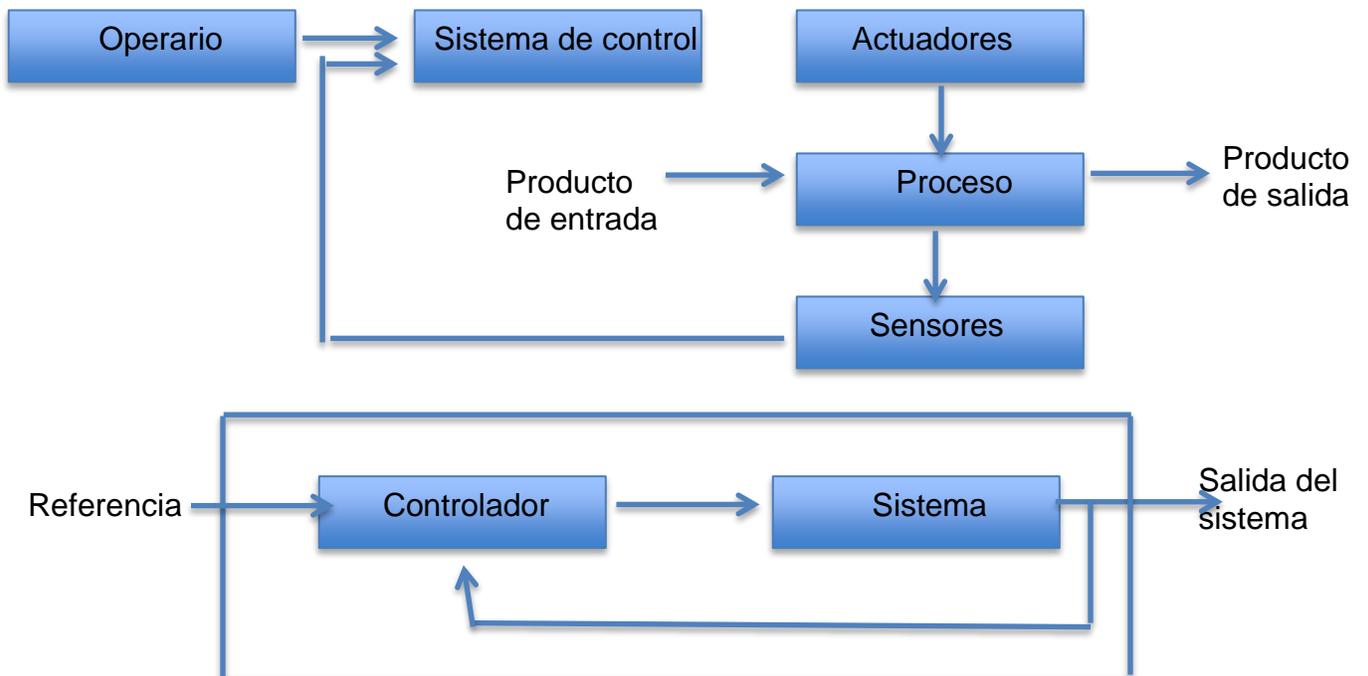
Fig. 3.1 Electro nivel de vaciado

## 3.2 SISTEMAS DE CONTROL

### 3.2.1 Sistema de lazo abierto (sistema actual)



### 3.2.2 Sistema de lazo cerrado (sistema automatizado)



### 3.2.3 Funcionamiento

Para el correcto funcionamiento de un controlador PID que regule un proceso o sistema se necesita, al menos:

- Un sensor, que determine el estado del sistema (termómetro, caudalímetro, manómetro, etc).
- Un controlador, que genere la señal que gobierna al actuador.
- Un actuador, que modifique al sistema de manera controlada (resistencia eléctrica, motor, válvula, bomba, etc).

#### El sensor

Proporciona una señal analógica o digital al controlador, la cual representa el punto actual en el que se encuentra el proceso o sistema. La señal puede representar ese valor en tensión eléctrica, intensidad de corriente eléctrica o frecuencia. En este último caso la señal es de corriente alterna, a diferencia de los dos anteriores, que son con corriente continua.

#### El controlador

El controlador lee una señal externa que representa el valor que se desea alcanzar. Esta señal recibe el nombre de punto de consigna (o punto de referencia), la cual es de la misma naturaleza y tiene el mismo rango de valores que la señal que proporciona el sensor. Para hacer posible esta compatibilidad y que, a su vez, la señal pueda ser entendida por un humano, habrá que establecer algún tipo de interfaz (HMI-Human Machine Interface), son pantallas de gran valor visual y fácil manejo que se usan para hacer más intuitivo el control de un proceso.

#### El actuador

El controlador resta la señal de punto actual a la señal de punto de consigna, obteniendo así la señal de error, que determina en cada instante la diferencia que hay entre el valor deseado (consigna) y el valor medido. La señal de error es utilizada por cada uno de los 3 componentes del controlador PID. Las 3 señales sumadas, componen la señal de salida que el controlador va a utilizar para gobernar al actuador. La señal resultante de la suma de estas tres se llama variable manipulada y no se aplica directamente sobre el actuador, sino que debe ser transformada para ser compatible con el actuador que usemos.

### 3.2.4 Componentes de un controlador pid

Las tres componentes de un controlador PID son: parte Proporcional, acción Integral y acción Derivativa. El peso de la influencia que cada una de estas partes tiene en la suma final, viene dado por la constante proporcional, el tiempo integral y el tiempo derivativo, respectivamente. Se pretenderá lograr que el bucle de control corrija eficazmente y en el mínimo tiempo posible los efectos de las perturbaciones.

### 3.3 DATOS TECNICOS DEL SENOR EN-3, ELECTRO NIVEL DE VACIADO O LLENADO

VOLTAJE DE ELECTRODOS	18 V.C.A MAX.
CORRIENTE DE ELECTRODOS	0.36 mAmp. C.A. MAX.
RESISTENCIA DE LIQUIDO	50Kohms MAX.
LARGO DEL CABLE DE ELECTRODOS	300 metros MAX.
CONSUMO MÁXIMO	1 Watts
CAPACIDAD DE CONTACTOS	NA 12 Amp. NC 8 Amp.
CAPACIDAD DIRECTA	1.5 C.F. Max. @ 220 V, 3/4 C.F. Max. @ 120 V.
VIDA UTIL DEL CONTACTO	10,000,000 Max. , 200,000 a plena carga
PESO	392 gr
ALIMENTACION	120/220 V.C.A. $\pm$ 10% 50/60 C.P.S.
CAJA	ABS

Tabla 3.1 Especificaciones técnicas

### 3.4 EJEMPLO DE CONEXIÓN

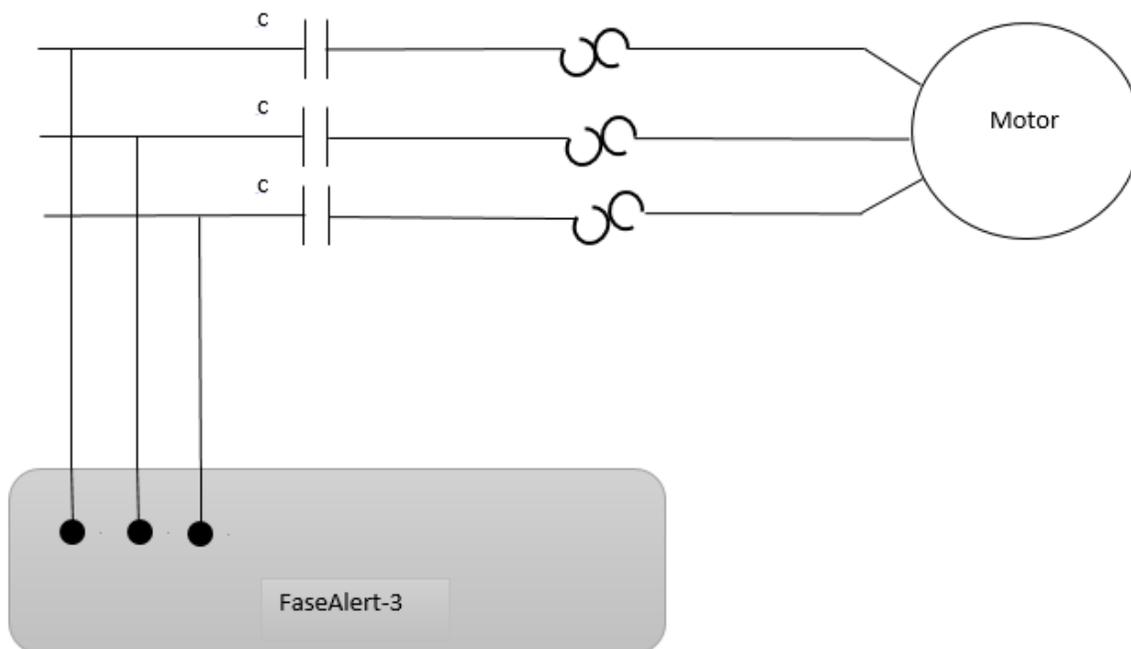


Fig. 3.2 Ejemplo de conexión

### 3.5 ELECTRODOS (MODELO E-3)

#### 3.5.1 preparación de cables para electrodos

- Para alambrear los electrodos se puede usar cable desde calibre 12 al 16.
- Use cables de 3 diferentes colores para evitar errores de conexión. Utilice un color para cada electrodo.

#### 3.5.2 Preparación de electrodos

Pele el extremo del cable 3 cm e inserte la cubierta de plástico en el cable con el fondo abierto hacia abajo. Inserte el electrodo de bronce hasta el tope del forro del cable y apriete el tornillo para asegurar el cable al electrodo. Doble el sobrante del cable pelado para asegurar mejor el electrodo al cable. Baje la cubierta plástica azul, de tal forma que cubra completamente el electrodo y el cable pelado. La cubierta de plástico evitará que el electrodo haga contacto por los lados en paredes de recipientes conductores y sólo permitirá el contacto a través del líquido por la parte de abajo, lo que evitará falsas detecciones de nivel.

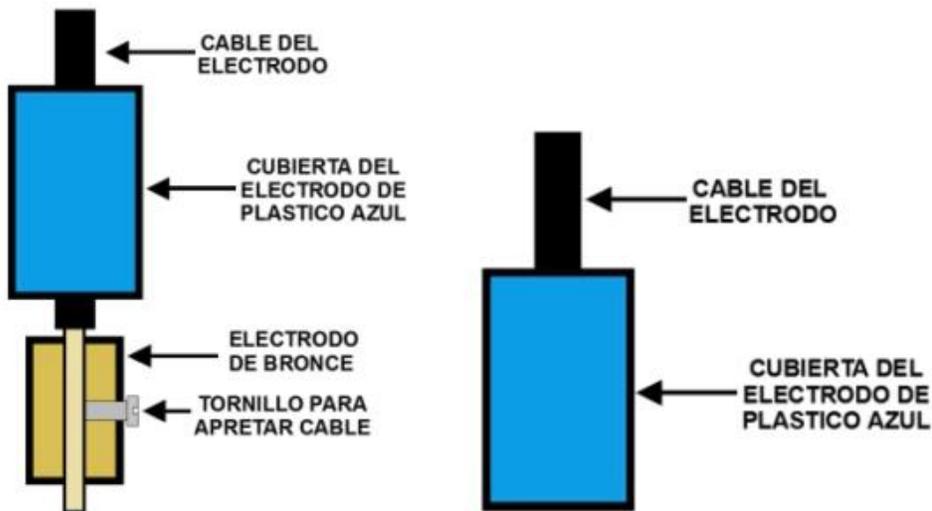


Fig. 3.3 El electrodo común no lleva la cubierta de plástico.

### 3.5.3 Instalación de electrodos

Para instalar los electrodos en un depósito de agua siga las siguientes instrucciones:

- 1) Coloque el cable del electrodo común hasta el fondo del depósito y los cables con los electrodos alto y bajo a la distancia deseada de corte y arranque de la bomba.
- 2) Junte los 3 cables de los electrodos y amárrelos con cintillos de plástico para mantenerlos juntos.
- 3) Los electrodos están listos para conectarlos al electro nivel o tablero de control.

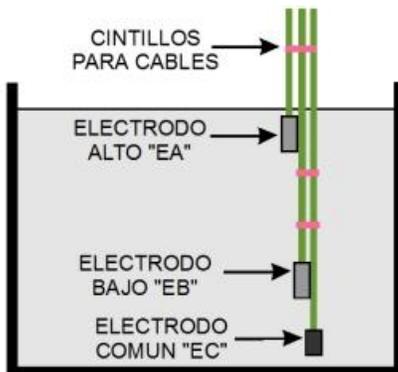


Fig. 3.4 Contenedor de agua con electrodo

## 3.6 SISTEMA MEDIDOR DE AGUA VISUAL DIRIGIDO AL OPERADOR

### 3.6.1 flotador de mercurio (modelo DN-1)

#### Descripción

El switch flotador de mercurio sirve para controlar y/o proteger equipos de bombeo durante su operación en procesos de vaciado de depósitos. El flotador tiene un switch interno que se abre o cierra dependiendo de la posición del flotador. Cuando el flotador se encuentra sumergido, se eleva y el contacto interno se cierra.

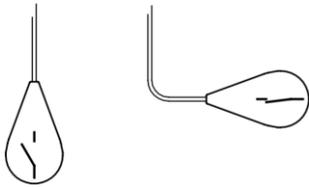


Fig. 3.5 Switch flotador de mercurio

#### Instalación

- 1) Meta el cable por la entrada del contrapeso y coloque el cintillo proporcionado en el cable a la altura deseada para fijar el contrapeso al cable.
- 2) La altura del tramo de cable entre el punto de fijación del cintillo y el flotador determina el recorrido total de este y por lo tanto, la distancia entre el nivel de paro y arranque de la bomba.



Fig. 3.6 Cable entre el cintillo y el flotador

#### Ejemplo

Conecte uno de los cables del flotador a la bobina del contactor de arranque de la bomba y el otro cable a la alimentación, de manera que al cerrarse el contacto interno del flotador la bobina del contactor se energice y encienda la bomba.

### 3.6.2 Operación de vaciado de depósito de agua

Cuando el nivel de agua llega al nivel de arranque el flotador sube, su contacto interno se cierra y enciende la bomba. Al bajar el nivel de agua y llegar al nivel de paro, el contacto interno del flotador se abre y apaga la bomba.



Fig. 3.7 Contenedor de agua con sistema de bombeo

### 3.6.3 Arduino y programación

Interruptor del flotador de mercurio mandara una señal analógico de 5 v, que recibirá la tarjeta de procesamiento de datos (arduino) para convertir la señal analógica a digital y mandarla a una pantalla LCD para mostrarle al operador el porcentaje de vaciado del contenedor.

### 3.6.4 Arduino

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

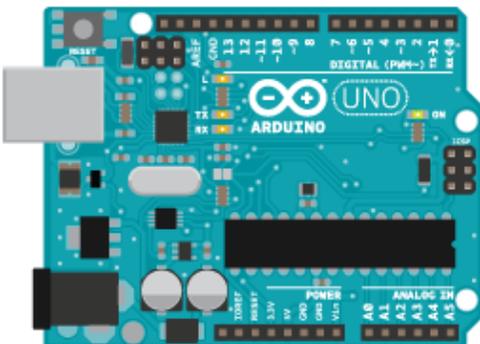


Fig. 3.8 Tarjeta de arduino

### 3.6.5 Pantalla LCD

Este componente se encarga de convertir las señales eléctricas de la placa en información visual fácilmente entendible por los seres humanos. Debemos de dominar tanto las conexiones como la programación de la pantalla LCD con Arduino ya que es un componente muy útil en muchos proyectos. La gran ventaja es que gracias a la pantalla LCD, podremos mostrar información de datos como temperatura, humedad, presión o voltaje.

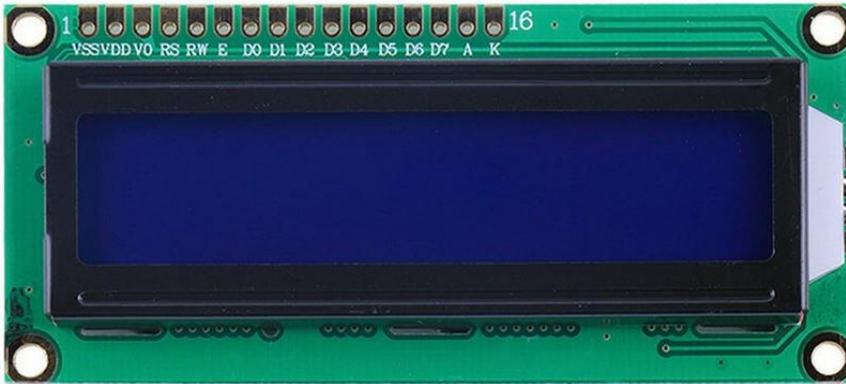


Fig. 3.9 Pantalla LCD

### 3.6.6 Programación

Programa dirigido al operador, indicándole el nivel del contenedor de agua helada. Para optimizar el sistema de brumizado de botellas.

Este programa indica nivel alto, medio, bajo o vacío del contenedor. Convirtiendo señales analógicas a señales digitales, así la tarjeta de procesamiento de datos interpreta las señales de 5voltios como una pulsación de 1 y 0 voltios como una pulsación de cero voltios, condicionando al programa que hacer en caso de recibir pulsaciones 1 y 0 en distintos flotadores y así digitalizando las pulsaciones de los sensores instalados en el contenedor de agua helada.

```
FLOTADORES
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>      libreria para pantalla LCD
#include <FastIO.h>
#include <I2CIO.h>
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal.h>
int const flotador1=4;
int const flotador2=3;             declaraciones de pines, constantes
int const flotador3=2;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE); // set the LCD I2C address
void setup() {
  Serial.begin(9600);              tiempo de espera para lectura
  lcd.begin(16,2);
  pinMode(flottador1,INPUT);       declaracion de pines, señal de entrada que
  pinMode(flottador2,INPUT);       proviene de los 3 flotadores
  pinMode(flottador3,INPUT);
  //Encender la luz de fondo.
  lcd.backlight();
  digitalWrite(12,0);
}
```

```

}

void loop() {
  nivel();
  if (digitalRead(floatador3)){
    while (digitalRead(floatador1)){
      digitalWrite(12,1);
      nivel();
    }
    digitalWrite(12,0);
  }
}

void nivel(){
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  if (digitalRead(floatador3)){
    lcd.print("NIVEL ALTO");
    delay(100);
  }else if(digitalRead(floatador2)){
    lcd.print("NIVEL MEDIO");
    delay(100);
  }else if(digitalRead(floatador1)){
    lcd.print("NIVEL BAJO");
    delay(100);
  }
  else{
    lcd.print("VACIO");
    delay(100);
  }
}
}

```

leer flotador 3 y flotador 1 si la pulsacion recibida es 1 o 0

limpiar la pantalla LCD

imprimir "nivel alto" si llega una pulsacion 1 al pin 2

imprimir nivel medio si llega una pulsacion 1 al pin 3

imprimir "nivel bajo" si llega una pulsacion 1 al pin 4

imprimir "vacío" si llega una pulsacion 0 al pin 4

---

## 3.7 PRESUPUESTO

# COTIZACIÓN



Nassar Electronics, S.A. de C.V.  
 JM Salas 124 Pte., C.P. 64290  
 Monterrey, N.L. México Tel. (81) 8351-0006  
 ventas@nassarelectronics.com www.nassarelectronics.com

Cotización #	000002186
Vendedor(a)	IRIS HERRERA
Fecha	18/09/2018
Páginas	Página 1 de 1

<b>Compañía</b>	HECTOR AGUILAR	<b>Condiciones de Pago</b>	CONTADO
<b>Ciudad</b>	CHIAPA DE CORZO, CHIAPAS	<b>Anticipo</b>	
	<b>No. de Cliente :</b> 13836	<b>LAB</b>	FLETE PAGADO
<b>Atención</b>	HECTOR AGUILAR		

De acuerdo a su solicitud le estamos cotizando lo siguiente:

Precios en Pesos

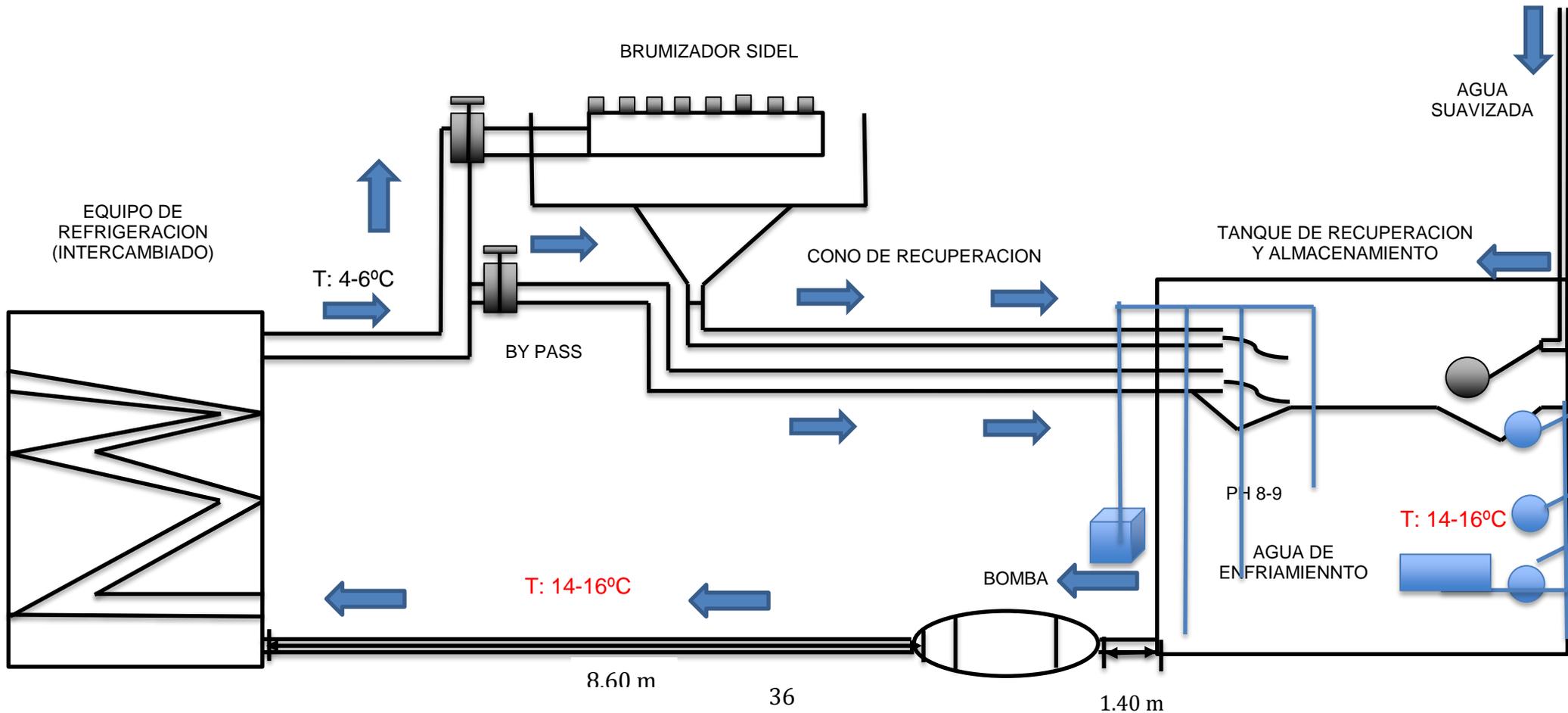
Part. No.	Cantidad	Descripción	Tiempo de Entrega	Precio	Importe	Importe Tot. con IVA
1	1	ELECTRONIVEL 120/ 220 V CON INDICADOR DE NIVELES, MODELO EN-3 CARACTERISTICAS DESCRITAS EN LA PAGINA No. 14 DEL CATALOGO	<b>INMEDIATA</b>	\$ 1,256.00	\$ 1,256.00	\$ 1,456.96
2	1	(OPCIONAL) JUEGO DE 3 ELECTRODOS DE BRONCE CON TORNILLOS DE BRONCE CARACTERISTICAS DESCRITAS EN LA PAGINA No. 16 DEL CATALOGO		\$ 248.00	\$ 248.00	\$ 287.68
3	3	(OPCIONAL) DETECTOR DE NIVEL (FLOTADOR) DE MERCURIO 7MTS, MODELO: DN1 CARACTERISTICAS DESCRITAS EN LA PAGINA No. 16 DEL CATALOGO.		\$ 1,064.00	\$ 3,192.00	\$ 3,702.72
4	1	CARGO POR ENVIO		\$ 220.00	\$ 220.00	\$ 255.20

Tabla 3.2 Costos de materiales

# **CAPITULO 4 RESULTADOS**

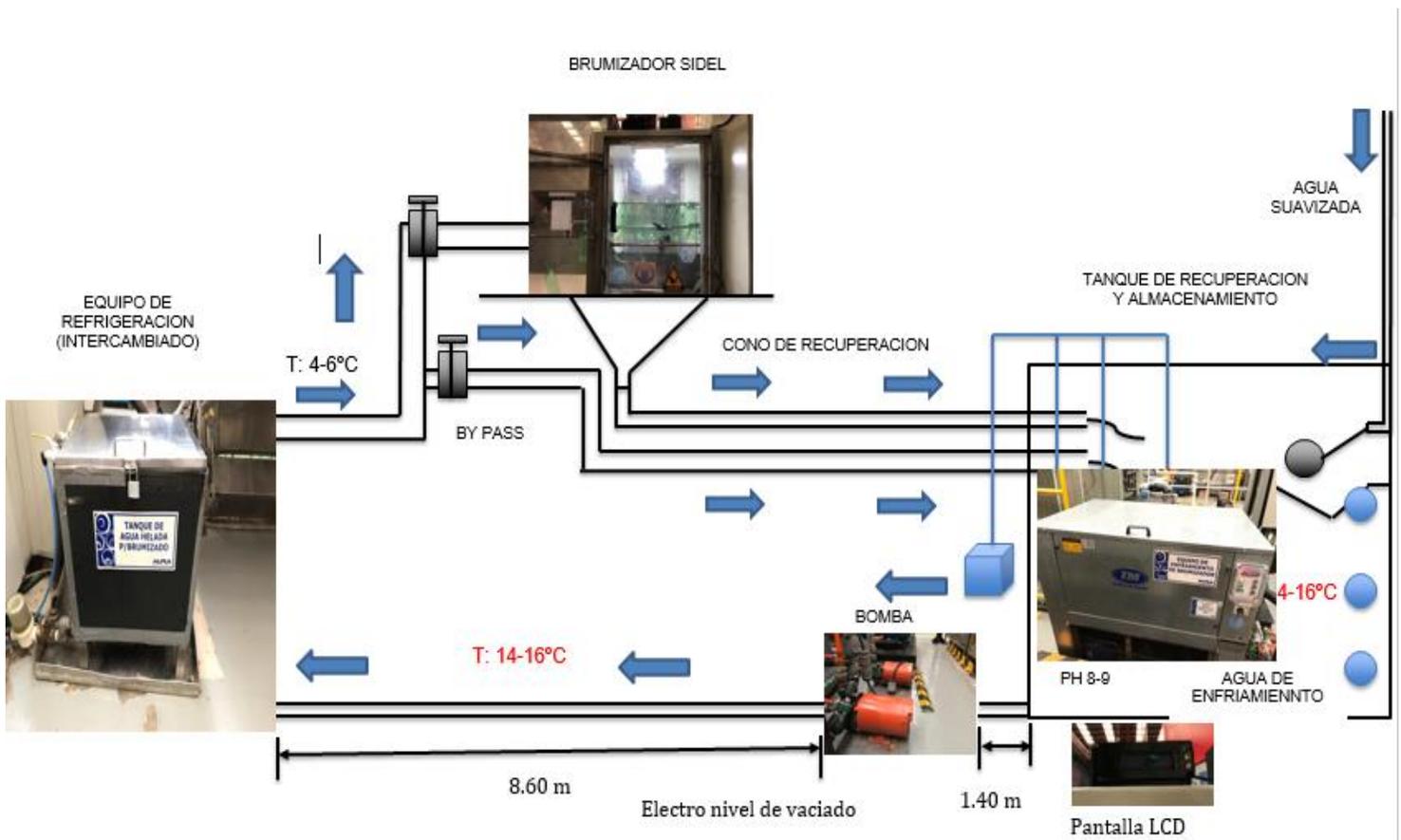
## 4.1 CIRCUITO DE ENFRIAMIENTO BRUMIZADOR

### Y CONEXIÓN DE ELECTRONIVEL DE VACIADO, ELECTRODOS Y PANTALLA LCD



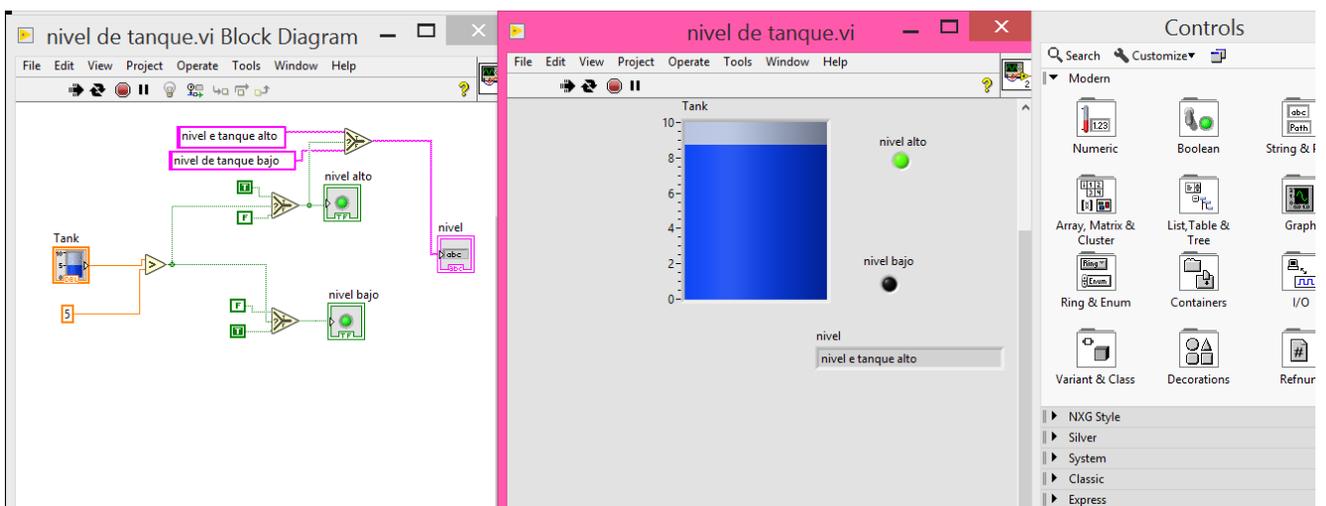
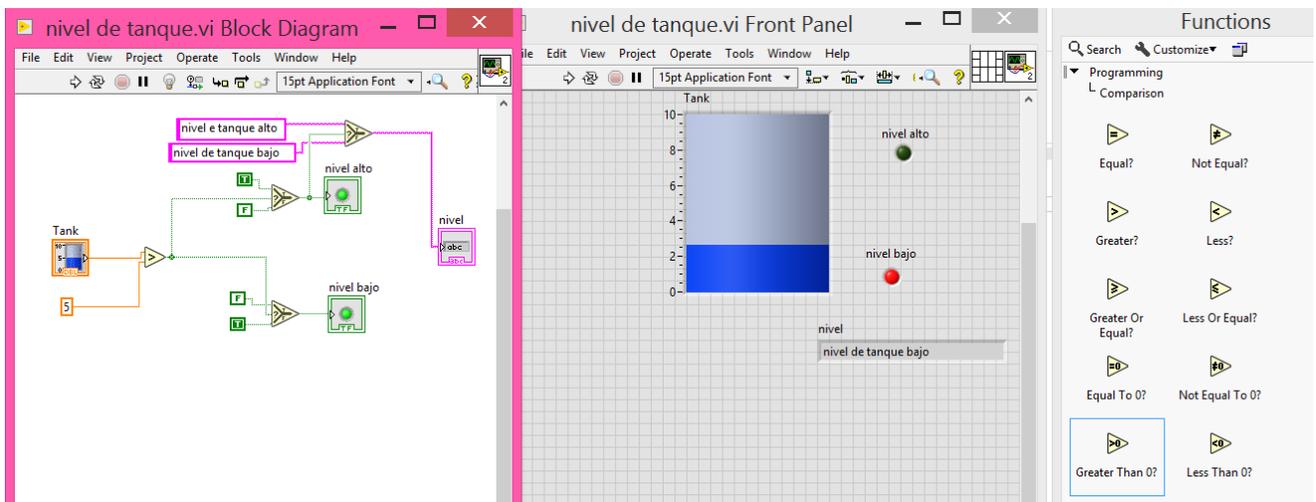
#### 4.1.1 CIRCUITO DE ENFRIAMIENTO BRUMIZADOR Y CONEXIÓN DE ELECTRONIVEL DE VACIADO, ELECTRODOS Y PANTALLA LCD CON IMÁGENES REALES

- BRUMIZADOR SIDEL: enfría la parte inferior de la botella soplada para evitar una deformación al salir al ambiente
- EQUIPO DE REFRIGERACIÓN: enfría el agua a 7 °C a través de un ciclo de Carnot. (Compresor y evaporador)
- BOMBA HIDRÁULICA: transporta agua helada del contenedor al chiller y de regreso
- CONTENEDOR DE AGUA: contiene toda el agua helada que ha utilizado el brumizador de botellas. Este contenedor es donde colocaron los sensores para instalar el electro vaciado y optimizar el sistema, cuidando al mismo tiempo la bomba hidráulica.



## 4.2 SIMULACIÓN EN LABVIEW DE LLENADO DE TANQUE DE NIVEL BAJO Y NIVEL ALTO

- En el panel frontal: Colocamos un tanque y dos indicadores luminoso para cada nivel del tanque.
- Diagrama de bloques: cambiamos el estado del tanque de indicador a controlador, agregando un bloque de select para cada led y en cada select colocamos dos estados, verdadero y falso
- Indicador numérico: permite colocar el número que determinara el nivel del tanque, “bajo o alto”
- Salida digital: indica el nivel del tanque de forma escrita para aquellos que no están familiarizados con la dinámica led.
- La condición del programa indica litros  $<5$  = nivel bajo, litros  $>5$  = nivel alto



### 4.3 SIMULACIÓN FLUIDSIM CIRCUITO ELÉCTRICO CON BOMBA

Esta simulación se hizo a partir de un diagrama de escalera. En este simulador se realizó con componentes comerciales y funcionales, conectándolos en forma correcta para observar la dinámica del sistema.

En este diagrama colocamos una fuente de poder de 24 voltios, conectado directamente a un push botón normalmente abierto que nos permite cortar la energía. Manteniendo así energizado un relé, mandando la información a un contactor que acciona una bomba hidráulica.

Al presionar el botón normalmente abierto o enclavado se energiza la línea cortando la energía del contactor y apagando la bomba hidráulica

Este botón es normalmente conocido como, “botón de paro de emergencia”.

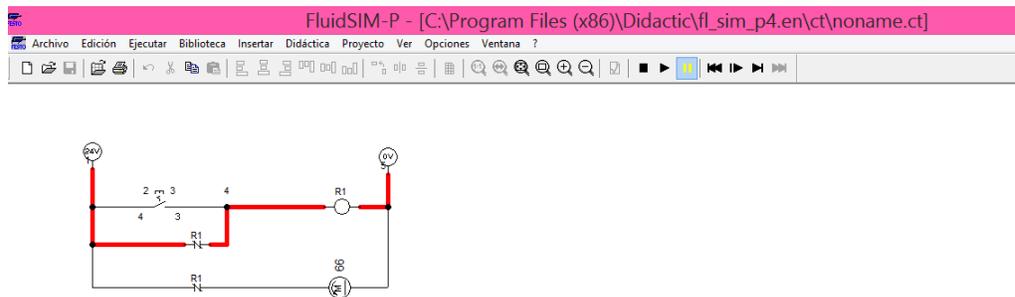


Fig. 4.3 Bomba funcionando

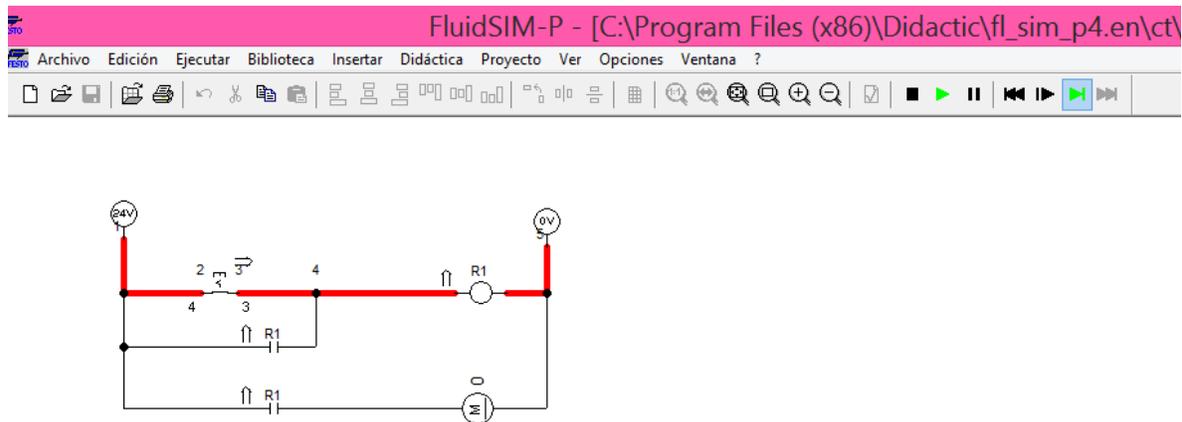


Fig. 4.4 Bomba apagada de emergencia por señal analógica

## 4.4 PLACA ELECTRONICA DE ELECTROVACIADO Y PARO DE EMERGENCIA

Placa impresa en CNC y perforada. Para soldar los componentes de la placa de trabajo, observando así el circuito que consta de: 4 borners, arduino nano, indicadores luminosos (led), resistencias, 1 relevador.

Los tres borners que van directamente a los indicadores luminosos, reciben las señales analógicas de los sensores instalados dentro del contenedor de agua helada indicando así con los indicadores luminosos el nivel del contenedor.

El borner que esta directo al relevador es la salida que controla la bomba hidráulica actuando el relevador como control on/off, apagando o encendiendo la bomba hidráulica.

El arduino nano recibe las señales analógicas y las convierte en digitales mandándolas a una pantalla LCD y al relevador, apagando o encendiendo la bomba hidráulica.



Imagen 4.1 Placa electrónica con salida analógica y digital

## 4.5 DIAGRAMA ELÉCTRICO

El circuito es plasmado de forma profesional en un programa portable eléctrico que nos permita enlazarse con CNC para realizar la impresión en una placa fenólica.

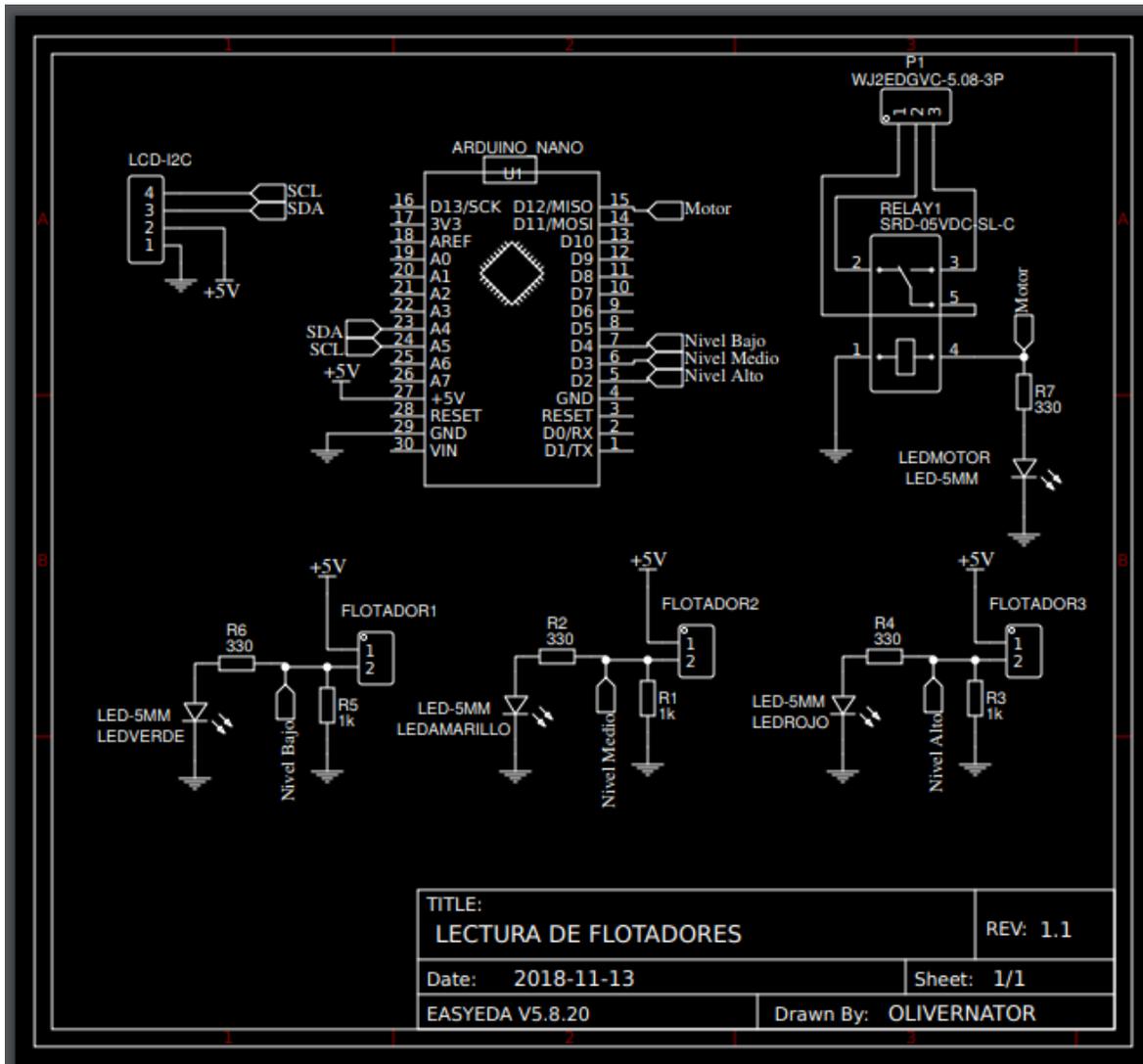


Fig. 4.5 Diagrama eléctrico



Imagen 4.2 Ubicación de pantalla LCD



Imagen 4.3 Ubicación de los sensores de nivel



Imagen 4.4 Contenedor de agua con nivel alto



Imagen 4.5 Pantalla LCD indicando nivel alto

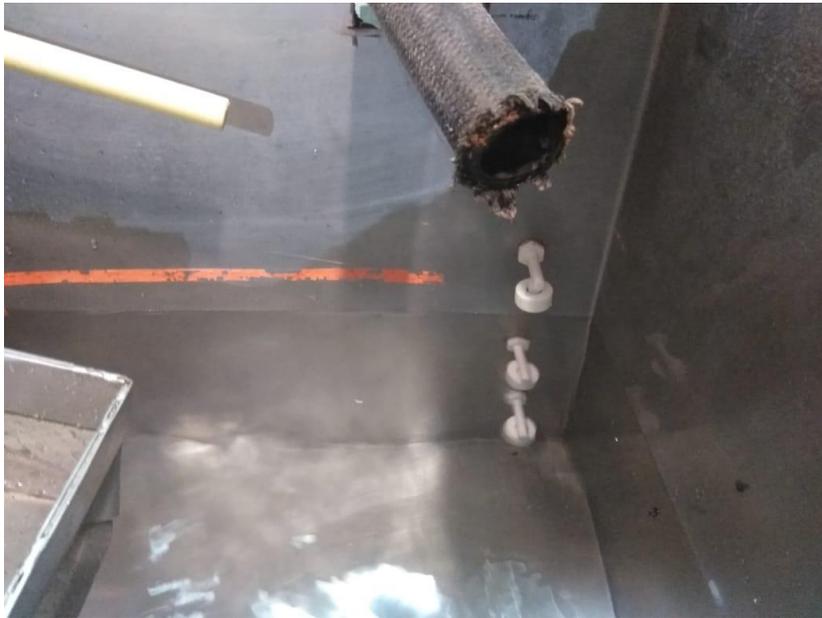


Imagen 4.6 Contenedor de agua con nivel medio



Imagen 4.7 Pantalla LCD indicando nivel medio



Imagen 4.8 Contenedor de agua con nivel bajo



Imagen 4.9 Pantalla LCD indicando nivel bajo

## 4.6 PUESTA EN MARCHA POR UN PERIODO DE PRUEBA.

### **INSTALACIÓN:**

Durante la instalación surgió la necesidad de colocar indicadores luminosos fuera de la carcasa de protección, aun costado de la pantalla LCD por motivo de, un mejor apoyo visual al operador.

Surgieron complicaciones al conectar sensores de nivel a la caja del circuito electrónico debido al tramo de los sensores a la caja era larga y el cableado de calibre 14. Por ello la problemática era. Como conectar, proteger la conexión del ambiente laboral e intemperie, evitando así los fallos, paros, problemas de conexión por cualquier agente externo que afecte la conexión en cuestión.

### **SOLUCIÓN.**

Cada cable fue protegido por una capa de maya a lo largo de todo el tramo, así también se le coloco una capa extra de recubrimiento especial. Dejando el tramo completo tan protegido como cables UTP o en su defecto como lo son los cables de transferencia de información.

### **UBICACION DE CAJA ELECTRONICA CON PROCESAMIENTO DE DATOS Y SALIDA DIGITAL:**

Se ubicaron tres posibles puntos para montar esta caja electrónica.

- Ubicación 1. El tramo de instalación de caja a sensores de nivel se hacía más largo y con superficies irregulares, escalones y demasiados movimientos para observar la pantalla LCD
- Ubicación 2. por encima del tanque de agua helada era muy corto el tramo de conexión entre caja y sensores de nivel, sin embargo, muy húmedo para la caja electrónica abonado vibraciones, ruidos, que afectarían la tarjeta de procesador de datos.
- Ubicación 3. El tramo de conexión era el apropiado, superficies regulares y adecuadas para montar la caja, libre de agentes externos como contacto humano, humedad, ruido excesivo o vibraciones, buen ángulo y enfoque para mejor visualización del operario, conexión segura para evitar accidente o incidentes al operador o trabajador en general.

Elegimos la ubicación tres como mejor opción para montar esta caja y hacer la conexión de forma segura y libre de agentes externos que lo puedan dañar. Esta ubicación esta justo sobre el brumizador de botellas.

### **PROBLEMAS AL REALIZAR PRUEBAS:**

Debido a la presión del contenedor lleno en el sensor inferior, se suscitó una fuga. Esto quiere decir que mientras el contenedor estaba a una capacidad media no fugaba, al llenarse completamente el contenedor se manifestaba la fuga.

Por motivos de la temperatura del agua del contenedor al segundo día de pruebas, se observó una condensación de líquido en la parte de los sensores de plástico.

Soluciones.

Se agregó a cada uno de los sensores de nivel sellador, silicón, cinta teflón y se verifico en todo el turno y al día siguiente si había fuga o condensación. Evitando así toda clase de derrame de líquido.

# **CAPÍTULO 5 CONCLUSIÓN**

## 5.1 CONCLUSIÓN

- Se diseñó un sistema que permita proteger y cuidar una bomba hidráulica, que opera en un sistema de enfriamiento de agua helada (chiller).
- Este sistema de enfriamiento permite brumizar agua helada en la parte inferior de botellas de plástico soplado, para evitar deformación en la superficie de la botella por motivos de choque térmico, ya que la preforma es calentada a altas temperaturas para poder soplarla, proporcionándole su forma característica y al salir al medio ambiente ser enfriada por el sistema de brumizado.
- Elegimos la opción de usar elementos industriales pensando en cubrir tres necesidades principales de uso: 1.-trabajar en un ambiente húmedo, ruidoso y con grandes vibraciones. 2.- operar por periodos largos y continuos de trabajo. 3.-no sufrir cambios, averiaciones o mala calibración en los mantenimientos preventivos (semanales, mensuales, trimestrales y anuales).
- Utilizamos un control on/off, ya que no era necesario controlar a detalle la salida de sistema de elementos como: temperatura cantidad en mililitros, impureza, etc.
- Se utilizó, entonces, un relevador industrial programado como vaciado de contenedor. Controlando así la energía suministrada al sistema de enfriamiento (chiller). Cuidando todos los componentes del sistema: compresos, evaporador, ventilador y bomba hidráulica.
- El relevador industrial responde a tres electrodos instalados en el contenedor de agua helada en distintos niveles de altura; alto, medio, bajo, indicándole al relevador cuando el nivel del tanque es demasiado bajo para apagar el sistema de enfriamiento.
- Pensando en el operador, se agregó dos salidas de atención: 1.- una pantalla digital de 12X2 indicador de nivel del contenedor de forma textual. 2.- tres indicadores luminosos de colores preventivos (led), indicando de igual forma los niveles del contenedor.
- El sistema de visualización y de paro de emergencia en el sistema de brumizado de botellas responde de acuerdo a la investigación, permitiendo al operario una fácil visualización, teniendo dos alternativas para el operario; indicadores luminosos, salida digital y explícita para un mejor control de seguridad de la bomba hidráulica.

- La lectura de información diaria del operador se ha vuelto fácil y rápido debido a la ubicación del sistema, permitiendo así realizar otras actividades con el tiempo sobrado.

## 5.2 REFERENCIAS

- Alvarez, R. A. (22 de febrero de 2012). *automatizacion industrial*. Obtenido de automatizacionindustrialiue.blogspot.com
- autor, s. (02 de mayo de 2010). *electronica*. Obtenido de nassarelectronics.com
- Bustamante Herrera, D. G. (20 de agosto de 2014). *Repositorio Educativo Dijital* . Obtenido de <http://hdl.handle.net/10614/7017>
- Corona, R. (09 de Septiembre de 2016). *Ecochiller inc*. Obtenido de chillers@ecochillers.com
- Crespo, E. (11 de septiembre de 2017). *sursos arduino*. Obtenido de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2015/03/22/que-es-el-harware-libre/>
- Garcia, P. (05 de septiembre de 2013). *control PID*. Obtenido de <https://franklinlinkmx.wordpress.com/2013/09/05/que-es-el-control-pid/>
- Lopez, J. L. (31 de Enero de 2013). *CIRCUITOS ELECTRICOS SERIE, PARALELO Y MIXTO*. Obtenido de [josecolo.blogspot.com/2013/01/circuitos-electricos-serie-paralelo-y.html](http://josecolo.blogspot.com/2013/01/circuitos-electricos-serie-paralelo-y.html)
- Lvarez, C. A. (16 de octubre de 2013). *Simulacion de procesos*. Obtenido de <https://simulaciondeprocesosudenar.wordpress.com/perfil-del-grupo/>
- Mendez Robles, M. A. (12 de mayo de 2014). *instrumentacion industrial; banco de pruebas ; sistema scada; sistema de mantenimiento* . Obtenido de <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/3338>
- Rodriguez, c. (14 de diciembre de 2015). *control de nivel*. Obtenido de [ceiisa.blogspot.com/2015/02/control-de-nivel.html](http://ceiisa.blogspot.com/2015/02/control-de-nivel.html)
- vazquez, l. (15 de febrero de 2017). *electronics, modding, tuning*. Obtenido de [www.fullcustom.es](http://www.fullcustom.es)

### 5.3 ANEXOS



Imagen 5.1 Tanque de agua helada P/Brumizado



Imagen 5.2 Brumizador de botellas soplas



Imagen 5.3 Contenedor de agua helada

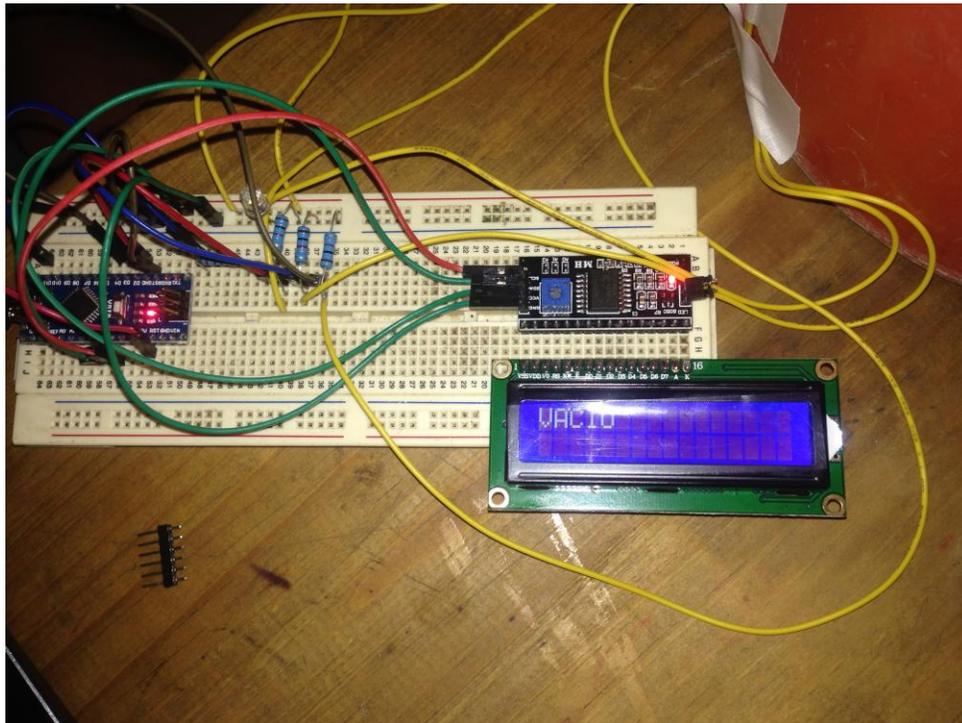


Imagen 5.4 Circuito electrónico con paro de emergencia activado bomba hidráulica apagada (led rojo apagado= bomba hidráulica apagada)

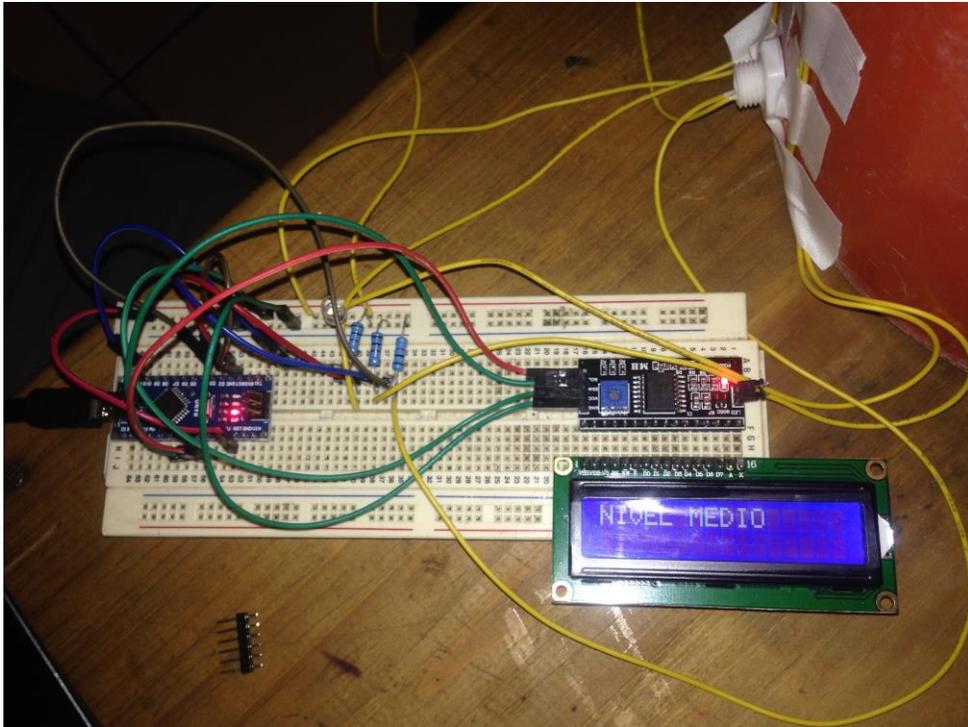


Imagen 5.5 Circuito eléctrico con nivel medio del contenedor de agua

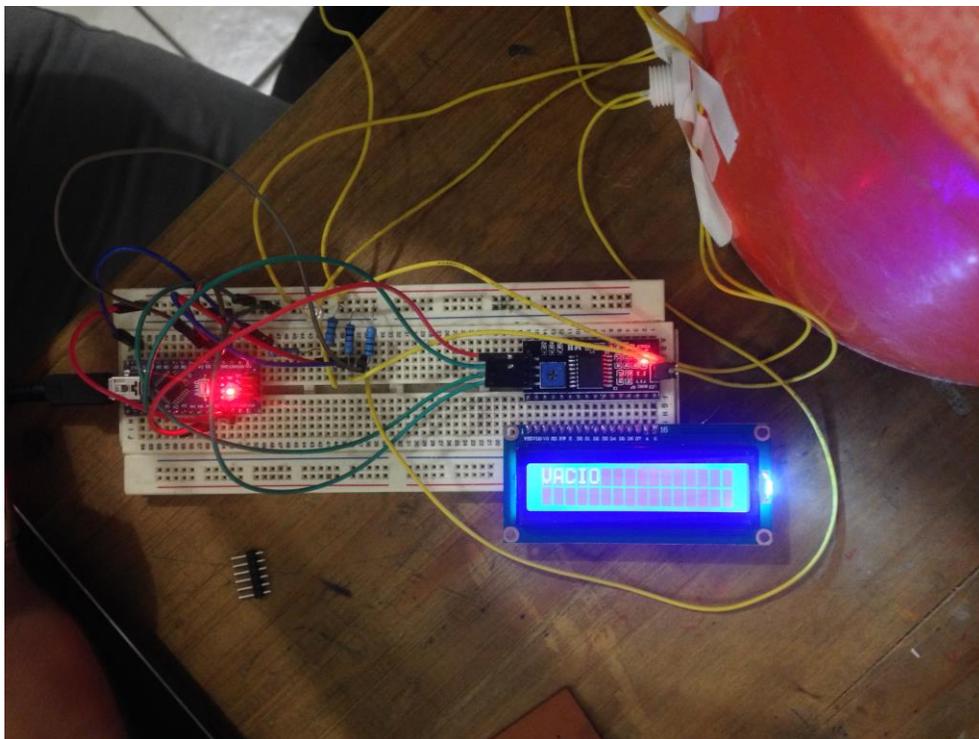


Imagen 5.6 Circuito electrónico con nivel vacío del contenedor de agua con bomba aun operando (led rojo=bomba hidráulica)



Imagen 5.7 Contenedor con sensores de nivel

---

# 5.4 MANUAL DE OPERACIÓN

## **SENSOR DE NIVEL ELECTRÓNICO/ CONTENEDOR DE AGUA HELADA**

Información técnica curada del modo de operación, pantalla de visualización, ejecución de condiciones y paro de emergencia de bomba hidráulica.

Residente: Héctor Eriberto Aguilar Ruiz  
Asesor interno: Ing. Hernán Valencia Sánchez

## 5.4.1 PRESENTACIÓN

### Componentes del sistema de medición

- 1 Arduino nano
- 2 Pantalla LCD de 16X2
- 3 Indicadores luminosos LED
- 4 Placa estañada impresa en CNC
- 5 Resistencia
- 6 Sensor de nivel on/off (flotadores)
- 7 Cables calibre 14 macho/hembra
- 8 Carcasa de plástico
- 9 Carcasa de acrílico
- 10 Bornes

### Inspecciones

#### Inspección previa al uso del sistema

- Compruebe que las conexiones sensor-caja electrónica se encuentren libre de daño
- Compruebe la alimentación de 5 voltios a la caja electrónica
- Compruebe que la salida digital del sistema (LCD) sea visible la información arrojada
- Compruebe que todos los indicadores luminosos se encuentren operando
- Revisar toda área que se encuentre en contacto con la caja electrónica que esté libre de humedad, líquidos, material corrosivo
- Compruebe que no exista fuga o condensación en el contenedor de agua helada

### 5.4.2 Uso adecuado del sistema

1. Evitar contacto en todo momento con el sistema



2. Indicador luminoso rojo informa a distancia el nivel bajo del contenedor, advirtiéndolo al operador la desactivación de la bomba hidráulica.



3. Indicador luminoso rojo y amarillo en el mismo momento informa a distancia al operador el nivel medio del contenedor.



4. Indicador luminoso rojo, amarillo y verde informa a distancia el nivel alto del contenedor.



En caso de no tener visibilidad de indicadores luminosos, es posible leer la pantalla LCD, indicando al operador los distintos niveles del contenedor.

### 5.4.3 Posibles fallas del sistema

- I. La pantalla LCD omite las señales de los sensores, manteniendo así la luz de la pantalla en uso.

debe resetearse enseguida la tarjeta de procesamiento de datos (arduino). En la parte superior de la tarjeta hay un botón de reset.

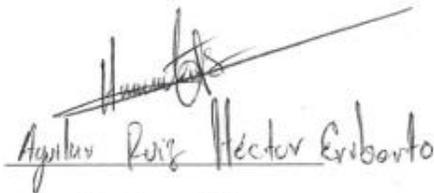
- II. Falla en sensores de nivel al dejar de manda la señal analógica a la tarjeta de procesamiento de datos.

Verificar la conexión de los sensores a la caja o verificar que no están pegados los sensores evitando que cierre o abra el circuito falla en indicadores luminosos.

- III. Abrir la caja y verificar que los indicadores luminosos no han sido desconectados o movidos fugas o condensación en el tanque de agua helada.

Sellar fugas con silicón y cintas especiales para humedad.

**Nota: Para mayor información de componentes o funcionamiento del sistema. Revisar reporte de residencia "Diseño e implementación en la automatización en Chiller para brumisador de botellas en el área de mantenimiento de Alpla.**



Agustín Ruiz Héctor Eriberto

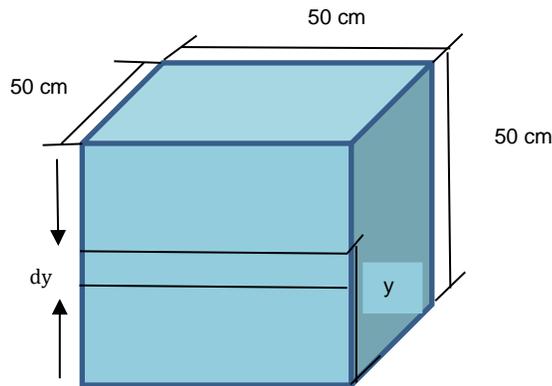
Nombre y Firma



Angel Bautista Meneses

Nombre y Firma

### 5.4.4 Cálculo integral de vaciado del tanque



Volumen=  $Ay$

$dv$ = diferencial de volumen

$dv$ =  $A dy$

Fuerza=  $\rho g v$

$F$ =  $\rho g v \quad \therefore \rho g = \gamma$

$F$ =  $\gamma v$

$dF$ =  $\gamma dv$

$dF$ =  $\gamma A dy$

Trabajo=  $W$

$W$ = (Fuerza)(Distancia)

$W$ =  $Fh$

$dW$ =  $dFh$

$dW$ =  $h\gamma A dy \quad \therefore h = 50 - y$

$dW$ =  $(50 - y)\gamma A dy$

Datos:

$$9800 \frac{N}{m^3} = \gamma$$

$$(50\text{cm})(50\text{cm}) = A$$

$$A = 0.25\text{m}^2$$

$$dW = (0.5 - y)\gamma A dy$$

$$\int dW = \int (0.5 - y)(9800)(0.25) dy$$

$$W = (9800)(0.25) \int_{0.1}^{0.5} (0.5 - y) dy$$

$$W = 2450 \int_{0.1}^{0.5} (0.5 - y) dy$$

$$W = 2450 \left[ 0.5y - \frac{y^2}{0.5} \right]_{0.1}^{0.5}$$

$$W = 2450 \left\{ \left[ (0.5)(0.5) - \frac{0.5^2}{0.5} \right] - \left[ 0.5(0.1) - \frac{0.1^2}{0.5} \right] \right\}$$

$$W = 2450[0.03]$$

$$W = 73.5 \text{ joules}$$

