



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

### **CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

#### **“CONSTRUCCIÓN DE UN ARCO DE DESINFECCIÓN AUTOMATIZADO MEDIANTE NEBULIZACIÓN CON COMUNICACIÓN A UN DISPOSITIVO MÓVIL”**

##### **Trabajo de titulación**

Tipo: DISPOSITIVO TECNOLÓGICO.

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

##### **AUTORAS:**

JESSICA PAMELA PALATE MOYOLEMA

MARÍA JOSÉ VALDIVIESO RUIZ

**DIRECTOR:** ING. JOSÉ ENRIQUE GUERRA SALAZAR, MSc.

Riobamba-Ecuador

2021

**© 2021, Jessica Pamela Palate Moyolema; María José Valdivieso Ruiz**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotras, Jessica Pamela Palate Moyolema y María José Valdivieso Ruiz, declaro que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autoras asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 6 de septiembre de 2021



**Jessica Pamela Palate Moyolema**

**180471230-3**



**María José Valdivieso Ruiz**

**020178964-1**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación; tipo dispositivo tecnológico “**CONSTRUCCIÓN DE UN ARCO DE DESINFECCIÓN AUTOMATIZADO MEDIANTE NEBULIZACIÓN CON COMUNICACIÓN A UN DISPOSITIVO MÓVIL**”, realizado por las señoritas: **JESSICA PAMELA PALATE MOYOLEMA** y **MARÍA JOSÉ VALDIVIESO RUIZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Dr. Geovanny Estuardo Vallejo Vallejo

GEOVANNY  
ESTUARDO  
VALLEJO  
VALLEJO

Firmado digitalmente  
por GEOVANNY  
ESTUARDO VALLEJO  
VALLEJO  
Fecha: 2021.11.06  
09:57:08 -05'00'

2021-10-22

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. José Enrique Guerra Salazar

JOSE ENRIQUE  
GUERRA  
SALAZAR

Firmado digitalmente  
por JOSE ENRIQUE  
GUERRA SALAZAR  
Fecha: 2021.11.05  
12:07:45 -05'00'

2021-10-22

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE**

**TITULACIÓN**

Ing. Edwin Vinicio Altamirano Santillán

EDWIN  
VINICIO  
ALTAMIRANO  
SANTILLAN

Firmado digitalmente  
por EDWIN VINICIO  
ALTAMIRANO  
SANTILLAN  
Fecha: 2021.11.05  
17:15:05 -05'00'

2021-10-22

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## DEDICATORIA

Este presente trabajo se lo dedico primordialmente a Dios por no dejarme vencer y darme la fuerza necesaria para cumplir mi objetivo.

Con mucho amor al cielo, a mi Padre **RODRIGO**, por su amor, por ser mi ejemplo y guía, por su sacrificio brindado durante 25 años, ahora con el dolor en el alma y el corazón destrozado, sé que me guiará y será mi principal fortaleza para seguir cumpliendo cada sueño que teníamos juntos, un beso al cielo “Tu hija ya es Ingeniera Papá, lo logué, Te amo infinitamente”.

A mi Madre **CARMEN**, por su amor, entrega y enseñarme que los sueños si se cumplen cuando te lo propones, por ser mi pilar fundamental en un sueño más, y los que faltan aún, por nunca dejarme sola a pesar de altos y bajos.

A mi hermano **BYRON**, por su cariño, sacrificio, por ser mi ejemplo y apoyo en todo momento e instruirme cuando algo marchaba mal.

Pamela

El presente trabajo de titulación lo dedico a Dios, por darme salud y vida, a mi madre **GUADALUPE** por ser la madre más valiente y decida del mundo, invencible ante la vida y luchadora por sus hijas, quien siempre me brindó su apoyo incondicional, he hizo lo imposible para que llegara a mi meta. A mis hermanas **CARINA** y **ALEJANDRA** por ser mis protectoras, mis compañeras de fórmula y los pilares fundamentales de nuestra familia. Por esta razón este éxito es para ustedes por ser el motivo de mi superación.

María José

## AGRADECIMIENTO

A Dios por todas las bendiciones recibidas, por darme la fortaleza necesaria para culminar este hermoso proceso.

A mi ángel en el cielo, Papi **RODRIGO**, por el esfuerzo realizado para que pueda culminar esta etapa, por enseñarme e instruirme buenos valores, por tu amor tan perfecto, por cada detalle, sea grande o pequeño que me regalaste durante varios años, donde sea que te encuentres espero que mis palabras lleguen a ti. ¡Gracias por todo Papá!, Por tí y por mi Mami, soy lo que soy ahora, siempre vivirás en mi corazón, aunque físicamente ya no estés, sé que me cuidarás desde el más allá, te amaré por siempre mi 4-4.

A mi Mami y hermano, por el apoyo brindado a lo largo de mi vida estudiantil, infinitas gracias por haber formado parte de este proceso, porque este logro también es suyo.

A mis tíos Byron, Yolanda, Juan Miguel y Gladys por quererme como una hija y apoyarme a cumplir este anhelado sueño.

A mis ángeles en el cielo, Papito Miguel, Papito Alfonso, Mamita Matilde, Mamita Rosa, Tío Lucho, Tía Blanca, por haberme regalado muchos días de alegría durante su estadía en la tierra.

A mis mejores amigos Pauli, Fer, Majo, Pao, Daniel, Andrés y Alejandro, por el cariño y los consejos brindados en muchos años de amistad y ser mi soporte en días grises.

A aquella persona que me regalo paz y estabilidad en los peores y tristes momentos de mi vida.

A mi Abuelita, tíos, primos y amigos que me apoyaron en uno de mis objetivos propuestos.

Pamela

Agradezco a mi padre JUAN por la ayuda prestada en mi trabajo de titulación, también a mis amigas que hicieron de mi estadía en la universidad una experiencia inolvidable.

María José

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA</b> .....	v
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	xv
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	xvi
<b>ÍNDICE DE ABREVIATURAS</b> .....	xvii
<b>RESUMEN</b> .....	xix
<b>ABSTRACT</b> .....	xx
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I</b> .....	7
<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b> .....	7
1.1. Desinfección .....	7
1.2. Sistema de nebulización .....	9
1.3. Sistemas de desinfección por nebulización .....	11
1.4. Arcos de desinfección por nebulización desarrollados .....	13
1.4.1 <i>Comerciales a nivel mundial</i> .....	13
1.4.2 <i>A nivel nacional</i> .....	15
1.5. Análisis de la estructura del arco de desinfección .....	16
1.5.1 <i>Estructura</i> .....	17
1.5.2 <i>Sensores</i> .....	18
1.5.2.1 <i>Sensores de presencia</i> .....	18
1.5.2.2 <i>Sensores de Nivel</i> .....	19
1.5.3 <i>Boquilla nebulizadora</i> .....	20
1.5.4 <i>Bomba</i> .....	21
1.5.5 <i>Reservorio</i> .....	22
1.6. Comunicaciones móviles .....	23
1.7. Tarjetas de desarrollo .....	25
<b>CAPÍTULO II</b> .....	27
<b>2. PROPUESTA Y DISEÑO DE PROTOTIPO</b> .....	27
2.1. Requerimientos del prototipo .....	27

2.2	Concepción de la Arquitectura General del sistema.....	27
2.3	Diseño de la arquitectura del sistema.....	28
2.4	Descripción de los elementos <i>hardware</i> del sistema .....	29
2.4.1	<i>Arduino Uno</i> .....	29
2.4.2	<i>Módulo GSM/GPRS SIM 900</i> .....	30
2.4.3	<i>Teclado matricial 4x4</i> .....	31
2.4.4	<i>Sensor de nivel flotador interruptor horizontal</i> .....	31
2.4.5	<i>Sensor Fotoeléctrico E18-D80NK</i> .....	32
2.4.6	<i>Electrobomba de agua 12 VDC</i> .....	33
2.4.7	<i>Boquilla Nebulizadora</i> .....	34
2.4.8	<i>Reservorio</i> .....	35
2.5	Esquema de conexiones .....	36
2.6	Diseño del <i>Software</i> del arco de desinfección automatizado .....	38
2.6.1	<i>Requerimientos del Software</i> .....	38
2.6.2	<i>Flujograma para el programa del sistema de desinfección</i> .....	39
2.7	Diseño de la estructura mecánica del arco de desinfección .....	40
2.7.1	<i>Arco</i> .....	41
2.7.2	<i>Bases de soporte</i> .....	42
2.7.3	<i>Gabinete para el sensor</i> .....	43
2.7.4	<i>Gabinete metálico</i> .....	44
CAPÍTULO III .....		47
3.	VALIDACIÓN DE PROTOTIPO.....	47
3.1	Implementación del sistema .....	47
3.2	Caracterización de sensores .....	48
3.2.1	<i>Validación del sensor de presencia fotoeléctrico E18-D80NK</i> .....	48
3.2.2	<i>Validación del sensor de nivel flotador interruptor</i> .....	49
3.2.3	<i>Prueba del cálculo del ángulo para cambio de estado del sensor</i> .....	50
3.2.4	<i>Estabilidad del prototipo implementado</i> .....	51
3.2.4.1	<i>Prueba de rango de detección del sensor fotoeléctrico</i> .....	52
3.2.4.2	<i>Prueba de cambio de estado del sensor de nivel</i> .....	53
3.2.4.3	<i>Prueba de tiempo de procesamiento de desinfección</i> .....	55
3.3	Determinación de la capacidad de líquido desinfectante.....	56
3.4	Pruebas de recepción de mensajes de alerta .....	57
3.5	Consumo de corriente.....	59
3.6	Pruebas de funcionamiento .....	60
3.7	Pruebas de usabilidad.....	62
3.7.4	<i>Tiempo de instalación del prototipo</i> .....	62
3.7.5	<i>Entrevista al propietario</i> .....	63
3.7.6	<i>Encuesta a usuarios del establecimiento</i> .....	64
CAPÍTULO IV.....		70
4	EVALUACIÓN ECONÓMICA .....	70
CONCLUSIONES		

**RECOMENDACIONES**

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Comparación de líquidos desinfectantes .....	9
<b>Tabla 2-1:</b> Comparación de los materiales para la estructura.....	18
<b>Tabla 3-1:</b> Comparación de sensores detectores de presencia .....	19
<b>Tabla 4-1:</b> Comparación de sensores de nivel .....	20
<b>Tabla 5-1:</b> Comparación de las bombas según el tipo de accionamiento.....	22
<b>Tabla 6-1:</b> Comparación del material de los reservorios .....	23
<b>Tabla 7-1:</b> Comparación de las comunicaciones móviles .....	25
<b>Tabla 8-1:</b> Comparación de tarjetas de desarrollo .....	26
<b>Tabla 1-2:</b> Características del Arduino Uno. ....	29
<b>Tabla 2-2:</b> Características del módulo SIM 900 GSM/GPRS.....	30
<b>Tabla 3-2:</b> Características del teclado matricial.....	31
<b>Tabla 4-2:</b> Características del sensor flotador .....	32
<b>Tabla 5-2:</b> Características del sensor Fotoeléctrico E18-D80NK.....	33
<b>Tabla 6-2:</b> Características de la electrobomba.....	34
<b>Tabla 7-2:</b> Características de la boquilla nebulizadora .....	35
<b>Tabla 1-3:</b> Medición de distancia del sensor fotoeléctrico .....	49
<b>Tabla 2-3:</b> Error absoluto del volumen mediante el sensor flotador .....	50
<b>Tabla 3-3:</b> Mediciones con el graduador para la búsqueda del ángulo .....	51
<b>Tabla 4-3:</b> Pruebas de detección del sensor fotoeléctrico .....	53
<b>Tabla 5-3:</b> Muestras de ángulo y cálculo de coeficiente de variación .....	54

<b>Tabla 6-3:</b> Resultado de la prueba de tiempo de procesamiento de desinfección.....	55
<b>Tabla 7-3:</b> Volumen de alcance de líquido desinfectante.....	57
<b>Tabla 8-3:</b> Resultados de la prueba de recepción de mensajes de alerta. ....	58
<b>Tabla 9-3:</b> Consumo total de corriente del prototipo y potencia .....	59
<b>Tabla 10-3:</b> Resultados de la prueba de funcionamiento del prototipo .....	61
<b>Tabla 11-3:</b> Muestras del tiempo empleado en la instalación del prototipo .....	62
<b>Tabla 12-3:</b> Preguntas y evaluación del grado de aceptación del prototipo .....	63
<b>Tabla 13-3:</b> Resultados de la encuesta pregunta 1. ....	64
<b>Tabla 14-3:</b> Resultados de la encuesta pregunta 2. ....	65
<b>Tabla 15-3:</b> Resultados de la encuesta pregunta 3. ....	66
<b>Tabla 16-3:</b> Resultados de la encuesta pregunta 4 .....	67
<b>Tabla 17-3:</b> Resultados de la encuesta pregunta 5. ....	68
<b>Tabla 1-4:</b> Costo total de implementación del arco de desinfección automatizado .....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Sistema de nebulización.....	10
<b>Figura 2-1:</b> Nebulizador FOGAIR.....	11
<b>Figura 3-1:</b> Equipo Prototipo para pequeñas superficies de desinfección en seco .....	12
<b>Figura 4-1:</b> Túnel desinfectante.....	12
<b>Figura 5-1:</b> Arco de desinfección Mod Steril Desinfección Truch.....	13
<b>Figura 6-1:</b> ARCOEPIs .....	14
<b>Figura 7-1:</b> Arco de desinfección de ECOMAT .....	15
<b>Figura 8-1:</b> Túnel de desinfección .....	16
<b>Figura 9-1:</b> Componentes de un arco de desinfección. ....	16
<b>Figura 10-1:</b> Boquilla nebulizadora .....	21
<b>Figura 1-2:</b> Concepción de la arquitectura general del sistema .....	28
<b>Figura 2-2:</b> Diagrama de bloques de la arquitectura del sistema. ....	28
<b>Figura 3-2:</b> Arduino Uno .....	29
<b>Figura 4-2:</b> Módulo de comunicación GSM/GPRS .....	30
<b>Figura 5-2:</b> Teclado Matricial .....	31
<b>Figura 6-2:</b> Sensor de nivel flotador .....	32
<b>Figura 7-2:</b> Sensor fotoeléctrico E18-D80NK.....	33
<b>Figura 8-2:</b> Electrobomba 12VDC .....	34
<b>Figura 9-2:</b> Boquillas nebulizadoras.....	35
<b>Figura 10-2:</b> Reservorio .....	36

<b>Figura 11-2:</b> Diagrama de conexión general del sistema .....	37
<b>Figura 12-2:</b> Flujograma del <i>software</i> del sistema.....	39
<b>Figura 13-2:</b> Diseño de la parte superior del arco de desinfección.....	41
<b>Figura 14-2:</b> Diseño de las partes laterales del arco de desinfección.....	41
<b>Figura 15-2:</b> Parte Superior del arco de desinfección.....	42
<b>Figura 16-2:</b> Parte lateral de desinfección.....	42
<b>Figura 17-2:</b> Diseño del soporte .....	42
<b>Figura 18-2:</b> Soporte del arco de desinfección.....	43
<b>Figura 19-2:</b> Diseño del gabinete para el sensor.....	43
<b>Figura 20-2:</b> Gabinete para el sensor fotoeléctrico.....	44
<b>Figura 21-2:</b> Diseño del gabinete metálico .....	44
<b>Figura 22-2:</b> Gabinete metálico.....	45
<b>Figura 23-2:</b> Estructura final en SolidWoks.....	45
<b>Figura 24-2:</b> Estructura final del arco de desinfección.....	46
<b>Figura 1-3:</b> Prototipo instalado.....	47
<b>Figura 2-3:</b> Proceso de la prueba de validación del sensor fotoeléctrico .....	48
<b>Figura 3-3:</b> Evidencia de prueba de validación del sensor de nivel.....	50
<b>Figura 4-3:</b> Prueba del cálculo de ángulo del sensor flotador.....	51
<b>Figura 5-3:</b> Proceso de la prueba de rango de detección del sensor fotoeléctrico .....	52
<b>Figura 6-3:</b> Prueba de cambio de estado del sensor de nivel.....	54
<b>Figura 7-3:</b> Evidencia del tiempo final de una desinfección.....	55
<b>Figura 8-3:</b> Determinación de alcance de líquido desinfectante.....	56

<b>Figura 9-3:</b> Recepción de mensajes de alerta .....	58
<b>Figura 10-3:</b> Prototipo en funcionamiento .....	60
<b>Figura 11-3:</b> Tiempo empleado en la instalación del prototipo .....	62
<b>Figura 12-3:</b> Evidencia de la entrevista al propietario .....	63

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b> Tabulación de datos de la encuesta pregunta 1 .....	65
<b>Gráfico 2-3:</b> Tabulación de datos de la encuesta pregunta 2 .....	66
<b>Gráfico 3-3:</b> Tabulación de datos de la encuesta pregunta 3 .....	67
<b>Gráfico 4-3:</b> Tabulación de datos de la encuesta pregunta 4 .....	68
<b>Gráfico 5-3:</b> Tabulación de datos de la encuesta pregunta 5 .....	69

## ÍNDICE DE ANEXOS

**ANEXO A:** Datos técnicos de Arduino Uno.

**ANEXO B:** Datos técnicos del módulo GSM/GPRS SIM 900.

**ANEXO C:** Datos técnicos del teclado matricial.

**ANEXO D:** Datos técnicos del sensor de nivel flotador interruptor horizontal.

**ANEXO E:** Datos técnicos del sensor E18-D80NK.

**ANEXO F:** Datos técnicos de la electrobomba de agua Sailingflo.

**ANEXO G:** Comandos AT para GSM.

**ANEXO H:** Plano de la parte superior del arco.

**ANEXO I:** Plano de la parte inferior del arco.

**ANEXO J:** Plano del soporte del arco.

**ANEXO K:** Plano del gabinete para el sensor fotoeléctrico.

**ANEXO L:** Plano de gabinete metálico.

**ANEXO M:** Encuesta para los usuarios del arco de desinfección.

**ANEXO N:** Código de sistema.

**ANEXO O:** Manual de mantenimiento.

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>ug/m<sup>3</sup>:</b>	Microgramos por metro cúbico
<b>UV:</b>	Ultravioleta
<b>PH:</b>	Potencial de hidrógeno
<b>V:</b>	Voltios
<b>PPM:</b>	Partes por millón
<b>Km:</b>	Kilómetros
<b>m:</b>	Metros
<b>cm</b>	Centímetros
<b>mm:</b>	Milímetros
<b>L/min:</b>	Litros por minuto
<b>°C:</b>	Grados Celsius
<b>Hp:</b>	Caballo de fuerza
<b>GPRS:</b>	Servicio general de paquetes vía radio
<b>WIFI:</b>	Wireless Fidelity (Fidelidad inalámbrica)
<b>WI-MAX:</b>	Wireless Microwave Access (Acceso inalámbrico a microondas)
<b>MHz:</b>	Megahercio
<b>GMz:</b>	Gigahercio
<b>Mbps:</b>	Megabit por segundo
<b>Kbps:</b>	Kilobit por segundo
<b>FHSS:</b>	Frequency Hopping Spread Spectrum(Espectro ensanchado por salto de frecuencia)
<b>GMSK:</b>	Gaussian minimum shift keying (Tecla de desplazamiento mínimo gaussiano)

<b>OFDM:</b>	Orthogonal frequency division multiplexing (Multiplexación por división de frecuencia ortogonal)
<b>PSK:</b>	Phase Shift Keying (Modulación por desplazamiento de fase)
<b>QPSK:</b>	Quaternary Phase Shift Keying (Codificación por cambio de fase en cuadratura)
<b>A:</b>	Amperios
<b>mA:</b>	Miliamperios
<b>W</b>	Watts
<b>VDC</b>	Voltaje de corriente directa
<b>g</b>	gramos
<b>PWM</b>	Pulse-width modulation (Modulación por ancho de pulsos)

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo construir un arco de desinfección automatizado mediante nebulización con comunicación a un dispositivo móvil a través de un módulo (GSM/GPRS); posee un peso de 15kg y un área de 1m de ancho por 1.20m de largo. La información emitida es procesada por la tarjeta controladora Arduino UNO, además posee un consumo de corriente de 252.5 mA que representa el 10.8% del consumo de una nevera común. De las pruebas realizadas se obtuvo que el prototipo posee un 96.66% de eficiencia en su funcionamiento, también posee la capacidad para desinfectar a 117 personas sin recargar el reservorio manteniendo un error de una desinfección (157.5 ml); se verificó que el mensaje de alerta es emitido cada 1.85 segundos aproximadamente, sin embargo, la transmisión dependerá de la cobertura de la operadora móvil con la que se trabaje. Se determinó que el prototipo tiene un alto grado de aceptación por parte del propietario debido a su tiempo de instalación no supera los 2 segundos; considerando que mientras más experiencia posee, el tiempo disminuirá progresivamente, además, de acuerdo con las encuestas realizadas a los usuarios se sienten cómodos al utilizarlo. Se concluye que el prototipo es de fácil uso y puede convertirse en una herramienta de ayuda para disminuir la propagación de agentes patógenos. Se recomienda implementar al sistema un medidor de temperatura, usando visión artificial para reconocer personas con temperatura corporal elevada.

**PALABRAS CLAVE:** <DESINFECCIÓN>, <NEBULIZACIÓN>, <AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS>, <TARJETA DE DESARROLLO>, <DISPOSITIVO MÓVIL>, <SENSORES>.

LUIS  
ALBERTO  
CAMINOS  
VARGAS

Firmado digitalmente por  
LUIS ALBERTO CAMINOS  
VARGAS  
Nombre de reconocimiento  
(DN): c=EC, l=RIOBAMBA,  
serialNumber=0602766974,  
cn=LUIS ALBERTO CAMINOS  
VARGAS  
Fecha: 2021.04.22 16:06:38  
-05'00'



1062-DBRA-UTP-2021

## ABSTRACT

The present research aimed to build an automated disinfection arch by nebulization with communication to a mobile device through a (GSM / GPRS) module; with a weight of 15kg and an area of 1m wide by 1.20m long. The information collected is processed by the Arduino UNO controller board, moreover has a current consumption of 252.5 mA which represents 10.8% of the consumption of a common refrigerator. From the tests carried out showed that the prototype has a 96.66% of efficiency in its operation, also it can disinfect 117 people without recharging the reservoir while maintaining a disinfection error (157.5 ml); it was verified that the alert message is issued every 1.85 seconds, however, the transmission will depend on the mobile operator coverage in which it is working It is determined The prototype has a high degree of acceptance by the owner due to the installation time does not exceed 2 seconds; considering If you have more experience, the time will decrease progressively, in addition, the users feel comfortable using it according to the surveys carried out. It is concluded the prototype is easy to use and may become a useful tool to decrease the spread of pathogens. It is recommended a temperature meter to be implemented to the system, using artificial vision to recognize people with high body temperature.

**KEYWORDS:** <AUTOMATED DISINFECTION>, <NEBULIZATION>, <PROCESS AUTOMATION>, <DEVELOPING CARD>, <MOBILE DEVICE>, <SENSORS>.

LENIN IVAN  
LARA OLIVO

Firmado digitalmente  
por LENIN IVAN LARA  
OLIVO  
Fecha: 2021.04.27  
13:31:32 -05'00'

## INTRODUCCIÓN

Desde los inicios del ser humano, éste siempre ha estado acompañado de virus y bacterias que deterioran su salud. En el artículo de Carlos Villamil detalla que en los últimos 30 años han aparecido varias enfermedades de diferentes orígenes que han causado daño a personas como animales, causando un número de muertes impactantes a nivel nacional, regional y hasta mundial las cuales toman el nombre de pandemias (Villamil Jiménez, 2013). A lo largo de la historia, varias han sido las pandemias que han acabado a la humanidad, teniendo como resultado millones de afectados, estas las que causaron daño en épocas anteriores: la influenza, el VIH/sida, la enfermedad de las vacas locas, el SARS y el Ébola (BBC-News-Mundo, 2020).

Actualmente la pandemia del virus de la COVID-19 ha afectado a nivel mundial, el primer caso registrado fue en diciembre del 2019 en Wuhan (China) con síntomas severos originando neumonía causados por un nuevo coronavirus denominado SARS-CoV-2 según la OMS y según el Comité Internacional de Taxonomía de Virus, su origen radica en los murciélagos debido a que posee una similitud con el coronavirus de murciélago (Palacios Cruz et al., 2021). Se dice que el virus SARS-CoV-2 se puede contagiar por contacto directo con una persona infectada y, de forma indirecta, por contacto con superficies que se encuentren en su entorno u objetos que haya manipulado (Liu et al., 2020).

Considerando el gran porcentaje de mortalidad por diferentes enfermedades, varios países han tomado medidas de protección para sus habitantes. Para evitar la propagación de virus y bacterias, se ha considerado construir un arco de desinfección automatizado mediante nebulización con comunicación a un dispositivo móvil, el objetivo del mismo es desinfectar a la persona cuando esta atraviese el arco, además, está enfocado para implementarse en diversas áreas, convirtiéndose en una herramienta de bioseguridad para la sociedad, el mismo esta afín al Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021, el cual garantiza una vida saludable para una vida digna para todos.

Por lo tanto, la presente propuesta de trabajo se podrá constituir en una herramienta de ayuda para la población en el ámbito económico, ya que se optimiza el desinfectante al ser rociado sobre la persona, por ende, ahorrando dinero en la compra del desinfectante. También el arco automatizado ofrecerá comodidad a las personas al momento de ingresar, debido a que el producto se rociará en cantidades justas evitando que el usuario sufra incomodidad.

## JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

A través de la historia el mundo se enfrentado a una infinidad de epidemias, según el artículo “El hombre y sus epidemias a través de la historia” de la Revista Chilena de infectología, la primera epidemia se registró en el siglo VI D.C., la cual culminó con una mezcla de viruela y dano alrededor de 70 años (LEDERMANN D., 2003), de igual forma aparecieron más enfermedades en la edad antigua como el Lepra, en la edad media la Peste negra, en el siglo XXI el Virus de Ineficiencia Humana, conocido como el VIH y actualmente el Virus SARS CoV-2 llamado Coronavirus (Miranda Gómez y Nápoles Pérez, 2009).

Según la Organización mundial de la Salud, dentro de las epidemias que causan la muerte a nivel mundial tenemos al virus Marburg, registrando 475 víctimas mortales, virus del Ébola con 15000 personas fallecidas hasta el año 2020, virus Hanta 133 víctimas hasta el 2019, gripe Porcina (H1N1) 6500 víctimas mortales anuales hasta el 2018, fiebre del dengue 12500 víctimas anuales hasta el 2019 (Schwar, 2014).

Además, los brotes preliminares, según la OMS el SARS-CoV causo la defunción a 774 personas, de la misma manera, el MERS-CoV registró el deceso de más de 858 personas (Guerrero, 2020). Actualmente el primer caso del virus SARS CoV-2 fue registrado a finales de diciembre del 2019 y existen 772.000 muertos a nivel mundial (Corporación de Radio y Televisión Española S. A., 2021).

En el Ecuador hasta la fecha (21-sep-2020) se han registrado 126.711 casos confirmados de SARS-CoV-2, 102.852 pacientes recuperados, 17.679 casos con alta hospitalaria, 11.095 personas fallecidas, 679 hospitalizados estables, 373 hospitalizados con pronóstico reservado y 163.197 casos fueron descartados («El MSP informa: Situación coronavirus Covid-19 (10-09-2020) – Ministerio de Salud Pública» [sin fecha]).

La contaminación existente en los distintos medios como en alimentos, manos, superficies, entre otros, ha concientizado a las personas a realizar la desinfección y limpieza de las mismas considerando las medidas de protección emitidas por la OMS, como: evitar tocarse los ojos, la nariz y la boca debido a que las superficies puedes estar contaminadas por el mencionado virus. Asimismo, mantener el distanciamiento social al menos de 1 m entre personas (World Health Organization - OMS, 2019).

Se han realizado distintos métodos de descontaminación en la mascarilla MFR N95, tal como el peróxido de hidrógeno vaporizado reduciendo e inactivando en un 99.99% , irradiación germicida ultravioleta (IGV) utiliza rayos UV de tipo C, que dañan el ADN y ARN pero es eficiente para la misma, vapor generado por microondas es efectivo en la eliminación del virus, incubación en calor húmedo distribuye de forma homogénea mejorando su efectividad, peróxido de hidrógeno

líquido el mismo no afecta los filtros respiradores y el óxido de etileno es efectivo para la descontaminación de patógenos pero se ha limitado su uso ya que al poseer contacto con la piel y mucosa tendría un efecto cancerígeno o teratógeno (Santos-López et al., 2020).

Por los problemas mencionados se desarrolló distintas tecnologías que proporcionan una desinfección generalizada de los virus, los mismos que deben seguir distintos métodos o protocolos de descontaminación y la eliminación de residuos (ropa incluida) usados para evitar el riesgo de propagación de distintos microorganismos por medio de gotas o contacto (Arenas et al., 2020), una de ellas se desarrolló para las influencias anteriores, sin embargo fue eficaz para el SARS-CoV-2, mediante la luz ultravioleta de longitud de onda corta es capaz de emitir suficiente energía para triturar los ADN o ARN de los microorganismos, además es perjudicial para la salud del ser humano ya que esta tecnología necesita de una lámpara ultravioleta apuntada a una superficie alrededor de 10 a 15 minutos para una correcta desinfección, por ende, puede dañar la piel y los ojos (Ackerman, 2020), además se usa la tecnología de ozono que es capaz de destruir las membranas celulares de hongos y bacterias en el menor tiempo posible, sin embargo la OMS ha establecido riegos en la salud de las personas en concentraciones mayores a  $240 \text{ ug/m}^3$  durante 8 horas, puede ocasionar irritación en la piel y en los ojos, dolor de cabeza, y puede tener efecto cancerígeno a concentraciones de 0.05ppm.

Existen normativas establecidas por los ministerios de sanidad, para poder usar sustancias químicas que sean capaces de inactivar al virus y reducir el riesgo de infección, entre los productos de baja toxicidad se tiene el Ácido hipocloroso y el Etanol que se puede usar en un 70% y añadir cloruro de benzalconio en un 0.2%, los mismos son factibles para ser aplicados en el proceso de nebulización, pulverización o con hisopo húmedo en un área local, se puede usar otros productos como el isopropanol (alcohol isopropílico), hipoclorito sódico, (lejía), o peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) (Valentín y Fazio, 2020).

En España, la empresa COMAPRES desarrolló un arco de desinfección el mismo que está desarrollado con una estructura de acero inoxidable calidad AISI-316 a su vez necesita de un canal de desagüe para el líquido que se derrama mediante la desinfección, de la misma manera el líquido no es suministrado eficazmente, ya que existe desperdicio aun cuando no hay presencia de personas, asimismo necesita una toma de corriente a 230/400V (trifásica) para su instalación (COMAPRES, 2020), además la empresa ZARZUELA desarrolló diferentes equipos de desinfección y dentro de ellos el Arco de desinfección de personas mediante nebulización de acero, sin embargo no es automatizado, el mismo se activa mediante un pulsador y existe desperdicio de producto (Zarzuela Filtración Industrial, 2020).

En Ecuador se ha desarrollado diferentes tecnologías algunas artesanales y otras automatizadas, las cuales han sido implementadas en diferentes ciudades como el túnel de desinfección en el

mercado san Roque en Quito, el mismo cuenta con un sistema automatizado de aspersores que rocían la solución desinfectante (quitoinforma.gob.ec, 2020), así mismo, en mercados y hospitales en la ciudad de Guayaquil se instalaron 55 túneles de desinfección para reducir contagios de Covid-19 (Vicepresidencia de la República del Ecuador, 2020), de la misma manera se han implementado arcos de desinfección para vehículos en distintas partes del país, pero no son automatizados, existía desperdicio de producto y se usaba sustancia líquida para la desinfección.

Por la situación expuesta anteriormente, los arcos de desinfección que han sido desarrollados no cuentan con un sistema automatizado completo, con diseños no válidos o sin estudios, existen distintas problemáticas como el desperdicio de la sustancia desinfectante, los métodos y líquidos usados que pueden dañar la ropa o la piel, reservorios que no se considera si abastecerá para un día completo sin ninguna notificación cuando el mismo este vacío, por tales motivos se ha propuesto construir el arco de desinfección automatizado mediante nebulización con comunicación a un dispositivo móvil, el cual pretende convertirse en una herramienta de ayuda la cual será transportable y de fácil instalación, con un sistema de distribución eficiente y optimizado.

La presente propuesta de trabajo está acorde con el objetivo 1 del plan nacional de desarrollo 2017-2021 “Toda una Vida” que textualmente menciona: “Garantizar una vida digna con iguales oportunidades para todas las personas”. El cual garantiza una vida saludable y promueve las condiciones para una vida digna para todos.

## **JUSTIFICACIÓN APLICATIVA**

Esta investigación se realiza debido a los problemas existentes que han surgido en la colocación de cabinas o arcos de desinfección en puntos donde existe alta concurrencia de personas. El arco de desinfección automatizado es una estructura fácil de transportar e implementar en cualquier acceso, este se activa cuando cruce una persona a través del arco, al mismo tiempo se activará la unidad de control y el actuador que succiona un producto desinfectante. El producto desinfectante se aplica en la persona mediante nebulización a través de boquillas dando comodidad a las personas que accedan al mismo, del mismo modo permanece activado siempre y cuando la persona esté presente, por ende, el desinfectante se va a distribuir homogéneamente, de tal manera que cubre completamente y no existe desperdicio de producto, además notifica mediante un dispositivo móvil cuando se alcancen los niveles mínimos permitidos de la sustancia desinfectante.

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo construir un arco de desinfección automatizado mediante nebulización con comunicación a un dispositivo móvil?

## **SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

- ¿Cuáles son las componentes de un arco de desinfección automatizado mediante nebulización con comunicación a un dispositivo móvil
- ¿Cuáles son los requerimientos para el funcionamiento óptimo del prototipo propuesto?
- ¿Cuál es el diseño que permite cumplir con los requerimientos del arco de desinfección?
- ¿Cuáles son los requerimientos tanto de hardware y de software para implementar el diseño propuesto?
- ¿Cómo evaluar el arco de desinfección para que cumpla con los requerimientos propuestos?

## **OBJETIVO GENERAL**

Construir un arco de desinfección automatizado mediante nebulización con comunicación a un dispositivo móvil.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Definir los componentes de un arco de desinfección automatizado mediante nebulización con comunicación a un dispositivo móvil.
- Establecer los requerimientos para el funcionamiento óptimo del prototipo propuesto.
- Concretar el diseño que permite cumplir con los requerimientos del arco de desinfección.
- Establecer los requerimientos tanto de hardware y de software para implementar el diseño propuesto.
- Evaluar el arco de desinfección para determinar si cumple con los requerimientos propuestos.

## **Metodología**

En el presente documento se detallan tres capitulos bajo la siguiente metodología:

En el primer capítulo se describe la parte teórica mediante la investigación de los diferentes materiales y recursos a utilizarse en el sistema, a través del análisis y estudio de sistemas similares ya existentes, el segundo capítulo se refiere al diseño del hardware y software del dispositivo, el tercer capítulo detalla la evaluación de pruebas realizadas obteniendo la información del sistema y evaluándola con los resultados esperados, finalmente se describe las conclusiones y recomendaciones obtenidas en la investigación.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

El presente capítulo detalla la revisión bibliográfica a considerar para la construcción del arco de desinfección automatizado por nebulización. Este dispositivo permitirá la desinfección de los usuarios que ingresen a los diferentes ambientes, además, evitará pérdidas de desinfectante y emitirá una alerta de mensaje cuando el nivel de líquido sea mínimo.

#### 1.1. Desinfección

Es un proceso para, destruir, matar o inhibir, agentes o microorganismos patógenos como bacterias, hongos, virus, entre otros en ambientes o materias por medios físicos, químicos o mecánicos (Martí, Alonso Espadale y Constans Auber, 1991). Pero no necesariamente se eliminan todas las formas de vida microbianas. Al referirse al proceso de desinfección no siempre es el mismo, ya que existen niveles que van a variar desde una simple reducción del número de microorganismos hasta una esterilización química (Vignoli, 2017).

Para la desinfección se usan sustancias o soluciones químicas llamados desinfectantes, los mismos matan o desactivan bacterias, microorganismos patógenos o virus existentes en el medio ambiente, deben prepararse y usarse con las recomendaciones del fabricante, además se debe considerar el tiempo estimado para realizar una correcta desinfección (World Health Organization - OMS, 2020).

Existe una variedad de sustancias químicas se utilizan para desinfectar ambientes, pisos, entre otros, dentro de ellos tenemos a los siguientes:

- **Acido hipocloroso (HOCl):** es el componente activo del hipoclorito de sodio sin sus efectos adversos (Lafaurie et al., 2015). Es un poderoso oxidante que por su amplio espectro es utilizado para eliminar patógenos invasores como bacterias, hongos, virus y ha demostrado un potente efecto en eliminar las cepas de múltiples virus (EWTech, 2020), además, no es tóxico, irritante o corrosivo, reconocido como el desinfectante más eficaz, seguro y biológico de la familia del cloro (Axon-Communication, 2019).
- **Hipoclorito de sodio:** Estas formulaciones se disuelven en agua para crear una solución de cloro acuosa diluida, además, muestra un amplio espectro de actividad antimicrobiana y es eficaz contra varios microorganismos o patógenos comunes en diversas concentraciones. Las altas concentraciones provocan la corrosión del metal e irritación de la piel o las membranas

mucosas, sin embargo, existen efectos secundarios con el olor a cloro para personas vulnerables, como las personas con asma (World Health Organization - OMS, 2020).

- **Compuestos de amonio cuaternario:** son agentes catiónicos y operan a nivel de la membrana celular (agentes activos de superficie). Al ponerse en contacto con la superficie bacteriana, el grupo catiónico se afilia a los grupos fosfato de los fosfolípidos de membrana, liberando al residuo hidrofóbico, que entra en la región hidrófoba de la membrana. De esta manera altera la semipermeabilidad de la membrana y provoca la salida de compuestos fosforilados, seguidamente, el agente entra en la célula y desnaturaliza las proteínas, se usan para la desinfección de ítems no críticos y desinfección ambiental doméstica (Vignoli, 2017).
- **Alcohol / Etanol:** es un compuesto usado como antiséptico de limpieza y desinfectante que potencian tal actividad y sus concentraciones varían ente 70-96%(García Rodríguez, 2020). Se puede emplear etanol 70%, combinado con cloruro de benzalconio (0.2%) el cual incrementará la capacidad desinfectante. Para uso sanitario, se debe utilizar etanol 96% y cloruro de benzalconio (0.1%), puede ser aplicado a diversos métodos como: nebulización, pulverización, o localmente con hisopo húmedo (Valentín y Fazio, 2020), además, provoca gran deshidratación en los microorganismos, de modo que paraliza su penetración en los mismos, concentraciones debajo del 50% no causan efecto (Vignoli, 2017).
- **Peróxido de hidrógeno:** es un agente oxidante, produce la formación de radicales libres hidroxilos que ayudan a desestabilizar las moléculas celulares, se puede usar en combinación con ácido peracético para procesos de pasteurización, se usa en un 30% luego de ser vaporizado (Vignoli, 2017).

Del estudio realizado se obtuvo la Tabla 1.1. Así, se aprecia las principales características de cada solución química, entre ellas: la resistencia al proceso de nebulización, la combinación con agua, los efectos secundarios, la concentración adecuada y el tiempo estimado para una adecuada desinfección.

**Tabla 1-1:** Comparación de líquidos desinfectantes

Características	Ácido Hipocloroso PH ≥ 6-8	Hipoclorito de sodio	Compuestos de Amonio Cuaternario	Alcohol/Etanol	Peróxido de hidrógeno
Proceso de Nebulización	SI	NO	SI	SI	SI
Mezcla con agua	SI	SI	SI	SI	NO
Efectos secundarios	NO	SI	SI	SI	SI
Concentración recomendada	23-97%	0.1% (1000PPM)	0.2%	70-90%	30%
Tiempo estimado	30Seg-1 Min	1Min	30 Seg	10-15 Seg	1 Min

**Fuente:**(OMS, 2020)(Gobierno de México y Secretaría de Salud, 2020) (World Health Organization - OMS, 2020)(Valentín & Fazio, 2020) (Vignoli, 2017)(García Rodríguez, 2020).

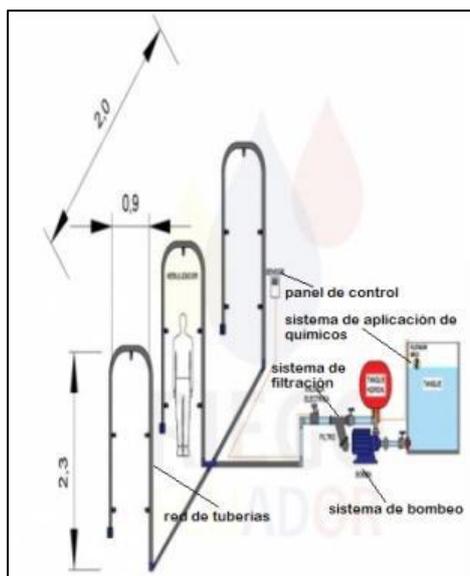
**Realizado por:** Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

De la tabla 1.1 se determinó que líquido desinfectante a utilizar es el ácido hipocloroso, considerando que no posee efectos secundarios en el ser humano. Así, se puede realizar el proceso de nebulización, asimismo, el tiempo estimado para una correcta desinfección es de 30 Seg a 1 Min. Por tanto, el uso del producto será mínimo, ahorrando tiempo y dinero.

Además, de acuerdo con consultas a expertos se menciona que el ácido hipocloroso es un compuesto de acidez leve, no tóxico, no causa irritaciones, puede ser usado para curar heridas, incluso al ingerirlo no causa daños. Por tanto, tiene un atributo muy importante hoy en día como es ser amigable con el medio ambiente y es menos abrasivo al tener contacto con telas.

## 1.2. Sistema de nebulización

Consiste en hacer que un líquido se convierta en una especie de nube de partículas muy pequeñas o diminutas, las mismas que son rociadas por todo el usuario, además, aumenta el grado de humedad del gas. Se usa comúnmente en prácticas médicas habituales para tratar problemas respiratorios (Pérez y Gardey, 2019). En la Figura 1-1, se observan los componentes de un sistema de nebulización, de acuerdo con el diseño algunos sistemas poseen más o menos componentes. Se podría decir que es un sistema económico, porque solo necesita líquido y energía. Por ejemplo, un sistema nebulizador con 6 boquillas de 0.3 mm de diámetro consume alrededor de 3 litros de líquido por hora (Maquituls, 2015).



**Figura 1-1:** Sistema de nebulización

Fuente: (iRiego, 2016)

Realizado por: Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

Los componentes de un sistema de nebulización son (iRiego, 2016):

- **Sistema de bombeo:** suministra la presión y el caudal apropiado para la instalación. En este sistema se puede utilizar un compresor que es la fuente de gas, aire u oxígeno o cualquier tipo de bomba dependiendo de la función que desempeñará.
- **Sistema de filtración:** es un componente importante ya que filtra el líquido antes de que ingrese a las tuberías, esto sirve para que no se obstruya y se mantenga la presión deseada en las boquillas. Para este sistema existen vasos de filtrado de distintas pulgadas, para que no sea un problema adaptarlos al tamaño de mangueras de la red de distribución.
- **Sistema de aplicación de químicos:** solubles en agua: se utilizan bombas dosificadoras para crear la dosis exacta para la desinfección, cabe recalcar que este sistema puede o no estar presente en el sistema de nebulización.
- **Red de tuberías:** este sistema distribuye el líquido por todo el sistema, desde el sistema de bombeo hasta las boquillas nebulizadoras.
- **Panel de control:** es el encargado de controlar el encendido y apagado del equipo de bombeo, permitiendo así ajustar las dosis en función a las condiciones ambientales, también cuenta con varios equipos de protección para evitar daños en los componentes del sistema (Grup-Triu, 2020). Este sistema no siempre está presente en los sistemas de nebulización.

### 1.3. Sistemas de desinfección por nebulización

Son sistemas electromecánicos diseñados con el fin de desinfectar áreas, objetos y personas de cualquier agente patógeno que exista en el medio ambiente, estos equipos no necesariamente son andróides. Se enunciará dos equipos que poseen nebulización para la desinfección.

- **FOGAIR:** es un dispositivo silencioso desarrollado por la empresa española TEINNOVA en marzo del 2020, que genera partículas entre 10 a 50 micras que son expulsadas hasta 8m a su alrededor, sirve para eliminar las bacterias, hongos y virus de áreas y conductos de aire acondicionado. Posee una manguera flexible de 90cm, una boquilla de caudal regulable, un motor de 1400W, el cable de conexión eléctrica de 220V y un depósito de 10 litros para almacenar el desinfectante AK-GERMA 100, en la Figura 2-1 se observa el nebulizador FOGAIR (Teinnova, 2020).



**Figura 2-1:** Nebulizador FOGAIR  
Fuente:(Teinnova, 2020)

- **Equipo Prototipo para Pequeñas Superficies de Desinfección en Seco:** como se observa en la Figura 3-1, es un prototipo eléctrico que no presenta atascos durante el paso de su intercambiador, este sistema garantiza el tamaño ideal para la partícula de líquido ya que busca desinfectar áreas de difícil acceso. Para lograr su objetivo los diseñadores utilizaron un compresor para que con la fuerza impulsora genere un efecto de neblina (González Alcalá et al., 2016). La empresa no proporciona más detalles de la arquitectura del prototipo.



**Figura 3-1:** Equipo Prototipo para pequeñas superficies de desinfección en seco

Fuente: (González Alcalá et al., 2016)

- **Túneles:** como se observa en la Figura 4-1, son estructuras de grandes dimensiones que sirven para desinfectar elementos de diferentes naturalezas. En México se instalaron túneles metálicos de forma circular con materiales ligeros, posee nebulizadores de 0.33mm para la optimización de desinfectante, un sensor de movimiento modular, ductos de grado alimenticio y hospitalario, bomba periférica de medio caballo de fuerza, plataforma antiderrapante, sus molduras externas son fabricadas en CNC y es compatible con cualquier solución avalada por las autoridades sanitarias, además fue creado para desinfectar al menos 30 personas por minuto (Infobae, 2020).



**Figura 4-1:** Túnel desinfectante

Fuente: (Infobae, 2020)

## 1.4 Arcos de desinfección por nebulización desarrollados

Se han introducido varios sistemas de desinfección utilizando tecnologías actuales para solucionar los problemas de salud de las personas. En la actualidad por la pandemia del COVID 19, en todos los países del mundo se han desarrollado túneles y arcos de desinfección para personas, por ende, se ha investigado los sistemas comerciales a nivel mundial y los sistemas que ya se han desarrollado en el Ecuador.

### 1.4.1 Comerciales a nivel mundial

A nivel mundial se han desarrollado arcos de desinfección comerciales, que poseen diferentes tecnologías con sus respectivas características, para comodidad del usuario, entre ellas tenemos:

- **ARCO DE DESINFECCIÓN.MOD.STERIL DESINFECCIÓN TRUCH:** fue desarrollado por la empresa española Comapres, como se observa en la Figura 5-1, es una estructura de forma rectangular con conductos de acero inoxidable calidad AISI-316, este posee un depósito de polietileno de 200 litros, una bomba de presión modelo LOWARA con un caudal de 50lt/min a 6 bar y un cuadro eléctrico de control que fue realizado en un LOGO SIEMENS. Para dosificar el desinfectante utiliza una bomba dosificadora de desinfectante y 1 sensor de nivel. El circuito de llenado automático está compuesto por un contador de agua, una válvula de apertura de paso de agua automática y 3 sensores de nivel de agua en tanque. Utiliza una alimentación de 230/400V (COMAPRES, 2020).



**Figura 5-1:** Arco de desinfección Mod Steril Desinfección Truch

Fuente: (COMAPRES, 2020)

- **ARCOEPIs:** el prototipo fue diseñado por la empresa española ARCOVID en el presente año, como se observa en la Figura 6-1, es un mecanismo desarrollado para la desinfección de personas con traje EPI, es una estructura rectangular móvil de aluminio extrusionado y ranurado aplicable en todos los accesos peatonales de un hospital con 6 boquillas individuales y 1 triple de 0.10mm para rociar el desinfectante nebulizado que está almacenado en un reservorio de 12lt, además posee una bomba de alta presión de hasta 70bars. El encendido y apagado de este arco es mediante un pulsador manual temporizado (Arcovid, 2020). El desinfectante que utilizan es el OX-VIRIN que está compuesto por 0,20% peróxido de hidrógeno, 0,05% ácido peracético, núcleo OX-VI, excipientes y agua (Grupo-OX, 2020).



**Figura 6-1:** ARCOEPIs  
Fuente: (Arcovid, 2020)

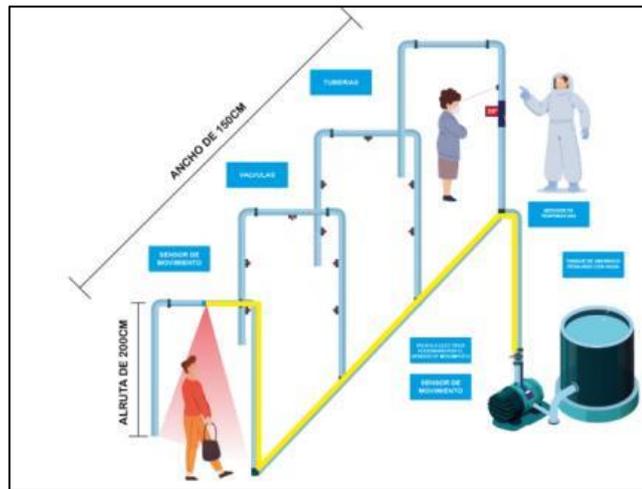
- **Arco de desinfección de ECOMAT:** Como se observa en la Figura 7-1, es una estructura metálica que consiste en una motobomba de agua a alta presión logrando que el desinfectante al ser rociado pareciera spray, por ende, el usuario sale seco y desinfectado. La empresa española hace referencia que este arco también puede ser utilizado en vehículos, en la entrada y salida de quirófanos y en la desinfección de equipamiento sanitario (ECOMAT, 2020). La empresa no proporciona más detalles de la arquitectura del prototipo.



**Figura 7-1:** Arco de desinfección de ECOMAT  
Fuente: (ECOMAT, 2020)

#### **1.4.2 A nivel nacional**

En el Ecuador empresas públicas y privadas desarrollaron arcos de desinfección caseros al iniciar la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2. Hasta el momento no existe una empresa dedicada a la fabricación de arcos automatizados para personas, pero en las universidades ya se están realizando investigaciones para la creación de estos. En la universidad UNIANDES de la ciudad de Quevedo, el 20 de julio del 2020 se desarrolló un túnel de desinfección para personas, como se observa en la Figura 8-1. el cual está formado por 3 arcos de tubería PVC distribuidos en 2 metros y en cada uno 5 boquillas nebulizadoras para rociar el amonio cuaternario de quinta generación, el controlador es una Raspberry donde se recepta la señal del sensor de movimiento y esta ordena de inmediato el encendido de la bomba eléctrica durante 6 a 8 segundos la cual obtendrá el desinfectante de un tanque. Además, posee un sensor de temperatura donde si la temperatura corporal de una persona es mayor a 37 grados centígrados se encenderá un foco rojo (Guerrero Burgos, Albarracín Zambrano y Ponce Ruiz, 2020).



**Figura 8-1:** Túnel de desinfección

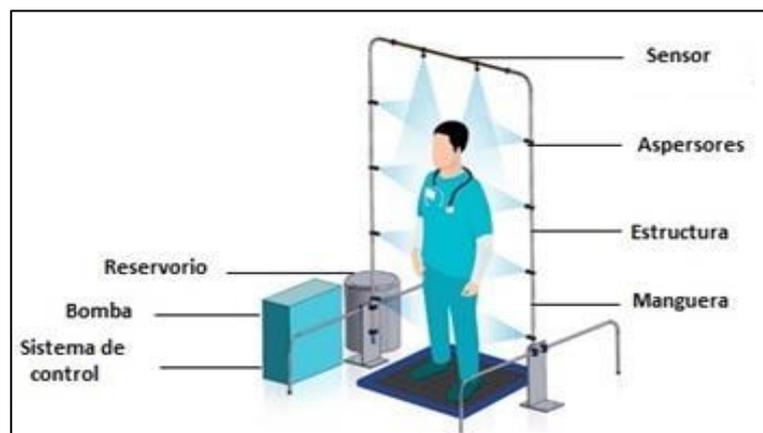
Fuente: (Guerrero Burgos et al., 2020)

### 1.5 Análisis de la estructura del arco de desinfección

Es una estructura que está constituida por un sistema, el mismo que permite activar el sensor de movimiento cuando un individuo cruce a través de una manguera de señalización, el cual ordena la apertura de la válvula, succionando el producto o solución química desinfectante, que, a través de las boquillas o máquina, es nebulizado adecuadamente. A esta se le añade un reservorio o tanque, el mismo que almacena el producto.

El tiempo estimado para una desinfección adecuada y optimizada es de 7 a 30 segundos (Ministerio de Salud Pública, 2019).

En la Figura 9-1 se visualiza un arco de desinfección con sus componentes.



**Figura 9-1:** Componentes de un arco de desinfección.

Fuente: (Pneumat, 2020)

Realizado por: Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

El controlador del arco receptorá la señal del sensor de movimiento dando lugar al encendido de la bomba, como siguiente paso el desinfectante nebulizado, será rociado sobre las personas mediante los aspersores y finalmente la bomba se apagará después del tiempo que el agente químico necesita para hacer efecto:

### 1.5.1 Estructura

Es un conjunto sólido de elementos que forman una construcción, con el fin de soportar cargas externas, resistirlas internamente y transmitir las a sus apoyos que se encuentran en el suelo, por ende, el suelo es quien recibe todos los efectos producidos por estos pesos o cargas. Entonces la estructura poseerá forma y dimensiones, compuesta por un material resistente como: hormigón, madera, acero, entre otros, y tendrá presente la presencia de vínculos entre los distintos elementos que la componen (Giordani y Leone, 2015).

- **Madera:** proviene de los diferentes tipos de troncos de árboles existentes en el mundo, es un material reciclable, barato, versátil y resistente, además es aislante térmico y eléctrico. Es utilizado en la fabricación de muebles, casas, barcos, etc. Una desventaja de la madera es la susceptibilidad a los factores ambientales, como a los rayos UV, la humedad y la corrosión (Uriarte, 2020).
- **Aluminio:** es un metal y su símbolo químico es AL, es muy utilizado en la industria debido a que es ligero, maleable, duro y resistente a la corrosión. Es un conductor eléctrico y térmico, además es altamente reactivo al oxígeno (Uriarte, 2019b).
- **Acero inoxidable:** Es una aleación formada de hierro, carbono, zinc, silicio o aluminio. Para que este sea resistente a la corrosión se le añade níquel y cromo, cabe recalcar que tiene una vida útil prolongada (Uriarte, 2019a).

Del estudio realizado se obtuvo la Tabla 2.1 en la cual se aprecia las características de los materiales para la estructura como: la resistencia a la corrosión, su peso, su punto de combustión, fusión y ebullición respectivamente, su vida útil y su costo en el mercado local.

**Tabla 2-1:** Comparación de los materiales para la estructura

Características	Madera	Aluminio	Acero inoxidable
Resistente a la corrosión	NO	SI	SI
Peso	Liviano	Liviano	Liviano
Punto de combustión/fusión/ebullición	300 °C	660 °C	3000 °C
Vida útil	60-70 años	50 años	100 años
Costo en el mercado local	Bajo	Bajo	Medio

Fuente: (Uriarte, 2020)(Uriarte, 2019b)(Uriarte, 2019a)

Realizado por: Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

De la tabla 2.1 se determinó que la estructura debe ser de acero inoxidable por el alto punto de ebullición, debido a que si en algún momento se produce un desperfecto en el prototipo que cause alguna flama la estructura no sufra daños, y los 100 años de vida útil del material. Además, tubos de acero inoxidable sustituyen a las mangueras.

### 1.5.2 Sensores

Es un dispositivo capaz de captar información del exterior, internamente el sensor varía su propiedad ante dimensiones físicas o químicas, conocidas como variables de instrumentación y como resultado de esta variación se obtienen variables eléctricas (Angeles-Angeles, 2019). Dichas variables proporcionadas pueden ser: velocidad, dirección, presión, humedad, desplazamiento, temperatura, distancia, aceleración, torsión, entre otros (Gallo Soria, 2016). La aplicación de estos se puede realizar en diversas áreas como en la robótica, medicina y salud, automotriz, mecánica, construcción, entre otros.

#### 1.5.2.1 Sensores de presencia

Son dispositivos que permiten registrar señales infrarrojas radiadas por los objetos, presencia humana, que se encuentran dentro su campo de visión, área de registro o espacio de cobertura

En el mercado existen diversos tipos y familias de sensores detectores de presencia, entre ellos los más destacados son las siguientes (Johnson controls, 2015).

- **Infrarrojos:** son dispositivos que detectan con precisión aquellos movimientos que atraviesan dentro de un campo de visión, se basan en la variación de la temperatura del ser humano, es decir, los cambios de calor respecto al espacio vacío en el que se encuentran, denominados PIR (Passive Infrared).

- **Fotoeléctricos:** Son dispositivos que emiten un haz de luz (visible o no visible) detectando la presencia de un objeto, que une un dispositivo emisor y un receptor.
- **Ultrasonidos:** son dispositivos que se basan en la diferencia entre las frecuencias de ondas emitidas y recibidas, capaces de captar la presencia de objetos a través de obstáculos, responden al movimiento de cualquier objeto no solo de personas, además son sensibles a niveles altos de vibración.

Del estudio realizado se obtuvo la Tabla 3-1 en la cual se evalúan las principales características de cada sensor, entre las principales tenemos: la velocidad de respuesta, su alcance, su forma de trabajo, su costo, y su disponibilidad en el mercado local.

**Tabla 3-1:** Comparación de sensores detectores de presencia

Características	Infrarrojo Pasivo (PIR)	Fotoeléctrico	Ultrasonidos
Velocidad de respuesta	Alto	Alto	Alto
Alcance	15m	20m	8m
Forma de trabajo	Transmisor	Transmisor /Receptor	Transmisor /Receptor
Costo	Bajo	Bajo	Elevado
Disponibilidad en el mercado local	Si	Si	No

Fuente: (LATAM-Mecatrónica, [sin fecha])(Autonics, [sin fecha])(Johnson controls, 2015)

Realizado por: Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

Del análisis de la Tabla 3-1 se optó por el sensor de presencia fotoeléctrico ya que posee mayor alcance, está disponible en el mercado local y su costo es bajo.

#### 1.5.2.2 Sensores de Nivel

Son instrumentos que detectan el nivel de líquido mediante una señal ON/OFF, cuando este haya alcanzado el nivel de vaciado, llenado u otro definido, estos deben estar adecuado en cualquier punto del reservorio o depósito (HBM., 2018), existen diversos tipos, entre los más comunes tenemos los siguientes (Pacheco, 2018):

- **Flotador:** consta de un pequeño interruptor flotante, el mismo se encuentra flotando en el agua y marca el punto de nivel deseado, además, cuando el agua alcanza este límite, la boya activa el interruptor de nivel, de la misma manera activa la alarma o envía un aviso.
- **Ultrasonico:** es compatible con la mayoría de los líquidos existentes, se basa en la emisión mediante transmisores ultrasónicos los mismos que emiten un impulso u onda hasta que llega al líquido o superficie reflectante y rebota para ser detectado por este sensor de nivel, con las variaciones, es posible conocer el cambio del nivel de agua en el reservorio.

- **Capacitivo:** usa una sonda para detectar y medir la permitividad eléctrica del agua, que siempre es diferente de la del aire que se encuentra en el tanque. Con dicha permitividad eléctrica del agua, se puede determinar y registrar el nivel del excedido en el reservorio, de la misma manera maneja un nivel puntual o continuo.

Del estudio realizado se obtuvo la Tabla 4-1 en la cual se evalúa las principales características de cada material, entre ellas tenemos: las ventajas, temperatura, presión, rango de niveles, desventajas, disponibilidad en el mercado local y la valoración de su costo.

**Tabla 4-1:** Comparación de sensores de nivel

Características	Flotador	Ultrasónico	Capacitivo
<b>Ventajas</b>	Medición continua. Tamaño compacto permite al usuario posicionar el interruptor de nivel en los lugares más difíciles.	Medición continua y puntual. No contiene partes móviles	Resisten altas temperaturas y presiones. Impermeable a muchos corrosivos Mínimo mantenimiento No contiene partes móviles
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	-20°C a 120°C	-30 a 70 ° C	70°C
<b>Presión</b>	3 bar	3 bar	0.5 bar
<b>Rango de niveles</b>	Adaptable a cualquier rango	2-8m	25-636 mm
<b>Desventajas</b>	No adecuados a líquidos viscosos	Medición afectada por el movimiento del material del tanque. La espuma puede absorber la señal transmitida.	Falsa señal causada por espuma.
<b>Disponibilidad en el mercado local</b>	Si	Si	Si
<b>Costo</b>	Bajo	Bajo	Alto

Fuente: (Ramírez Beltrán y Villar Silva, 2017)(Direct-Industry, 2020)

Realizado por: Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

De la Tabla 4-1 se optó por un sensor de nivel flotador por su temperatura de funcionamiento y porque es adaptable a cualquier su rango de nivel de medición.

### 1.5.3 *Boquilla nebulizadora*

Dispositivo de diferentes materiales como acero y plástico, que sirve para nebulizar líquidos, en el mercado existen muchas variaciones de este tipo de boquilla por la diversidad de actividades

en las que puede ser empleada. Para seleccionar la más adecuada para realizar una función, se debe analizar las características técnicas como, el caudal que riega en uso continuo, la presión de trabajo que resiste y las características físicas que posee para adecuarla en el sistema deseado, cabe recalcar que esta boquilla siempre está abierta. En la figura 10-1 se observa una boquilla con filtro (AQUAmile, 2018). No existen datos del radio que alcanzan las sustancias nebulizadas mediante estas boquillas, pero en los sistemas desarrollados utilizan desde 6 hasta 26 boquillas que están distribuidas a la misma distancia una de la otra en un arco de dimensiones aproximadas de 1900mm de altura por 500mm de ancho para la desinfección de personas.



**Figura 10-1:** Boquilla nebulizadora  
Fuente: (AQUAmile, 2018)

#### 1.5.4 *Bomba*

Es una máquina donde se produce una transformación de energía mecánica a energía hidráulica, es decir, “absorbe energía mecánica y restituye al líquido que la atraviesa energía hidráulica”. Debido a esta transformación las bombas son utilizadas para impulsar cualquier líquido, también existen bombas capaces de bombear líquidos espesos con sólidos en suspensión (Matiax, 1982).

Según el tipo de accionamiento se clasifican en: electrobombas, bombas neumáticas, bombas de accionamiento hidráulico y bombas manuales (González Tolibia, 2016).

- **Electrobomba:** es una bomba centrífuga que posee un motor eléctrico para el inicio del movimiento del líquido, su funcionamiento se basa en la entrada del líquido por el centro del impulsor, donde se crea una fuerza centrífuga que logra que la energía cinética del líquido se transforme en presión (TAMECO, 2018).
- **Bombas neumáticas:** también conocidas como bombas de doble membrana, son bombas de desplazamiento positivo que utiliza aire comprimido para generar fuerza y el líquido transcurre la trayectoria deseada (Inducom, 2019).

- **Bombas de accionamiento hidráulico:** su funcionamiento se basa en la hidrostática, es decir, una variación de volumen genera una variación de presión, posee unos pistones que empujan el líquido con considerable fuerza para lograr la presión deseada (R, 2017).
- **Bombas manuales:** son accionadas por la fuerza humana, tiene forma de palanca y sirve para extraer líquidos de un nivel inferior al exterior (INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 2017).

En la Tabla 5-1 se enuncia las características como, el accionamiento, valores mínimos de potencia, el nivel de succión, si puede transportar químicos, es decir son adecuadas para que no sufran daño las bombas, y el tamaño de la misma.

**Tabla 5-1:** Comparación de las bombas según el tipo de accionamiento

Características	Electrobomba	Bombas neumáticas	Bombas de accionamiento hidráulico	Bombas manuales
<b>Accionamiento</b>	Electricidad	Aire comprimido	Electricidad	Fuerza humana
<b>Potencia</b>	Desde 0.095 HP	Desde 4HP	Desde 1HP	-----
<b>Nivel de Succión</b>	Alto	Alto	Alto	Bajo
<b>Transporte de químicos</b>	Si	Si	Si	Si
<b>Tamaño</b>	Pequeñas, medianas y grandes	Medianas y grandes	Medianas y grandes	Pequeñas

Fuente: (R, 2017)(Inducom, 2019)(TAMECO, 2018)

Realizado por: Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

Analizando Tabla 5-1 se decidió optar por una electrobomba puesto que el valor de inicio de la potencia es bajo y es el necesario para transportar el poco caudal de la boquilla, también por el tamaño, ya que el prototipo puede ser instalado en cualquier acceso peatonal.

### 1.5.5 *Reservorio*

Es un depósito, estanque o embalse que puede ser de diferentes formas por los distintos usos que posee, su función principal es el almacenamiento de sustancias (Perez Porto y Merino, 2016). Pueden ser de distintos materiales como, acero, concreto, asbesto, plástico reforzado con fibra de vidrio, polietileno y polipropileno siendo los tres últimos los más manejados (Plaremesa, 2020).

- **Polietileno:** son tanques de uso industrial, domestico, entre otros, con capacidades hasta de 40000 litros, sirven para almacenar cualquier tipo de sustancia ya que posee un nivel alto de corrosión.

- **Plástico reforzado con fibra de vidrio:** debido a la combinación de propiedades de los materiales, este reservorio es robusto, por lo cual sirve para el almacenamiento de cualquier sustancia.
- **Polipropileno:** es un plástico termoplástico que es usado en la fabricación de botellas, envases, sogas, fundas, etc. Este material posee flexibilidad, resistencia y dureza superficial (Lopez Roura, 1989).

Del estudio realizado se obtuvo la Tabla 6-1 en la cual se evalúa las principales características de cada material, entre ellas tenemos: almacenamiento de químicos, protección contra rayos UV, nivel de corrosión, disponibilidad en el país y costo.

**Tabla 6-1:** Comparación del material de los reservorios

Características	Polietileno	Plástico reforzado con fibra de vidrio	Polipropileno
Almacenamiento de químicos	SI	SI	SI
Protección UV	SI	SI	SI
Nivel de corrosión	ALTO	ALTO	ALTO
Disponibilidad en el mercado local	SI	NO	SI
Volumen	Desde 208 litros	Desde 200 litros	Desde 3,78 litros
Costo	\$ 60	\$ 184,40	\$ 0,0

Fuente: (Plaremesa, 2020) (CYPE-Ingenieros, 2018) (Plastigama, 2020)

Realizado por: Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

Analizando Tabla 6-1 se decidió optar por un reservorio de polipropileno, considerando que existen envases desde 3,78 litros (1 galón). El costo de adquisición sería nulo, debido a que se utilizará el envase del químico.

## 1.6 Comunicaciones móviles

Son un subconjunto de las radiocomunicaciones que utilizan ondas radioeléctricas, estas ofrecen un servicio de comunicación entre estaciones móviles y estaciones fijas, o solo entre estaciones móviles. Aportan movilidad completa, siempre existirá comunicación entre los distintos terminales siempre y cuando se encuentren en la zona de cobertura, también permiten el intercambio de información de cualquier naturaleza utilizando como interfaz el aire o radio. Para ampliar el campo de cobertura se utilizan estaciones repetidoras., además, son redes públicas trabajan a frecuencias de las bandas de VHF y UHF que son las más apropiadas para brindar servicios móviles, estas oscilan entre 406MHz a 3,5GHz y su modo de operación es dúplex, es

decir, que es posible la transmisión y recepción de información al mismo tiempo en todas las estaciones (Hernando Rábanos, Mendo Tomás y Riera Salís, 2019).

En el mercado existen diversos tipos y familias de tecnologías inalámbricas disponibles, entre ellas las más destacadas son las siguientes:

- **Bluetooth:** Es una tecnología inalámbrica para la transmisión de información entre diferentes dispositivos como computadoras móviles, celulares y manejadores de dispositivos y para conectarse a internet, utiliza la banda de radio ISM. Una desventaja de ser una tecnología pequeña y barata es el corto alcance entre dispositivos (Santamaría y Murillo, 2015).
- **General Packet Radio Service (GPRS):** Es una tecnología inalámbrica que posee las mismas frecuencias de la red de telefonía móvil GSM, se puede transmitir información de distinta naturaleza en forma de paquetes, la velocidad de la transmisión es de hasta 114kbps (Viloria Núñez, Peña y Garzón, 2015).
- **Wireless Microwave Access (WiMAX):** Es una tecnología de red inalámbrica que se basa en los estándares 'IEEE 802.16', tiene gran alcance y se puede utilizar en enlaces MAN o WAN. Esta tecnología es empleada en redes corporativas de voz y datos (Chacón, 2017).
- **Wireless Fidelity (Wi-Fi):** Es una tecnología de área local inalámbrica que permite enviar información entre dispositivos a través de una conexión inalámbrica. Está basada en el estándar IEEE 802.11, además, el rendimiento de esta tecnología depende de la frecuencia que se elija (Montiel et al., 2015).

Del estudio realizado se obtuvo la Tabla 7-1 en la cual se evalúa las principales características de cada una, entre ellas tenemos: su capacidad, alcance que posee, banda de transmisión, modulación, infraestructura adicional, disponibilidad en las diversas zonas de implementación y topología.

**Tabla 7-1:** Comparación de las comunicaciones móviles

Características	Bluetooth	GPRS	Wi Max	Wifi
Capacidad	1-10Mbps	114Kbps	70Mbps	54-11Mbps
Alcance	1-100m	5Km	50Km	10-300m
Banda de transmisión	2.4GHz	800 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz	2.3 GHz 3.5GHz	2,4MHz
Modulación	FHSS	GMSK	OFDM	PSK, QPSK y OFDM
Infraestructura adicional	NO	NO	SI	SI
Disponibilidad en la zona de implementación	NO	SI	NO	NO
Topología	Punto a Punto	Red celular	Punto a Punto	Malla

Fuente: (Carvajal, 2015)(Viloria Núñez, Peña y Garzón, 2015)

Realizado por: Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

De la Tabla 7-1 se observa que la tecnología inalámbrica GPRS por su disponibilidad en la zona de implementación y su topología, considerando que es una red celular. Por tanto, el dispositivo podrá recibir el SMS de alerta a cualquier momento y distancia.

### 1.7 Tarjetas de desarrollo

Es un pequeño circuito o placa que incluye microcontroladores, la cual ejecuta instrucciones de un programa proporcionado para controlar sensores y actuadores, además existe un diseño el mismo que permite la programación del mismo, suministrando el voltaje correcto para el debido funcionamiento del controlador, facilitando el acceso a las entradas y salidas (Concepción, 2019).

Existe una variedad de tarjetas controladoras disponibles en el mercado, entre ellas las más destacadas son las siguientes:

- **RaspBerry Pi:** es un pequeño ordenador que soporta varios componentes de un ordenador común (Diario ABC;S.L, 2015)
- **Tessel:** son tarjetas controladoras con Wi-Fi a bordo que le permite construir secuencias de comandos en Node.js (Tessel, 2019).
- **Arduino:** Arduino detecta el entorno al recibir entradas de muchos sensores y afecta su entorno al controlar luces, motores y otros actuadores (Arduino, 2020).
- **Wiring S:** es un pequeño circuito que incluye un microcontrolador, para controlar toda clase de sensores y actuadores (Hernández, 2017).

Del estudio realizado se obtuvo la Tabla 8-1 en la cual se valora la corriente de entrada y salida, tipo de lectura, velocidad que posee cada reloj, alimentación necesaria para su correcto funcionamiento, su costo y disponibilidad en el mercado.

**Tabla 8-1:** Comparación de tarjetas de desarrollo

<b>Características</b>	<b>RaspBerry pi</b>	<b>Tessel</b>	<b>Arduino</b>	<b>Wiring S</b>
<b>Corriente I/O</b>	2.5 A	15mA	7mA	1000mA
<b>Tipo de Lectura</b>	Digital	Analógica/Digital	Analógica/Digital	Analógica/Digital
<b>Velocidad del reloj</b>	1.5GHz	90Mhz	16MHz	16MHz
<b>Alimentación</b>	5V	5V	2.7-12V	7-12V
<b>Costo</b>	\$ 55	\$ 35	\$ 20	\$ 79
<b>Disponibilidad en el mercado local</b>	SI	NO	SI	NO

**Fuente:** (Diario ABC;S.L, 2015)(Hernández, 2017) (Arduino, 2020)

**Realizado por:** Palate, P.; Valdivieso M. 2020

De la Tabla 8-1 se obtiene que la familia Arduino es la más adecuada considerando el bajo consumo de corriente, su alimentación permite desde 2.7-12V, su costo es viable y tiene disponibilidad en el mercado local. Así, será más cómodo trabajar para el procesamiento de las señales.

## CAPÍTULO II

### 2. PROPUESTA Y DISEÑO DE PROTOTIPO

En este capítulo se expone los temas relacionados a los requerimientos que debe cumplir, diseño del *Hardware* y *Software* del sistema, detallando cada parte que lo conforma, sus componentes, sus características técnicas, el esquema de conexiones, herramientas *software*, diagrama de flujo y diseño e implementación de la estructura.

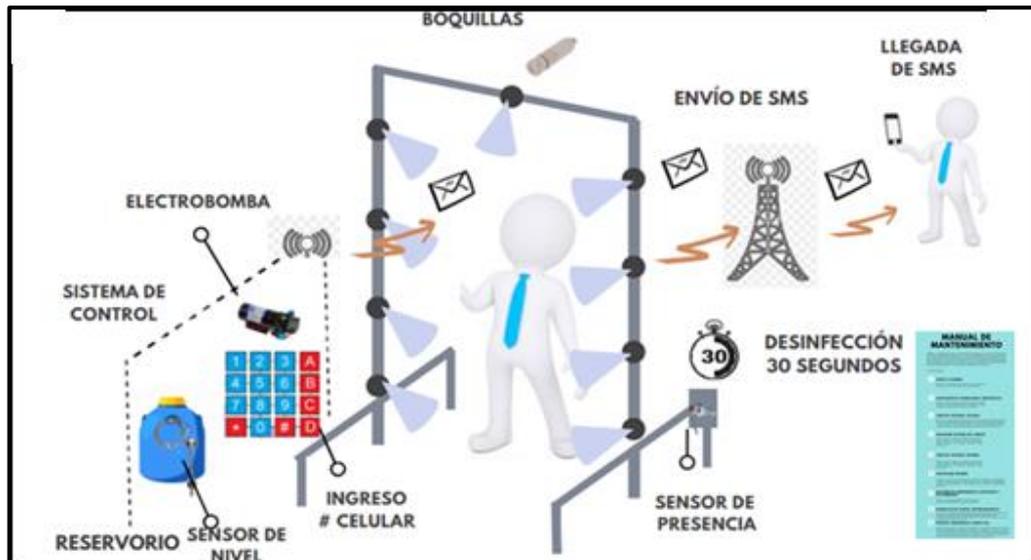
#### 2.1 Requerimientos del prototipo

A través del estudio realizado en el capítulo anterior, se especifica los requerimientos para el diseño del arco de desinfección automatizado:

- Detectar el ingreso de usuarios al área de desinfección.
- Distribución por 9 puntos de líquido desinfectante colocados a distancias homogéneas.
- El proceso de nebulización por persona será de 30 segundos según el requerimiento del desinfectante.
- El sistema debe ser modular, transportable, de fácil uso y bajo costo.
- Capacidad de alimentarse a la red eléctrica (110V).
- Capacidad de suministrar desinfectante para 117 personas.
- Mantener el error de  $\pm 1$  desinfección.
- Supervisar el nivel mínimo del líquido desinfectante.
- Emitir mensajes de alerta SMS por déficit de líquido desinfectante a través de GSM.

#### 2.2 Concepción de la Arquitectura General del sistema

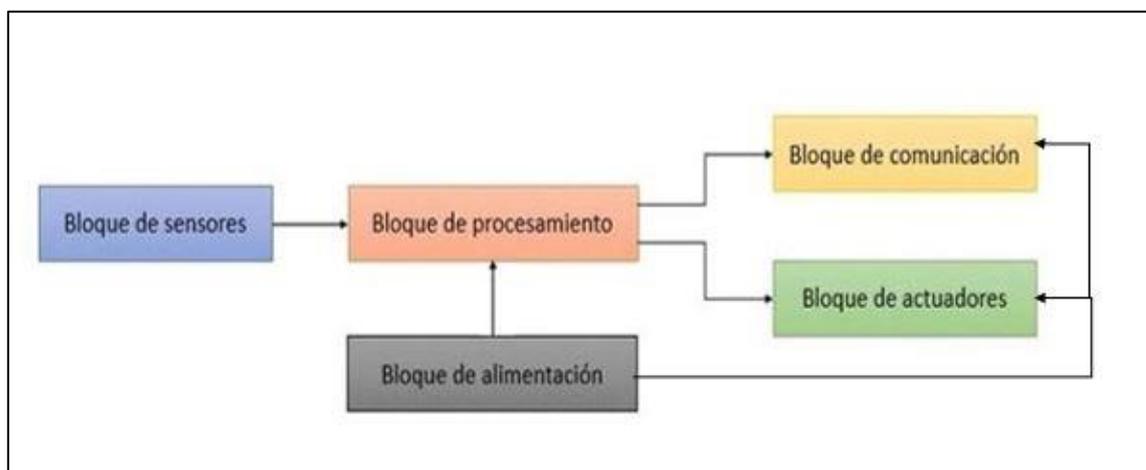
La concepción del sistema se presenta en la Figura 1-2, se puede observar que al ingreso de la estructura existe un sensor fotoeléctrico el cual detecta la presencia de usuarios, el mismo emite una señal hacia la tarjeta controladora para activar la electrobomba y succionar el líquido desinfectante por 30 segundos, de la misma manera un sensor de nivel el cual detecta el déficit de líquido desinfectante emitiendo un SMS de alerta a través de un módulo de comunicación.



**Figura 1-2:** Concepción de la arquitectura general del sistema  
 Realizado por: Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

### 2.3 Diseño de la arquitectura del sistema

En este apartado se detalla la arquitectura del prototipo mediante un diagrama de bloques, como se observa en la Figura 2.2, el bloque de sensores está constituido por un fotoeléctrico el mismo que emite la señal a la tarjeta para que la bomba eléctrica se encienda por 30 Seg, además, un sensor de nivel que envía la señal de nivel mínimo de líquido desinfectante del reservorio; el bloque de procesamiento está compuesto por una tarjeta programable en la cual se realiza el control del sistema; el bloque de comunicación está compuesto por un módulo GSM/GPRS el cual emite el SMS de texto de alerta al usuario encargado cuando el nivel de desinfectante sea mínimo para que el reservorio sea recargado; el bloque de actuadores está constituido por una electrobomba la misma que succiona el desinfectante, finalmente el bloque de alimentación, este requiere un regulador de 12Vdc el mismo que se alimenta de la red eléctrica de 110V.



**Figura 2-2:** Diagrama de bloques de la arquitectura del sistema.  
 Realizado por: Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

## 2.4 Descripción de los elementos *hardware* del sistema

A continuación, se detallan los elementos *hardware* empleados en el sistema, con sus características más importantes.

### 2.4.1 *Arduino Uno*

Es una tarjeta de desarrollo, la más robusta, utilizada y documentada de la familia Arduino, está basada en el microcontrolador ATmega328P como se visualiza en la Figura 3-2, posee 14 terminales de entrada/salida digitales y 6 entradas analógicas, puede ser alimentado con un cable USB mediante una computadora, un adaptador CA a CC o una batería (Arduino, 2020).



**Figura 3-2:** Arduino Uno  
**Realizado por:** Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

En la Tabla 1-2 se muestra sus principales características entre ellas las siguientes (Ver ANEXO A):

**Tabla 1-2:** Características del Arduino Uno.

Descripción	Características
Microcontrolador	ATmega328P
Voltaje de operación	5V
Corrientes DC por cada terminal I/O	20mA
Corriente DC entregada en el terminal 3.3V	50mA
Terminales digitales I/O	14
Terminales analógicos I	6
Terminales PWM	6

**Fuente:** (Arduino, 2020)  
**Realizado por:** Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

#### 2.4.2 Módulo GSM/GPRS SIM 900

Es un módulo de comunicación inalámbrico compacto tipo SMT como se muestra en la Figura 4-2, se usa en los dispositivos móviles y PDA para enviar mensajes de texto y llamadas de voz a celulares, comunicación recursiva entre otros, además, se puede usar para desarrollar aplicaciones e IOT (Internet de las cosas). Utiliza comandos AT para ser configurado y controlado mediante vía UART (SIMCom, 2015).



**Figura 4-2:** Módulo de comunicación GSM/GPRS  
Realizado por: Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

En la Tabla 2-2 se visualiza las características técnicas más destacadas (Ver ANEXO B):

**Tabla 2-2:** Características del módulo SIM 900 GSM/GPRS.

Descripción	Características
Voltaje de entrada	3.2-4.8 V
Consumo de corriente en modo sleep	1.5mA
Cuatribanda	850/900/1800/1900 MHz
Dimensiones	24*24*3mm
Consumo de energía	Bajo
Temperatura de operación	-30° a 80°C
Control	Comandos AT
Peso	3,4g

Fuente: (SIMCom, 2015)

Realizado por: Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

### 2.4.3 Teclado matricial 4x4

Es un dispositivo electrónico de material plástico, conformado por 4 filas y 4 columnas con 16 teclas que usan 8 terminales para su conexión, además, trabaja con 3.3V o 5V (Naylamp-Mechatronics, 2020). En la Figura 5-2 se observa el elemento utilizado.



**Figura 5-2:** Teclado Matricial  
Realizado por: Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

En la Tabla 3-2 se visualiza las características técnicas más destacadas (Ver ANEXO C):

**Tabla 3-2:** Características del teclado matricial.

Descripción	Características
Máx. voltaje operativo	24 Vdc
Máx. corriente operativa	30mA
Dimensiones	69*77mm
Temperatura de operación	0-50°C
Expectativa de vida	1000000 de operaciones

Fuente: (Naylamp-Mechatronics, 2020)  
Realizado por: Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

### 2.4.4 Sensor de nivel flotador interruptor horizontal

Es un dispositivo de plástico utilizado para medir el nivel de líquido, conocido también como interruptor flotador de posición horizontal, el mismo que puede activar una bomba, una alarma entre otros dispositivos (Carrod-Electrónica, 2015), como se visualiza en la Figura 6-2.



**Figura 6-2:** Sensor de nivel flotador  
**Realizado por:** Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

En la Tabla 4-2 se muestra las características más importantes (Ver ANEXO D):

**Tabla 4-2:** Características del sensor flotador

Descripción	Características
Voltaje de conmutación (máx.)	110V DC
Potencia del interruptor	10W
Corriente de conmutación (máx.)	0,5 <sup>a</sup>
Corriente (máx.) de transporte	1 A
Temperatura nominal	-30 – 125°C

**Fuente:** (Carrod-Electrónica, 2015)

**Realizado por:** Palate, P.; Valdivieso M. 2020

#### 2.4.5 *Sensor Fotoeléctrico E18-D80NK*

Permite detectar objetos siempre y cuando se encuentre en la distancia de detección sin necesidad de contacto, dicha distancia es ajustable como se muestra en la Figura 7-2. De fácil integración con sistemas digitales como Arduino, Pícs o PLCs, usan el cambio de intensidad de luz como principio de detección, tanto el emisor como el receptor están integrados dentro del sensor sin necesidad de espejo adicional (Thinkbox, 2015).



**Figura 7-2:** Sensor fotoeléctrico E18-D80NK  
**Realizado por:** Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

En la Tabla 5-2 se muestra las características técnicas del sensor (Ver ANEXO E):

**Tabla 5-2:** Características del sensor Fotoeléctrico E18-D80NK

Descripción	Características
Voltaje de entrada	5 V
Consumo de corriente	> 25mA (min) ~ 100mA (máx.)
Dimensión	1,7 cm (diámetro) x 4,5 cm (largo)
Longitud del cable	45cm
Detección de objetos	Transparentes u opacos
Rango de detección	3cm-80cm
Temperatura ambiente	-25 a 55°C
Margen de error	0.0118 ~ 1 cm

**Fuente:** (Thinkbox, 2015)

**Realizado por:** Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

#### 2.4.6 *Electrobomba de agua 12 VDC*

Es una mini electrobomba de agua de diafragma que se utiliza para la succión del líquido desinfectante. En la Figura 8-2 se visualiza el elemento empleado.



**Figura 8-2:** Electrobomba 12VDC  
**Realizado por:** Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

En la Tabla 6-2 se visualiza las características más importantes (Ver Anexo F):

**Tabla 6-2:** Características de la electrobomba

Descripción	Características
Voltaje de entrada	12V
Corriente a 200PSI	$\leq 3A$
Bypass de corriente	$\leq 4A$
Flujo a 200PSI	$\geq 0,35L/min$

**Fuente:** (OWAN-Electronics,2020)

**Realizado por:** Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

#### 2.4.7 *Boquilla Nebulizadora*

Es un componente metálico que sirve para nebulizar líquidos, creando una pequeña lluvia a presión, incluye un filtro y es totalmente desmontable para fácil mantenimiento. Véase Figura 9-2.



**Figura 9-2:** Boquillas nebulizadoras  
**Realizado por:** Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

En la Tabla 7-2 se visualiza las características más importantes de la boquilla nebulizadora.

**Tabla 7-2:** Características de la boquilla nebulizadora

Descripción	Características
Material	Metal
Diámetro del orificio	0,2mm
Presión	≥40 PSI
Rango de pulverización	0,5m

**Fuente:** (Electromechan, 2020)  
**Realizado por:** Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

De acuerdo con las especificaciones técnicas de las boquillas adquiridas, se realizó los cálculos para conocer el número de usuarios que pueden usar el prototipo sin recargar el reservorio.

$$\begin{aligned}
 35 \text{ ml}/\text{min} * 9 \text{ boquillas} &= 315 \text{ ml}/\text{min} \\
 315 \text{ ml}/\text{min} * 1\text{min}/60\text{seg} &= 5.25 \text{ ml}/\text{seg} \\
 5.25 \text{ ml}/\text{seg} * 30\text{seg} &= 157.5 \text{ ml por persona} \\
 1 \text{ caneca} &= 18927\text{ml} \\
 18927\text{ml} \div 157.5\text{ml} &= 120.17 \cong 120 \text{ personas}
 \end{aligned}$$

#### 2.4.8 Reservorio

En la Figura 10-2 se muestra el reservorio de polipropileno, el mismo que viene envasado con el líquido desinfectante a usar. Es un termoplástico usado para diversas aplicaciones como la medicina, tuberías, textiles entre otros, evita el traspaso de la humedad, además posee excelentes propiedades organolépticas, químicas de existencia y transparencia (PETROQUIM, 2018).

En base a los cálculos obtenidos en el apartado anterior, se optó por utilizar el recipiente en el cual se encuentra almacenado el líquido desinfectante, el mismo que abastece a 120 personas, además, evita la menor manipulación y contaminación del desinfectante, siendo de fácil instalación y transporte.

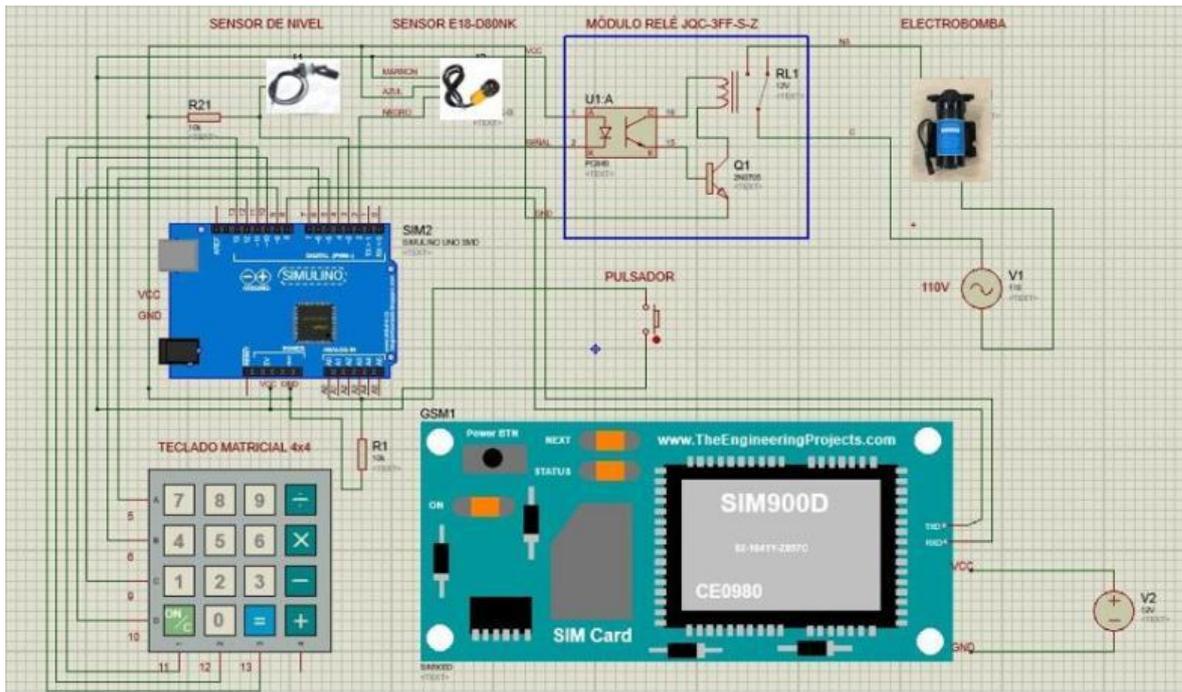


**Figura 10-2:** Reservorio  
Realizado por: Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

## 2.5 Esquema de conexiones

En el siguiente apartado se muestra la simulación de las conexiones de los módulos a utilizar en el proyecto, con el *software* Proteus 8 Profesional (Labcenter Electronics, 2020), este no posee las librerías necesarias de los elementos utilizados por lo cual se implementó los dispositivos.

En la Figura 11-2 se muestra la conexión de los elementos utilizados: Arduino Uno, sensor fotoeléctrico E18-D80NK, relé 5V, sensor de nivel flotador interruptor horizontal, teclado, y electrobomba.



**Figura 11-2:** Diagrama de conexión general del sistema

Realizado por: Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

A continuación, se detalla el esquema de conexión presentado en la Figura 11-2:

#### Conexión Arduino UNO:

- Para la energización de la tarjeta controladora se conectó una fuente externa de 5V mediante el Power Jack de alimentación externa.

#### Conexión sensor fotoeléctrico E18-D80NK:

- El cable de alimentación de color marrón se conecta al terminal positivo de 5V del Arduino UNO.
- El cable GND de color azul, se conecta al terminal GND del Arduino UNO.
- El cable de la salida digital de color negro se conecta al terminal digital número 2 del Arduino UNO.

#### Conexión sensor de nivel flotador interruptor horizontal:

El sensor posee dos cables de calibre 22 AWG; uno de ellos se conecta al terminal positivo de 5V del Arduino UNO, por consiguiente, el otro cable se conecta mediante una resistencia al terminal digital número 3 y al terminal GND del Arduino UNO.

#### Conexión del módulo de relé SRD-05VDC-SL-C:

- El terminal GND se conecta al terminal negativo GND del Arduino UNO.
- El terminal VCC se conecta al terminal positivo de 5V del Arduino UNO.

- El terminal de señal (IN), se conecta al terminal digital número 4 del Arduino UNO.

#### **Conexión de la bomba:**

- El cable que representa GND de color negro se conecta al terminal negativo del conector de 110V.
- El cable que representa alimentación de color rojo se conecta al terminal NA (normalmente abierto) del módulo de relé.

#### **Conexión del módulo SIM900:**

- Para la energización del módulo SIM900 se conecta una fuente externa de 12V a 2A mediante el Power Jack de alimentación externa.
- Los terminales RXD y TXD de comunicación serial se conectan a los terminales digitales 7 y 8 del Arduino UNO respectivamente.

#### **Conexión del teclado matricial:**

Los siete terminales de señal están conectados a los terminales digitales 5, 6, 9, 10, 11, 12 y 13 del Arduino UNO respectivamente.

## **2.6 Diseño del *Software* del arco de desinfección automatizado**

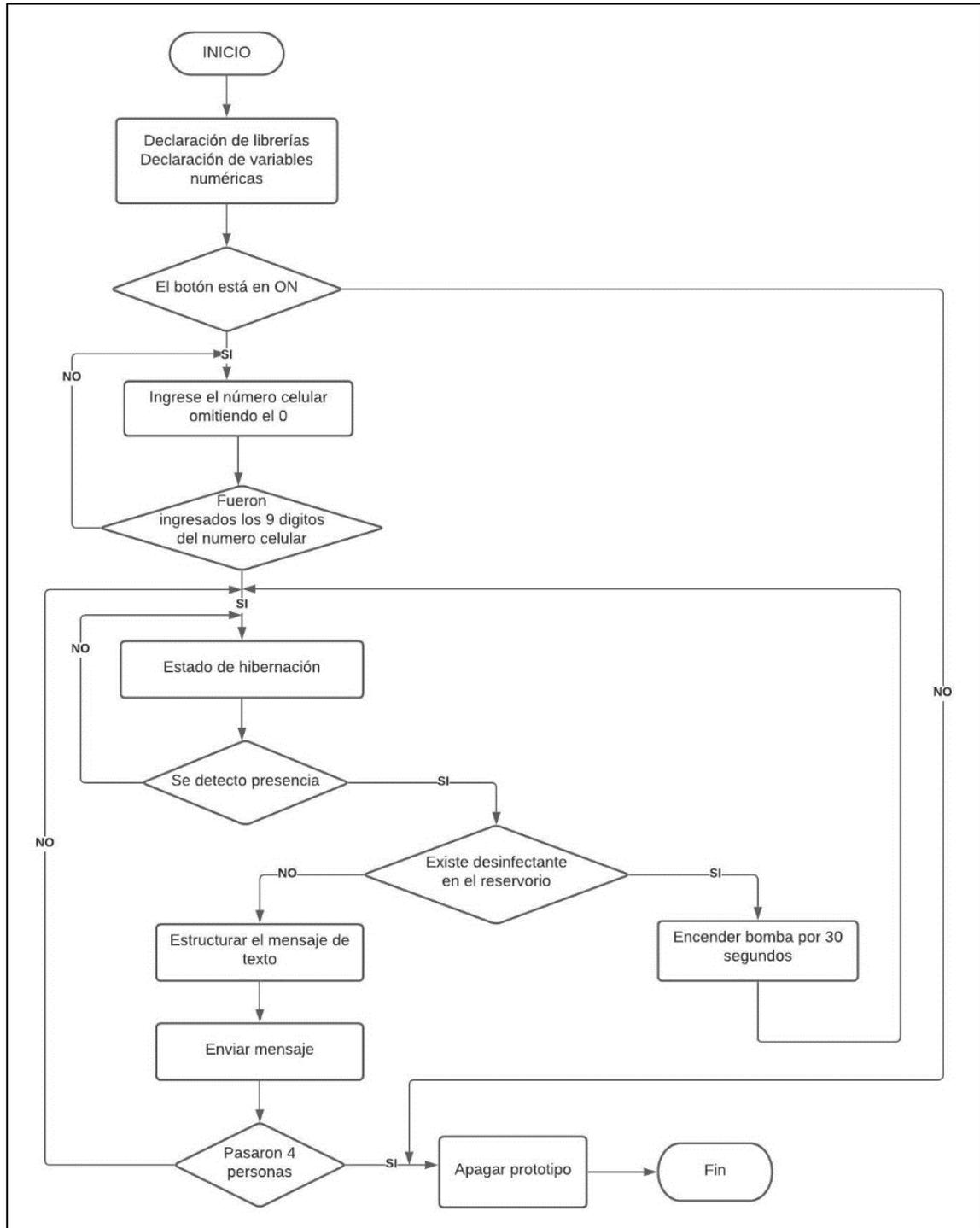
La programación para el arco de desinfección automatizado se realizó en la IDE de Arduino 1.8.13 (Arduino, 2020), la cual posee un conjunto de instrucciones para controlar cualquier dispositivo. En esta sección se muestra el diagrama de flujo de la lógica de programación, funciones y librerías empleadas.

### **2.6.1 *Requerimientos del Software***

- Permitir el ingreso de un número celular.
- Permanecer en hibernación hasta detectar la presencia de usuarios.
- Controlar la electrobomba y mantenerla encendida por 30 segundos.
- Evaluar el nivel mínimo (1Litro) de líquido desinfectante.
- Emitir SMS de alerta por déficit de líquido desinfectante mediante una red móvil.

## 2.6.2 Flujograma para el programa del sistema de desinfección

En la Figura 12-2 se visualiza el flujograma del arco de desinfección automatizado, el mismo se detalla a continuación.



**Figura 12-2:** Flujograma del *software* del sistema

Realizado por: Palate, P.; Valdivieso, M. 2020

Librerías y comandos utilizados en la programación de la lectura y accionamiento de los actuadores.

### **Para la inicialización:**

- Se declara la librería **SoftwareSerial.h** para el manejo del puerto serial (Arduino, 2015).
- Se declara la librería **Keypad.h** para usar el teclado matricial (Mark Stanley, 2016).
- Se declaran los terminales de envío y recepción de datos con **SoftwareSerial SIM900()** (Arduino, 2015).
- Se crea una variable externa para el número celular.
- Se crean las variables para el sensor de presencia, el módulo de relé, el sensor flotador y el switch.
- Se define las variables de entrada y salida.
- Se definen los terminales del Arduino al que se conecta cada sensor.
- Se lee los nueve dígitos del número de celular.
- Se lee la posición del pulsador de inicio.
- Se realiza la interrupción en el terminal digital donde está conectado el sensor fotoeléctrico.

### **Para el ciclo de repetición:**

- Se pregunta el estado del sensor fotoeléctrico.
- Si se detectó presencia, se pregunta el estado del sensor flotador.
- Si el estado del sensor flotador está en alto, se enciende la bomba por 30 segundos, después regresa al estado de hibernación del sistema.
- Si el estado del sensor flotador está en bajo, se estructura y se envía el mensaje de texto.
- Si el contador de personas es igual a 4 el prototipo deja de funcionar.
- Se crea la función **mensaje ()** usando comandos AT, refiérase al ANEXO G.
- La función creada envía una cadena de caracteres al número ingresado al inicio del programa, se utilizan los siguientes comandos:
- Con el comando “**AT+CMGF=1\r**” se elige enviar el SMS en modo texto.
- Con el comando “**AT+CMGS=\ “numero\_celular\”**” se envía el mensaje al número de celular ingresado.
- Se estructura el mensaje que se enviará por SMS dentro de comillas, en el caso que el módulo GSM no encuentre red, la función devuelve error.

## **2.7 Diseño de la estructura mecánica del arco de desinfección**

De acuerdo a la estatura promedio en Ecuador de 1,52-1,67cm (Ecuador Ec, 2019), se consideró que la dimensión es de 190cm de alto por 100 cm de ancho, los elementos usados para su implementación son los siguientes: Tubo de acero inoxidable , perfil estructural de geometría G,

Tol negro y tubo de acero de 1", para el diseño del mismo se utilizó el *software* SolidWorks 2018 (SOLIDWORKS, 2020) , el mismo que se divide en 6 piezas que se detalla a continuación:

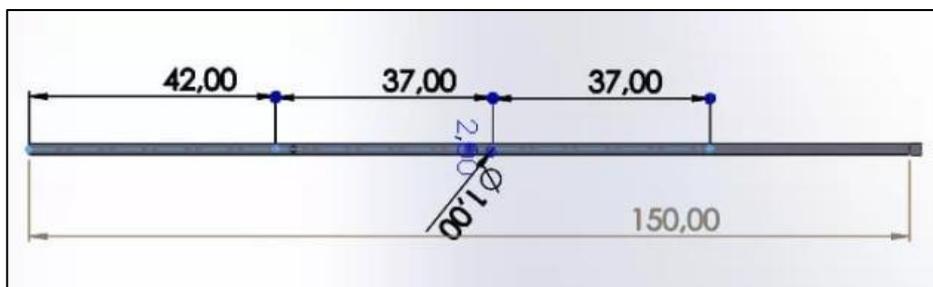
### 2.7.1 Arco

Constituido de 3 piezas, en la Figura 13-2 y Figura 14-2 se visualizan los diseños del arco tipo puerta realizados en Solidworks, sus dimensiones son: largo 40cm y ancho 100cm para la parte superior (Ver Anexo H), para las 2 partes laterales posee las siguientes dimensiones: largo:150cm, además la distancia del primer orificio para la boquilla está situada a 42cm del nivel del piso del lado derecho e izquierdo y los tres restantes a 37cm respectivamente (Ver Anexo I), para su implementación se usó un tubo de acero inoxidable de ¾" de acuerdo a las especificaciones del capítulo 1, debido a que no tiende a oxidarse y es resistente a diferentes soluciones químicas.



**Figura 13-2:** Diseño de la parte superior del arco de desinfección.

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2020



**Figura 14-2:** Diseño de las partes laterales del arco de desinfección

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2020

En la Figura 15-2 y Figura 16-2 se visualiza el producto implementado por separado.



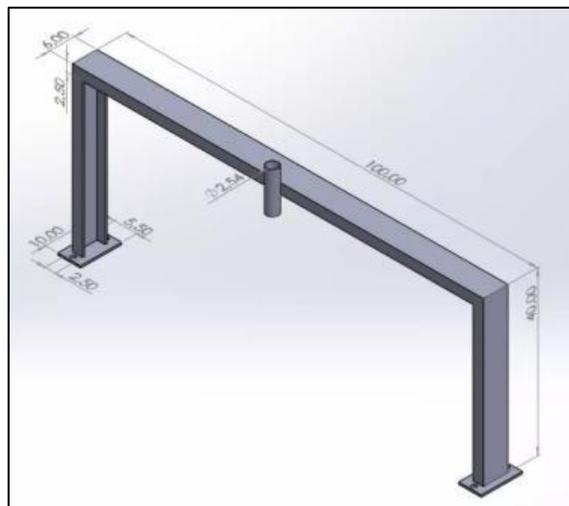
**Figura 15-2:** Parte Superior del arco de desinfección.  
Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2020



**Figura 16-2:** Parte lateral de desinfección.  
Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2020

### 2.7.2 Bases de soporte

En la Figura 17-2 se muestra el diseño en Solidworks de las bases de soporte para el arco, están contruidos a base del perfil estructural de geometría G de 60mm, las dimensiones son las siguientes: altura 40cm, ancho 100cm, base al piso 10cm de largo y 5,50cm de ancho, además, el tubo de 1" esta adherido a 50cm de ancho y posee 10cm de altura (Ver Anexo J).



**Figura 17-2:** Diseño del soporte  
Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2020

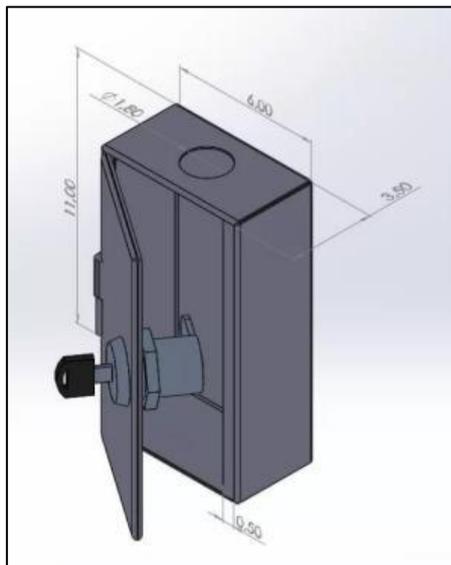
En la Figura 18-2 se visualiza el producto final implementado.



**Figura 18-2:** Soporte del arco de desinfección.  
Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2020

### 2.7.3 Gabinete para el sensor

En la Figura 19-2 se puede visualizar el diseño del gabinete realizado en SolidWorks, el mismo se encarga de almacenar y proteger el sensor fotoeléctrico, sus dimensiones son: largo 11cm, ancho 6cm, profundidad 3,5cm y su orificio de 1,8cm de diámetro (Ver Anexo K).



**Figura 19-2:** Diseño del gabinete para el sensor  
Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2020

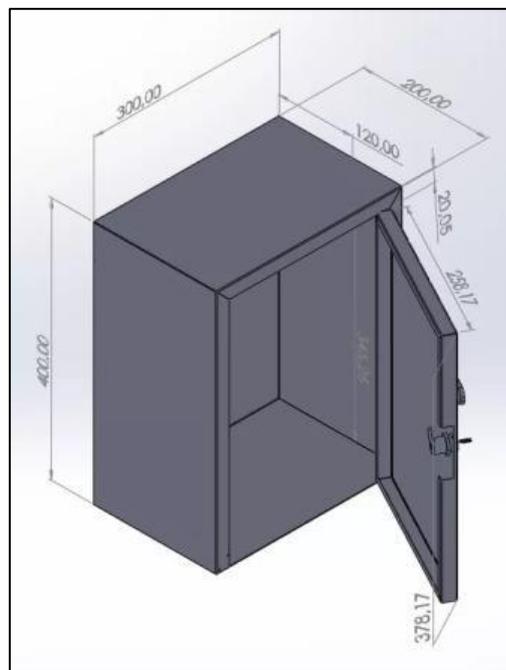
En la Figura 20-2 se visualiza el producto final implementado.



**Figura 20-2:** Gabinete para el sensor fotoeléctrico.  
Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2020

#### 2.7.4 *Gabinete metálico*

En la Figura 21-2 se puede visualizar el diseño del gabinete realizado en SolidWorks, el cual se encarga de almacenar la bomba, el sistema de control y el teclado matricial, sus dimensiones son las siguientes: alto 40cm, ancho 30cm, profundidad 20cm, además posee una base separación de alto 5cm y de profundidad 12cm (Ver Anexo L).



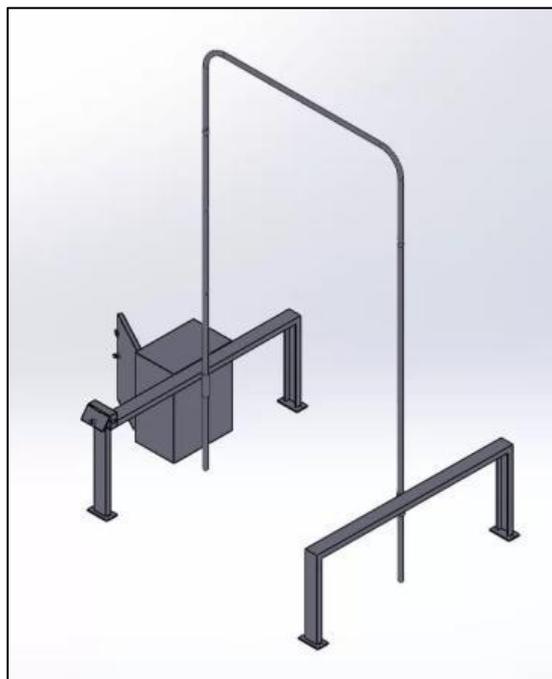
**Figura 21-2:** Diseño del gabinete metálico  
Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2020

En la Figura 22-2 se visualiza el producto implementado.



**Figura 22-2:** Gabinete metálico.  
Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2020

En la Figura 23-2 se muestra el diseño completo en SolidWorks de la estructura ensamblada del arco de desinfección.



**Figura 23-2:** Estructura final en SolidWoks.  
Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2020

En la Figura 24-2 se muestra la estructura ensamblada del arco de desinfección.



**Figura 24-2:** Estructura final del arco de desinfección.

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2020

## CAPÍTULO III

### 3. VALIDACIÓN DE PROTOTIPO

En esta sección se presenta los resultados obtenidos, a través de la caracterización de sensores, determinación de la capacidad de líquido desinfectante, recepción de mensajes de alerta, funcionamiento, usabilidad y finalmente el consumo total de corriente del prototipo implementado.

#### 3.1 Implementación del sistema

Se implementó un prototipo de desinfección automático que posee un peso total de 15 kg con un área de 1m de ancho por 1,20 de largo. Las pruebas se ejecutaron en dos semanas, divididas en dos tipos: La prueba en el laboratorio la cual se realizó la caracterización de los sensores de presencia y nivel. Y, la prueba de funcionamiento fue testada en el Restaurant “El Sasón de Patty” ubicado en el Sector complejo Uniandes del Cantón Ambato en la provincia de Tungurahua; con el fin de verificar su correcto funcionamiento. En la Figura 1-3 se presenta el prototipo instalado.



**Figura 1-3:** Prototipo instalado  
Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2020

### 3.2 Caracterización de sensores

Para determinar si el prototipo no incorpora errores adicionales a los sensores y presenta estabilidad en su diseño, se ejecutaron cuatro pruebas que se detallan a continuación:

#### 3.2.1 Validación del sensor de presencia fotoeléctrico E18-D80NK

Se presenta un análisis con el fin de comprobar que el prototipo implementado no incorpore un error al sensor fotoeléctrico. Este análisis determina si el resultado no sobrepasa el error asignado en la verificación teórica. La prueba se realizó calibrando la distancia de detección del sensor, mínima (3cm), media (60cm) y máxima (80cm), a través de 15 muestras durante un día, utilizando un flexómetro. En la Figura 2-3 se observa el proceso de la prueba de validación del sensor fotoeléctrico. La Tabla 1-3 presenta la evaluación del error absoluto de las mediciones del sensor fotoeléctrico.



**Figura 2-3:** Proceso de la prueba de validación del sensor fotoeléctrico

**Realizado por:** Palate P.; Valdivieso, M. 2020

**Tabla 1-3:** Medición de distancia del sensor fotoeléctrico

<b>Muestra</b>	<b>Distancia controlada en el sensor (cm)</b>	<b>Distancia detectada por el flexómetro (cm)</b>	<b>Error Absoluto (cm)</b>
<b>1</b>	3	2.8	0.2
<b>2</b>	3	3.2	-0.2
<b>3</b>	3	2.7	0.3
<b>4</b>	3	3.3	-0.3
<b>5</b>	3	3.2	-0.2
<b>6</b>	60	59.6	0.4
<b>7</b>	60	59.9	0.1
<b>8</b>	60	60	0
<b>9</b>	60	60.2	-0.2
<b>10</b>	60	60.1	-0.1
<b>11</b>	80	81	-1
<b>12</b>	80	80.2	-0.2
<b>13</b>	80	79.5	0.5
<b>14</b>	80	80.8	-0.8
<b>15</b>	80	80.7	-0.7
<b>Error absoluto</b>		<b>máx:1; min:0.2</b>	

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

Al analizar la Tabla 1-3, se observa que el error absoluto máximo es de 1 cm y no supera el valor esperado (1cm), por lo tanto, se concluye que el prototipo implementado mantiene el error del sensor.

### **3.2.2 Validación del sensor de nivel flotador interruptor**

El objetivo de la prueba es determinar que el prototipo mantenga el error del sensor de nivel, esta prueba consistió en llenar el reservorio con 1 lt. de ácido hipocloroso, después con una jarra medidora se integró 0.01lt. progresivamente hasta llegar a 1.1 lt., a fin de comparar el volumen detectado por el sensor con el volumen medido por el equipo patrón. Para comparar el error del sensor de nivel se consideró un margen de error de una desinfección, (0.1575 lt.), debido a que no se detalla información técnica del sensor. En la Figura 3-3 se muestra el proceso de la prueba testada. La Tabla 2-3 presenta el error absoluto de las mediciones de volumen a través del sensor flotador.



**Figura 3-3:** Evidencia de prueba de validación del sensor de nivel

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

**Tabla 2-3:** Error absoluto del volumen mediante el sensor flotador

Muestra	Volumen integrado al reservorio (lt)	Volumen detectado por el sensor (lt)	Error absoluto (lt)
1	1.01	1	0.01
2	1.02	1	0.02
3	1.03	1	0.03
4	1.04	1	0.04
5	1.05	1	0.05
6	1.06	1	0.06
7	1.07	1.1	-0.03
8	1.08	1.1	-0.02
9	1.09	1.1	-0.01
10	1.10	1.1	0
<b>Error absoluto</b>	<b>máx:0.06; min:0</b>		

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

La Tabla 2-3, indica un error máximo de 0.060 lt., valor que no sobrepasa el error considerado de  $\pm 1$  una desinfección (0.1575 lt). Por lo tanto, se concluye que el prototipo cumple con el requerimiento de mantener el error de un proceso de desinfección.

### 3.2.3 Prueba del cálculo del ángulo para cambio de estado del sensor

La finalidad de la prueba es determinar que el prototipo mantenga el error del sensor de nivel y calcular el ángulo de cambio de estado. Esta prueba consistió en evaluar el cambio de estado del sensor con incrementos angulares de 0.5 grados, a partir de 0 grados hasta el ángulo máximo de 70 grados. Así, se tomó 140 muestras que fueron segmentadas en 5 rangos a través de un graduador, considerando un margen de error de 0 a 0.5 grados. En la Figura 4-3 se presenta el proceso de la

prueba del cálculo del ángulo para cambio de estado. En la Tabla 3-3 se observa los resultados de las mediciones realizadas a través de un graduador para obtener el ángulo de cambio de estado.



**Figura 4-3:** Prueba del cálculo de ángulo del sensor flotador.

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

**Tabla 3-3:** Mediciones con el graduador para la búsqueda del ángulo

Muestra	Ángulo controlado en el sensor (°)	Ángulo del graduador (°)	Error absoluto (°)	Estado
1	0-10	0-10	0	1
2	10-19.5	10-19.5	0	1
3	20-30	20-30	0	0
4	40-50	40-50	0	0
5	50-70	50-70	0	0
<b>Error absoluto</b>			<b>0</b>	

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

De los resultados obtenidos en la Tabla 3-3, se afirma que no existe error en las muestras. Debido a que el sensor es mecánico se considera un error de  $\pm 1$  proceso de desinfección. Además, el cambio de estado de alto a bajo sucede en 20 grados. Por lo tanto, se concluye que el prototipo mantiene el error de un proceso de desinfección.

### 3.2.4 Estabilidad del prototipo implementado

El objetivo de las siguientes pruebas es determinar la estabilidad del prototipo, por medio del cálculo del coeficiente de variación, este coeficiente debe ser menor al 10% de acuerdo a la norma

ISO –TS 21748 (González y Falcón, 2015). Para lo cual fueron ejecutadas tres pruebas que a continuación se detallan.

#### 3.2.4.1 Prueba de rango de detección del sensor fotoeléctrico

El propósito de la prueba es comprobar la estabilidad del prototipo. Esta prueba consiste en ubicar un indicador en la superficie a una distancia de referencia de 60cm respecto al sensor, para ser comparada con la distancia calibrada del sensor. Así, se tomó 10 muestras para hallar la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación con el uso del *software* Excel 2016. En la Figura 5-3 se observa el proceso de la prueba de rango de detección del sensor fotoeléctrico. En la Tabla 4-3 se presenta los resultados obtenidos.



**Figura 5-3:** Proceso de la prueba de rango de detección del sensor fotoeléctrico

**Realizado por:** Palate P.; Valdivieso, M. 2021

**Tabla 4-3:** Pruebas de detección del sensor fotoeléctrico

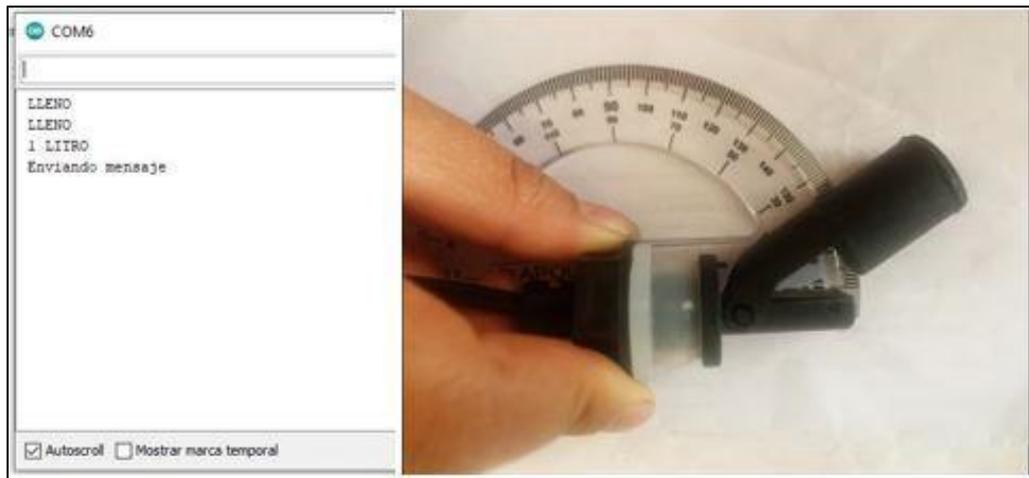
Muestra	Distancia estimada (Cm)	Distancia detectada (Cm)	Error Absoluto de la distancia (Cm)
1	60	60.7	0.7
2	60	59.7	-0.3
3	60	60.1	0.1
4	60	59.7	-0.3
5	60	60.5	0.5
6	60	60.4	0.4
7	60	60.7	0.7
8	60	59.8	-0.2
9	60	60.1	0.1
10	60	59.8	-0.2
<b>Media (<math>\bar{X}</math>)</b>		60.15	<b>máx 0.7 ; min 0.2</b>
<b>Desviación Estándar (<math>\sigma</math>)</b>		0.40069384	
<b>Coeficiente de variación (%)</b> $CV = \frac{\sigma}{\bar{X}} * 100$		0.66615768	

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

Al visualizar la Tabla 4-3, se determina que el coeficiente de variación es 0.66%, este valor no supera el 10% descrito por los autores. Por lo tanto, se concluye que el prototipo presenta estabilidad en el rango de detección.

#### 3.2.4.2 Prueba de cambio de estado del sensor de nivel

La prueba consiste en supervisar la estabilidad del prototipo, en la cual, se conectó el embebido con el fin de confrontar los datos emitidos por el puerto serial (COM6); con los obtenidos manualmente por medio del equipo patrón (graduador). A través de 10 muestras se calculó el coeficiente de variación. En la Figura 6-3 se presenta en ángulo de cambio de estado del sensor de nivel. En la Tabla 5-3 se observa los resultados obtenidos.



**Figura 6-3:** Prueba de cambio de estado del sensor de nivel

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

**Tabla 5-3:** Muestras de ángulo y cálculo de coeficiente de variación

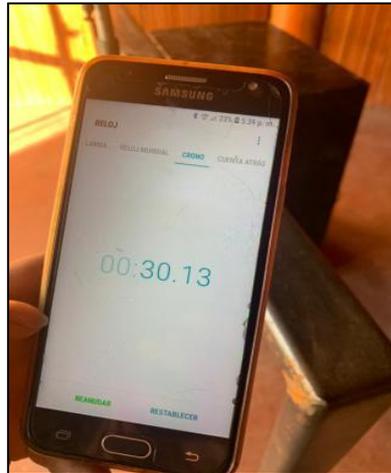
Muestra	Ángulo de referencia (°)	Ángulo del sensor(°)	Error Absoluto (°)
1	20	20	0
2	20	20	0
3	20	20	0
4	20	20	0
5	20	20	0
6	20	20	0
7	20	20	0
8	20	20	0
9	20	20	0
10	20	20	0
<b>Media (<math>\bar{X}</math>)</b>		20	<b>máx 0 ; min 0.</b>
<b>Desviación Estándar (<math>\sigma</math>)</b>		0	
<b>Coeficiente de variación (%)</b> $CV = \frac{\sigma}{\bar{X}} * 100$		0	

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

Examinando los datos alcanzados de la Tabla 5-3, se constató, que el coeficiente de variación es 0 %, tal valor no supera el 10% establecido por los autores, por lo tanto, se concluye que el prototipo implementado presenta estabilidad en el cambio de estado.

### 3.2.4.3 Prueba de tiempo de procesamiento de desinfección

El análisis se presenta con el fin de estatuir la estabilidad del prototipo. La prueba consiste en tomar 10 muestras del tiempo en que tarda el líquido desinfectante en salir por las nueve boquillas través de un cronómetro. En la Figura 7-3 se muestra la evidencia de la prueba. En la Tabla 6-3 se muestran los resultados obtenidos.



**Figura 7-3:** Evidencia del tiempo final de una desinfección.

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

**Tabla 6-3:** Resultado de la prueba de tiempo de procesamiento de desinfección

Muestra	Tiempo estimado (Seg)	Tiempo detectado (Seg)	Error Absoluto de tiempo (seg)
1	30	30.09	0.09
2	30	30.12	0.12
3	30	30.14	0.14
4	30	30.16	0.16
5	30	30.13	0.13
6	30	30.2	0.2
7	30	30.1	0.1
8	30	30.05	0.05
9	30	30.17	0.17
10	30	30.08	0.08
Media ( $\bar{X}$ )		30.124	máx:0.17; min:0.05
Desviación Estándar ( $\sigma$ )		0.045509462	
Coeficiente de variación (%) $CV = \frac{\sigma}{\bar{X}} * 100$		0.15%	

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

De los resultados obtenidos de la Tabla 6-3 se evidenció que el coeficiente de variación es 0.15%, valor que no sobrepasa al 10% presentado por los autores, por lo tanto, se concluye que el prototipo presenta estabilidad en el tiempo de desinfección.

### 3.3 Determinación de la capacidad de líquido desinfectante

La prueba se realizó con el fin de comprobar la capacidad de procesos de desinfección que el prototipo desinfecta sin recargar el reservorio. Tal prueba consistió en recolectar una muestra de volumen, por cada diez personas que ingresaron al prototipo.

Así, el excedente se desembocó en el equipo patrón (jarra medidora) para verificar su volumen. Finalmente, con la utilización de Excel 2016 se calculó la capacidad total de usuarios que abastece el líquido desinfectante. La Figura 8-3 presenta el proceso de la determinación de la capacidad del líquido desinfectante. La Tabla 7-3, muestra los resultados obtenidos del volumen de alcance de líquido desinfectante.



**Figura 8-3:** Determinación de alcance de líquido desinfectante  
Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

**Tabla 7-3: Volumen de alcance de líquido desinfectante**

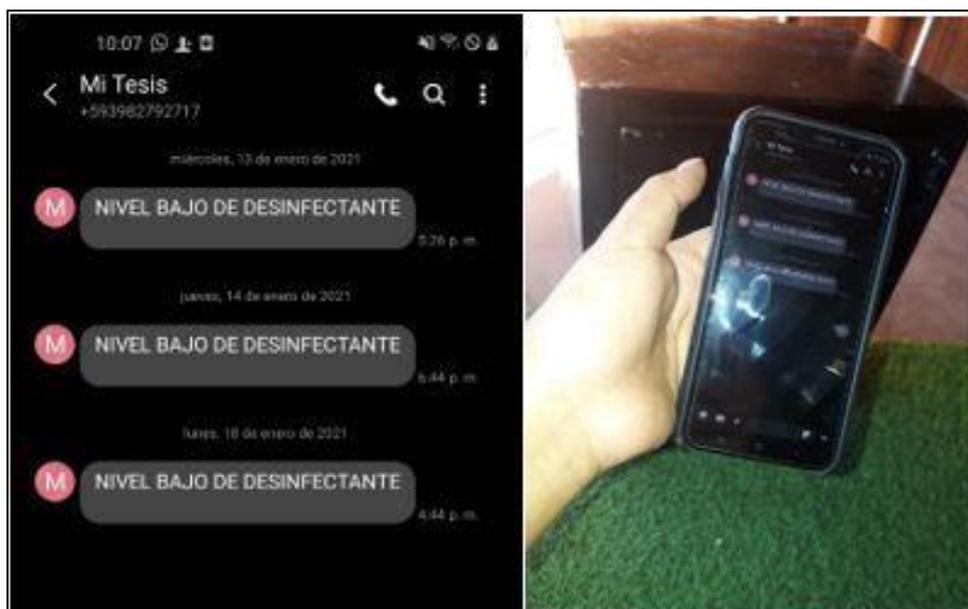
<b>Muestra</b>	<b>Número de personas</b>	<b>Volumen utilizado (lt)</b>	<b>Volumen restante (lt)</b>
<b>1</b>	10	1.5	17.3
<b>2</b>	20	3.1	15.7
<b>3</b>	30	4.7	14.1
<b>4</b>	40	6.1	12.8
<b>5</b>	50	7.8	11.0
<b>6</b>	60	9.4	9.5
<b>7</b>	70	11	7.9
<b>8</b>	80	12.6	6.3
<b>9</b>	90	14.1	4.7
<b>10</b>	100	15.8	3.1
<b>11</b>	110	17.4	1.5
<b>12</b>	120	18.9	0.2

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

Analizando la Tabla 7-3 se verificó que el volumen de líquido desinfectante del prototipo posee la capacidad para atender 120 usuarios con un sobrante de 0.2 lt. Sin embargo, por seguridad, se programó al prototipo con un nivel mínimo de 1lt para emitir alertas y una restricción a 117 procesos de desinfección sin recarga.

### **3.4 Pruebas de recepción de mensajes de alerta**

La prueba de recepción permite verificar el mensaje de alerta de baja cantidad de desinfectante. Esta prueba consistió en emitir veinte mensajes de texto cuando el nivel de desinfectante fue menor o igual a 1 lt. Además, con un cronómetro se evaluó el tiempo que tarda en llegar el mensaje al teléfono celular. Así, se utilizó una SIM de operadora celular. En la Figura 9-3 se observa la prueba de recepción de mensajes de alerta. La Tabla 8-3 presenta los resultados obtenidos de las muestras realizadas.



**Figura 9-3:** Recepción de mensajes de alerta.  
Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

**Tabla 8-3:** Resultados de la prueba de recepción de mensajes de alerta.

Muestra	Recepción del mensaje	Número de caracteres del mensaje de alerta	Tiempo estimado de recepción de mensajes(segundos)	Mensaje generado en 1 lt
1	SI	26	2:05	SI
2	SI	26	1:98	SI
3	SI	26	2:10	SI
4	SI	26	2:11	SI
5	SI	26	2:01	SI
6	SI	26	1:96	SI
7	SI	26	2:08	SI
8	SI	26	2:01	SI
9	SI	26	2:10	SI
10	SI	26	1:97	SI
11	SI	26	2:16	SI
12	SI	26	2:18	SI
13	SI	26	2:00	SI
14	SI	26	1:95	SI
15	SI	26	2:05	SI
16	SI	26	1:99	SI
17	SI	26	2:07	SI
18	SI	26	2:12	SI
19	SI	26	2:10	SI
20	SI	26	1:95	SI
<b>Porcentaje</b>		<b>100%</b>		
<b>Promedio</b>			<b>2.04</b>	

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

Analizando la Tabla 8-3 se obtuvo un 100% de recepción del mensaje sin pérdida de caracteres en la transmisión, con un tiempo promedio de 2.04 segundos presentando una reducción del 38.33% de transmisión entre operadoras celulares, valor que no es representativo, considerando transmisión en tiempo real. Por lo tanto, se concluye que el prototipo cumple con el requerimiento de emitir mensaje de alerta de déficit de líquido desinfectante.

### 3.5 Consumo de corriente

Con el fin de determinar el consumo total de corriente del prototipo, se realizó un análisis, considerando la información técnica de cada elemento. La Tabla 9-3 presenta el consumo total de corriente y la potencia del prototipo.

**Tabla 9-3:** Consumo total de corriente del prototipo y potencia

N	Dispositivo	Corriente(mA)
1	Arduino UNO	46
2	Sensor de nivel flotador interruptor	50
3	Sensor fotoeléctrico E18-D80NK	25
4	Módulo GSM	1.5 modo sleep
5	Bomba eléctrica	100
6	Teclado matricial	30
<b>TOTAL, CONSUMO CORRIENTE (mA)</b>		<b>252.5</b>
<b>VOLTAJE (V)</b>		<b>110</b>
<b>POTENCIA (kW) P= I * V</b>		<b>0.027</b>

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

Al analizar la Tabla 9-3 se determina que el consumo de corriente es de 252.5mA y el consumo de energía de 0.027kWh, tal valor representa el 10.8% del valor del consumo de energía de una nevera. Por lo tanto, el consumo de energía del prototipo implementado es menor al de un electrodoméstico de uso común.

### 3.6 Pruebas de funcionamiento

La finalidad de esta prueba es determinar el funcionamiento y la eficiencia del prototipo. La prueba consistió en comparar la detección visual y la detección del sensor mediante la observación al prototipo comprobando la funcionalidad del sensor a través de 10 muestras diarias en el lapso de 3 días, los datos se valoraron con la nomenclatura de 1 y 0, donde 1 indica detección correcta de usuario y 0 no detección. En la Figura 10-3 se presenta la prueba de funcionamiento ejecutada. En la Tabla 10-3 se muestran los datos obtenidos.



**Figura 10-3:** Prototipo en funcionamiento  
Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

**Tabla 10-3:** Resultados de la prueba de funcionamiento del prototipo

	Muestra	Detección Visual	Detección del Sensor
<b>DIA 1</b>	1	1	1
	2	1	1
	3	1	1
	4	1	0
	5	1	1
	6	1	1
	7	1	1
	8	1	1
	9	1	1
	10	1	1
<b>DIA 2</b>	11	1	1
	12	1	1
	13	1	1
	14	1	1
	15	1	1
	16	1	1
	17	1	1
	18	1	1
	19	1	1
	20	1	1
<b>DIA 3</b>	21	1	1
	22	1	1
	23	1	1
	24	1	1
	25	1	1
	26	1	1
	27	1	1
	28	1	1
	29	1	1
	30	1	1
<b>Eficiencia</b>		<b>100%</b>	<b>96.66%</b>

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

Al analizar la Tabla 10-3, se verificó el funcionamiento y la eficiencia del prototipo, se consideró 30 usuarios para la detección. Así, 29 fueron detectados correctamente, el usuario restante se registró por el cambio de la dirección del viento debido a que la niebla cubrió el lente del sensor dando falsos positivos. Por lo tanto, se concluye que el prototipo posee 96.66% de eficiencia con un funcionamiento de excelencia, valor que supera el 95%, descrito por la Eficiencia General de los Equipos.

### 3.7 Pruebas de usabilidad

Dada la prueba funcionamiento del prototipo instalado en el local comercial, se evaluó el grado de aceptación por parte del propietario y el de satisfacción por los clientes. Así, se realizó tres pruebas que son detalladas a continuación.

#### 3.7.4 Tiempo de instalación del prototipo

La prueba consiste en determinar el tiempo de instalación del prototipo. Por tanto, se utilizó un dispositivo para cronometrar el tiempo estimado. La Figura 11-3 presenta el tiempo empleado en la instalación del prototipo. La Tabla 11-3, presenta los tiempos que se emplearon en la instalación del prototipo.



**Figura 11-3:** Tiempo empleado en la instalación del prototipo

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

**Tabla 11-3:** Muestras del tiempo empleado en la instalación del prototipo

<b>Muestra</b>	<b>Tiempo empleado (min:seg.mseg)</b>
<b>1</b>	1:05.37
<b>2</b>	1:03.28
<b>3</b>	1:01.07
<b>4</b>	1:00.13
<b>5</b>	1:00.09

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

Al analizar la Tabla 11-3 se determina la duración máxima de instalación del prototipo, la duración, corresponde a 1(minuto) 5(segundos) 37(milisegundos). Considerando que, a mayor experiencia en la instalación menor será el tiempo empleado. Por tanto, el prototipo cumple con el requerimiento de ser modular, transportable y fácil uso.

### 3.7.5 Entrevista al propietario

La finalidad de la prueba es determinar el grado de aceptación del prototipo. Así, se aplicó la escala de Likert (QuestionPro, 2020). Por tanto, se realizó una entrevista al propietario con seis preguntas cerradas de selección múltiple. En la Figura 12-3 se observa la entrevista al propietario. En la Tabla 12-3 se observa los resultados obtenidos.



**Figura 12-3:** Evidencia de la entrevista al propietario

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

**Tabla 12-3:** Preguntas y evaluación del grado de aceptación del prototipo

Nº	Preguntas	1	2	3	4	5
1	¿El prototipo cumple con la tarea funcionamiento previsto (Desinfección por nebulización y emisión de mensaje de alerta cuando existe déficit de líquido desinfectante)?					X
2	¿El tiempo empleado en armar el prototipo es adecuado?					X
3	¿El grado de dificultad que posee el armado del prototipo es bajo?					X
4	¿Está de acuerdo con el peso del prototipo?				X	
5	¿Está de acuerdo con el control y manipulación del prototipo?					X
6	¿Se siente satisfecho con el prototipo?					X

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

Donde:

1=Totalmente en desacuerdo

2=En desacuerdo

3=Ni de acuerdo, ni en desacuerdo

4=De acuerdo

5=Totalmente de acuerdo

Al analizar la entrevista se determina que el prototipo presenta aceptación, considerando que el mismo cumple con los procesos especificados, tales como: Desinfección por nebulización y emisión de mensaje de alerta cuando existe déficit de líquido desinfectante, tiempo adecuado, peso correcto y fácil ensamble, además, el propietario se siente satisfecho con el prototipo.

### 3.7.6 Encuesta a usuarios del establecimiento

A fin de complementar la usabilidad del prototipo, se aplicó una encuesta con cinco preguntas cerradas de selección múltiple a 20 usuarios, para determinar el grado de satisfacción. Así, se realizó la tabulación de la información recopilada. Los resultados a cada pregunta se detallan a continuación (Ver Anexo N):

#### 1.- ¿Cómo le parece el tiempo de desinfección que Ud. presencié?

En la Tabla 13-3 se exponen los resultados obtenidos de la pregunta 1.

**Tabla 13-3:** Resultados de la encuesta pregunta 1.

	<b>Personas</b>
Adecuado	5
Poco	1
En exceso	15
Total	20

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

De los resultados obtenidos en la Tabla 13-3, se determina que cinco usuarios están de acuerdo con el tiempo de desinfección. Tal cantidad representa al 24% del total, con alta cantidad de usuarios que indicaron que el tiempo es excesivo, siendo este el 71%, el porcentaje restante señaló

el poco tiempo de desinfección. Así, en el Gráfico 1-3, se representa el balance porcentual de los usuarios que evaluaron su funcionamiento, considerando los datos de la Tabla 13-3.



**Gráfico 1-3:** Tabulación de datos de la encuesta pregunta 1  
Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

**2.- ¿El líquido desinfectante le produjo alguna irritación o malestar al ser roseado sobre su piel o tuvo daños sobre sus prendas de vestir?**

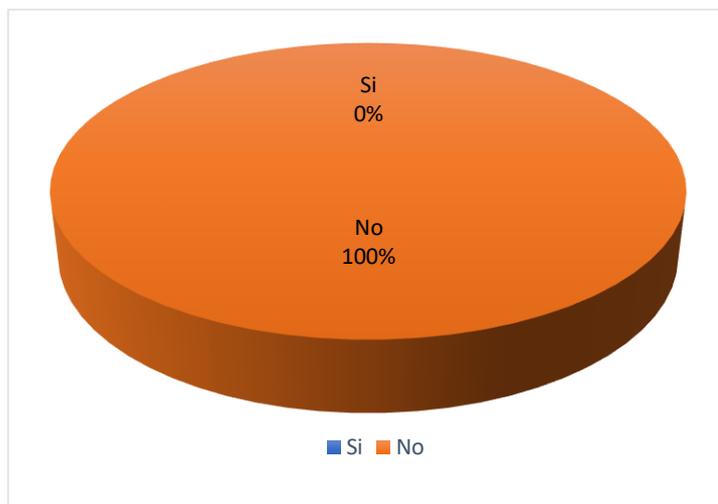
En la Tabla 14-3 se observa los datos recopilados de la pregunta 2 de la encuesta realizada a los usuarios.

**Tabla 14-3:** Resultados de la encuesta pregunta 2.

	Personas
Si	0
No	20
Total	20

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

De acuerdo con los datos recopilados en la Tabla 14-3, se observa que ningún usuario presentó problemas en el proceso de desinfección. Así, en el Gráfico 2-3 se presenta un control porcentual de los usuarios que no experimentaron efectos adversos.



**Gráfico 2-3:** Tabulación de datos de la encuesta pregunta 2  
 Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

**3.- ¿Usted se sintió cómodo y seguro al momento de atravesar el arco de desinfección?**

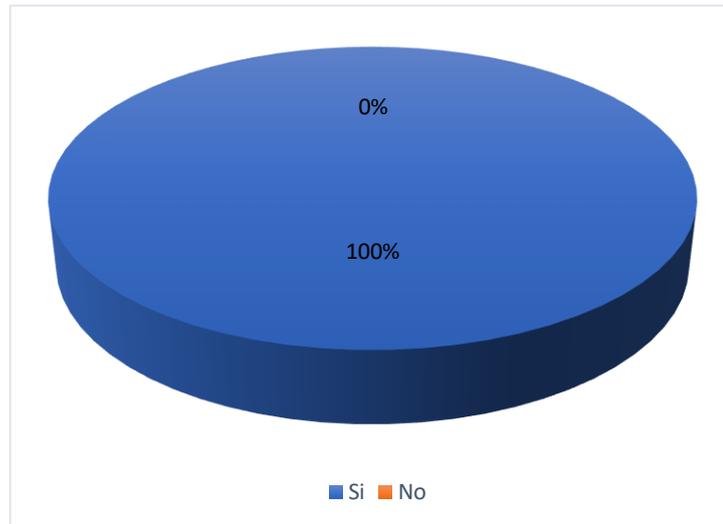
En la Tabla 15-3 se exponen los resultados obtenidos de la pregunta 3.

**Tabla 15-3:** Resultados de la encuesta pregunta 3.

	Cantidad
Si	20
No	0
Total	20

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

De la Tabla 15-3 se observa que el 100% de los usuarios se sintieron a gusto en el proceso de desinfección. Así, en el Gráfico 3-3 se observa un balance porcentual de usuarios cómodos y seguros al atravesar el prototipo.



**Gráfico 3-3:** Tabulación de datos de la encuesta pregunta 3  
 Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

**4.- ¿Estaría de acuerdo que sea implementado un prototipo automatizado en otros locales?**

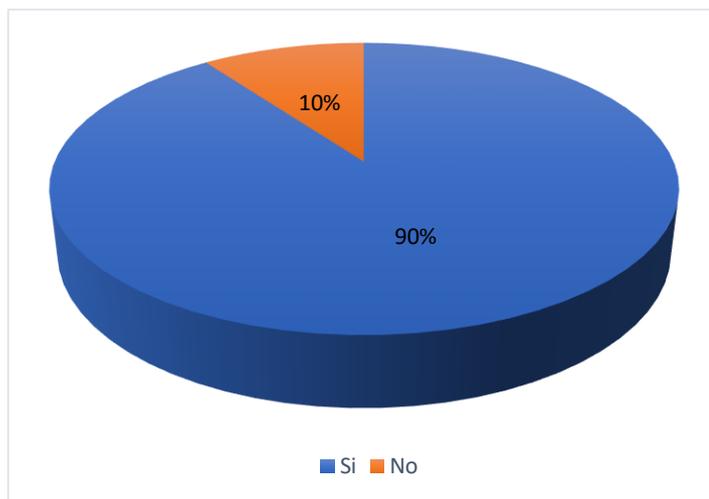
En la Tabla 16-3 se presentan los resultados obtenidos de la pregunta 4.

**Tabla 16-3:** Resultados de la encuesta pregunta 4

	Cantidad
Si	18
No	2
Total	20

Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

De acuerdo a los datos de la Tabla 16-3, se observa que 18 personas están de acuerdo el que el prototipo sea instalado en otros locales comerciales. Tal valor representa el 90% del total de la muestra, con un 10% de usuarios que no desean. Así, el Gráfico 4-3 detalla el cálculo porcentual de la implementación del prototipo.



**Gráfico 4-3:** Tabulación de datos de la encuesta pregunta 4  
**Realizado por:** Palate P.; Valdivieso, M. 2021

**5.- ¿Si usted fuera propietario de algún local consideraría adquirir nuestro prototipo?**

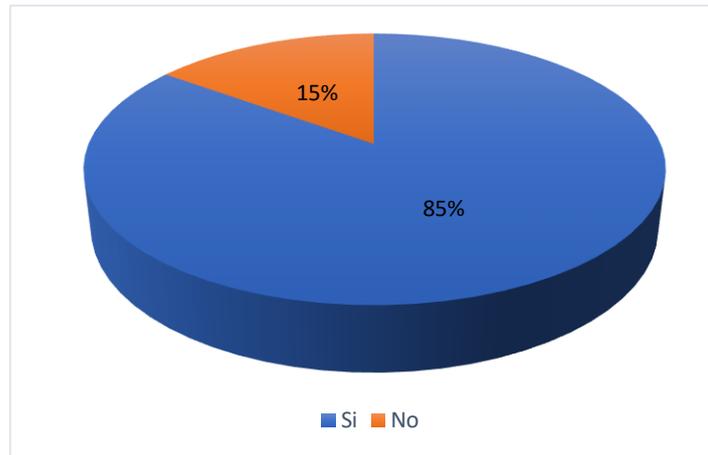
La Tabla 17-3, presenta los resultados de la pregunta 5.

**Tabla 17-3:** Resultados de la encuesta pregunta 5.

	Cantidad
Si	17
No	3
Total	20

**Realizado por:** Palate P.; Valdivieso, M. 2021

Los datos presentados en la Tabla 17-3, se determina que 17 usuarios estarían dispuestos a adquirir el prototipo. Tal cantidad de usuarios representa el 85% del total de la muestra, y apenas un 15% de usuarios no ven la necesidad de adquirirlo. Así, en el Gráfico 5-3, se presenta un balance porcentual de los usuarios a adquirir o no el propio, considerando los datos de la Tabla 17-3.



**Gráfico 5-3:** Tabulación de datos de la encuesta pregunta 5  
Realizado por: Palate P.; Valdivieso, M. 2021

De la encuesta realizada se determina que el 100% de los usuarios se sintieron a gusto debido a que ninguno presentó problemas en el proceso de desinfección, sin embargo, el 71% de la muestra indicó que el tiempo de exposición al desinfectante es excesivo. Además, el 90% de los usuarios consideraron que el prototipo debe ser instalado en otros locales comerciales, por lo cual el 85% de las personas encuestadas estarían dispuestas a adquirir el prototipo.

## CAPÍTULO IV

### 4 EVALUACIÓN ECONÓMICA

En la presente sección se presenta un análisis económico del prototipo con el fin de determinar costos de instalación. La Tabla 1-4, presenta el análisis económico del arco de desinfección automatizado. Tal análisis detalla: los componentes utilizados, cantidad, valor unitario y el precio total en dólares americanos.

**Tabla 1-4:** Costo total de implementación del arco de desinfección automatizado

	<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario (USD)</b>	<b>Precio Total (USD)</b>
Componentes <i>Hardware</i>	Arduino UNO	1	10	10
	Shield GSM/GPRS SIM 900	1	47.25	47.25
	Bomba eléctrica	1	70	70
	Módulo relé	1	2.50	2.50
	Sensor fotoeléctrico E18-D80NK	1	8.15	8.15
	Sensor de nivel flotador interruptor	1	7.25	7.25
	Teclado matricial 4x4	1	2	2
Materiales	Resistencias	3	0.10	0.30
	Estaño	1	2	2
	Cables de Arduino	1	1.75	1.75
	Chip Claro	1	2.50	2.50
	Cable de timbre	1	1	1
	Cortapicos	1	7	7
	Accesorios	Varios	5	5
	Desinfectante	1	20	20
Materiales estructurales	Estructura	1	125	125
	Costos varios			31.10
<b>COSTO TOTAL DEL PROTOTIPO</b>				<b>\$ 342.80</b>

**Realizado por:** Palate P.; Valdivieso, M. 2021

La Tabla 1-4 presenta el costo total del arco de desinfección automatizado, correspondiente a \$ 342.80 dólares americanos, sin incluir mano de obra. En el Ecuador se ofertan arcos de desinfección con activación manual, con un valor inferior al 30% del prototipo implementado, el mismo posee 5 nebulizadores, estructura metálica, y panel de plástico. Por tanto, el prototipo implementado cuando entre en producción presentara competitividad por sus mejores características frente a los equipos ofertados.

## CONCLUSIONES

- Se construyó un arco de desinfección automatizado mediante nebulización con comunicación a un dispositivo móvil, constituido por sensores, tarjeta de desarrollo, módulo GSM/GPRS, el cual dispone nueve puntos de distribución de desinfectante, cuyo peso es 15Kg y utiliza un área de 1m de ancho x 1,20m largo.
- De la prueba de validación de sensores de presencia y nivel, se determinó que no superan el error de 1cm y  $\pm 1$  proceso de desinfección respectivamente, valores manejados por la información técnica y por error propio del prototipo. Por lo tanto, el prototipo implementado mantiene los errores establecidos por los sensores y en el proceso de diseño.
- De las pruebas realizadas para la estabilidad se verificó que los coeficientes de variación son 0%, 0.15%, 0.66%, valores que no superan el 10% determinado por la norma ISO-TS 21748, por tanto, el prototipo presenta estabilidad en su funcionamiento.
- De la prueba de capacidad del reservorio se determinó que el volumen de líquido desinfectante del prototipo posee la capacidad para atender 120 usuarios con un sobrante de 0.2 lt. Sin embargo, por seguridad, se programó al prototipo con un nivel mínimo de 1lt para emitir alertas y una restricción a 117 procesos de desinfección sin recarga.
- De la prueba de recepción de mensajes de alerta se obtuvo un 100% de recepción del mensaje sin pérdida de caracteres en la transmisión, con un tiempo promedio de 2.04 segundos presentando una reducción del 38.33% de transmisión entre operadoras celulares, valor que no es representativo, considerando transmisión en tiempo real. Por tanto, el prototipo cumple con el requerimiento de emitir mensaje de alerta de déficit de líquido desinfectante.
- Al analizar el consumo de corriente, se determina que solo consume el 10.8% del valor del consumo de energía de una nevera. Por lo tanto, el consumo de energía del prototipo implementado es menor al de un electrodoméstico de uso común.
- De las pruebas de funcionamiento se verificó el trabajo y la eficiencia del prototipo, se consideró 30 usuarios para la detección. Así, 29 fueron detectados correctamente, el usuario restante se registró por el cambio de dirección del viento debido a que la niebla cubrió el lente del sensor

dando falsos positivos. Por tanto, el prototipo posee 96.66 % de eficiencia con un funcionamiento de excelencia, valor que supera el 95%, descrito por la Eficiencia General de Equipos.

- De las pruebas realizadas para la usabilidad se determinó que la duración máxima de instalación del prototipo es de 1(minuto) 5.37(segundos), considerando la experiencia de instalación, así, el tiempo será menor. Por tanto, el prototipo cumple con el requerimiento de ser modular, transportable y fácil uso.
- Al comparar el costo de implementación del prototipo con equipos comerciales, se determinó un valor correspondiente a \$ 342.80 dólares americanos, un 30% más elevado que un sistema de \$240, considerando que, tal sistema es de activación manual, posee 5 nebulizadores, estructura metálica, y panel de plástico. Por tanto, el prototipo implementado es de bajo costo.

## **RECOMENDACIONES**

- Implementar un sistema de medición de temperatura que trabaje con visión artificial, para reconocer personas con temperatura corporal elevada.
- Estudiar la posibilidad de incorporar el sistema a la infraestructura hospitalaria en sus diferentes áreas, en especial en aquellas que brindan servicio de Unidad de Cuidados Intensivos, para facilitar y garantizar el proceso de desinfección de ambientes y personas.
- Analizar nuevos métodos de desinfección por medios electrónicos que amplíen el rango de desinfección y disminuyan los tiempos de exposición al desinfectante.
- Implementar robots autónomos para la desinfección por nebulización de diferentes áreas de uso público, para evitar la propagación de agentes infecciosos.

## BIBLIOGRAFÍA

**ACKERMAN, E.**, 2020. Los robots autónomos están ayudando a eliminar el coronavirus en los hospitales. [en línea]. [Consulta: 16 febrero 2021]. Disponible en: <https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/medical-robots/autonomous-robots-are-helping-kill-coronavirus-in-hospitals>.

**ANGELES-ANGELES, F.**, 2019. Con Ciencia Boletín Científico de la Escuela Sensor Sensor. *Publicación semestral No* [en línea]. S.l.: [Consulta: 4 noviembre 2020]. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa3/issue/archive>.

**AQUAMILE**, 2018. Boquilla 0,20, para nebulizadores de agua. [en línea]. [Consulta: 18 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.aquamile.com/boquillas-nebulizacion/46-boquilla-0-20.html?iPage=3>.

**ARCOVID**, 2020. Arcovid. [en línea]. [Consulta: 6 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.arcovid.es/nuestros-servicios>.

**ARDUINO**, 2015. Arduino - SoftwareSerial. *Arduino* [en línea]. [Consulta: 28 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Reference/SoftwareSerial>.

**ARDUINO**, 2020. Arduino - Inicio. [en línea]. [Consulta: 11 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/>.

**ARENAS, M.D., et al.**, 2020. *n e f r o l o g i a 2 0 2 0*;4 0(3):258-264 Manejo de la epidemia por coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19) en unidades de hemodiálisis. [en línea], DOI 10.1016/j.nefro.2020.04.001. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2020.04.001>.

**AUTONICS**, [sin fecha]. Sensores fotoléctricos. *Autonics*, pp. 12-15.

**AXON-COMUNICACION**, 2019. El desinfectante definitivo: Ácido Hipocloroso - Axon Comunicacion. Expertos en soluciones integrales y formación en veterinaria. [en línea]. [Consulta: 18 noviembre 2020]. Disponible en: <https://axoncomunicacion.net/que-es-el-acido-hipocloroso/>.

**BBC-NEWS-MUNDO**, 2020. 5 Graves Epidemias Causadas Por Virus Que Saltaron De Animales a Humanos. *BBC News Mundo* [en línea]. [Consulta: 22 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51962135>.

**CARROD-ELECTRÓNICA**, 2015. Sensor de Nivel de Agua Tipo Flotador | Ferretrónica. [en línea]. [Consulta: 14 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.carrod.mx/products/sensor-de-nivel-de-agua>.

**CARVAJAL, L.E.Z.**, 2015. Tecnologías inalámbricas. ,

**CHACÓN, O.**, 2017. DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA WIMAX PARA PROVEER SERVICIO DE INTERNET EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE LATACUNGA [en línea]. Disponible en: [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14627/CASO DE ESTUDIO %28OSCAR CHACON %29%2808-02-2018%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14627/CASO%20DE%20ESTUDIO%20OSCAR%20CHACON%29%2808-02-2018%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**COMAPRES**, 2020. ARCO DE DESINFECCION.MOD.STERIL DESINFECCION TRUCH. [en línea]. [Consulta: 21 septiembre 2020]. Disponible en: <http://www.comapres.com/documentacion/arco.pdf>.

**CONCEPCIÓN, R.**, 2019. Tarjetas de Desarrollo (Episodio #8) - rjconcepcion. [en línea]. [Consulta: 16 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.rjconcepcion.com/podcast/tarjetas-de-desarrollo-episodio-8/>.

**CORPORACIÓN DE RADIO Y TELEVISIÓN ESPAÑOLA S. A.**, 2021. El mapa mundial del coronavirus: más de 2,2 millones de muertos. *www.rtve.es* [en línea]. [Consulta: 16 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.rtve.es/noticias/20210216/mapa-mundial-del-coronavirus/1998143.shtml>.

**CYPE-INGENIEROS, S.A.**, 2018. Precio en Ecuador de Ud de Captador solar térmico para instalación colectiva, en fachada. [en línea]. [Consulta: 25 noviembre 2020]. Disponible en: [http://www.ecuador.generadordeprecios.info/obra\\_nueva/Instalaciones/Plomeria/IFD\\_Tanques\\_cisternas\\_sistemas\\_de\\_/IFD060\\_Tanque\\_elevado\\_prefabricado\\_para\\_ag.html](http://www.ecuador.generadordeprecios.info/obra_nueva/Instalaciones/Plomeria/IFD_Tanques_cisternas_sistemas_de_/IFD060_Tanque_elevado_prefabricado_para_ag.html).

**DIARIO ABC;S.L**, 2015. ¿Qué es Raspberry PI y para qué sirve? - ABC.es. [en línea]. [Consulta: 11 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.abc.es/tecnologia/informatica-hardware/20130716/abci-raspberry-como-201307151936.html>.

**DIRECT-INDUSTRY**, 2020. Sensor de nivel - Todos los fabricantes industriales. [en línea]. [Consulta: 25 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.directindustry.es/fabricante-industrial/sensor-nivel-60830.html?originalFilter=39374d3866572b79396a664f56764f4e55636177776c78706d334c50396f2f6844772f2b6a33584e35794e6f4b6e66706e6773766e4f447445514f7276432b67794d7a595642524e4638637346646f515347>.

**ECOMAT**, 2020. Desarrollamos un novedoso sistema para la desinfección del coronavirus. [en línea]. [Consulta: 6 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.ecomatsl.com/es/proyectos/desarrollamos-un-novedoso-sistema-para-la-desinfeccion-del-coronavirus/>.

**ECUADOR EC**, 2019. Estatura Promedio en Ecuador ¿Cuánto miden Hombres y Mujeres? [en línea]. [Consulta: 5 enero 2021]. Disponible en: <https://ecuadorec.com/estatura-promedio-en-ecuador-cuanto-miden-hombres-y-mujeres/>.

El MSP informa: Situación coronavirus Covid-19 (10-09-2020) – Ministerio de Salud Pública. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 11 septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/el-ministerio-de-salud-publica-del-ecuador-msp-informa-situacion-coronavirus/>.

**ELECTROMECHAN**, 2020. Boquilla Nebulizadora. , pp. 1-11.

**EWTECH**, 2020. ¿Como usar el Acido Hipocloroso para prevenir el virus? - EW Tech. [en línea]. [Consulta: 18 noviembre 2020]. Disponible en: <https://tienda.ewtech.co/acido-hipocloroso-para-prevenir-el-virus/>.

**GALLO SORIA, J.S.**, 2016. Diseño y construcción de un prototipo para el monitoreo inalámbrico de pulso cardíaco en tiempo real con GPS. [en línea], pp. 110. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/5975/1/108T0158.pdf>.

**GARCÍA RODRÍGUEZ, A.**, 2020. informe-tecnico-virus-1278209.pdf. . S.l.:

**GIORDANI, C. y LEONE, D.**, 2015. Tema: Pavimentos. . S.l.:

**GOBIERNO DE MÉXICO, (GobMx) y SECRETARÍA DE SALUD, (SALUD)**, 2020. *Limpieza y desinfección de espacios comunitarios durante la pandemia por SARS-CoV-2* [en línea]. 2020. S.l.: s.n. Disponible en: [https://coronavirus.gob.mx/wp-content/uploads/2020/06/Limpieza\\_desinfeccion\\_espacios\\_comunitarios\\_durante\\_pandemia\\_SARS-CoV-2.pdf](https://coronavirus.gob.mx/wp-content/uploads/2020/06/Limpieza_desinfeccion_espacios_comunitarios_durante_pandemia_SARS-CoV-2.pdf).

**GONZÁLEZ ALCALÁ, A.I., et al.**, 2016. *Tecnoparque Nodo Rionegro “Desarrollo experimental como fuente de innovación”*. Rionegro-Antioquia: s.n. ISBN 9789581502462.

**GONZÁLEZ, R. y FALCÓN, C.**, 2015. Procedimiento para el análisis de repetibilidad y reproducibilidad en procesos de manufactura. *ResearchGate*, vol. 6, no. 1, pp. 53-59.

**GONZÁLEZ TOLIBIA, K.I.**, 2016. PROCESO DE BOMBEO Y COMPRESIÓN DE HIDROCARBURO. ,

**GRUP-TRIU**, 2020. *nebulizacion.pdf*. 2020. España: s.n.

**GRUPO-OX**, 2020. OX-VIRIN Presto al uso, de Grupo OX. [en línea]. [Consulta: 20 noviembre 2020]. Disponible en: <https://bioseguridad.net/desinfectante/ox-virin-presto-al-uso-grupo-ox/>.

**GUERRERO BURGOS, K.L., ALBARRACÍN ZAMBRANO, L.O. y PONCE RUIZ, D.V.**, 2020. Diseño de un túnel de desinfección automatizada para prevenir COVID-19 en UNIANDÉS, Quevedo. , vol. V, pp. 48-59.

**GUERRERO, S.**, 2020. Coronavirus in Ecuador: An opinion from the academia. *Granja*, vol. 32, no. 2, pp. 124-130. ISSN 13908596. DOI 10.17163/lgr.n32.2020.10.

**HBM.**, 2018. ¿Qué es un sensor de presión? [en línea], [Consulta: 18 noviembre 2020]. Disponible en: <http://www.eicos.com/datos-tecnicos/que-es-un-sensor-de-nivel/>.

**HERNÁNDEZ, M.**, 2017. Plataformas Electrónicas. *BMC Public Health* [en línea], vol. 5, no. 1, pp. 1-8. [Consulta: 11 noviembre 2020]. ISSN 14712458. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/80528563.pdf>.

**HERNANDO RÁBANOS, J.M., MENDO TOMÁS, L. y RIERA SALÍS, J.M.**, 2019. *Comunicaciones móviles* [en línea]. Tercera. Madrid: s.n. [Consulta: 11 noviembre 2020]. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=lnqnDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA21&dq=comunicaciones+m%C3%B3viles&ots=LnlMe4BDvv&sig=ZZd2Zr2wFB9tVr3Lt0lPoYB5Bw&fbclid=IwAR2vVyPxTKZZwtQ1DNBY9AC5qIwLDFHM8KfnJP9ezhikFVTBhz3wE8W68kM#v=onepage&q&f=false>.

**INDUCOM**, 2019. ¿Qué es una bomba neumática o bomba doble diafragma? [en línea]. [Consulta: 19 noviembre 2020]. Disponible en: <https://fluideco.com/bomba-neumatica-doble-membrana/>.

**INFOBAE**, 2020. Coronavirus en México: así funcionan los túneles sanitizantes que combaten el COVID-19 en 20 segundos - Infobae. [en línea]. [Consulta: 18 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.infobae.com/america/mexico/2020/04/07/coronavirus-en-mexico-asi-funcionan-los-tuneles-sanitizantes-que-combaten-el-covid-19-en-20-segundos/>.

**INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA**, 2017. Qué es una bomba de agua. 2015 [en línea], [Consulta: 20 noviembre 2020]. Disponible en: <https://blog.bextok.com/que-es-una-bomba-de-agua-manual/>.

**IRIEGO**, 2016. Riego por nebulización. [en línea]. [Consulta: 11 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.iagua.es/noticias/iriego/16/02/29/riego-nebulizacion>.

**JOHNSON CONTROLS**, 2015. ¿Cómo funciona el detector de movimiento de una alarma? [en línea]. [Consulta: 21 noviembre 2020]. Disponible en: <https://blogseguridad.tyco.es/productos/como-funciona-el-detector-de-movimiento-de-una-alarma/>.

**LABCENTER ELECTRONICS**, 2020. Diseño de PCB y software de simulador de circuitos - Proteus. [en línea]. [Consulta: 6 enero 2021]. Disponible en: <https://www.labcenter.com/>.

**LAFaurie, G.I., et al.**, 2015. Ácido Hipocloroso: una Nueva Alternativa como Agente Antimicrobiano y para la Proliferación Celular para Uso en Odontología. *International journal of odontostomatology*, vol. 9, no. 3, pp. 475-481. ISSN 0718-381X. DOI 10.4067/s0718-381x2015000300019.

**LATAM-MECATRÓNICA**, [sin fecha]. SENSOR DE MOVIMIENTO ZN110-DETEC. [en

[línea], [Consulta: 21 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/sensores/sensor-de-movimiento/>.

**LEDERMANN D., W.**, 2003. El hombre y sus epidemias a través de la historia. *Revista chilena de infectología*, vol. 20, pp. 13-17. ISSN 0716-1018. DOI 10.4067/s0716-10182003020200003.

**LIU, J., et al.**, 2020. Community transmission of severe acute respiratory syndrome Coronavirus 2, Shenzhen, China, 2020. *Emerging Infectious Diseases*, vol. 26, no. 6, pp. 1320-1323. ISSN 10806059. DOI 10.3201/eid2606.200239.

**LOPEZ ROURA, J.**, 1989. Materiales plásticos. *Revista española de endodoncia / AEDE*, vol. 7, no. 2, pp. 67-69. ISSN 02124688.

**MAQUITULS**, 2015. Sistemas de nebulización, refresca el ambiente en segundos. | Maquituls - HERRAMIENTAS PROFESIONALES. [en línea]. [Consulta: 11 noviembre 2020]. Disponible en: <http://www.maquituls.es/noticias/sistemas-de-nebulizacion/>.

**MARK STANLEY, A.B.**, 2016. Keypad - Arduino Libraries. [en línea]. [Consulta: 28 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.arduino-libraries.info/libraries/keypad>.

**MARTÍ, C.M., ALONSO ESPADALÉ, R.M. y CONSTANS AUBER, A.**, 1991. NTP 429: Desinfectantes: características y usos más corrientes. . S.I.:

**MATIAX, C.**, 1982. *MECANICA DE FLUIDOS Y MAQUINAS HIDRAULICAS SEGUNDA EDICION* [en línea]. Segunda. Madrid: s.n. ISBN 8421901753. Disponible en: [https://www.academia.edu/14020968/MECANICA\\_DE\\_FLUIDOS\\_Y\\_MAQUINAS\\_HIDRAULICAS\\_SEGUNDA\\_EDICION](https://www.academia.edu/14020968/MECANICA_DE_FLUIDOS_Y_MAQUINAS_HIDRAULICAS_SEGUNDA_EDICION).

**MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA**, 2019. MSP\_USO\_CAMARA\_DESINFECCION. , pp. 4- undefined.

**MIRANDA GÓMEZ, O. y NÁPOLES PÉREZ, M.**, 2009. Historia y teorías de la aparición del virus de la inmunodeficiencia humana. *Revista Cubana de Medicina Militar* [en línea], vol. 38, no. 3-4, pp. 63-72. [Consulta: 21 septiembre 2020]. ISSN 01386557. Disponible en: <http://scielo.sld.cu>.

**MONTIEL, P., et al.**, 2015. Algoritmo para geolocalización de dispositivos móviles a partir de emisores de WIFI. *Enl@ce Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, vol. 12, no. 1, pp. 11-22. ISSN 1690-7515.

**NAYLAMP-MECHATRONICS**, 2020. Teclado matricial 4x4 - Tipo membrana. *Modelo KEYPAD* [en línea], pp. 1-4. Disponible en: <https://naylampmechatronics.com/interfaz-de-usuario/19-teclado-matricial-4x4-tipo-membrana.html>.

**OMS**, 2020. Recomendaciones sobre el uso de mascarillas en el contexto de la COVID-19. *Organización mundial de la salud* [en línea], pp. 1-5. Disponible en: <https://extranet.who.int/iris/restricted/handle/10665/331789>.

**PACHECO, J.**, 2018. Tipos de sensores de nivel instrumentacion y control para estudiar - Docsity. [en línea]. [Consulta: 21 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.docsity.com/es/tipos-de-sensores-de-nivel-instrumentacion-y-control-para-estudiar/2594215/>.

**PALACIOS CRUZ, M., et al.**, 2021. COVID-19, a worldwide public health emergency. *Revista Clínica Española (English Edition)* [en línea], vol. 221, no. 1, pp. 55-61. ISSN 22548874. DOI 10.1016/j.rceng.2020.03.001. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rceng.2020.03.001>.

**PÉREZ, J. y GARDEY, A.**, 2019. Definición de nebulización - Qué es, Significado y Concepto. [en línea]. [Consulta: 4 noviembre 2020]. Disponible en: <https://definicion.de/nebulizacion/>.

**PEREZ PORTO, J. y MERINO, M.**, 2016. Definición de reservorio - Qué es, Significado y

Concepto. *Definicion* [en línea]. [Consulta: 5 noviembre 2020]. Disponible en: <https://definicion.de/reservorio/>.

**PETROQUIM**, 2018. QUÉ ES EL POLIPROPILENO | PETROQUIM. [en línea]. [Consulta: 14 diciembre 2020]. Disponible en: <http://www.petroquim.cl/que-es-el-polipropileno/>.

**PLAREMESA**, 2020. Tanques de polietileno | ¿Qué material es mejor para los tanques de agua? [en línea]. [Consulta: 20 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.plaremesa.net/tanques-almacenamiento-material-mejor-fibra-vidrio-polietileno/>.

**PLASTIGAMA**, 2020. Tanques. [en línea]. [Consulta: 25 noviembre 2020]. Disponible en: <https://plastigamawavin.com/producto/tanques/>.

**PNEUMAT**, 2020. Dekontaminacja ludzi, dezynfekcja pojazdów, samochodu, auta. [en línea]. [Consulta: 17 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.pneumat.com.pl/dekontaminacja-ludzi-dezynfekcja-pojazdow>.

**QUESTIONPRO**, 2020. Escala de Likert: Qué es y cómo utilizarla en tus encuestas. *QuestionPro* [en línea]. [Consulta: 9 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-escala-de-likert-y-como-utilizarla/>.

**QUITOINFORMA.GOB.EC**, 2020. Nuevo túnel de desinfección en el mercado de San Roque – Quito Informa. [en línea]. [Consulta: 22 septiembre 2020]. Disponible en: <http://www.quitoinforma.gob.ec/2020/04/10/nuevo-tunel-de-desinfeccion-en-el-mercado-de-san-roque/>.

**R, J.L.**, 2017. BOMBA HIDRÁULICA | Que es, tipos, partes y como funciona. *December 28* [en línea]. [Consulta: 19 noviembre 2020]. Disponible en: <https://como-funciona.co/una-bomba-hidraulica/>.

**RAMÍREZ BELTRÁN, J. y VILLAR SILVA, Y.**, 2017. Fundamentos de la medición de presión, nivel y caudal en los sistemas hidráulicos. *BMC Public Health* [en línea], vol. 5, no. 1, pp. 1-8. ISSN 14712458. Disponible en: <https://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/siklus/article/view/298%0Ahttp://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.jana.2015.10.005%0Ahttp://www.biomedcentral.com/1471-2458/12/58%0Ahttp://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&P>.

**SANTAMARÍA, J. y MURILLO, J.**, 2015. Control remoto usando Bluetooth. ,

**SANTOS-LÓPEZ, MATÍAS, et al.**, 2020. Métodos de Desinfección y Reutilización de Mascarillas con Filtro Respirador Durante la Pandemia de SARS-CoV-2 Decontamination Methods and Reuse of Filtering Facepiece Respirators During SARS-CoV-2 Outbreak. *Int. J. Odontostomat*, vol. 14, no. 3, pp. 310-315.

**SCHWAR, H.**, 2014. Los 10 virus más peligrosos del mundo. [en línea]. [Consulta: 16 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.dw.com/es/los-10-virus-más-peligrosos-del-mundo/a-17848209>.

**SIMCOM**, 2015. SIM900 the GSM/GPRS Module for M2M Applications. *GSM/ GPRS Module*, vol. 1, no. SIM900 the GSM/GPRS Module for M2M Applications, pp. 2.

**SOLIDWORKS**, 2020. SOLIDWORKS. [en línea]. [Consulta: 5 enero 2021]. Disponible en: <https://www.solidworks.com/es>.

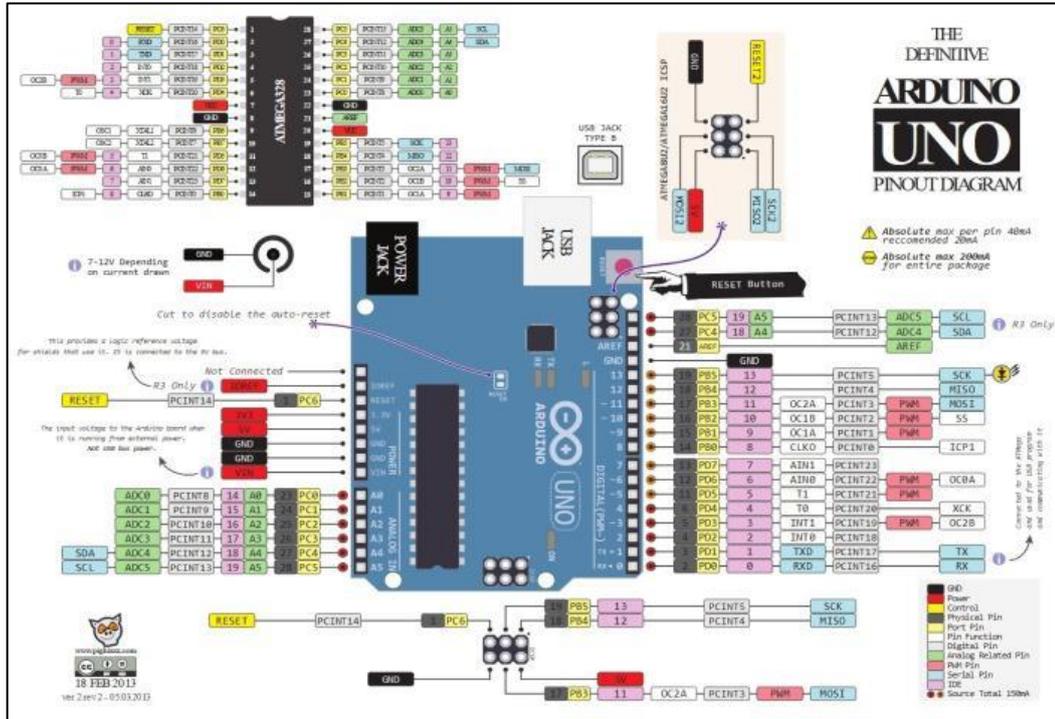
**TAMECO**, 2018. ¿Qué es una electrobomba? | Bombas Tameco. [en línea]. [Consulta: 19 noviembre 2020]. Disponible en: <https://tameco.es/que-es-una-electrobomba/>.

**TEINNOVA**, 2020. FOGAIR. Nebulizador en frío para desinfección de espacios y conductos de aire | Teinnova. [en línea]. [Consulta: 18 noviembre 2020]. Disponible en: <https://teinnovacleaning.es/equipos/fogair-nebulizador-para-desinfeccion-de-salas/>.

- TESSEL**, 2019. Tessel 2. [en línea]. [Consulta: 11 noviembre 2020]. Disponible en: <https://tessel.io/#>.
- THINKBOX**, 2015. Hoja de datos de E18-D80NK. [en línea]. [Consulta: 14 diciembre 2020]. Disponible en: <https://datasheetspdf.com/datasheet/E18-D80NK.html>.
- URIARTE, J.**, 2020. Madera: composición, estructura, usos y características. *Página web* [en línea]. [Consulta: 24 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.caracteristicas.co/madera/>.
- URIARTE, J.M.**, 2019a. Acero: qué es, propiedades, tipos, usos y características. *03 de octubre* [en línea]. [Consulta: 24 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.caracteristicas.co/acero/>.
- URIARTE, J.M.**, 2019b. Aluminio: propiedades, usos, reciclaje y características. *03 de octubre* [en línea]. [Consulta: 24 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.caracteristicas.co/aluminio/>.
- VALENTÍN, N. y FAZIO, A.**, 2020. Análisis de la incidencia del SARS-CoV-2 en bienes culturales. Sistemas de desinfección . Fundamentos y estrategias de control. *Ge-Iic*,
- VICEPRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR**, 2020. En hospitales y mercados de Guayas se instalan 55 túneles de desinfección. [en línea]. [Consulta: 22 septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.vicepresidencia.gob.ec/en-hospitales-y-mercados-de-guayas-se-instalan-55-tuneles-de-desinfeccion/>.
- VIGNOLI, R.**, 2017. ESTERILIZACION Y DESINFECCION. *European Pharmaceutical Review*, vol. 22, no. 6, pp. 1-21. ISSN 13608606.
- VILLAMIL JIMÉNEZ, L.C.**, 2013. Epidemias y Pandemias: Una Realidad para el Siglo XXI: Un Mundo y Una Salud. *Revista Lasallista de Investigacion*, vol. 10, no. 1, pp. 7-8. ISSN 17944449.
- VILORIA NÚÑEZ, C., PEÑA, J.C. y GARZÓN, C.L.**, 2015. Análisis comparativo de tecnologías inalámbricas para una solución de servicios de telemedicina Wireless technologies comparative analysis for telemedicine services solution. *Ingeniería & Desarrollo. Universidad del Norte.*, vol. 1, no. 25, pp. 200-217. ISSN 0122-3461.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - OMS**, 2019. Orientaciones para el público. [en línea]. [Consulta: 11 septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - OMS**, 2020. Cleaning and Disinfection of Environmental Surfaces. *Inrerim guidance* [en línea], no. May, pp. 8. Disponible en: <https://www.who.int/publications-detail/cleaning-and-disinfection-of-environmental-surfaces-inthe-context-of-covid-19>.
- ZARZUELA FILTRACIÓN INDUSTRIAL**, 2020. Arco de Desinfección Personas. [en línea]. [Consulta: 21 septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.zarzuelasl.com/desinfeccion/arco-de-desinfeccion/>.

# ANEXOS

## ANEXO A: Datos técnicos de Arduino Uno.



### Arduino Uno

**Overview**

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328P (datasheet). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz ceramic resonator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the ATmega16U2 (ATmega8U2 up to version R2) programmed as a USB-to-serial converter.

**Revisions:**

- Revision 2 of the Uno board has a resistor pulling the BUZ HWB line to ground, making it easier to put into DFU mode.
- Revision 3 of the board has the following new features:
  - 1.0 pinout; added SDA and SCL pins that are near to the AREF pin and two other new pins placed near to the RESET pin, the IOREF that allow the shields to adapt to the voltage provided from the board. In future, shields will be compatible both with the board that use the AVR, which operate with 5V and with the Arduino Due that operate with 3.3V. The second one is a not connected pin, that is reserved for future purposes.
  - Stronger RESET circuit.
  - ATmega 16U2 replace the BUZ.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

**Summary**

Microcontroller	ATmega328P
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V

Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz

### Schematic & Reference Design

EAGLE files: [arduino-uno-rev3-reference-design.zip](#) (NOTE: works with Eagle 6.0 and newer)  
Schematic: [arduino-uno-rev3-schematic.pdf](#)

**Note:** The Arduino reference design can use an ATmega16, 168, or 328. Current models use an ATmega328P, but an ATmega8 is shown in the schematic for reference. The pin configuration is identical on all three processors.

### Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically. External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector. The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts. The power pins are as follows:

- VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- 5V.** This pin outputs a regulated 5V from the regulator on the board. The board can be supplied with power either from the DC power jack (7 - 12V), the USB connector (5V), or the VIN pin of the board (7-12V). Supplying voltage via the 5V or 3.3V pins bypasses the regulator, and can damage your board. We don't advise it.
- 3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- GND.** Ground pins.

### Memory

The ATmega328P has 32 KB (with 0.5 KB used for the bootloader). It also has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the `EEPROM` library).

### Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using `pinMode()`, `digitalWrite()`, and `digitalRead()` functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the `attachInterrupt()` function for details.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the `analogWrite()` function.

## ANEXO B: Datos técnicos del módulo GSM/GPRS SIM 900.

*SIM900*  
*The GSM/GPRS Module for M2M applications*

### SIM900 GSM/GPRS Module



The SIM900 is a complete Quad-band GSM/GPRS solution in a SMT module which can be embedded in the customer applications.

Featuring an industry-standard interface, the SIM900 delivers GSM/GPRS 850/900/1800/1900MHz performance for voice, SMS, Data, and Fax in a small form factor and with low power consumption. With a tiny configuration of 24mm x 24mm x 3 mm, SIM900 can fit almost all the space requirements in your M2M application, especially for slim and compact demand of design.

- SIM900 is designed with a very powerful single-chip processor integrating AMR926EJ-S core
- Quad - band GSM/GPRS module with a size of 24mmx24mmx3mm
- SMT type suit for customer application
- An embedded Powerful TCP/IP protocol stack
- Based upon mature and field-proven platform, backed up by our support service, from definition to design and production

*SIM900*  
*The GSM/GPRS Module for M2M applications*

### General features

- Quad-Band 850/ 900/ 1800/ 1900 MHz
- GPRS multi-slot class 10B
- GPRS mobile station class B
- Compliant to GSM phase 2/2+
  - Class 4 (2 W @850/ 900 MHz)
  - Class 1 (1 W @ 1800/1900MHz)
- Dimensions: 24\* 24 \* 3 mm
- Weight: 3.4g
- Control via AT commands (GSM 07.07, 07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands)
- SIM application toolkit
- Supply voltage range 3.4 ... 4.5 V
- Low power consumption
- Operation temperature: -30 °C to +80 °C

### Specifications for fax

- Group 3, class 1

### Specifications for data

- GPRS class 10: max. 85.6 kbps (downlink)
- PBCH support
- Coding schemes CS 1, 2, 3, 4
- CSQ up to 14.4 kbps
- USSD
- Non transparent mode
- PPP-stack

### Specifications for SMS via GSM Pin Assignment / GPRS

- Point-to-point MO and MT
- SMS cell broadcast
- Text and PDU mode

### Drivers

- MUX Driver

### Specifications for voice

- Tricodec
  - Half rate (HR)
  - Full rate (FR)
  - Enhanced Full rate (EFR)

### Interfaces

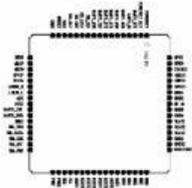
- Interface to external SIM 3V/ 1.8V
- analog audio interface
- RTC backup
- SPI interface
- Serial interface
- Antenna pad
- I2C
- GPIO
- PWM
- ADC

### Compatibility

- AT cellular command interface

### Approvals (in planning)

- CE
- FCC
- ROHS
- PTCRB
- GCF
- AT&T
- IC
- TA



More about SIM900 module, Please contact: Tel:+86 21 32523300  
Fax:+86 21 32523301  
Email:simcom@sim.com

## ANEXO C: Datos técnicos del teclado matricial.

12/28/2020 Teclado matricial 4x4 - Tipo membrana - Naylamp Mechatronics - Perú

El Teclado matricial de botones plásticos formado por 4 filas y 4 columnas para un total de 16 teclas permite agregar una entrada de usuario a tus proyectos. El teclado es de tipo membrana, por lo que entre sus ventajas se encuentra el poco espacio que requiere para ser instalado. Posee una cubierta adhesiva y un cable flexible de conexión. Puede ser conectado a cualquier microcontrolador o tarjetas de desarrollo como Arduino.

El teclado matricial 4x4 está formado por una matriz de pulsadores dispuestos en filas (L1, L2, L3, L4) y columnas (C1, C2, C3, C4), con la intención de reducir el número de pines necesarios para su conexión. Las 16 teclas necesitan sólo 8 pines del microcontrolador en lugar de los 16 pines que se requerirían para la conexión de 16 teclas independientes. Para poder leer que tecla ha sido pulsada se debe de utilizar una técnica de barrido y no solo leer un pin de microcontrolador.

La conexión del teclado matricial 4x4 con Arduino u otra plataforma de microcontroladores es simple: se necesitan 8 pines digitales en total. Puede trabajar con microcontroladores de 3.3V o 5V sin problema. Es necesario colocar resistencias pull-up entre los pines de las columnas y VCC o activar por software las resistencias Pull-up internas en el Arduino. En cuanto a la programación, la lectura de las teclas se debe realizar mediante un "barrido" de las filas. Si bien es posible realizar este procedimiento dentro del loop principal del programa, es una mejor práctica realizar el barrido utilizando interrupciones por TIMER y así asegurar la lectura de las teclas en un intervalo conocido y exacto, además de dejar al loop libre para realizar otras operaciones.

---

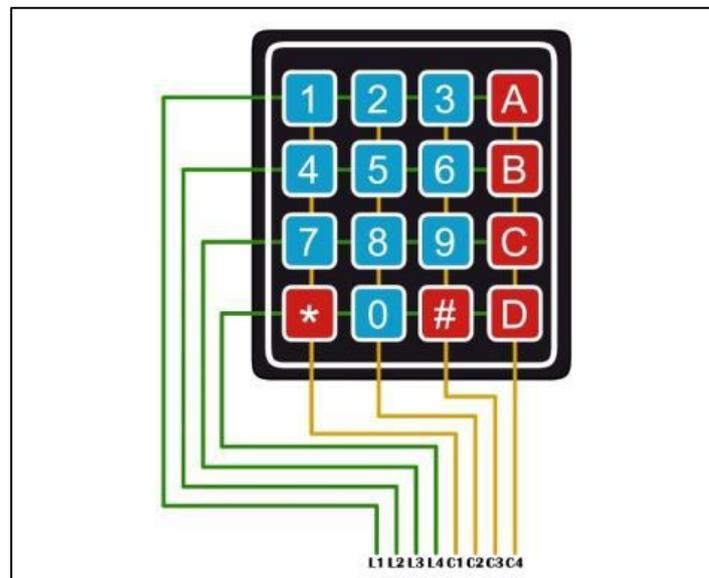
### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- 16 botones con organización matricial (4 filas x 4 columnas)
- Teclado tipo membrana
- Mayor resistencia al agua y al polvo
- Auto adhesivo en la parte de atrás
- Tiempo de rebote (Bounce time):  $\leq 5$  ms
- Máximo voltaje operativo: 24 V DC
- Máxima corriente operativa: 30 mA
- Resistencia de aislamiento: 100 M $\Omega$  (@ 100 V)
- Voltaje que soporta el dieléctrico: 250 VRMS (@ 60Hz, por 1 min)
- Expectativa de vida: 1.000.000 de operaciones
- Dimensiones teclado: 69\*77mm
- Cable de cinta plana de 8.5 cm de largo aprox. (incluido el conector)
- Conector tipo DuPont hembra de una fila y 8 contactos con separación estándar 0.1" (2.54mm)
- Temperatura de operación: 0 a 50 °C

---

### APLICACIONES

- Sistemas de seguridad
- Selección de menús
- Ingreso de datos



## Especificaciones

- Material: de plástico
- Color: Negro
- Potencia del interruptor (max) 10 W
- Tensión de conmutación (máx.): DC 100 V
- Corriente de conmutación (máx.): 0.5a
- Tensión de ruptura máx.: DC 220 V
- Corriente máxima de transporte: 1.0a
- Resistencia de contrato máxima: 100mO
- Temperatura nominal: -30 ~ + 125 °
- Longitud del cable: alrededor de 34 cm
- Longitud flotador: 8.7 cm
- Rosca: ≈16mm



## ANEXO E: Datos técnicos del sensor E18-D80NK.

### Proximity Sensor/Switch E18-D80NK



#### Description

A very cheap, easy to assemble, easy to use Infrared sensor with a long detection distance and has less interference by visible light. The implementations of modulated IR signal immune the sensor to the interferences caused by the normal light of a light bulb or the sun light. This sensor has a screwdriver adjustment to set the appropriate detected distance to make it useful in many applications, and then gives a digital output when it senses something within that

Page 1 of 5 pages



range. This sensor does not measure a distance value. It can be used for collision avoidance robot and machine automation. The sensor provides a non-contact detection.

#### Specifications

- Input voltage : +5V DC
- Current consumption : > 25mA (min) ~ 100mA (max)
- Dimension : 1.7cm (diameter) x 4.5cm (length)
- Cable length : 45cm
- Detection of objects : transparent or opaque
- Diffuse reflective type
- Sensing range : 3cm to 80cm (depends on obstacle surface)
- NPN output (normally high)
- Environment temperature : -25 °C ~ 55 °C

#### Pin Configuration

- Red wire : +5V
- Green wire : GND
- Yellow wire : DIGITAL OUTPUT

Page 2 of 5 pages



**ANEXO F:** Datos técnicos de la electrobomba de agua Sailingflo.

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
VOLTS	12VDC
INLET PRESSURE	0 PSI
WORKING PRESSURE	200 PSI
FLOW AT 200PSI	$\geq 0,35 \text{ L/min}$
CURRENT AT 200PSI	$\leq 3 \text{ A}$
PRESSURE BYPASS	$320 \text{ PSI} \pm 10\%$
CURRENT BYPASS	$\leq 4 \text{ A}$
MARCA	SAILINGFLO



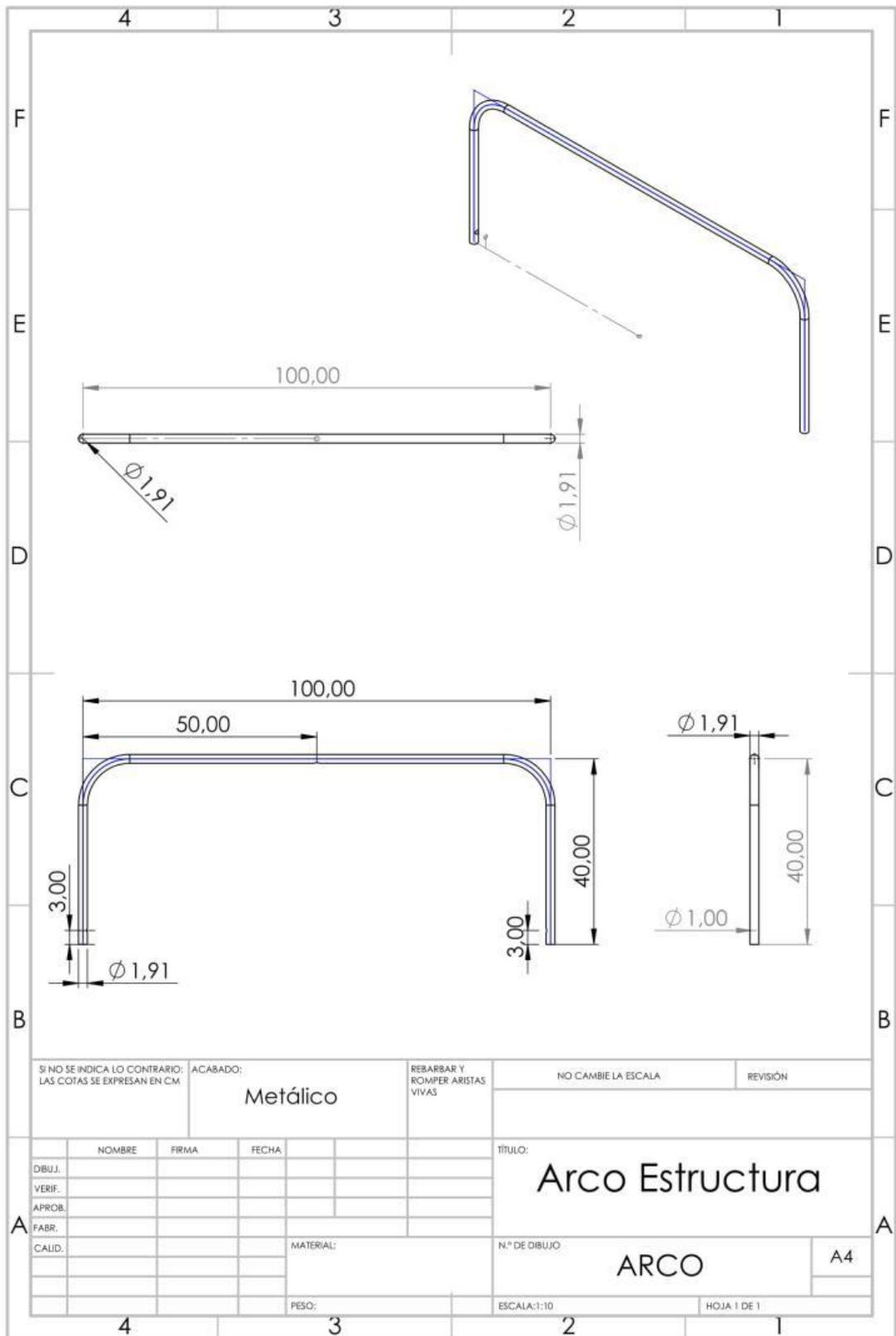
## 4 AT Commands According to GSM07.05

The GSM 07.05 commands are for performing SMS and CBS related operations. SIM900 supports both Text and PDU modes.

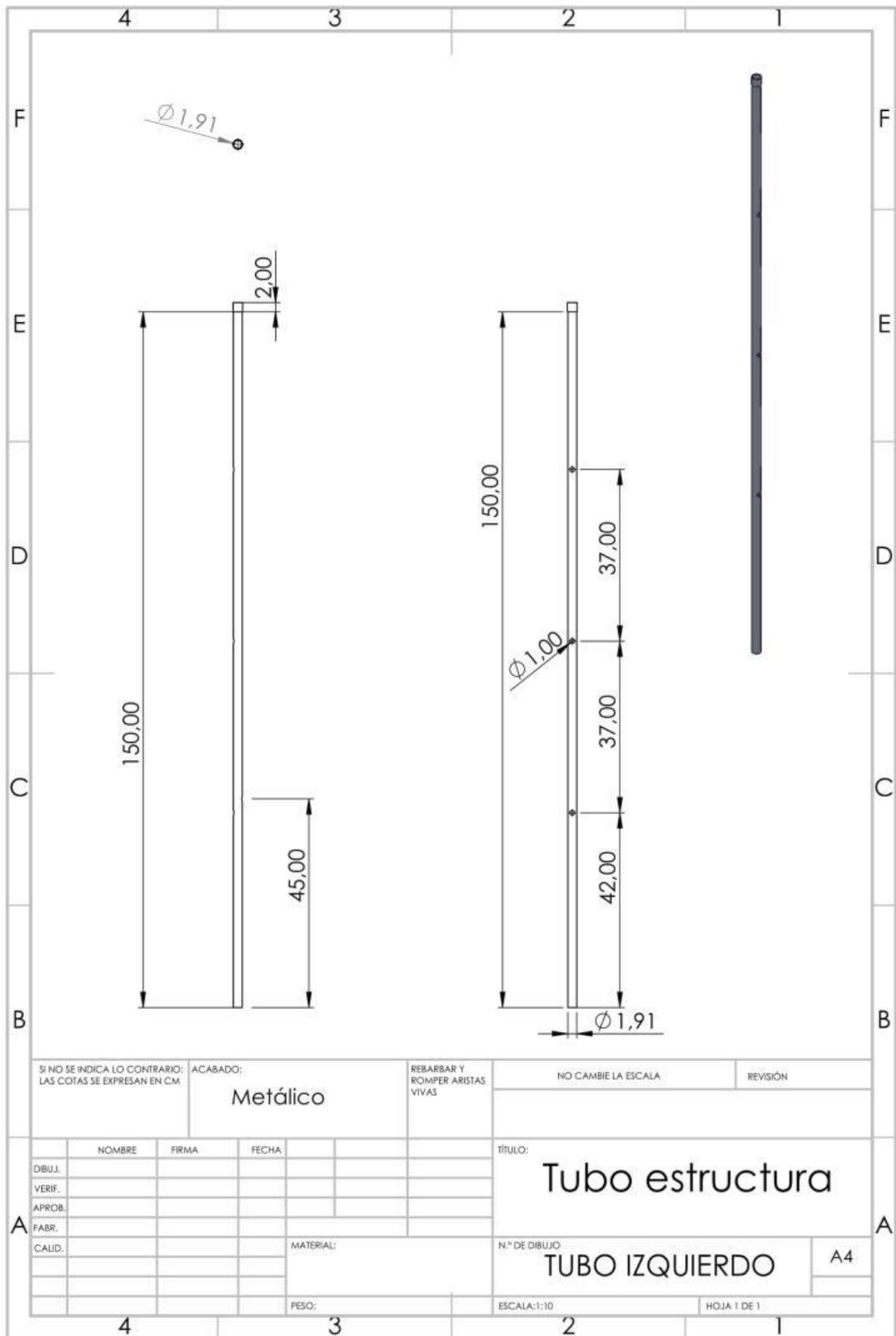
### 4.1 Overview of AT Commands According to GSM07.05

Command	Description
AT+CMGD	DELETE SMS MESSAGE
AT+CMGF	SELECT SMS MESSAGE FORMAT
AT+CMGL	LIST SMS MESSAGES FROM PREFERRED STORE
AT+CMGR	READ SMS MESSAGE
AT+CMGS	SEND SMS MESSAGE
AT+CMGW	WRITE SMS MESSAGE TO MEMORY
AT+CMSS	SEND SMS MESSAGE FROM STORAGE
AT+CNMI	NEW SMS MESSAGE INDICATIONS
AT+CPMS	PREFERRED SMS MESSAGE STORAGE
AT+CRES	RESTORE SMS SETTINGS
AT+CSAS	SAVE SMS SETTINGS
AT+CSCA	SMS SERVICE CENTER ADDRESS
AT+CSCB	SELECT CELL BROADCAST SMS MESSAGES
AT+CSDH	SHOW SMS TEXT MODE PARAMETERS
AT+CSMP	SET SMS TEXT MODE PARAMETERS
AT+CSMS	SELECT MESSAGE SERVICE

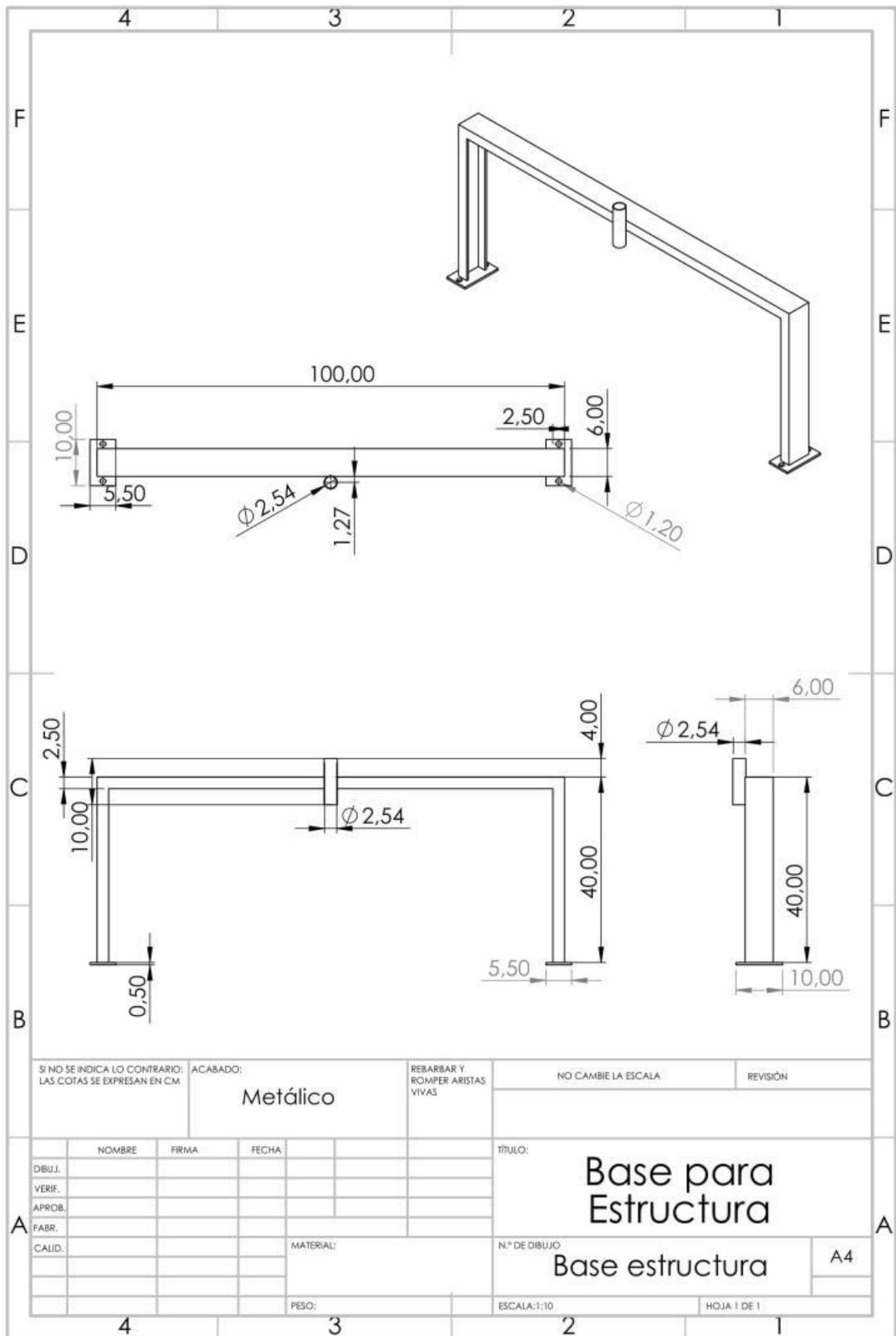
**ANEXO H:** Plano de la parte superior del arco.



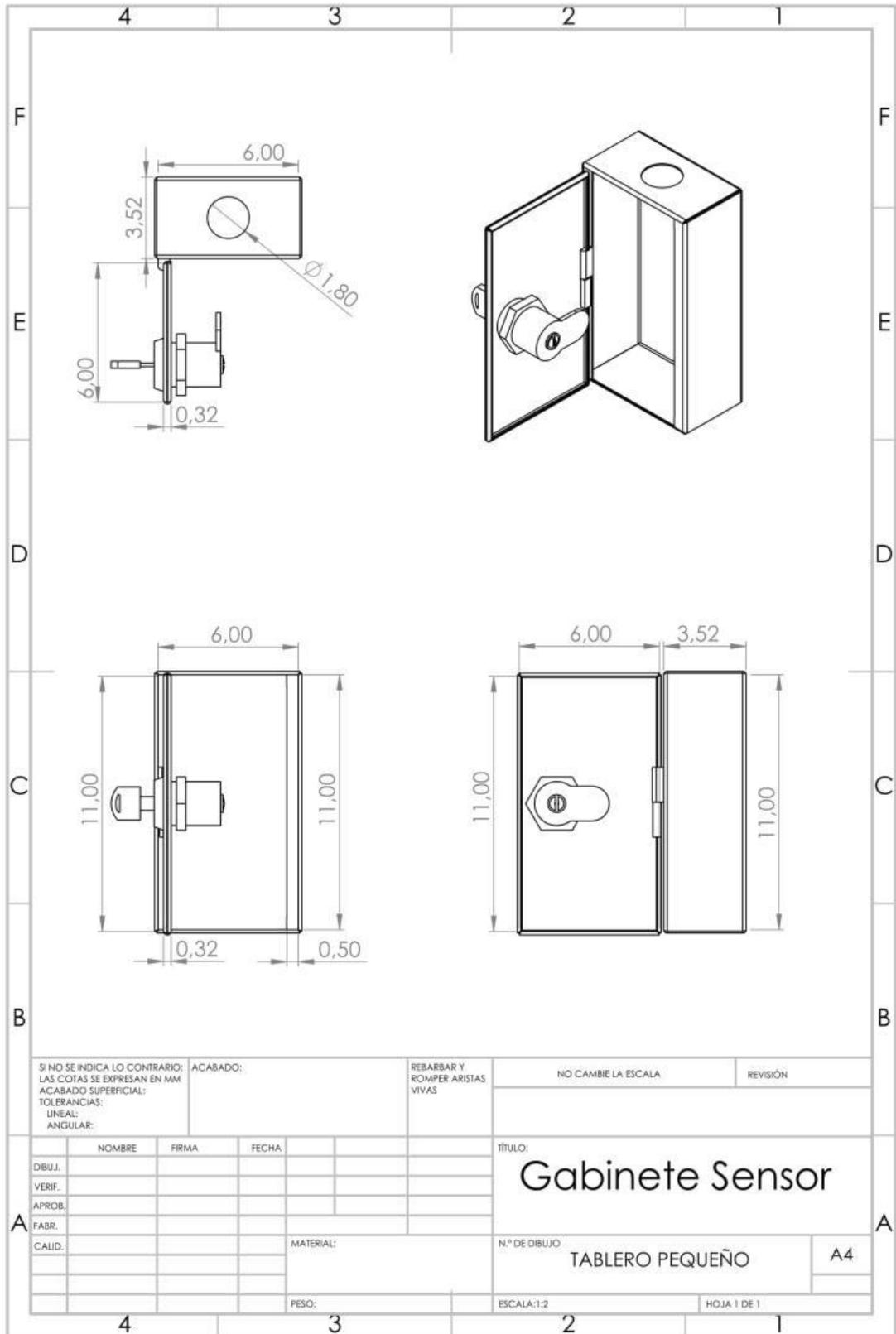
**ANEXO I:** Plano de la parte inferior del arco.



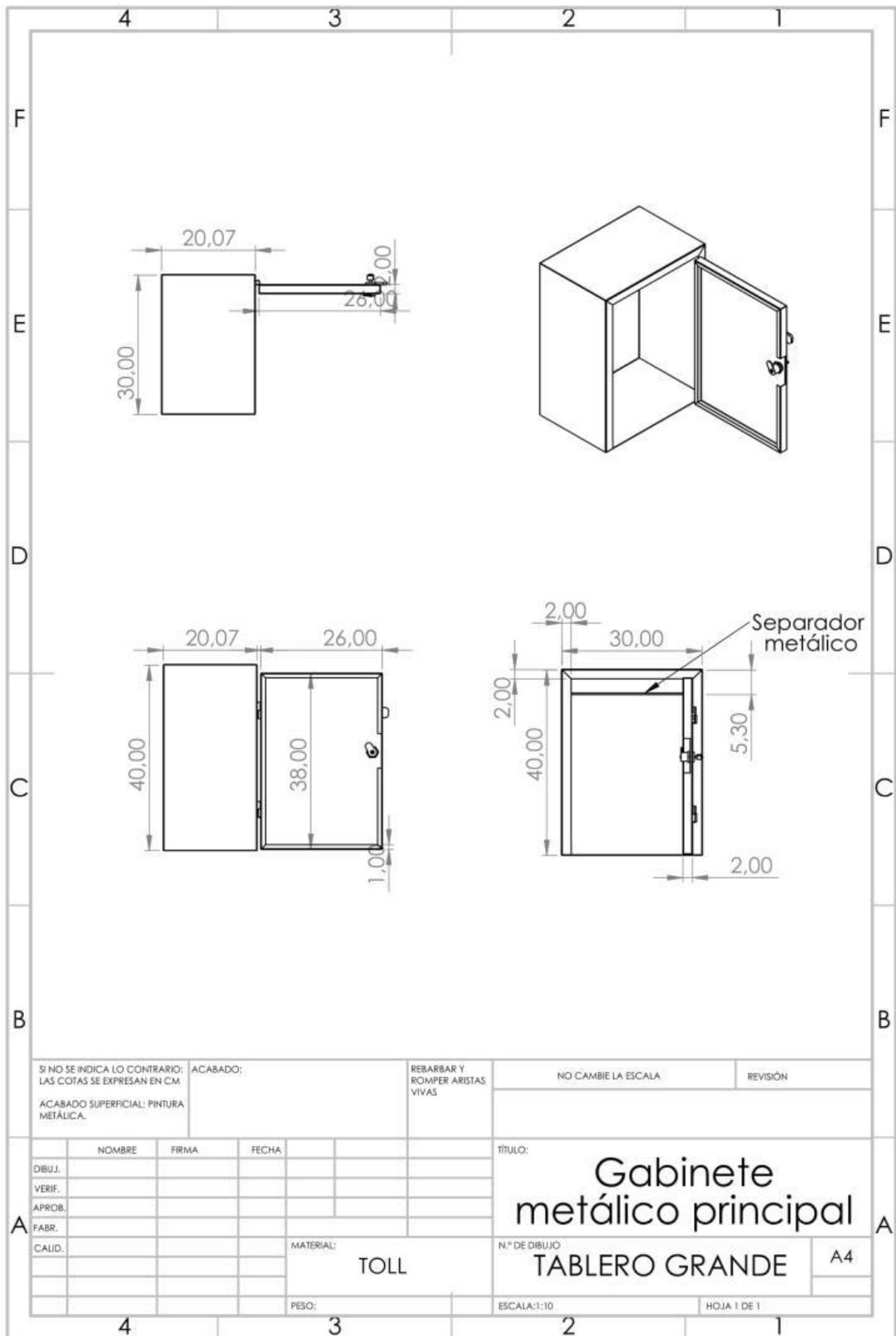
**ANEXO J: Plano del soporte del arco.**



**ANEXO K:** Plano del gabinete para el sensor fotoeléctrico.



**ANEXO L: Plano de gabinete metálico.**



**ANEXO M:** Encuesta para los usuarios del arco de desinfección.



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y**  
**AUTOMATIZACIÓN**



**TEMA:** Construcción de un arco de desinfección automatizado mediante nebulización con comunicación a un dispositivo móvil

**OBJETIVO:** Determinar la usabilidad del arco de desinfección automatizado.

**Indicaciones**

- Señale la respuesta que considere la más adecuada según su criterio

**ENCUESTA**

1) ¿Cómo le pareció la cantidad de líquido desinfectante que fue distribuido?

Adecuado

Poco

En exceso |

2) ¿El líquido desinfectante le produjo alguna irritación o malestar al caer sobre su piel o tuvo daños sobre sus prendas de vestir?

Si

No

3) ¿Considera usted interesante la forma de la estructura del Arco y su manera de desinfectar?

Si

No

4) ¿Usted se sintió cómodo y seguro al pasar la desinfección a través de este arco?

Si

No

5) ¿Si usted fuera propietario de algún local consideraría adquirir nuestro prototipo?

Si

No

## ANEXO N: Código de sistema.

```
#include <Keypad.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <String.h>
SoftwareSerial mySerial(7,8);

volatile int CONTADOR = 0; // variable global CONTADOR
int ANTERIOR = 0; // variable para determinar si el valor de CONTADOR ha cambiado desde la ultima vez
int rele=4;
int nivel=3;
const int pinPulsador = 14;
int valor;
String cod="+593";
String numero;
int contadorPulsaciones = 0; // Contador: variable que acumula el numero de pulsaciones
int estadoPulsador = 0; // Variable que almacena el estado actual del pulsador
int estadoAnteriorPulsador = 0; // Variable que almacena el estado anterior del pulsador
// TECLADO
const byte FILAS = 4; // define numero de filas
const byte COLUMNAS = 3; // define numero de columnas
char keys[FILAS][COLUMNAS] = { // define la distribucion de teclas
  {'1','2','3'},
  {'4','5','6'},
  {'7','8','9'},
  {'*','0','#'}
};
byte pinesFilas[FILAS] = {13,12,11,10}; // pines correspondientes a las filas
byte pinesColumnas[COLUMNAS] = {9,6,5}; // pines correspondientes a las columnas

Keypad teclado = Keypad(makeKeymap(keys), pinesFilas, pinesColumnas, FILAS, COLUMNAS); // crea objeto

char TECLA; // almacena la tecla presionada
```

```

char NUMERO[10];    // almacena en un array 9 digitos ingresados
char NUMERO_INICIAL[10]= "000000000";
byte INDICE = 0;   // indice del array

void setup(){
  mySerial.begin(19200);
  Serial.begin(19200); // inicializacion de comunicacion serie a 19200 bps
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(2),sensor, RISING); // interrupcion sobre pin digital 2
  pinMode(rele,OUTPUT);
  pinMode(nivel,INPUT);
  pinMode(pinPulsador,INPUT);
}
void loop(){

  estadoPulsador = digitalRead(pinPulsador); // Se lee y almacena el estado del pulsador
  if (estadoPulsador != estadoAnteriorPulsador) { // Se compara la variable estadoPulsador con
  su valor anterior

    if (estadoPulsador == HIGH) { // Si el estado cambi6, se incrementa el contadorSi
    el estado actual es HIGH entonces el pulsador
      contadorPulsaciones++; ///// pas6 de un estado OFF a ON
      INDICE=0;
      Serial.println("Ingresar numero");
    }
  }

  // Se guarda el estado actual como ultimo estado
  estadoAnteriorPulsador = estadoPulsador; ///// para la siguiente vuelta de la funci6n loop

  if (contadorPulsaciones % 1 == 0) { // Enciende el LED una vez cada 4 pulsaciones
  programa();
  } ///// que el dividendo es m6ltiplo del divisor.
}

//FUNCION INTERRUPCION

```

```

void sensor(){ // rutina ISR
  CONTADOR++; // incrementa valor de CONTADOR en 1
}
//FUNCION MENSAJE-----
void mensaje()
{
  String String(NUMERO);
  numero=cod+NUMERO;
  Serial.println(numero);
  mySerial.print ("AT+CMGF=1\r"); // Porque queremos enviar el SMS en modo texto
  delay(100);
  mySerial.println ("AT+CMGS =\'+numero+'"); // envíe un mensaje sms, tenga cuidado de
  agregar un código de país antes del número de teléfono celular
  delay(100);
  mySerial.println ("NIVEL BAJO DE DESINFECTANTE"); // el contenido del mensaje
  delay(100);
  mySerial.println ((char) 26); // el código ASCII de ctrl + z es 26
  delay(100);
  mySerial.println ();
}
//Funcion PROGRAMA
void programa()
{
  TECLA = teclado.getKey(); // obtiene tecla presionada y asigna a variable
  if (TECLA) // comprueba que se haya presionado una tecla
  {
    NUMERO[INDICE] = TECLA; // almacena en array la tecla presionada
    INDICE++; // incrementa indice en uno
    Serial.print(TECLA); // envia a monitor serial la tecla presionada
  }
  if(INDICE == 9){ // si ya se almacenaron los 9 digitos
    if (ANTERIOR != CONTADOR ){ // si hubo un cambio respecto del valor anterior
      Serial.println(CONTADOR); // imprime en monitor serial el valor de CONTADOR
    }
  }
}

```

```
    if( digitalRead(nivel)==HIGH){
    Serial.println("LENO");
    digitalWrite(rele,HIGH);
    delay(5000); //5 segundos
    digitalWrite(rele,LOW);
    }
    else{
    mensaje();
    }
    ANTERIOR = CONTADOR ; // actualiza valor de ANTERIOR con nuevo valor de
CONTADOR
    }
    }
}
```

# MANUAL DE MANTENIMIENTO

Debido a la importancia de la vida útil de los equipos, y en el mantenimiento de su funcionamiento adecuado, se han determinado diez pasos generales que debe poseer una rutina de mantenimiento. Estos pasos generales son los que constituyen la base de las rutinas para cada componente; su aplicabilidad es determinada por las características específicas de cada uno

ESTOS PASOS SON:

## 1 CEBAR LA BOMBA

Observar las condiciones del ambiente en las que se encuentra el equipo, ya sea en funcionamiento o en almacenamiento

## 2 INSPECCIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES

Eliminar cualquier vestigio de suciedad, desechos, polvo, moho, hongos, etc., en las partes externas que componen al equipo, mediante los métodos adecuados según corresponda

## 3 LIMPIEZA INTEGRAL EXTERNA

Examinar o reconocer atentamente el equipo, partes o accesorios que se encuentran a la vista, sin necesidad de quitar partes, piezas, etc., tales como tubos, boquillas, gabinete metálico principal y del sensor, partes faltantes, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas o a tomar alguna acción pertinente al mantenimiento preventivo.

## 4 INPECCIÓN EXTERNA DEL EQUIPO

Eliminar cualquier vestigio de suciedad, desechos, polvo, moho, hongos, etc., en las partes internas que componen al equipo, mediante los métodos adecuados según corresponda

## 5 LIMPIEZA INTEGRAL INTERNA

Eliminar cualquier vestigio de suciedad, desechos, polvo, moho, hongos, etc., en las partes internas que componen al equipo, mediante los métodos adecuados según corresponda

## 6 INSPECCION INTERNA

Examinar o reconocer atentamente las partes internas del equipo y sus componentes, para detectar signos de corrosión, daños, desconexiones, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas o a tomar alguna acción pertinente al mantenimiento preventivo.

## 7 REVISIÓN DE COMPONENTES ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Revisar los componentes eléctricos y electrónicos, para verificar si existe algún defecto para poder sustituirlos.

## 8 REEMPLAZO DE PARTES INTERCAMBIABLES

La mayoría de los equipos tienen partes diseñadas para gastarse durante el funcionamiento del equipo, de modo que prevengan el desgaste en otras partes o sistemas del mismo. El reemplazo de estas partes es un paso esencial del mantenimiento preventivo, y puede ser realizado en el momento de la inspección.

## 9 PRUEBAS FUNCIONALES COMPLETAS

Además de las pruebas de funcionamiento realizadas en otras partes de la rutina, es importante poner en funcionamiento el equipo en conjunto con el operador, en todos los modos de funcionamiento que éste posea, lo cual además de detectar posibles fallas en el equipo, promueve una mejor comunicación entre el técnico y el operador, con la consecuente determinación de fallas en el proceso de operación por parte del operador o del mismo técnico



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL APRENDIZAJE  
UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 08 / 11 / 2021

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> <i>Jessica Pamela Palate Moyolema María José Valdivieso Ruiz</i>
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> <i>Informática y Electrónica</i>
<b>Carrera:</b> <i>Ingeniería Electrónica y Automatización</i>
<b>Título a optar:</b> <i>Ingeniera en Electrónica y Automatización</i>
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> <i>Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.</i>

**LUIS  
ALBERTO  
CAMINOS  
VARGAS**

Firmado digitalmente por  
LUIS ALBERTO CAMINOS  
VARGAS  
Nombre de reconocimiento  
(DN): c=EC, I=RIOBAMBA,  
serialNumber=0602766974,  
cn=LUIS ALBERTO  
CAMINOS VARGAS  
Fecha: 2021.11.08 12:37:58  
-05'00'



1062-DBRA-UTP-2021