



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**  
**Formando líderes para la construcción**  
**de un nuevo país en paz**



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA  
SEMIAUTOMÁTICO PARA EL MONITOREO Y  
DISTRIBUCIÓN DEL SERVICIO DE AGUA  
POTABLE EN LA EMPRESA GASEOSAS RIO  
LTDA**

**Autor:**  
**Edwin Alberto González Sierra**

**Director:**  
**PhD. (c). Jesús Eduardo Ortiz Sandoval**

**INGENIERÍA ELECTRÓNICA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,**  
**SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**  
**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**  
**PAMPLONA 19/12/2017**

*Para Ustedes (Q.E.P.D)*

*Aurelio Sierra  
Gladis Meza*

*Eterna Gracitud*

## DEDICATORIA

En primer lugar, quiero agradecerles a mis Abuelos Aurelio Francisco Sierra Rico y Gladis Esther Meza Cabarca (Q.E.P.D), gracias a ellos comencé este camino y por designas de DIOS no pueden ver este logro que es para ellos. Todos sus consejos, y sobre todo la formación que desde muy niño me inculcaron, por estar presente en muchos de los momentos que siempre los necesité, por sacrificarse en toda medida para que yo siempre pudiera cumplir todas mis necesidades, porque gracias a ellos aprendí a ser lo que soy hoy en día, este triunfo es con todo mi corazón.

A mi Madre Margedis Sierra Meza y Tía Roció Sierra Meza por el apoyo que en muchas ocasiones me alentaron, brindaron y apoyaron para que culminara con éxito mi formación.

A mis Hermanos Luis Eduardo González Sierra, Alex José González Sierra y Primo Carlos Mario Gamarra Sierra que confiaron y me motivaron para que terminara este camino que había empezado también para ellos.

Al Magister **Jesús Eduardo Ortiz Sandoval** mi director de trabajo de grado, por la confianza brindada para el desarrollo del proyecto, por todo el apoyo y confianza que siempre tuvo en mi persona, porque gracias a sus conocimientos he alcanzado una meta más, porque siempre estuvo al pendiente de mi proyecto.

Al Ingeniero **José Daniel Ramírez Corzo** designado como jurado de mi trabajo de grado ya que es muy bueno poder contar en la facultad de un excelente profesional que se preocupa por la excelencia del programa.

Al Ingeniero **Diego José Barrera Oliveros** designado como jurado de mi trabajo de grado ya que con su profesionalismo exige aún más para que el proyecto quede exitoso.

Ya que tener como evaluadores a unos profesionales íntegros y capacitados represento en mí una obligación para hacer mi trabajo de grado con excelencia y responsabilidad.

A mis amigos y compañeros de estudio durante toda mi etapa de formación, en especial un agradecimiento a aquellos que formaron parte de los grupos de trabajo como fueron Juan Rodríguez Gasca, Alexis López Ortiz, Jonathan Murillo Borja, Oscar Almanza Leones, al ingeniero Germán Portilla y al gran amigo Ubaldo Luis Lengua.

A la Empresa Gaseosas Rio Ltda. Quienes permitieron cumplir con el último objetivo para culminar mi carrera, en especial a la Doctora Lady Johanna Rodríguez y Mateo Ramos, gracias por el apoyo y el conocimiento transmitido siendo fundamental para este proyecto.

A mi familia, a mis profesores, a mis amigos, conocidos y a todas las personas que tal vez olvido en mencionar, mil y mil gracias, ayer simplemente empezaba

mi camino como estudiante de ingeniería electrónica, hoy culmino una etapa con excelencia y eso es gracias al apoyo y cariño que siento de las personas que me rodean.

Gratitud Eterna.

## **PRESENTACIÓN**

En el siguiente libro se presenta el trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero electrónico en la Universidad de Pamplona.

El campo industrial es muy extenso, pero los trabajos dedicados a sistemas semiautomáticos inteligente para la distribución y monitoreo de agua potable. Siendo una actividad humana de vital importancia por tal se encuentran implementaciones, más concretamente con los Programadores Lógicos Controlados y parte de los microcontroladores. Utilizando un arreglo de sensores y válvulas se desarrolla un proyecto en el que pretendo ofrecer una técnica diferente de distribución y monitoreo de agua potable y para detectar mayores ingresos a la compañía.

Aparte de la investigación el proyecto entrega como resultado una satisfacción tanto a las personas que pretenden de este servicio como para la compañía.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1-10</b>
<b>1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1-11</b>
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1-11
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>2-12</b>
2.1 OBJETIVO GENERAL .....	2-12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2-12
2.3 JUSTIFICACIÓN .....	2-13
<b>3 MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>3-14</b>
3.1 Normatividad .....	3-14
3.1.1 Norma ISA S5.1 .....	3-14
3.2 Diagramas de instrumentación P&ID .....	3-14
3.3 Proceso sistematizado que interviene en la distribución .....	3-15
3.3.1 Sistema.....	3-15
3.3.2 Sistema Real .....	3-15
3.3.3 Sistema de control .....	3-15
3.3.4 Sistema de control lazo abierto.....	3-15
3.3.5 Planta .....	3-15
3.3.6 Elementos de control .....	3-16
3.3.7 Controlador ON-OFF .....	3-16
3.4 Componentes que intervienen en el sistema semiautomático para la distribución y monitoreo de agua potable.....	3-16
3.4.1 LOGO! V8 Siemens .....	3-16
3.4.2 Modos de funcionamiento:.....	3-18
3.4.3 Descripción del LOGO!.....	3-18
3.4.4 Microcontrolador PIC 16F628A.....	3-19
3.4.5 Válvula Solenoide y Características .....	3-21
3.4.6 Válvulas de Policloruro de Vinilo (PVC).....	3-22
3.4.7 Sensor de herradura.....	3-22
3.4.8 Sensor final de carrera .....	3-22
<b>4 METODOLOGÍA Y RESULTADOS.....</b>	<b>4-24</b>
4.1 Identificación de los inconvenientes que se presentan en el proceso de distribución del agua potable .....	4-25
4.2 Criterios de selección .....	4-26

4.3	Levantamiento de información .....	4-28
4.4	Clasificación de componentes.....	4-28
	Sensor de herradura H21A1 .....	4-31
	Clasificación del sensor final de carrera .....	4-31
	Batería de 5 Voltios.....	4-31
4.5	Inversión económica en el sistema .....	4-33
4.6	Sistema de control diseñado para todo el proceso semiautomático	4-33
4.7	Diagrama de flujo diseñado para la parte automática .....	4-34
4.8	Diagrama de flujo diseñado para la parte manual.....	4-35
4.9	Indicador de nivel de agua en el tanque elevado .....	4-35
4.10	Circuito eléctrico para el proceso manual .....	4-36
4.11	Circuito eléctrico para el proceso automático.....	4-37
4.12	Validación del sistema.....	4-37
4.13	Eficacia.....	4-38
4.14	Eficiencia.....	4-39
4.15	Alcance .....	4-39
<b>5</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>5-40</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>6-43</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>7-44</b>
<b>8</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>8-45</b>

## FIGURAS

Figura 1. LOGO! V8 [16]. .....	3-17
Figura 2. Características de los diferentes LOGO[16]. .....	3-19
Figura 3. Características del microcontrolador 16F628 [17]. .....	3-20
Figura 4. Descripción Válvula de Solenoide [8] .....	3-21
Figura 5. Tipos de Válvulas Solenoide [8] .....	3-22
Figura 6. Método de distribución del agua potable .....	4-24
Figura 7. Esquema de distribución manual .....	4-25
Figura 8. Diagrama P&ID para el sistema de distribución y monitoreo de agua potable. ....	4-26
Figura 9. Diseño semiautomático a implementar .....	4-27
Figura 10. Selector de monedas .....	4-30
Figura 11. Diagrama en bloques del sistema. ....	4-33
Figura 12. Diagrama de flujo para el proceso automático .....	4-34
Figura 13. Diagrama de flujo para el proceso manual. ....	4-35
Figura 14. Diseño del indicador de nivel en Proteus .....	4-36
Figura 15. Diseño del contador manual realizado en Proteus .....	4-36
Figura 16. Diseño del contador automático realizado en Proteus .....	4-37
Figura 19. Factura con el sistema puesto en marcha .....	5-42
Figura 17. Cabinas de distribución en mantenimiento .....	8-45
Figura 18. Prestación del servicio Automático .....	8-45
Figura 20. Programa diseñado en CCS para el contador manual en el PIC 16F628A .....	8-47
Figura 21. Programa diseñado en CCS para el contador automático en el PIC16F628A .....	8-48
Figura 22. Programa diseñado en Logo Soft Comfort para el sistema automático .....	8-49



## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto consiste en la implementación de un sistema semiautomático para el monitoreo y distribución del agua potable en la empresa Gaseosas Rio Ltda. Ubicada en Leticia capital del Amazonas.

El diseño semiautomático tiene claras ventajas de éxito en cuanto se trata de la transformación de un bien básico por excelencia, en un escenario cuya demanda es elevada, puesto que la planta que surge la ciudad no cuenta con las suficientes herramientas para abastecer la ciudad, y abonado a eso las características climáticas de la región ayudan a que la ciudad no padezca de este valioso recurso.

Con la técnica de distribución que la compañía ofrecía el servicio de agua no cubría muchas de las satisfacciones a los clientes porque no prestaban el servicio en horarios diferentes a los laborales.

Se pretende que el presente sistema tenga una serie de impactos positivos para los habitantes en general y los consumidores del líquido en particular, pues actualmente la capital del Departamento de la Amazonas presenta deficiencias en la provisión del agua como bien de primera necesidad para el consumo humano. El agua purificada significa un bien de especial impacto en la preservación de la salud de los consumidores e, igualmente, la puesta en marcha de la empresa significa la creación de avances tecnológicos, así como la generación de ingresos para la compañía[1].

Este es un sistema diseñado para brindar, garantizar, monitorear y distribuir la cantidad en botella del agua potable de forma fácil y eficiente.

Como Ingeniero Electrónico el objeto de crear este sistema en la empresa Gaseosas Rio Ltda es contribuir a la mejora en cuanto a sus ingresos como a la distribución del servicio desde el área tecnológica.

## **1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

El problema planteado surge de la existencia de un déficit de distribución de agua purificada para el consumo humano en la ciudad de Leticia, las pocas empresas que lo proveen no cubren plenamente el mercado potencial.

La empresa Gaseosas Rio Ltda en la búsqueda de la innovación y la mejora continua de los procesos establecidos actualmente no cuenta con un sistema automático solamente manual para la distribución de agua potable y mucho menos una contabilidad. Ha identificado como una necesidad la implementación de técnicas de automatización lo cual se suple con el desarrollo de este proyecto el cual brinde mayor ingresos, factibilidad, seguridad y satisfacción como una buena opción para ser más eficientes y eficaces al momento de ofrecer el servicio de agua potable, al cual se logra con el monitoreo y la distribución.

### **1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Resulta viable la implementación de un sistema semiautomático para la distribución y monitoreo de agua potable en empresa Gaseosas Rio Ltda. Ubicada en Leticia capital del Amazonas?

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema semiautomático para el monitoreo y la distribución del agua potable en la empresa Gaseosas Rio Ltda ubicada en Leticia-Amazonas.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Establecer el criterio de selección de componentes que intervienen en el proceso de distribución de agua potable.

Diseñar un diagrama en P&ID para el sistema semiautomático.

Plantear un proceso sistematizado para la distribución de agua potable.

Realizar el análisis costo-beneficio y protocolo de contingencia del sistema propuesto.

Desarrollar la electrónica para el sistema de monitoreo y distribución de agua potable en determinado periodo.

Validar la eficiencia, eficacia y alcance del sistema diseñado.

## 2.3 JUSTIFICACIÓN

“El Amazonas no puede caer en el desperdicio de tener semejante río, sin tener agua potable”, dice Carlos Arturo Rodríguez, Gobernador de Amazonas[2].

La idea de crear un sistema semiautomático en la compañía para la distribución de agua potable surge de la necesidad que se evidencia en la ciudad de Leticia-Amazonas de no contar con agua potable y tan solo cuenta con dos proveedores.

En la actualidad en la ciudad de Leticia, la empresa Gaseosas Rio Ltda. Presenta dificultad con la distribución del agua potable ya que no cuenta con un operario las 24 horas del día para la prestación del servicio, tampoco lleva una contabilidad adecuada de la distribución del servicio si en cualquier momento son requeridos para llevar a cabo un registro de estos ingresos, lo cual conlleva a la ineficiencia de la compañía y la insatisfacción de los usuarios que pretenden de este servicio.

Ya creado este sistema se pretende generar una buena prestación del servicio de agua potable siendo más eficientes con total disponibilidad las 24 horas del día, llevando a cabo total tranquilidad a los consumidores de este producto y sobre todo ayudando que incremente los ingresos a la empresa sin necesidad de contar con operarios, también contara con monitoreo constante.

### **3 MARCO TEÓRICO**

Para describir las normas, los sistemas y selección de los componentes que intervienen en el sistema de distribución del agua potable, se realizó un diagnóstico, desde el origen del nacimiento del agua hasta su distribución. Se tuvo en cuenta varias pautas que hay que resaltar y a continuación hablaremos de cada uno de estos componentes que intervienen en dicho proceso.

#### **3.1 Normatividad**

En instrumentación y control, se emplea un sistema especial de símbolos con el objeto de transmitir de una forma más fácil y específica la información. Esto es indispensable en el diseño, selección, operación y mantenimiento de los sistemas de control[12].

- ISA (Instrument Society of America):
- ISA-S5.1 (Identificación y símbolos de instrumentación)
- ISA-S5.2 (Diagramas lógicos binarios para operaciones de procesos)
- ISA-S5.3 (Símbolos gráficos para control distribuido, sistemas lógicos y computarizados)
- ISA-S5.4 (Diagramas de lazo de instrumentación)
- ISA-S5.5(Símbolos gráficos para visualización de procesos) [12].

##### **3.1.1 Norma ISA S5.1**

Esta norma establece de manera uniforme y estándar los medios de representación, la identificación y funciones propias de los instrumentos o dispositivos, sistemas de instrumentación utilizados para la medición, seguimiento y control, presentando un sistema de designación que incluye sistemas de identificación y símbolos gráficos.

Esta norma tiene por objeto satisfacer los distintos procedimientos de los diversos usuarios que necesitan para identificar y representar gráficamente equipos de medición, control y sistemas. Estas diferencias se reconocen cuando son coherentes con los objetivos de esta norma, proporcionando símbolos de alternativas y métodos de identificación. Esta norma es conveniente para el uso en diferentes sectores de la industria, ya que esta requiere el uso de esquemas de sistemas de control, diagramas funcionales y esquemas eléctricos para describir la relación con el equipo de procesamiento y la funcionalidad de equipos de medida y control[13].

#### **3.2 Diagramas de instrumentación P&ID**

Se denomina diagrama P&ID (Piping and instrumentación Diagram) o diagrama de instrumentación y canalizaciones de la planta, al esquema donde se registra toda la instrumentación sobre un diagrama de flujo de proceso. Permiten asociar a cada elemento de medición y/o control un código al que comúnmente se denomina “tag” del instrumento. Los símbolos y nomenclatura que se utilizan en los diagramas de instrumentación están desarrollados en diversos estándares.

Una norma muy difundida a nivel mundial son las publicadas por ISA (Instrument Society of América), en particular la S5.1. Los sistemas de control de procesos se representan en diagramas de tuberías e instrumentos (P&ID) utilizando símbolos normalizados. Se representan: instrumentación, tuberías, bombas, motores y otros elementos auxiliares. Los instrumentos del lazo de control se representan por un círculo con las letras de designación del instrumento, así como el número identificativo del lazo de control al que pertenecen (Norma ISA-S5.1)[12].

### **3.3 Proceso sistematizado que interviene en la distribución**

#### **3.3.1 Sistema**

Un sistema es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo. Los sistemas por lo general reciben (entrada) datos, energía o materia del ambiente y proveen (salida) información, energía o materia[14].

#### **3.3.2 Sistema Real**

Los sistemas reales son una entidad material formada por partes organizadas (componentes) que interactúan entre sí de manera que las propiedades de conjunto, sin contradecirlas, no pueden deducirse por completo de las propiedades de las partes[14].

#### **3.3.3 Sistema de control**

Un sistema de control es el ordenamiento de componentes físicos conectados de tal manera que se pueda comandar, dirigir o regularse a sí mismo o a otro sistema[14].

#### **3.3.4 Sistema de control lazo abierto**

Los sistemas de control de lazo abierto son aquellos en el que la señal de salida no influye sobre la señal de entrada. Estos sistemas ejecutan acciones con exactitud determinada por su calibración. Esta calibración establece o restablece una relación entre la entrada y la salida con el fin de obtener del sistema la exactitud deseada.

#### **3.3.5 Planta**

Una planta es un equipo, quizá un juego de piezas de una máquina, funcionando conjuntamente, cuyo objetivo es realizar una operación determinada. Para el caso la planta es un objeto físico a controlar[14].

### **3.3.6 Elementos de control**

El regulador o controlador es el elemento que determina el comportamiento del lazo de control, por lo que debe ser un componente diseñado con gran precisión; mientras que la variable controlada se mantenga en el valor previsto, el regulador no actuará sobre el elemento accionado; pero si el valor de la variable se aleja del prefijado, el regulador modifica su señal, ordenando al accionado que actúe sobre la planta o proceso, en el sentido de corregir dicho alejamiento[14].

### **3.3.7 Controlador ON-OFF**

La salida del controlador ON-OFF, o de dos posiciones, solo puede cambiar entre dos valores al igual que dos estados de un interruptor. El controlador no tiene la capacidad para producir un valor exacto en la variable controlada para un valor de referencia dado pues el controlador produce una continua desviación del valor de referencia. La acción del controlador de dos posiciones tiene un simple mecanismo de construcción, por esa razón este tipo de controladores es de los de más amplio uso, y comúnmente utilizados en sistemas de regulación de temperatura[15].

El controlador mecánico de dos posiciones normalmente posee algo de histéresis, por el contrario, los controladores electrónicos usualmente funcionan sin histéresis[15].

La histéresis está definida como la diferencia entre los tiempos de apagado y encendido del controlador. El usar un controlador de acción de dos posiciones da como resultado una oscilación de la variable controlada[15].

## **3.4 Componentes que intervienen en el sistema semiautomático para la distribución y monitoreo de agua potable**

### **3.4.1 LOGO! V8 Siemens**

El LOGO! V8 incluye una pantalla más grande, completas opciones de comunicación a través de Ethernet, un servidor web integrado y salidas adicionales en los módulos digitales y analógicos. La pantalla de 6 líneas con 16 caracteres por línea, admite el doble de caracteres en cada mensaje de texto ofreciendo mensajes de texto más detallados[16].

La interfaz Ethernet y el servidor web integrados son características excepcionales en esta clase de dispositivos. La interfaz Ethernet amplía las capacidades de comunicación, al tiempo que simplifica la instalación al eliminar la necesidad de cables adicionales de programación o los cables del display de texto Logo[16].

El servidor web permite la supervisión y el control del módulo lógico en remoto a través de Internet. La creación de páginas web no requiere conocimientos

especiales de programación: las opciones de visualización de texto se pueden seleccionar con un simple clic. El servidor web es fácil de configurar con la última versión del software Soft Comfort V8, sin necesidad de programación HTML, y los usuarios pueden elegir libremente sus opciones preferidas de visualización[16].

El software Soft Comfort V8 sirve para la intuitiva creación de programas, simulación de proyectos y documentación para los usuarios de Logo, añadiendo funcionalidades como la operación simple en modo red, la configuración automática de la comunicación con una pantalla en la visualización de red y la capacidad de abrir hasta tres programas a la vez. Además, los usuarios pueden transferir una señal de un programa a otro arrastrando y soltando en el programa. Soft Comfort V8 también facilita la migración de los programas de las versiones anteriores[16].

Toda la programación se realiza, de una forma bastante sencilla, con las 6 teclas que están situadas en su frontal. La visualización del programa, estado de entradas y salidas, parámetros, etc. Se realiza en una pequeña pantalla LCD de forma gráfica[16].



Figura 1. LOGO! V8 [16].

La intensidad permanente en los bornes de salida varía según el modelo, siendo en todos los casos inferior a 10 A, por lo tanto, si el poder de corte que necesitamos es mayor, están disponibles un contactares auxiliares, a 24V o 230V, de hasta 25A, que puede ser alojado directamente en el raíl del cuadro de protección[16].

Todos los modelos de LOGO permiten ser conectados a un PC con un cable especial que distribuye la propia Siemens.

La programación se realiza en un lenguaje gráfico de puertas lógicas. Los que conozcan el Step 5 apreciarán el parecido con el modo FUP de los autómatas S5[16].



Las funciones básicas (and, or, nand, nor, etc.) son idénticas en todos los modelos. La función especial, como relojes, temporizadores, etc., están limitadas en alguno de los modelos de gama baja, por lo tanto, se hace imprescindible consultar las características para saber si el Logo adquirido puede realizar lo que teníamos previsto[16].

### **3.4.2 Modos de funcionamiento:**

- Modo programación - Para elaborar el programa
- Modo RUN - Para poner en marcha el Logo
- Modo parametrización - Para modificar los parámetros de algunas de las funciones, tiempo, computo, relojes, etc.

El modo parametrización resulta muy interesante ya que permite al usuario realizar los ajustes de la instalación sin modificar el programa[16].

El técnico, en modo programación, decidirá cuales son los parámetros que el usuario pueda cambiar. Es decir que, si desea que el tiempo de un temporizador no sea modificado, se puede configurar dicho bloque para que no esté disponible en la parametrización[16].

El software de programación para PC es el LogoSoft (que se encuentra traducido al castellano). Actualmente Siemens España lo distribuye de forma gratuita, incluso por Internet. Cosa extraña, ya sabemos lo que es Siemens para esto del Software. LogoSoft permite la programación de forma gráfica sobre un determinado modelo de LOGO[16].

### **3.4.3 Descripción del LOGO!**

LOGO es el módulo lógico universal de Siemens.

LOGO lleva integrados

- Control
- Unidad de mando y visualización con retro iluminación
- Fuente de alimentación
- Interfaz para módulos de ampliación
- Interfaz para módulo de programación (Card) y cable para PC
- Funciones básicas habituales preprogramadas, p.ej. para conexión retardada, desconexión retardada, relés de corriente, e interruptor de software
- Temporizador
- Marcas digitales y analógicas
- Entradas y salidas en función del modelo.



Simbolo	Designación	Alimentación	Entradas	Salidas	Características
	LOGO! 12/24RC	12/24 V CC	8 digitales <sup>(1)</sup>	4 relés de 10A	
	LOGO! 24	24 V c.c.	8 digitales <sup>(1)</sup>	4 transistores 24V / 0,3A	Sin reloj
	LOGO! 24RC <sup>(3)</sup>	24 V AC / 24 V DC	8 digitales	4 relés de 10A	
	LOGO! 230RC <sup>(2)</sup>	115...240 V CA/CC	8 digitales	4 relés de 10A	
	LOGO! 12/24RCo	12/24 V CC	8 digitales <sup>(1)</sup>	4 relés de 10A	Sin display Sin teclado
	LOGO! 24o	24 V DC	8 digitales <sup>(1)</sup>	4 transistores 24V / 0,3A	Sin display Sin teclado Sin reloj
	LOGO! 24RCo <sup>(3)</sup>	24 V AC / 24 V DC	8 digitales	4 relés de 10A	Sin display Sin teclado
	LOGO! 230RCo <sup>(2)</sup>	115...240 V CA/CC	8 digitales	4 relés de 10A	Sin display Sin teclado

Figura 2. Características de los diferentes LOGO[16].

### 3.4.4 Microcontrolador PIC 16F628A

Incorpora tres características importantes que son:

- Procesador tipo RISC (Procesador con un Conjunto Reducido de Instrucciones)
- Procesador segmentado
- Arquitectura HARDWARE

Con estos recursos el PIC es capaz de ejecutar instrucciones solamente en un ciclo de instrucción. Con la estructura segmentada se pueden realizar simultáneamente las dos fases en que se descompone cada instrucción, ejecución de la instrucción y búsqueda de la siguiente[17].

La separación de los dos tipos de memoria son los pilares de la arquitectura hardware, esto permite acceder en forma simultánea e independiente a la memoria de datos y a la de instrucciones. El tener memorias separadas permite que cada una tenga el ancho y tamaño más adecuado. Así en el PIC 16F628 el ancho de los datos es de un byte, mientras que la de las instrucciones es de 14 bits[17].

#### 3.4.4.1 Características principales

- Conjunto reducido de instrucciones (RISC). Solamente 35 instrucciones que aprender a utilizar
- Oscilador interno de 4MHz
- Las instrucciones se ejecutan en un sólo ciclo de máquina excepto los saltos (*goto* y *call*), que requieren 2 ciclos. Aquí hay que especificar que un ciclo de máquina se lleva 4 ciclos de reloj, si se utiliza el reloj interno

- de 4MHz, los ciclos de máquina se realizarán con una frecuencia de 1MHz, es decir que cada instrucción se ejecutará en 1µs (microsegundo)
- Opera con una frecuencia de reloj de hasta 20 MHz (ciclo de máquina de 200 ns)
- Memoria de programa: 2048 locaciones de 14 bits
- Memoria de datos: Memoria RAM de 224 bytes (8 bits por registro)
- Memoria EEPROM: 128 bytes (8 bits por registro)
- Stack de 8 niveles
- 16 Terminales de I/O que soportan corrientes de hasta 25 mA
- 3 Temporizadores
- Módulos de comunicación serie, comparadores, PWM[17]

Otra característica de los PICs es el manejo de los bancos de registros. En línea general, los registros se clasifican como de uso general (GPR) y de uso específico o de funciones especiales (SFR)

- Los registros de uso general pueden ser usados directamente por el usuario, sin existir restricciones. Pueden servir para almacenar resultados que se reciben desde el registro W (acumulador), datos que provienen de las puertas de entradas, etc.
- Los registros de uso específicos no pueden ser usados directamente por el usuario. Estos registros controlan prácticamente todo el funcionamiento del microcontrolador, pues toda la configuración necesaria para funcionamiento del microcontrolador es hecho a través de algún tipo de SFR[17].

#### 3.4.4.2 Pines de I/O (Entrada/Salida) del Microcontrolador

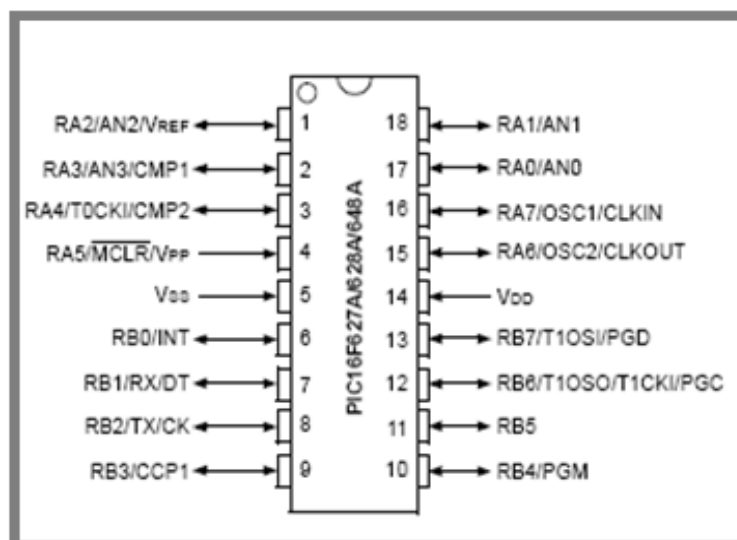


Figura 3. Características del microcontrolador 16F628 [17].

### 3.4.5 Válvula Solenoide y Características

Es un dispositivo operado eléctricamente, y es utilizado para controlar el flujo de líquidos o gases en posición completamente abierta o completamente cerrada. Este dispositivo puede usarse para controlar el flujo de muchos fluidos diferentes. La válvula de solenoide es una válvula que se cierra por gravedad, por presión o por la acción de un resorte; y es abierta por el movimiento de un émbolo operado por la acción magnética de una bobina energizada eléctricamente, o viceversa. Una válvula de solenoide consiste de dos partes accionantes distintas, pero integrales: un solenoide (bobina eléctrica) y el cuerpo de la válvula[8].

El término "solenoide" no se refiere a la válvula misma, sino a la bobina montada sobre la válvula, con frecuencia llamada "el operador". La palabra "solenoide" se deriva de las palabras griegas "solen", que significa canal, y "oide" que significa forma[8].

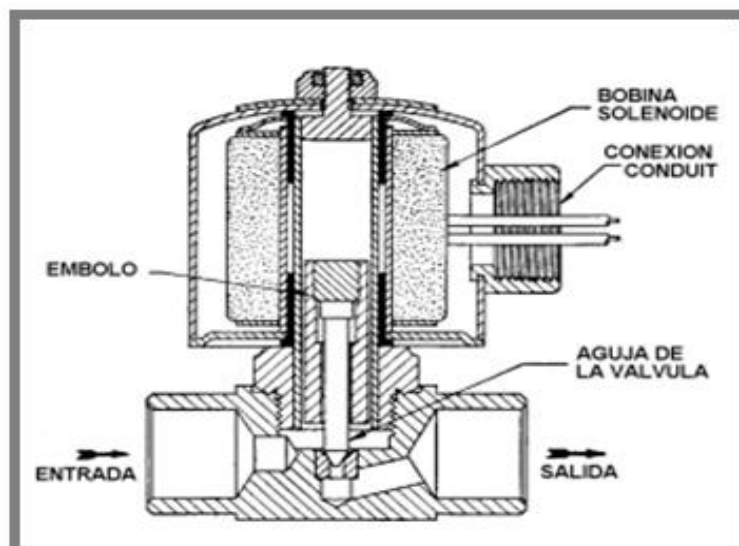


Figura 4. Descripción Válvula de Solenoide [8]

La válvula de dos vías es el tipo de válvula de solenoide más común, tiene una conexión de entrada y una de salida, y controla el flujo del fluido en una sola línea. Puede ser de acción directa u operada por piloto, dependiendo de la capacidad del sistema. Cada una de éstas puede ser "normalmente cerrada" o "normalmente abierta". En la figura 4, se muestra una válvula de dos vías de acción directa, normalmente cerrada. Cuando la bobina está desenergizada, el peso del émbolo y la acción del resorte mantienen cerrada la válvula. Cuando se energiza la bobina, se forma el campo magnético, el cual atrae al émbolo hacia el centro y la aguja se levanta del asiento, abriendo el orificio del puerto y permitiendo el flujo a través de la válvula. Cuando nuevamente se desenergiza la bobina, la fuerza que retiene al émbolo es liberada, haciéndolo que caiga por su propio peso y por la acción del resorte, cubriendo el orificio del puerto y deteniendo el flujo a través de la válvula[7].

MODEL	Waterproof DIN/flying lead Coil	NASS DIN Coil (IP65)	PIPE SIZE	CV	ORIFICE	FLUID TEMP. (°C)	Vacuum (Torr)	Dimension (mm)			Weight (kg)
								L	H	D	
UV-10	●	●	3/8"	4.5	15mm	-5°C ~ +80°C	0~10 <sup>-3</sup>	70	100	48	1.01
UV-15	●	●	1/2"	4.5	15mm	-5°C ~ +80°C	0~10 <sup>-3</sup>	70	100	48	1
UV-20	●	●	3/4"	8.6	20mm	-5°C ~ +80°C	0~10 <sup>-3</sup>	73	102	48	1.13
UV-25	●	●	1"	12	25mm	-5°C ~ +80°C	0~10 <sup>-3</sup>	100	112	48	1.7
UV-35	●		1 1/4"	24	35mm	-5°C ~ +80°C	0~10 <sup>-3</sup>	125	113	48	2.32
UV-40	●		1 1/2"	28	40mm	-5°C ~ +80°C	0~10 <sup>-3</sup>	125	118	48	2.53
UV-50	●		2"	48	50mm	-5°C ~ +80°C	0~10 <sup>-3</sup>	167	125	48	4.32

Figura 5. Tipos de Válvulas Solenoide [8]

### 3.4.6 Válvulas de Policloruro de Vinilo (PVC)

Una válvula se puede definir como aquel elemento que dentro de una red cumple con alguna de las siguientes funciones:

- 1) Para cerrar completamente el flujo
- 2) Para controlar el flujo
- 3) Para prevenir cualquier contra flujo lo que se conoce como el golpe de ariete.

Entendiendo como flujo a cualquier líquido o fluido que se movilice dentro de una red. Para controlar y cerrar el flujo existen varios tipos de válvula y su elección depende del medio ambiente, posibilidad de desgaste y viscosidad del flujo a transitar en ella. También influyen otros factores como temperatura de trabajo, presión de trabajo a la que va a ser sometida, así como el espacio físico a utilizar[9].

### 3.4.7 Sensor de herradura

El sensor que se implementó en el sistema tiene como emisor un diodo infrarrojo y como receptor un fototransistor, el emisor y el receptor están enfrente a una distancia de 3 mm y entre ellos existe un espacio para que un objeto puede introducirse y romper la barrera infrarroja[18].

### 3.4.8 Sensor final de carrera

Un sensor es un dispositivo para detectar y señalar una condición de cambio. Con frecuencia, una condición de cambio, se trata de la presencia o ausencia de un objeto o material (detección discreta). También puede ser una cantidad capaz

de medirse, como un cambio de distancia, tamaño o color (detección analógica). Los sensores posibilitan la comunicación entre el mundo físico y los sistemas de medición y/o de control, tanto eléctricos como electrónicos, utilizándose extensivamente en todo tipo de procesos industriales [19].

Este es final de carrera o un interruptor (switch) Generalmente estos sensores están compuestos por dos partes; un cuerpo donde se encuentran los contactos y una cabeza que detecta el movimiento. Su uso es muy diverso, empleándose, en general, en todas las máquinas que tengan un movimiento rectilíneo de ida y vuelta o sigan una trayectoria fija, es decir, aquellas que realicen una carrera o recorrido fijo[20].

## 4 METODOLOGÍA Y RESULTADOS

Realizando el diagnóstico de la prestación del servicio y del sistema que anteriormente se venía empleando en la compañía como se puede apreciar en la figura 6.



Figura 6. Método de distribución del agua potable.  
Fuente: Foto tomada por el autor

Se logra apreciar en la imagen que la prestación del servicio de agua potable se realiza mediante un operario, el cual realiza la prestación del servicio de forma manual, donde se ve que mediante una válvula de acero inoxidable permite el flujo del líquido y por un orificio visualiza el llenado del recipiente que puede ser de 20 litros o 19 litros.

Los componentes que intervienen en el menciona proceso manual de distribución del líquido son los siguientes:

- Control de paso PVC.
- Tubería.
- Tanque elevado de 500 Litros
- Válvula de acero inoxidable.

En la figura 7. Se puede apreciar el sistema de distribución del agua potable el cual no está funcionando la parte automática solamente realizaron el diseño, pero no lograron implementar el sistema.

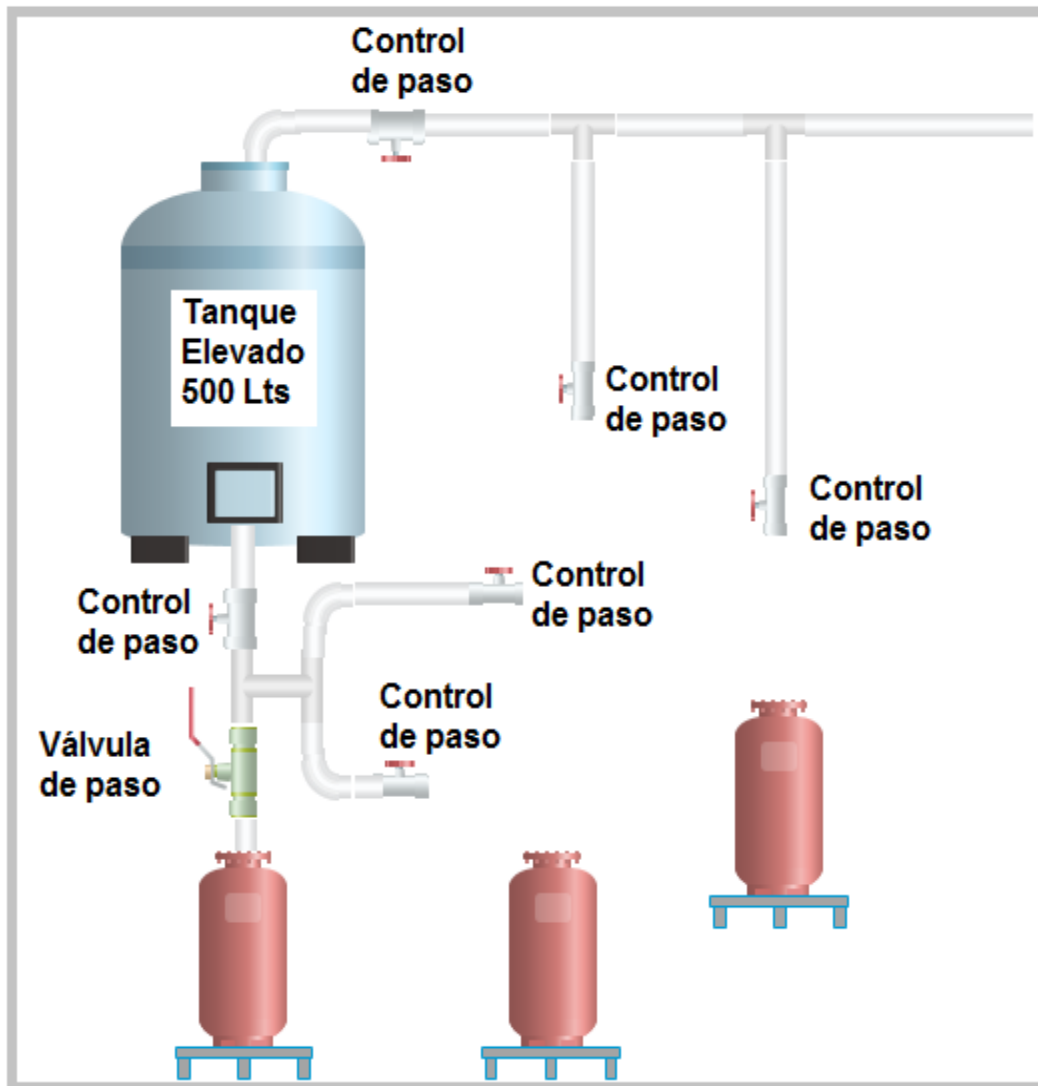


Figura 7. Esquema de distribución manual  
Fuente: Foto tomada por el autor y diseño en Software Edraw

#### 4.1 Identificación de los inconvenientes que se presentan en el proceso de distribución del agua potable

Implementado este sistema de distribución de agua potable en la compañía se logra apreciar que en el tanque elevado de 500 litros no tiene un control ni visualización que indique a qué nivel el tanque se encuentra con líquido solo es controlado por un flotador interno que contiene el tanque y una válvula de paso, también se logra observar que en la parte inferior del tanque hay dos controles uno de paso PVC que tiene la función de obstruir que el líquido se derrame y una segunda control de acero inoxidable que es utilizado frecuentemente por el operario para distribuir el líquido. Se logra apreciar que el sistema no está en uso su totalidad la parte derecha de la imagen del sistema no está en uso.

En la parte externa del sistema realizaron el diseño para distribuir el servicio de agua potable tres cabinas la cual solo funciona una de la forma manual las otras dos solo tiene dos controles PVC.



## 4.2 Criterios de selección

Después de realizar el diagnóstico muy detalladamente en la empresa y en compañía del personal capacitado en el área de calidad y de administración se presentó la propuesta del diseño para implementar un sistema acorde a las falencias que venían presentando la figura. Se aprecia la propuesta.

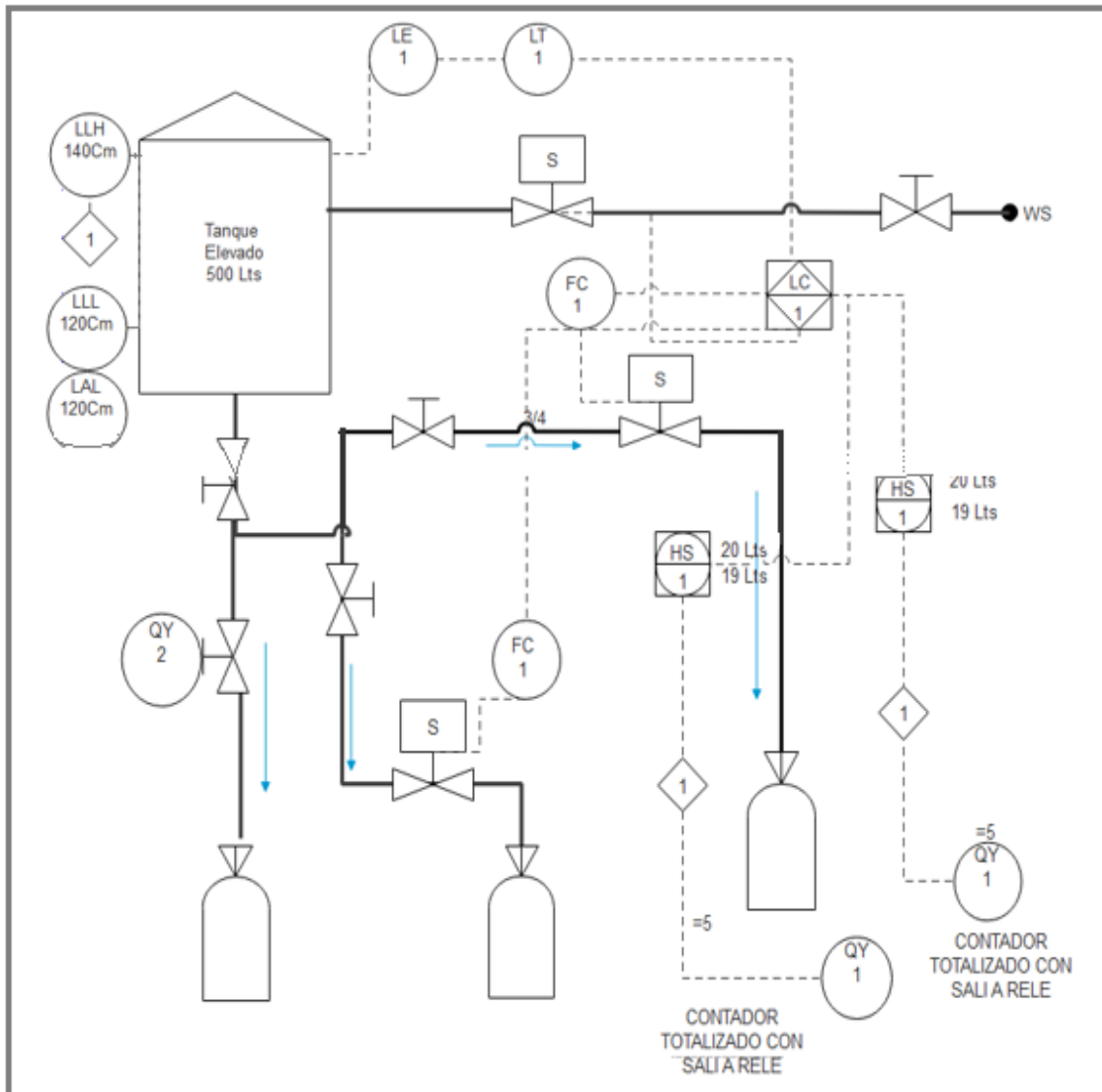


Figura 8. Diagrama P&ID para el sistema de distribución y monitoreo de agua potable.  
Fuente: Diseñado por el autor en Software Edraw

En el diagrama P&ID donde se diseñó el proceso de distribución se logra apreciar que el sistema propuesto cuenta con los siguientes materiales para su elaboración:

3 Válvulas Solenoides

4 Controles de Paso

- 1 Válvula de Acero Inoxidable
- 1 PLC Controlador Lógico Programable
- 1 Indicador de Nivel de Agua
- 6 Circuitos Electrónicos

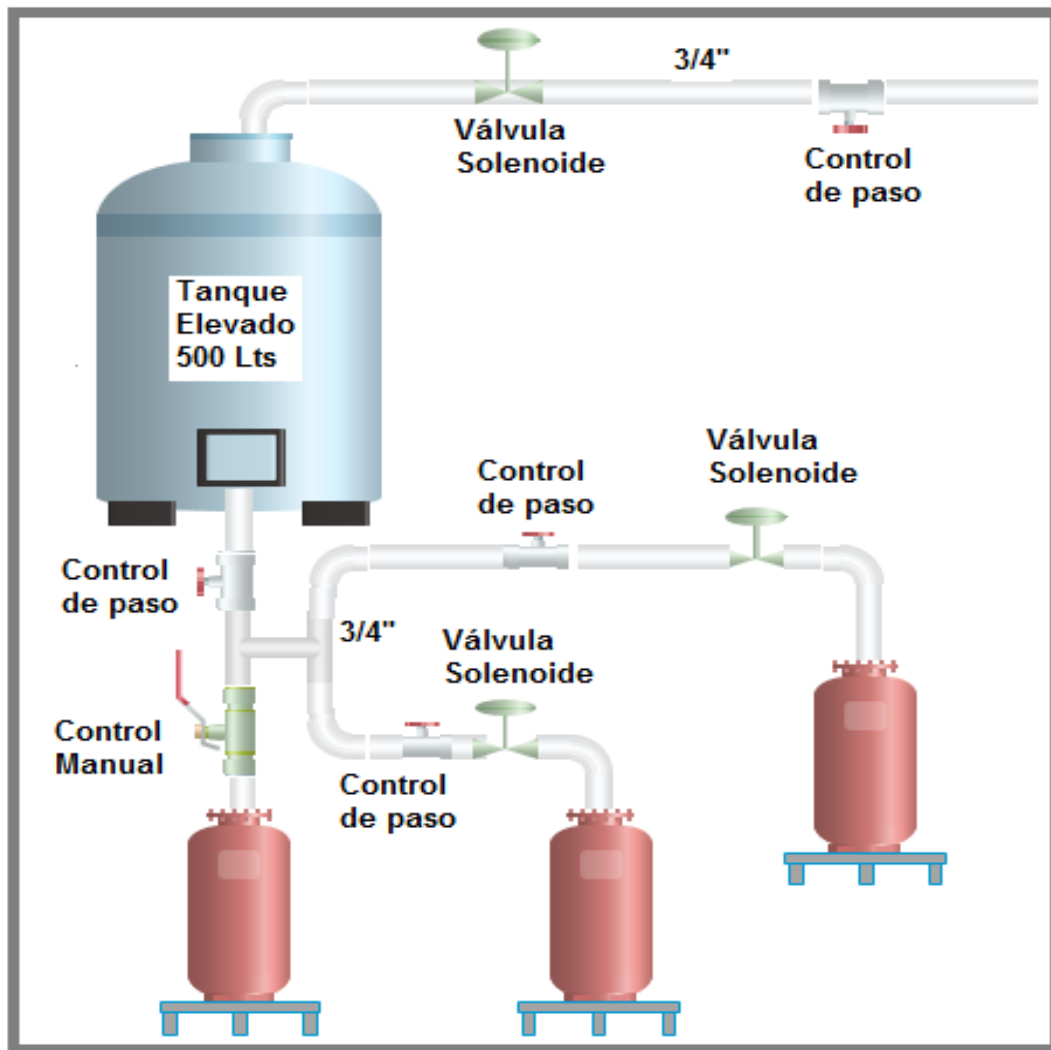


Figura 9. Diseño semiautomático a implementar

Fuente: Diseñado por el autor en Software Edraw

Se logra observar que el agua que fluye por la tubería es por gravedad se puede apreciar que hay un control de paso de PVC el cual siempre va a permanecer normalmente abierto, después viene una válvula solenoide la cual tiene la función de controlar el nivel del tanque elevado de 500 litros, luego viene otro control de paso PVC el cual va a estar normalmente abierto solo se cierra si alguna de las válvulas presenta desgaste o daño, enseguida viene un control de paso de acero inoxidable el cual funcionara con un operario para la distribución del líquido cuando haya ausencia de energía, después vienen dos controles de

paso PVC estos tienen la función de que si alguna de las válvulas que siguen presentan problemas se cierran estarán normalmente abierto y las válvulas solenoides estarán normalmente cerradas pasaran a estar normalmente abierta cuando reciban una orden.

### 4.3 Levantamiento de información

Dado que no se llevaba una información del monitoreo del agua potable lo cual acarrea a presentar varios inconvenientes en cuanto se refiere a su distribución, se planteó un sistema semiautomático que va a suplir este inconveniente que se venía presentando.

### 4.4 Clasificación de componentes

Después de haber realizado el estudio del cómo estaba la compañía prestando el servicio de agua potable en mi criterio de selección de componentes para diseñar el sistema presente la siguiente lista de materiales para realizar el proyecto:

Tabla 1. Diferentes tipos de relé programable



<p><b>Relé Programable Zelio</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Está diseñado para usar en sistemas automatizados pequeños</li> <li>▪ Los relés se suministran con 10 o 26 E/S según el modelo y pueden tener hasta 40 E/S extendidas.</li> <li>▪ Los relés inteligentes tienen una memoria de seguridad que permite copiar los programas en otros relés inteligentes.</li> <li>▪ 10 años de reserva (memoria EEPROM)</li> </ul>
<p><b>Relé Programable Logo! V8</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realiza tareas de automatización a pequeña escala con mayor rapidez.</li> <li>▪ Unidad de mando y visualización con retro iluminación</li> <li>▪ Fuente de alimentación</li> <li>▪ Interfaz para módulo de programación (Card) y cable para PC</li> <li>▪ Temporizador</li> <li>▪ Marcas digitales y analógicas</li> <li>▪ Entradas y salidas en función del modelo</li> </ul>

<p><b>Autómata Programable TWIDO</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Existen ocho autómatas compactos, diferenciados por la capacidad de tratamiento y el número de entradas 24 V, de salida de relé y transistor (10, 16, 24 y 40 entradas/salidas).</li> <li>▪ Estas bases compactas utilizan:</li> <li>▪ Una alimentación de corriente alterna comprendida entre a 100 y 240 V (que garantiza la alimentación c 24 V de los captadores).</li> <li>▪ Una alimentación de corriente continua comprendida entre 19,2 y 30 V (prever una alimentación auxiliar externa para la alimentación de los captadores).</li> </ul>
--	---

Al notar las características de cada uno de estos controladores se optó por utilizar el **Relé Logo! V8** para la implementación del sistema semiautomático porque cumple ciertas características óptimas para el diseño como son:

- Tiene las E/S completas para el sistema que se desea implementar
- Se puede estar visualizando la funcionalidad de los procesos

Tabla 2. Diferentes tipos de válvulas

<p><b>Válvula Solenoide uso general 2 vías Normalmente cerrada</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 110 VAC</li> <li>▪ Referencia UW-20</li> <li>▪ Orificio 3/4" NPT/ 20mm</li> <li>▪ Cuerpo Bronce</li> <li>▪ Temperatura fluido -5 a 80 °C</li> <li>▪ Presión 0-73,5</li> </ul>	
<p><b>Válvula Solenoide uso general 2 vías Normalmente cerrada</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 120V, 60 Hz, 17W</li> <li>▪ Orificio 2" NPT / 50 mm</li> <li>▪ Cuerpo Bronce</li> <li>▪ Temperatura fluido -10 a 90 °C</li> <li>▪ Presión 1,5 a 145 – 232 psi/ 0.1 a 16 bar</li> </ul>	

### Válvula Solenoide uso general 2 vías Normalmente cerrada

- 110 VAC
- Referencia UW-35-1
- Orificio 1-1/4" NPT/ 35mm
- Cuerpo Bronce
- Temperatura fluido -5 a80 °C
- Presión 0-73,5



La válvula Solenoide **UW-20** la cual su funcionamiento es de 110 VAC y su orificio es de 3/4 "se optó para trabajar porque la señal de salida del relé es de 110 VAC y la tubería que conforma el sistema es de 3/4 "y consume poca energía. Su funcionalidad es recibir la orden del relé programado para saber qué tiempo va a permanecer abierta porque esta normalmente cerrada y no permite el paso del líquido.

### Multi Coin Select



Figura 10. Selector de monedas  
Fuente: Imagen tomada por autor

Es una máquina electrónica que ya viene diseñada y lista para ser programada, su función es recibir las monedas que quieres que reciba dependiendo a la programación. Clasifica las monedas por su diámetro y peso trae dos sensores

internos que realizan dicha función. Tiene capacidad para recibir hasta 5 tipos de monedas de diferente valor. Hay que resaltar que si hay ausencia de energía el equipo no recibe monedas.

### **Microcontrolador PIC 16F628A**

De cantidad de microcontroladores que existen opte por trabajar con este ya que por la corriente que trabaja, la memoria RAM, los temporizadores su costo y porque cuenta con la cantidad de terminales que son suficientes para mi proyecto que en este caso va a ser el contador.

### **Sensor de herradura H21A1**

En el sistema que se implementó se trabajó con el sensor de herradura H21A1 porque cumple las características para dicho proceso en cual se fundamenta en realizar las interrupciones cada vez que pasa una moneda entre la abertura del sensor el cual proporciona una señal a mi contador electrónico el cual tiene un microcontrolador programado para contar hasta 5 al llegar hasta este número me va a activar un relé.

### **Clasificación del sensor final de carrera**

Es de vital importancia ya que tiene la función de que cada vez que el usuario presione alguno de los dos botones que estén activo para la elección de la cantidad de líquido sea 20 litros o 19 litros a la vez presiona el sensor final de carrera para que reinicie el contador electrónico de monedas después de estar en 5.

### **Batería de 5 Voltios**

La parte manual del sistema solo funcionara cuando haya ausencia de energía a sugerencia de la administración de la compañía este parte del sistema lleva una batería de 5 voltios que solo entrará en funcionamiento cuando no haya energía en la instalación y estará conectada a un contador electrónico que me va a estar indicando en galones la cantidad de líquido que se distribuyó hasta cuando restablezca la energía.

### **UPS Regulador**

Como la empresa no cuenta con una planta generadora de energía se le adecuo a la parte automática del sistema una UPS regulada la cual me daría un respaldo de 15 o 20 minutos máximo por si al momento que se esté prestando el servicio de distribución del líquido y en ese momento falle la energía en la instalación el

sistema termine su función de realizar el llenado del recipiente sin ningún problema.

Los materiales y dispositivos que se utilizaron para llevar a cabalidad la implementación del sistema fueron los siguientes:

Tabla 3. Componentes utilizados

Materiales	Cantidad	Propósito
LOGO! V8	1	El logo! V8 es un relé programable acto para realizar cualquier tarea que se requiera y más en el campo industrial.
Sensores de herradura	2	Estos dispositivos electrónicos tienen una función muy importante porque se encargan de contabilizar las monedas que el usuario está ingresando.
Válvulas solenoide	3	Se encargan de darle apertura al flujo de agua u interrumpir el caudal de líquido mediante una orden.
Válvulas de paso	5	Su función es un plan de contingencia por si alguna de las válvulas solenoide presenta falla protege que no se derrame el líquido lo obstaculiza.
UPS Regulada	1	Suple la necesidad por unos minutos si hay ausencia de energía en el sistema automático.
Batería de 5V	1	Suple la necesidad cuando no haya energía trabaja el sistema manual.
Circuito electrónico (contador manual)	1	Se diseñó con el fin de contar la cantidad de galones distribuido en caso de ausencia de energía.
Circuito electrónico (contador automático para monedas)	2	Se diseñó con el fin de contar la cantidad de monedas que ingresan.
Circuito electrónico (contador automático para Monitoreo de galones distribuidos )	2	Se diseñó con el fin de contar la cantidad de galones distribuido de forma automática.
Circuito electrónico indicador de nivel	1	Este circuito nos va a indicar en qué nivel se encuentra de agua se encuentra el tanque elevado.
Cable	7 Metros	Se utilizó para realizar todas las conexiones
Pulsadores	6	4 pulsadores son para que tipo de recipiente ya sea 20 litros o 19 litros y enviar la señal al PLC y 2 reinician los contadores.

#### 4.5 Inversión económica en el sistema

Tabla 4. Materiales, cantidad y valor

Materiales	cantidad	costo
Logo! V8	1	\$ 800.000
Válvulas Solenoide	3	\$ 880.000
Selector de Monedas	2	\$ 300.000
Circuitos Electrónicos	5	\$150.000
Cables	7 Metros	\$ 30.000
Tubos, uniones, codos, controles de paso y goma pvc		\$ 50.000
Ups regulador	1	\$ 210.000
Batería 5 Voltios	1	\$ 70.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 2'490.000</b>

El sistema manual que se estaba implementando anteriormente en la compañía no estaba causando ningún gasto económico a la distribución del servicio de agua potable solo permitía ingresos mensuales aproximadamente de \$2'500.000 y hoy en día con la implementación del sistema semiautomático el cual tuvo una inversión de \$2'490.000 la compañía tiene unos ingresos mensuales de aproximadamente \$4'100.000 el cual en menos de dos meses la empresa con este nuevo método de distribución estaría recibiendo la inversión que realizó en la implementación del sistema.

#### 4.6 Sistema de control diseñado para todo el proceso semiautomático

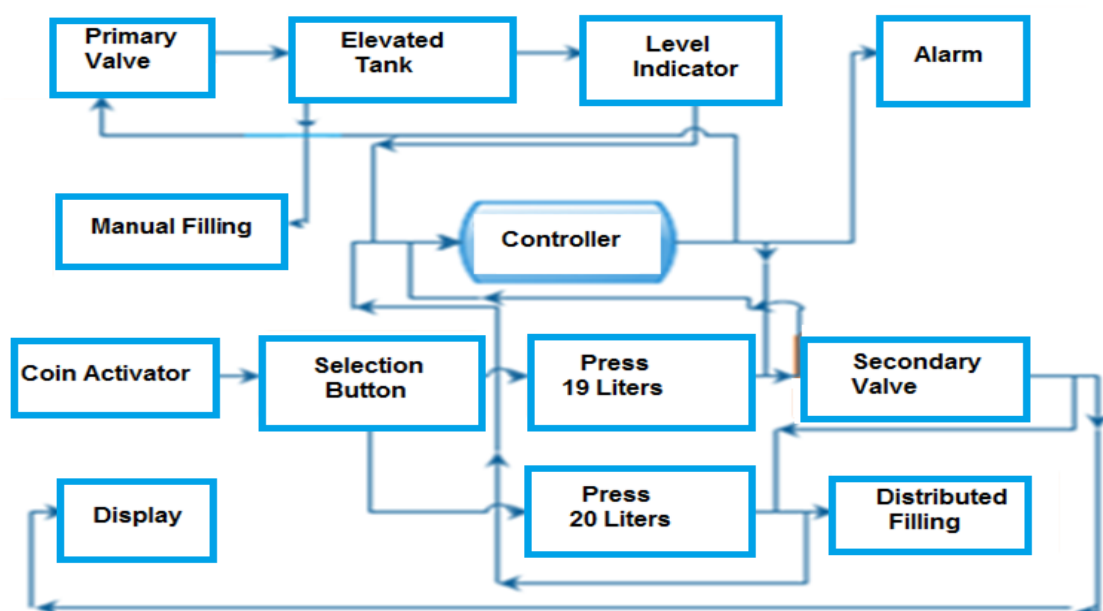


Figura 11. Diagrama en bloques del sistema.  
Fuente: Diseñado por el autor en Software Edraw



Todo el proceso de la figura 11, se describe inicialmente con una válvula primaria para controlar el flujo de agua que ingresa en el tanque elevado (500 Litros), y evitar que reboce o haya ausencia de agua en el tanque, esta válvula va a estar controlada por el programador lógico controlado en conexión con el indicar de nivel de agua el cual va a estar mostrando a qué nivel se encuentra el tanque, para luego así evitar que el flujo de agua que se va a distribuir no cambie su caudal porque después se va a presentar inconvenientes con el llenado de los recipiente ya sea 20 Litros o 19 Litros. Las válvulas secundarias van a estar normalmente cerradas pasaran a estar abiertas cuando la persona presione alguno de los dos botones (20 Litros y 19 Litros) los cuales se van a activar dichos botones cuando la persona termine de ingresar la quinta moneda solamente de un valor mientras tanto no ingrese las 5 monedas del mismo valor no se activará ningún botón y permanecerá la válvula secundaria cerrada, al sistema se le diseño un contador electrónico que inicializa en 1 hasta 5, que va hacer el valor de monedas que se estén ingresando y me estará mostrando la cantidad de monedas ingresadas por la persona por medio de unos display no puede ingresar menos de 5 monedas porque no activa el sistema. El tiempo estipulado para abrir la válvula secundaria es programado en un (Programador Lógico Controlado). Este programador va a estar en conexión con el contador de monedas, pulsadores y con la válvula secundaria. Se diseñó otro circuito electrónico que contará la cantidad de galones de agua distribuido para cierto tiempo el cual estará conectado al programador lógico controlado.

#### 4.7 Diagrama de flujo diseñado para la parte automática

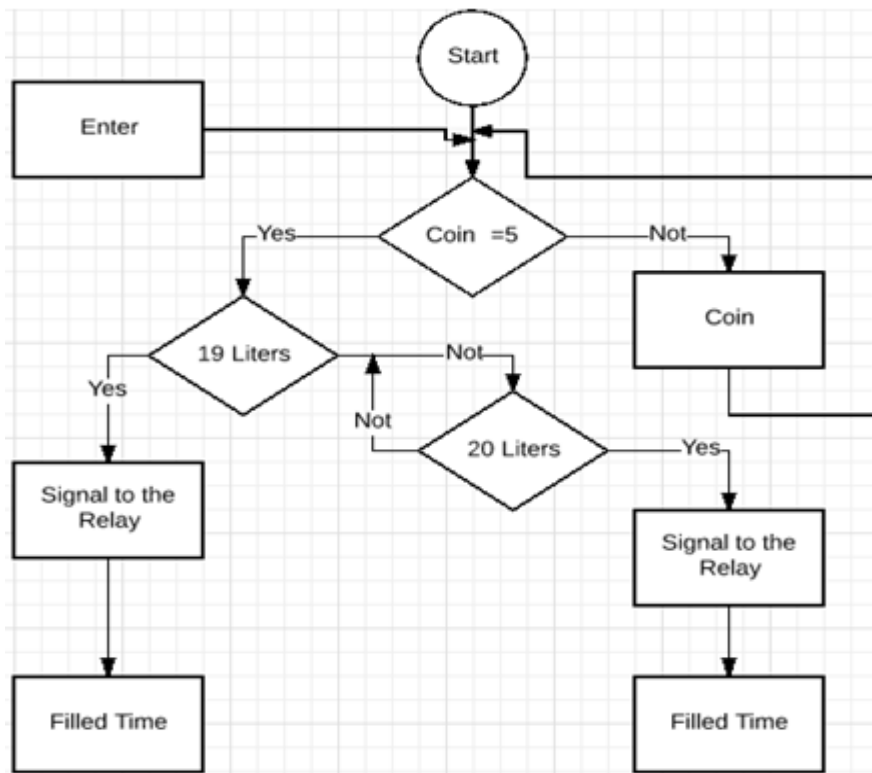


Figura 12. Diagrama de flujo para el proceso automático  
Fuente: Diseñado por el autor en Software Edraw

En el diagrama de flujo para el proceso automático se logra apreciar que si ingresa menos de 5 monedas el sistema no va activar los botones de 19 litros y 20 litros, pero si ingresa las 5 monedas se le activara el botón de 19 litros y si lo presiona este le envía una señal al PLC para que este le dé un tiempo de llenado. Pero sino presiono el de 19 litros sino 20 litros este envía la señal al PLC para que de un tiempo al llena diferente al de 19 litros.

#### 4.8 Diagrama de flujo diseñado para la parte manual

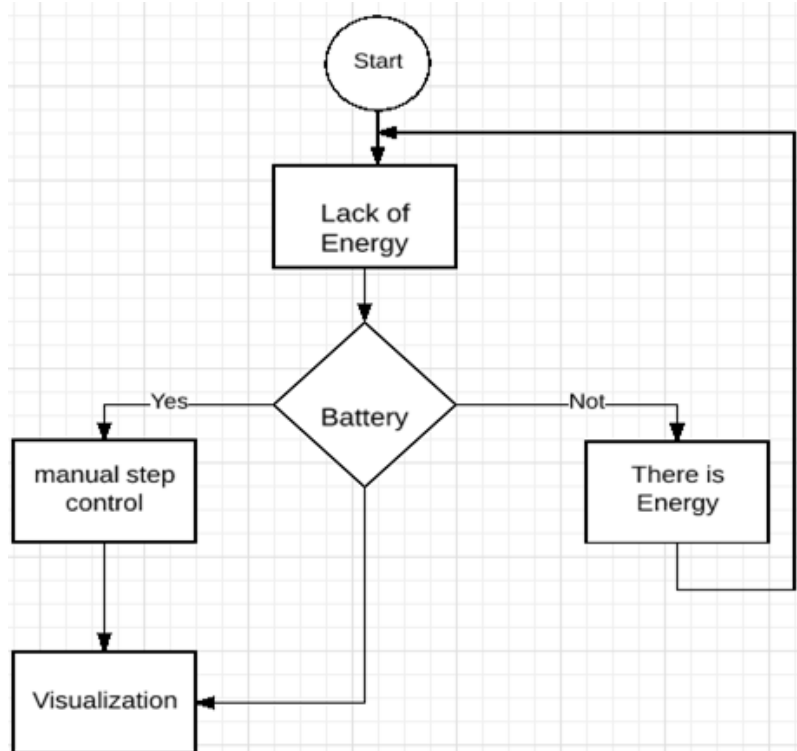


Figura 13. Diagrama de flujo para el proceso manual.  
Fuente: Diseñado por el autor en Software Edraw

En el diagrama de flujo para el proceso manual se puede apreciar que si hay ausencia de energía trabajaría la batería la cual alimentaría al circuito contador-visualizador en el caso de que el control de paso manual lo utilicen y si hay energía la batería no funciona se desconectaría.

#### 4.9 Indicador de nivel de agua en el tanque elevado

A parte del flotador que tiene incorporado el tanque elevado para controlar el nivel de agua, se ha implementado un segundo sistema de prevención para el líquido el cual está compuesto por un integrado, resistencias, indicadores (led) que nos va a permitir visualizar en qué nivel de agua potable se encuentra el tanque, una bocina que va a omitir una alarma que muestre que el tanque elevado se encuentra con poca agua potable que en cualquier momento pueden

quedar sin esta y en la entrada del tanque una válvula solenoide que va estar normalmente abierta hasta que el indicador le envié una señal al controlador PLC para que la cierre.

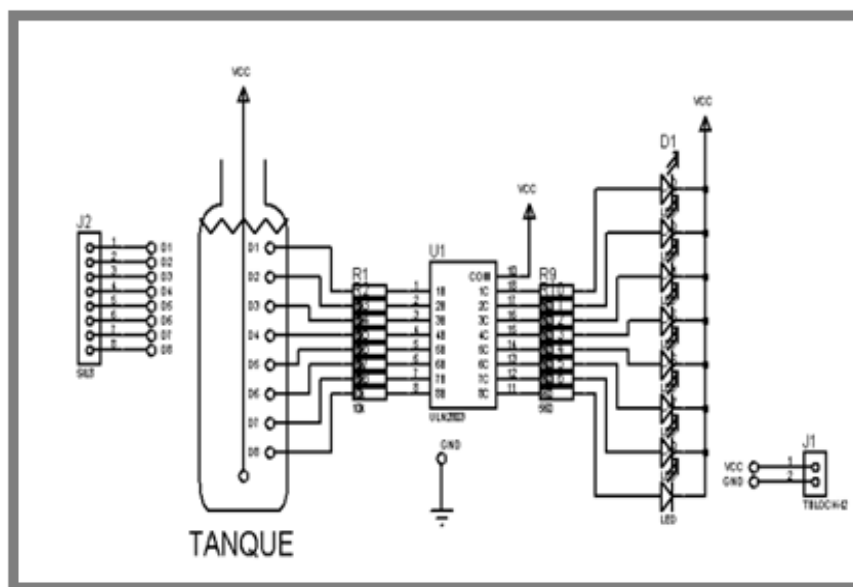


Figura 14. Diseño del indicador de nivel en Proteus  
Fuente: Imagen diseñada por el autor

#### 4.10 Circuito eléctrico para el proceso manual

En la parte manual la cual va a estar en funcionamiento cuando haya ausencia de energía. Esta parte del sistema su distribución se realiza mediante un control de paso el cual va a tener unido un contador que cada vez que sea abierto el control va a estar contando por galones lo que distribuyo y visualizado. Este circuito está conectado a una batería de 5 voltios la cual me está alimentando esta parte del sistema.

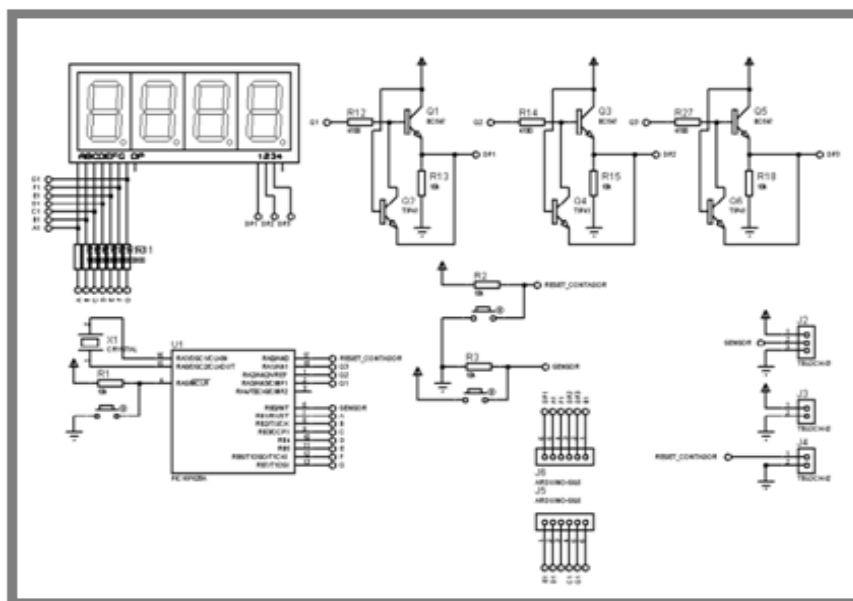


Figura 15. Diseño del contador manual realizado en Proteus  
Fuente: Imagen diseñada por el autor

#### 4.11 Circuito eléctrico para el proceso automático

En la parte automática el diseño electrónico que se realizó fue un contador electrónico con el microcontrolador 16F628A, al cual se le programo que cuente hasta 5 y se le adicione un sensor de final de carrera para que lo reinicie cuando este en la quinta interrupción este contador se puede visualizar por medio de display 7 segmentos. También lleva un sensor de herradura el cual tiene la función de enviar los pulsos al contador este sensor está ubicado en la parte inferior del equipo llamado selector de monedas este equipo está programado para recibir solo monedas de un solo valor al recibir la 5 interrupción me activa un relé el cual envía una señal a los pulsadores para que el usuario seleccione que medida desea ya sea 20 litros o 19 litros después de oprimir el pulsador esa señal llega al programador lógico controlado y mediante el programa diseñado en el programador lógico controlado le envía una orden a la válvula secundaria para que realice apertura porque se encuentra normalmente cerrada y un tiempo específico para que realice el cierre, a la vez también le envía la misma señal a un circuito electrónico para que cuente y sea visualizado por display este circuito tiene un reset que solo administración tendrá derecho de reiniciarlo cuando desee, también el PLC está programado para hacer el contador internamente y un pulsador que solo administración puede reiniciarlo.

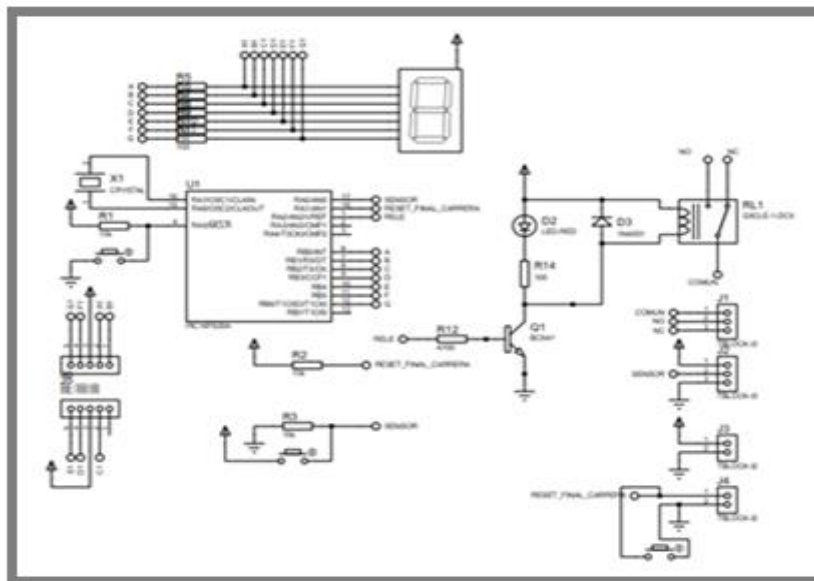


Figura 16. Diseño del contador automático realizado en Proteus  
Fuente: Imagen diseñada por el autor

#### 4.12 Validación del sistema

Al llegar a la empresa Gaseosas Rio Ltda. Y luego observar que el sistema que tenían en cuanto a costo es muy bajo ya que solo contaba con pocos elementos como lo eran (válvula, control de paso y tubería), pero por otra parte el método de distribución de agua potable como se aprecia en la figura 6. Donde se evidencian varias falencias como primera medida riesgos laborales ya que el operario al prestar el servicio se acerca a un tanque elevado de acero inoxidable

de 500 litros, también se aprecia que cerca de donde coloca el brazo para girar la palanca de la válvula de paso al lado hay cables que tienen energía ya que ese sistema manual tiene una alarma de aviso para cuando llega el usuario presiono un pulsador informando que pretende el servicio, también hay que resaltar que la empresa solo prestaba este servicio solo en horarios que estaba laborando lo cual esto permitía la inconformidad de muchos de los usuarios que necesitaban del servicio. Con la innovación del sistema que se implementó la inversión económica no fue tan elevada. Si lo miramos por el lado laboral hay menos riesgo de accidentalidad para el operario porque no tiene que acercarse frecuentemente al tanque elevado ósea que es menos frecuente que este con el brazo cerca de los cables eléctricos, ya el usuario no tiene que tocar el pulsador para dar aviso que pretende el servicio y mucho menos esperar que el operario se acerque ya el solamente se acerca a cualquier hora adquiere su servicio. Por otra parte, la electrónica diseñada en el sistema se ha notado en el área administrativa porque ahora llevan un registro y una contabilidad de los ingresos y no tienen inconvenientes porque tienen la facilidad de identificar mes a mes cual fue el de mayor ingreso. Con el presente sistema semiautomático en tiempo estipulado y el objetivo cumplido con los diseños electrónicos y programaciones acordes a lo que la compañía lo requería empresa Gaseosas Rio Ltda.

#### 4.13 Eficacia

Con la implementación del sistema semiautomático para la distribución y monitoreo de agua potable se realizaron constantes pruebas para analizar su comportamiento para así no tener problemas con el llenado. Las pruebas se realizaron quitando el fluido eléctrico por periodos cortos y periodos largos al restablecer la energía el sistema no presento problemas para el llenado del botellón en el nivel deseado esto en la parte del programador Logo que es el que se encarga de darle el tiempo a las válvulas de apertura y cierre. En cuanto el circuito electrónico que se encarga de contar las monedas no presento ningún inconveniente siguió su funcionalidad sin ninguna anomalía.

Tabla 5. Eficacia del sistema

Fecha	Liquido vendido (litros)	Liquido suministrado (litros)	Venta esperada	Venta realizada	Eficacia
15-11-2017/22-11-2017	5054	5200	665.000	665.000	97.12%
22-11-2017/29-11-2017	6860	6600	857.500	857.500	96.21%
29-11-2017/6-12-2017	7280	7280	910.000	910.000	100%

6-12-2017/13-12-2017	6384	6200	840.000	840.000	97.12%
----------------------	------	------	---------	---------	--------

En la tabla 5 se registra la eficacia del sistema relacionada con el número de litros registrados en la planilla de venta, junto con los litros que entraron a la planta, la eficacia del sistema se mantiene por encima del 95%, esto es causado por que el flujo del agua se hace por tiempos y este factor es relacionado directamente con el factor de que se debe realizar es por sensores para mantener una eficacia del 100%.

#### 4.14 Eficiencia

El sistema semiautomático es eficiente ya que ayudo a reducir 50% el número de operarios que anteriormente requería el sistema, también el costo del aumento de la energía que requiere el sistema no es muy elevado y el tiempo de ejecución del proceso es menor al esperado.

Tabla 6. Eficiencia del sistema

Fecha	Tiempo de producción ( horas)	Tiempo de parado	Eficiencia
15-11-2017/22-11-2017	168	72	57.15%
22-11-2017/29-11-2017	168	16	90.47%
29-11-2017/6-12-2017	168	14	91.66%
6-12-2017/13-12-2017	168	10	94.04%

En la tabla se puede observar que la eficiencia del sistema ha tenido un crecimiento progresivo, en la primera semana se tuvo un valor relativamente bajo, debido a que la compañía estaba en mantenimiento higiene y calidad por tal motivo el suministro de agua por 3 días, las siguientes semanas ha ido mejorando, pero se espera se mantenga en este intervalo debido a que en su mayoría son paradas por fallos eléctricos.

#### 4.15 Alcance

La implementación del sistema semiautomático en la empresa Gaseosas Rio Ltda. Entro en la innovación en el sector industrial por su la ubicación geográfica (Leticia- Amazonas), por lo difícil que es conseguir componentes electrónicos, por otra parte, esta zona del país no contaba con un sistema en están condiciones y con total disponibilidad las 24 horas del día con constante monitoreo y control.

## 5 RESULTADOS

### **GASEOSAS RIO, UN RIO DE SABOR**

---

Leticia, 20 de Diciembre de 2017

Señores

#### **UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

Facultad de Ingenierías y Arquitectura

Programa de Ingeniería Electrónica

Cordial Saludo

La empresa **Gaseosas Rio Ltda** en el área de Comercialización de Agua Potable, ha presentado un incremento considerable en sus ventas, a partir del momento en que fue implementado el **Sistema Semiautomático para la Distribución del Servicio de Agua Potable** (Ver tabla). Este Sistema ha sido realizado por el Pasante **EDWIN ALBERTO GONZALEZ SIERRA**, identificado con el Documento de Identidad No.72.328.192 el cual se encuentra en marcha desde el pasado día 15 de Noviembre hasta la fecha.

Desde el momento de su ejecución inicial, el Sistema no ha presentado inconvenientes en su funcionamiento.

PERIODO	REFLEJO DIARIO		REFLEJO MENSUAL		INCREMENT O
	ANTES	AHORA	ANTES	AHORA	
Lunes a Viernes	\$100.000	\$130.000	\$2.300.000	\$2.990.000	13%
Sábado	\$60000	\$130.000	\$300.000	\$650.000	216%
Domingos y Festivos	No se prestaba servicio	\$80.000	0	\$480.000	100%
TOTAL			\$2.600.000	\$4.120.000	

---

**GASEOSAS RIO LTDA**  
**NIT. 800216414 - 6**  
**TEL. 5927675 - FAX 5927345**  
**CLL 11 N° 7 - 35 LETICIA - AMAZONAS**

## **GASEOSAS RIO, UN RIO DE SABOR**

---

El sistema implementado por el pasante está trabajando de forma óptima y sin interrupciones en cada uno de los procesos de distribución de agua sin pérdidas en el fluido ni descompensación en la dosificación de cada una de los botellones llenados, es eficiente debido a que el tiempo del tiempo de ejecución en cada proceso es menor al esperado y los periodos de criticidad se ajustan al estimado por el pasante.

El sistema semiautomático de agua es eficiente debido a que la demanda energética generada por la empresa solo representa un aumento del 10% del costo anterior a su implementación en servicios de fluido eléctrico, además de disminuir en un factor de 50% el número de operarios que anteriormente eran requeridos, por esta razón el sistema se comporta como un equipo eficiente debido a su equilibrio con el consumo energético además de no presentar fugas o pérdidas en el fluido que ocasionen deterioro en los ingresos de la Empresa

Agradezco la atención prestada



**LADY JOHANNA RODRIGUEZ**  
SUBGERENTE DE OPERACIONES  
Gaseosas Rio Ltda.

---



GASEOSAS		BALIDA	REC1	REC3	REC4	DEV.FIN	TOTAL	CREDITO	OBSEQ	CONT	VR/PAGAR
GUARANA 600 ML	-	-	-	-	-	-					
GASEOSA 2L X5	12.	5.	-	6.	-	23					
GASEOSA 500ML X15	8.	10.	10.	15.	-	43					
<b>AGUA</b>											
AGUA 2 LT X6	-	-	-	-	-	-					
AGUA 500 ML X15	-	2.	-	2.	-	4					
AGUA BOLSA 5 LT	12.	-	22.	28.	-	61					
AGUA EN BOLSA 300 ML	8.	55.	6.	8.	-	77					
AGUA GAS 500	-	-	1.	1.	-	2					
BOTELLON 20 LT POLICAR	-	-	-	6.	-	6					
BOTELLON COMP POLICAR	-	-	-	-	-	-					
LLENADO 20 LT	49.					49					
<b>JUGOS</b>											
PURICHI	18.	19.	6.	12.	-	55					
TRIO BOLSA	15.	1.	1.	39.	-	56					
TRIO PET 500	-	-	-	-	-	-					
<b>TOTAL VENDIDO</b>											
DEVENV. X30											
DEVENV.GUARANA 600											
DEV. BOTELLON POLICAR											
DEV. BOTELLON PVC											

Figura 17. Factura con el sistema puesto en marcha

Fuente: Fotos tomada por el autor en la Empresa Gaseosas Rio Ltda.

## 6 CONCLUSIONES

Los diagramas P&ID es una herramienta de gran apoyo por lo tanto son muy esenciales, en este caso ayudo no solo a conocer el flujo del proceso, sino que también a identificar y clasificar los equipos e instrumentos idóneos que se utilizaron en el proceso. Con los avances tecnológicos y los recursos, la implementación del sistema semiautomático fue de gran ayuda para la empresa Gaseosas Rio Ltda. El cual permitió que llevara un control propicio en la distribución del servicio de agua potable, ya que la prestación del servicio no era eficiente y por ende los ingresos eran bajos y sobre todo la disponibilidad del servicio ahora es las 24 horas.

Se realizó un diseño de un nuevo prototipo buscando superar los inconvenientes que se venían presentando en la administración con un sistema apto y viable para dicho proceso. También se desarrolló una nueva metodología de análisis para la distribución constante del servicio como su monitoreo con un plan de contingencia que es muy importante.

Los resultados de la implementación del sistema semiautomático para la compañía fueron muy altos los usuarios están satisfechos con el nuevo sistema de distribución del servicio de agua potable y por otro lado la compañía coloca en marcha métodos de innovación gracias a la electrónica propicia sobre todo con pocos recursos electrónicos y económicos.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. Acosta and D. Rodriguez, "Plan De Negocio Para La Creación De Una Empresa Purificadora," 2012.
- [2] [Www.las2orillas.co/en-el-amazonas-aun-hay-municipios-sin-agua-potable/](http://www.las2orillas.co/en-el-amazonas-aun-hay-municipios-sin-agua-potable/), "LETICIA SIN AGUA." .
- [3] D. Rios, "Riesgos biológicos y subproductos de la desinfección en el agua de bebida," 2006.
- [4] C. L. G. M. J. E. E. GUTIÉRREZ, "MÓDULO VIRTUAL DE CONTROL PARA NIVEL Y FLUJO DE AGUA," 2011.
- [5] P. Y. A. (SAGARPA), SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, "Líneas de Conducción por gravedad.," 2009.
- [6] MAQUINARIAPRO, "PVC." .
- [7] [plasticos, "https.tuberias.PVC."](https://tuberias.pvc.com/) .
- [8] M. Opd and G. Caliente, "Valvulas de solenoide."
- [9] ["http://www.unid.com.tw."](http://www.unid.com.tw/) .
- [10] H. Hugo, A. Cabrera, C. Salvador, and G. García, "Válvulas de PVC," 2007.
- [11] D. Benitez, " "â€™ Diseño Y Construcción De Un Sistema De Control De Nivel De Líquidos " ," 2004.
- [12] J. Roldan Castillo, "Simbología Y Diagramas De Instrumentación Normas Isa," *Simbología Y Diagramas Instrumentación*, p. 33, 2010.
- [13] S. R. R. Pino, "DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO PARA LA EMPRESA COOPAR."
- [14] J. H. C. García, "Diseño e Implementación del Sistema de Control Automático para la Dosificación de Mineral de Hierro en el Molino de Crudo en la Sección de Materias Primas de Cemex Colombia S.A. Planta los Patios Norte de Santander," 2010.
- [15] UDB, "El controlador On-Off (si-no o todo y nada)," *Univ. Don Bosco*, pp. 2–3, 2013.
- [16] V. Dc, "Datashet," vol. 11, pp. 8–9, 2014.
- [17] [Circuitoselectronicos, "datashet pic."](http://circuitoselectronicos.com/datashet-pic/) .
- [19] Bases de datos de CMAPTOOLS, "Fundamentos físicos y conceptos básicos sobre sensores," pp. 1–19, 2014.

## 8 ANEXOS



Figura 18. Cabinas de distribución en mantenimiento  
Fuente: Foto tomada por el autor



Figura 19. Prestación del servicio Automático  
Fuente: Fotos tomada por el autor

```

1  /*
2  *                               Edwin Gonzalez Sierra
3  *                               24/septiembre/2017
4  *
5  * Programa:  Expendedor de agua manual
6  * Version:   1.0
7  *
8  * Dispositivo: PIC 16F628A      Compilador:   CCS vs5.015
9  * Entorno IDE: CCS C Compiler   Simulador:   Proteus 8.6sp2
10 *
11 * Notas: Contador de galones para la distribucion de agua en la empresa
12 * Gaseosas Rio Ltda en la Ciudad Leticia, Amazonas Colombia
13
14  /***** Configuración general *****/
15  #include <main.h>
16  #use delay (clock=2000000)
17  #use standard_io(A)
18  #use fixed_io(b_outputs=PIN_B1,PIN_B2,PIN_B3,PIN_B4,PIN_B5,PIN_B6,PIN_B7)
19  /*****/
20  /***** Declaración de las variables globales *****/
21  int C1=0, C2=0, C3=0; // Contadores para el sensor de herradura
22  int C_Reset=0; // Contador para reset
23  int tab7seg[10]={0x80,0xF2,0x48,0x60,0x32,0x24,0x04,0xF0,0x00,0x20}; //7seg hex 0-9 anodo común
24  /*****/
25  #INT_EXT // Interrupcion por el pin RB0 para el incremen
26  void IntrRB0()
27  {
28  if(C1 < 10 && C3 < 9){ // Si el contador aun no sobrepasa los 999 galones
29  C1++;
30  if(C1==10){
31  C2++;
32  if(C2==10){
33  C3++;
34  if(C3 < 9){
35  C2=0;
36  }
37  }
38  if(C3 < 9){
39  C1=0;
40  }
41  }
42  }
43  }
44  void main()
45  {
46  //set_tris_b(0x01); // PORTB como salida excepto el pin RB0
47  set_tris_a(0x01); // PORTa como entrada los pines 1 y los demas como salida
48  enable_interrupts(int_ext); //activar interrupcion externa
49  ext_int_edge(H_TO_L); //configuracion:interrupcion cuando señal esta en alta
50  enable_interrupts(GLOBAL); // todas las interrupciones activadas
51
52  output_b(tab7seg[C1]); // inicializa display en 0
53  output_b(tab7seg[C2]); // inicializa display en 0
54  output_b(tab7seg[C3]); // inicializa display en 0
55
56  output_low(PIN_A2); // Se desactiva el Q1
57  output_low(PIN_A3); // Se desactiva el Q1
58  output_low(PIN_A4); // Se desactiva el Q1

```

```

59
60     int t=200;
61
62     while(TRUE)
63     {
64         output_high(PIN_A1);           // Se activa el Q1
65         output_b(tab7seg[C1]);        // Aumento del display
66         delay_ms(t);
67         output_low(PIN_A1);           // Se desactiva el Q1
68
69         output_high(PIN_A2);           // Se activa el Q2
70         output_b(tab7seg[C2]);        // Aumento del display
71         delay_ms(t);
72         output_low(PIN_A2);           // Se desactiva el Q2
73
74         output_high(PIN_A3);           // Se activa el Q3
75         output_b(tab7seg[C3]);        // Aumento del display
76         delay_ms(t);
77         output_low(PIN_A3);           // Se desactiva el Q3
78
79         // Gardando en la memoria eeprom
80         write_eeprom(0,C1);
81         write_eeprom(1,C2);
82         write_eeprom(2,C3);
83
84         if(!input(PIN_A0)){           // Si hay señal del del pulsador de reinicio
85             C_Reset++;
86             if(C_Reset==3){           // reinicia despues de tres veces
87                 C1=0;                 // Reinicio del contadores
88                 C2=0;
89                 C3=0;
90                 C_Reset=0;
91             }
92             delay_ms(2000);
93         }
94     }
95 }
96
97 }

```

Figura 20. Programa diseñado en CCS para el contador manual en el PIC 16F628A  
Fuente: Imagen tomada por el autor

```

1  /*
2      *                               Edwin Gonzales Sierra
3      *                               30/Agosto/2017
4      *
5      *   Dispositivo: PIC 16F628A      Compilador:   CCS vs5.015
6      *   Entorno IDE: CCS C Compiler   Simulador:   Proteus 8.6sp2
7      *
8      *   Contador de Monedas para la Distribución y Monitoreo de agua en la empresa
9      *   Gaseosas Rio Ltda, en la Ciudad de Leticia, Amazonas Colombia
10
11  /****** Configuración general *****/
12  #include <main.h>
13  #use delay (clock=2000000) // Frecuencia de reloj
14  // Configuración para la gestión de los puertos A y B
15  #use standard_io(A)
16  #use standard_io(B)
17
18  /****** Declaración de las variables globales *****/
19  int ContSensor=0; // Contador para el sensor de herradura
20  int tab7seg[10]={0x40,0x79,0x24,0x30,0x19,0x12,0x02,0x78,0x00,0x10}; //7seg hex 0-9 anodo común
21
22  /******
23  void main()
24  {
25      {
26          set_tris_b(0x00); // PORTB como salida
27          set_tris_a(0x03); // PORTA como entrada los pines 0 y 1 y los demas como salida
28          disable_interrupts(GLOBAL); // todas las interrupciones desactivadas
29
30          output_b(tab7seg[ContSensor]); // inicializa display en 0
31
32          while(TRUE)
33          {
34              if(input(PIN_A0)){ // Si hay señal del sensor de herradura
35
36                  if(ContSensor < 5){ // Si el contador aun no sobrepasa las 5 monedas
37                      ContSensor++; // Incremento del contador
38                      output_b(tab7seg[ContSensor]); // Aumento del display
39
40                      if(ContSensor == 5){ // Si el contador es igual a cinco
41                          output_high(PIN_A2); // Se activa el relé
42                      }
43                  }
44                  delay_ms(3000); // Retardo para evitar rebotes
45              }
46
47              if(!input(PIN_A1) && ContSensor == 5){ // Si hay señal del final de carrera
48                  ContSensor=0; // Reinicio del contador
49                  output_b(tab7seg[ContSensor]); // Reinicio del display
50                  delay_ms(6000); // Retardo para evitar rebotes
51                  output_low(PIN_A2); // Se desactiva el relé
52              }
53          }
54      }
55  }
56
57  }

```

Figura 21. Programa diseñado en CCS para el contador automático en el PIC16F628A  
Fuente: Imagen tomada por el autor



**SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA DISTRIBUCIÓN Y MONITOREO DE AGUA POTABLE**

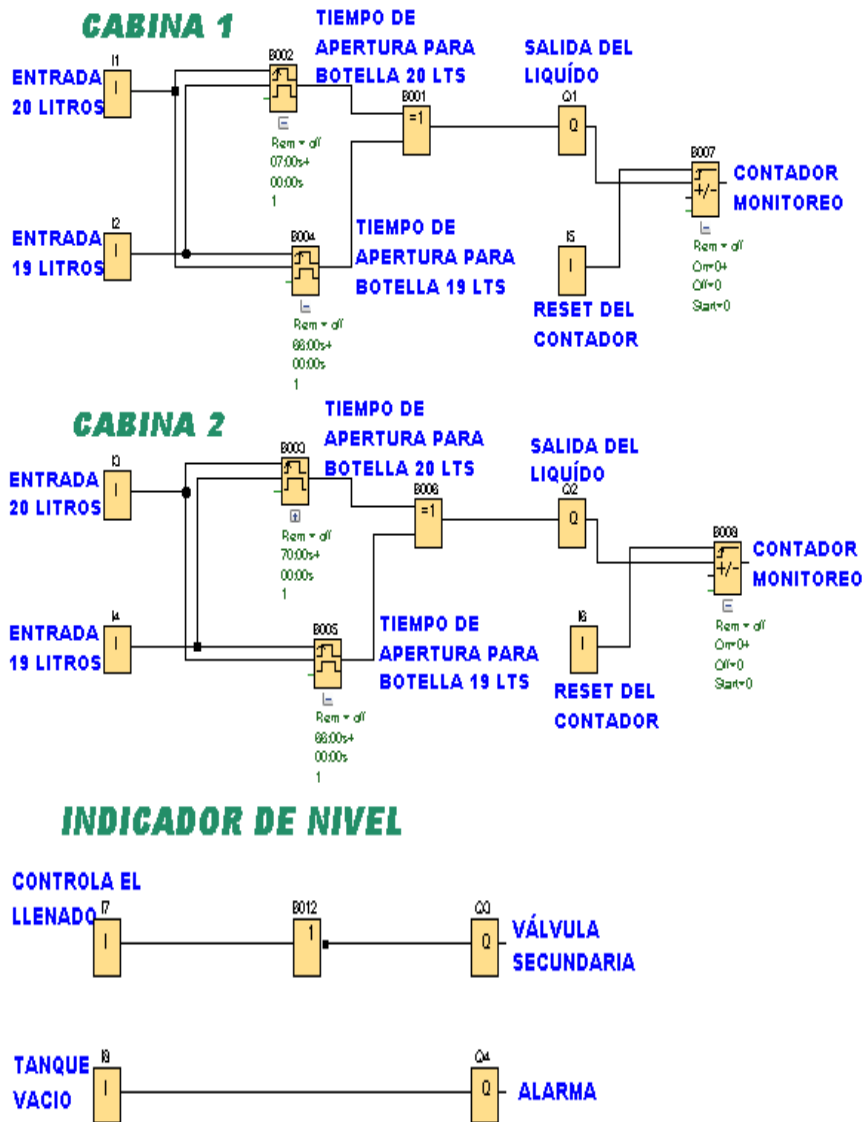


Figura 22. Programa diseñado en Logo Soft Comfort para el sistema automático  
Fuente: Imagen tomada por el autor