



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE
UNA VÁLVULA MOTORIZADA PARA LA CLORIFICACIÓN DE
AGUA PARA EL DISTRITO DE SANTA LUCIA

TESIS

PRESENTADA POR:

JOSE QUISPE PUMA

VICTOR MANUEL ZAPATA LINO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PUNO – PERÚ

2019



Reporte de similitud



NOMBRE DEL TRABAJO

DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE UNA VÁLVULA MOTORIZADA PARA LA CLORIFICACIÓN DE A

AUTOR

**JOSE; VICTOR MANUEL QUISPE PUMA;
ZAPATA LINO**

Firmado digitalmente por
ARREDONDO MAMANI James
Rolando FAU 20145496170 soft
Motivo: Soy V°B°
Fecha: 21.12.2022 18:52:30 -05:00



CRUZ DE LA CRUZ
Jose Emmanuel
FAU 20145496170
soft
2022.11.21
11:19:37 -05'00'

RECuento DE PALABRAS

18154 Words

RECuento DE CARACTERES

105608 Characters

RECuento DE PÁGINAS

117 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.9MB

FECHA DE ENTREGA

Nov 21, 2022 10:30 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 21, 2022 10:31 AM GMT-5

● **19% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 19% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

Resumen



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a las personas que siempre me han apoyado en todo momento y que no dudo lo seguirán haciendo por siempre, a las personas que siempre han estado conmigo a pesar de la distancia que nos separa físicamente. Con todo mi amor:

A MIS PADRES

Francisco (que desde el cielo ilumina mi camino) y Alejandra

A MIS HEMANOS

Sergio Rene, María Elena (que desde el cielo ilumina mi camino) y Juan Carlos

A MI ESPOSA E HIJO

Nexa y Joe Mark

La familia que tanto amo.

jose.

Mi mejor orientador Dr. Jose Emmanuel cruz de la Cruz



AGRADECIMIENTO

El día de hoy tengo mucho que agradecer a tantas personas que no quisiera omitir a nadie. Por eso, de antemano agradezco a todas las que han contribuido a la construcción de mi persona como hijo, hermano, amigo, estudiante, alumno, compañero y, por consecuencia, como profesional, esposo y padre.

Agradezco a DIOS por acompañarme siempre en todo lo que hago y permitirme llegar a este dichoso momento.

A mi Madre y Padre por darme la vida, el amor y el aliento que necesito para seguir adelante.

A Sergio Rene y Juan Carlos porque juntos crecimos, peleamos, sufrimos, lloramos, pero sobre todo reímos y compartimos grandes momentos de felicidad. Los amo hermanos. Muchas gracias por todo.

A mis abuelitos porque son el vivo ejemplo de sacrificio, lucha y trabajos constantes para que los hijos crezcan con valores y ganas de superación. Los adoro abuelitos.

A todos mis profesores, gracias por contribuir a mi preparación profesional. De manera especial a quienes considero mis amigos y buenos profesionales; Dr. José Emanuel Cruz de la Cruz y Ing. Ferdinand Edgardo Pineda Anco, no sólo por el tiempo dedicado a la revisión de este documento y sus valiosas sugerencias para que éste fuera un buen trabajo, sino también por la gran amistad y los consejos que me brindaron durante mi carrera, sin ningún otro título más que el de mis amigos, muchas gracias.

A la generación 2009 - 2016 de Ingeniería Electrónica, de la cual me siento muy orgulloso de ser parte porque juntos emprendimos nuevos retos y pasamos grandes momentos.

A ti Nexa, porque has venido a darle luz a mi vida, sentido a mi existencia y por ser la más grande razón que tengo para seguir adelante y construir un buen futuro para nuestra familia.

Y a ti también Joe Mark porque eres la razón de mí vivir y me motivas cada vez más a crecer como persona para darte el mejor ejemplo del mundo.

A mi tío severo y tía victoria por su apoyo, por considerarme parte de su familia.

A todos ustedes: mil gracias.

Los quiere.

Jose.



Luego de culminar una de mis metas propuestas, es preciso agradecer a todas las personas que de una u otra manera han recorrido a mi lado este camino.

Es así que quiero dar gracias a Dios por permitirme disfrutar de este maravilloso mundo y bendecirme cada día con grandes regalos.

A mi padre, a mi madre que desde el cielo me ilumina mi camino agradecer su apoyo en cada instante y guiarme en su lucha para hacer de mí una mejor persona.

A mis hermanos, agradecer por sus consejos, por estar ahí ayudándome y continuar con su apoyo.

Victor Manuel



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 16

ABSTRACT..... 17

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 19

1.2. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN..... 19

1.2.1. Hipótesis del trabajo 19

1.2.2. Hipótesis específicas 20

1.3. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO..... 20

1.4. OBJETIVO GENERAL 20

1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 20

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO 21

2.2. AUTOMATIZACIÓN 23

2.3. RESERVORIO DE AGUA 24

2.4. CLORIFICACIÓN 25

2.5. TECNOLOGÍAS EMERGENTES APLICADAS A LA SALUD 27



| | |
|--|-----------|
| 2.6. MICROCONTROLADORES | 28 |
| 2.7. ENTORNOS DE PROGRAMACIÓN | 30 |
| 2.8. ARDUINO | 33 |
| 2.9. PROTOTIPOS | 36 |
| 2.10. SENSORES..... | 37 |
| 2.10.1. Parámetros de un sensor | 39 |
| 2.10.2. Tipos de sensores | 41 |
| 2.11. ACTUADORES | 43 |
| 2.12. CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS DE UN SENSOR..... | 44 |
| 2.13. SENSOR DE FLUJO..... | 47 |
| 2.14. SENSOR ULTRASÓNICO..... | 48 |
| 2.15. VÁLVULA SOLENOIDE..... | 50 |
| 2.16. DRIVER PUENTE H | 51 |
| 2.17. PANTALLA LCD | 52 |
| 2.18. MINI BOMBA SUMERGIBLE | 53 |
| 2.19. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN C | 54 |
| 2.20. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PYTHON..... | 55 |

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

| | |
|---|-----------|
| 3.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL ESTUDIO | 58 |
| 3.2. PERIODO DE DURACION DEL ESTUDIO | 59 |
| 3.3. PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO..... | 59 |
| 3.4. POBLACION Y MUESTRA DEL ESTUDIO | 61 |
| 3.4.1. Población | 61 |
| 3.4.1.1. Cabanilla | 61 |



| | |
|--|-----------|
| 3.4.1.2. Cabanillas | 63 |
| 3.4.1.3. Capachica | 64 |
| 3.4.1.4. Caracoto | 66 |
| 3.4.1.5. Coata | 69 |
| 3.4.1.6. Ilave..... | 70 |
| 3.4.1.7. Juli | 72 |
| 3.4.1.8. Santa Lucía..... | 74 |
| 3.4.2. Muestra | 77 |
| 3.5. DISEÑO ESTADISTICO | 78 |
| 3.5.1. Tipo del problema de investigación..... | 78 |
| 3.5.2. Diseño de la investigación | 78 |
| 3.5.3. Nivel de investigación. | 78 |
| 3.6. PROCEDIMIENTO | 79 |
| 3.6.1. Hardware..... | 79 |
| 3.6.2. Software | 83 |
| 3.6.3. Descripción de la investigación | 84 |
| 3.6.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 84 |
| CAPITULO IV | |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | |
| 4.1. CANTIDAD CORRECTA DE CLORO POR VOLUMEN DE AGUA | 86 |
| 4.2. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DEL PROTOTIPO | 89 |
| 4.2.1. Diseño de la maqueta | 89 |
| 4.3. DIAGRAMA DE FLUJO | 90 |
| 4.4. CÓDIGO DEL PROGRAMA..... | 92 |
| 4.4.1. Variables para cálculos | 92 |



| | |
|--|------------|
| 4.4.2. Preparar la comunicación serial y configurar pines de entrada y salida... | 93 |
| 4.4.3. Cálculo de la distancia con el sensor ultrasonido y procesamiento del sistema | 94 |
| 4.5. REPRESENTACIÓN GRAFICA | 99 |
| 4.6. PROTOTIPO DEL EXPERIMENTO | 99 |
| 4.6.1. Sistema global..... | 99 |
| 4.6.2. Tanque de cloro | 100 |
| 4.6.3. Tanque de principal | 100 |
| 4.6.4. Tanque para la población..... | 101 |
| 4.7. SISTEMA CONTROLADOR: | 101 |
| 4.7.1. Válvula del reservorio principal | 102 |
| 4.7.2. Válvula del reservorio de cloro..... | 103 |
| 4.7.3. Pantalla LCD..... | 104 |
| 4.7.4. Sensor ultrasónico..... | 105 |
| 4.7.5. Diagrama general..... | 106 |
| 4.8. PRUEBAS EN PROTOTIPO – FÍSICO | 107 |
| 4.9. PRUEBAS EN PROTOTIPO Y COMUNICACIÓN SERIAL | 109 |
| V. CONCLUSIONES | 113 |
| VI. RECOMENDACIONES | 114 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 115 |
| ANEXOS..... | 116 |

ÁREA: Automatización e Instrumentación

TEMA: Diseño de un prototipo de un sistema de control de una válvula motorizada

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 27 de diciembre del 2019



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Microcontrolador | 29 |
| Figura 2: Entorno de programación de Arduino..... | 32 |
| Figura 3: Entorno de configuración y programación Arduino con válvula solenoide. . | 34 |
| Figura 4: Arduino IDE..... | 35 |
| Figura 5: Producto Arduino..... | 36 |
| Figura 6: Conectando un led a Arduino | 37 |
| Figura 7: Algunos sensores y accesorios para microcontroladores..... | 41 |
| Figura 8: Prototipo de control con Arduino | 44 |
| Figura 9: Módulos de sensores para microcontroladores..... | 46 |
| Figura 10: Motor de control | 46 |
| Figura 11: Sensor de flujo..... | 48 |
| Figura 12: Ultrasonido en el dominio de la frecuencia..... | 48 |
| Figura 13: Pines de sensor ultrasónico HC-SR04..... | 49 |
| Figura 14: Válvula solenoide..... | 51 |
| Figura 15: Módulo de driver puente H..... | 52 |
| Figura 16: Capas de una pantalla LDC..... | 53 |
| Figura 17: Minibomba sumergible..... | 54 |
| Figura 18: Instalación de Python en Windows..... | 56 |
| Figura 19: Flujo de program Python | 57 |
| Figura 20: Ubicación del proyecto..... | 58 |
| Figura 21: Ubicacion exacta..... | 58 |
| Figura 22: Reservorio | 61 |
| Figura 23: Tuberías del sistema de almacenamiento de agua | 62 |
| Figura 24: Vista de tanque de agua | 62 |
| Figura 25: Reservorio de agua Cabanillas..... | 63 |
| Figura 26: Tuberías cabanillas..... | 63 |
| Figura 27: Almacen o tanque de agua | 64 |
| Figura 28: Tuberías Capachica..... | 64 |
| Figura 29: Tanque de agua capachica | 65 |
| Figura 30: Tubería Capachica | 65 |
| Figura 31: Investigador en tanque de agua..... | 66 |



| | |
|---|-----|
| Figura 32: Tanque de agua Caracoto..... | 66 |
| Figura 33: Vista de reservorio de agua..... | 67 |
| Figura 34: Medidor para pruebas de cloro | 67 |
| Figura 35: Equipos de medicion..... | 68 |
| Figura 36: Realizacion de pruebas | 68 |
| Figura 37: Fuente de agua Coata | 69 |
| Figura 38: Escalera de reservorio | 69 |
| Figura 39: Tuberias de agua Ilave | 70 |
| Figura 40: Tanque de agua Ilave | 70 |
| Figura 41: Reserva de agua Ilave | 71 |
| Figura 42: Tratamiento de agua Ilave..... | 71 |
| Figura 43: Tratamiento de agua..... | 72 |
| Figura 44: Reservorio de agua Juli..... | 72 |
| Figura 45: Tuberias de agua Juli | 73 |
| Figura 46: Tanque de agua Juli | 73 |
| Figura 47: Agua clorada Juli | 74 |
| Figura 48: Reservorio de agua Santa Lucia..... | 75 |
| Figura 49: Reservorio de agua Santa Lucia..... | 75 |
| Figura 50: Supervision de niveles de tratamiento de agua | 76 |
| Figura 51: Agua con tratamiento para consumo humano..... | 76 |
| Figura 52: Arduino UNO R3..... | 80 |
| Figura 53: Minibomba de agua..... | 81 |
| Figura 54: Sensor ultrasónico..... | 81 |
| Figura 55: Válvulas solenoide..... | 82 |
| Figura 56: Puente H para Arduino..... | 82 |
| Figura 57: Módulo relé para Arduino..... | 82 |
| Figura 58: Módulo adaptador I2C. | 83 |
| Figura 59: Display LCD. | 83 |
| Figura 60: Diseño del prototipo..... | 89 |
| Figura 61: Diagrama de flujo para el sistema..... | 91 |
| Figura 62: Representacion gráfica..... | 99 |
| Figura 63: Prototipo del sistema..... | 100 |
| Figura 64: Circuito de control de válvula principal..... | 102 |
| Figura 65: Circuito normalizado de control de válvula principal..... | 102 |



| | |
|---|-----|
| Figura 66: Circuito de control de válvula del reservorio de cloro..... | 103 |
| Figura 67: Circuito de control normalizado de válvula del reservorio de cloro..... | 103 |
| Figura 68: Circuito para la pantalla LCD. | 104 |
| Figura 69: Circuito normalizado para la pantalla LCD. | 104 |
| Figura 70: Circuito para el sensor ultrasónico..... | 105 |
| Figura 71: Circuito normalizado para el sensor ultrasónico..... | 105 |
| Figura 72: Sistema completo para la clorificación de agua..... | 106 |
| Figura 73: Sistema controlador completo en circuito normalizado..... | 107 |
| Figura 74: Pruebas mediante interfaz de comunicacion serial | 110 |
| Figura 75: Lectura de estado mediante interfaz serial..... | 111 |
| Figura 76: Lecturas del dispositivo | 112 |
| Figura 77: Lectura del estado de la válvula..... | 112 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Evaluaciones de la IARC y niveles recomendados por la OMS. | 26 |
| Tabla 2: Tipos de sensores..... | 42 |
| Tabla 3: Tabla de duracion del estudio..... | 59 |
| Tabla 4: Tabla del material utilizado | 59 |
| Tabla 5: Técnicas e instrumentos para recolección de datos..... | 85 |
| Tabla 6: Tabla de cloro residual | 87 |
| Tabla 7: Tabla de cloro residual, adición de granulos de cloro | 88 |



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

| | |
|--------|--|
| API: | Application Programming Interface |
| ARCL: | Advanced Robotics Command Language |
| BASIC: | Beginner's All-purposes Symbolic Instruction Code |
| CCD: | Charge Couplet Device |
| CMOS: | Complementary Metal Oxide Semiconductor |
| CPU: | Unidad Central de Proceso |
| DC: | Direct Current |
| DSP: | Digital Signal Processor |
| FORTH: | From a Point in Time |
| IA: | Intelegencia Artificial |
| IARC: | International Agency for Research on Cancer |
| ICE: | In Case of Emergenc |
| IDE: | Integrated Development Environment, Integrated Drive Electronics |
| INEN: | Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásticas |
| IoT: | Internet Of Things |
| ISFET: | Ion Sensitive Field Effect Transistor |
| JTAG: | Joint Test Action Group |
| kHz: | Kilohercio |
| LCD: | Liquid Crystal Display |
| LDR: | Light Dependent Resistor |
| MCU: | Microcontrolador |
| MIT: | Instituto de Tecnología de Massachusetts |
| MPXM: | Pricing and Availability from Leading Distributors |
| NOR: | Neither |
| OMS: | Organización Mundial de la Salud |
| OTP: | One Time Password |
| PCB: | Printed Circuit Board |
| Ph: | Potencial de Hidrógeno |
| PIC: | Programmable Integrated Circuit |
| PLC: | Programmable Logic Controller |
| PPM: | Partes por Millón |



| | |
|---------|---|
| PVC: | Poly Vinyl Chloride |
| RAM: | Random Access Memory |
| ROM: | Read Only Memory |
| RTD: | Resistance Temperature Detector |
| RVDT: | Rotary Variable Differential Transformer |
| SDCC: | Small Device C Compiler |
| SoC: | Security Operations Center |
| SUNASS: | Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento |
| THM: | Trihalometanos |
| VCC: | Vancouver Community College |



RESUMEN

En esta investigación se diseñará un prototipo de sistema de clorificación de agua para el Distrito de Santa Lucía. Este sistema de control está destinado para la desinfección de agua con hipoclorito de calcio o hipoclorito de sodio, cumpliendo los estándares de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), mediante un equipo controlador automático. Se plantea una solución, alternativa a las existentes en el mercado. El sistema automático de cloración es un método para la desinfección del agua a partir de determinadas concentraciones de cloro. Es un proceso selectivo para la destrucción de microorganismos patógenos presentes en el agua, para eliminar las denominadas enfermedades de transmisión hídrica. El tratamiento más adecuado del agua consiste en un sistema automático de clorificación, control de cloro libre, mediante una electroválvula para un reservorio de agua. De esta forma, se establecerá el control de cloro correspondiente. Se evaluó el sistema de control de la válvula motorizada para poder agregar cloro al agua de consumo para el distrito de Santa Lucía. Se ha determinado que el algoritmo diseñado puede establecer la cantidad de cloro que se necesita, basándose en la cantidad de agua que existe en el reservorio, y es directamente proporcional; también es muy importante el tiempo que la válvula esté abierta para poder realizar esta tarea, también se diseñó e implementó el prototipo del sistema de control de la válvula motorizada para la clorificación automática cumpliendo los estándares del Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS). Estos estándares de se rigen por la publicación denominada “Calidad de Agua Potable en el Perú”, publicados por la SUNASS.

Palabras Clave: Cloración, Automatización, Saneamiento, Clorificación, Control.



ABSTRACT

In this investigation, a prototype water chlorification system will be designed for the District of Santa Lucia. This control system is intended for the disinfection of water with calcium hypochlorite or sodium hypochlorite, complying with the standards of the National Superintendence of Sanitation Services (SUNASS), by means of an automatic control equipment. A solution is proposed, an alternative to those existing in the market. The automatic chlorination system is a method for disinfecting water from certain concentrations of chlorine. It is a selective process for the destruction of pathogenic microorganisms present in water, to eliminate so-called waterborne diseases. The most appropriate water treatment consists of an automatic chlorification system, free chlorine control, by means of an electrovalve for a water reservoir. In this way, the corresponding chlorine control will be established. The motorized valve control system was evaluated in order to add chlorine to the drinking water for the Santa Lucia district. It has been determined that the designed algorithm can establish the amount of chlorine that is needed, based on the amount of water that exists in the reservoir, and is directly proportional; It is also very important the time that the valve is open to perform this task, the prototype of the motorized valve control system for automatic chlorification was also designed and implemented, complying with the standards of the National Superintendence of Sanitation Services (SUNASS). These standards are governed by the publication called "Quality of Drinking Water in Peru", published by SUNASS.

Keywords: Chlorination, Automation, Sanitation, Chlorification, Control.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Actualmente la población de Santa Lucía cuenta con un sistema de distribución de agua deficiente, debido a que algunos reservorios no cuentan con un sistema de clorificación de agua. Además, los reservorios que lo tienen se regulan de manera manual, no cumpliendo con los estándares de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS). Por lo que es necesario implementar una solución adecuada al Distrito de Santa Lucía. La razón principal por la cual se hace esta tesis es para aportar una solución al problema de potabilización en el Distrito de Santa Lucía de la región Puno. Así mismo el objetivo es también generar una alternativa económica y que sirva de referencia para estudios relacionados con este tema. Los resultados del trabajo de investigación de campo nos permitirán proponer una alternativa de solución al problema de potabilización de agua para el distrito de Santa Lucía. A partir de los resultados las instituciones podrán elegir con mayor asertividad los equipos necesarios para la potabilización del agua y que sea acorde con sus necesidades, pues no siempre el equipo más costoso o moderno es el que se acondiciona mejor a las necesidades de la empresa o institución. Se puede ubicar en dos dimensiones: la primera a nivel de la ingeniería, porque el resultado se convertirá en una referencia para posteriores estudios sobre potabilización de agua. Mientras que, a nivel de la población, los beneficiarios serán los pobladores del distrito de Santa Lucía. El impacto ambiental será nulo, pues se utilizarán equipos comerciales, los cuales son reconocidos por su nulo impacto ambiental. Así mismo las pruebas se realizarán en un ambiente controlado: el Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la UNA-PUNO.



El objetivo de la automatización es dar una mejor calidad de vida dentro de una vivienda o en el trabajo, mediante los sistemas automatizados que lo conforman, dando respuesta a los principales problemas que son necesarios tales como la salud, la seguridad, la economía, entre otras actividades críticas, es por eso que la motivación de desarrollar esta investigación fundamentalmente es mejorar la salud en los pobladores para evitar enfermedades, lo que como un efecto secundario podría ser perjudicial en otros ámbitos de las actividades humanas como la educación, la economía y otras actividades muy importantes. Por ejemplo, si el agua no está clorada en la zona, los niños sufren enfermedades y por ello no pueden asistir a sus centros educativos, esto es un problema crítico en su desarrollo básico.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cómo realizar el diseño de un sistema para la población de Santa Lucía que cuenta con un sistema de distribución de agua deficiente, debido a que algunos reservorios no cuentan con un sistema de clorificación de agua porque también los reservorios que se administran de manera manual, no cumpliendo con los estándares de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)?

1.2. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Hipótesis del trabajo

Un prototipo de un sistema de control de una válvula motorizada para la clorificación permitirá el saneamiento de agua en el distrito de Santa Lucía de la Región Puno.



1.2.2. Hipótesis específicas

- Es posible evaluar el sistema de control de una válvula motorizada para la potabilización de agua en el distrito de Santa Lucía.
- Se puede diseñar un sistema de control de una válvula motorizada para la clorificación de agua automática cumpliendo los estándares del Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS).

1.3. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

1.4. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un prototipo de un sistema de control de una válvula motorizada para la clorificación de agua para el distrito de Santa Lucia.

1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el sistema de control de una válvula motorizada para la potabilización de agua para el distrito de Santa Lucía.
- Diseñar un prototipo de un sistema de control de una válvula motorizada para la clorificación automática cumpliendo los estándares del Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS).



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

En todos los proyectos de agua potable del sector rural, para su tratamiento se utiliza como desinfectante el hipoclorito de calcio sea este granulado o en pastillas. La desinfección con cloro gaseoso es el método más adecuado en el tratamiento de agua por ser muy estable, tener una concentración del 99% y además permitir obtener un residual de cloro en la red de distribución; garantizando de esta manera la calidad del líquido vital y además mejorar las condiciones de vida de quienes la consuman. Los factores que determinan la selección y dimensionamiento de los equipos que conforman el sistema automatizado de cloración son el caudal de trabajo de la planta de tratamiento y la demanda de cloro que requiera el agua. Con la implementación del sistema automatizado de cloración se trabaja en salud preventiva por cuanto este proyecto garantiza tener una desinfección adecuada todo el tiempo, eliminando cualquiera agente patógeno causante de enfermedades y de este modo cumplir los estándares según la NORMA INEN 1108. La implementación del sistema automatizado en confrontación con el sistema manual anterior tiene un costo adicional de funcionamiento, que es el energético; y es de 67 dólares mensuales, esto implica una elevación mínima en el costo del m³ de agua y equivale a 0.015 dólares (Fernando & Santiago, 2012).

La solución de esta tesis dejo como resultado un estudio minucioso acerca de la planta de tratamiento de agua potable EMPREVEL E.S.P., trabajo que se pretende Suministrar a la planta para que sea evaluado por el gerente de la empresa quien supervisara la documentación y buscara implementarlo en la planta. Con el desarrollo del plan de dosificación de químicos se analizaron las falencias de la empresa en el momento



del suministro de sustancias de desinfección y purificación del agua. Se captó la necesidad de implementar mecanismos de automatización para el control más seguro de las sustancias que se le suministren al agua y que puedan ser perjudiciales para la comunidad. Se analizó el modus operandi de la planta, y se concluyó que el personal debe realizar capacitaciones relacionadas con procesos de automatización, además, deben documentarse con temas relacionados con químicos, procesos industriales y automáticos. Se logró comprender el proceso paso a paso de cada etapa que componen el tratamiento de agua, desde su captación hasta su almacenamiento, partiendo de las bases aprendidas a lo largo de la carrera. Se analizó cada una de las falencias y dudas que se presentaron en el momento de la investigación y se solucionaron por medio de documentación y manipulación de los elementos que forman parte de los diferentes procesos, en general, se afianzo el conocimiento y se perdió la timidez en el momento de toparnos con elementos industriales vistos en la materia de instrumentación. Se abrió una brecha entre las empresas de servicios públicos EMPREVEL E.S.P y las UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER para analizar los dispositivos eléctricos, electrónicos y mecánicos que maneja la empresa realzar los conocimientos relacionados con la instrumentación industrial (Ariza, Castañeda, & Santander, 2013).

El sensor de concentración de cloro ARCL200, como se muestra en la sección 4.3 del presente documento, posee un rango de trabajo de 0 a 5 ppm y una exactitud de 0.07 ppm, lo que le permitió al sistema medir la concentración de cloro en el tanque pulmón y generar una respuesta concorde a esta concentración. El sensor de presión MPXM2010GS, con un rango de medición de 0 a 10 KPa, como se muestra en la sección 4.1 del presente documento, posee un error máximo de 5.26%, valor que permite monitorizar el valor de solución mínimo permitido (6.13 litros) para la dosificación, como se comprueba en el video adjunto y en los valores de las tablas 4.1, 4.2 y 4.3. El sensor



de presión MPXM2053, con un rango de medición de 0 a 50 KPa, como se muestra en la sección 4.2 del presente documento, posee un error de 5.39%, valor que permite monitorizar el valor del nivel de agua en el tanque pulmón. Esto también se puede corroborar con los valores de las tablas 4.4, 4.5, 4.6 y en el video adjunto, donde se ensayaron casos con distintas concentraciones de cloro en el tanque pulmón (Chiamulera, 2018).

2.2. AUTOMATIZACIÓN

La automatización es el conjunto de elementos o procesos informáticos, mecánicos y electromecánicos que operan con mínima o nula intervención del ser humano. Estos normalmente se utilizan para optimizar y mejorar el funcionamiento de una planta industrial, pero igualmente puede utilizarse la automatización en un estadio, una granja o hasta en la propia infraestructura de las ciudades. El concepto suele utilizarse en el ámbito de la industria con referencia al sistema que permite que una máquina desarrolle ciertos procesos o realice tareas sin intervención del ser humano. La automatización permite ahorrar tiempo y, muchas veces, dinero. Los orígenes de la automatización se encuentran en la Prehistoria, con el desarrollo de las máquinas simples que minimizaban la fuerza que debían hacer las personas. La energía animal o humana, con el tiempo, comenzó a reemplazarse por energías renovables (como la energía eólica o la energía hidráulica). (Danaher, 2019)

La retroalimentación y la capacidad de hacer ajustes con esa información es la que indica que tan autosuficiente es un sistema automatizado, un brazo robótico que se utiliza en el armado de autos es un ejemplo de alta independencia, ya que con sus sensores y su programación puede ejecutar su tarea sin intervención humana, un tanque de leche que solo tiene un sensor de temperatura, pero el apagado o prendido del mismo se hace de



forma manual es un ejemplo de un sistema semiautomatizado. El primer ejemplo de automatización real fue el Telar de Jacquard que en inicios del siglo XVIII utilizó tarjetas perforadas para automatizar el proceso de tejido, así mientras un experto del telar tradicional hacía 2 cm de brocado en una semana, el Telar de Jacquard era capaz de producir hasta sesenta cm de brocado en la misma semana. (Ford, 2016)

2.3. RESERVORIO DE AGUA

El agua potable es un recurso natural que no siempre está disponible en algunas ciudades, por ello las personas buscan soluciones eficientes que permitan su almacenamiento seguro, sin fugas, ni goteos. Los tanques domiciliarios de agua son una buena alternativa pues su uso está enfocado en almacenar (a largo plazo) y conducir el agua potable hasta nuestras canillas; sin duda su función puede hacer eficiente el acceso al líquido, mismo que está destinado a diferentes tareas y necesidades de la vida cotidiana.

Pero eso no es todo, muchos tanques soportan los rayos UV y en su interior evitan la producción de algas. El mantenimiento, es otro tema que despierta duda en las personas que desean adquirir tanques de agua. Recuerda, el mantenimiento de los tanques es imprescindible si lo que buscas es agua limpia, que sea surtida de forma eficiente.

Los tanques de agua son un elemento fundamental en una red de abastecimiento de agua potable, para compensar las variaciones horarias de la demanda de agua potable. Puesto que las plantas de tratamiento de agua potable funcionan mejor si tienen poca variación del caudal tratado, conviene mantener aproximadamente constante el caudal. Las plantas de tratamiento se dimensionan por lo tanto para que puedan producir la cantidad total de agua que la ciudad o pueblo consume a lo largo del día, y los tanques absorben las variaciones horarias: cuando hay poco consumo (como en la noche) se



llenar, y cuando el consumo es máximo (como, por ejemplo, a la hora de cocinar) se vacían. (Woodson, 2003)

2.4. CLORIFICACIÓN

La cloración del agua potable genera trihalometanos y otros subproductos con propiedades mutágenos y cancerígenas en experimentos con animales. Los trihalometanos se han asociado en estudios epidemiológicos con un incremento del riesgo de cáncer de vejiga urinaria. Evaluamos los niveles de trihalometanos en 4 áreas de España y calculamos el riesgo de cáncer de vejiga atribuible a dicha exposición. Los niveles de trihalometanos identificados son altos en comparación con otros países de la Unión Europea. En las áreas de exposición alta la cloración del agua puede dar lugar a un número considerable de casos de cáncer de vejiga. Estas estimaciones se tienen que interpretar con cautela y verificarse con estudios más extensos. La contaminación del agua potable se puede dividir en dos grandes categorías: contaminación microbiológica y contaminación química. La contaminación microbiológica provoca efectos agudos (enfermedades infecciosas como cólera, tifus, malaria, fiebre amarilla, síntomas gastrointestinales, etc.). La contaminación química se puede asociar a efectos crónicos como el cáncer, efectos neurológicos o efectos reproductivos. En nuestro medio la contaminación microbiológica es una cuestión en general superada gracias a los procesos de potabilización y desinfección de las aguas. La contaminación química no se ha considerado aún en España como uno de los problemas mayores en salud pública, básicamente con el argumento de que la calidad de las aguas de consumo sigue, en promedio, las normas de la legislación española¹ y europea². Los contaminantes químicos se pueden clasificar en grandes grupos como metales, nitratos, pesticidas, isótopos radiactivos, flúor, asbesto y los subproductos de la cloración. El presente trabajo

se centra en uno de estos contaminantes químicos, los subproductos de la cloración, generados en el proceso de desinfección para eliminar la contaminación microbiológica.

Tabla 1: Evaluaciones de la IARC y niveles recomendados por la OMS.

| | Clasificación IARC ^a | Nivel recomendado por la OMS (µg/l) ^{2,4} |
|--|---------------------------------|--|
| Trihalometanos | | |
| Cloroformo (CHCl ₃) | 2b (1999) ^b | 200 |
| Bromodiclorometano (CHBrCl ₂) | 2b (1999) | 60 |
| Dibromoclorometano (CHBr ₂ Cl) | 3 (1999) | 100 |
| Bromoformo (CHBr ₃) | 3 (1999) | 100 |
| Ácidos acéticos halogenados (C₂O₂HX₃) | | |
| Ácido monocloroacético | - | NAD ⁴ |
| Ácido dicloroacético | 3 (1995) ^c | 50 |
| Ácido tricloroacético | 3 (1995) | 100 |
| Acetonitrilos halogenados (C₂NX₃) | | |
| Cloroacetonitrilo | 3 (1999) | - |
| Dicloroacetonitrilo | 3 (1999) | 90 |
| Dibromoacetonitrilo | 3 (1999) | 100 |
| Bromocloroacetonitrilo | 3 (1999) | NAD |
| Tricloroacetonitrilo | 3 (1999) | 1 |
| Bromoacetonitrilo | - | - |
| Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído, C₂H₃O₂Cl₃) | | |
| | 3 (1995) | 10 |
| Haloacetonas (C₃H₃OX₃) | | |
| Cloroacetona | - | NAD |
| Cloropicrina (CON ₂ Cl ₃) | - | NAD |
| Cloruro de cianógeno (CNCl) | - | 70 |
| MX (3-cloro-4-(diclorometilo)-5-hidroxi-2(5H)-furanona) | - | NAD |

^aCategoría 2b: posiblemente cancerígeno. Categoría 3: datos inadecuados para su

Elaborado por el equipo de trabajo

La cloración del agua supuso un avance en salud pública a principios del siglo XX al eliminar patógenos del agua reduciendo la incidencia de enfermedades infecciosas. A pesar de este beneficio, el cloro reacciona con precursores orgánicos del agua generando una mezcla compleja de subproductos organoclorados y organobromados con propiedades mutágenos y cancerígenas^{3,4}: trihalometanos (THM), ácidos acéticos halogenados, acetonitrilos halogenados, etc.



2.5. TECNOLOGÍAS EMERGENTES APLICADAS A LA SALUD

El progreso de la computación ambiental dependerá en gran medida de la evolución de la tecnología de microchips. En febrero de 2016, los investigadores del MIT dieron a conocer un nuevo y radicalmente más potente chip diseñado específicamente para redes neuronales. El nuevo chip se llama " Eyeriss " , un acrónimo suelto de "acelerador reconfigurable eficiente de energía para redes neuronales convolucionales profundas", y representa un salto crítico en el desarrollo de la informática ambiental.

Básicamente, Eyeriss es tan eficiente y poderoso que permite a los nodos o dispositivos individuales procesar y manipular datos a velocidades que ahora requieren múltiples nodos trabajando en paralelo. Con Eyeriss, se necesita menos información para fluir a través de la red. Los resultados se producen más rápido y, quizás lo más importante, se preserva la privacidad, ya que la mayoría de la información requerida para realizar una tarea computacional nunca debe abandonar el dispositivo.

"La idea es que los sensores pueden hacer más trabajos de manera independiente ", dice YuHsin Chen, miembro del equipo de investigación del MIT que diseñó Eyeriss. En lugar de intercambiar datos sin procesar a través de redes inseguras, los sensores equipados con Eyeriss mantienen los datos "en casa" y solo comparten los resultados de su trabajo.

Las próximas generaciones de autos, trenes, aviones, barcos y robots quirúrgicos conectados dependerán de chips como Eyeriss para realizar cálculos de la vida real a la velocidad del rayo, a la vez que se preservan algunos grados de privacidad y seguridad.

Los nuevos chips también allanarán el camino para la integración de redes neuronales convolucionales en escenarios de computación ambiental. Como las redes



neuronales convolucionales son como IA, permitirían el desarrollo de sistemas informáticos ambientales que sean capaces de aprender y evolucionar.

En un futuro no muy lejano, los entornos informáticos ambientales harán algo más que simplemente reconocerlo, comprender sus preferencias y analizar su estado emocional. Serán capaces de cambiar y adaptarse para adaptarse a su gusto y estado de ánimo personales.

Eso, por supuesto, es la parte positiva de la computación ambiental. La desventaja es que esos mismos sistemas también sabrán su puntaje, estado civil, afiliación política, raza, religión y país de origen. No es difícil imaginar escenarios en los que esa información se pueda usar para crear entornos que son poco acogedores u hostiles para algunos grupos de personas.

Está claro que hemos avanzado más allá del "Internet de las cosas" y estamos yendo hacia un camino hacia la conectividad y la computación ubicuas. Solo podemos esperar que nuestros marcos sociales, legales y morales evolucionen también. (Asay, 2014, p.108)

2.6. MICROCONTROLADORES

Un microcontrolador o MCU para unidad de microcontrolador es una computadora pequeña en un solo circuito integrado. En la terminología moderna, es similar a, pero menos sofisticado que un sistema en un chip o SoC; un SoC puede incluir un microcontrolador como uno de sus componentes. Un microcontrolador contiene una o más CPU (núcleos de procesador) junto con memoria y periféricos de entrada / salida programables. La memoria de programa en forma de RAM Ferroeléctrica, Flash

NOR u ROM OTP también se incluye a menudo en el chip, así como también una pequeña cantidad de RAM.

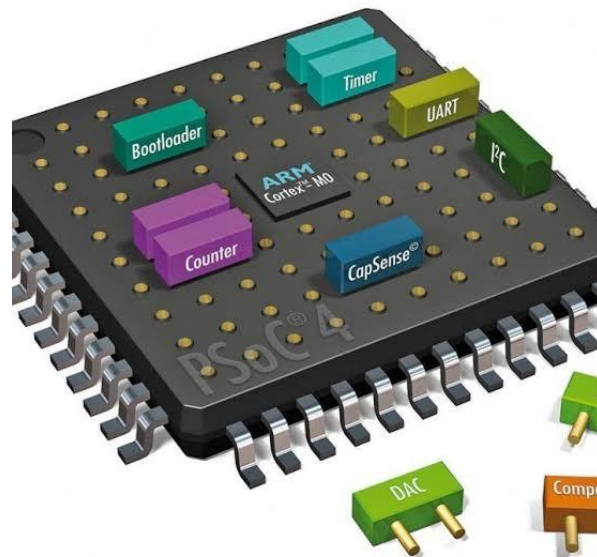


Figura 1: Microcontrolador

Fuente: Verle, M. (2017)

Los microcontroladores están diseñados para aplicaciones integradas, en contraste con los microprocesadores utilizados en computadoras personales u otras aplicaciones de uso general que consisten en varios chips discretos.

Los microcontroladores se utilizan en productos y dispositivos controlados automáticamente, como sistemas de control de motores de automóviles, dispositivos médicos implantarles, controles remotos, máquinas de oficina, electrodomésticos, herramientas eléctricas, juguetes y otros sistemas integrados. Al reducir el tamaño y el costo en comparación con un diseño que utiliza un microprocesador, memoria y dispositivos de entrada/salida separados, los microcontroladores hacen que sea económico controlar digitalmente más dispositivos y procesos. Los microcontroladores de señal mixta son comunes, integrando componentes analógicos necesarios para controlar sistemas electrónicos no digitales. (Verle, 2017, p.90)



Algunos microcontroladores pueden usar palabras de cuatro bits y operar a frecuencias tan bajas como 4 kHz, para un bajo consumo de energía (mili vatios o micro vatios de un dígito). Por lo general, tendrán la capacidad de conservar la funcionalidad mientras esperan un evento, como presionar un botón u otra interrupción; el consumo de energía mientras duerme (el reloj de la CPU y la mayoría de los periféricos apagados) pueden ser tan solo nano watts, lo que hace que muchos de ellos sean adecuados para aplicaciones de batería de larga duración. Otros microcontroladores pueden desempeñar roles críticos para el desempeño, donde pueden necesitar actuar más como un procesador de señal digital (DSP), con mayores velocidades de reloj y consumo de energía. (Verle, 2017, p.97)

2.7. ENTORNOS DE PROGRAMACIÓN

Los lenguajes de programación de alto nivel, como C, Python y JavaScript, ahora también son de uso común para apuntar a microcontroladores y sistemas integrados. Estos lenguajes están diseñados especialmente para cualquiera de los fines, o versiones de lenguajes de propósito general como el lenguaje de programación C. Compiladores para los lenguajes de propósito general, normalmente tendrá algunas restricciones, así como también mejoras para soportar mejor las características únicas de los microcontroladores. Algunos microcontroladores tienen entornos para ayudar a desarrollar ciertos tipos de aplicaciones. Los proveedores de microcontroladores a menudo hacen que las herramientas estén disponibles gratuitamente para facilitar la adopción de su hardware.

Muchos microcontroladores son tan raros que requieren efectivamente sus propios dialectos no estándar de C, como SDCC para el 8051, lo que impide utilizar herramientas estándar (como bibliotecas de códigos o herramientas de análisis estáticas) incluso para códigos no relacionados con las características del hardware. A menudo, los intérpretes



se utilizan para esconder esas peculiaridades de bajo nivel. Beginner's All-purposes Symbolic Instruction Code

El firmware del intérprete también está disponible para algunos microcontroladores. Por ejemplo, BASIC en los primeros microcontroladores Intel 8052; BASIC and FORTH en el Zilog Z8, así como algunos dispositivos modernos. Por lo general, estos intérpretes son compatibles con la programación interactiva.

Los simuladores están disponibles para algunos microcontroladores. Estos permiten que un desarrollador analice cuál debería ser el comportamiento del microcontrolador y su programa si estuvieran usando la parte real.

La programación de Arduino es la programación de un microcontrolador. Esto era algo más de los ingenieros electrónicos, pero Arduino lo ha extendido a todo el público. Arduino ha socializado la tecnología.

Programar Arduino consiste en traducir a líneas de código las tareas automatizadas que queremos hacer leyendo de los sensores y en función de las condiciones del entorno programar la interacción con el mundo exterior mediante unos actuadores.

Arduino proporciona un entorno de programación sencillo y potente para programar, pero además incluye las herramientas necesarias para compilar el programa y “quemar” el programa ya compilado en la memoria flash del microcontrolador. Además, el IDE nos ofrece un sistema de gestión de librerías y placas muy práctico. Como IDE es un software sencillo que carece de funciones avanzadas típicas de otros IDEs, pero suficiente para programar.

Arduino es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador re-programable y una serie de pines hembra. Estos permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla (principalmente con cables dupont). Una placa electrónica es una PCB (“Printed Circuit Board”, “Placa de Circuito Impreso” en español). Las PCBs superficies planas fabricadas en un material no conductor, la cual consta de distintas capas de material conductor. Una PCB es la forma más compacta y estable de construir un circuito electrónico. Por lo tanto, la placa Arduino no es más que una PCB que implementa un determinado diseño de circuitería interna. De esta forma el usuario final no se debe preocupar por las conexiones eléctricas que necesita el microcontrolador para funcionar, y puede empezar directamente a desarrollar las diferentes aplicaciones electrónicas que necesite.



```
/*
 * Blink
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
 *
 * Most Arduinos have an on-board LED you can control. On the Uno and
 * Leonardo, it is attached to digital pin 13. If you're unsure what
 * pin the on-board LED is connected to on your Arduino model, check
 * the documentation at http://arduino.cc
 *
 * This example code is in the public domain.
 *
 * modified 8 May 2014
 * by Scott Fitzgerald
 */

// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin 13 as an output.
  pinMode(13, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);           // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
}
```

Figura 2: Entorno de programación de Arduino.

Fuente: (Universidad de Alicante, 2009)



Los microcontroladores recientes a menudo se integran con los circuitos de depuración en un chip que, cuando se accede mediante un emulador en circuito (ICE) a través de JTAG, permiten depurar el firmware con un depurador. Un ICE en tiempo real puede permitir la visualización y/o manipulación de estados internos mientras se ejecuta. Un ICE de rastreo puede registrar un programa ejecutado y estados de MCU antes / después de un punto de activación. (Verle, 2017, p.180)

2.8. ARDUINO

Arduino es una plataforma de creación de electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. Esta plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa a los que la comunidad de creadores puede darles diferentes tipos de uso.

Para poder entender este concepto, primero vas a tener que entender los conceptos de hardware libre y el software libre. El hardware libre son los dispositivos cuyas especificaciones y diagramas son de acceso público, de manera que cualquiera puede replicarlos. Esto quiere decir que Arduino ofrece las bases para que cualquier otra persona o empresa pueda crear sus propias placas, pudiendo ser diferentes entre ellas, pero igualmente funcionales al partir de la misma base. A lo largo de los años, Arduino ha sido el cerebro de miles de proyectos, desde objetos cotidianos hasta complejos instrumentos científicos. Una comunidad mundial de fabricantes, estudiantes, aficionados, artistas, programadores y profesionales se ha reunido en torno a esta plataforma de código abierto, sus contribuciones han agregado una cantidad increíble de conocimiento accesible que puede ser de gran ayuda para novatos y expertos por igual.

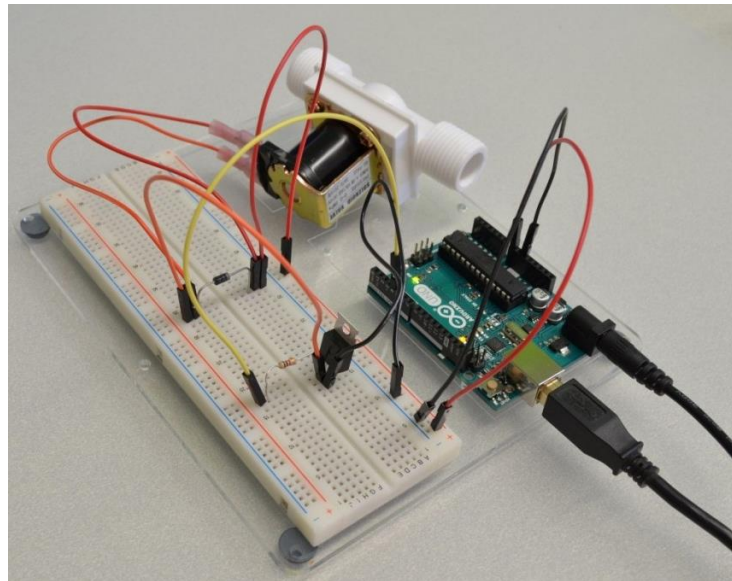


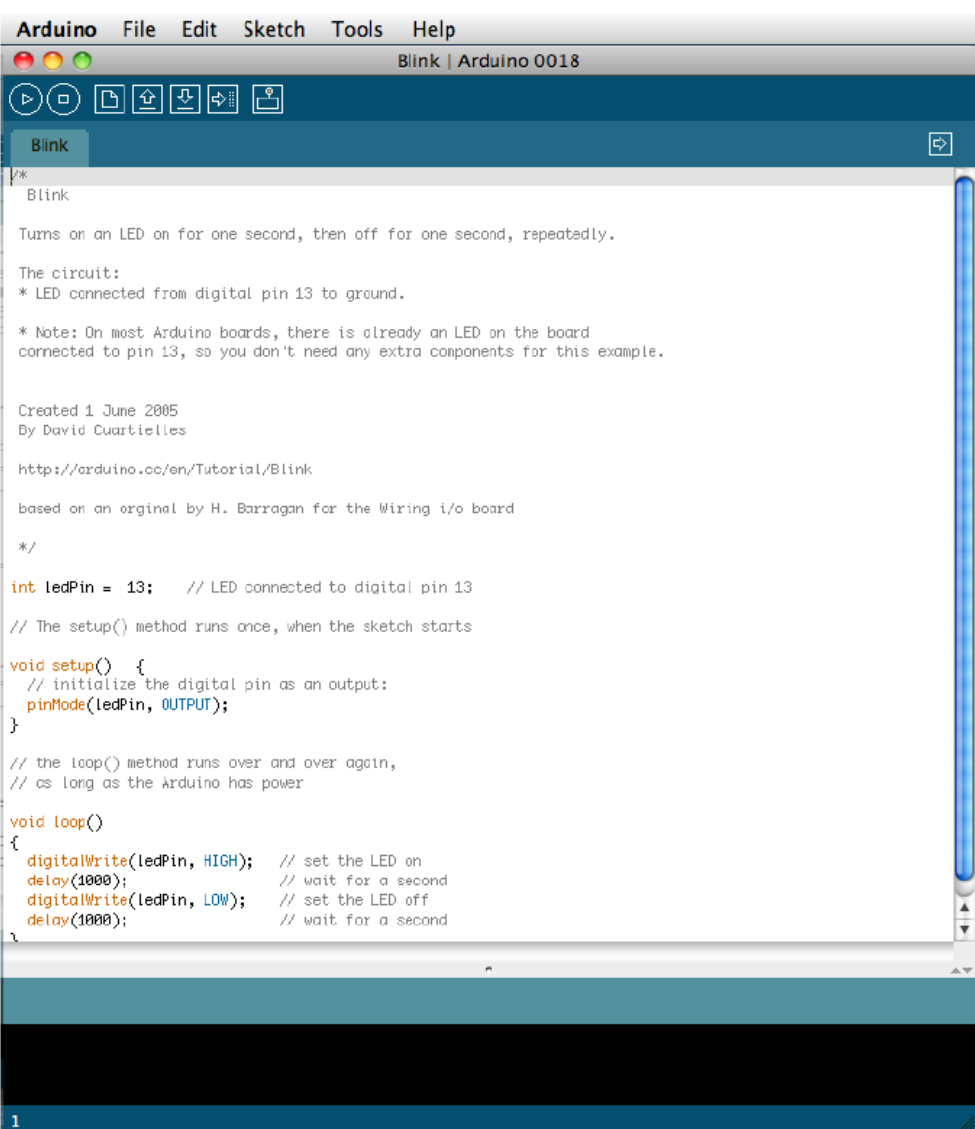
Figura 3: Entorno de configuración y programación Arduino con válvula solenoide.

Elaboración por el equipo de trabajo

Arduino nació en el Ivrea Interaction Design Institute como una herramienta fácil para prototipos rápidos, dirigido a estudiantes sin experiencia en electrónica y programación. Tan pronto como llegó a una comunidad más amplia, la placa Arduino comenzó a cambiar para adaptarse a las nuevas necesidades y desafíos, diferenciando su oferta de tableros simples de 8 bits a productos para aplicaciones IoT, portátiles, impresión 3D y entornos integrados. Todas las placas Arduino son completamente de código abierto, lo que permite a los usuarios construirlas de forma independiente y eventualmente adaptarlas a sus necesidades particulares. El software también es de código abierto y está creciendo gracias a las contribuciones de los usuarios de todo el mundo (Arduino, 2017).

Arduino puede detectar el medio ambiente al recibir información de una variedad de sensores y puede afectar su entorno al controlar luces, motores y otros actuadores. El microcontrolador en la placa se programa utilizando el lenguaje de programación Arduino (basado en el cableado) y el entorno de desarrollo Arduino (basado en el procesamiento). Los proyectos Arduino pueden ser independientes o pueden comunicarse con el software

que se ejecuta en una computadora (por ejemplo, Flash, Procesamiento, MaxMSP) (Faludi, 2010).



```
Arduino File Edit Sketch Tools Help
Blink | Arduino 0018

Blink

/*
 * Blink
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
 *
 * The circuit:
 * * LED connected from digital pin 13 to ground.
 *
 * Note: On most Arduino boards, there is already an LED on the board
 * connected to pin 13, so you don't need any extra components for this example.
 *
 * Created 1 June 2005
 * By David Cuartielles
 *
 * http://arduino.cc/en/Tutorial/Blink
 *
 * based on an original by H. Barragan for the Wiring i/o board
 */

int ledPin = 13; // LED connected to digital pin 13

// The setup() method runs once, when the sketch starts

void setup() {
  // initialize the digital pin as an output:
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

// the loop() method runs over and over again,
// as long as the Arduino has power

void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // set the LED on
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW); // set the LED off
  delay(1000); // wait for a second
}
```

Figura 4: Arduino IDE

Fuente: (Faludi, 2010)

La filosofía de Arduino se basa en hacer diseños en lugar de hablar de ellos. Es una búsqueda constante de formas más rápidas y potentes para construir mejores prototipos. Hemos explorado muchas técnicas de creación de prototipos y desarrollado formas de pensar con nuestras manos (Banzi, 2011).

| Board name | Year | Microcontroller | Board name | Year | Microcontroller |
|-------------|------|-----------------------|------------|------|---------------------|
| Diecimila | 2007 | ATmega168V | Mega 2560 | 2010 | ATmega2560 |
| LilyPad | 2007 | ATmega168V/ATmega328V | Uno | 2010 | ATmega328P |
| Nano | 2008 | ATmega328/ATmega168 | Ethernet | 2011 | ATmega328 |
| Mini | 2008 | ATmega168 | Mega ADK | 2011 | ATmega2560 |
| Mini Pro | 2008 | ATmega328 | Leonardo | 2012 | ATmega32U4 |
| Duemilanove | 2008 | ATmega168/ATmega328 | Esplora | 2012 | ATmega32U4 |
| Mega | 2009 | ATmega1280 | Micro | 2012 | ATmega32U4 |
| Fio | 2010 | ATmega328P | Yún | 2013 | ATmega32U4 + Linino |

Figura 5: Producto Arduino

Fuente: (Hughes, 2016)

2.9. PROTOTIPOS

La creación de prototipos está en el corazón del Camino Arduino: hacemos cosas y construimos objetos que interactúan con otros objetos, personas y redes. Nos esforzamos por encontrar una forma más simple y rápida de crear prototipos de la manera más barata posible. Muchos principiantes que se acercan a la electrónica por primera vez piensan que tienen que aprender a construir todo desde cero. Esto es un desperdicio de energía: lo que quieres es poder confirmar que algo funciona muy rápido para que puedas motivarte a dar el siguiente paso o incluso motivar a otra persona para que te de mucho dinero para hacerlo. Es por eso que desarrollamos “prototipos oportunistas”: por qué dedicar tiempo y energía a la construcción desde cero, un proceso que requiere tiempo y conocimiento técnico en profundidad, cuando podemos tomar dispositivos listos y piratearlos para explotar el arduo trabajo realizado por grandes empresas y buenos ingenieros? (Banzi, 2011).

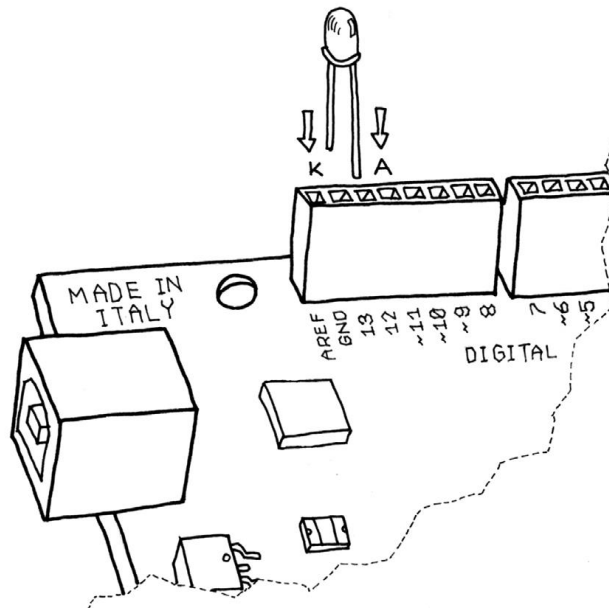


Figura 6: Conectando un led a Arduino

Fuente: (Banzi, 2011)

2.10. SENSORES

Un sensor es un dispositivo que está capacitado para detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia. Estos aparatos pueden transformar las magnitudes físicas o químicas en magnitudes eléctricas. Por ejemplo: existen sensores que se instalan en los vehículos y que detectan cuando la velocidad de desplazamiento supera la permitida; en esos casos, emiten un sonido que alerta al conductor y a los pasajeros.

Otro tipo de sensor muy habitual es aquel que se instala en la puerta de entrada de las viviendas y reacciona ante el movimiento. Si una persona se acerca al sensor, éste emite una señal y se enciende una lámpara. La utilización de estos sensores está vinculada a la seguridad, ya que evitan que alguien aproveche la oscuridad para ocultarse e ingresar en la casa sin ser advertido. El termómetro también es un tipo de sensor que aprovecha la capacidad del mercurio para reaccionar ante la temperatura y, de este modo, permite detectar si una persona tiene fiebre.



Los sensores, en definitiva, son artefactos que permiten obtener información del entorno e interactuar con ella. Así como los seres humanos apelan a su sistema sensorial para dicha tarea, las máquinas y los robots requieren de sensores para la interacción con el medio en el que se encuentran.

Cuando se desarrollan computadoras capaces de responder a órdenes de voz, por ejemplo, se las provee de micrófonos, que son sensores capaces de captar las ondas sonoras y transformarlas. Si estos sensores están conectados con otros circuitos, la máquina podrá reaccionar al estímulo de acuerdo con lo requerido por el usuario.

Los sensores y actuadores son componentes electrónicos que permiten que una pieza electrónica interactúe con el mundo. Como el microcontrolador es una computadora muy simple, solo puede procesar señales eléctricas (un poco como los pulsos eléctricos que se envían entre las neuronas de nuestro cerebro). Para que detecte la luz, la temperatura u otras cantidades físicas, necesita algo que pueda convertirlos en electricidad. En nuestro cuerpo, por ejemplo, el ojo convierte la luz en señales que se envían al cerebro mediante nervios. En electrónica, podemos usar un dispositivo simple llamado resistencia dependiente de la luz (un LDR o fotorresistencia) que puede medir la cantidad de luz que lo golpea y reportarlo como una señal que puede ser entendida por el microcontrolador.

Una vez que se han leído los sensores, el dispositivo tiene la información necesaria para decidir cómo reaccionar. El proceso de toma de decisiones es manejado por el microcontrolador, y la reacción es realizada por actuadores. En nuestros cuerpos, por ejemplo, los músculos reciben señales eléctricas del cerebro y los convierten en un movimiento. En el mundo electrónico, estas funciones podrían ser realizadas por una luz o un motor eléctrico (Banzi, 2011).



2.10.1. Parámetros de un sensor

Los parámetros para considerar en toda calibración y algunos términos empleados para definir el funcionamiento y el de los sistemas de medición como un todo (Lab-Volt, 2001).

- Intervalo: Define los límites entre los cuales puede variar la entrada de un transductor.
- Extensión: Es el valor máximo de la entrada menos el valor mínimo.
- Error: Corresponde a la diferencia entre el resultado de la medición y el valor verdadero. Los errores son por diferentes causas, se pueden de alguna manera prever, calcular, eliminar mediante calibraciones y compensaciones.
- Exactitud: Se refiere a cuál cerca del valor real se encuentra el valor medido, por lo tanto, la exactitud es igual a la suma de todos los errores posibles más el error en la exactitud de la calibración del transductor.
- Precisión: Es la dispersión del conjunto de valores obtenidos de mediciones repetidas correspondientes a una magnitud.
- Sensibilidad: Relación que indica cuánta salida se obtiene por unidad de entrada, es decir, salida/entrada. Este término también se utiliza para indicar la sensibilidad a otras entradas además de la que se mide, como a factores del medio ambiente. Un ejemplo muy fácil de identificar es al agregar la variable de temperatura, esto quiere decir que nuestro sensor o transductor tendrá una variación a los cambios en la temperatura ambiente.



- Error por histéresis: Corresponde a distintas salidas de la misma cantidad medida, este valor cambia según sea por incremento o decremento. El error de histéresis corresponde a la diferencia máxima obtenida a partir de valores de incremento y decremento.
- Error por no linealidad: Este error se define como la desviación máxima respecto a la línea recta.
- Repetibilidad o reproducibilidad: Describe la capacidad del transductor para producir la misma salida después de aplicar varias veces el mismo valor de entrada.
- Estabilidad: Capacidad para producir la misma salida cuando se usa para medir una entrada constante en un período.
- Banda o tiempo muerto: Corresponde a los intervalos de valores de entrada para los cuales no hay salida.
- Resolución: Es el cambio mínimo del valor de entrada capaz de producir un cambio observable en la salida.
- Impedancia de salida: Al incluir el sensor a un circuito se debe considerar la impedancia de este, ya que el comportamiento del sistema al que se conecta podría modificarse de manera considerable.

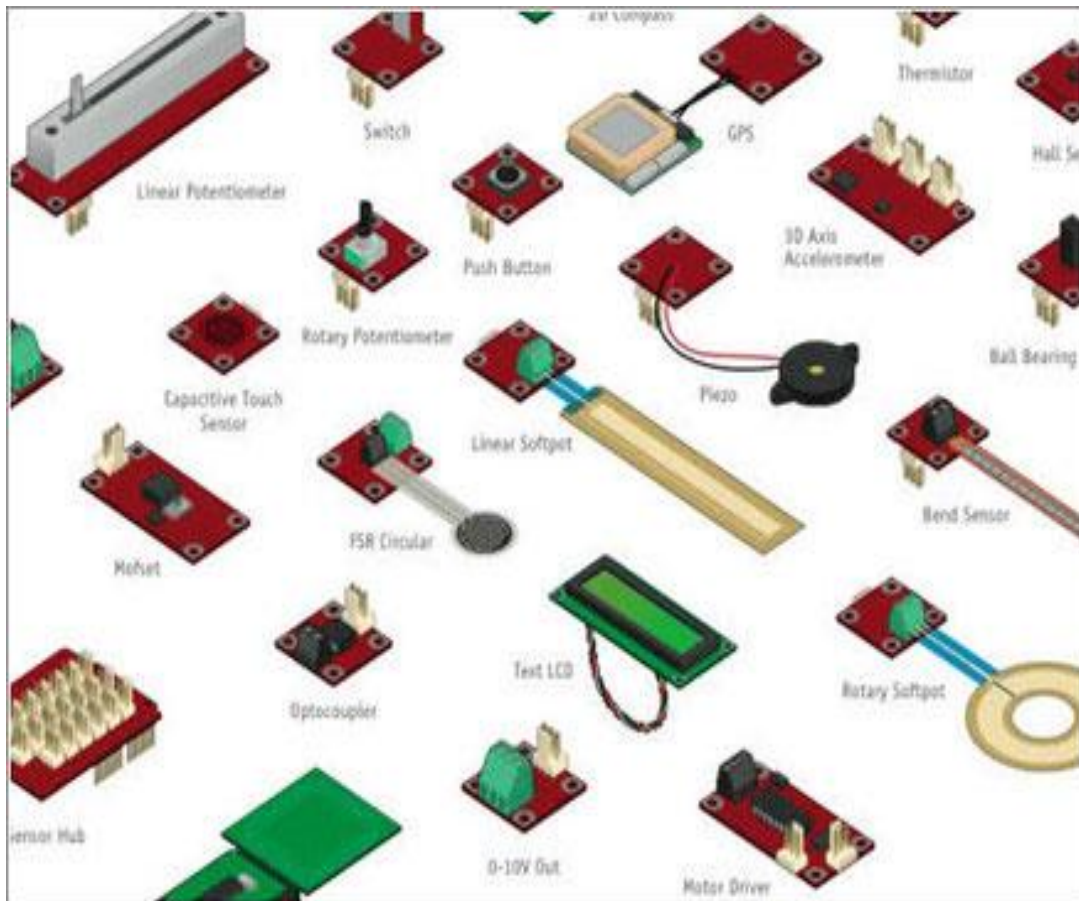


Figura 7: Algunos sensores y accesorios para microcontroladores.

Fuente: (Lab-Volt, 2001).

2.10.2. Tipos de sensores

Un sensor es todo aquello que tiene una propiedad sensible a una magnitud del medio, y al variar esta magnitud también varía con cierta intensidad la propiedad, es decir, manifiesta la presencia de dicha magnitud, y también su medida. Un sensor en la industria es un objeto capaz de variar una propiedad ante magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas con un transductor en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: intensidad lumínica, temperatura, distancia, aceleración, inclinación, presión, desplazamiento, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una

tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica, etc. resistance
temperature detecto

En la siguiente tabla se indican algunos tipos y ejemplos de sensores electrónicos.

Tabla 2: Tipos de sensores

| Magnitud | Transductor | Característica |
|----------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Posición lineal y angular | Potenciómetro | Analógica |
| | Encoder | Digital |
| | Sensor Hall | Digital |
| Velocidad lineal y angular | Dinamo taco-métrica | Analógica |
| | Encoder | Digital |
| | Detector inductivo | Digital |
| | Servo-inclinómetros | A/D |
| | RVDT | Analógica |
| | Giróscopo | |
| Aceleración | Acelerómetro | Analógico |
| | Servo-acelerómetros | |
| Fuerza y par (deformación) | Galga extensiométrica | Analógico |
| | Triaxiales | A/D |
| Presión | Membranas | Analógica |
| | Piezoeléctricos | Analógica |
| | Manómetros Digitales | Digital |
| Caudal | Turbina | Analógica |
| | Magnético | Analógica |
| Sensores de presencia | Inductivos | I/O |
| | Capacitivos | I/O |
| | Ópticos | I/O y Analógica |
| Sensores táctiles | Matriz de contactos | I/O |
| | Piel artificial | Analógica |
| Visión artificial | Cámaras de video | Procesamiento digital |
| | Cámaras CCD o CMOS | Procesamiento digital |
| Sensor de proximidad | Sensor final de carrera | |
| | Sensor capacitivo | Analógica |



(continuación...)

| | | |
|----------------------------------|----------------------|-----------|
| | Sensor inductivo | Analógica |
| | Sensor fotoeléctrico | Analógica |
| Sensor acústico (presión sonora) | micrófono | Analógica |
| Sensores de acidez | ISFET | |

Elaborado por el equipo de trabajo

Algunas magnitudes pueden calcularse mediante la medición y cálculo de otras, por ejemplo, la velocidad de un móvil puede calcularse a partir de la integración numérica de su aceleración.

La masa de un objeto puede conocerse mediante la fuerza gravitatoria que se ejerce sobre él en comparación con la fuerza gravitatoria ejercida sobre un objeto de masa conocida (patrón).

2.11. ACTUADORES

Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado.

Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control, como por ejemplo una válvula. Son los elementos que influyen directamente en la señal de salida del automatismo, modificando su magnitud según las instrucciones que reciben de la unidad de control.

Existen varios tipos de actuadores como son:

- Electrónicos
- Eléctricos

Los actuadores hidráulicos, neumáticos y eléctricos son usados para manejar aparatos mecánicos. Por lo general, los actuadores hidráulicos se emplean cuando lo que se necesita es potencia, y los neumáticos son simples posicionamientos.

Sin embargo, los hidráulicos requieren mucho equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico.

Por otro lado, las aplicaciones de los modelos neumáticos también son limitadas desde el punto de vista de precisión y mantenimiento.

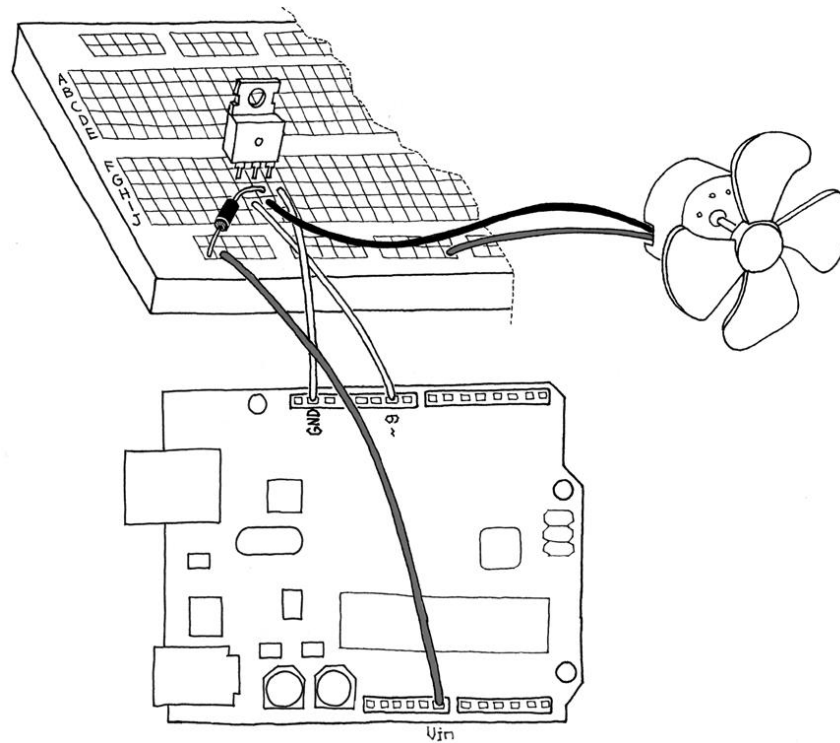


Figura 8: Prototipo de control con Arduino
Elaborado por el equipo de trabajo

2.12. CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS DE UN SENSOR

La característica dinámica se refiere al comportamiento entre el momento en que cambia el valor de entrada y el tiempo en que el valor dado por el transductor logra su valor de estado estable (Areny, 2003).



- Tiempo de respuesta: Es el tiempo que transcurre desde que aplicamos una entrada constante, una entrada escalón, hasta que el transductor produce una respuesta en consecuencia a la salida correspondiente a un porcentaje especificado, como el 96% del valor de la entrada.
- Constante de tiempo: Es una medida de la inercia del sensor y se considera el tiempo que tarda en reaccionar a los cambios en la entrada, se debe considerar que entre mayor sea la constante de tiempo más lenta será su reacción ante una señal de entrada variable.
- Constante de tiempo: Es una medida de la inercia del sensor y se considera el tiempo que tarda en reaccionar a los cambios en la entrada, se debe considerar que entre mayor sea la constante de tiempo más lenta será su reacción ante una señal de entrada variable.
- Constante de tiempo: Es una medida de la inercia del sensor y se considera el tiempo que tarda en reaccionar a los cambios en la entrada, se debe considerar que entre mayor sea la constante de tiempo más lenta será su reacción ante una señal de entrada variable.

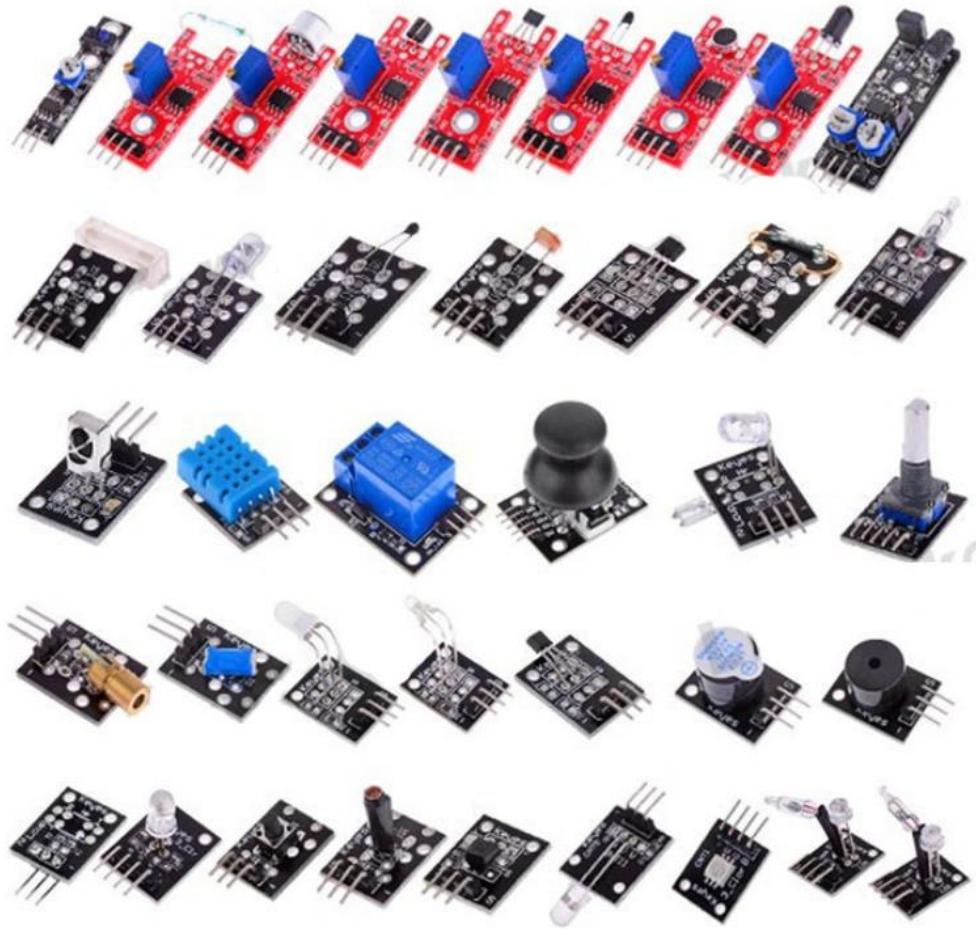


Figura 9: Módulos de sensores para microcontroladores.

Fuente: (Areny, 2003).



Figura 10: Motor de control

Fuente: (Platt, 2009)

2.13. SENSOR DE FLUJO

Un sensor de flujo o caudalímetro es un instrumento para la medición de caudal o gasto volumétrico de un fluido. El caudal es la cantidad de líquido o fluido (volumen) que circula a través de una tubería por unidad de tiempo, por lo general se expresa en: litros por minutos (l/m), litros por hora (l/h), metros cúbicos por hora (m³/h), etc.). Los caudalímetros suelen colocarse directamente en la tubería que transporta el fluido. También suelen llamarse medidores/sensores de caudal, medidores de flujo o flujómetros. El sensor de flujo de agua de 1/2" YF-S201 sirve para medir caudal de agua en tuberías de 1/2" de diámetro. También puede ser empleado con otros líquidos de baja viscosidad, como: bebidas gasificadas, bebidas alcohólicas, combustible, etc. Es un caudalímetro electrónico de tipo turbina. Compatible con sistemas digitales como Arduino, PIC, Raspberry Pi, PLCs. Teniendo el caudal podemos medir el volumen de agua, puesto que el caudal es la variación del volumen con respecto al tiempo, de esto podemos calcular el volumen como (Diana Andrea, 2013):

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$
$$V = V_0 + Q\Delta t$$

El sensor posee tres cables: rojo (VCC: 5VDC), negro (tierra) y amarillo (salida de pulsos del sensor de efecto Hall). Con la ayuda de este sensor podrás ingresar al mundo de la Domótica, monitoreando el consumo de agua en tu hogar, o puedes hacer un dispensador de volumen automatizado con la ayuda de una válvula adicional (Faludi, 2010).



Figura 11: Sensor de flujo.

Elaborado por el equipo de trabajo

2.14. SENSOR ULTRASÓNICO

Para medir distancias con Arduino podemos hacerlo de diferentes maneras. Existen el sensor de infrarrojos, que utilizan las propiedades de la luz para calcular la distancia, y el sensor ultrasónico Arduino utiliza las propiedades de propagación del sonido para medir distancias. Más concreto utiliza los ultrasonidos. Este tipo de ondas sonoras se encuentran por encima del espectro audible por los seres humanos.

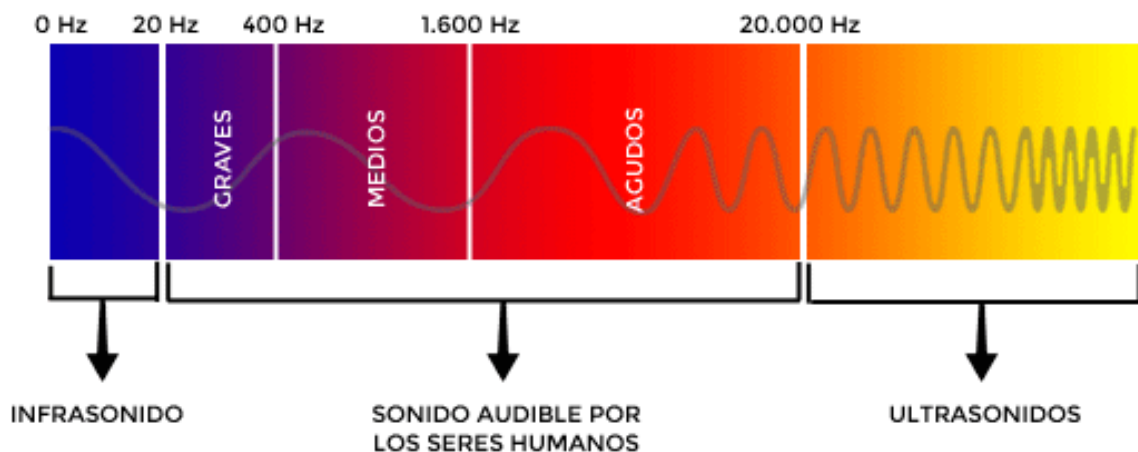


Figura 12: Ultrasonido en el dominio de la frecuencia.

Fuente: (NAVARRO, RÍOS, & PARRA, 2004).

El sensor HC-SR04 es un sensor de distancia de bajo costo que utiliza ultrasonido para determinar la distancia de un objeto en un rango de 2 a 450 cm. Destaca por su pequeño tamaño, bajo consumo energético, buena precisión y excelente precio. El sensor

HC-SR04 es el más utilizado dentro de los sensores de tipo ultrasonido, principalmente por la cantidad de información y proyectos disponibles en la web. De igual forma es el más empleado en proyectos de robótica como robots laberinto o sumo, y en proyectos de automatización como sistemas de medición de nivel o distancia. El sensor envía una onda ultrasónica a través del disparador o Trigger, revota contra el objeto y el receptor o echo detecta la onda. Sabiendo cuánto ha tardado en viajar dicha onda, podemos saber la distancia.



Figura 13: Pines de sensor ultrasónico HC-SR04.

Fuente: (NAVARRO, RÍOS, & PARRA, 2004).

Para los cálculos correctos se utiliza la siguiente formula básica que comúnmente se utiliza para calcular la velocidad:

$$V = \frac{d}{t}$$

Así despejando la formula vista anteriormente podemos calcular la distancia que tiene el sensor con respecto a un objeto analizado, el siguiente arreglo matemático se da de la siguiente manera:

$$\mathbf{d = v \cdot t}$$



La velocidad es conocida, el sonido viaja a 343 metros por segundo. El tiempo nos lo devolverá el propio sensor ultrasónico Arduino a través de la API de Arduino. Con todo esto ya podemos calcular a qué distancia se encuentra un objeto. El sensor HC-SR04 posee dos transductores: un emisor y un receptor piezoeléctricos, además de la electrónica necesaria para su operación. El funcionamiento del sensor es el siguiente: el emisor piezoeléctrico emite 8 pulsos de ultrasonido(40KHz) luego de recibir la orden en el pin TRIG, las ondas de sonido viajan en el aire y rebotan al encontrar un objeto, el sonido de rebote es detectado por el receptor piezoeléctrico, luego el pin ECHO cambia a Alto (5V) por un tiempo igual al que demoró la onda desde que fue emitida hasta que fue detectada, el tiempo del pulso ECO es medido por el microcontrolador y así se puede calcular la distancia al objeto. El funcionamiento del sensor no se ve afectado por la luz solar o material de color negro (aunque los materiales blandos acústicamente como tela o lana pueden llegar a ser difíciles de detectar) (NAVARRO, RÍOS, & PARRA, 2004).

2.15. VÁLVULA SOLENOIDE

La válvula solenoide eléctrica está hecha de plástico de alta calidad y material de latón, con una larga vida útil. Es adecuado para la limpieza automática de equipos eléctricos, calentador de agua solar, riego por aspersión de jardín, dispositivo de limpieza de sensores infrarrojos, sistema de facturación automático, etc. Esta válvula solenoide eléctrica es de tipo N / C normalmente cerrada, adecuada para el suministro de agua. Duradero, práctico y estable. A prueba de humedad y anticorrosión. Controlar la válvula es muy sencillo con la ayuda de un microcontrolador y un driver de potencia. El uso del driver entre el microcontrolador y la válvula es necesario pues la corriente y voltaje de la válvula son mayores a los usados por el microcontrolador. Si conectamos directamente el microcontrolador a la válvula es seguro que dañaremos nuestro circuito. Los microcontroladores que podemos usar son: Arduino, PIC, Raspberry Pi o un Módulo

ESP8266 (Wemos, NodeMCU). En cuanto al driver de potencia recomendamos utilizar transistores mosfet como: Módulo Mosfet IRF520 / Módulo Mosfet IRF540 o los transistores TIP121, o si se desea utilizar un relay se puede usar el Módulo Relay. Además, podemos agregar a nuestro proyecto un protocolo de comunicación para el control a distancia, como: Wifi, RF, RS-485, Z-wave, etc. y de esa forma manejar nuestro sistema desde el celular o internet (Kamogawa & Miranda, 2013). Programmable Integrated Circuit



Figura 14: Válvula solenoide.

Fuente: (Kamogawa & Miranda, 2013).

2.16. DRIVER PUENTE H

Esta es esencialmente una versión en rampa de nuestro escudo de motor Ardumoto. Para este Monster Moto Shield hemos reemplazado el puente H L298 con un driver de motor de puente completo VNH2SP30. También hemos reforzado el circuito de soporte para que esta placa sea capaz de controlar un motor de alta corriente. El VIN y la salida al motor tienen orificios para nuestros terminales de tornillo de 5mm (no incluidos), lo que facilita la conexión de cables de mayor calibre. Al utilizar esta placa en aplicaciones de alta demanda extrema puede ser necesario mejorar el rendimiento térmico con un disipador de calor o ventilador y soldar los cables directamente a la placa en lugar

de usar un terminal de tornillo (además de otras complicaciones presente en un sistema de alta corriente). Sin embargo, cuando se utiliza el Shield en corrientes de hasta 6A apenas llegarán a ser perceptiblemente caliente (Muñoz-Galeano, Cano-Quintero, & López-Lezama, 2016).



Figura 15: Módulo de driver puente H.

Fuente: (Muñoz-Galeano, Cano-Quintero, & López-Lezama, 2016).

2.17. PANTALLA LCD

Cada píxel de un LCD típicamente consiste en una capa de moléculas alineadas entre dos electrodos transparentes, y dos filtros de polarización, los ejes de transmisión de cada uno que están (en la mayoría de los casos) perpendiculares entre sí. Sin cristal líquido entre el filtro polarizaste, la luz que pasa por el primer filtro sería bloqueada por el segundo (cruzando) polarizador. La superficie de los electrodos que están en contacto con los materiales de cristal líquido es tratada a fin de ajustar las moléculas de cristal líquido en una dirección en particular. Este tratamiento suele ser normalmente aplicable consiste en una fina capa de polímero que es unidireccionalmente frotada utilizando, por ejemplo, un paño. La dirección de la alineación de cristal líquido se define por la dirección de frotación. Antes de la aplicación de un campo eléctrico, la orientación de las moléculas

de cristal líquido está determinada por la adaptación a las superficies. En un dispositivo twisted nematic, TN (uno de los dispositivos más comunes entre los de cristal líquido), las direcciones de alineación de la superficie de los dos electrodos son perpendiculares entre sí, y así se organizan las moléculas en una estructura helicoidal, o retorcida. Debido a que el material es de cristal líquido birefringente, la luz que pasa a través de un filtro polarizante se gira por la hélice de cristal líquido que pasa a través de la capa de cristal líquido, lo que le permite pasar por el segundo filtro polarizado. La mitad de la luz incidente es absorbida por el primer filtro polarizante, pero por lo demás todo el montaje es transparente. Las pantallas LCD se han posicionado en la actualidad como parte importante de una gran variedad de dispositivos. (celulares, tablets, laptops, relojes, pantallas de señalización digital, monitores, etc.) y existen diferentes tipos (Gili Carreras, 2011):

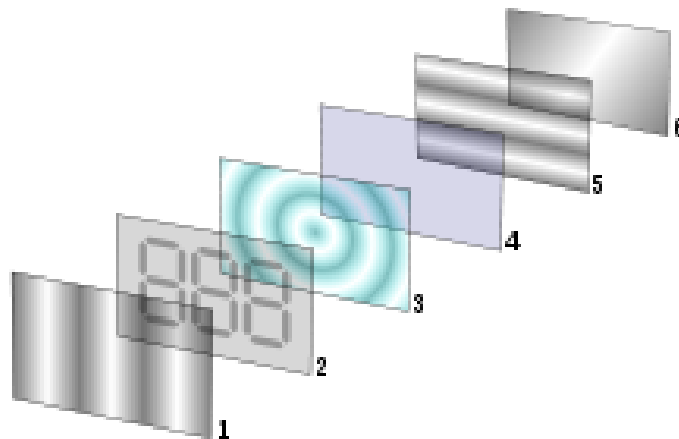


Figura 16: Capas de una pantalla LDC.

Fuente: (Gili Carreras, 2011).

2.18. MINI BOMBA SUMERGIBLE

Mini bomba de agua sumergible con un voltaje de funcionamiento de 2,5v a 6v DC, es un producto muy práctico y confiable que te permitirá tener un flujo de hasta 2

litros de agua por minuto (de 80 -120l/h dependiendo del voltaje de alimentación), sirve para trabajos y proyectos sencillos que requieran de un pequeño caudal. Incluye un motor interno de 0,3A y la carcasa está fabricada de termoplástico resistente a la erosión provocada por el fluido. Es totalmente sumergible. Su instalación es sencilla, solo se necesita colocar un pequeño tubo en la salida de la bomba, alimentarla con el voltaje deseado y sumergirla completamente en el líquido que deseamos bombear. La mini bomba de agua puede tener una gran cantidad de aplicaciones como filtros o flujo de acuarios o peceras pequeñas (máx. 100 litros), cascadas o también fuentes, regadores de pasto, etc.



Figura 17: Minibomba sumergible.

Elaborado por el equipo de trabajo

2.19. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN C

El lenguaje es utilizado para poder configurar el microcontrolador Arduino. Basado en las librerías que la comunidad provee, así como el algoritmo de control diseñado por el investigador.

C es un lenguaje notable. Diseñado originalmente por un hombre, Dennis Ritchie, trabajando en AT&T Bell Laboratories en Nueva Jersey, ha aumentado su uso hasta ahora



bien puede ser uno de los lenguajes informáticos más ampliamente escritos en el mundo. El éxito de C se debe a una serie de factores, ninguno de ellos clave, pero todos ellos importantes.

Quizás lo más significativo de todo es que C era desarrollado por practicantes reales de programación y fue diseñado para la práctica uso diario, no para espectáculo o demostración. Como cualquier bien diseñada herramienta, se cae fácilmente a la mano y se siente bien de usar. En lugar de proporcionar restricciones, controles y límites rigurosos, se concentra en proporcionarle con poder y sin interferir en tu camino (Banahan, Declan, & Doran, 2001).

2.20. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PYTHON

Python es un lenguaje de programación que ha tenido buena acogida entre los programadores de todas las áreas en los últimos años, destaca por la amplia cantidad de librerías que son desarrolladas para diversos fines y la sintaxis simplificada.

La mayoría de los programas de Python se ejecutan sin cambios en todas las plataformas informáticas principales. Portando el código Python entre Linux y Windows, por ejemplo, generalmente es solo una cuestión de copiando el código de un script entre máquinas. Además, Python ofrece múltiples opciones para codificar interfaces de usuario gráficas portátiles, programas de acceso a bases de datos, basados en sistemas web y más. Incluso las interfaces del sistema operativo, incluido el programa y el procesamiento de directorios son tan portátiles en Python como sea posible ser (Lutz, 2009).

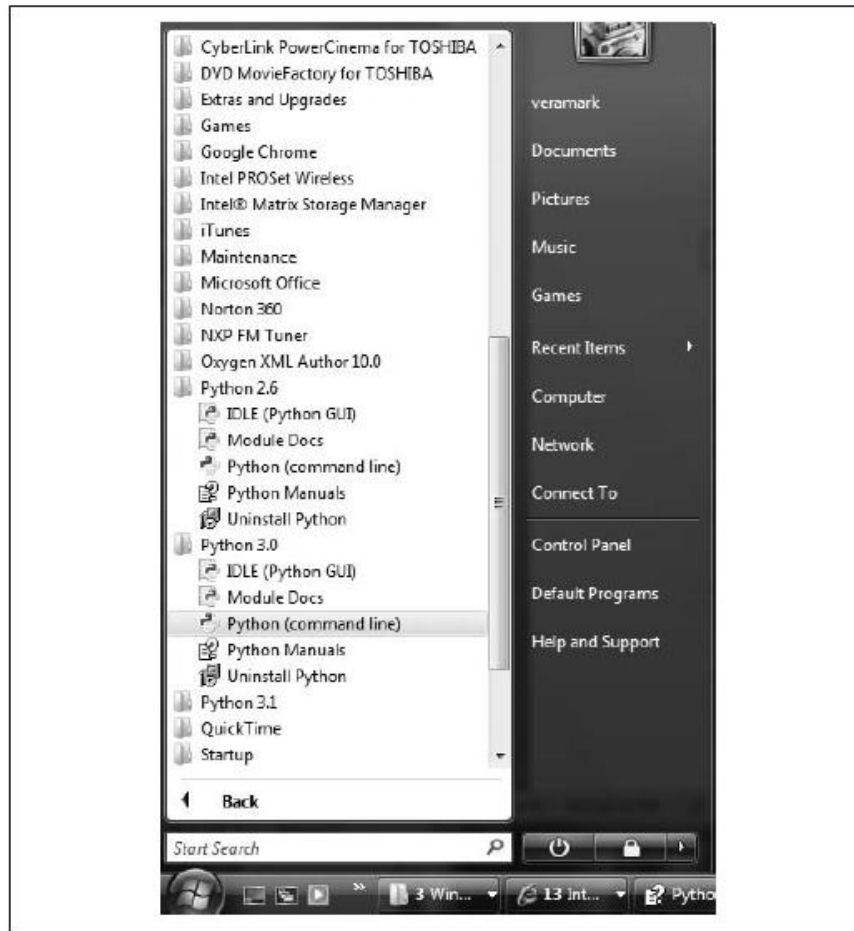


Figura 18: Instalación de Python en Windows

Fuente: (Lutz, 2009).

El intérprete de Python puede ejecutar el código línea a línea en un terminal ya sea Linux o Windows, es posible también ejecutar un archivo conteniendo el algoritmo de usuario.

Internamente, y casi completamente oculto para usted, cuando ejecuta un programa, Python primero compila su código fuente (las declaraciones en su archivo) en un formato conocido como código de bytes.

La compilación es simplemente un paso de traducción, y el código de bytes es un nivel inferior de representación independiente de la plataforma de su código fuente. Aproximadamente, Python traduce cada una de sus declaraciones de origen en un grupo de instrucciones de código de bytes descomponiéndolas en pasos individuales. Esta

traducción de código de bytes se realiza para acelerar ejecución: el código de bytes se puede ejecutar mucho más rápido que las declaraciones del código fuente original en su archivo de texto (Lutz, 2009).

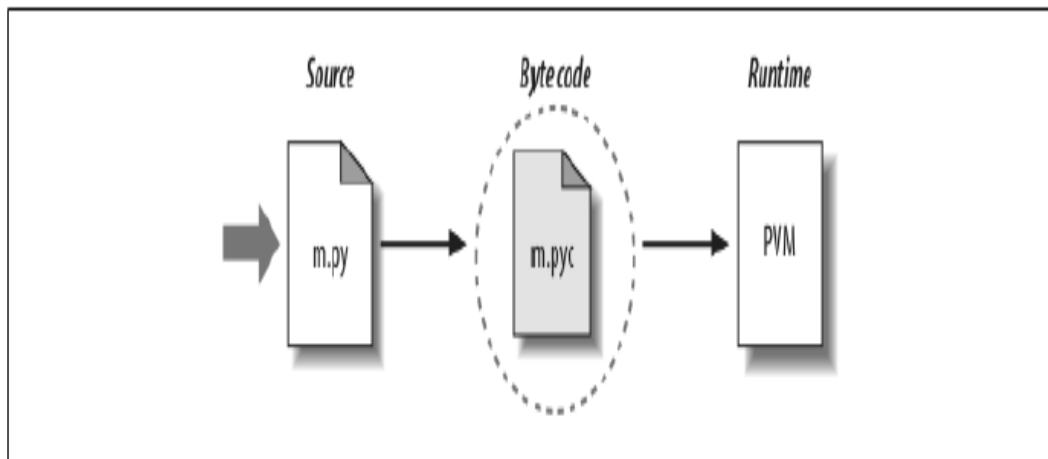


Figura 19: Flujo de program Python

Fuente: (Lutz, 2009).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL ESTUDIO

Santa Lucía, es un distrito ubicado en la provincia de Lampa en el departamento de Puno. Sus coordenadas son: $15^{\circ}41'44''S$ $70^{\circ}36'33''O$. Su altura es de 4025 msnm.



Figura 20: Ubicación del proyecto.

Elaborado por el equipo de trabajo

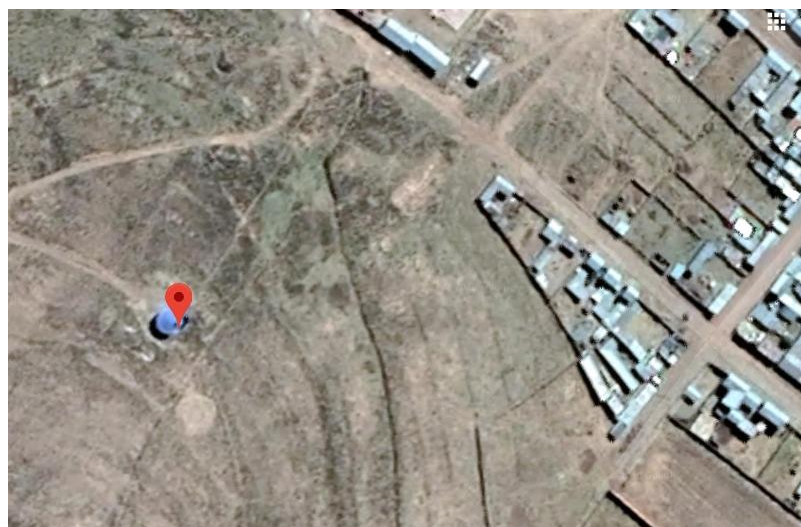


Figura 21: Ubicación exacta

Elaborado por el equipo de trabajo

3.2. PERIODO DE DURACION DEL ESTUDIO

Tabla 3: Tabla de duracion del estudio

| Actividad | Meses | | | | | |
|--|-------|---|---|---|---|---|
| | M | J | J | A | S | O |
| Investigación bibliográfica | X | | | | | |
| Elaboración del proyecto | | X | X | | | |
| Implementación del sistema | | | X | X | X | |
| Pruebas | | | | X | X | |
| Contrastación de resultados | | | | | X | X |
| Redacción del informe final y sustentación | | | | | | X |

Elaborado por el equipo de trabajo

3.3. PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO

El material físico es aquel que requiere una persona, para trabajo con herramientas o determinados instrumentos que necesite según el trabajo que se realice.

Por lo general, para trabajos de implementación son físicos y se necesitan tener ciertos conocimientos sobre las técnicas de trabajo o sobre el tipo de herramienta que se manipule.

En la tabla 4 se describe la procedencia de cada uno de los materiales utilizadas en el presente trabajo de investigación, también se hace una descripción de la unidad de medida y tipo de material.

Tabla 4: Tabla del material utilizado

| Descripción | Unidad de medida | Procedencia |
|-------------|---|--------------------|
| Arduino | Ideal para iniciarse en el mundo de los microcontroladores. | Tienda electrónica |

(continuación...)

| | | |
|---|--|--------------------|
| Raspberry Pi | Con conectividad wifi y bluetooth incorporada y un potente procesador de 64 bits quad core de 1.2Ghz. | Tienda electrónica |
| Sensor de flujo de agua ½" | Mide el caudal de agua con la ayuda de este sensor. | Tienda electrónica |
| Sensor ultrasónico | Sensor Ultrasónico a prueba de agua. | Tienda electrónica |
| Válvula motorizada ½" | actuador para control de nivel, dosificación | Tienda electrónica |
| Válvula selenoide ½" | Para aplicaciones que usan solo la gravedad. | Tienda electrónica |
| Driver puente H | permite controlar el giro y la velocidad de 2 motores DC de hasta 2A o un Motor paso a paso. | Tienda electrónica |
| Módulo relay 4CH 5VDC | Permite controlar el encendido/apagado de equipos de alta potencia (electrodomésticos). | Tienda electrónica |
| Modulo adaptador LCD | Por el diseño del PCB este módulo se usa especialmente para controlar un LCD Alfanumérico. | Tienda electrónica |
| Display alfanumérico | Trabajan únicamente con lógica binaria (0 y 1), es por eso que para "leer" los datos empleamos pantallas o displays alfanuméricos LCD. | Tienda electrónica |
| Protoboard | Para montar diversos circuitos. | Tienda electrónica |
| Cables dupont (macho a macho, hembra a hembra y macho a hembra) | Para realizar conexiones entre Arduino y sus módulos de forma sencilla. | Tienda electrónica |
| Tubos, Niple, Codos, Unión, T PVC ½" | | Ferretería |
| Cinta de teflón | | Ferretería |
| Bomba de agua con sus accesorios. | | Ferretería |

Elaborado por el equipo de trabajo

3.4. POBLACION Y MUESTRA DEL ESTUDIO

3.4.1. Población

La población es un conjunto de objetos, individuos, elementos o eventos con determinadas características, en nuestro caso esta constituida por los sistemas que brindan el servicio de agua a una población, estos sistemas están básicamente constituidos por reservorios de agua. El objetivo es hallar la muestra de dicha población, es decir, un subconjunto representativo. Se realizaron visitas técnicas para poder estudiar la población y determinar una muestra, las visitas se realizaron en los distritos de Cabanilla, Cabanillas, Capachica, Caracoto, Coata, Ilave, Juli y Santa Lucia.

3.4.1.1. Cabanilla

En este lugar se ha visitado el reservorio de agua y el sistema de válvulas para realizar las mediciones necesarias para en diseño del proyecto.



Figura 22: Reservorio

Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 23: Tuberías del sistema de almacenamiento de agua
Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 24: Vista de tanque de agua
Elaborado por el equipo de trabajo

3.4.1.2. Cabanillas

En este lugar se ha visitado el reservorio de agua y el sistema de válvulas para realizar las mediciones necesarias para en diseño del proyecto.



Figura 25: Reservorio de agua Cabanillas
Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 26: Tuberías cabanillas
Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 27: Almacén o tanque de agua
Elaborado por el equipo de trabajo

3.4.1.3. Capachica



Figura 28: Tuberías Capachica
Elaborado por el equipo de trabajo

En este lugar se ha visitado el reservorio de agua y el sistema de válvulas para realizar las mediciones necesarias para en diseño del proyecto.



Figura 29: Tanque de agua capachica
Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 30: Tubería Capachica
Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 31: Investigador en tanque de agua
Elaborado por el equipo de trabajo

3.4.1.4. Caracoto

En este lugar se ha visitado el reservorio de agua, el sistema de válvulas y se realizaron medidas de la cantidad de cloro en el agua; también se realizaron las mediciones necesarias para en diseño del proyecto.



Figura 32: Tanque de agua Caracoto
Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 33: Vista de reservorio de agua
Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 34: Medidor para pruebas de cloro
Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 35: Equipos de medicion
Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 36: Realizacion de pruebas
Elaborado por el equipo de trabajo

3.4.1.5. Coata

En este lugar se ha visitado el reservorio de agua y el sistema de válvulas para realizar las mediciones necesarias para en diseño del proyecto.



Figura 37: Fuente de agua Coata
Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 38: Escalera de reservorio
Elaborado por el equipo de trabajo

3.4.1.6. Ilave

En este lugar se ha visitado el reservorio de agua y el sistema de válvulas para realizar las mediciones necesarias para en diseño del proyecto.



Figura 39: Tuberías de agua Ilave
Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 40: Tanque de agua Ilave
Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 41: Reserva de agua llave
Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 42: Tratamiento de agua llave
Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 43: Tratamiento de agua
Elaborado por el equipo de trabajo

3.4.1.7. Juli

En este lugar se ha visitado el reservorio de agua y el sistema de válvulas para realizar las mediciones necesarias para en diseño del proyecto.



Figura 44: Reservorio de agua Juli
Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 45: Tuberías de agua Juli
Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 46: Tanque de agua Juli
Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 47: Agua clorada Juli
Elaborado por el equipo de trabajo

3.4.1.8. Santa Lucía

En este lugar se ha visitado el reservorio de agua y el sistema de válvulas para realizar las mediciones necesarias para en diseño del proyecto.



Figura 48: Reservorio de agua Santa Lucia
Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 49: Reservorio de agua Santa Lucia
Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 50: Supervision de niveles de tratamiento de agua
Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 51: Agua con tratamiento para consumo humano
Elaborado por el equipo de trabajo



3.4.2. Muestra

Se define la muestra como parte que se estudia y es representativa de la población, es decir un segmento que tiene las características y propiedades de la población. El universo finito o población está dado por el número total de unidades, es decir 8 reservorios de agua. Por lo tanto, para hallar la muestra con un error del 5% (0.05), con un nivel de confianza del 90%, una probabilidad de ocurrencia o éxito de 0.9 y una probabilidad de no ocurrencia o fracaso de 0.1; se procede a hallar la muestra con la fórmula para calcular el tamaño de muestra cuando se conoce el tamaño de la población y es la siguiente:

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

En donde:

N = tamaño de la población

Z_a = nivel de confianza

p = probabilidad de éxito o proporción esperada

q = probabilidad de fracaso

d = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción).

Si tenemos los valores $N=8$, $Z_a=1.645$ (nivel de confianza 90%), $p=0.9$, $q=0.1$ y $d=0.05$. La muestra resulta con el valor de 7.46. Es decir que sería necesario realizar la investigación por lo menos en aproximadamente 8 unidades una vez implementado el sistema y obtener los resultados deseados. Sin embargo, se considerará un muestreo no



probabilístico al tener todas las unidades las mismas características generales en cuanto al hardware y en cuanto a la forma de gestión, que hace que se tome como caso estudio el prototipo desarrollado. La muestra no servirá para hacer generalizaciones, pero sí para el estudio exploratorio, se ha elegido a los individuos utilizando diferentes criterios relacionados con las características de la investigación y está determinado por el autor.

3.5. DISEÑO ESTADISTICO

3.5.1. Tipo del problema de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, pues consiste en el empleo práctico del conocimiento o teorías de control con la finalidad de mejorar y resolver el problema concreto de la sociedad a nivel de salud pública. Así también es diacrónica, pues se investiga problemas en una sucesión de momentos temporales a fin de conocer la evolución del comportamiento del problema en un periodo dado, que permita hacer inferencias, respecto al cambio y sus consecuencias.

3.5.2. Diseño de la investigación

El método deductivo es el que se usa en esta investigación, que consiste en analizar la totalidad de las reglas y procesos, con cuya ayuda es posible deducir conclusiones a partir de unos enunciados supuestos llamados premisas. Se utiliza también un diseño de investigación-acción para resolver problemas cotidianos e inmediatos; también envuelve la transformación y mejora de una realidad (social, educativa, administrativa, etc.). De hecho, se construye de ésta.

3.5.3. Nivel de investigación.

El nivel de investigación se refiere a la profundidad del conocimiento que se busca lograr con la investigación, por tanto, el nivel de la presente investigación es exploratoria,



señalando que las investigaciones exploratorias buscan abrir nuevos caminos en el desarrollo del conocimiento humano.

Y la presente investigación siendo un prototipo busca abrir un camino para un nuevo método de automatización para la clorificación de agua en el distrito de Santa Lucía ubicado en la provincia de Lampa de la región de Puno.

La presente investigación es también correlacional y descriptiva. Es correlacional porque tiene como propósito medir el grado de relación entre las variables de las hipótesis planteadas; así como también es descriptiva, porque no se da la manipulación de variables, estas se observan y se describen tal como se presentan en la realidad.

3.6. PROCEDIMIENTO

Los recursos de hardware y materiales provienen de los tesisistas y del laboratorio general de la Escuela Profesional Ingeniería Electrónica de la UNA Puno, los recursos de software están basados en software libre y herramientas disponibles en Internet.

3.6.1. Hardware

- Ordenador para programación (laptop)

Modelo: HP 250

Procesador: Intel(R) Core(TM) i5-2430 2.40GHz

Memoria instalada (RAM): 4.00GB de RAM.

Adaptador de red 8002.11n Bradcom.

Tipo de sistema: Sistema Operativo de 64 bits Windows 10

- Arduino UNO R3

Microcontrolador ATmega328.

Voltaje de entrada 7-12V.

14 pines digitales de I/O (6 salidas PWM).

6 entradas análogas.

32k de memoria Flash.

Reloj de 16MHz de velocidad. Servidor (computadora)



Figura 52: Arduino UNO R3.

Elaborado por el equipo de trabajo

- Potenciómetros
- Resistencias
- Led (para prototipo)
- Pulsadores (para prototipo)
- Tubos PVC ½”.

- Niple PVC ½”.
- Codos PVC ½”.
- Unión PVC ½”.
- T PVC 1/2”.
- Cinta de teflón.
- Bomba de agua con sus accesorios.



Figura 53: Minibomba de agua.
Elaborado por el equipo de trabajo.

- Sensor de caudal ½”.
- Sensores ultrasónicos.



Figura 54: Sensor ultrasónico.
Elaborado por el equipo de trabajo

- Válvula motorizada ½”.
- Válvula selenoide ½”.



Figura 55: Válvulas solenoide.
Elaborado por el equipo de trabajo

- Puente H.

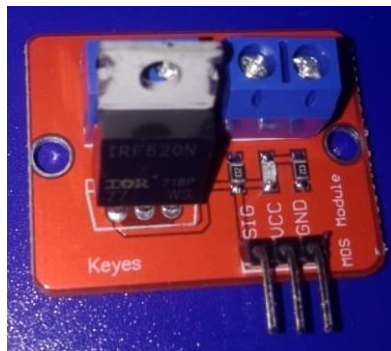


Figura 56: Puente H para Arduino.
Elaborado por el equipo de trabajo

- Módulos relé.



Figura 57: Módulo relé para Arduino.
Elaborado por el equipo de trabajo

- Modulo adaptador LCD I2C.

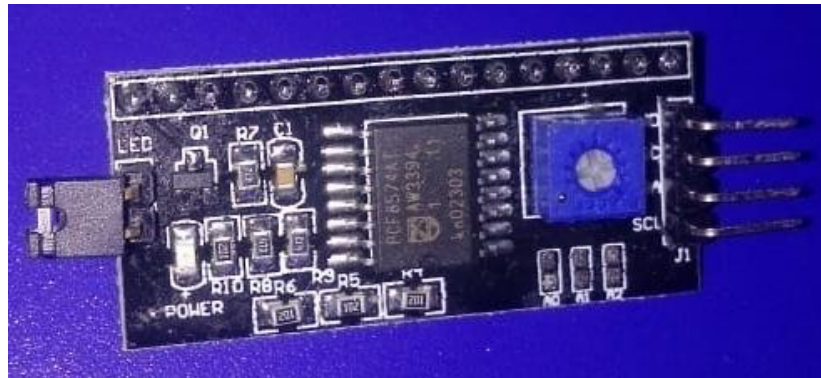


Figura 58: Módulo adaptador I2C.
Elaborado por el equipo de trabajo

- Display alfanumérico LCD.



Figura 59: Display LCD.
Elaborado por el equipo de trabajo

- Protoboard.
- Cables DuPont.

3.6.2. Software

- Lenguaje de programación C.
- Lenguaje de programación Python.
- 64-bit Operating System Windows 8.1 Professional.



- Sistema Operativo de 64 bits Windows 10.
- Software para la compilación Arduino IDE.
- Navegador Google Chrome.
- Navegador Google Chrome Móvil.

3.6.3. Descripción de la investigación

La presente investigación pretende demostrar, implementar y diseñar un sistema de control de una válvula motorizada para la clorificación de agua para el distrito de Santa Lucia, esta investigación consta de tres fases que se describen a continuación.

- **Fase 1:** Esta fase trata esencialmente búsqueda de información, consulta bibliográfica y sitios web, sobre plataformas de desarrollo, elección de componentes y técnicas o métodos implementación del sistema de automatización.
- **Fase2:** Esta fase comprende el diseño del sistema en la parte física y pruebas preliminares.
- **Fase2:** ya realizado el diseño físico, esta fase comprende de la programación del Arduino y pruebas finales.
- **Fase 3:** Comprende la obtención y el proceso de verificación, que consiste en relacionar los resultados, para luego analizar los resultados, ya que es necesario para ver el buen funcionamiento y su posterior corrección.

3.6.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se refiere a cómo y qué medios se usan para la obtención de la información que será de utilidad para la corroboración de nuestras hipótesis, por lo tanto, resumimos este apartado de la siguiente forma:



Tabla 5: Técnicas e instrumentos para recolección de datos

| Técnicas | Instrumentos |
|---|---|
| Consultas bibliográficas y de bases de datos. | Papers, foros, blogs, libros, videotutoriales y más fuentes de información publicadas en Internet |
| Observación de pruebas finales | Capturas a la pantalla, navegador web, navegador web móvil, software de Arduino y fotos. |

Elaborado por el equipo de trabajo



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CANTIDAD CORRECTA DE CLORO POR VOLUMEN DE AGUA

El cloro es uno de los métodos desinfectantes más efectivos que existen. Es de bajo costo, seguro y bastante fácil de administrar en los sistemas de agua, por lo que es ideal tanto para los propietarios de viviendas como para los distritos municipales de agua. No solo es eficaz en el agua: el cloro también puede usarse para desinfectar superficies, tuberías y tanques de almacenamiento en el sistema de tratamiento de su hogar. Use la tabla a continuación para agregar la cantidad correcta de cloro a su tanque y llevar el cloro residual en el tanque al nivel deseado (si se tiene un tanque de almacenamiento de acero, ya que pueden corroerse con el uso con el tiempo y desarrollar fugas después del saneamiento con cloro), veremos los pasos para desinfectar y desinfectar los tanques de almacenamiento, y cómo determinar la cantidad de cloro necesaria para su aplicación:

- Limpie el tanque de almacenamiento o depósito. Retire la suciedad y la manguera de fregado de cualquier suciedad u otros depósitos en las superficies interiores. Si es posible, bombee para eliminar cualquier sólido suspendido o materia extraña en el agua.
- Frote las superficies interiores del tanque / depósito de almacenamiento con una solución fuerte de cloro que contenga 1/4 galón de cloro de piscina, por cada 5 galones de agua.
- Inspeccione el tanque de almacenamiento en busca de grietas / fugas alrededor de la tapa, los respiraderos o las vías de acceso. Asegúrese de que no entren insectos,



roedores o escombros en el tanque durante su funcionamiento normal al revisar adecuadamente las ventilaciones y sellar herméticamente la tapa.

- Use las tablas a continuación para agregar la cantidad correcta de cloro a su tanque y llevar el cloro residual en el tanque al nivel deseado.
- Se recomienda llevar los niveles de cloro en su tanque a 5 o 10 ppm y déjelo reposar durante 12 horas o más. Si se necesita una desinfección completa, pero el tiempo es corto, use un residuo de 50 o 100 ppm y deje reposar durante 2 a 6 horas. Asegúrese de drenar y enjuagar su tanque cuando use estos niveles de cloro más altos, y evite drenar a tanques sépticos o arroyos, ríos o lagos.
- Si su pozo es de baja producción, considere la posibilidad de transportar agua por camión. A menudo es más barato hacerlo y evitará que el estrés en su pozo vuelva a llenar el tanque de retención.

Desinfección con blanqueador líquido doméstico (hipoclorito de sodio al 5%).

Si usa cloro de piscina (hipoclorito de sodio al 12%) use la mitad de las cantidades a continuación.

Tabla 6: Tabla de cloro residual

| Tanques de almacenamiento de galones. | Aprox. partes por millón de cloro residual logrado al agregar 5% de cloro, en las cantidades a continuación. | | | | |
|---------------------------------------|--|-------------|-------------|------------|------------|
| | 1PPM | 5PPM | 50PPM | 100PPM | 200PPM |
| 10,000 | 10 oz. | 1.5 galones | 10 galones | 20 galones | 40 galones |
| 5000 | 5 oz. | 3 qts. | 5 galones | 10 galones | 20 galones |
| 2500 | 2.5 oz. | 1.5 qt. | 2.5 galones | 5 galones | 10 galones |



(continuación...)

| | | | | | |
|------|---------------------|---------------------|-------------------|-----------|-----------|
| 1500 | 1.5 oz. | 1 qt. | 1.5 galones | 3 galones | 6 galones |
| 1000 | 1 oz. | 12 oz. | 1 galón | 2 galones | 4 galones |
| 500 | 1 cucharada de mesa | 6 oz. | 1/2 galón | 1 galón | 2 galones |
| 250 | 1.5 – 2 cucharilla | 3 oz. | 1 qt. | 1/2 galón | 1 galón |
| 100 | 1 cucharilla | 1.5 cuchara de mesa | 1 pinta o 2 tazas | 1 qt. | 1/2 galón |

Elaborado por el equipo de trabajo

Desinfección con gránulos de cloro secos de 1 gramo

- 1 taza de gránulos = 200 gránulos = 1/2 lb
- 25 gránulos en 100 galones = 50 ppm
- 2 tazas de pellets = 400 pellets = 1 lb
- 50 gránulos en 100 galones = 100 ppm

Tabla 7: Tabla de cloro residual, adición de gránulos de cloro

| Tanques de almacenamiento de galones. | Aprox. partes por millón de cloro residual logrado mediante la adición de gránulos de cloro seco en las cantidades a continuación. | | | | |
|---------------------------------------|--|-------------|-------------|----------|-----------|
| | 1PPM | 5PPM | 50PPM | 100PPM | 200PPM |
| 10,000 | 1 taza | 2.5 tazas | 5 lbs. | 10 lbs. | 30 lbs. |
| 5000 | 1/2 taza | 1.3 taza | 5 tazas | 5 lbs. | 15 lbs. |
| 2500 | 30 gránulos | 2/3 taza | 2.5 tazas | 5 tazas | 15 tazas |
| 1500 | 18 gránulos | 1/4 taza | 1.5 tazas | 3 tazas | 9 tazas |
| 1000 | 12 gránulos | 32 gránulos | 1 taza | 2 tazas | 6 tazas |
| 500 | 6 gránulos | 16 gránulos | 1/2 taza | 1 taza | 3 tazas |
| 250 | 3 gránulos | 8 gránulos | 1/4 taza | 1/2 taza | 1.2 tazas |
| 100 | 1 gránulo | 3 gránulo | 25 gránulos | 1/4 taza | 1/2 taza |

Elaborado por el equipo de trabajo

4.2. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DEL PROTOTIPO

El prototipo está conformado por todos los elementos del sistema, dispositivos electrónicos, dispositivos eléctricos, reservorios, tuberías, entre otros.

4.2.1. Diseño de la maqueta

En el diseño de la maqueta se están considerando los reservorios, uno principal para contener el agua que será enviada para el consumo humano y otro para el cloro, también se usan válvulas eléctrico mecánicas basadas en solenoide, una válvula permite o niega el paso del cloro hacia el reservorio principal y la otra válvula para permitir o negar el paso del agua sin tratar del exterior hacia el reservorio principal, dentro del reservorio principal se encuentra el sensor ultrasónico que se encarga de medir el nivel de agua existente en el reservorio.

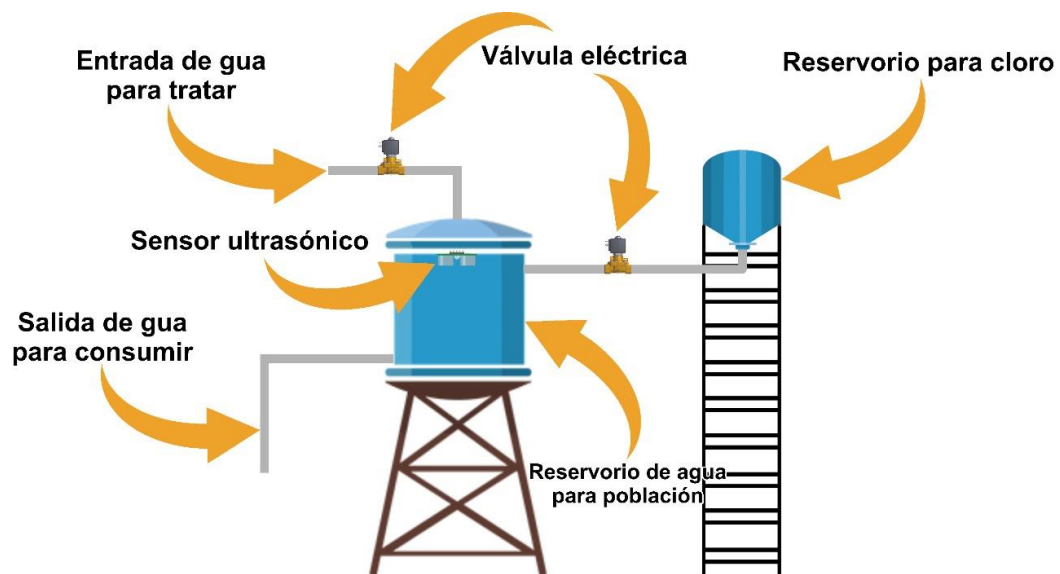


Figura 60: Diseño del prototipo.

Elaborado por el equipo de trabajo

El proceso consiste básicamente en recibir el agua desde el exterior (de una fuente de agua natural o artificial) para que pueda ingresar al reservorio de agua principal, el sensor ultrasónico constantemente estará revisando el nivel de agua en este reservorio, de esta forma se podrá conocer el volumen de agua en el reservorio para poder agregar la



cantidad correcta de cloro, considerando que si se excediera la cantidad de cloro por volumen de agua se estaría envenenando a la población que consumirá el agua, por otra parte si la cantidad de cloro por volumen de agua es muy baja entonces no se estaría tratando correctamente el agua y la población estaría consumiendo agua contaminada.

4.3. DIAGRAMA DE FLUJO

El diagrama de flujo muestra cómo el sensor ultrasónico mide constantemente el nivel de agua en el reservorio principal, entonces el sistema electrónico hace una prueba condicional que indica si está lleno el tanque entonces se abre la válvula por un tiempo determinado para agregar cloro al reservorio de agua en el caso contrario se abre la válvula para recibir agua desde el exterior al tanque principal.

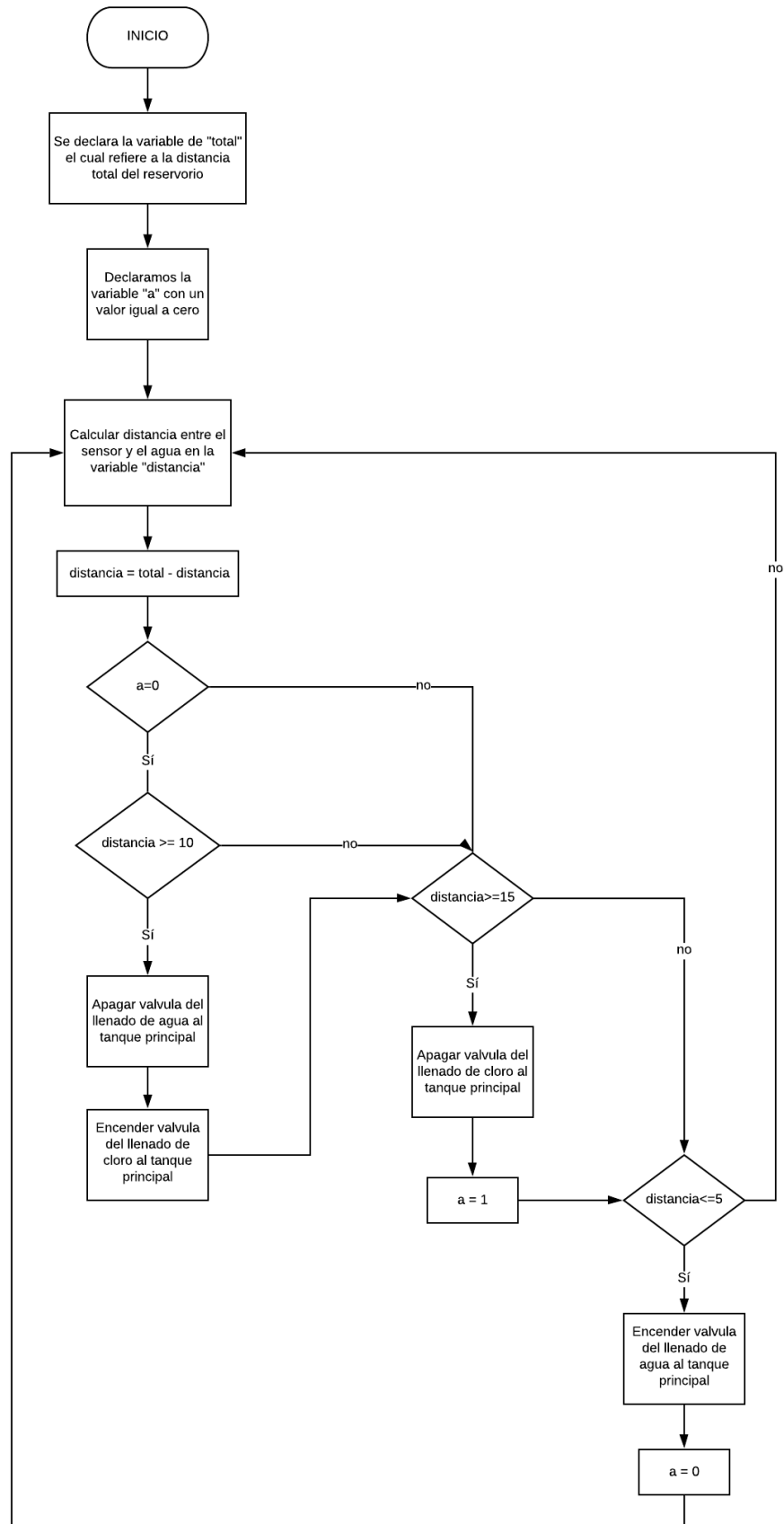


Figura 61: Diagrama de flujo para el sistema.

Elaborado por el equipo de trabajo



4.4. CÓDIGO DEL PROGRAMA

4.4.1. Variables para cálculos

En este apartado se declara las variables que se utilizarán en todo el programa como son las siguientes constantes y variables:

- Pines de funcionamiento del sensor Ultrasonido
- Pin de las válvulas utilizadas
- Variables internas necesarias para la programación

Seguidamente se muestra el código utilizado con la explicación respectiva de cada acción que se realiza en cada línea de código implementado:

```
//// ##VARIABLES PARA CALCULOS## ////  
  
// Pin Echo y Trigger pertenecen al sensor ultrasonido  
  
const int pinecho = 11;  
  
const int pintrigger = 12;  
  
// v1 pertenece a la válvula que permite el llenado de agua al tanque principal  
  
const int v1 = 13;  
  
// v2 pertenece a la válvula que permite el llenado de cloro al tanque principal  
  
const int v2 = 3;  
  
// total pertenece a la altura que tiene el tanque principal  
  
int total = 20;
```



```
// a es una variable que nos ayudara en el algoritmo
```

```
int a = 0;
```

```
// tiempo es la variable que ayudara a calcular la distancia entre en sensor y el agua
```

```
unsigned int tiempo, distancia;
```

4.4.2. Preparar la comunicación serial y configurar pines de entrada y salida

La configuración es necesaria ya que aquí es donde se declara el tipo de funcionamiento que tendrá cada entrada del microcontrolador. Las opciones de estas son Salida o Entrada, es decir, si el pin es el que mandara una señal a través del microcontrolador o de lo contrario entrara una señal al microcontrolador para ser analizado o procesado según el programa construido. Para este caso en particular tenemos la siguiente configuración:

- Se prepara la comunicación serial a una sincronización de 9600 Baudios
- Los pines del sensor se configuran uno como entrada y el siguiente como salida del microcontrolador
- Seguidamente se configura las válvulas las cuales serán salidas.
- También se establece un estado determinado de balo o 0 lógico para la válvula número 2.

Seguidamente se muestra el código utilizado con la explicación respectiva de cada acción que se realiza en cada línea de código implementado:

```
void setup() {
```

```
//// ##PREPARAR LA COMUNICACION SERIAL## ////
```



```
Serial.begin(9600);

//// ##CONFIGURAR PINES DE ENTRADA Y SALIDA## ////

// Se coloca el pin Echo como entrada

pinMode(pinecho, INPUT);

// Se coloca el pin Trigger como salida

pinMode(pintrigger, OUTPUT);

// El pin 13 el cual es v1 se configura como salida

pinMode(13, OUTPUT);

// El pin 3 el cual es v2 se configura como salida

pinMode(3, OUTPUT);

// La válvula número 2, es decir v2 se establece inicialmente en bajo o 0 lógico

digitalWrite(v2, LOW);

}
```

4.4.3. Cálculo de la distancia con el sensor ultrasonido y procesamiento del sistema

El programa donde se realiza el manejo de las variables y configuraciones establecidas anteriormente inician aquí, puesto que el primer paso es saber la distancia de los reservorios para así ejecutar algún actuador y así lograr una acción determinada que más adelante se explicara pasamos a explicar el siguiente programa el cual se encarga de calcular la distancia que hay entre el sensor y el líquido que en este caso en articular es el agua del reservorio.



- Se envían pulsos para saber el tiempo de respuesta.
- Se espera el tiempo que recorre el pulso completo para su posterior análisis en el programa.
- Se analiza la respuesta del pulso mandado con el tiempo de respuesta que se obtiene del paso anterior.
- Se utiliza la fórmula para determinar la distancia final con la que se trabajara, la fórmula es: $\text{Distancia} = \text{tiempo}/58$.
- Ahora tenemos almacenada en la variable tiempo la longitud es centímetros que hay desde el sensor ultrasonido hacia el agua que está contenido en el tanque el cual nos servirá para la posterior parte del código en el cual manejaremos esta variable.

EL procesamiento es establecer las acciones necesarias en torno a la variable de distancia el cual maneja la distancia del tanque que se quiere automatizar. La nomenclatura de V1 y V2 se refiere a la válvula número 1 y la válvula número 2 respectivamente, la válvula número 1 es la que permite el llenado del tanque principal que contiene el agua recolectada para su posterior uso, por otro lado, la válvula número 2 se refiere a la que da paso del tanque del cloro al tanque principal que almacena el agua, es decir, la válvula número 2 es la que da paso a no al líquido del cloro, el procesamiento es el siguiente:

- Se resta el total de altura del tanque con la distancia que se obtuvo del sensor esto con la finalidad de obtener la distancia de agua que contiene el tanque y así saber en qué momento el tanque que se requiere automatizar se encuentra lleno o se encuentra vacío.



- Luego a través del monitor serial del propio IDE de Arduino u otro dependiendo al usuario se envía la distancia medida, es decir la altura de agua que contiene el tanque con su respectiva medida que en este caso sería los centímetros como se puede apreciar en la captura de pantalla.
- Se establece una condicional con la variable “a” creada la cual al inicio se establece en 0, es decir que su valor inicial es 0, en un inicio esta condicional será verdadera así que dará paso a la siguiente condicional.
- La condicional que contiene “ $\text{distancia} \geq 20$ ” nos indica que si esta se cumple que si la distancia del agua que contiene el tanque será mayor o igual a 20 centímetros el cual es casi llena del tanque experimental que se utiliza este realizara la acción de apagar la válvula número 1 y encender la válvula número 2 con un retardo de 50 milisegundos en cada acción realizada de cambiar de estado en las válvulas.
- Se ser cierto que “ $\text{distancia} \geq 25$ ”, es decir, que la distancia de sea igual o mayor a la de 25 centímetros que el cual se refiere al borde del límite de almacenamiento en el tanque del prototipo que se realizara, esta acción desactiva la válvula número 2 y la variable “a” la establece con el valor de 1 para su posterior uso.
- Por último, si la distancia será menor o igual a 5 centímetros establece que la válvula número 1 se encenderá y también que la variable “a” almacene un valor de 0.

Seguidamente se muestra el código utilizado con la explicación respectiva de cada acción que se realiza en cada línea de código implementado:

```
void loop() {  
  
    /// ##PROCESAMIENTO## ///
```



```
//Enviar el pulso de disparo en el pin Trigger

digitalWrite(pintrigger, LOW);

delayMicroseconds(2);

digitalWrite(pintrigger, HIGH);

//El pulso dura alrededor de 10 microsegundos

delayMicroseconds(10);

digitalWrite(pintrigger, LOW);

//Medir el tiempo del pin Echo, el pulso es proporcional a la distancia medida

tiempo = pulseIn(pinecho, HIGH);

// Dividimos el pulso entre 58 para obtener la distancia en centímetros

distancia = tiempo / 58;

// Enviar el resultado al monitor serial

distancia=total-distancia;

Serial.print(distancia);

Serial.println(" cm");

delay(200);

// Si a=0 y distancia>=10, la válvula 1 ("V1") se apaga y la válvula 2 ("V2") se
enciende

if (a==0){

    if (distancia >= 10) {
```



```
digitalWrite(v1, LOW);

delay(50);

digitalWrite(v2, HIGH);

delay(50);

}

}

//Si distancia>=15, la válvula 2 ("V2") se apaga y la variable "a" es igual a 1

if (distancia >= 15){

    digitalWrite(v2, LOW);

    a = 1;

}

// Si distancia<=5, la válvula 1 ("V1") se enciende y la variable "a" es igual a 0

if (distancia <= 5){

    digitalWrite(v1, HIGH);

    a=0;

}

}
```

4.5. REPRESENTACIÓN GRÁFICA

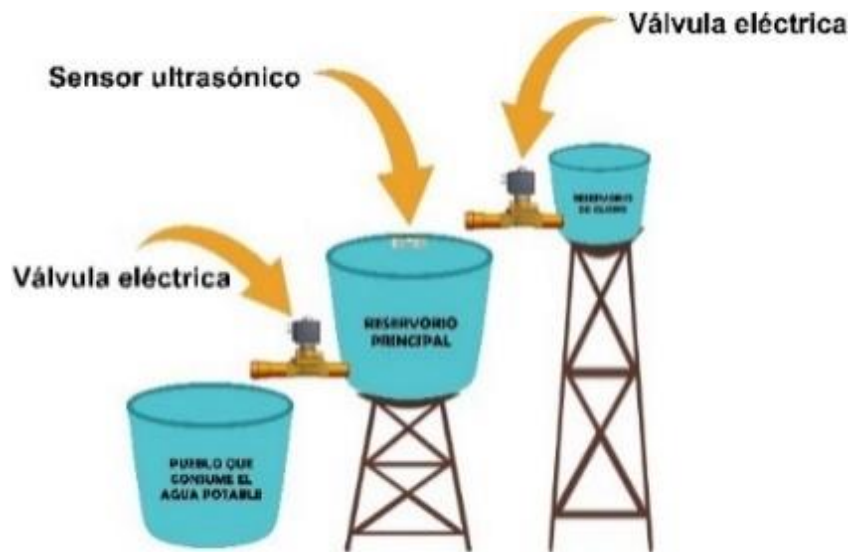


Figura 62: Representación gráfica
Elaborado por el equipo de trabajo

4.6. PROTOTIPO DEL EXPERIMENTO

4.6.1. Sistema global

Como se puede apreciar en la imagen el sistema global consta de 3 tanques los cuales nos ayudaran al control automático de todo el sistema de recepción, tratamiento y distribución de agua potable con la característica de realizar un tratamiento de clorificación para el posterior uso de potable del agua ya tratada. Este sistema tiene la forma de escala o pirámide que ya tiene jerarquías o la altura de cada tanque con respecto al piso son distintos y decrece según cada tanque respectivo. Cada tanque tiene una cierta capacidad de almacenamiento del líquido correspondiente. Los tanques simulados tienen características especiales como actuadores y sensores implementados en estos los cuales servirán para la automatización de este sistema que se encuentra implementado como se muestra en la imagen:



Figura 63: Prototipo del sistema
Elaborado por el equipo de trabajo

4.6.2. Tanque de cloro

Este tanque se encuentra en la parte más elevada, en el prototipo tiene una capacidad establecida y es de 4 litros, tiene la función de simular el tanque de cloro ya que se utilizará para la purificación del agua con respecto al tanque principal el cual almacenará el agua potable.

4.6.3. Tanque de principal

Este tanque principal se encuentra en la parte media, por debajo del tanque de cloro y por encima del reservorio para la población, es el que simulará al reservorio que



almacenará el agua potable a través del tratamiento de clorificación. En el prototipo, el reservorio tiene una capacidad de 6 litros, el cual está comunicado con la salida del reservorio de cloro para su respectiva purificación del agua.

4.6.4. Tanque para la población

Este tanque o reservorio será el encargado de realizar la simulación del pueblo el cual realizará el consumo del agua tratada y automatizada de este proyecto de investigación. Este recipiente tiene como característica de almacenamiento un total de 6 litros en el prototipo, el cual será utilizado netamente para simular al usuario final.

4.7. SISTEMA CONTROLADOR:

El sistema mostrado aquí consta con un sensor el cual sería el ultrasonido, este sensor nos ayudará a mejor distancia a través de ultrasonido propiamente dicho, solo se utilizará 1 ya que solo se necesita medir el tanque principal el cual almacena el agua potable que el usuario final tendrá que utilizar a través por su puesto de un tratamiento de clorificación para su debido uso saludable del agua. Los actuadores son válvulas que ayudaran al control del paso o no de líquidos, el primer líquido que se tendrá que ser controlado es el agua no tratada que será ingresado al tanque principal, seguidamente se tendrá que controlar también la válvula que controla el paso o no de cloro en líquido el cual solo tiene cierta cantidad se pasó con respecto a este líquido y luego de ejecutar esa mezcla se tendrá que apagar la válvula. El controlador para este sistema automatizado será un Arduino Uno el cual nos ayudara a recolectar información como la del sensor ultrasonido y de acuerdo con esa información hacer cálculos para posteriormente realizar acciones con actuadores que en este caso son las válvulas como ya se mencionó.

4.7.1. Válvula del reservorio principal

En la siguiente figura se puede ver el esquemático del circuito que controla la válvula ubicada en el reservorio principal, es un circuito de amplificación transistorizada para permitir el flujo de corriente eléctrica en el solenoide y activar la válvula, por supuesto requiere de una alimentación en corriente continua.

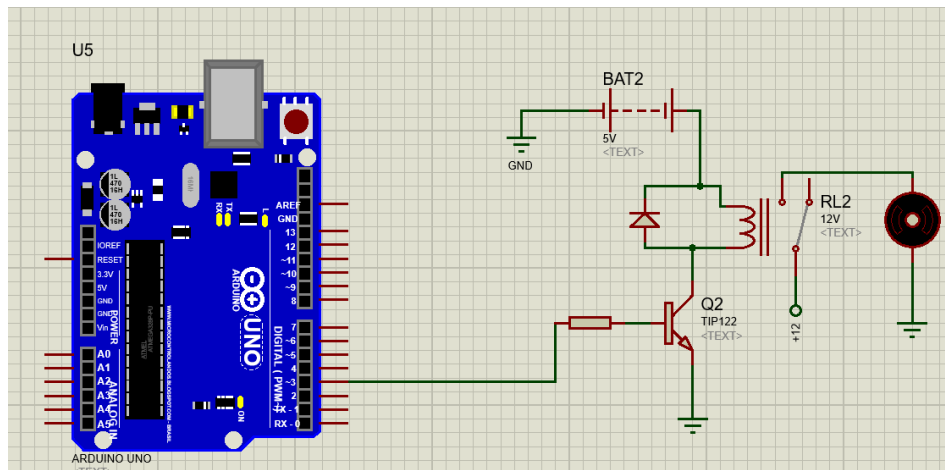


Figura 64: Circuito de control de válvula principal.

Elaborado por el equipo de trabajo

A continuación, se puede observar una figura más amigable para el usuario final.

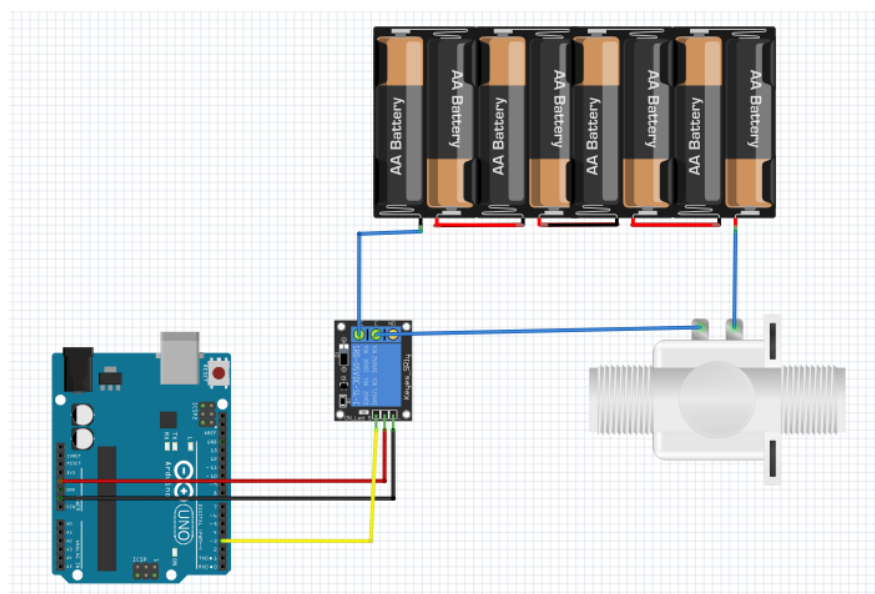


Figura 65: Circuito normalizado de control de válvula principal.

Elaborado por el equipo de trabajo

4.7.2. Válvula del reservorio de cloro

En la siguiente figura se puede ver el esquemático del circuito que controla la válvula ubicada en el reservorio de cloro, es un circuito de amplificación transistorizada para permitir el flujo de corriente eléctrica en el solenoide y activar la válvula, por supuesto, también requiere de una alimentación en corriente continua.

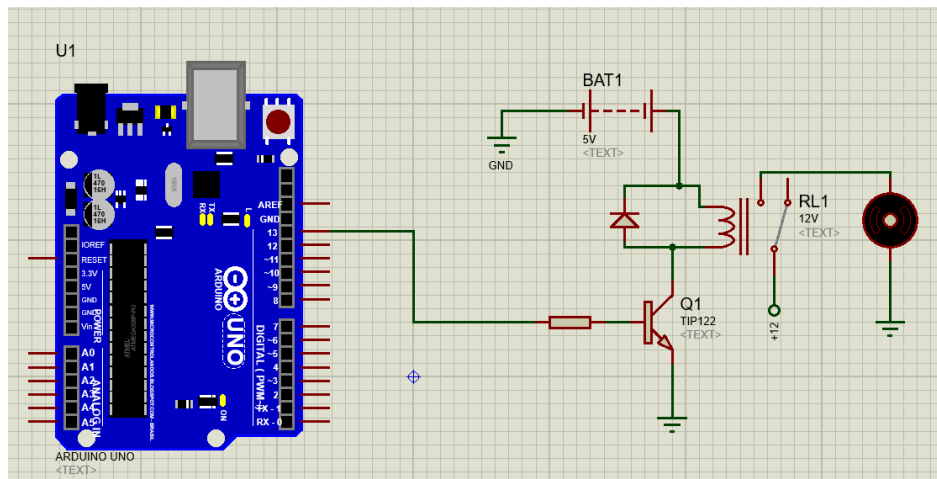


Figura 66: Circuito de control de válvula del reservorio de cloro.

Elaborado por el equipo de trabajo

A continuación, se puede observar una figura más amigable para el usuario final.

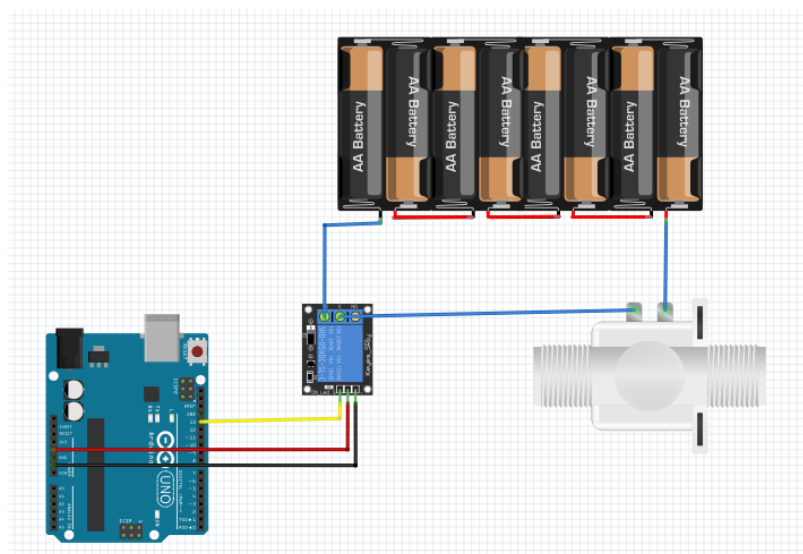


Figura 67: Circuito de control normalizado de válvula del reservorio de cloro.

Elaborado por el equipo de trabajo

4.7.3. Pantalla LCD

La pantalla LCD permite la visualización del estado de las válvulas y nivel de agua en el reservorio principal. En la siguiente figura se observa las conexiones del circuito para la pantalla.

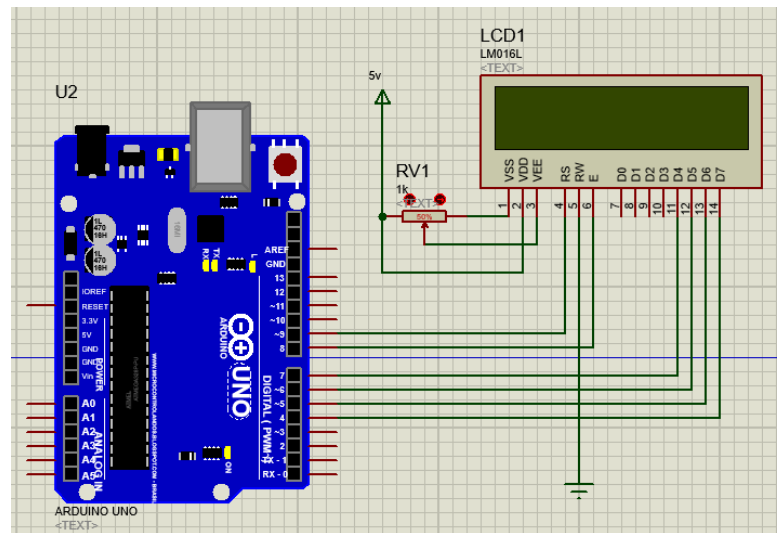


Figura 68: Circuito para la pantalla LCD.

Elaborado por el equipo de trabajo

A continuación, se puede observar una figura más amigable para el usuario final.

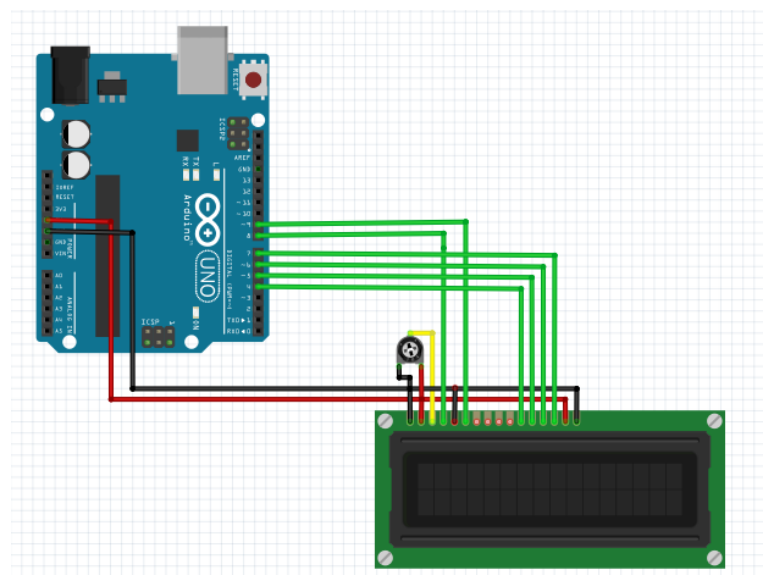


Figura 69: Circuito normalizado para la pantalla LCD.

Elaborado por el equipo de trabajo

4.7.4. Sensor ultrasónico

El sensor ultrasónico permite medir el nivel de agua en el reservorio principal, esto permite que el sistema pueda determinar cuándo puede aplicar la dosis adecuada de cloro, determinar cuánto tiempo debe aplicar el cloro y finalmente sirve para determinar el estado constante del reservorio principal. La siguiente figura muestra las conexiones del circuito para el sensor ultrasónico o sonar.

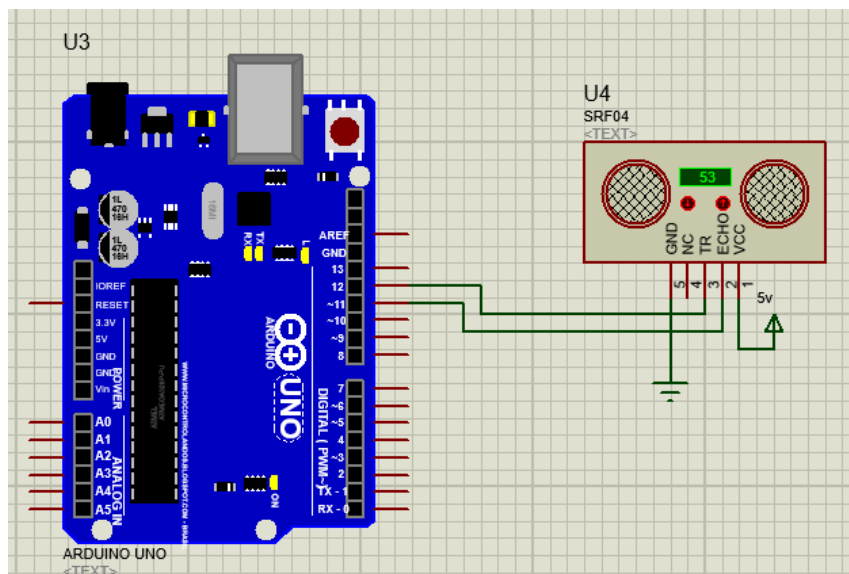


Figura 70: Circuito para el sensor ultrasónico.

Elaborado por el equipo de trabajo

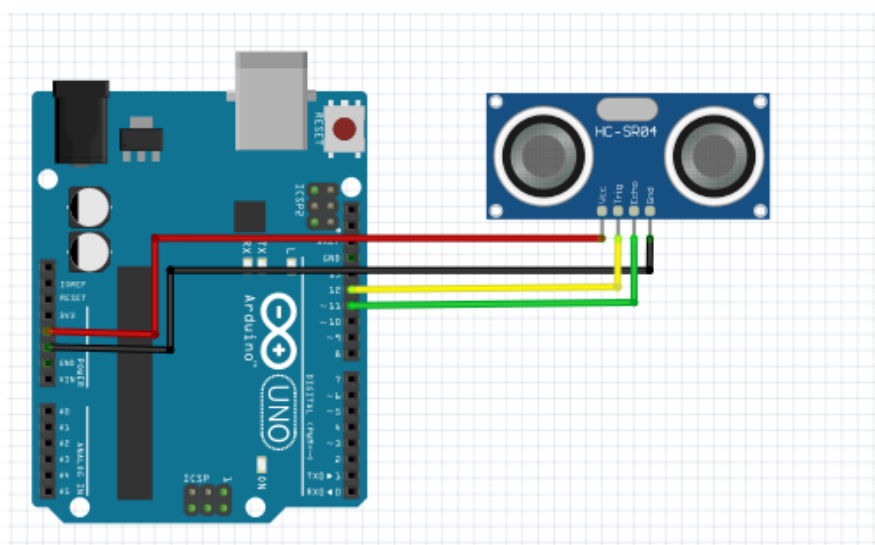


Figura 71: Circuito normalizado para el sensor ultrasónico.

Elaborado por el equipo de trabajo

4.7.5. Diagrama general

El diagrama general está constituido por todas las partes del sistema, los cuales están integrados y diseñados junto a un algoritmo de programación que permita hacer las pruebas en prototipo de forma correcta, la principal fuente de adquisición de datos y resultados, es el prototipo que fue implementado para su aporte a la salud pública en zonas alejadas con un costo mínimo y relativamente bajo con respecto a otros sistemas de control disponibles en el mercado.

La siguiente figura muestra el sistema integrado.

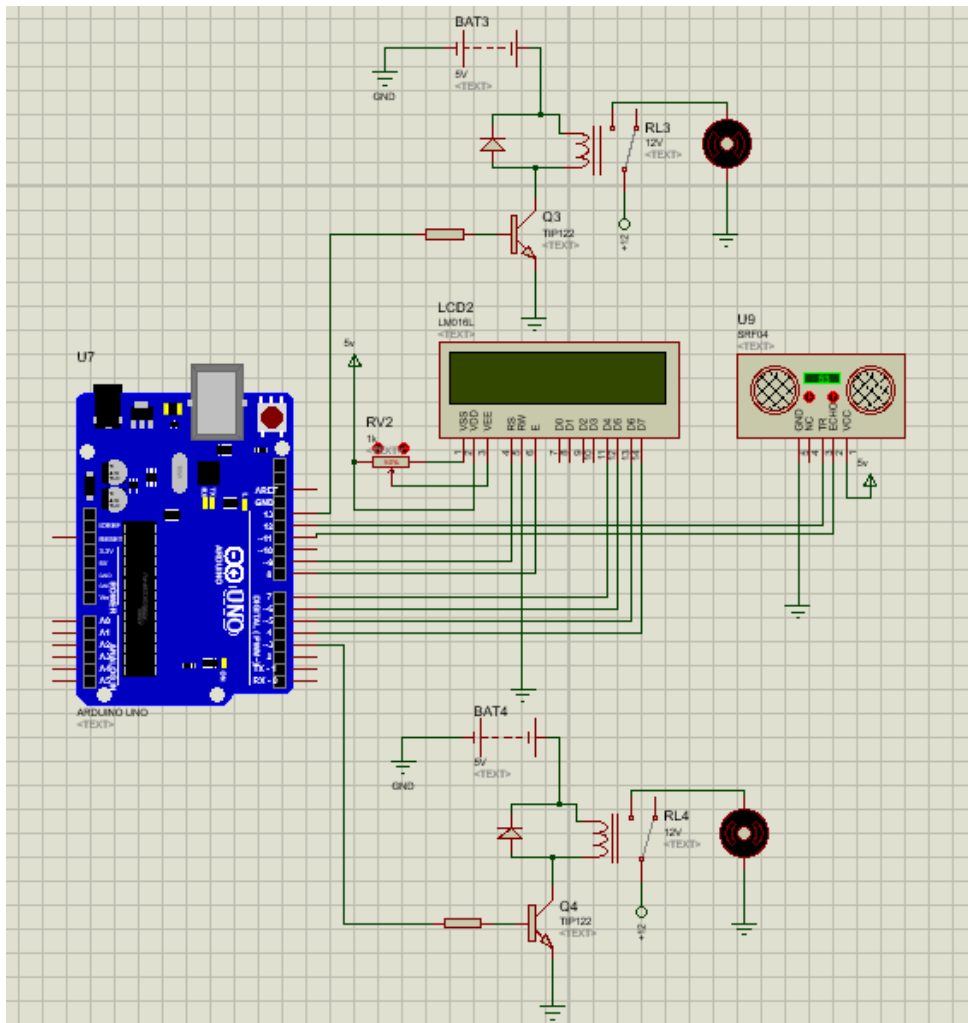


Figura 72: Sistema completo para la clorificación de agua.

Elaborado por el equipo de trabajo



Primeramente, el tanque principal se encuentra vacío ya que este es el estado inicial de este, como se puede ver en la imagen no existe aún líquido y es la razón por la cual se llenara poco a poco este con agua para simular la entrada de agua que tendría el tanque principal para su posteriores instrucciones aplicadas por el sistema, entonces es aquí donde el sensor ultrasonido detecta que el tanque está vacío y acciona la válvula para el llenado de agua al tanque principal, esto solamente hasta cierta altura determinada ya que se tendrá luego también llenar cierta cantidad de líquido de cloro para su respectivo tratamiento del agua y así llegar al usuario final.

El agua del determinado tanque llegó hasta cierto punto donde se establece que la válvula que controla ese flujo de agua debería de apagarse ya que de lo contrario llegaría al sobrepasar el límite de almacenamiento de líquido con respecto al este tanque principal y como consecuencia desbordaría la capacidad del reservorio y/o llegaría a dañar el sensor ultrasonido que se encuentra al límite del máximo de almacenamiento ya que se determinó que debería de ser el lugar más indicado para la correcta lectura de altura con respecto al agua y el límite de almacenamiento de este tanque. Se muestra que, ya que ahora que el tanque satisface el llenado apropiado con respecto al agua, se procederá a abrir ahora la válvula la cual controla el paso o no del cloro en líquido que será mezclado con el agua ya almacenada en al tanque principal.

La válvula que controla el cloro en líquido ya fue abierta y se cerró automáticamente al llegar a cierta altura a que solo se necesita una cantidad necesaria. El tanque o reservorio principal tiene más altura con respecto al líquido contenido en él ya que se está almacenando en ese momento el agua y el cloro en líquido mencionado anteriormente. Se establece ese límite mostrado ya que como anteriormente se explicó rebasar el límite de almacenamiento no es recomendable.



Seguidamente de las acciones aplicadas anteriormente ahora se pasa a utilizar el agua ya tratada, esto se simula con la transmisión de líquido del tanque principal al tanque que simula la población o usuario final el cual es el último balde como se puede mostrar en la imagen. Esto se logra gracias a una válvula mecánica como la que tendría cada usuario final. Ahora que se llegó hasta este punto cabe recalcar que es justo aquí donde tiene similitud con el estado inicial que se tenía, es por ese motivo que cuando se llega a este punto el proceso se repite desde el punto inicial donde se empezó a explicar el sistema y así se logra un bucle infinito el cual como resultado nos da un sistema automatizado de agua tratada y distribuida al usuario final.

4.9. PRUEBAS EN PROTOTIPO Y COMUNICACIÓN SERIAL

Es esta prueba se hace énfasis a los resultados que nos lanza el programa implementado con interacción de los actuadores y sensores utilizados en este trabajo de investigación, la comunicación serial es una herramienta que ayudara a visualizar a través de la computadora el estado de los actuadores y la información recibida se los sensores para así lograr visualizar un comportamiento normal o correcto funcionamiento del sistema y así poder determinar alguna falla o carencia de algún tipo de datos, acción, etc.

Como se puede mostrar en la imagen el primer estado ya anteriormente explicado también es que el tanque inicialmente está vacío así que debería de realizar una lectura de 0 centímetros de altura y es el cual muestra en la imagen mostrada a continuación, eso nos dice muestra que el sensor de distancia que en este caso es el sensor ultrasonido funciona perfectamente. Como la lectura del tanque indica que está vacío necesitamos que este se logre llenar y es así como se enciende la válvula uno la cual se encarga del llenado del tanque principal para sus posteriores instrucciones del microcontrolador.



```
COM1
13 cm
Valvula 1 apagada
Valvula 2 encendida
13 cm
Valvula 1 apagada
Valvula 2 encendida
13 cm
Valvula 1 apagada
Valvula 2 encendida
13 cm
Valvula 1 apagada
Valvula 2 encendida
15 cm
Valvula 1 apagada
Valvula 2 encendida
Valvula 2 apagada
16 cm
Valvula 2 apagada
16 cm
Valvula 2 apagada
15 cm
Valvula 2 apagada
15 cm
Valvula 2 apagada
16 cm
Valvula 2 apagada
16 cm
Valvula 2 apagada
15 cm
Valvula 2 apagada
```

Autoscroll Mostrar marca temporal

Figura 76: Lecturas del dispositivo
Elaborado por el equipo de trabajo

El sensor ahora lectura una distancia de 1 centímetro y es que esto sucede cuando la población consumió el agua potable y ahora se llega a un punto inicial nuevamente donde se explicó al inicio de este proceso.

```
COM1
5 cm
Valvula 1 encendida
4 cm
Valvula 1 encendida
2 cm
Valvula 1 encendida
1 cm
Valvula 1 encendida
1 cm
Valvula 1 encendida
1 cm
Valvula 1 encendida
1 cm
Valvula 1 encendida
1 cm
Valvula 1 encendida
1 cm
Valvula 1 encendida
1 cm
Valvula 1 encendida
1 cm
Valvula 1 encendida
1 cm
Valvula 1 encendida
1 cm
Valvula 1 encendida
1 cm
Valvula 1 encendida
1 cm
Valvula 1 encendida
1 cm
Valvula 1 encendida
```

Autoscroll Mostrar marca temporal

Figura 77: Lectura del estado de la válvula
Elaborado por el equipo de trabajo



V. CONCLUSIONES

Se diseñó un prototipo para un sistema de control de una válvula motorizada para la clorificación de agua para el distrito de Santa Lucía. Esto se logró con el correcto funcionamiento de un algoritmo que usa la lógica para controlar una válvula motorizada que pueda permitir o negar el ingreso del cloro hacia el reservorio que contiene el agua de consumo humano.

Se evaluó el sistema de control de la válvula motorizada para poder agregar cloro al agua de consumo para el distrito de Santa Lucía. Se ha determinado que el algoritmo diseñado puede establecer la cantidad de cloro que se necesita, basándose en la cantidad de agua que existe en el reservorio, y es directamente proporcional; también es muy importante el tiempo que la válvula esté abierta para poder realizar esta tarea. La especificación indica que la cantidad de cloro depende de la cantidad de agua en el reservorio principal, al mismo tiempo que el sistema está constantemente supervisando el sistema para un mejor control del proceso de clorificación.

Se diseñó e implementó el prototipo del sistema de control de la válvula motorizada para la clorificación automática cumpliendo los estándares del Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS). Estos estándares se rigen por la publicación denominada “Calidad de Agua Potable en el Perú”, publicados por la SUNASS.



VI. RECOMENDACIONES

Es posible realizar un estudio en muchas más localidades para determinar una población más grande y una muestra más representativa. Los recursos económicos y técnicos pueden ser limitantes para realizar este estudio, pero con un financiamiento estatal es muy factible hacer realidad un sistema automatizado para cada sistema de agua en zonas rurales.

Las mediciones realizadas podrán servir para futuras investigaciones, al mismo tiempo que el diseño del sistema podrá ser realizado en un campo real mediante el uso de la lógica realizada en esta investigación y mediante el uso de hardware más robusto.

Es posible crear un sistema de control de la válvula motorizada usando otro tipo de lógica, por ejemplo, la lógica difusa, el algoritmo diseñado puede servir para diseñar nuevas modificaciones y mejoras al sistema.

Lograr el saneamiento de agua según los estándares internacionales es el siguiente paso para esta investigación.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Areny, R. P. (2003). *Sensores y acondicionadores de señal*. Barcelona - España: Publidisa.
- Ariza, E. B., Castañeda, S. M., & Santander, U. T. (2013). *PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN EN LA DOSIFICACIÓN DE QUÍMICOS PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP) EN VÉLEZ SANTANDER*.
- Banahan, M., Declan, B., & Doran, M. (2001). *The C Book*. Addison-Wesley.
- Banzi, M. (2011). *Getting started by arduino*. 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472: O'Reilly.
- Chiamulera, B. G. (2018). *AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CONCENTRACIÓN DE CLORO EN UN TANQUE PULMÓN DE 20000 LITROS*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Danaher, J. (2019). *Automation and Utopia: Human Flourishing in a World without Work*.
- Faludi, R. (2010). *Wireless Sensor Networks*. 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472: O'Reilly.
- Fernando, C. A., & Santiago, O. C. (2012). *DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA DOSIFICACION DE CLORO EN EL TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN LACOMUNIDAD SAN VICENTE DE LACAS*. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo Riobamba - Ecuador.
- Ford, M. (2016). *Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future*.
- Hughes, J. (2016). *Arduino: A Technical Reference*. 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472.: O'Reilly Media.
- Lab-Volt. (2001). *Sensores*. Canada: Lab-Volt.
- Lutz, M. (2009). *Learning Python*. 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472.: O'Reilly .
- Platt, C. (2009). *Make: Electronics*. 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472.: O'Reilly Media.
- Universidad de Alicante. (2009). *Manual de Arduino*.
- Woodson, R. D. (2003). *Water Wells and Septic Systems Handbook* .

ANEXOS

ANEXO A: HOJA DE DATOS DE VÁLVULA USADA EN EL PROTOTIPO



Shenzhen Global Technology Co., Ltd

1" Electric Solenoid Valve

Model: FPD-270A-102- XXX

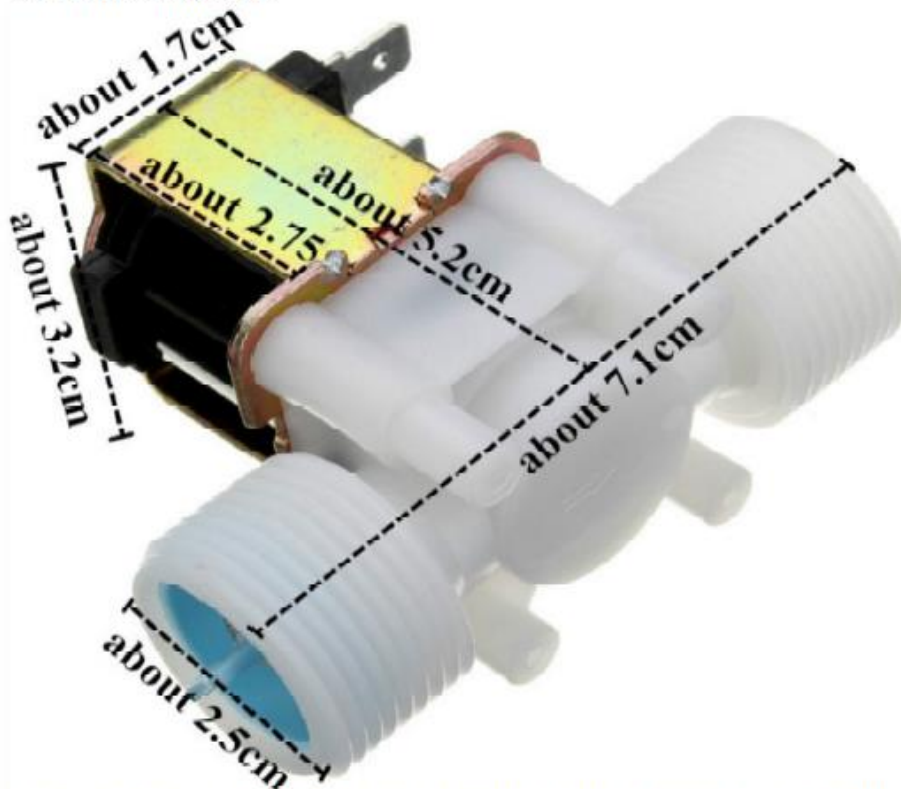
| | |
|--------|----|
| 12VDC | 5W |
| 24VDC | 5W |
| 110VAC | 5W |
| 220VAC | 5W |

Primary technical indexes and notices of the product:

1. The working environmental conditions of the low-pressure electromagnetic inlet valve. Normally closed (N/C)
 - 1.1 The elevation about sea level should be less than 2,500 meter.
 - 1.2 The surrounding environmental temperature should be between 0°C and 40°C.
 - 1.3 Relative air humidity should be below 95% (the temperature is 25°C).
 - 1.4 Material: PP
2. Type and rated technical parameter
 - 2.1 Type: guiding (single direction) solenoid.
 - 2.2 Nominal voltage: Direct current: 12v, 24v ; Alternating current: 110v, 220v
 - 2.3 Rated Power 5W
 - 2.4 ON working: short-time (ON 3min. and OFF 5min.) (intermittent working period)
 - 2.5 Insulation grade: E grade insulation
 - 2.6 Fluid: (0-55°C) water
 - 2.7 Water pressure: 0.02-0.8Mpa
 - 2.8 Features of water flow

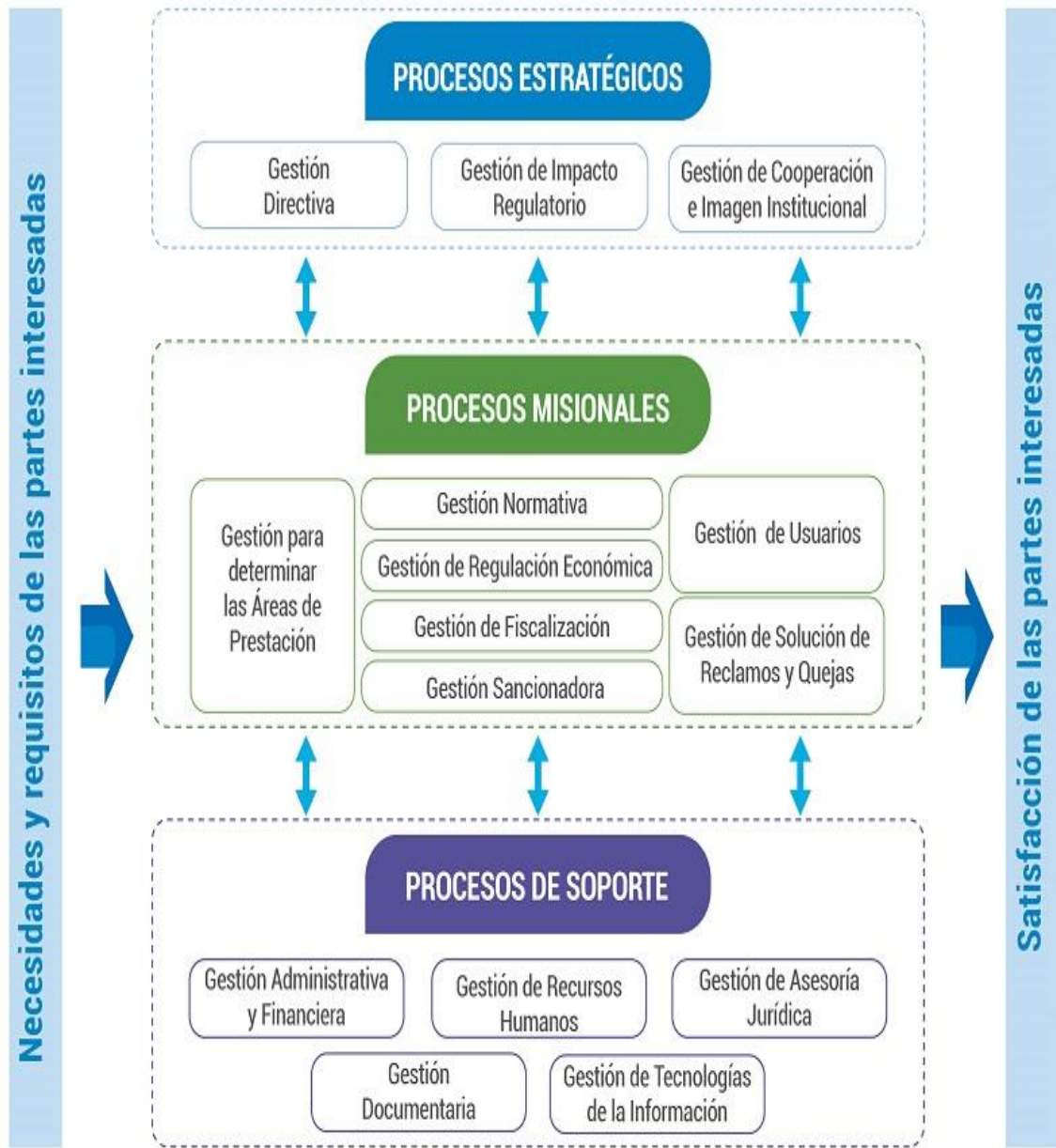
| Pressure (Mpa) | Industry flow (L/min) | Domestic flow (L/min) |
|----------------|-----------------------|-----------------------|
| 0.02 | > 5 | >2 - 3 |
| 0.1 | >11 | >8 - 10 |
| 0.3 | >18 | >13 - 13 |
| 0.8 | >32 | >25 - 28 |

- 2.9 Longevity: over 100,000 times



Shenzhen City, Guangdong Science and Technology Co., Ltd. Address: China's Shenzhen Futian District, Shenzhen Huaqiang North Road
Copyright © 2010-2015 1688.com All rights reserved. Copyright and Trademark Notices

ANEXO B: MAPA DE PROCESOS DE SUNASS





ANEXO C: DATOS TÉCNICOS DE LA GESTIÓN DE AGUA EN EL DISTRITO EN EL MOMENTO DEL ESTUDIO

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTA LUCIA

ALCALDE: SALVADOR ALEJO TUNCO

Datos técnicos

- Oficina de atención Area Tecnica Municipal (ATM).
- Encargo del agua potable Gerente de infraestructura.
- Desde los años 80 cuentan con agua potable y realizan su tramo desde la captación hasta la ciudad llamado 2005 con acuerdo de consejo de Ministerio de Vivienda.
- Los usuarios pagan s/. 30.00 anuales el municipio emite sus recibos.
- El municipio cuenta con su propio ingreso.
- Sistema de cloración por goteo operado por un personal, cada 2 días se realiza la preparación, cada 15 días realizan medida de concentrado de cloro.
- Captación de agua por gravedad en tiempos de lluvia 100L/s y en sequias 40L/s, 3 captaciones de agua.
 1. Muni
 2. Chamlaya
 3. Concilaya
- Distancia de captación a la ciudad de Santa Lucia 25Km.
- Cuentan con 3 personales de mantenimiento.
 1. Gasfitero.
 2. Operador de sistema de clorificacion.
 3. Administrativo.
- Cantidad de usuarios 1153.
- Para nuevo usuario y conexión no cobra el municipio.
- 85% de la población cuenta con agua potable.
- Cuenta con 4 piletas publica.
- 24 horas de servicio en tiempo de lluvia.
- 4 horas de servicio en tiempo de sequía, a lugares que no llega el agua la municipalidad distribuye en cisterna.
- Cuentan con 5 Juntas Administradoras de Servicio y Saneamiento (JASS).
- Medida de reservorio de agua de Santa Lucia.

|