

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE
POTENCIA**

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA AUTOMATIZADA
PARA LA DESINFECCIÓN DE OBJETOS CON SISTEMA DE MEDICIÓN
INFRARROJO DE TEMPERATURA CORPORAL Y ADQUISICIÓN DE
DATOS”**

Proyecto de titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico en Sistemas Eléctricos de Potencia.

Autores:

Chiluisa Moreno Jonathan Alexander

Tibán Moreno Bryan Alexander

Tutor:

MSc. Castillo Fiallos Jessica Nataly

Latacunga – Ecuador

Septiembre 2020

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Chiluisa Moreno Jonathan Alexander, portador de la cédula de identidad CC: 050323784-4 y Tibán Moreno Bryan Alexander, portador de la cédula de identidad CC: 055009696-0 declaramos que todos los argumentos emitidos en la presente Propuesta Tecnológica son de nuestra autoría:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA AUTOMATIZADA PARA LA DESINFECCIÓN DE OBJETOS CON SISTEMA DE MEDICIÓN INFRARROJO DE TEMPERATURA CORPORAL Y ADQUISICIÓN DE DATOS”, siendo la Ing. Castillo Fiallos Jessica Nataly tutor de la presente propuesta tecnológica; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que los procedimientos y resultados obtenidos en el desarrollo son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, Septiembre del 2020

Jonathan Alexander Chiluisa Moreno

CC: 050323784-4

Bryan Alexander Tibán Moreno

CC: 055009696-0

AVAL DE TUTOR DE PROYECTO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

En calidad de tutor de la Propuesta Tecnológica sobre el título:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA AUTOMATIZADA PARA LA DESINFECCIÓN DE OBJETOS CON SISTEMA DE MEDICIÓN INFRARROJO DE TEMPERATURA CORPORAL Y ADQUISICIÓN DE DATOS”, de los señores Chiluisa Moreno Jonathan Alexander, portador de la cédula de identidad CI: 050323784-4 y Tibán Moreno Bryan Alexander, portador de la cédula de identidad CI:055009696-0 de la carrera de Ingeniería Eléctrica, considero que dicha Propuesta Tecnológica cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos-técnico suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Septiembre del 2020

Tutor

MSc. Castillo Fiallos Jessica Nataly

CC: 060459021-6

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad del Tribunal de Lectores, aprueban la presente Propuesta Tecnológica de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Chiluisa Moreno Jonathan Alexander y Tibán Moreno Bryan Alexander con el Título de Proyecto de Titulación: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA AUTOMATIZADA PARA LA DESINFECCIÓN DE OBJETOS CON SISTEMA DE MEDICIÓN INFRARROJO DE TEMPERATURA CORPORAL Y ADQUISICIÓN DE DATOS” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al acto de Sustentación del Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Septiembre del 2020

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

MSc. Rommel Eusebio Suárez Vinueza

CC: 180416535-3

Lector 2

MSc. José Efrén Barbosa Galarza

CC: 050142072-3

Lector 3

MSc. Jimmy Xavier Toaza Iza

CC: 171762106-2

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de director de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Institución de Educación Superior “Universidad Técnica de Cotopaxi”, apruebo la implementación de la Propuesta Tecnológica sobre el título: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA AUTOMATIZADA PARA LA DESINFECCIÓN DE OBJETOS CON SISTEMA DE MEDICIÓN INFRARROJO DE TEMPERATURA CORPORAL Y ADQUISICIÓN DE DATOS”, que fue realizado por Jonathan Alexander Chiluisa Moreno con cédula de ciudadanía 050323784-4 y Bryan Alexander Tibán Moreno con cédula de ciudadanía 055009696-0.

Latacunga, Septiembre del 2020

PhD. Secundino Marrero Ramírez

CC: 175710790-3

DIRECTOR DE LA CARRERA

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a dios por brindarme la fortaleza para seguir adelante en mi formación profesional.

Agradezco mucho por la ayuda de mis maestros, mis compañeros, a la Universidad Técnica de Cotopaxi por las oportunidades que me ha brindado son incomparables.

Jonathan Chiluisa

DEDICATORIA

De manera especial dedico este proyecto a mis padres Walter y Narcisa, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, por apoyarme incondicionalmente para cumplir con cada uno de mis objetivos, muchos de mis logros se los debo a ustedes.

A mis hermanos Sebastián y Patricio, que más que hermanos son mis amigos incondicionales.

A mis abuelitos César y María, por estar a mi lado en todo momento por guiarme y aconsejarme para ser una persona de bien.

Jonathan Chiluisa

AGRADECIMIENTO

*“El éxito y la motivación nacen con el esfuerzo, la disciplina y la perseverancia”
(Bryan Tibán)*

En primer lugar agradezco a Dios, por darme las fuerzas necesarias para avanzar, por enseñarme mediante sus escritos bíblicos, los principios que se deben aplicar cada día.

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por darme la oportunidad de formar parte de ésta gran institución, a mis docentes por brindarme el aporte cognitivo y social en mí desarrollo profesional. A mi tutor por haber confiado en mi persona y por haberme guiado en el transcurso del desarrollo del proyecto.

Gracias también a mi familia, amigos que me apoyaron y me permitieron entrar en sus vidas, conocerles como personas y compartir momentos inolvidables, agradecerle a mi padre y a mis hermanos que me acompañaron en ésta nueva aventura que significo la Universidad, gracias por la paciencia y el amor incondicional que demostraron en mis ausencias y mis malos momentos. Siendo ustedes el motor fundamental de inspiración que me impulsaba a desafiarme cada día. Le agradezco a mi hermano por compartir con migo los mejores momentos desde la infancia, por compartir sus experiencias de vida y consejos de persistencia, como soñar en grande.

Gracias a todas las personas que de una u otra manera hicieron posible la realización de este proyecto.

Bryan Tibán

DEDICATORIA

El presente proyecto se la dedico a mi familia que son ellos los hicieron posible el desarrollo de éste proyecto.

Dedicado a mi padre José Vicente, por brindarme los recursos necesarios y enseñarme a ser una mejor persona de principios cada día, mediante su enseñanza, amor, paciencia y experiencia de sabiduría. Gracias por haberme apoyado económica y moralmente, por haberme alentado a seguir adelante en los momentos más difíciles que atravesaba. Es a ti a quién le debo gran parte de mi desarrollo personal y profesional.

A mi madre Cecilia, por apoyarme y enseñarme los principios y valores que se plasmaron en los primeros años de mi vida. Gracias por haber compartido con migo la dedicación, la paciencia y el amor.

A mis hermanos Erik y Kelly, que, a pesar de los problemas que conllevamos en el pasado me enseñaron a ser mejor persona cada día, afrontar los obstáculos y desafíos, al no darse por vencido, gracias por apoyarme constantemente en mis sueños, aspiraciones y anhelos, que hoy día se ven reflejados.

A mi tía Beatriz, por el a apoyo moral, económico y afectivo, gracias por permitirme alcanzar una meta más en mi vida y por ser empática con los demás.

Bryan Tibán

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARATORIA DE AUTORÍA	ii
AVAL DE TUTOR DE PROYECTO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xix
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	2
2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	2
2.2. TIPO DE PROPUESTA ALCANCE	2
2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO	2
2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	2
2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN	3
2.5.1. Objeto de estudio	3
2.5.2. Campo de acción.....	3
2.6. SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA	3
2.6.1. Situación problemática.....	3
2.6.2. Problema.....	4
2.7. HIPÓTESIS O FORMULACIÓN DE PREGUNTA CIENTÍFICA	4
2.8. OBJETIVOS.....	4
2.8.1. Objetivo general.....	4
2.8.2. Objetivos específicos.....	5

2.9. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS.....	5
3. MARCO TEÓRICO	7
3.1. Desinfección	7
3.2. Cabina de desinfección	7
3.3. Ozono	8
3.3.1. Características químicas del ozono	9
3.3.2. Propiedades físicas del ozono.....	9
3.4. Generadores de Ozono	9
3.5. Generación de ozono por descarga eléctrica o efecto corona	10
3.6. Elementos de la banda transportadora	11
3.6.1. Cinta de transporte.....	11
3.6.2. Banda transportadora	11
3.6.3. Rodamientos.....	12
3.6.4. Rodillo.....	12
3.7. Motor Eléctrico	13
3.8. Motor pasó a paso	14
3.9. Motor Nema 24.....	14
3.9.1. Características mecánicas del motor Nema 24	15
3.9.2. Características eléctricas del motor Nema 24.....	16
3.9.3. Curvas de torque	17
3.10. Motor Ventilador Axial	17
3.10.1. Flujo volumétrico y flujo másico.....	18
3.11. Sensor	18
3.12. Sensor de temperatura MLX 90614	18
3.13. Sensor de Movimiento.....	21
3.14. Drive TB6600	22
3.15. Pantalla Táctil HMI	23
3.15.1. Características de la pantalla HMI	23
3.16. Pantalla LCD	23
3.17. Controlador PLC.....	24
3.18. Arduino Mega.....	24
3.19. Logo! Power Siemens	25
3.20. Software SATOOL6.0.0.42.....	25
3.20.1. Especificaciones del entorno principal SATOOL.....	26

3.21.	Software Arduino	27
3.22.	Software Proteus 8	28
3.24.	Software Ladder	30
4.	METODOLOGÍA	31
4.1.	Diseño estructural de la cabina de desinfección de objetos	31
4.2.	Implementación física de la estructura de la cabina de desinfección mediante el uso de acero forjado	31
4.3.	Modelación de la banda transportadora	31
4.4.	Diseño del sistema para la transportación de objetos	31
4.5.	Diseño del sistema de medición de temperatura corporal	31
4.6.	Diseño del sistema de desinfección de objetos	32
4.7.	Ensamblaje y terminado de la cabina de desinfección	32
4.8.	Métodos de investigación	32
4.8.1.	Método descriptivo:	32
4.8.2.	Método cuantitativo:	32
4.8.3.	Método Cuasi-Experimental:	33
4.8.4.	Método Deductivo:	33
4.9.	Tipos de Investigación	33
4.9.1.	Investigación Bibliográfica:	33
4.9.2.	Investigación Propositiva:	33
4.10.	Técnicas de Investigación	33
4.10.1.	Observación:	33
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	34
5.1.	Cálculos matemáticos	34
5.1.1.	Cálculos de cargas estructurales	34
5.1.2.	Cálculo de los flujos	35
5.1.4.	Cálculos eléctricos	42
5.2.	Diseño estructural	49
5.2.1.	Diagrama de flujo	¡Error! Marcador no definido.
5.2.2.	Parámetros de diseño estructural	52
5.3.	Diseño electrónico	53
5.3.1.	Sistema Automatizado para la desinfección de objetos	53
5.3.2.	Sistema de medición de la temperatura corporal	55
5.4.	Diseño eléctrico	57
5.4.1.	Diseño del generador de impulsos de voltaje de 10KV	57

5.4.2.	Mallas.....	58
5.5.	Diseño de la interface gráfica de la pantalla HMI	59
5.6.	Diseño de los Módulos control	59
5.7.	Programación	60
5.7.1.	Programación para la automatización de la banda transportadora.....	60
5.7.2.	Programación del sistema de medición de la temperatura corporal	61
5.8.	Descripción de los materiales empleados	62
5.8.1.	Elementos estructurales	62
5.8.2.	Elementos electrónicos del sistema de la banda transportadora	64
5.8.3.	Elementos electrónicos para sistema de medición de la temperatura corporal66	
5.8.4.	Elementos eléctricos del sistema de desinfección de objetos mediante ozono 67	
5.9.	Resultados	68
5.9.1.	Desinfección por ozono.....	68
5.9.2.	Uso autorizado en presencia de personas y alimentos.....	69
5.9.3.	Efectividad de Tratamiento de Desinfección Mediante Ozono Frente al COVID-19	70
5.9.4.	Validación del porcentaje de error, con respecto al sistema de medición infrarrojo de temperatura corporal.	71
6.	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS.....	84
6.1.	Gastos Directos.....	84
6.2.	Análisis de impactos.....	92
	Impacto práctico:	92
	Impacto simbólico:	92
	Impacto tecnológico:	92
	Impacto ambiental:	92
	Impacto ético:	92
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
8.	REFERENCIAS	96
9.	ANEXOS	2
	MANUAL DE USUARIO	21
	INDICE.....	22
1.	DESCRIPCION GENERAL DE LA CABINA DE DESINFECCION.....	23
1.1.	Composición de la cabina de desinfección	23
2.	FUNCIONAMIENTO.....	24

2.1.	Ubicación de los objetos.....	24
2.2.	Pantalla HMI y Software Satool.....	25
2.3.	Accionamiento del sistema en modo automático.....	25
2.4.	Accionamiento del sistema en modo manual.....	26
2.5.	Sistema de ozono para la desinfección de objetos.....	26
2.6.	Recolección de objetos.....	27
2.7.	Lectura de temperatura corporal.....	27
2.8.	Temperatura elevada.....	28
2.9.	Área del generador de ozono.....	28
2.10.	Almacenamiento de datos.....	29
2.11.	Aplicación celular.....	30
2.12.	Calibración en la Pantalla HMI.....	30
2.13.	Activación del sensor de movimiento.....	31
3.	INSTALACIÓN EN AMBIENTES.....	31
3.1.	Ambientes interiores.....	31
3.2.	Ambiente exteriores.....	32
3.3.	Restricciones de uso.....	32
4.	MANTENIMIENTO.....	33
4.1.	Gabinete Eléctrico.....	33
4.2.	Programación para el sistema de la banda transportadora.....	34
4.3.	Programación para el sistema de temperatura corporal.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Cabina de seguridad biológica Clase II, Tipo B1.....	8
Figura 2.	Estructuras resonantes de la molécula del ozono.....	9
Figura 3.	Generador de Ozono.....	10
Figura 4.	Generador de ozono por efecto corona.....	10
Figura 5.	Cinta o Banda.....	11
Figura 6.	Cinta transportadora.....	12
Figura 7.	Rodamientos.....	12
Figura 8.	Rodillo.....	13
Figura 9.	Motor Eléctrico.....	13
Figura 10.	Motor a pasos.....	14
Figura 11.	Motor Nema 24.....	15
Figura 12.	Especificaciones mecánicas del motor Nema 24.....	15
Figura 13.	Curvas de torque.....	17
Figura 14.	Ventilador Axial.....	18

Figura 15. Sensor de Temperatura MLX 90614.....	19
Figura 16. Grafica espectral del sensor con respecto a la temperatura	19
Figura 17. Exactitud del sensor MLX 90614	20
Figura 18. El sensor MLX 90614 internamente	21
Figura 19. Sensor de movimiento.....	21
Figura 20. Microstep driver TB6600.....	22
Figura 21. Pantalla HMI	23
Figura 22. Pantalla LCD.....	24
Figura 23. PLC	24
Figura 24. Arduino Mega	25
Figura 25. Logo Power Siemens	25
Figura 26. Software SATOOL	26
Figura 27. Pantalla principal de SATOOL.....	27
Figura 28. IDE de Arduino	28
Figura 29. Entorno de desarrollo de Proteus 8	29
Figura 30. Software GX Developer V8.....	30
Figura 31. Software Ladder.....	30
Figura 32. Dimensiones de la cámara de desinfección y módulo de ozono.....	36
Figura 33. Resumen de los cálculos correspondientes a las 3 pruebas del generador automatizado.....	42
Figura 34. Circuito de generación de impulsos.....	43
Figura 35. Modelo para la transformada de Laplace.....	44
Figura 36. Onda de tensión de impulso en función a los circuitos de la figura 34(a) y 34(b).46	
Figura 37. Eficiencia η de los circuitos en relación a los condensadores C2/C1 para impulso tipo rayo T1/T2.....	47
Figura 38. Diagrama del circuito general para la onda de impulso normalizado.....	49
Figura 39. Onda del impulso tipo rayo	49
Figura 40. Diagrama de flujo del sistema de desinfección de objetos.	50
Figura 41. Diagrama de flujo del sistema de medición de la temperatura corporal.	51
Figura 42. Vista isométrica de la cabina estructural.....	52
Figura 43. Proyección ortogonal de la cabina estructural. a) Vista superior/ planta, b) Vista de perfil derecho, c) Vista frontal/alzado, d) Vista de perfil izquierdo.....	53
Figura 44. Fuente de alimentación del sistema automatizado para la desinfección de objetos	54
Figura 45. Diagrama del sistema automatizado para la desinfección de objetos	55
Figura 46. Fuente de alimentación para el sistema de medición de la temperatura corporal. .56	
Figura 47. Diagrama del sistema de medición de la temperatura corporal.	57
Figura 48. Diseño de la generación de ozono de 10 000v AC	58
Figura 49. Mallas del sistema de ozono	58
Figura 50. Interface gráfica de la pantalla HMI	59
Figura 51. Diseño en impresión 3D.....	59
Figura 52. Fracción de la programación de la banda transportadora	60
Figura 53. Fragmento de la programación de la medición de la temperatura corporal.....	61
Figura 54. Segmento de la programación para el almacenamiento de datos.....	62
Figura 55. Relación de la temperatura corporal.	73
Figura 56. Temperatura corporal promedio.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades físicas del ozono.....	9
--	---

Tabla 2. Especificaciones Generales	16
Tabla 3. Especificaciones Generales	22
Tabla 4. Dimensiones y peso de la estructura metálica.....	34
Tabla 5. Categoría y rango de cargas vivas.....	35
Tabla 6. Composición del aire	38
Tabla 7. Propiedades físicas del aire.....	39
Tabla 8. Valores de la constantes de tiempo de ($1/\alpha_1$ y $1/\alpha_2$) para diferentes impulsos de onda normalizados.....	48
Tabla 9. Materiales industriales.....	63
Tabla 10. Materiales del sistema de la banda transportadora	64
Tabla 11. Elementos del sistema de medición de la temperatura corporal.....	66
Tabla 12. Elementos del sistema de desinfección de objetos.....	67
Tabla 13. Coeficiente de letalidad para varios desinfectantes (L/mg/min)	68
Tabla 14. Valores de C^*t (L/mg/min) para un 99% inactivación de los microorganismos a 5°C	69
Tabla 15. Límite de exposición según diferentes organizaciones	69
Tabla 16. Límite de exposición del ozono (Aceptable, Alarma, Emergencia).....	70
Tabla 17. Datos de la temperatura corporal de una muestra de usuarios	71
Tabla 18. Tabla de valores promedio, ABS y Error (%).	77
Tabla 19. Materiales y costos de la cabina de desinfección de objetos.....	85

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I. Cabina de desinfección de objetos.....	2
ANEXO II. Módulo del sistema de medición de temperatura corporal.....	3
ANEXO III. Módulo del accionamiento de la banda transportadora.....	3
ANEXO IV. Diagrama del diseño del sistema de la banda transportadora.....	4
ANEXO V. Diagrama de la fuente de alimentación para la banda transportadora.....	5
ANEXO VI. Diagrama general para medición de la temperatura corporal.....	6
ANEXO VII. Diagrama general de la fuente para medición de temperatura corporal.....	7
ANEXO VIII. Diagrama del diseño del sistema de ozono. Generador de impulso normalizado tipo rayo 10000 V AC para, la generación de ozono.....	8
ANEXO IX. Programación en GX Developer para el control principal del sistema de la banda transportadora.....	9
ANEXO X. Programación del sistema de medición de temperatura corporal en Arduino.....	10
ANEXO XI. Informe de resultados de la medición en la empresa AFH Cervices CIA.LTDA. MEDIOAMBIENTE.....	15
ANEXO XII. Certificado de calibración Monitor de Ozono.....	16
ANEXO XIII. Certificado de calibración interna analizadores de gases	17
ANEXO XIV. Hoja de vida de los involucrados:.....	18
ANEXO XV. Manual de usuario, guía de uso correcto.....	21

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación (1)	34
Ecuación (2)	37
Ecuación (3)	37
Ecuación (4)	38
Ecuación (5)	41
Ecuación (6)	43

Ecuación (7)	44
Ecuación (8)	44
Ecuación (9)	44
Ecuación (10)	44
Ecuación (11)	45
Ecuación (12)	45
Ecuación (13)	45
Ecuación (14)	45
Ecuación (15)	45
Ecuación (16)	45
Ecuación (17)	46
Ecuación (18)	46
Ecuación (19)	46
Ecuación (20)	47
Ecuación (21)	47
Ecuación (22)	47
Ecuación (23)	47
Ecuación (24)	48
Ecuación (25)	48
Ecuación (26)	73
Ecuación (27)	75
Ecuación (28)	76

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA AUTOMATIZADA, PARA LA DESINFECCIÓN DE OBJETOS CON SISTEMA DE MEDICIÓN INFRARROJO DE TEMPERATURA CORPORAL Y ADQUISICIÓN DE DATOS”

Autores: Chiluisa Moreno Jonathan Alexander

Tibán Moreno Bryan Alexander

RESUMEN

De manera que la tecnología se vea involucrada por medio de programaciones y control, en la presente propuesta tecnológica se pretende diseñar e implementar una cabina automatizada para la desinfección de objetos conjuntamente, con un sistema de medición de la temperatura corporal, para el uso del personal de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), los datos obtenidos se almacenarán en una plataforma web, los cuales se podrá visualizar en tiempo real en una pantalla LCD, el usuario podrá visualizar en línea, mediante una aplicación móvil los datos de su temperatura corporal registrada. Para el sistema de desinfección de objetos crea un efecto corona para la descomposición del oxígeno y se forma el ozono, por consiguiente, se utilizará el ozono para la desinfección de los objetos, la cabina posee un sistema de transporte, la misma que permitirá mover los objetos a la cámara de desinfección. Para el diseño e implementación de la propuesta tecnológica se empleará el uso de un microprocesador Arduino mega 2560, PLC los mismos que serán los encargados de accionarse mediante sensores de movimiento tanto para el sistema de desinfección como para el sistema de medición de temperatura corporal. También contiene diferentes programaciones para la automatización de la cabina de desinfección de objetos, este quipo será ubicado en un lugar estratégico dentro de la universidad, donde la afluencia de personas sea continua. Así contribuyendo con la emergencia sanitaria que se atraviesa, con la implementación de esta propuesta tecnológica se aspira mejorar la bioseguridad dentro de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Palabras clave: Arduino, PLC, desinfección, temperatura, programación y almacenamiento.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: “DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATED CABINET, FOR THE DISINFECTION OF OBJECTS WITH INFRARED BODY TEMPERATURE MEASUREMENT SYSTEM AND DATA ACQUISITION”

Authors: Chiluisa Moreno Jonathan Alexander

Tiban Moreno Bryan Alexander

ABSTRACT

So that technology is involved through programming and control, in this technological proposal it is intended to design and implement an automated cabin for the disinfection of objects together, with a body temperature measurement system, for the use of personnel. of the Technical University of Cotopaxi (UTC), the data obtained will be stored on a web platform, which can be viewed in real time on an LCD screen, the user will be able to view their body temperature data online through a mobile application registered. For the object disinfection system, it creates a corona effect for the decomposition of oxygen and ozone is formed, therefore, ozone will be used to disinfect the objects, the cabin has a transport system, which will allow moving the objects. The objects to the disinfection chamber. For the design and implementation of the technological proposal, the use of an Arduino mega 2560 microprocessor, PLC will be used, which will be in charge of being activated by motion sensors for both the disinfection system and the body temperature measurement system. It also contains different programming for the automation of the object disinfection cabin, this equipment will be located in a strategic place within the university, where the influx of people is continuous. Thus, contributing to the health emergency that is being experienced, with the implementation of this technological proposal, the aim is to improve biosecurity within the Technical University of Cotopaxi.

Keywords: Arduino, PLC, sanitization, temperature, programming and storage.

AVAL DE TRADUCCIÓN

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA AUTOMATIZADA PARA LA DESINFECCIÓN DE OBJETOS CON SISTEMA DE MEDICIÓN INFRARROJO DE TEMPERATURA CORPORAL Y ADQUISICIÓN DE DATOS”.

Fecha de inicio:

Febrero 2020

Fecha de finalización:

Septiembre 2020

Lugar de ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi – Eloy Alfaro – Latacunga – Ecuador.

Unidad Académica que auspicia:

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia:

Ingeniería Eléctrica

Equipo de trabajo:

Chiluisa Moreno Jonathan Alexander

Tibán Moreno Bryan Alexander

Tutor de Titulación:

Nombres y Apellidos: Ing. Jessica Nataly Castillo Fiallos

Domicilio: CDLA Eloy Alfaro-Riobamba

Fecha de nacimiento: 09/02/1988

Cédula de ciudadanía: 060459021-6

Estado Civil: Soltera

Número Telefónico: 032626628/0984317422

E-mail: jessik1604@hotmail.es

Área de conocimiento:

Ingeniería, Industria y Construcción.

Línea de investigación:

Energías Alternativas y Renovables, Eficiencia Energética y Protección Ambiental

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Control y Optimización en el uso de la energía del sector Industrial, comercial y residencial

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA AUTOMATIZADA PARA LA DESINFECCIÓN DE OBJETOS CON SISTEMA DE MEDICIÓN INFRARROJO DE TEMPERATURA CORPORAL Y ADQUISICIÓN DE DATOS”

2.2. TIPO DE PROPUESTA ALCANCE

Multipropósito

2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO

Ingeniería, industria y construcción.

2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

La presente propuesta tecnológica consiste en el diseño e implementación una cabina automatizada para la desinfección objetos personales, la misma que contendrá un sistema de medición infrarrojo de temperatura corporal para diferentes usuarios. Conjuntamente el sistema permitirá crear una base de datos y almacenarla en una plataforma web. Por lo tanto para la correcta automatización de la cabina se incluirá diversas programaciones.

Lo que se pretende realizar en esta propuesta es el diseño de la estructura en el software AutoCAD, así como también el modelado en la vista isométrica y proyección ortogonal. Para el funcionamiento de la cabina se proyecta automatizar la banda transportadora y la medición de la temperatura corporal mediante la programación que se llevará a cabo en diferentes software's. Por ende, la medición de la temperatura corporal se implementara mediante un sensor infrarrojo, los grados de temperatura se visualizará en tiempo real junto a la cabina en una pantalla LCD, por lo cual la base de datos se almacenará en una plataforma web, lo que

permitirá al usuario acceder a ella mediante una aplicación gratuita compatible con la plataforma.

Se realizará la construcción de la cabina en materiales de acero galvanizado junto a la combinación de hierro forjado. Donde la cabina contendrá un sistema de rodamientos base, tensor de banda, las mismas que se encargarán de mover la banda transportadora para, la movilidad de los objetos al interior de la cabina. Por consiguiente, para, el proceso de desinfección de los objetos se utilizará el ozono, siendo una sustancia considerada por la Organización Mundial de la Salud como, un desinfectante muy eficiente para la eliminación de todo tipo de microorganismos, así como también agentes virales.

El diseño e implementación de la cabina de desinfección está destinada para fortalecer la bioseguridad en la Universidad Técnica de Cotopaxi, para los docentes, estudiantes, personal administrativo y comunidad en general.

2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.5.1. Objeto de estudio

Sistema de control, almacenamiento de datos en plataformas web, bandas transportadoras y tipos de desinfección para objetos.

2.5.2. Campo de acción

Procesos eléctricos y electrónicos.

2.6. SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA

2.6.1. Situación problemática

Desde que se presentó el reporte del primer caso de contagio por Covid-19 en el Ecuador. El Centro de Operación de Emergencia "COE" Nacional conjuntamente con el Ministerio de Salud Pública "MSP" han venido realizando un esfuerzo para contener la propagación del virus, sin embargo, se reportó un rápido crecimiento de casos positivos por Covid en el país, debido a que esta enfermedad es de fácil propagación entre las personas [1].

En la provincia de Cotopaxi existe una cifra elevada de casos positivos, que desde su aparición el número de contagios crecen descontroladamente. Por tal razón el ministerio de salud informó que el contagio es comunitario en ésta Provincia. Por otro lado, el cambio de semaforización y el recorte del toque de queda, ocasionarán que, la población tenga una mayor movilidad y concurrencia dentro de la misma, así ocasionando posiblemente un incremento en el número de contagios [2].

Pese a estas nuevas medidas impuestas por el gobierno nacional, en la ciudad de Latacunga la sociedad ha optado por implementar o adquirir métodos de desinfección y bioseguridad tanto en domicilios, negocios, hospitales, centros comerciales etc.

En función de lo expuesto se consideró diseñar e implementar una cabina automatizada para la desinfección de objetos con sistema de medición infrarrojo de temperatura corporal dentro de la Universidad Técnica de Cotopaxi la misma que ayudará a reforzar la bioseguridad dentro de la institución, teniendo en cuenta que éste, Establecimiento de Educación Superior se encuentra dentro de la ciudad de Latacunga.

2.6.2. Problema

La enfermedad ahora se conoce como enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19), y el virus causal se llama coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV-2), es una nueva cepa de coronavirus que no se ha identificado previamente en humanos [3].

El brote inicial en Wuhan, de acuerdo con las primeras investigaciones epidemiológicas, la mayoría de los casos positivos detectados son en los trabajadores del mercado mayorista de pescados y mariscos de Huanan, extendiéndose rápidamente y afectando a otras partes de China. Pronto se detectaron casos en varios países [4].

Desde entonces, se han observado brotes en todas las partes del mundo, incluyendo, Ecuador que hasta el momento registra un número elevado de casos confirmado con decenas de personas fallecidas, considerando a este virus de fácil propagación entre las personas.

2.7. HIPÓTESIS O FORMULACIÓN DE PREGUNTA CIENTÍFICA

¿Cómo ayudará la implementación de una cabina de desinfección de objetos con sistema de medición infrarrojo de la temperatura corporal y adquisición de datos a mejorar las medidas preventivas de bioseguridad dentro de la comunidad universitaria y el aporte histórico de la base datos con fines investigativos?

2.8. OBJETIVOS

2.8.1. Objetivo general

Diseñar e implementar una cabina automatizada para la desinfección de objetos con sistema de medición infrarrojo de temperatura corporal y adquisición de datos.

2.8.2. Objetivos específicos

Realizar el estudio bibliográfico para la automatización de una cabina de desinfección de objetos.

Diseñar una cabina de desinfección de objetos para su posterior implementación.

Analizar los parámetros matemáticos del sistema eléctrico de desinfección de objetos.

Elaborar un manual de instrucciones para el mantenimiento y la correcta operación de la máquina.

2.9. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS

Objetivos específicos	Actividad	Resultado de la actividad	Técnicas e instrumentos
Realizar el estudio bibliográfico para la automatización de una cabina de desinfección de objetos.	-Recopilar información de diferentes fuentes bibliográficas.	-Determinación de la investigación teórica y modelos de aplicación.	-Investigación bibliográfica. -Documentación científica.
Diseñar una cabina de desinfección de objetos para su posterior implementación.	-Diseñar los planos de la cabina en la vista isométrica y la proyección ortogonal. -Construir la cabina de desinfección de objetos. -Instalar los circuitos electrónicos para la movilidad automática de la banda transportadora	-Obtención de los planos con respecto a las bases y armadura. -Composición estructural que contiene el sistema de rodamientos. -Implementación de la estructura en materiales industriales. -Producción de las placas electrónicas,	-Simulación y diseño. -Software. -Programación y simulación -Equipos industriales y electrónicos.

	<p>y la medición de la temperatura corporal.</p> <p>-Programar los componentes electrónicos para la automatización de la cabina.</p>	<p>configuración de circuitos y esquemas.</p> <p>-Creación de algoritmos lógicos dentro de los software`s.</p>	
<p>Analizar los parámetros matemáticos del sistema eléctrico de desinfección de objetos.</p>	<p>-Diseñar un esquema electrónico y eléctrico del sistema para la desinfección de objetos.</p> <p>-Realizar los cálculos correspondientes al generador de desinfección.</p> <p>-Indagar el datasheet del motor utilizado.</p>	<p>-Extracción de las especificaciones del elemento.</p> <p>-Construcción de ecuaciones.</p>	<p>-Software`s.</p> <p>-Citas bibliográficas.</p>
<p>Elaborar un manual de instrucciones para el mantenimiento y la correcta operación de la máquina.</p>	<p>-Mostrar el modo de uso correcto.</p> <p>-Detallar el funcionamiento de los diferentes módulos.</p> <p>-Puntualizar de manera explícita las fracciones de códigos programados a modificar.</p>	<p>Instrucciones para el correcto funcionamiento de la cabina de desinfección de objetos.</p> <p>-Guía de mantenimiento técnico.</p> <p>-Claves de acceso y tiempos de</p>	<p>-Software de programación.</p> <p>-Plataforma web.</p>

		calibración para la movilidad de la banda transportadora.	
--	--	---	--

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Desinfección

La desinfección es el procedimiento mediante el uso de químicos, se busca como objetivo primordial la limpieza de un determinado espacio o sector, donde los seres humanos y animales conviven en un mismo entorno [5].

La desinfección se refiere al proceso químico al cual es sometido un área, persona u objeto con la finalidad de limpiar y eliminar tipos de bacterias o virus.

3.2. Cabina de desinfección

Una cabina de desinfección o también llamada cabina de seguridad biológica es una máquina que brinda una barrera química, ayuda con la eliminación de diferentes agentes y patógenos contagiosos, la cabina de seguridad biológica es apropiada para escudar a trabajadores, al medio ambiente y productos [6].

Básicamente una cabina de desinfección es una estructura metálica que usa un proceso químico para la erradicación de gérmenes o virus causantes de infecciones en un cuerpo o lugar así brindando protección a personas.

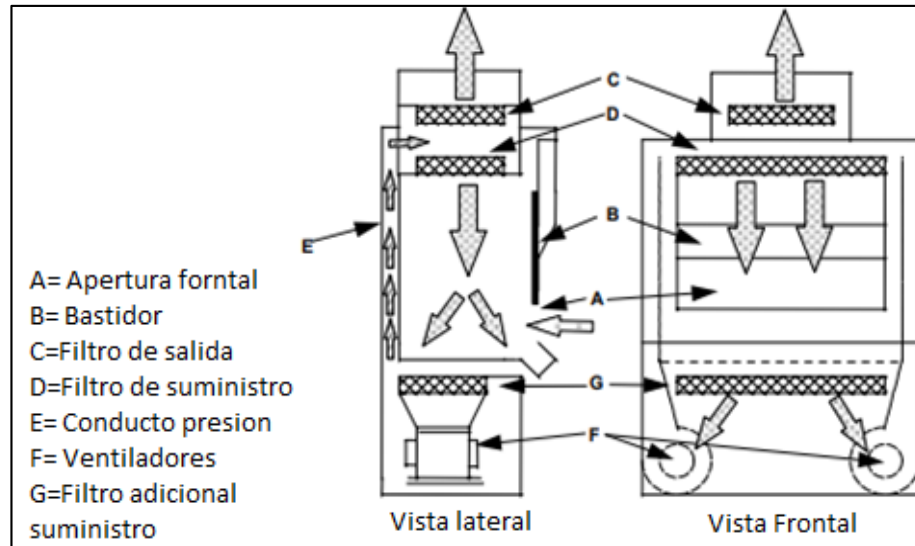


Figura 1. Cabina de seguridad biológica Clase II, Tipo B1

Fuente: [6]

3.3. Ozono

El ozono se deriva del griego ozein, verbo que significa oler, el ozono se compone de tres átomos de oxígeno y fue descubierto en el año de 1839 por el investigador Christian Friedrich Schonbein. El ozono es un gas que posee un color azul en estado líquido, naturalmente se torna inapreciable bajo condiciones de temperatura del medio ambiente [7].

El ozono, es una sustancia que está formada específicamente por átomos de oxígeno, la naturaleza del ozono lo vuelve inmensamente oxidante.

En la naturaleza el ozono es un gas natural el cual representa el oxidante más potente debido a sus átomos de oxígeno que le brindan esta característica, cuya nomenclatura química del ozono es el O₃, este gas es incoloro, es decir, no posee color. En su estado líquido el ozono muestra un color azul.

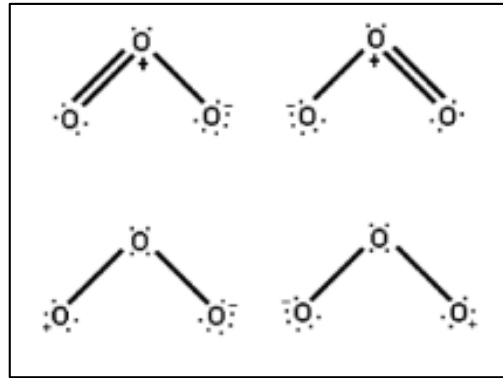


Figura 2. Estructuras resonantes de la molécula del ozono

Fuente: [7]

3.3.1. Características químicas del ozono

Entre las características principales del ozono, se destacan, el color azul presente en el estado líquido, también, es muy oxidante.

Mismo que puede oxidar sustancias orgánicas e inorgánicas. Elimina bacterias, hongos, virus y malos olores sin dejar ningún olor secundario. Por ende, es muy usado para desodorizar y desinfectar superficies [5].

3.3.2. Propiedades físicas del ozono

En la tabla 1, se muestra las principales propiedades físicas que posee el ozono puro.

Tabla 1. Propiedades físicas del ozono.

Punto de ebullición	-111,9 ;+,-; 0,3°C
Punto de fusión	-192,5 ;+,-; 0,4°C
Temperatura crítica	-12,1°C
Presión crítica	54,6 atm

Fuente: [7]

3.4. Generadores de Ozono

Un generador de ozono es un instrumento cuya función se basa, en originar una cantidad determinada y controlada de ozono, debido a que: desodoriza, desinfecta y purifica todo aquello que tiene contacto [8].



Figura 3. Generador de Ozono

Fuente: [9]

La función del generador de ozono es de gran importancia para la desinfección de distintas áreas u objetos, el generador de ozono también, se llama ozonizador el cual, produce ozono de una forma netamente artificial y puede ser utilizado para el tratamiento de aguas y purificación.

3.5. Generación de ozono por descarga eléctrica o efecto corona

El método frecuente para la formación de ozono es a través, de descargas eléctricas la cual, implica la producción de radicales atómicos de oxígeno, los mismos que reaccionan con el oxígeno molecular así, generando ozono. Para controlar y mantener la descarga eléctrica se utiliza un dieléctrico [10].

Para la generación de ozono es fundamental aplicar energía a la molécula de oxígeno, para destruir los enlaces que mantienen unidos a los átomos. A su vez, estos átomos se acoplan a otras moléculas de oxígeno formando así el ozono.

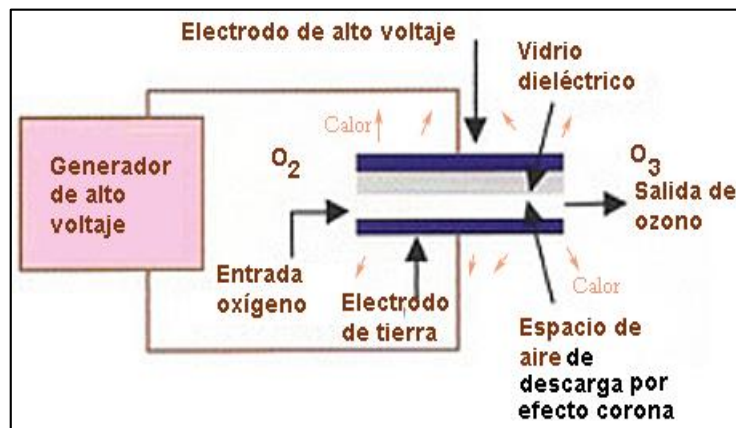


Figura 4. Generador de ozono por efecto corona

Fuente: [11]

3.6. Elementos de la banda transportadora

3.6.1. Cinta de transporte

La cinta es el elemento principal que conforma la banda transportadora, la misma que se encuentra instalada por encima de los bastidores los cuales, brindan el movimiento para que la cinta pueda trasladar cualquier tipo de objeto que se encuentre sobre ella.

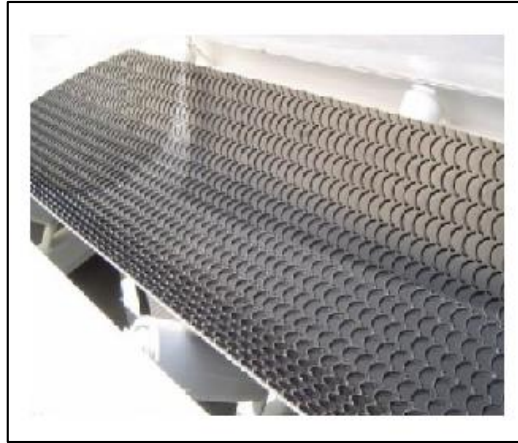


Figura 5. Cinta o Banda

Fuente: [12]

3.6.2. Banda transportadora

La banda transportadora es un componente dinámico con una superficie plana en constante movimiento, básicamente la función que cumple la banda transportada es trasladar objetos de un lugar a otro sobre sí misma [13].

La cinta transportadora está formada, de varios elementos móviles como: rodamientos, bastidores, tela, etc. Su principal función es mover objetos de un determinado lugar a otro.

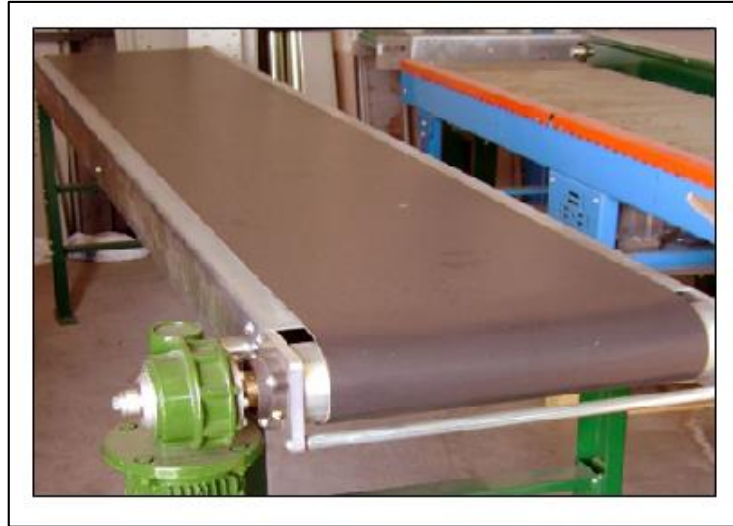


Figura 6. Cinta transportadora

Fuente: [14]

3.6.3. Rodamientos

Los rodamientos son elementos formados por dos aros redondos los mismos que son, dinámicos entre sí, este movimiento disminuye la fricción entre otros componentes.

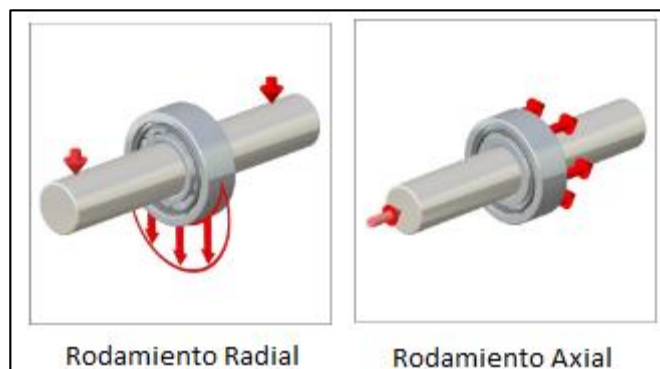


Figura 7. Rodamientos

Fuente: [15]

3.6.4. Rodillo

Los rodillos también son conocidos como poleas, estas son guías para la banda, poseen una gran capacidad de transporte, las mismas que forman un ángulo, que ayudan a la facilidad del transporte de los objetos [16].

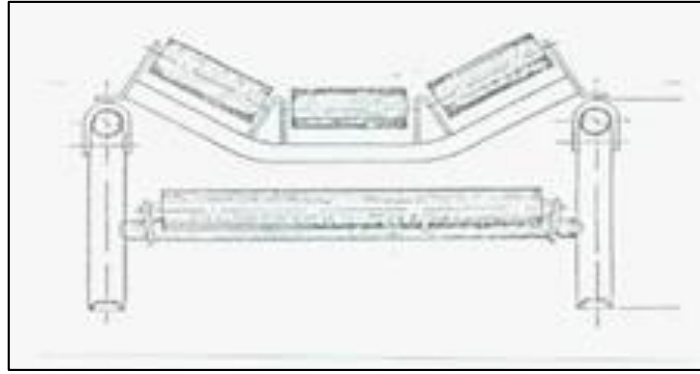


Figura 8. Rodillo

Fuente: [16]

3.7. Motor Eléctrico

Un motor es un componente eléctrico, su funcionamiento requiere de una corriente eléctrica y a la vez, convertirla en energía mecánica, el cual, genera un movimiento giratorio debido a los campos magnéticos generados en las bobinas del motor, los motores son de gran importancia en las industrias [17].

El motor eléctrico es un aparato capaz de generar movimiento, transformando la corriente eléctrica en energía mecánica mediante, campos electromagnéticos. Se aplican en los sectores comerciales, industriales y residenciales.

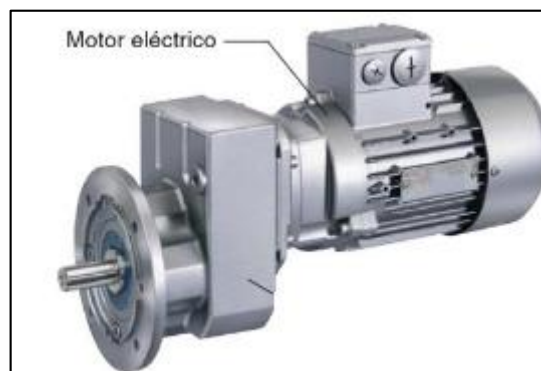


Figura 9. Motor Eléctrico

Fuente: [17]

3.8. Motor pasó a paso

Un motor paso a paso está formado por un rotor, en el que van aplicados distintos imanes permanentes y bobinas excitadoras.

Los motores paso a paso son elementos electromecánicos que funcionan a través, de una serie de impulsos eléctricos, generando movimiento, estos motores son usados normalmente cuando requieren de movimientos muy precisos [18].



Figura 10. Motor a pasos

Fuente: [19]

3.9. Motor Nema 24

El motor Nema 24 posee bastidores, una sección transversal, un eje pesado, el cual no influye en el trabajo que ejerce el motor. Tampoco, en la forma de instalación a diferencia de otros motores Nema [20].

El motor cuenta con un resorte ondulado para compensar: la acción mecánica, la expansión térmica en el eje axial. Es importante, no presionar el eje del motor al momento de la instalación, ya que se puede dañar el disco del codificador.

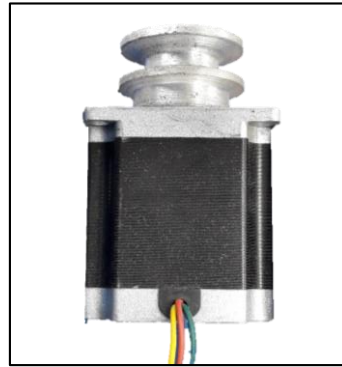


Figura 11. Motor Nema 24

Fuente: Los Autores

3.9.1. Características mecánicas del motor Nema 24

Dentro de las características mecánicas del motor Nema 24 se manifiesta: las dimensiones de las bases, la altura y las longitudes del motor. También se detallan las dimensiones del rotor y orificios, para emperrar el motor a la estructura, la cual se visualiza en la figura 12.

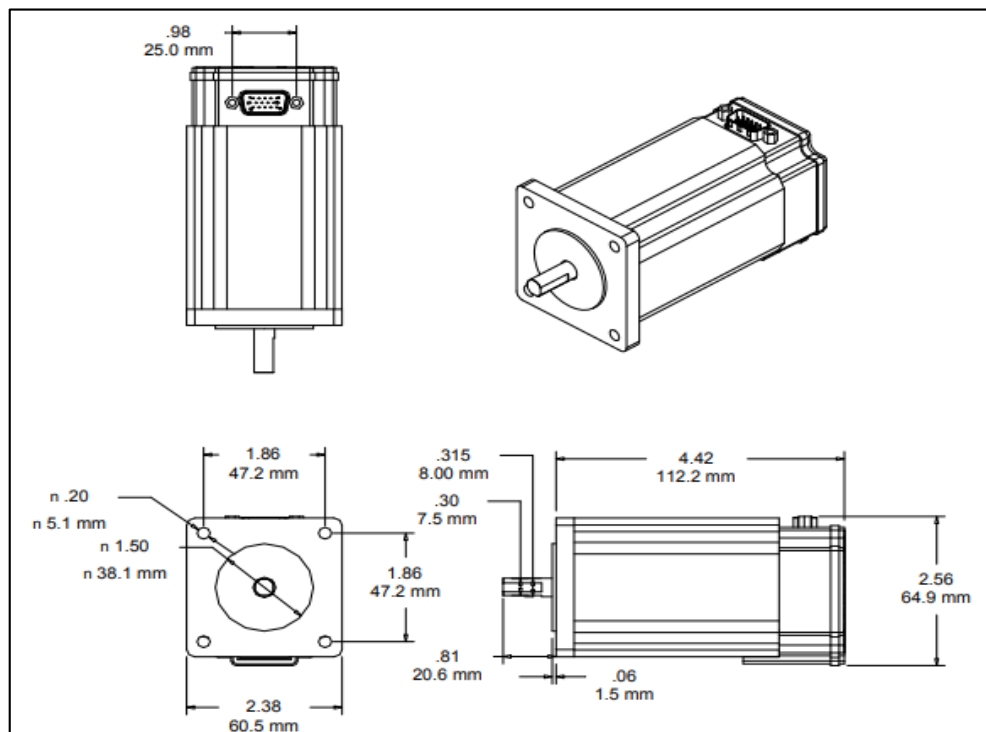


Figura 12. Especificaciones mecánicas del motor Nema 24

Fuente: [20]

3.9.2. Características eléctricas del motor Nema 24

Las características eléctricas del motor paso a paso se detallan, en la tabla 2, como es el caso de: la velocidad máxima que alcanza el motor, su inercia, la fuerza axial, la fuerza radial, entre otras.

Tabla 2. Especificaciones Generales

Especificaciones	24P- 6
Máxima velocidad (RPM)	1500
Velocidad óptima 48v (RPM)	600
Torque a velocidad óptima	223 0.23
Par de parada continua	330 2.33
Punta de poder	100
Inercia del rotor	4.6 8.4^{E-5}
Peso (L/kg)	3.1 1.4
Entrada máxima	3.5
Diámetro del eje	0.315/8
Fuerza axial máxima	4.5
Fuerza radial máxima	16

Fuente: [20]

3.9.3. Curvas de torque

Las curvas del torque representan, el par motor a la tensión especificada, cuando se establece el comando TQL al 100%. Estas curvas, representan un par de hasta el 100% del ciclo de trabajo, dependiendo del ambiente como: la temperatura, la disipación de calor y el flujo de aire [20].

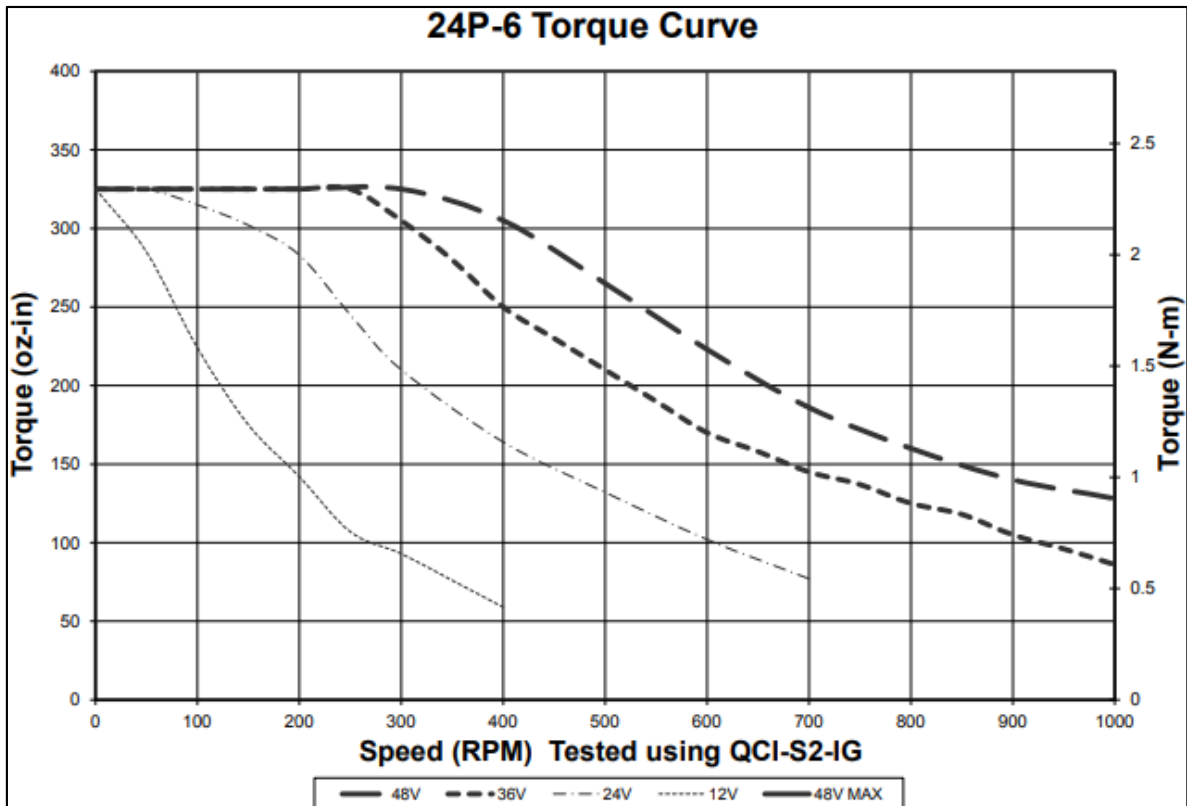


Figura 13. Curvas de torque

Fuente: [20].

El punto de velocidad óptima, proporciona la potencia máxima disponible en el ajuste de par al 100%, es decir, el punto de máxima eficiencia. Si estos dos puntos difieren, la velocidad óptima aproximada es el promedio de las dos velocidades.

3.10. Motor Ventilador Axial

Es un aparato que impulsa el aire de un lugar hacia otro. Se llama ventilador axial, porque el flujo de aire, fluye en dirección de su eje y mueve grandes volúmenes de aire con poca presión. [21].

Un ventilador básicamente se compone de un motor y los alabes, la función principal es desplazar corrientes de aire de un lugar a otro.



Figura 14. Ventilador Axial

Fuente: [22]

3.10.1. Flujo volumétrico y flujo másico

El flujo másico (m') es la cantidad de masa que atraviesa una sección de área por unidad de tiempo. El fluido normalmente recorre desde el interior hasta el exterior del volumen de control por medio de ductos o tuberías, destinadas al transporte de aire del ventilador [23].

La tasa de flujo másico a través, de una sección de área Ac depende, de la densidad del fluido ρ y de la velocidad Vn con la que, el fluido atraviesa la sección.

3.11. Sensor

Un sensor es un dispositivo que, puede entrar en funcionamiento a partir de la energía del medio en donde se encuentra midiendo [24].

El sensor es un instrumento que detecta el comportamiento del entorno físico y envía una señal de salida.

3.12. Sensor de temperatura MLX 90614

El sensor infrarrojo MLX 90614 es, un dispositivo electrónico que toma lecturas de la temperatura de objetos o individuos hasta, una distancia determinada. Este sensor se puede enlazar a un procesador automática [25].

Este sensor es capaz de medir la temperatura de cualquier objeto o sujeto que se encuentre a una distancia estimada. La comunicación serial se realiza, con el código SMBus.

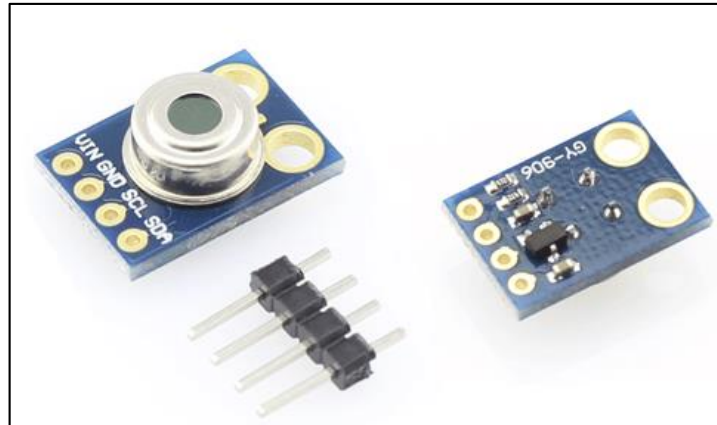


Figura 15. Sensor de Temperatura MLX 90614

Fuente: [25]

El funcionamiento del sensor se basa en la ley de Stefan-Boltzmann, menciona que cualquier objeto sobre el cero absoluto en grados kelvin ($^{\circ}\text{K}$) genera una radiación que es proporcional a la temperatura. El sensor almacena la radiación generada y la salida es una señal eléctrica, proporcional a la temperatura de cualquier objeto en su rango de visión [25].

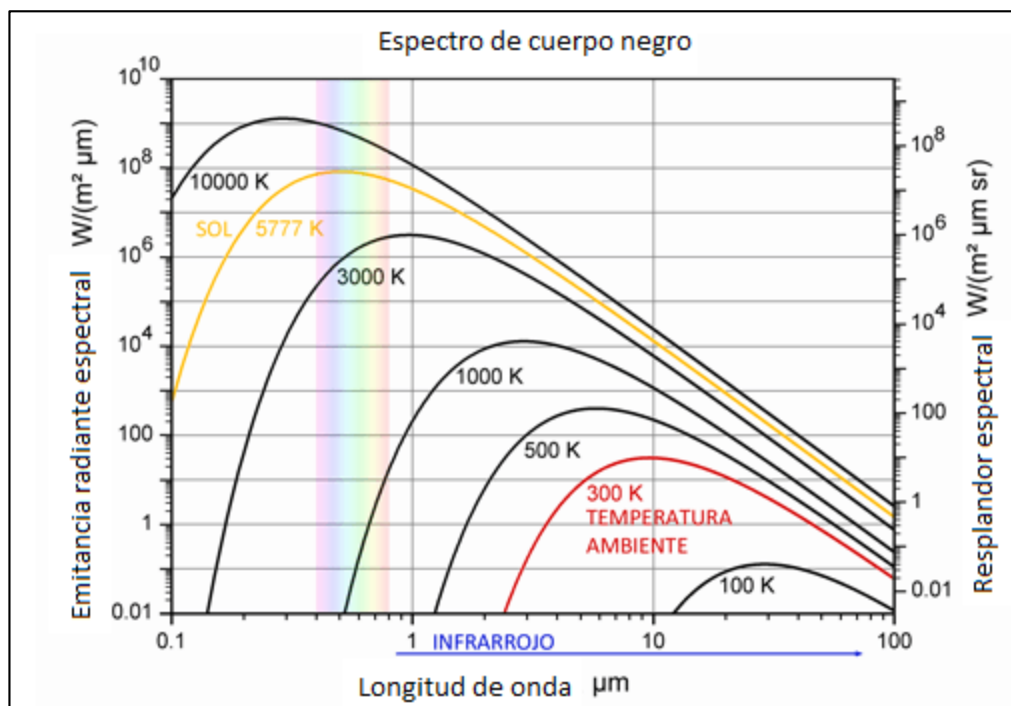


Figura 16. Grafica espectral del sensor con respecto a la temperatura

Fuente: [25]

El sensor de temperatura infrarrojo viene calibrado por fábrica, en el rango de -40 a 85°C para temperatura ambiente, para temperatura de objetos de -70 a 382°C . La precisión es de $0,5^{\circ}\text{C}$ [25].

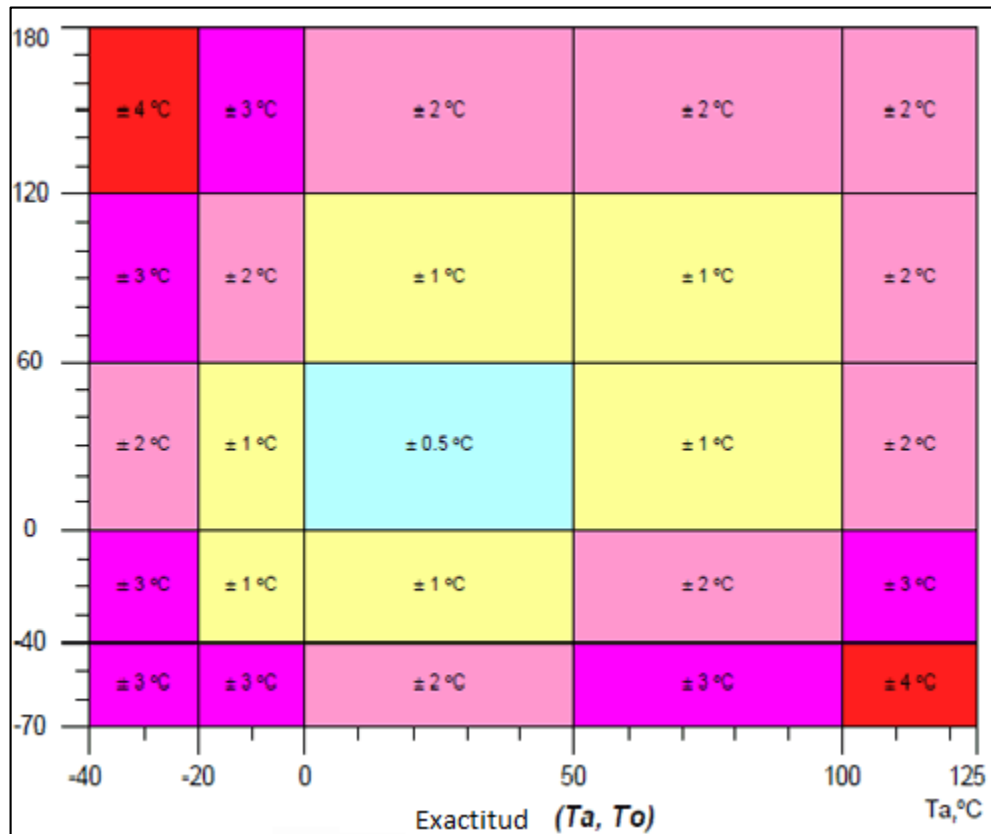


Figura 17. Exactitud del sensor MLX 90614

Fuente: [25]

Este sensor contiene un regulador de tensión que permite alimentar 5V , o a su vez con una tensión de alimentación de 3V , ángulo de 80° , un único sensor infrarrojo y con un filtro interno [26].

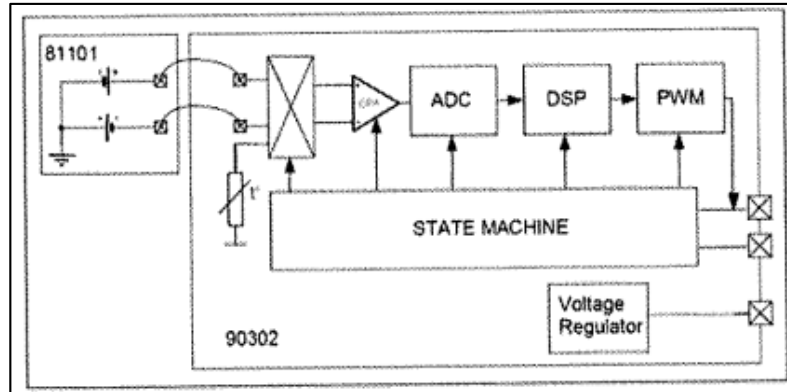


Figura 18. El sensor MLX 90614 internamente

Fuente: [26]

3.13. Sensor de Movimiento

Los sensores de movimientos son aparatos basados en tecnologías de rayos infrarrojos u ondas ultrasónicas que captan en tiempo real los movimientos generados en un determinado lugar [27].

El componente principal son los sensores trata de un elemento electrónico diseñado para detectar cambios en la radiación infrarroja recibida, generalmente poseen un transistor de efecto de campo que amplifica la señal eléctrica que genera cuando se produce dicha variación de la radiación recibida. Este sensor de proximidad infrarrojo es ajustable a un rango de detección de 3cm-80cm.



Figura 19. Sensor de movimiento

Fuente: Los Autores

3.14. Drive TB6600

El driver TB6600 está diseñado para controlar motores paso a paso, este controlador posee varias funciones entre ellas, el apagado por bajo voltaje y protección contra sobre calentamiento [28].

El Microstep Driver TB6600 es un elemento electrónico el cual está diseñado con el objetivo de controlar motores paso a paso de dos fases.

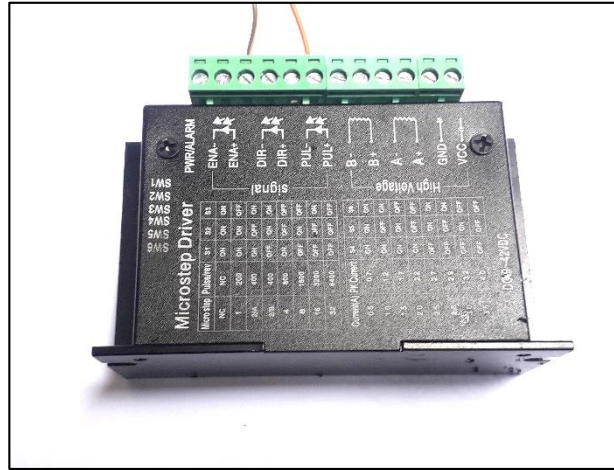


Figura 20. Microstep driver TB6600

Fuente: Los Autores

En la tabla 3 se visualiza las especificaciones generales del driver de control para el motor Nema.

Tabla 3. Especificaciones Generales

Tensión de funcionamiento	9-12V
Corriente de salida máxima	4,5 A por fase 5,0 A pico ¹
Resolución de microstep	Lleno, 1/2,1/4,1/8 y 1/16 ²
Protección	Apagado de bajo voltaje, Sobrecalentamiento y protección contra sobrecorriente
Dimensiones	96x72x28/36mm
Espacio entre agujeros	88, 5mm

Fuente: [28]

3.15. Pantalla Táctil HMI

Es una pantalla táctil inteligente, proporciona una interfaz para el control entre el humano y la máquina, como un medio de interacción. La función principal es mostrar información en tiempo real mediante gráficos y textos para cumplir un determinado proceso [29].

Una pantalla HMI es un equipo digital que brinda una interfaz gráfica, donde le usuario puede controlar procesos, visualizar resultados o suministrar información de operación.



Figura 21. Pantalla HMI

Fuente: Los Autores

3.15.1. Características de la pantalla HMI

Las características que posee la pantalla HMI son las siguientes [30]:

- Es una pantalla HMI con resolución de 480 x 272Px
- Compatible y uso con PLC
- Abundantes protocolos de PLC
- Alimentación de 24VDC (+- 15%)
- Dimensión de la pantalla 4,3 in (16:9)
- Los puertos de comunicación USB integrados incluyen modos de comunicación R232/422/485
- CPU ARM9 200MHZ

3.16. Pantalla LCD

Una pantalla LCD es una pantalla plana y delgada constituida por un número determinado de píxeles en color o monocromos situados delante de una fuente de luz reflectora [31].

Una pantalla LCD un dispositivo formado por una pantalla de cristal líquido que posee varios píxeles, son utilizadas en dispositivos electrónicos y consume poca energía eléctrica.

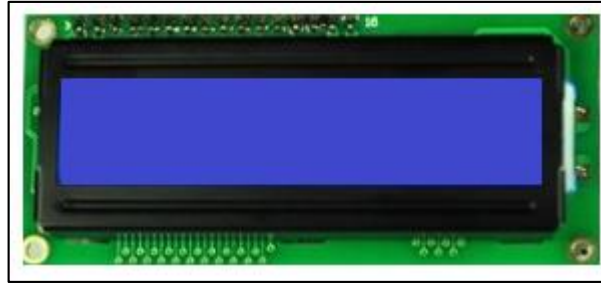


Figura 22. Pantalla LCD

Fuente: Los Autores

3.17. Controlador PLC

Un controlador PLC es un equipo electrónico programable diseñado para automatizar un entorno industrial, siendo una memoria de almacenamiento interno de instrucciones dirigidas al usuario [32].

Es un CPU electrónico programable, diseñado para programar bloques de control, es usado en la automatización de procesos dentro del control industrial.

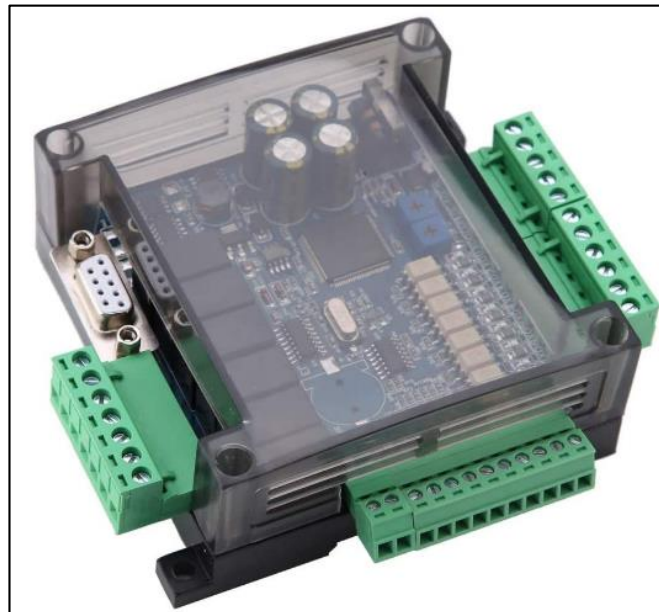


Figura 23. PLC

Fuente: Los Autores

3.18. Arduino Mega

El Arduino Mega es una placa basada en el microcontrolador ATmega2560, posee 54 pines entre entradas y salidas digitales, 16 entradas análogas, un cristal oscilador de 16Mhz, conexión USB, botón de reset y la entrada de alimentación [33].

Arduino Mega es un microcontrolador capaz de desarrollar varias funciones, posee 54 pines entre entradas y salidas, esta placa es compatible con la mayoría de shields para Arduino Uno.

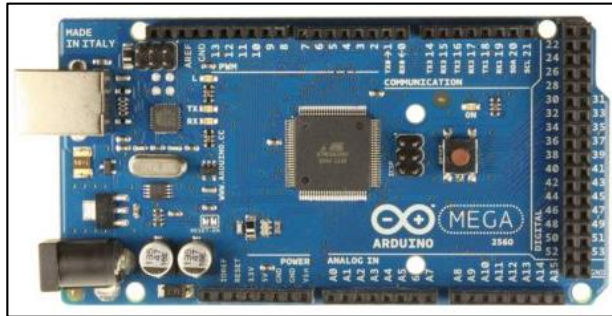


Figura 24. Arduino Mega

Fuente: [33]

3.19. Logo! Power Siemens

Es un módulo de alimentación, posee un tamaño moderado con diseño de perfil plano y escalonado, tiene un alto rendimiento en espacios reducidos, permite el uso universal en aplicaciones con 5v, 12v, 15v y 24v [34].

El logo! Power es básicamente una fuente de alimentación utilizada generalmente en espacios reducidos se puede implementar en diferentes aplicaciones.

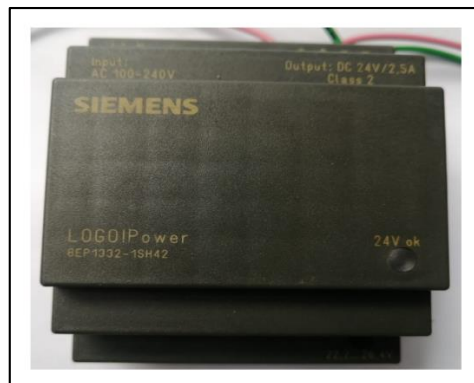


Figura 25. Logo Power Siemens

Fuente: Los Autores

3.20. Software SATOOL6.0.0.42

Este es un software propio de las pantallas Samkoon HMI, permite la programar la interfaz de la pantalla táctil HMI. El programa SATOOL aprovecha las ventajas de Windows y tiene una interfaz coherente [35].

SATOOL es un Software propio de las pantallas Samkoon HMI, que permiten una configuración personalizada de proyectos, las características de su estructura funcional puede reducir el tiempo de desarrollo en proyectos de automatización.



Figura 26. Software SATOOL

Fuente: [35]

3.20.1. Especificaciones del entorno principal SATOOL

SATOOL es un software de aplicación de 32 bits diseñado específicamente para un sistema estándar de Microsoft Windows. En la figura 27 se muestra la pantalla principal del entorno de trabajo de SATOOL [35].

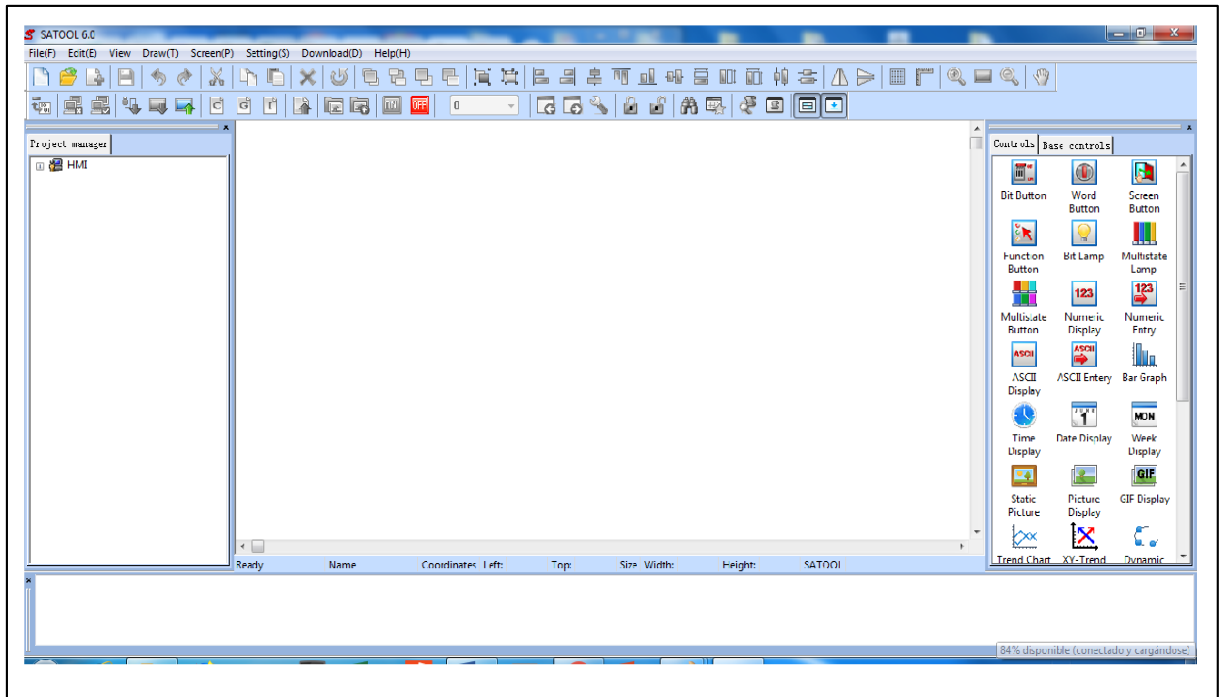


Figura 27. Pantalla principal de SATOOL

Fuente: [35]

3.21. Software Arduino

Se conoce como Arduino a una plataforma electrónica fácil de usar, totalmente gratuita de código abierto, su composición se basa en hardware y software. Lo cual se puede descargar de la página principal: www.arduino.cc [36].

Para desarrollar la programación en Arduino, primero se procede a instalarlo en el disco local (C:), es completamente gratuito y no requiere ninguna contraseña. En la figura 28, se visualiza el entorno de programación o entorno de desarrollo integrado IDE que nos proporciona el software.

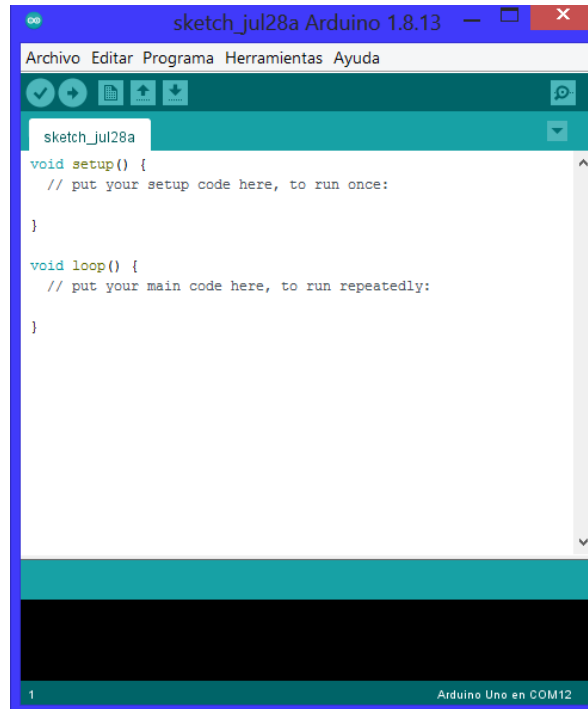


Figura 28. IDE de Arduino

Fuente: Los Autores

3.22. Software Proteus 8

Proteus es un Software desarrollado para la aplicación de proyectos el cual permite el diseño esquemático de circuitos electrónicos, la simulación para depurar los errores que se presenten en las conexiones, la construcción impresa de los circuitos profesionales, así como la automatización de proyectos [37].

Proteus 8 es una versión de prueba proporcionada por Labcenter, esta versión Demo permite la activación de algunas características principales para el desarrollo de circuitos electrónicos, como es caso de los Schematic Capture, PCB Layout y VSM Studio. El entorno de desarrollo se puede visualizar en la figura 29.

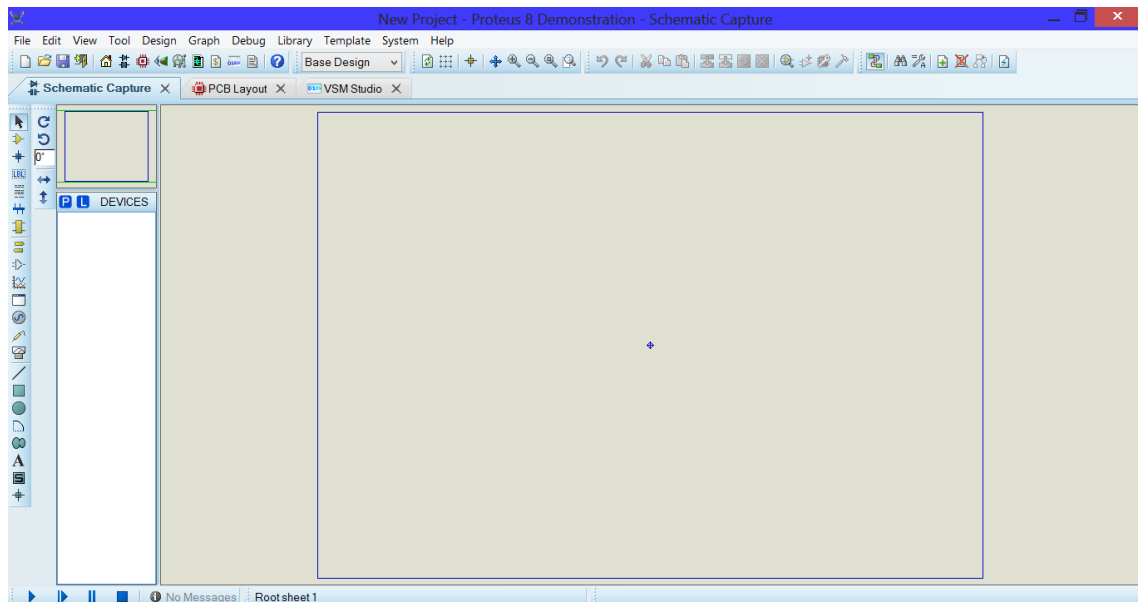


Figura 29. Entorno de desarrollo de Proteus 8

Fuente: Los Autores

El programa está compuesto por cuatro componentes de aplicación, también denominado módulos:

- ✓ **ISIS** (Intelligent Schematic Input System) es un módulo de capturas de esquemas, contiene un entorno gráfico para que le resulte sencillo al usuario diseñar los circuitos electrónicos, empleando símbolos de cada uno de los componentes electrónicos, donde al final se ejecuta la simulación para verificar las correctas conexiones [37].
- ✓ **ARES** (Advanced Routing Modelling) Esta herramienta permite la elaboración de los circuitos impresos de placas electrónicas. ARES crea automáticamente las pistas y permite imprimir por varias capas. También permite visualizar las pistas y los elementos en 3D [37].
- ✓ **PROSPICE** Este componente permite simulación en el estándar SPICE 3F5.
- ✓ **VSM** (Virtual System Modelling) Permite simular comportamiento de los micro controladores más importantes dentro del mercado. Para ello actúan con los códigos directo de los modelos [37].

3.23. Software GX Developer V8

Es un software basado en Windows, sencillo y fácil de instalar en el ordenador, posee una interfaz intuitiva y una curva de aprendizaje. Permite programar bloques de funciones [38].



Figura 30. Software GX Developer V8

Fuente: [39]

3.24. Software Ladder

Ladder es un simulador de lógica de escalera, permite simular el funcionamiento de diagramas en escalera del PLC, mediante un ordenador personal o dispositivos inteligentes, este simulador tiene la capacidad de controlar el estado de las entradas, las salidas y las variables internas [40].

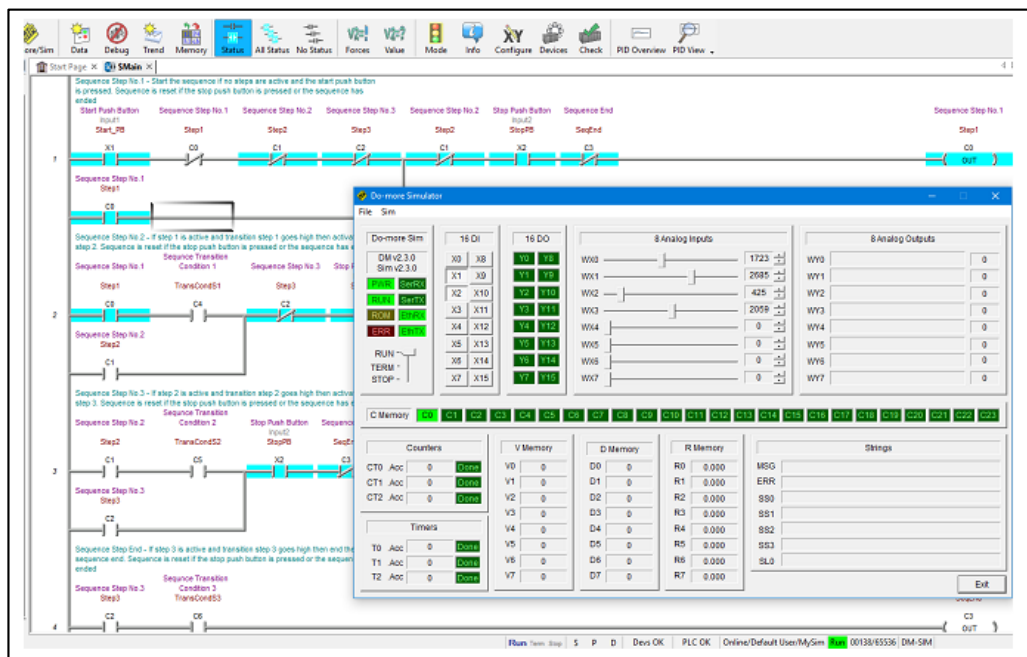


Figura 31. Software Ladder

Fuente: [40]

4. METODOLOGÍA

Para la ejecución de la presente propuesta tecnológica, del “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA AUTOMATIZADA PARA LA DESINFECCIÓN DE OBJETOS CON SISTEMA DE MEDICIÓN INFRARROJO DE TEMPERATURA CORPORAL Y ADQUISICIÓN DE DATOS”, se desarrolla los siguientes pasos:

4.1. Diseño estructural de la cabina de desinfección de objetos

Se realiza mediante el uso de un software de dibujo asistido, creando una vista isométrica y una proyección ortogonal de la cabina de desinfección.

4.2. Implementación física de la estructura de la cabina de desinfección mediante el uso de acero forjado

Mediante el modelo que se obtiene del software de dibujo asistido, se procede a la implementación física de la cabina de desinfección de objetos, en materiales como el acero galvanizado y hierro forjado.

4.3. Modelación de la banda transportadora

Una vez construida y ensamblada la cabina de desinfección se procede a modelar el funcionamiento de la banda transportadora, identificando el material adecuado que se utilizará en la banda transportadora, debido a que transporta los objetos al interior de la cámara de desinfección.

4.4. Diseño del sistema para la transportación de objetos

En el diseño del sistema de transportación de objetos, se debe implementar un circuito de control para el movimiento del motor Nema24 y por ende para el movimiento de la banda transportadora, para ello se realiza una programación en el software GX Developer V8 en conjunto al PLC. También, se realiza una programación en el software SATOOL en relación a la pantalla HMI la cual, debe mostrar una interfaz gráfica que permitirá al usuario seleccionar el modo de uso manual o automático y variar el tiempo de exposición del sistema de desinfección.

4.5. Diseño del sistema de medición de temperatura corporal

Para el diseño del sistema de medición de la temperatura corporal se utilizará Software de programación gratuito como es el caso del Arduino. Se debe implementar un circuito que permita la lectura de la temperatura que posee un individuo, para ello se debe emplear un sensor de temperatura, una pantalla LCD, un indicador led, un sensor de proximidad y un buzzer de

alarma. Se realizará una programación en Arduino para poder automatizar la función de cada uno de los elementos.

4.6. Diseño del sistema de desinfección de objetos

Para el diseño del sistema de desinfección se empleará el ozono, para ello se analiza las características y propiedades del ozono como desinfectante. En el proceso de la generación del ozono artificial se hace uso del efecto corona, para lograr esto se debe implementar un circuito eléctrico que genere un alto voltaje que permita alimentara a cuatro mallas voltaicas las cuales serán la encargadas de generar el ozono. Una vez que se genere el ozono, el accionamiento de los ventiladores permite que el ozono ingrese a la cámara de desinfección por medio de ductos.

4.7. Ensamblaje y terminado de la cabina de desinfección

Para la implementación y adaptación de todos los circuitos que conforman la cabina de desinfección, se hará uso de módulos impresos en 3D las cuales, se incluirán individualmente en cada circuito, es decir, un módulo destinado al sistema de desinfección, otro destinado al sistema de medición de temperatura corporal y un último módulo para el sistema de transporte de objetos.

En el proyecto se utilizará diferentes métodos como es el caso del: método descriptivo, método cuantitativo, método cuasi-experimental y el método deductivo. Como se detallan a continuación

4.8. Métodos de investigación

4.8.1. Método descriptivo:

Este método establece una descripción lo más precisa y completa de una situación o elemento sin tener en cuenta las causas o consecuencias de este [41].

Se determinará la variable que influye en el proyecto como es la temperatura de las personas que harán posible uso de la cabina de desinfección, una vez obtenido los datos se almacenara en una plataforma web.

4.8.2. Método cuantitativo:

La investigación cuantitativa se basa en estudios y análisis de la realidad por medio de diferentes procedimientos basados en la medición, permiten una explicación clara a las situaciones [42].

Mediante los datos almacenados en la plataforma web, de la temperatura corporal obtenida de diferentes usuarios, se podrá clasificar los datos recopilados de las personas con un nivel elevado de temperatura y usuarios con temperatura corporal es estado normal.

4.8.3. Método Cuasi-Experimental:

Esta investigación pretende manipular una o varias variables concretas pero no se tiene un control total de todas las variables [42].

Las variables que influyen en el proyecto, en especial la medición de la temperatura corporal de las personas, varían debía a que cada persona tendrá un nivel de temperatura diferente.

4.8.4. Método Deductivo:

Este método deductivo se basa en estudios de la realidad con la indagación de información para una verificación o falsación de información [42].

El método principal para la desinfección de objetos, que utilizará la maquina es mediante la generación de ozono. Estudios realizados sugieren el uso del ozono para una desinfección total de áreas, superficies, objetos, frutas, etc.

4.9. Tipos de Investigación

4.9.1. Investigación Bibliográfica:

La investigación bibliográfica en el proyecto tiene como propósito usar la conceptualización de diferentes fuentes bibliográficas para profundizar sobre el desarrollo de un sistema de desinfección eficiente, así también sobre el uso del ozono como un desinfectante eficaz para la eliminación de virus o agentes infecciosos.

4.9.2. Investigación Propositiva:

El principal propósito del proyecto es ofrecer un sistema de desinfección conjuntamente con un sistema de medición de la temperatura corporal así, de tal forma que se obtenga indicios de personas probablemente infectadas por Covid, así pudiendo evitar el contagio dentro de la Institución.

4.10. Técnicas de Investigación

4.10.1. Observación:

La observación es una de las técnicas eficiente en la investigación, la cual, ayuda a obtener resultados para el propósito del proyecto.

5. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Cálculos matemáticos

5.1.1. Cálculos de cargas estructurales

El peso estructural se obtiene mediante la multiplicación del peso teórico (kg/m) y la longitud del material (m). Donde, el peso teórico se obtiene de los catálogos de las diferentes marcas: Colmena, Novacero, Aceropaxi, Dismetal, TIMKEN, entre otras:

$$p = P_{teorico} * l \quad (1)$$

Donde:

$P_{teorico}$ = Peso teórico [kg/m]

l = Longitud del material [m]

Tabla 4. Dimensiones y peso de la estructura metálica.

Elementos	Tamaño Nominal [mm]	Cantidad [u]	Peso Teórico [kg/m]	Longitud (m)	Sub Total [kg]
Perfil cuadrado en negro	40x40	3	2,31	19	43,89
Perfil circular en negro	$d_{ext} = 2,13$	1	0,73	6	4,38
Perfil circular en negro	$d_{ext} = 15,18$	1	0,41	6	2,46
Perfil laminado en frio	1220 x 2440	1	-	-	28,04
Plancha laminado en galvanizado	1220 x 2440	1	-	-	28,04
Barra cuadrada BC9	9 x 9	1	0,64	0,5	0,32

Rodamientos 07079-07196	20x 50,01x13,5	16	0,144	0	2,304
Angulo	-	1	0,87	3	2,61
Juego de Pernos	-	-	-	-	0,85
Lona verano color blanco	-	-	0,25	3	0,75
				Total	113,64

Fuente: Los Autores

5.1.1.1. Cargas Vivas

Las cargas vivas, comprenden, al peso de los objetos insertados dentro de la banda transportadora. En consecuencia, se le asigna una categoría y un rango, al que pertenece el grupo de objetos. Total, que se puede observar en la tabla 5.

Tabla 5. Categoría y rango de cargas vivas.

Categoría	Rango de cargas vivas [kg]
A	<5
B	5-10
C	11-12
D	>12

Fuente: Los Autores

5.1.2. Cálculo de los flujos

5.1.2.1. Dimensiones de los componentes

Las dimensiones de la cámara de desinfección de objetos y el módulo de ozono se aprecia en la figura 32, la sección A corresponde al módulo de ozono y la sección B corresponde a la cámara de desinfección:

A= 260x380x280 [mm]

B=460x700x800 [mm]

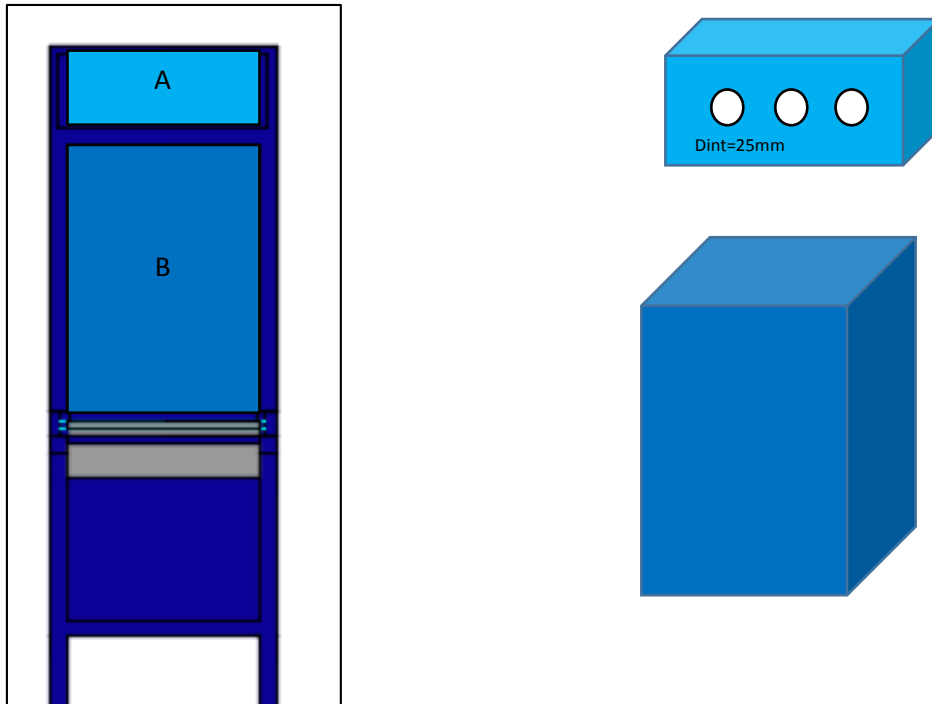


Figura 32. Dimensiones de la cámara de desinfección y módulo de ozono

Fuente: Los Autores

5.1.2.2. Cálculo de la superficie de las aspas del ventilador

5.1.2.2.1. Datos característicos de los ventiladores:

Modelo: VN-4051

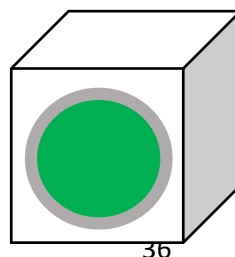
DC-12 V A 250mA

2800 r.p.m.

Velocidad del aire= 10m/s

Dimensiones de la cubierta=92x92x25 [mm]

Dimensiones de las aspas: Dext=85, a=12 [mm]



5.1.2.2.2. Cálculo de la superficie de las aspas del ventilador

$$S_{vent} = 2\pi \cdot \frac{D_{ext}}{2} \cdot a + 2\pi \cdot \frac{a^2}{2} \quad (2)$$

Donde:

S_{vent} = Superficie de las aspas del ventilador

D_{ext} = Diámetro de las aspas

a = Ancho de las aspas

Se obtiene la superficie de las aspas del ventilador

$$S_{vent} = 2\pi \cdot \frac{D_{ext}}{2} \cdot a + 2\pi \cdot \frac{a^2}{2}$$

$$S_{vent} = \pi \cdot D_{ext} \cdot a + \pi \cdot a^2$$

$$S_{vent} = \pi \cdot 85.12 + \pi \cdot 12^2$$

$$S_{vent} = 3656,8138 \text{ mm}^2$$

$$S_{vent} = 3,6568 \text{ m}^2$$

5.1.2.3. Cálculo del flujo volumétrico

Para determinar el flujo volumétrico, se parte de la siguiente ecuación.

$$Q = V_{av} A_c \quad (3)$$

Donde:

Q = Flujo volumétrico

A_c = Sección del área

V_{av} = Velocidad con la que el fluido atraviesa a sección

Por lo tanto, para determinar el flujo volumétrico que se genera en el módulo de generación de ozono, se parte de la ecuación (3), donde se multiplica por el número de ventiladores instalados y se procede a dividir por 3 los tres ductos instalados.

$$Q_{cab} = \frac{v \cdot S_{vent} \cdot N_v}{3} \quad (4)$$

Donde:

Q_{cab} = Flujo volumétrico que produce el modulo del generador de ozono

v = Velocidad de aire del ventilador

S_{vent} = Superficie de las paletas del ventilador

N_v = Numero de ventiladores

N_d = Nuemero de ductos del módulo de contención

Se obtiene el flujo volumétrico en el módulo del generador de ozono

$$Q_{cab} = \frac{v \cdot S_{vent} \cdot N_v}{3}$$

$$Q_{cab} = \frac{\frac{5m}{s} * 3,6568m^2 * 4}{3}$$

$$Q_{cab} = 24,3778m^3/s$$

5.1.3. Análisis del ozono

5.1.3.1. Composición del aire

El aire que normalmente se respira, está generalmente compuesto de varios elementos según [43]. Detallados en la tabla 6.

Tabla 6. Composición del aire

Componente	Concentración aproximada	
Nitrógeno	(N)	78.03% en volumen
Oxígeno	(O)	20.99% en volumen
Dióxido de Carbono	(CO ₂)	0.03% en volumen
Argón	(Ar)	0.94% en volumen

Neo	(Ne)	0.00123% en volumen
Hello	(He)	0.0004% en volumen
Criptón	(Kr)	0.00005% en volumen
Xenón	(Xe)	0.000006% en volumen
Hidrogeno	(H)	0.01% en volumen
Metano	(CH ₄)	0.0002% en volumen
Óxido Nitroso	(N ₂ O)	0.00005% en volumen
Vapor de Agua	(H ₂ O)	Variable
Ozono	(O ₃)	Variable
Partículas	-	Variable

Fuente: [43]

5.1.3.2. Propiedades físicas del aire

Las propiedades físicas del aire se visualizan en la tabla 7. Según [43].

Tabla 7. Propiedades físicas del aire

Magnitud física	Valor	Unidad
Densidad (ρ) a:		
0°C	1.293	<i>Kg/m³</i>
15°C	1.223	<i>Kg/m³</i>
20°C	1.199	<i>Kg/m³</i>
Constante R de los gases perfectos	287	<i>J/kg.K</i>
Capacidad térmica		
A 0°C; p=constante	$c_p=1.005$	<i>kJ/kg.K</i>
A 0°C; V=constante	$c_v=0.716$	<i>kJ/kg.K</i>
Exponente adiabático	1.4	
Viscosidad dinámica (presión normalizada) a 20°C	18.13×10^{-6}	<i>Pa.s</i>
Viscosidad cinemática (presión normalizada) a 20°C (=relación viscosidad/densidad)	15.55	<i>mm²/s</i>

Fuente: [43]

Según la normativa ISO 6358 de 1989, la densidad normal del aire es de 1.185 kg/m³ [43].

La elevación de la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi es 2750 msnm, mientras que la elevación en la ciudad de Quito es de 2850 msnm [44]. La densidad del aire disminuye cuando varía la elevación.

El aire tiene una densidad aproximadamente del 1,293 kg/m³, y en conversión 0,001293 kg/L, siendo el principal responsable de la presión atmosférica en forma proporcional, así, al variar la densidad, incrementa el peso del aire o lo disminuye proporcionalmente [44].

5.1.3.3. Cálculo de los compuestos químicos

Se parte desde los elementos químicos, de la tabla periódica, determinado el peso atómico y molecular:

Peso atómico del oxígeno (O)= 15,9994 g/mol

Peso molecular del oxígeno (O_2)= 15,9994x2 = 31,9988 g/mol

Peso molecular del ozono (O_3)= 15,9994x3 =47,9982 g/mol

Densidades:

Densidad de aire a 0°C=1,293 kg/m³

Densidad del ozono =2,14 kg/m³

Densidad del oxígeno =1,429 kg/m³

Concentración del ozono en el aire por volumen

1 pphm (partes por cien millones) = 1ppm (partes por millón)

467 ppm O₃ =1 gramo de O₃/m³

1 ppm= 1/467 ppm O₃

1ppm=2,14 mg O₃/m³

5.1.3.4. Parámetros del diseño

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece límites en función de agentes contaminantes y uno de ellos es el ozono, el mismo que no debe ser mayor a 100ug/m³ [45].

La norma Ecuatorial de la cantidad de aire, establece los límites máximos permisibles de concentración promedio de ozono en tres factores: $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ alerta, $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ alarma y $600\mu\text{g}/\text{m}^3$ emergencia [45].

5.1.3.5. Concentración del Ozono

La concentración se puede presentar en unidades de partes por millón (ppm) o a su vez en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, existe una fórmula en el cálculo de estas variables:

$$\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} = \frac{\text{ppm} * P.M * 1000}{24,45} \quad (5)$$

Donde:

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ = Concentración del ozono que se desea conocer

ppm = Concentración del ozono conocida en partes por millón

24,45 = Factor de conversión que representa el volumen (litros) de un mol de un gramo de peso molecular

1000 = Constante de multiplicación que aparece cuando se transforma de miligramos a microgramos

Para conocer la cantidad exacta de concentración de ozono que emite el generador construido con un voltaje de alta tensión a 10KV, se acudió al instituto técnico en el monitoreo de la calidad del medio ambiente es el caso de AFH Services, se utilizó el equipo Thermo 49i, que registra valores de concentración en cada minuto [45].

En la figura 33 muestra el resumen de los valores calculados en unidades $\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3}$, empleando la fórmula (5). Para las 3 pruebas, se considera tres tiempos para medir la concentración [45].

1. Concentración pura de ozono durante 25 minutos.
2. Concentración de ozono en un ambiente cerrado aproximadamente de 10m^2 durante 35 y 25 minutos.
3. Concentración pura de ozono durante 5 minutos.

	1ra prueba		2da prueba		3ra prueba	
	ppm	$\mu g/m^3$	ppm	$\mu g/m^3$	ppm	$\mu g/m^3$
	43,79	85969,1	0,0276	54,2	49,26	96698,3
	44,36	87088,7	0,0304	59,6	50,37	98887,3
	45,40	89138,5	0,0338	66,4	50,27	98687,8
	46,09	90489,3	0,0430	84,5	50,60	99335,5
	46,93	92123,7	0,0395	77,5		
	46,50	91281,5	0,0356	69,8		
	47,16	92580,1	0,0666	130,7		
	47,56	93367,2	0,0310	60,8		
	46,47	91232,6	0,0363	71,2		
	46,47	91219,6	0,0367	72,0		
	47,75	93749,0	0,0309	60,6		
	47,92	94069,6	0,0318	62,4		
	47,75	93741,2	0,0508	99,7		
	48,17	94575,1	0,0399	78,2		
	48,82	95851,4	0,0513	100,7		
	49,53	97227,2	0,0460	90,2		
	49,78	97733,9	0,0292	57,3		
	49,45	97078,2	0,0406	79,7		
	49,71	97597,8	0,0567	111,3		
	49,09	96374,8	0,0307	60,3		
	48,84	95884,4	0,0435	85,5		
	48,54	95299,7	0,0284	55,7		
	49,26	96708,9	0,0205	40,2		
	49,33	96844,8	0,0126	24,8		
Promedio	47,70	93634,42	0,0372	73,06	50,12	98402,21

Figura 33. Resumen de los cálculos correspondientes a las 3 pruebas del generador automatizado

Fuente: [45]

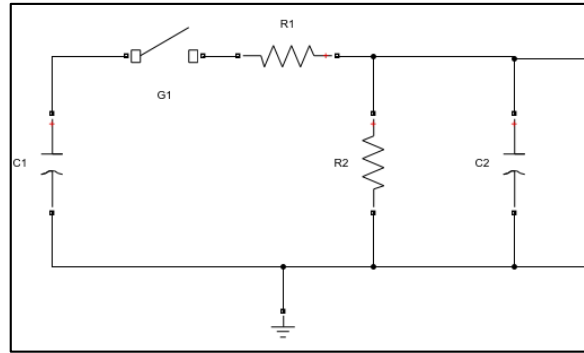
Conclusión

Para obtener una aproximación de la concentración de ozono, en este proyecto se utilizó fuentes bibliográficas, que están acorde a los valores del generador construido en este proyecto, los valores se pueden apreciar en la figura 33.

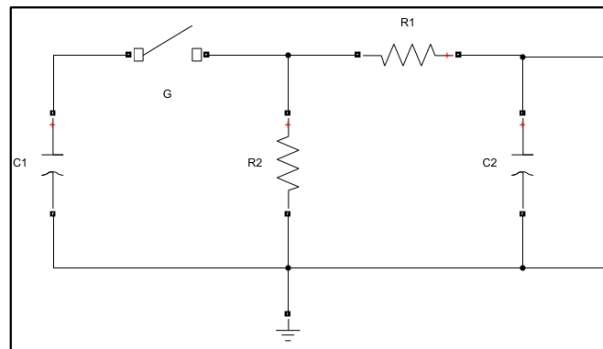
5.1.4. Cálculos eléctricos

5.1.4.1. Generador de impulso de voltaje de alta tensión

A continuación, se detalla uno de los circuitos, más empleados, para la generación de impulsos normalizados, como es el caso, del impulso tipo rayo. En el cual se emplea un interruptor que simboliza las mallas eléctricas, utilizadas en la implementación.



(a)



(b)

Figura 34. Circuito de generación de impulsos.

Fuente: [46]

En la figura 34(a) y 31(b) se muestran dos combinaciones de circuitos de tensión, aplicado a la generación de impulsos.

La combinación de los circuitos que se muestran en la figura 34 posee características típicas. Donde, el capacitor $C1 \gg C2$, en las resistencias $R2 \gg R1$. Entre las combinaciones de $R1$ y $C2$ se puede influencia el tiempo de frente. En la combinación $R2$ y $C1$ se puede influenciar en el tiempo de cola [46].

La energía que va almacenar el circuito en DC. Viene a ser uno de los parámetros más considerables de los generadores de impulsos. La ecuación empleada se muestra a continuación:

$$W = \frac{1}{2} \cdot C_1 \cdot (V_{0 \max})^2 \quad (6)$$

Dónde:

W : Energía almacenada por el sistema

C_1 : Capacidad del condensador

$V_{0\ max}$: Tensión máxima aplicada

Para analizar el circuito es indispensable la utilización de la transformada de Laplace, aplicada a los circuitos de la figura 34.

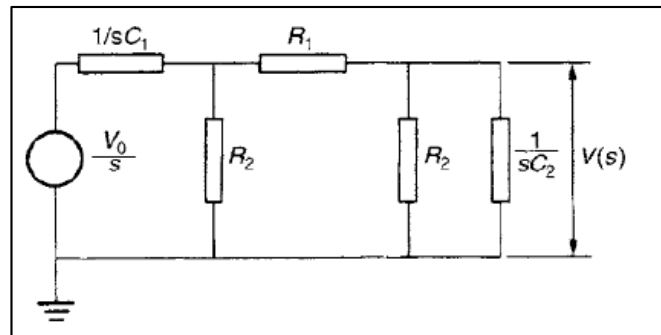


Figura 35. Modelo para la transformada de Laplace

Fuente: [46].

En la figura 35 se muestra el modelo equivalente de la figura 34 en la transformada de Laplace.

Para $t \leq 0$, C_1 está cargado con V_0 y para $t > 0$, el C_1 está conectado directamente al circuito esquemático. La expresión de la tensión en la carga viene definido por:

$$V(s) = \frac{V_0}{s} \cdot \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \quad (7)$$

Donde, para el circuito de la figura 34(a) se tiene:

$$Z_1 = \frac{1}{C_1 \cdot s} + R_1 \quad (8)$$

$$Z_2 = \frac{(R_2/C_2) \cdot s}{R_2 + 1/C_2 \cdot s} \quad (9)$$

Sustituyendo se obtiene la salida de la tensión del circuito 35.

$$V_s = \frac{V_0}{k} \cdot \frac{1}{s^2 + as + b} \quad (10)$$

Donde

$$a = \frac{1}{R_1 \cdot C_1} + \frac{1}{R_1 \cdot C_2} + \frac{1}{R_2 \cdot C_2} \quad (11)$$

$$b = \frac{1}{R_1 \cdot R_2 \cdot C_1 \cdot C_2} \quad (12)$$

$$k = R_1 \cdot C_2 \quad (13)$$

Para el circuito de la figura 34(b), aplicando la formula general a la ecuación (7), se obtiene un cambio en la ecuación de (11), mientras que b y k se mantienen.

$$a = \frac{1}{R_1 \cdot C_1} + \frac{1}{R_1 \cdot C_2} + \frac{1}{R_2 \cdot C_1} \quad (14)$$

En ambos circuitos la tensión en función del tiempo es:

$$V_{(t)} = \frac{V_0}{k} \cdot \frac{e^{\alpha_1 \cdot t} - e^{\alpha_2 \cdot t}}{\alpha_2 - \alpha_1} \quad (15)$$

En el cual, α_1 y α_2 corresponden a las raíces de la ecuación $s^2 + as + b = 0$. Por ende α_1 y α_2 es:

$$\alpha_1 \text{ y } \alpha_2 = \frac{a}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 - b} \quad (16)$$

Por consiguiente, la salida de la tensión $V_{(t)}$ es el resultado de la suma de dos funciones exponencial de signos opuestos. La raíz negativa produce una mayor constante de tiempo ($1/\alpha_1$), al contrario de la raíz positiva ($1/\alpha_2$). En la figura 36 se puede apreciar las ondas de impulso $V_{(t)}$ de la ecuación (15), que hace comparación a las ondas de impulso tipo maniobra normalizado e impulso tipo rayo normalizado [46].

Con este modelo de circuito se tiene la posibilidad de generar ondas de impulso tipo maniobra e impulso tipo rayo.

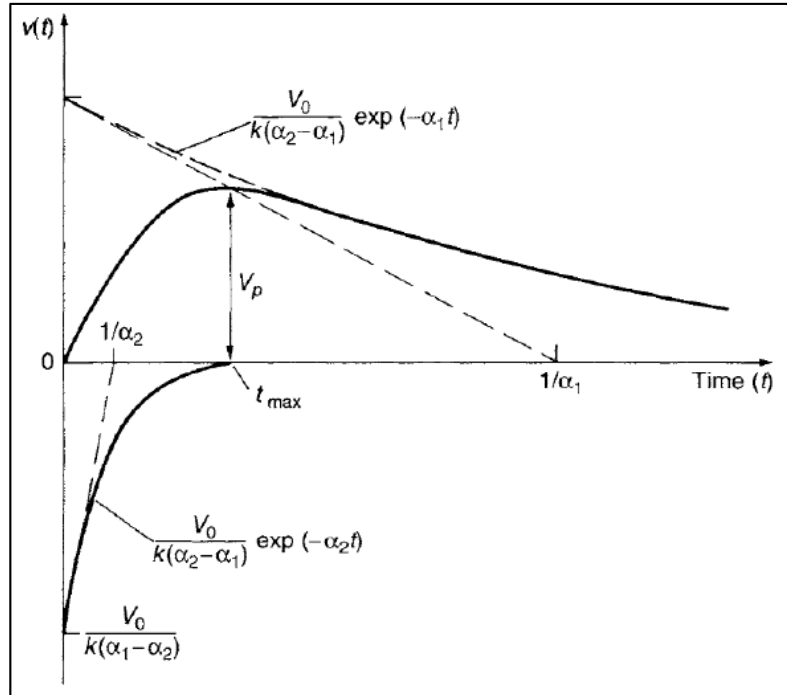


Figura 36. Onda de tensión de impulso en función a los circuitos de la figura 34(a) y 34(b).

Fuente: [46]

La diferencia de los circuitos mostrados en la figura 34 es la eficiencia, se determina a partir de:

$$\eta = \frac{V_p}{V_0} \quad (17)$$

La eficiencia que se obtiene del circuito de la figura 34(b) es:

$$\eta = \frac{C_1}{(C_1 + C_2)} = \frac{1}{1 + (C_2/C_1)} \quad (18)$$

La eficiencia que se obtiene del circuito de la figura 34(a) es:

$$\eta \cong \frac{C_1}{(C_1 + C_2)} \cdot \frac{R_2}{(R_1 + R_2)} = \frac{1}{1 + (C_2/C_1)} \cdot \frac{1}{1 + (R_1/R_2)} \quad (19)$$

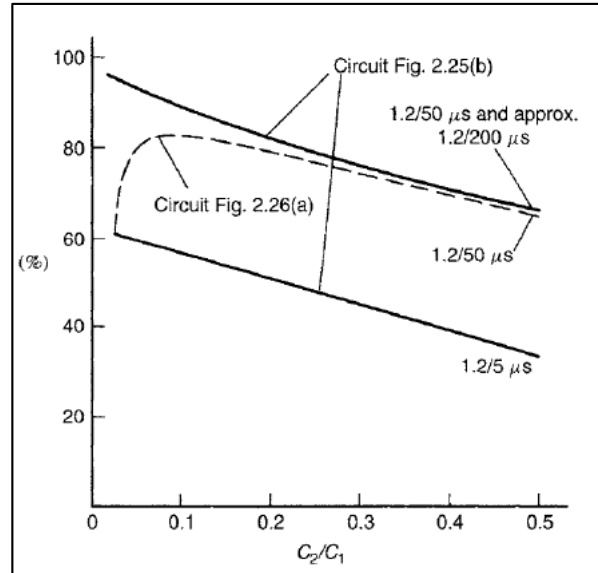


Figura 37. Eficiencia η de los circuitos en relación a los condensadores C_2/C_1 para impulso tipo rayo T_1/T_2 .

Fuente: [46]

5.1.4.2. Dimensionamiento de los elementos que componen el circuito

Primero se debe conocer el valor de las resistencias (R_1 y R_2) indispensables para establecer los tiempos de frente y cola. Las capacitancias (C_1 y C_2) son valores conocidos, debido a que, se busca obtener una buena eficiencia del circuito.

Para el caso de la figura 34(b) se tiene:

$$R_1 = \frac{1}{2C_1} \left[\left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} \right) - \sqrt{\left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} \right)^2 - \frac{4(C_1+C_2)}{\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot C_2}} \right] \quad (20)$$

$$R_2 = \frac{1}{2(C_1+C_2)} \left[\left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} \right) + \sqrt{\left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} \right)^2 - \frac{4(C_1+C_2)}{\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot C_2}} \right] \quad (21)$$

Para el caso de la figura 34(a) se tiene:

$$R_1 = \frac{1}{2C_2} \left[\left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} \right) - \sqrt{\left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} \right)^2 - \frac{4(C_1+C_2)}{\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot C_2}} \right] \quad (22)$$

$$R_2 = \frac{1}{2(C_1+C_2)} \left[\left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} \right) + \sqrt{\left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} \right)^2 - \frac{4(C_1+C_2)}{\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot C_2}} \right] \quad (23)$$

Las constantes de tiempo ($1/\alpha_1$ y $1/\alpha_2$) dependen de la forma de onda y de las constantes de tiempo (T_1, T_2 y T_p). En la tabla 1 se muestran los valores de las constantes para distintas ondas normalizadas.

Tabla 8. Valores de la constantes de tiempo de ($1/\alpha_1$ y $1/\alpha_2$) para diferentes impulsos de onda normalizados.

T_1/T_2 [μs]	T_p/T_2 [μs]	$1/\alpha_1$ [μs]	$1/\alpha_2$ [μs]
1.2/50	-	3.48	0.8
1.2/50	-	68.2	0.405
1.2/200	-	284	0.381
250/2500	-	2877	104
-	250/2500	3155	32.5

Fuente: [46].

5.1.4.3. Oscilaciones

La aparición de oscilaciones es posible, debido a la inductancia de cables y otros elementos. Estas oscilaciones deben no deben superar el 5% del valor de cresta y el 25% de valor del frente de cola [46]. Para esto se asume una resistencia aproximada como se muestra en la ecuación siguiente [47].

$$R_1 \approx R = 2 \cdot \sqrt{\frac{R}{L}} \quad (24)$$

Dónde:

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} \quad (25)$$

5.1.4.4. Simulación del generador de impulso de una etapa

Luego del planteamiento de las ecuaciones se procede al cálculo de las resistencias (R_1 y R_2), donde se asume en la simulación del circuito mostrado en la figura 38, que el condensador se encuentra cargado con anterioridad 10KV.

Se asume una energía de 5KJ y una tensión de 10kV, el cual los condensadores C1 tiene un valor de 1uF y C2 tiene un valor de 100pF. Entonces por ende las resistencias por una etapa del circuito serán: $R1= 405, 4 \text{ Ohm}$ y $R2= 68,13 \text{ Ohm}$ [47].

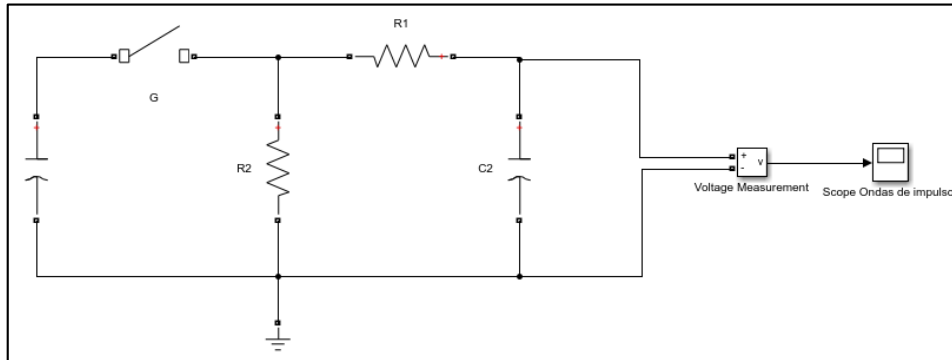


Figura 38. Diagrama del circuito general para la onda de impulso normalizado

Fuente: Los Autores

5.1.4.4.1. Simulación de la onda de impulso

Como se puede apreciar en la figura 39, la onda de impulso tipo rayo, esta onda normalizada debe cumplir con la normativa ANSI 4-1982, analizadas anteriormente, al $1,2 \pm 30\%$ us [47].

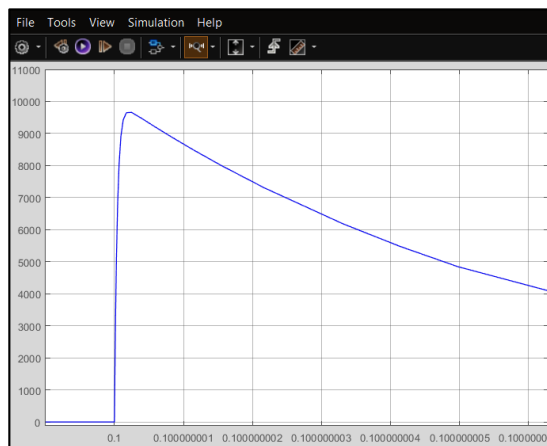


Figura 39. Onda del impulso tipo rayo

Fuente: Los Autores

5.2. Diseño estructural

5.2.1.1. Diagrama de flujo del sistema de desinfección de objetos

El diagrama de flujo del sistema de desinfección de objetos, inicia con, la inserción de objetos sobre la banda transportadora, en el cual, el motor se acciona en sentido horario por un periodo de 19 segundo y luego se desactiva. Después de esto, se activa el sistema de ozono, de manera

que, los objetos que se encuentran dentro de la cámara son desinfectados. Finalmente, el motor se acciona en sentido anti horario por un periodo 19 segundos. Este proceso se puede contemplar en la figura 40.

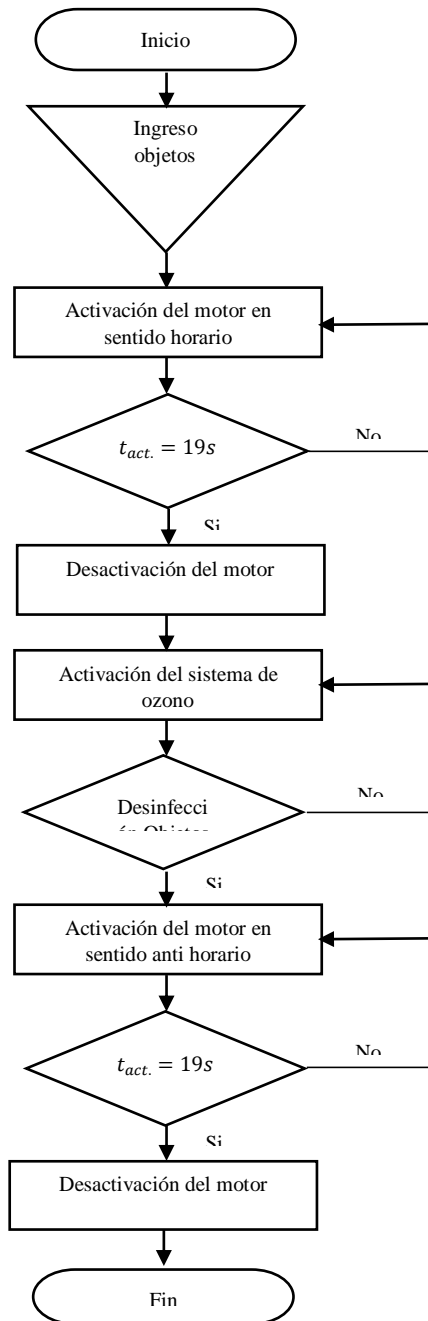


Figura 40. Diagrama de flujo del sistema de desinfección de objetos.

Fuente: Los Autores

5.2.1.2. Diagrama de flujos del sistema de medición de la temperatura corporal

En la figura 41, se detalla, cómo, está compuesto el flujo de procesos, donde, en principio, el sistema mide la temperatura corporal de los usuarios. Por consiguiente, estos valores, la pública

en tiempo real, de la pantalla LCD. Y finalmente, estos datos, son almacenados en una plataforma web.

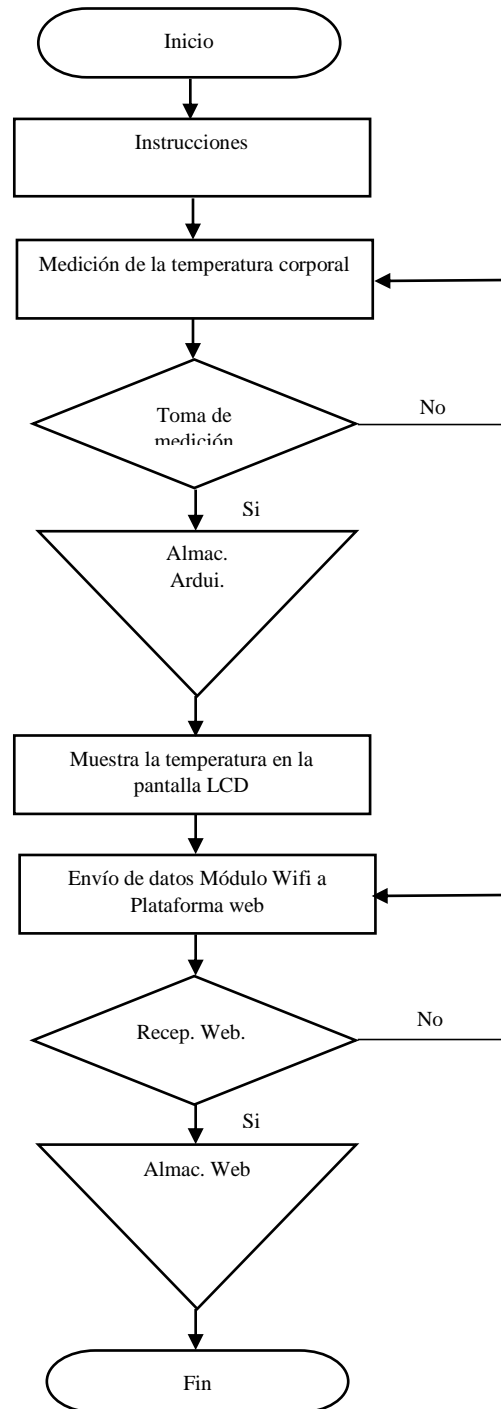


Figura 41. Diagrama de flujo del sistema de medición de la temperatura corporal.

Fuente: Los Autores

5.2.2. Parámetros de diseño estructural

Las dimensiones de la estructura permiten proyectar un soporte adecuado de los sistemas eléctricos, electrónicos y electromecánicos, en cuanto a las dimensiones de la cabina, se detalla a continuación:

Largo de la cabina: 1310 [mm]

Altura de la cabina: 1850 [mm]

Ancho de la cabina: 550 [mm]

5.2.2.1. Diseño estructural

Para el diseño estructural de la cabina se utilizó el software AutoCad, el diseño se elaboró en dos tipos de vistas:

- ✓ Vista Isométrica
- ✓ Proyección Ortogonal

5.2.2.1.1. Vista isométrica

En la figura 42, Se puede visualizar el diseño isométrico de la cabina de desinfección de objetos, en la cual se observa el modelo tridimensional de cómo se va a proyectar la estructura para su implementación.

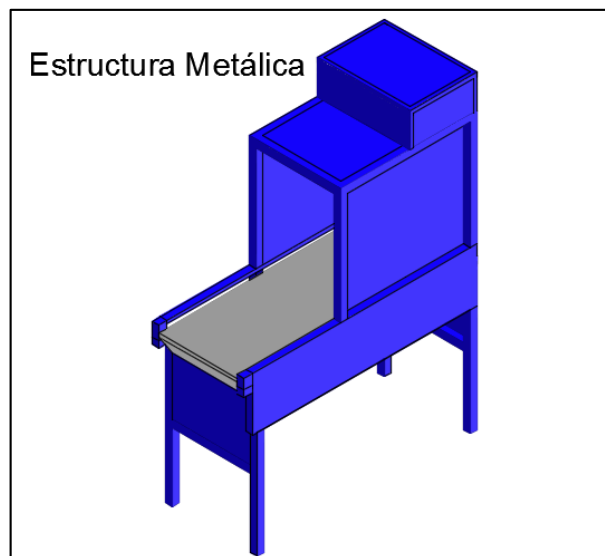


Figura 42. Vista isométrica de la cabina estructural.

Fuente: Los Autores

5.2.2.1.2. Proyección ortogonal

Para este caso se tiene la proyección ortogonal que parte de la vista isométrica, siendo indispensable para que se lleven a cabo en la implementación del proyecto. A partir de la vista isométrica se forman los siguientes tipos de vistas ortogonales:

- a) Vista superior/ planta
- b) Vista de perfil derecho
- c) Vista frontal/alzado
- d) Vista de perfil izquierdo

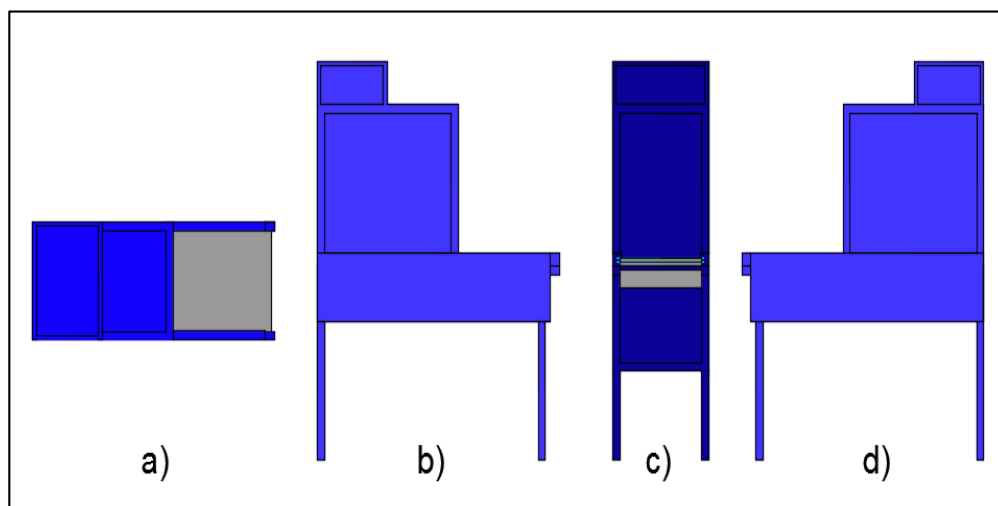


Figura 43. Proyección ortogonal de la cabina estructural. a) Vista superior/ planta, b) Vista de perfil derecho, c) Vista frontal/alzado, d) Vista de perfil izquierdo

Fuente: Los autores

5.3. Diseño electrónico

5.3.1. Sistema Automatizado para la desinfección de objetos

El diseño del sistema de automatización se lo realizó, mediante un PLC, el mismo que permitirá automatizar el proceso de funcionamiento de la banda transportadora y el sistema de desinfección.

En primer lugar, se diseñó una fuente de tensión tipo AC/DC con salidas de 12VDC y 5VDC. La misma que permite alimentar al motor y al driver. La pantalla HMI y el PLC son alimentados mediante la fuente Logo Siemens.

El diagrama de conexión de la fuente de 12 y 5 VDC del motor y el driver se muestra en la figura 44.

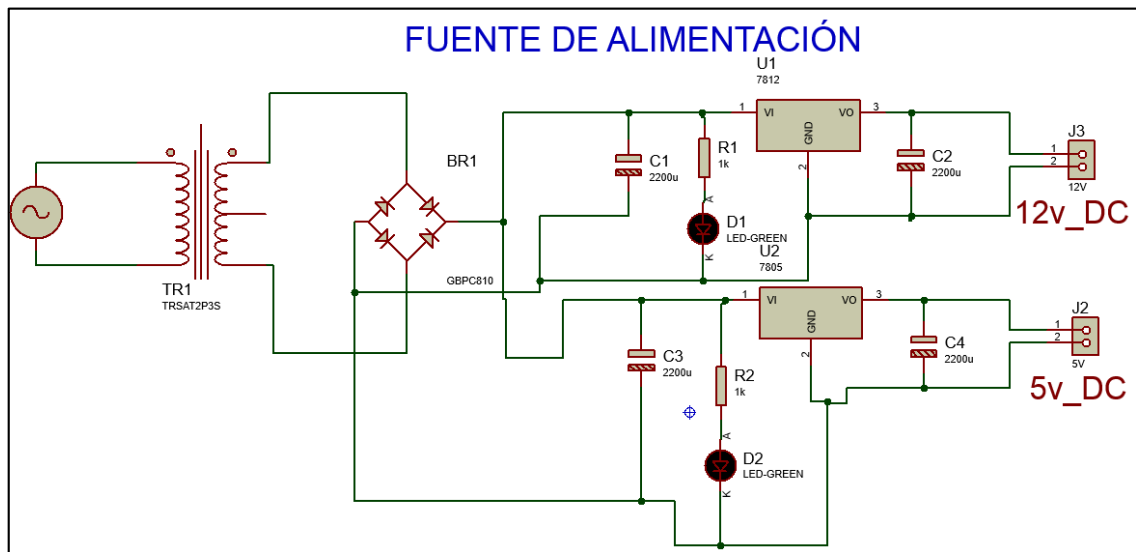


Figura 44. Fuente de alimentación del sistema automatizado para la desinfección de objetos

Fuente: Los Autores

Por otra parte, para el sistema de la banda transportadora, el diseño está compuesto por un PLC que pasa a ser la matriz de control principal para todo el sistema. Alimentado mediante un Logo! Power Siemens 24 v DC, modo que, controla al motor Nema, mediante la recepción de la señal de entrada del sensor de presencia.

Por consiguiente, se visualiza el funcionamiento del sistema de ozono, cuando, se activa una alarma luminosa.

En el caso que se requiera ejecutar el proceso en forma manual, se procede a pulsar un botón colocado en la interfaz de la pantalla HMI.

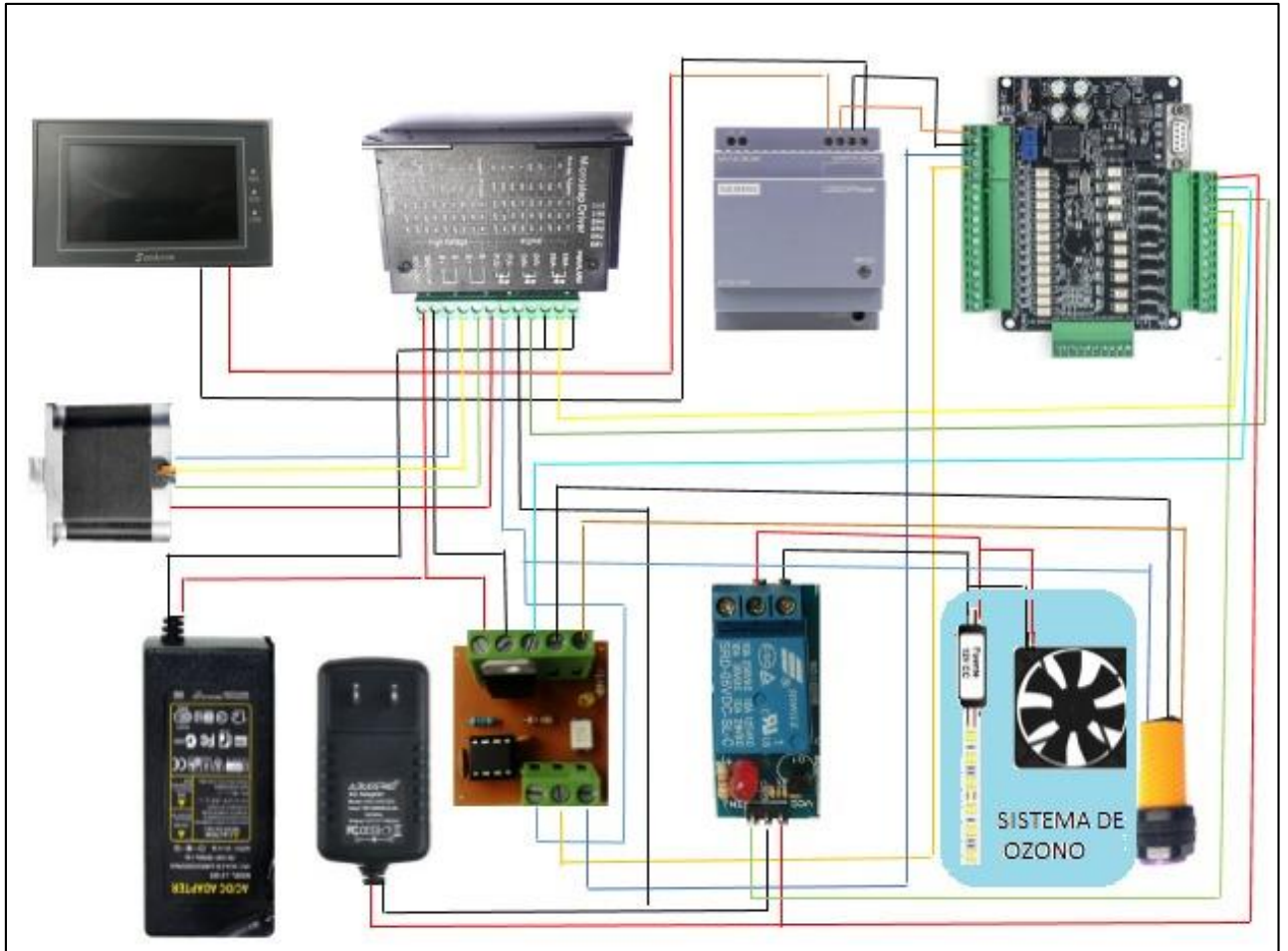


Figura 45. Diagrama del sistema automatizado para la desinfección de objetos

Fuente: Los Autores

5.3.2. Sistema de medición de la temperatura corporal

Para este caso, se procede al diseño de otra fuente de tensión de tipo AC/DC con salidas de 12VDC y 5VDC.

El cual, permite alimentar directamente al Arduino Mega, así como al módulo wifi y a la pantalla LCD.

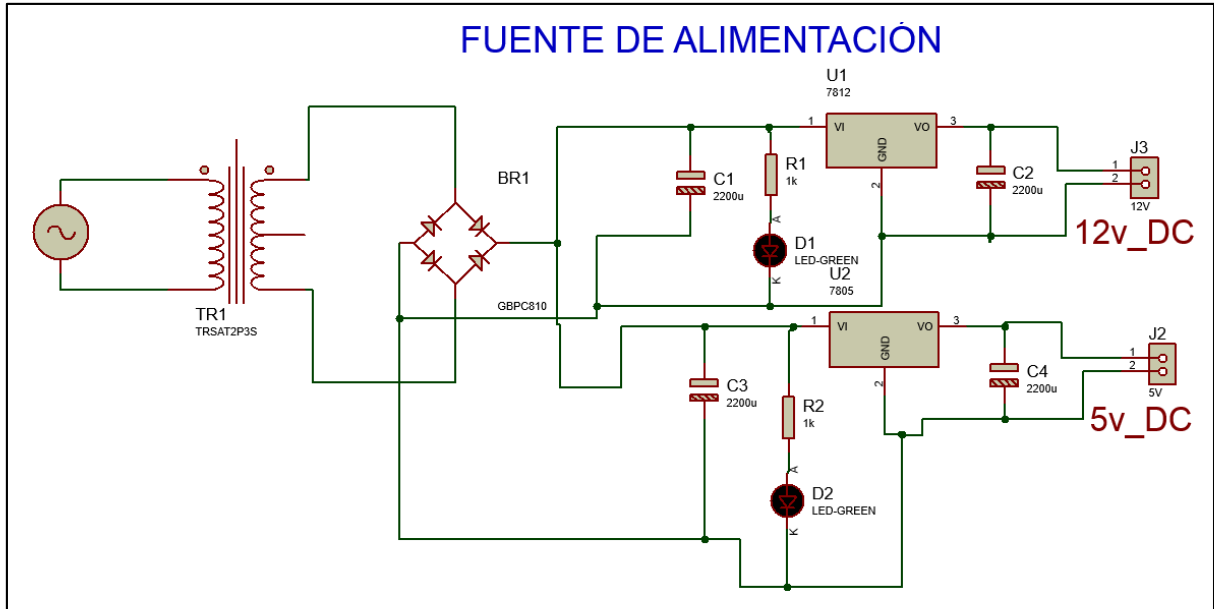


Figura 46. Fuente de alimentación para el sistema de medición de la temperatura corporal.

Fuente: Los Autores

Luego, se diseña el sistema de medición de la temperatura corporal. El mismo, que se compone por un control automático principal, que viene a ser el Arduino Mega.

Por consiguiente, para que se active el sistema, el sensor de presencia envía una señal directa al módulo Arduino. Activa la pantalla LCD, junto, con el sensor de temperatura infrarrojo.

El esquema de conexión de los dispositivos electrónicos se puede apreciar en la figura 47.

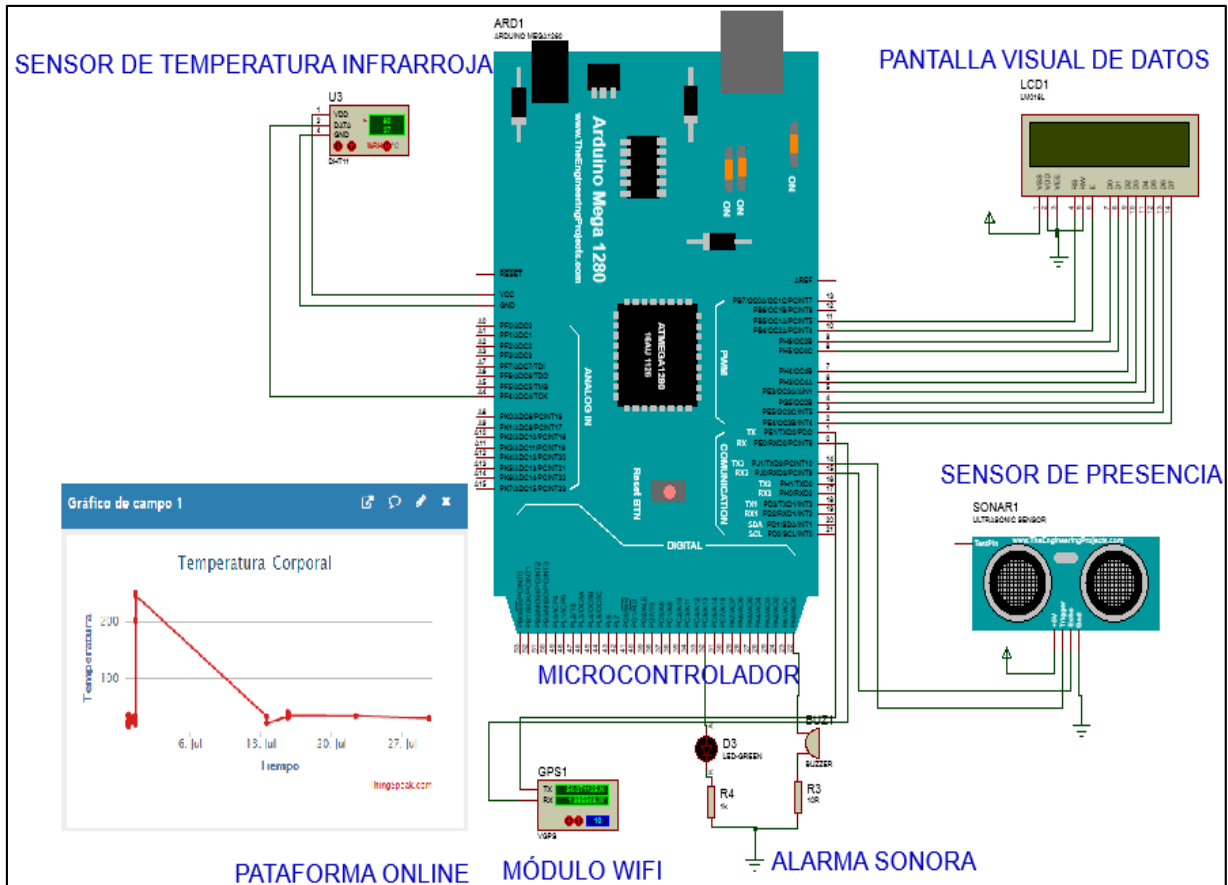


Figura 47. Diagrama del sistema de medición de la temperatura corporal.

Fuente: Los Autores

Por último, se diseñó el sistema de almacenamiento de datos. Para comenzar, se adicionó un módulo wifi a la placa de Arduino Mega. Este módulo permite enviar las lecturas tomadas, del sensor infrarrojo, hacia, la plataforma web.

5.4. Diseño eléctrico

5.4.1. Diseño del generador de impulsos de voltaje de 10KV

Para generar el ozono de manera artificial, se diseña un generador de impulso de voltaje de alta tensión, en el software Proteus.

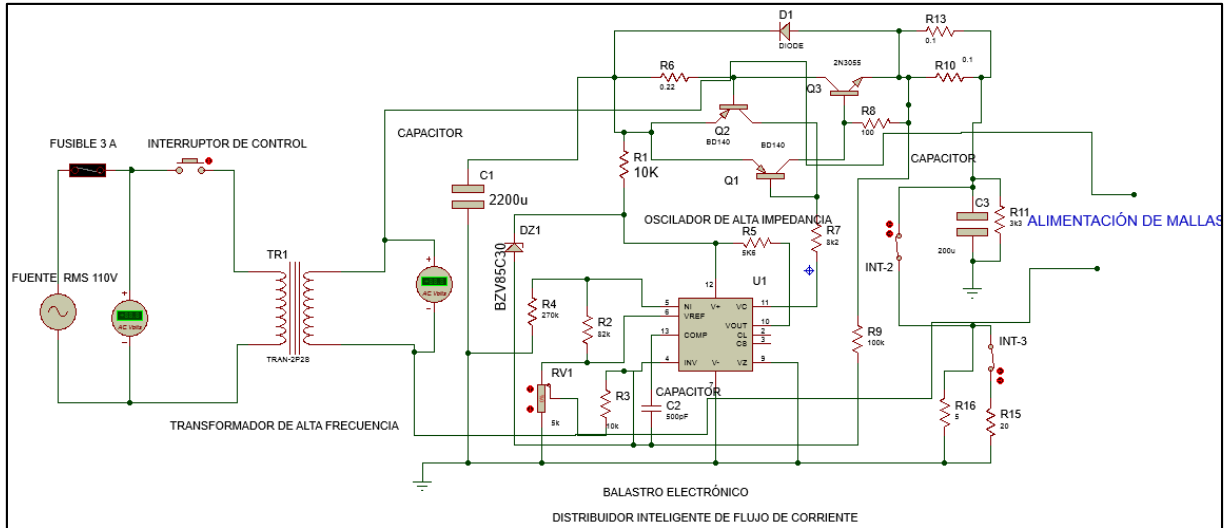


Figura 48. Diseño de la generación de ozono de 10 000v AC

Fuente: Los Autores

5.4.2. Mallas

Las mallas electródicas son conectadas a la salida de la alimentación, de cada circuito de generación de 10kV.

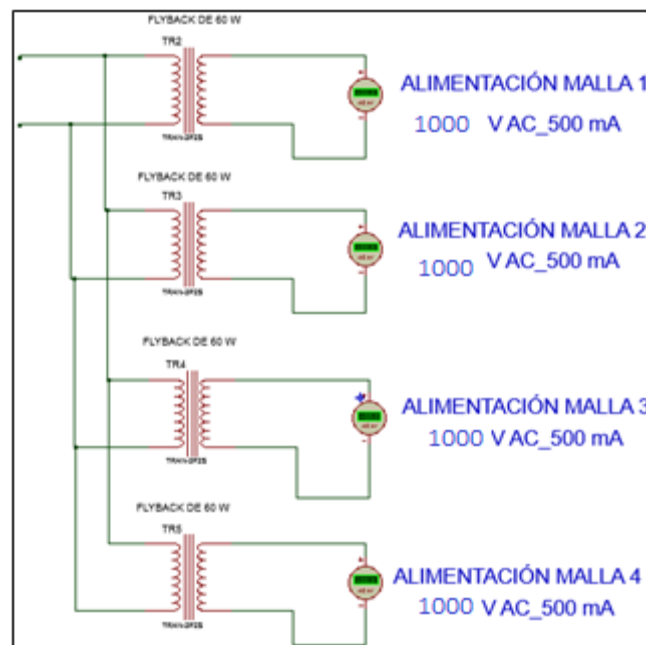


Figura 49. Mallas del sistema de ozono

Fuente: Los Autores

5.5. Diseño de la interface gráfica de la pantalla HMI

Para el diseño, se utilizó el software SATOOL. De modo que incorporo un cuadro de instrucciones y un botón digital para el accionamiento manual. Este desarrollo se puede visualizar en la figura 50.

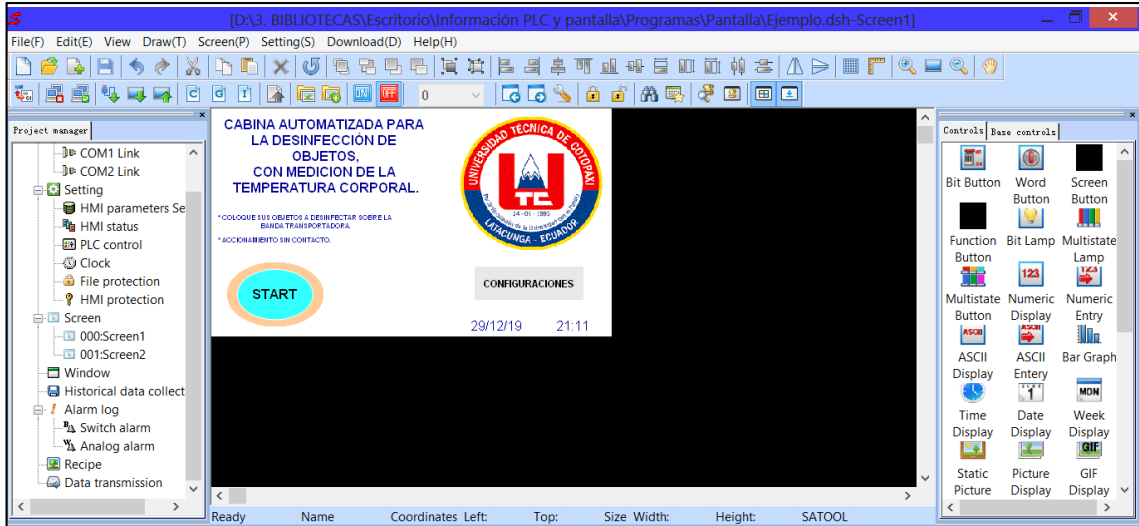


Figura 50. Interface gráfica de la pantalla HMI

Fuente: Los Autores

5.6. Diseño de los Módulos control

Los módulos de control, se desarrolla, en la impresión por 3D. En la figura 51. Se aprecia el diseño desarrollado, al igual que el color empleado, para la implementación.

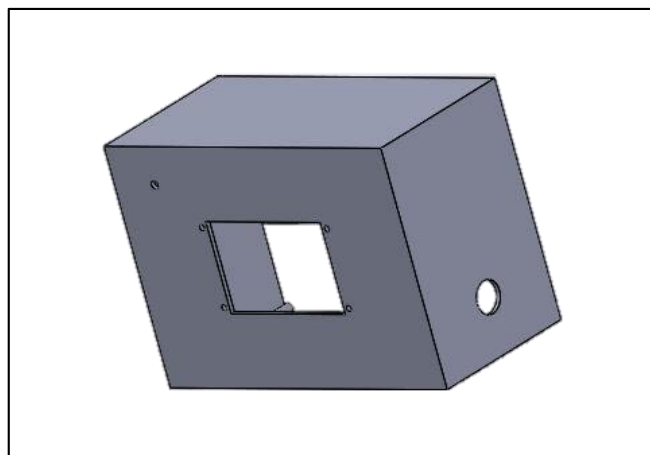


Figura 51. Diseño en impresión 3D.

Fuente: Los Autores

5.7. Programación

La programación, se realizó, en el software Arduino para el sistema de medición de temperatura corporal y en GX Developer para el sistema de la banda transportadora siendo este último el sistema de control principal. Donde, se detalla de manera explícita, cada segmento del código.

5.7.1. Programación para la automatización de la banda transportadora

Para la programación del accionamiento de la banda transportadora, se utilizó el software GX Developer. Se programa el accionamiento de la banda transportadora mediante bloques de funciones en el lenguaje tipo escalera. De igual manera en la pantalla HMI se, incorpora en la interface la opción para calibrar los tiempos los tiempos de avance/retroceso y activación del sistema de desinfección por ozono desde la misma interface gráfica. En la figura 52. Se muestra una parte de la programación.

La programación completa, que se cargó al PLC FX3U, se aprecia en el Anexo IX.

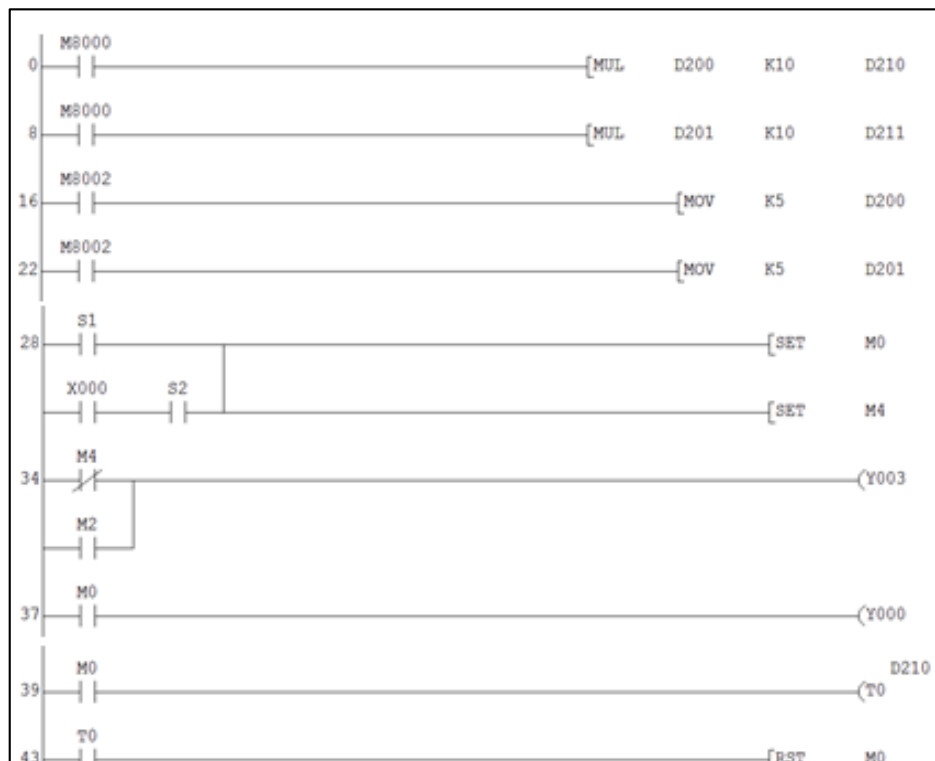


Figura 52. Fracción de la programación de la banda transportadora

Fuente: Los Autores

5.7.2. Programación del sistema de medición de la temperatura corporal

Para la programación del sistema de medición de la temperatura corporal, se utilizó el Arduino Mega. Debido a que, contiene un micro controlador muy potente de 8 bits, y tiene integrado una memoria, que, permite el almacenamiento de datos.

En la figura 53, se contempla una fracción de la programación realizada. De manera que, se visualiza el protocolo de comunicación para el Módulo Wifi. En efecto, los códigos completos, que se cargaron al Arduino Mega, se aprecian en el Anexo X.

```

/** SISTEMA DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA COORPORAL */

//ACTIVAMOS LAS FUNCIONES DE WIFFI_Y PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_MLX90614.h>
Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614();

//*****//

//ACTIVAMOS LIBRERIAS DE LA PANTALLA LCD //
#include <LiquidCrystal.h>
const int rs = 9, en = 8, d4 = 7, d5 = 6, d6 = 5, d7 = 4;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);
//*****//

//DEFINIMOS LO PINES A UTILIZAR //
int pinSensor =10;
int LUZ_ROJA =11;
int BUZZER =12;
//*****//

//PROTOCOLO DE CONECCIÓN WIFI //
#include <SoftwareSerial.h>
#define RX 2
#define TX 3
String AP = "LOS@AUTORES"; // AP NAME
String PASS = "LOS@AUTORES"; // AP PASSWORD
String API = "U8KVJK72GXW8W7MP"; // Write API KEY

```

Figura 53. Fragmento de la programación de la medición de la temperatura corporal

Fuente: Los Autores

5.7.2.1. Programación para el almacenamiento de datos

En la figura 54. Se observa la mayor parte de las líneas de códigos, que se utilizó para el almacenamiento de datos en la plataforma web. Los códigos desarrollados para este sistema, permite que el Arduino, envíe las lecturas tomadas por el sensor.


```

        delay(4000);
        lcd.clear();
        digitalWrite(LUZ_ROJA, HIGH);
        lcd.print("ACERQUESE AHORA");
        //valSensor = (mlx.readObjectTempC());
        delay(3000);
String getData = "GET /update?api_key="+ API +"&" + field +"="+String(mlx.readObjectTempC());
        delay(1000);
        sendCommand("AT+CIPMUX=1", 5, "OK");
        sendCommand("AT+CIPSTART=0,\"TCP\", \"\"+ HOST +"\", "+ PORT, 15, "OK");
        sendCommand("AT+CIPSEND=0," +String(getData.length()+4), 4, ">");
        esp8266.println(getData);delay(1500);countTrueCommand++;
        sendCommand("AT+CIPCLOSE=0", 5, "OK");
                delay(2500);
                lcd.clear();
                digitalWrite(LUZ_ROJA, LOW);
                lcd.print("  TEMPERATURA  ");
                lcd.setCursor(0,1);
                lcd.print(mlx.readObjectTempC());
                valSensor=mlx.readObjectTempC();
                lcd.setCursor(5,1);
                lcd.print(" *C");
                delay(10000);

        if (valSensor>= 37.5)
        {
            lcd.clear();
            digitalWrite(BUZZER, HIGH);
            lcd.print("  USTED TIENE  ");
            lcd.setCursor(0,1);

```

Figura 54. Segmento de la programación para el almacenamiento de datos.

Fuente: Los Autores

5.8. Descripción de los materiales empleados

5.8.1. Elementos estructurales

Los materiales utilizados para la construcción de la cabina se aprecian en la tabla 9. Donde se detallan el tipo de material, así como su tamaño nominal de fabricación. Lo cual se adquiere de los catálogos de productos en las marcas: Colmena, Novacero, Aceropaxi, Dismetal, TIMKEN, entre otras.

Tabla 9. Materiales industriales

MATERIALES INDUSTRIALES				
N°	Elementos	Tipo	Características Tamaño Nominal	
			[in]	[mm]
Materiales para la estructura metálica				
	Perfil cuadrado	Negro	1 4/7 x 1 4/7	40 x 40
	Perfil circular	Negro	1/2	$d_{ext} = 2.13$
	Perfil circular	Negro	5/8	$d_{ext} = 15.88$
	Plancha laminada	En frio	-	1220 x 2440
	Plancha laminada	Galvanizado	-	1220 x 2440
	Barra cuadrada	BC-9	-	9 x 9
	Rodamientos	07079-07196	-	20 x 50.01 x 13.5
	Ángulos	Negro	-	20 x 3
	Electrodos	-	-	-
	Pernos	Nacional/Milim.	-	-
	Disco de corte y desbaste	-	5 y 7	-
	Lona Verano	Color blanco	-	3000 x 500
Pintura automotriz				
	Fondo	Uniprimer	-	-
	Fondo	Relleno		
	Thinner	Laca	-	-

	Thinner	Acrílico	-	-
	Lijas	Hierro y amarillas	-	-
	Pintura	PU	-	-
	Barniz	Roberlo	-	-
	Sikaflex	Negro	-	-
	Masillas plástica	Envasada	-	-

Fuente: Los Autores

5.8.2. Elementos electrónicos del sistema de la banda transportadora

Los componentes electrónicos que conforman al sistema para movilizar la banda transportadora se especifican en la tabla 10.

Tabla 10. Materiales del sistema de la banda transportadora

MATERIALES DEL SISTEMA DE LA BANDA TRANSPORTADORA			
Nº	Elementos	Tipo	Características
Elementos electrónicos			
12	PLC	FX3U	Alimentación 24V DC Entradas Digitales 8 Salidas Digitales 6 Salidas tipo relevador Corriente entrega 5A Compatible con HMI
13	Sensor de proximidad	Laser	Alimentación 5v DC Corriente 20mA Rango de detección de 3cm-80cm
14	Pantalla HMI	Samkoon EA-043A	Alimentación 24V Interfax táctil Consumo de energía 3W Nivel de protección IP65
15	Juego de relay	4 canales	Alimentación 12v

			Corriente de consumo 480mA Carga hasta 25 A.
16	Motor Nema 24	CNC DC	Alimentación de 12 a 48 v DC. Corriente 5A. Angulo por paso 1.8°
17	Driver hibrido para el motor paso a paso	CNC Nema DM860A	Alimentación 12v DC. Corriente de consumo 630mA Entrega de corriente de 5A
18	Logo! Power	BEP 1332-1AH42	Alimentación 100/240V Voltaje de entrega 24V Corriente de entrega 2,5 ^a
19	Puente de diodos	B380C1500	5 ^a
20	Resistencias	Cerámicos	220Ohm 330Ohm 1kOhm 10k
21	Diodos	De germanio	7A Consumo 0.7v
22	Fuente de Alimentación	XU1205	Voltaje de entrega 12V
23	Fuente de Alimentación	D-Link	Voltaje de entrega 12V
Gabinete de control			
	Gabinete Eléctrico	Metálico	300x200x150
	Breaker riieldin	KLED	C32 A
	Rielding	Plástico	20A
	Rielding	Metálico	-
	Cable	flexible	Numero 14
	Cable	flexible	Numero 16
	Cable	flexible	Numero 22
	Cable de comunicación	Rs230	-
	Cable	UTP	-
	Bornera		15A

Fuente: Los Autores

5.8.3. Elementos electrónicos para sistema de medición de la temperatura corporal

Para el sistema de medición de la temperatura corporal se emplean los instrumentos enumerados en la tabla 11.

Tabla 11. Elementos del sistema de medición de la temperatura corporal.

MATERIALES PARA EL SISTEMA DE MEDICION DE LA TEMPERATURA CORPORAL			
N°	Elementos	Tipo	Características
Elementos electrónicos			
26	Arduino Mega	original	Consumo de 5v-12v DC Pines 56 Consumo de 40mA por pin
27	Pantalla LCD	16 x 2	5v Consumo de corriente 330mA
28	Sensor de proximidad	Laser	Alimentación 5v DC Corriente 20mA Rango de detección de 3cm-80cm
29	Sensor de temperatura	Infrarrojo	Alimentación 5v Corriente 220mA
30	Módulo wifi		Alimentación 3.3v Corriente de consumo 110mA
Fuente de alimentación de 12VDC Y 5VDC			
31	Transformador	Tap central	110/220 AC 2 ^a Carga secundaria 6A
32	Puente de diodos	B380C1500	5A
33	Regulador	7812	Ouput 12V 10 ^a
34	Regulador	7805	Ouput 5v 5A
35	Capacitor es	Electrolitico	100uF/100v 01uF/100v 17uF/100v
36	Resistencias	Cerámicos	220Ohm

			330Ohm 1kOhm 10k
37	Diodos	De germanio	7 A Consumo 0.7v

Fuente: Los Autores

5.8.4. Elementos eléctricos del sistema de desinfección de objetos mediante ozono

Los elementos eléctricos para la generación del sistema de ozono, se detallan en la tabla 12. De manera que se incluye el tipo y características de cada elemento empleado.

Tabla 12. Elementos del sistema de desinfección de objetos.

MATERIALES ELECTRICOS PARA EL SISTEMA DE OZONO			
Nº	Elementos	Tipo	Características
Elementos eléctricos			
	Flayback	Panasonic	100 w
	Transformador AT	VDE de alta frecuencia	40Khz
	Borneras	Metálicos con recubrimiento de plástico	30 A
	Placa	PCB de cobre	10x10
	Mosfet de potencia	Irf450p	400 V de 50A
	Capacitor de potencia	Electrolítico	100 V
	Potenciómetros de presión	Smart Toshiba	1 KOhm 10 KOhm 100 KOhm
	Juego de amplificadores de alta ganancia	Lm	741cn de ganancia >1

	Transistores de purificación	Jfet	2n3819, 250v a 15A
	Resistencias de potencias	-	5 W a10 Ohm y 50 Ohm
	Ventiladores	-	12 V a 500 mA
	Tubo flexible	Color Plomo	-
	Refrigeración de circuitos integrados.	Silicón refrigerante	150 °C
	Enchufe	Sneider	-
	Cables	flexible	14
			18
			20

Fuente: Los Autores

5.9. Resultados

5.9.1. Desinfección por ozono

El ozono al tener una característica de ser un gas altamente oxidante y tóxico destruye cualquier tipo de microorganismos como: bacterias, virus, hongos, algas, entre otros. El ozono destruye la cloramina. La utilización del ozono como desinfectante ayuda a tener una mayor limpieza ya que es más efectivo que los desinfectantes basados en el cloro [10].

En la tabla 13. Se detallan algunos desinfectantes en comparación con el coeficiente de letalidad del ozono.

Tabla 13. Coeficiente de letalidad para varios desinfectantes (L/mg/min)

Desinfectante	Entero bacterias	Virus	Esporas bact.	Ameba
O_3	500	5	2	0,5
$HCIO$	20	1	0,02	0,05
CIO	0,2	<0.002	<0,0005	0,0005
NH_2CI	0,1	0,005	0,001	0,02

Fuente: [10]

Tabla 14. Valores de C*t (L/mg/min) para un 99% inactivación de los microorganismos a 5°C

Microorganismo	Desinfectante			
	Cloro libre (pH 6-7)	Cloramina (pH 8-9)	Dióxido de cloro (pH 6-7)	Ozono (pH 6-7)
E. Coli	0,034-0,05	95-180	0,40—0,75	0,02
Polio 1	1,1-2,5	770-3740	0,2-6,7	0,1-0,2
Rotavirus	0,01-0,05	3810-6480	0,2-2,1	0,006-0,060
Fago f2	0,08-0,18	-	-	-
G. Lamblia	47->150	-	-	0,5-0,6
G. Muris	30-630	1400	7,20-18,5	1,8-2,0

Fuente: [10]

Los datos de la tabla 13 y 14 muestran que la desinfección por ozono es más eficiente en comparación a la desinfección por cualquier otra sustancia habitual. La forma de desinfección mediante la utilización de ozono es similar a la desinfección por cloro, el ozono oxida la pared celular hasta llegar al núcleo destruyendo completamente todo tipo de agentes contagiosos.

5.9.2. Uso autorizado en presencia de personas y alimentos

En la necesidad de descontaminar el aire y el agua se utilizó el ozono como una alternativa eficiente en comparación a otros desinfectantes, esto impulsó a varios países a establecer las condiciones máximas y mínimas adecuadas, para la utilización del ozono [48].

Dentro de las organizaciones a nivel mundial, establecen los límites de concentración en partes por millón a las que debe estar expuesto el ozono. En la tabla 15 se puede apreciar la exposición o concentración en ppm.

Tabla 15. Límite de exposición según diferentes organizaciones

Organización	Concentración(ppm)
OMS(Organización Mundial de la salud)	0,1

FDA(Food and Drug Administration)	0,05
OSHA(Occupational Safety and Health Administration)	0,1
EPA(Environmental Protection Agency)	0,008

Fuente: [48]

La legislación vigente del Ecuador referente a la Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión, sugiere para la concentración de ozono los siguientes niveles especificados en la tabla 16.

Tabla 16. Límite de exposición del ozono (Aceptable, Alarma, Emergencia)

Gas	Aceptable	Alarma	Emergencia
Ozono	0,1	0,2	0,3

Fuente: [48]

5.9.3. Efectividad de Tratamiento de Desinfección Mediante Ozono Frente al COVID-19

El ozono se puede emplear en ambientes que estén contaminados con virus. La mayor eficiencia virucida necesita una rápida aplicación en rangos de 90% de humedad relativa, es decir, de una alta humedad. Con esta aplicación el ozono alcanza niveles de concentración desde 20 hasta 25 ppm con un rango entre los 49 mg/m³ [49].

El ozono al ser un gas puede tener una mayor penetración ya sea en áreas, objetos, telas las cuales están destinadas para la desinfección, en comparación a otras sustancias líquidas que no pueden cubrir totalmente el área u objeto a desinfectar, el área o ambiente en que se va aplicar el ozono por su alta concentración y por ende su nivel de toxicidad debe estar libre de personas y animales

5.9.4. Validación del porcentaje de error, con respecto al sistema de medición infrarrojo de temperatura corporal.

Para obtener la variación de la temperatura corporal con respecto a otro dispositivo, se compara la lectura que muestra el módulo implementado en la cabina de desinfección con respecto a la lectura medida por un termómetro digital.

Se obtiene una muestra que corresponde a 40 usuarios. Los datos se tomaron a usuarios de diferentes edades mayores de 15 años. En la tabla 17 se puede visualizar la edad, la temperatura medida en el módulo de la cabina de desinfección y la temperatura medida en un termómetro digital.

Tabla 17. Datos de la temperatura corporal de una muestra de usuarios

N° de Usuario	Edad	Temperatura medida en la cabina (°C)	Temperatura medida mediante un termómetro digital (°C)
1	17	36,29	36,4
2	19	36,19	36,3
3	20	36,81	36,7
4	22	36,29	36,3
5	25	36,34	36,7
6	31	36,53	36,5
7	26	36,54	36,7
8	35	36,61	36,5
9	36	36,33	36,5
10	54	36,47	36,8
11	25	36,27	36,5
12	22	36,22	36,2
13	46	36,42	36,5
14	41	36,21	36,1
15	42	36,23	36,5
16	35	36,11	36,3

17	37	36,43	36,6
18	16	36,41	36,2
19	18	36,12	36,3
20	19	36,21	36,5
21	36	36,39	36,7
22	44	36,53	36,5
23	23	36,99	36,7
24	32	36,61	36,5
25	38	36,33	36,5
26	51	36,47	36,8
27	19	36,49	36,3
28	20	36,57	36,4
29	17	36,81	36,7
30	21	36,29	36,4
31	23	36,27	36,5
32	24	36,22	36,2
33	44	36,42	36,5
34	43	36,21	36,1
35	30	36,23	36,3
36	31	36,11	36,2
37	26	36,43	36,6
38	17	36,41	36,2
39	20	36,12	36,2
40	21	36,59	36,9

Fuente: Los Autores

5.9.4.1. Relación de temperatura medida

En la figura 55, se muestra la variación de la temperatura corporal. La relación entre la temperatura medida por el sensor infrarrojo del módulo de la cabina de desinfección y el termómetro digital.

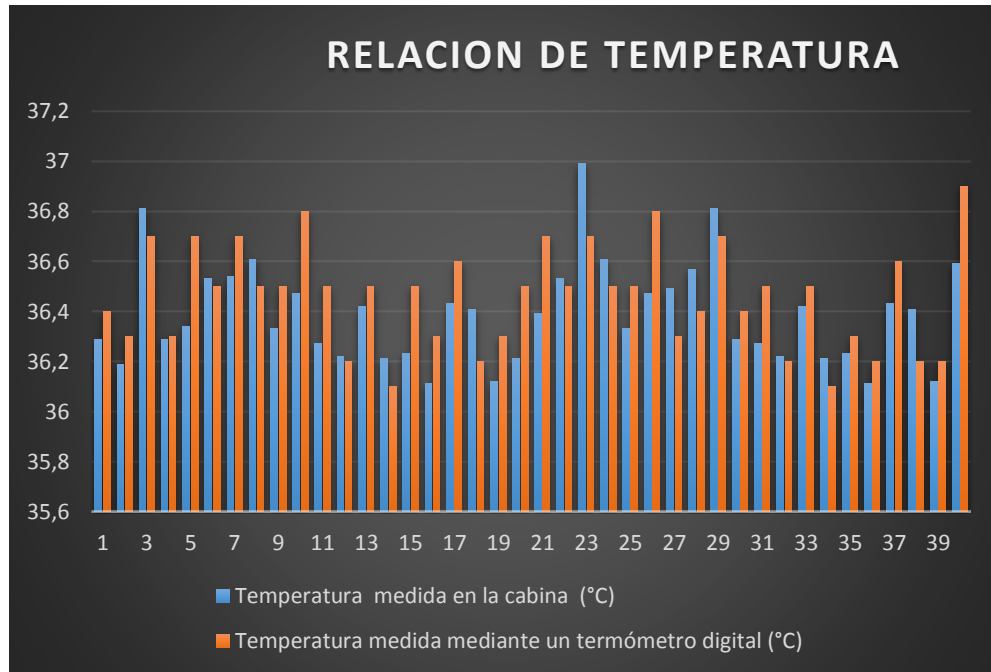


Figura 55. Relación de la temperatura corporal.

Fuente: Los Autores

5.9.4.2. Cálculo del porcentaje de error

El porcentaje de error del sensor infrarrojo del módulo de la cabina de desinfección se obtiene mediante la ecuación 25. El sensor viene calibrado de fábrica con una salida digital de modulación por ancho de pulso (PWM).

El rango de operación y suministro de voltaje oscila entre los $\pm 5\%$. Contiene una alta precisión de $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en temperaturas amplias, para la calibración de alta precisión para casos médicos es opcional [50].

Una vez obtenido los datos de la temperatura corporal medidos en la cabina de desinfección y medidos en un termómetro digital, se obtiene el promedio y la diferencia entre los datos como se muestra a continuación:

Promedio

$$Prom = \frac{Temp\ cabina + Temp\ termometro\ digital}{2} \quad (26)$$

Cálculo de los diez primeros usuarios

Usuario 1

$$Prom = \frac{36,29 + 36,4}{2} = 36,34^{\circ}C$$

Usuario 2

$$Prom = \frac{36,29 + 36,4}{2} = 36,34^{\circ}C$$

Usuario 3

$$Prom = \frac{36,19 + 36,3}{2} = 36,24^{\circ}C$$

Usuario 4

$$Prom = \frac{36,81 + 36,7}{2} = 35,75^{\circ}C$$

Usuario 5

$$Prom = \frac{36,29 + 36,3}{2} = 36,29^{\circ}C$$

Usuario 6

$$Prom = \frac{36,53 + 36,5}{2} = 36,51^{\circ}C$$

Usuario 7

$$Prom = \frac{36,54 + 36,7}{2} = 36,62^{\circ}C$$

Usuario 8

$$Prom = \frac{36,61 + 36,5}{2} = 36,55^{\circ}C$$

Usuario 9

$$Prom = \frac{36,33 + 36,5}{2} = 36,41^{\circ}C$$

Usuario 10

$$Prom = \frac{36,47 + 36,63}{2} = 35,13^{\circ}C$$

5.9.4.3. Error Absoluto entre la lectura del módulo implementado a la cabina y el termómetro digital

$$Error\ Abs = Temp\ cabina - Temp\ termometro\ digital \quad (27)$$

Usuario 1

$$Error\ Abs = 36,249 - 36,4 = 0,11$$

Usuario 2

$$Error\ Abs = 36,19 - 36,3 = 0,11$$

Usuario 3

$$Error\ Abs = 36,81 - 36,7 = 0,11$$

Usuario 4

$$Error\ Abs = 36,29 - 36,3 = 0,01$$

Usuario 5

$$Error\ Abs = 36,34 - 36,7 = 0,36$$

Usuario 6

$$Error\ Abs = 36,53 - 36,51 = 0,03$$

Usuario 7

$$Error\ Abs = 36,54 - 36,7 = 0,16$$

Usuario 8

$$Error\ Abs = 36,61 - 36,5 = 0,11$$

Usuario 9

$$Error\ Abs = 36,33 - 36,5 = 0,17$$

Usuario 10

$$Error\ Abs = 36,47 - 36,8 = 0,33$$

5.9.4.4. Error porcentual entre el módulo de temperatura y el termómetro digital

$$Error\ (\%) = \frac{ErrorAbs}{Prom} * 100 \quad (28)$$

Usuario 1

$$Error\ (\%) = \frac{0,11}{36,4} * 100 = 0,30\%$$

Usuario 2

$$Error\ (\%) = \frac{0,11}{36,3} * 100 = 0,30\%$$

Usuario 3

$$Error\ (\%) = \frac{0,11}{36,7} * 100 = 0,29\%$$

Usuario 4

$$Error\ (\%) = \frac{0,01}{36,29} * 100 = 0,027\%$$

Usuario 5

$$Error\ (\%) = \frac{0,36}{36,7} * 100 = 0,98\%$$

Usuario 6

$$Error (\%) = \frac{0,03}{36,5} * 100 = 0,082\%$$

Usuario 7

$$Error (\%) = \frac{0,16}{36,7} * 100 = 0,43\%$$

Usuario 8

$$Error (\%) = \frac{0,11}{36,5} * 100 = 0,30\%$$

Usuario 9

$$Error (\%) = \frac{0,17}{36,5} * 100 = 0,46\%$$

Usuario 10

$$Error (\%) = \frac{0,33}{36,8} * 100 = 0,89\%$$

5.9.5. Margen de error

La siguiente tabla muestra los valores promedio entre el módulo de la cabina de desinfección con respecto al termómetro digital, valores del error absoluto y error porcentual

Tabla 18. Tabla de valores promedio, ABS y Error (%).

N° de Usuario	Edad	Temperatura a medida en la cabina (°C)	Temperatura a medida mediante un termómetro digital (°C)	Promedio	Error Abs	Margen de Error (%)
1	17	36,29	36,4	36,345	0,11	0,302
2	19	36,19	36,3	36,245	0,11	0,303
3	20	36,81	36,7	36,755	0,11	0,299
4	22	36,29	36,3	36,295	0,01	0,027
5	25	36,34	36,7	36,52	0,36	0,980
6	31	36,53	36,5	36,515	0,03	0,082

7	26	36,54	36,7	36,62	0,16	0,435
8	35	36,61	36,5	36,555	0,11	0,301
9	36	36,33	36,5	36,415	0,17	0,465
10	54	36,47	36,8	36,635	0,33	0,896
11	25	36,27	36,5	36,385	0,23	0,630
12	22	36,22	36,2	36,21	0,02	0,055
13	46	36,42	36,5	36,46	0,08	0,219
14	41	36,21	36,1	36,155	0,11	0,304
15	42	36,23	36,5	36,365	0,27	0,739
16	35	36,11	36,3	36,205	0,19	0,523
17	37	36,43	36,6	36,515	0,17	0,464
18	16	36,41	36,2	36,305	0,21	0,580
19	18	36,12	36,3	36,21	0,18	0,495
20	19	36,21	36,5	36,355	0,29	0,794
21	36	36,39	36,7	36,545	0,31	0,844
22	44	36,53	36,5	36,515	0,03	0,082
23	23	36,99	36,7	36,845	0,29	0,790
24	32	36,61	36,5	36,555	0,11	0,301
25	38	36,33	36,5	36,415	0,17	0,465
26	51	36,47	36,8	36,635	0,33	0,896
27	19	36,49	36,3	36,395	0,19	0,523
28	20	36,57	36,4	36,485	0,17	0,467
29	17	36,81	36,7	36,755	0,11	0,299
30	21	36,29	36,4	36,345	0,11	0,302
31	23	36,27	36,5	36,385	0,23	0,630
32	24	36,22	36,2	36,21	0,02	0,055
33	44	36,42	36,5	36,46	0,08	0,219
34	43	36,21	36,1	36,155	0,11	0,304
35	30	36,23	36,3	36,265	0,07	0,192
36	31	36,11	36,2	36,155	0,09	0,248
37	26	36,43	36,6	36,515	0,17	0,464
38	17	36,41	36,2	36,305	0,21	0,580

39	20	36,12	36,2	36,16	0,08	0,220
40	21	36,59	36,9	36,745	0,31	0,840
				36,42275		0,440

Fuente: Los Autores

5.9.5.1. Relación de temperatura corporal promedio

Grafica de la temperatura promedio relacionada con los valores del módulo implementado en la cabina de desinfección y los valores tomados del termómetro digital

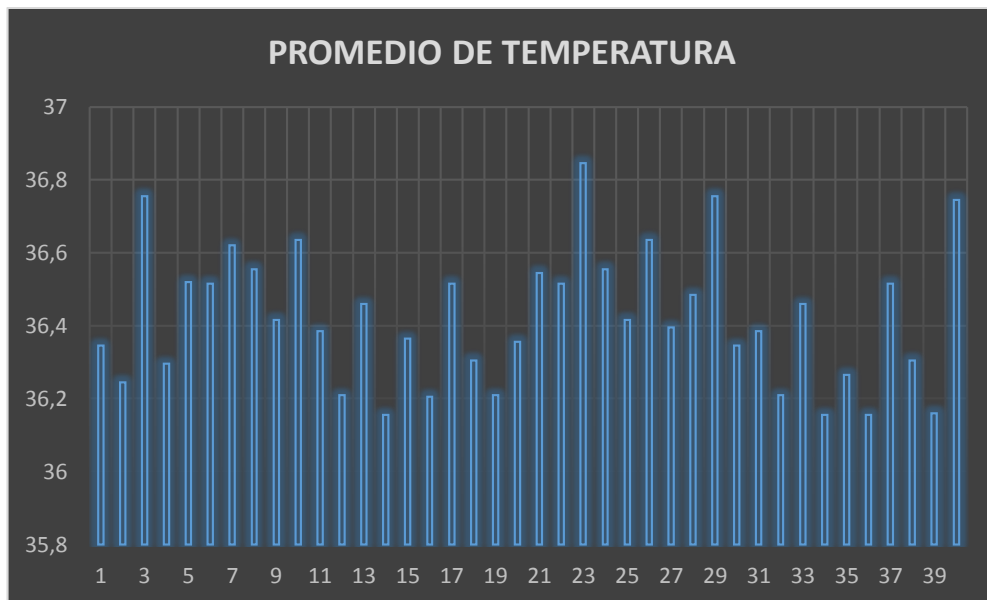


Figura 56. Temperatura corporal promedio

Fuente: Los Autores

5.9.6. Análisis de las mediciones de los módulos de ozono

Para conocer la cantidad precisa de concentración de ozono que emite el generador construido, se acude a una institución técnica en el monitoreo de la calidad del medio ambiente AFH Service.

El laboratorio AFH Service, antes de realizar el análisis del generador construido, realizó la calibración para el analizador de ozono, de acuerdo al Sistema de Gestión de calidad, conforme a la NTE INEN ISO/IEC17025:2018.

Las pruebas fueron realizadas a través de un medidor de ozono propio de la empresa, estimando un tiempo total de 60 minutos para los siguientes casos:

- A. Nivele de concentración de ozono durante la inicialización del sistema primero 20min.
- B. Nivele de concentración de ozono, dentro del módulo sin activar el flujo de aire
- C. Nivele de concentración de ozono, que circula por las tuberías al momento del activar el flujo de aire.

Mediante el equipo analizador de ozono Thermo 49i el mismo, que registra valores de concentración cada minuto durante los 60 minutos, en unidades ppm, en la tabla 19, se muestra un resumen de los valores calculados en unidades ug/m^3 , utilizando la fórmula (5).

Tabla 19. Valores calculados de concentración de ozono

Ozono		
ppm	ug/m^3	Hora
0,17	334,22	10:11
0,142	277,72	10:12
0,042	81,78	10:13
0,366	718,59	10:14
0,277	544,19	10:15
0,444	871,16	10:16
0,171	336,33	10:17
0,421	826,21	10:18
0,145	285,18	10:19
0,761	1492,9	10:20
0,107	210,55	10:21
0,12	235,26	10:22
0,2	392,32	10:23
0,166	325,27	10:24
0,179	352,22	10:25
0,036	70,89	10:26
0,42	824,12	10:27
0,134	263,35	10:28
0,08	156,29	10:29
0,131	257,92	10:30
0,142	278,86	10:31
0,166	325,69	10:32

0,182	357,68	10:33
0,139	273,65	10:34
0,193	379,49	10:35
0,21	411,29	10:36
0,255	500,28	10:37
0,302	597,11	10:38
0,273	536,64	10:39
0,231	454,18	10:40
0,158	309,31	10:41
0,13	24,85	10:42
0,866	1698,43	10:43
0,956	1874,82	10:44
0,982	1926,45	10:45
0,13	254,42	10:46
0,125	245,71	10:47
0,11	216,8	10:48
0,012	23,57	10:49
0,125	246,14	10:50
0,134	262,12	10:51
0,996	1953,99	10:52
0,775	1520,39	10:53
0,073	142,55	10:54
0,87	1707,56	10:55
0,544	1067,8	10:56
0,53	1040,32	10:57
0,184	360,47	10:58
0,162	317,22	10:59
0,145	283,63	11:00
0,115	225,2	11:01
0,51	296,38	11:02
0,014	27,16	11:03
0,578	1134,62	11:04

0,16	314,69	11:05
0,215	421,16	11:06
0,228	446,68	11:07
0,245	480,04	11:08
0,22	436,41	11:09
0,211	546,26	Promedio

Fuente: Los Autores.

5.9.6.1. Análisis mediante la Tabla 19

Los valores obtenidos de concentración de ozono mediante el analizador de ozono, posee un promedio de $546,26 \text{ ug}/\text{m}^3$ con un promedio estimado de 0,211 ppm. Mismo valor que está en el rango aceptable para personas. Para los casos de prueba fue necesario clasificar los valores registrados en la tabla 19, correspondiente a los valores calculados de concentración de ozono.

a) Nivele de concentración de ozono durante la inicialización del sistema primero 10min.

Para el caso A de las pruebas realizadas, se activó el módulo del generador de ozono construido, procediendo inmediatamente a medir el nivel de concentración durante los primeros 10 minutos, obteniendo los valores detallados en la siguiente tabla 20.

Tabla 20. Valores para el Caso A

Ozono		
ppm	ug/m^3	Hora
0,17	334,22	10:11
0,142	277,72	10:12
0,042	81,78	10:13
0,366	718,59	10:14
0,277	544,19	10:15
0,444	871,16	10:16
0,171	336,33	10:17
0,421	826,21	10:18
0,145	285,18	10:19
0,761	1492,9	10:20

Fuente: Los Autores

Para el caso A se observa que el nivel de concentración en el primer minuto es un poco bajo, sin embargo, el valor de concentración se va elevando paulatinamente al transcurrir los 10 primeros minutos llegando a tener un valor de 0,761ppm.

b) Nivele de concentración de ozono, dentro del módulo sin activar el flujo de aire

En el caso B, se procede a medir el nivel de concentración del generador construido sin activar el flujo de aire hacia las tuberías, registrando los siguientes valores.

Tabla 21. Valores para el Caso B

Ozono		
ppm	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Hora
0,142	278,86	10:31
0,166	325,69	10:32
0,182	357,68	10:33
0,139	273,65	10:34
0,193	379,49	10:35
0,21	411,29	10:36
0,255	500,28	10:37
0,302	597,11	10:38
0,273	536,64	10:39
0,231	454,18	10:40

Fuente: Los Autores

En los valores registrados para el caso B, se observó un registro de valores similares en cada minuto, debido a que el módulo no está recibiendo suficiente oxigenación, para poder transformar el oxígeno en ozono.

Esto se puede apreciar desde la hora 10:31, donde se mantuvieron los valores registrados en un mismo rango, en el minuto 10:36 se aprecia un incremento de concentración debido a que se inyecta oxígeno al sistema elevando los valores de concentración como se observa en el minuto 10:40 dónde se obtiene un registro del 0,231 ppm.

c) Nivele de concentración de ozono, que circula por las tuberías al momento del activar el flujo de aire

Para el caso C, en este caso en particular se activó los ventiladores del sistema para que el ozono generado circule por las tuberías hacia el interior de la cámara, los valores obtenidos fueron más elevados en comparación a los casos anteriores.

Tabla 22. Valores Caso C

Ozono	
ppm	ug/m³
0,761	1492,9
0,775	1520,39
0,866	1698,43
0.870	1707,56
0,956	1874,82
0,982	1926,45
0,996	1953,99

Fuente: Los Autores

En este es el modo óptimo de funcionamiento del sistema de ozono implementado en nuestra cabina, mediante estos valores se puede observar que se genera 1ppm por minuto.

Sin embargo, para estimar el tiempo de exposición objetos personales para la desinfección, se optó por escoger los valores más altos analizados, como se muestra en la tabla 22.

Conclusión

Para una adecuada desinfección de los objetos, es necesario exponer un tiempo estimado de 20 minutos a los objetos para su posterior desinfección.

6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

6.1. Gastos Directos

Con el fin de realizar la implementación de una cabina automatizada para la desinfección de objetos con sistema de medición infrarrojo de temperatura corporal y adquisición de datos. Se establece un presupuesto del costo de inversión.

Tabla 23. Materiales y costos de la cabina de desinfección de objetos.

Nº	Descripción	Especificación	Cantidad [u]	Precio Unitario [\$]	Sub Total [\$]
MATERIALES INDUSTRIALES					
Estructura metálica					
	Perfil cuadrado	En negro 40 x 40 [mm]	8	10.50	84
	Perfil circular	En negro $d_{ext} = 2.13$ [mm]	2	8	16
	Perfil circular	En negro $d_{ext} = 15.88$ [mm]	2	7	14
	Plancha laminada	En frío 1220 x 2440 [mm]	2	21	42
	Plancha laminada	En galvanizado 1220 x 2440 [mm]	2	25	50
	Barra cuadrada	9 x 9 [mm]	1	5	5
	Rodamientos	07079-07196	16	2.50	40
	Ángulos	En negro 20 x 3 [mm]	3	5	15
	Electrodos	-	4 fundas	15	60
	Pernos	Nacionales y milimétricos y tornillos	-	-	30
	Disco de corte	7 Pulgadas	15	3	45
	Disco de desbaste	4 Pulgadas	6	4.50	24
	Guantes	-	4pares	3.50	14
	Torno	-	-	-	30

	Poleas	-	-	-	25
	Lona Verano	Color blanco de 3000 x 500 [mm]	-	25	25
Pintura automotriz					
	Fondo	Uniprimer	2Litro	20	40
	Fondo	Relleno	1Litro	12	12
	Thinner	Laca	3Galones	-	24
	Thinner	Acrílico	3Galones	-	36
	Lijas	Hierro y amarillas	-	-	7
	Pintura	PU	2Litros	24	48
	Catalizador	PU	½ litro	7	7
	Barniz	Roberlo (kit)	-	35	35
	Sikaflex	Negro	2	12	24
	Masillas plástica	Envasada	1Litro	6	6
	Maskin	-	4	1.50	6
				Valor	724
MATERIALES DEL SISTEMA DE LA BANDA TRANSPORTADORA					
Elementos electrónicos					
13	Sensor de proximidad Laser	Alimentación 5v DC Corriente 20mA Rango de detección de 3cm-80cm	1	11	11

24	Pantalla HMI Samkoon	Alimentación 24v Interfaz Táctil	1	80	80
25	Juego de relay de 4 canales	Alimentación 12v Corriente de consumo 480mA Carga hasta 25 A.	1	5	5
	Motor Nema CNC DC	Alimentación de 12 a 48 v DC. Corriente 5A. Angulo por paso 1.8°	1	80	80
	Driver hibrido CNC Nema DM860A	Alimentación 12v DC. Corriente de consumo 630mA Corriente de entrega 5A	1	40	40
Fuente de alimentación					
	Puente de diodos B380C1500	5A	1	1	3.50
	Regulador 7812	Ouput 12V 10A	1	2.50	2.50
	Regulador 7805	Ouput 5v 5 ^a	1	2.50	2.50
	Capacitor es Electrolítico	100uF/100v 01uF/100v	3	0.10	0.30

		17uF/100v			
	Resistencias Cerámicos	220Ohm 330Ohm 1kOhm 10k	4	0.10	0.40
	Diodos De germanio	7A Consumo 0.7v	4	0.50	2
Gabinete de control					
	Gabinete Eléctrico	Metálico 300x200x150	1	23	23
	PLC FU3X	Consumo de energía 3W Nivel de protección IP65	1	120	120
	Logo! Power	Alimentación 100/240 V AC Voltaje salida 24V Corriente salida 2,5A	1	130	130
	Breaker rioldin	KLED, C32 A	1	3	3
	Riolding	Plástico, 20A	4m	1	4
	Riolding	Metálico	1m	3	3
	Cable	Flexible, numero 14	10m	0.50	5
	Cable	Flexible, numero 16	10m	0.45	4.50
	Cable	Flexible, numero 22	50m	0.25	12.5
	Cable de comunicación	Rs230	1	3	3

	Cable	UTP	3	1	3
	Bornera	15A	2	2.50	5
	Pulsador	Stop	1	3	3
				Valor	546.20
MATERIALES PARA EL SISTEMA DE MEDICION DE LA TEMPERATURA CORPORAL					
Elementos electrónicos					
	Arduino Mega original	Consumo de 5v-12v DC Pines 56 Consumo de 40mA por pin	1	16	16
	Pantalla LCD 16 x 2	5v Consumo de corriente 330mA	1	4.50	4.50
	Sensor de proximidad Laser	Alimentación 5v DC Corriente 20mA Rango de detección de 3cm-80cm	1	11	11
	Sensor de temperatura Infrarrojo	Alimentación 5v Corriente 220mA	1	85	85
	Módulo wifi	Alimentación 3.3v Corriente de consumo 110mA	1	7	7
Fuente de alimentación					

	Transformador Tap central	110/220 AC 2A Carga secundaria 6A	1	1	16
	Puente de diodos B380C1500	5A	1	1	3.50
	Regulador 7812	Ouput 12V 10A	1	2.50	2.50
	Regulador 7805	Ouput 5v 5A	1	2.50	2.50
	Capacitor es Electrolitico	100uF/100v 01uF/100v 17uF/100v	3	0.10	0.30
	Resistencias Cerámicos	220Ohm 330Ohm 1kOhm 10k	4	0.10	0.40
	Diodos De germanio	7A Consumo 0.7v	4	0.50	2
				Valor	150.70
MATERIALES ELECTRICOS PARA EL SISTEMA DE OZONO					
Elementos eléctricos					
	Flayback	Panasonic 100 w	4	20	80
	Transformador AT	VDE de alta frecuencia de 40Khz	1	40	40

	Borneras	Metálicos con recubrimiento de plástico de 30 A	1	2	2
	Placa	PCB de cobre de 10x10	1	5	5
	Mosfet de potencia	Irf450p - 400 V de 50A	1	3	3
	Capacitor de potencia	Electrolítico- 100 V	4	2	8
	Potenciómetros de presión	Smart Toshiba 1 KOhm 10 KOhm 100 KOhm	-	-	4
	Juego de amplificadores de alta ganancia	Lm- 741cn de ganancia >1	-	-	10
	Transistores de purificación	Jfet- 2n3819, 250v a 15A	-	-	10
	Resistencias de potencias	5 W a 10 Ohm y 50 Ohm	-	-	10
	Ventiladores	12 V a 500 mA	4	6	24
	Tubo flexible	Color Plomo	3m	0.75	2.25
	Refrigeración de circuitos integrados.	Silicón refrigerante de 150 °C	1	5	5
	Enchufe	Sneider	1	1	2.50
	Cables	Flexible	-	-	5

		14			
		18			
		20			
				Valor	195.95
				TOTAL	\$1616.85

Fuente: Los Autores

6.2. Análisis de impactos

Impacto práctico: la implementación del sistema sirve para la desinfección de objetos personales conjuntamente con un sistema de medición de temperatura corporal para la comunidad de la Universidad Técnica de Cotopaxi, permite almacenar los datos de la temperatura corporal en una plataforma web así facilitando la obtención de datos para cualquier tipo de investigación o análisis, e incentivando a las personas concurrentes de del sector a mejorar la bioseguridad.

Impacto simbólico: Representa las recopilaciones de los conocimientos adquiridos a lo largo de la formación universitaria, como el caso de la electrónica de potencia, sistemas de control industrial y electricidad. Indispensables en la automatización de la cabina de desinfección e interrelación de los elementos empleados para la implementación de la propuesta tecnológica.

Impacto tecnológico: El funcionamiento de la cabina es automática, es decir, es un sistema automatizado ya que cuenta con sensores para su activación y minimiza la manipulación de contacto directo por parte de los usuarios.

Impacto ambiental: La implementación del sistema de desinfección con medición de temperatura corporal no representa ningún impacto ambiental ya que el sistema de desinfección utiliza el ozono en bajas cantidades, es una sustancia formada por 3 moléculas de oxígeno y en pequeñas cantidades no es nocivo para el medio ambiente.

Impacto ético: El proyecto satisface la necesidad de cuidar la salud de las personas ya que al momento de desinfectar sus objetos personales elimina varios agentes de infecciones y enfermedades.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

En cuanto a la construcción de la cabina de desinfección, se optó por la utilización de acero galvanizado y hierro forjado, ya que es un material resistente para la construcción física de la cabina, el mismo que brinda un soporte adecuado para los diferentes sistemas: electromecánicos, eléctricos y electrónicos.

La fuente de alimentación de la máquina es de 110-127 voltios en AC, para asegurar que los equipos no se dañen y el sistema pueda funcionar correctamente.

Los valores del módulo de medición de temperatura infrarrojo varían en comparación a un termómetro digital en un 0.44%, esto es debido al entorno en el cual está expuesto el sistema ya que, el sensor puede captar la temperatura ambiente influyendo en la medición de temperatura corporal. Este sensor de temperatura infrarrojo MLX 90614 posee un error calibrado al 1%.

El módulo del sistema de medición de la temperatura corporal está calibrado para que funcione con los siguientes rangos: el sensor de temperatura infrarrojo MLX 90614 con una distancia de 5mm. El sensor de movimiento infrarrojo está programado para que abarque un rango de detección de 3cm a 19cm.

El sensor de movimiento infrarrojo del módulo del sistema automático de la banda transportadora está calibrado para que abarque un rango de detección de 3cm a 26cm. El tiempo de avance y retroceso está calibrado para 18 segundos.

Los datos históricos de la medición de temperatura de los usuarios que se pueden almacenar son hasta un aproximado de 2.300.000 datos, para ingresar a éstos datos se debe iniciar sesión la página de thingspeak.com con el usuario: almacenamiento.datos19@gmail.com y la clave: Almacenamiento19.

Para que el usuario visualice su medición en tiempo real de la temperatura corporal, se debe descargar e instalar la App: ThingView o también ThingSpeak viewer, que está disponible en la Tienda Play Store para Android e iniciar con el ID de canal: 1075570.

Para la concentración de ozono, el tamaño del módulo del generador no influye, para que exista una mayor cantidad de concentración se debe basar en los materiales de la malla generadora de ozono, el alto voltaje que emite la fuente y el flujo de aire de alimentación, ya que estos

parámetros son los que influyen directamente en la generación y concentración de ozono que puede existir.

Para la implementación del circuito de generación de impulsos normalizados, el capacitor de carga es de $1\mu\text{F}$ siendo mayor que el capacitor de descarga con 100pF , así como la resistencia de frente debe ser mayor que la resistencia de cola, con valores de $405,4\ \Omega$ y $68,13\ \Omega$ respectivamente.

Para establecer los tiempos de frente y cola es necesario determinar el valor de las resistencias del circuito equivalente mediante la transformada de Laplace. Donde las constantes de tiempo dependen de los impulsos de onda normalizados según la normativa ANSI 4-1982.

El manual de usuario brinda una guía adecuada para el correcto funcionamiento de la máquina, contiene esquemas detallados de los sistemas eléctricos empleados para el mantenimiento de los sistemas.

El laboratorio AFH Service, realizó la calibración para el analizador de ozono, de acuerdo al Sistema de Gestión de calidad, conforme a la NTE INEN ISO/IEC17025:2018.

Para que el proceso de desinfección por ozono sea efectivo tiene que ser usado en una concentración de $20\ \text{ppm}$ (partes por millón) con una humedad relativa del 80% según la IQS-URL.

Para un adecuado proceso de desinfección de objetos, es necesario exponer los objetos a la cámara de desinfección de ozono por un periodo de estimado de 20 minutos.

7.2. Recomendaciones

Es recomendable instalar la cabina de desinfección en ambientes interiores, ya que posee módulos eléctricos y electrónicos, que al contacto con agua puede dañarse.

Para el operario encargado de la cabina de desinfección, se recomienda, utilizar el manual de usuario, el cual se detalla paso a paso el funcionamiento de los diferentes procesos que realiza la cabina de desinfección como también esquemas eléctricos y electrónicos que brindan una guía para el correcto funcionamiento.

Para un óptimo funcionamiento del sistema de la banda transportadora, se recomienda, realizar un mantenimiento preventivo con el fin de asegurar un correcto funcionamiento de la cinta transportadora para minimizar o evitar posibles daños futuros.

Los objetos que se van a ubicar sobre la banda transportadora, no deben sobrepasar el peso de 15kg. Sus dimensiones deben ser máximo de 400x400x400mm para un funcionamiento óptimo del sistema de transporte y desinfección.

Se recomienda calibrar los tiempos de avance y retroceso del sistema de la banda transportadora, entre los rangos de 17 a 19 segundos como máximo.

En cuanto al sistema de medición de temperatura, es necesario que el usuario tenga contacto directo con el módulo de temperatura, ya que el sensor posee una sensibilidad de alto rango por ende el ambiente puede influir en la medición de temperatura corporal de los usuarios.

Al momento de calibrar el sensor infrarrojo de movimiento a los rangos desde 3cm-80cm del módulo de medición de temperatura corporal se debe ajustar de igual forma en la librería del sensor infrarrojo de temperatura corporal MLX 90614 con una distancia de 5mm.

Para determinar la concentración de ozono destinada a la desinfección de objetos, es necesario, someter al sistema a un análisis mediante un instrumento de medición que permitirá conocer con exactitud los niveles de concentración de ozono en el interior de la cámara de desinfección, ya que empíricamente sin ayuda del instrumento adecuado es complejo.

Realizar una revisión mensual a la máquina de desinfección de objetos, asegurándose que el módulo de ozono produzca 10 kV necesarios para producir la cantidad de 0,9 ppm promedio de los módulos de ozono.

No programar al sistema de ozono que se mantenga encendido por más de una hora, si ese es el caso, para evitar sobrecalentamientos en las mallas voltaicas de 10kV dejarle reposar a la máquina por 15 minutos.

Para mejorar el sistema es recomendable implementar un oxigenador al sistema de desinfección por ozono para que se pueda ventilar el aire de una manera eficiente a las mallas voltaicas, permitiendo generar una mayor cantidad de ozono.

Se puede mejorar los tiempos de exposición del sistema de ozono, es decir, para reducir los tiempos de mayor concentración en ppm, optimizando el sistema de mallas voltaicas.

8. REFERENCIAS

- [1] M. d. S. Pública, 29 Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://www.salud.gob.ec/actualizacion-de-casos-de-coronavirus-en-ecuador/>. [Último acceso: 29 09 2020].
- [2] C. SATELITAL, 26 Mayo 2020. [En línea]. Available: <http://www.corape.org.ec/satelital/noticia/item/cotopaxicontagios-de-covid-19-en-latacunga-ya-es-comunitario-informoel-ministerio-de-salud>. [Último acceso: 28 Agosto 2020].
- [3] O. M. d. I. Salud, «OMS,» 2020. [En línea]. Available: [https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it). [Último acceso: 30 Agosto 2020].
- [4] O. M. d. I. Salud, «OMS,» 12 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://www.who.int/csr/don/12-january-2020-novel-coronavirus-china/es/>. [Último acceso: 29 Agosto 2020].
- [5] S. E. LLagua Paredes, «CONSTRUCCIÓN DE UN GENERADOR DE OZONO AUTOMATIZADO PARA LA FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS,ELECTRONICA E INDUSTRIAL,» Ambato, 2017.
- [6] O. P. d. I. Salud, CABINAS DE SEGURIDAD BIOLOGICA:USO,DESINFECCION Y MANTENIMIENTO, 2002.
- [7] M. D. M. Rojero, «DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN GENERADOR DE OZONO PARA APLICACIONES MEDICAS POR TECNOLOGICA DE EFECTO CORONA Y UV,» Mexico, 2011.
- [8] CosemarOzono, «Generadores de Ozono: Definicion y Aplicaciones,» 28 Abril 2017. [En línea]. Available: <https://www.cosemarozono.com/blog/generadores-de-ozono-definicion-y-su-aplicacion-en-hoteles/>. [Último acceso: 2 Julio 2020].
- [9] A. Lopez, «BlogHosteria,» 15 04 2020. [En línea]. Available: <https://hosteleria10.com/blog/generadores-de-ozono-faqs.html>. [Último acceso: 02 Julio 2020].
- [10] F. J. Rodriguez Vidal , PROCESOS DE POTABILIZACION DEL AGUA E INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO DE OZONIZACION, Madrid: Ediciones Diaz de Santos, S.A, 2003.
- [11] «Oficios Tecnicos,» 5 Mayo 2009. [En línea]. Available: <http://www.sapiensman.com/tecnoficio/electricidad/ozono.php>. [Último acceso: 2 Julio 2020].

- [12] «Varese1910.it,» 8 Mayo 2017. [En línea]. Available: <https://www.varese1910.it/elegir-la-mejor-cinta-transportadora-todas/>. [Último acceso: 3 Julio 2020].
- [13] C. A. Muñoz Oporto y P. A. Lagos Correa, «Diseño Cinta Transportadora Intralox para Pesuera Bahia Caldera S.A,» Chile, 2013.
- [14] «CINTAS TRANSPORTADORAS TAPYC,» 12 4 2018. [En línea]. Available: <http://www.cintastransportadorastapyc.com/una-alineacion-adecuada-permite-mantener-la-productividad-de-las-cintas-transportadoras/>. [Último acceso: 3 Julio 2020].
- [15] «NSK Europe Ltd.,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.nskeurope.es/es/products/what-s-a-bearing.html#>. [Último acceso: 2 Julio 2020].
- [16] J. Manuel, «academia.edu,» [En línea]. Available: https://www.academia.edu/6029577/CURSO_CINTAS_TRANSPORTADORAS_Especialistas_en_Bandas_Transportadoras. [Último acceso: 2 Julio 2020].
- [17] J. C. Martin Catillo y M. P. Garcia Garcia, Automatistas Industriales, 2016.
- [18] J. Bertomeu, J. Garcia , S. Gardino , M. Gomez y F. Granados , «MOTOR PASO A PASO».
- [19] «BBKFactory,» 25 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://www.geekfactory.mx/tutoriales/motor-a-pasos-tutorial-introductorio/>. [Último acceso: 5 Julio 2020].
- [20] Datasheet:QCI-DS028, «Quicksilver Controls,» 28 Marzo 2016. [En línea]. Available: https://www.quicksilvercontrols.com/SP/DS/QCI-DS028_QCI-A24.pdf. [Último acceso: 5 Julio 2020].
- [21] A. Yirda, «Concepto Definicion,» 25 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://conceptodefinicion.de/violencia/>. [Último acceso: 5 Julio 2020].
- [22] «airtécnicas,» [En línea]. Available: <https://www.airtecnics.com/es/tecnologia/ventiladores-generalidades>. [Último acceso: 5 Julio 2020].
- [23] C. A. M. Tovar, «Diseño de un sistema de ventilación mediante uso de CFD,» Universidad San francisco de Quito, Quito, 2013.
- [24] P. A. Ramón, «Sensores y Acondicionadores de Señal,» Marcombo, Barcelona, 2003.
- [25] L. Luis, «Arduino y Termometro infrarrojo a distancia MLX90614,» 29 Octubre 2016. [En línea]. Available: <https://www.luisllamas.es/arduino-y-el-termometro-infrarrojo-a-distancia-mlx90614/>. [Último acceso: 6 Julio 2020].

- [26] V. M. J. Arely, «Desarrollo y caracterización de un sistema pirométrico para el monitoreo del Mecanismo de union en el proceso de manufactura de álabes de fibra de carbono,» CIDESI, Queretaro, 2017.
- [27] E. Cedeño y Q. Miguel, «Control de acceso por medio de cámaras y sensores en la empresa Melproyect de la ciudad de Portoviejo,» Portoviejo, 2015.
- [28] «Makerguides.com,» 8 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.makerguides.com/tb6600-stepper-motor-driver-arduino-tutorial/>. [Último acceso: 6 Julio 2020].
- [29] Autycom, «AUTYCOM,» 17 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://www.autycom.com/que-es-un-sistema-hmi/>. [Último acceso: 6 Julio 2020].
- [30] «ADURTRON,» [En línea]. Available: <https://www.durtron.com/producto/hmi-samkoon-ea-043a-4-3in-touch-para-plc/>. [Último acceso: 27 Agosto 2020].
- [31] «5HertzoElectronica,» 2020. [En línea]. Available: https://www.5hertz.com/index.php?route=tutoriales/tutorial&tutorial_id=9. [Último acceso: 8 Agosto 2020].
- [32] F. Mateos, «Ingeniería de sistemas y automatización,» Noviembre 2001. [En línea]. Available: <http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/plc.pdf>. [Último acceso: 8 Agosto 2020].
- [33] G. G. Antony, «PANAMAHITEK,» 23 Enero 2013. [En línea]. Available: <http://panamahitek.com/arduino-mega-caracteristicas-capacidades-y-donde-conseguirlo-en-panama/>. [Último acceso: 8 Agosto 2020].
- [34] «SIEMENS,» 16 Septiembre 2014. [En línea]. Available: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/power-supply/logo-power.html>. [Último acceso: 27 Agosto 2020].
- [35] S. HMI, «Samkoon HMI,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.samkoon.store/samkoon-hmi/>. [Último acceso: 28 Agosto 2020].
- [36] B. Cañizares, «IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO PARA LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERIODO MARZO 2019 – AGOSTO 2019,» Latacunga, 2019.
- [37] E. Rea y L. Pinos, «CONTROL DE COMPONENTES ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS POR MEDIO DE COMANDOS DE VOZ,» Guayaquil, 2011.
- [38] «RS,» [En línea]. Available: <https://es.rs-online.com/web/p/software-de-programacion-para-automatas-programables/3997806/#:~:text=Software%20de%20programaci%C3%B3n%20GX%20Developer%20FX&text=Permite%20programar%20sus%20propios%20bloques,de%20fuera%20de%20l%C3%ADnea%20GX..> [Último acceso: 2020 Agosto 29].

- [39] «plcme,» [En línea]. Available: <https://plc4me.com/downloadgx-developer-mitsubishi-plc-software-real-100/>. [Último acceso: 2020 Agosto 29].
- [40] «ladderlogicworld,» [En línea]. Available: <https://ladderlogicworld.com/ladder-logic-simulator/>. [Último acceso: Agosto 30 2020].
- [41] O. Castellero, «Psicología y Mente,» 4 Marzo 2017. [En línea]. Available: <https://psicologiaymente.com/miscelanea/tipos-de-investigacion>. [Último acceso: 8 agosto 2020].
- [42] A. Jimenez y P. Alipio, Métodos científicos de indagacion y de construccion de conocimiento, Universidad de Artemisa, 2017.
- [43] L. E. N. Trávez, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN,» Latacunga, 2006.
- [44] «Quito, ciudad de altura,» *ISTC*, vol. 2, n° 1, pp. 2-5, 2018.
- [45] C. Rosero y L. Samuel, «Construccion de un generador de ozono automatizado para la Facultad de Ingenieria en Sistemmas, Electrónica e Industrial,» Universidad Técnica de Ambato , Ambato, 2017.
- [46] J. T. G. González, «Diseño de un explosor de esferas para aplicaciones de Alta Tensión,» Leganés, 2014.
- [47] J. L. B. Carrasco, «Generación de impulsos de alta tensión para diversas aplicaciones,» Valparaíso, 2004.
- [48] Sanitron, «Esterilizacion de ambientes por Ozono,» Abril 2020. [En línea]. Available: <https://www.sanitronec.com/esterilizacion-de-ambientes-por-ozono/>. [Último acceso: 2 Julio 2020].
- [49] I. S. C. o. O. Therapy, «Uso potencial del Ozono en SARS.CoV.2/COVID-19,» 2020.
- [50] M. Direct, «Melexis,» ISO/TS 169449 and ISO14001 Certified, 14 09 2014. [En línea]. Available: https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/MLX90614_rev001.pdf. [Último acceso: 10 09 2020].

ANEXOS

9. ANEXOS

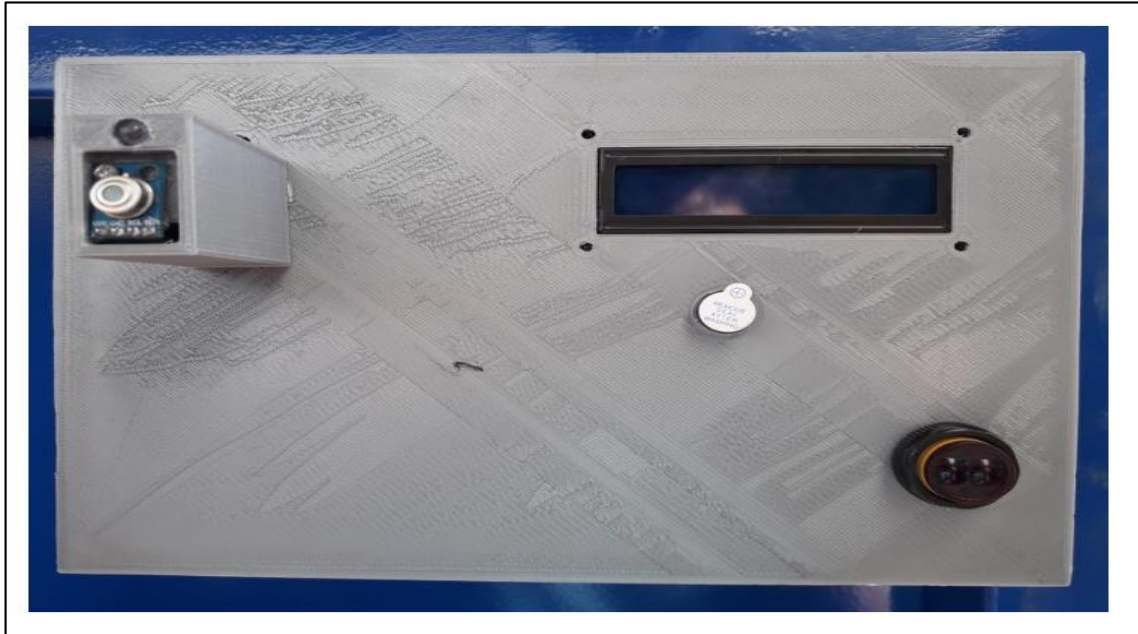
ANEXO I. Cabina de desinfección de objetos.



Fuente: Cabina de desinfección de objetos.

En el Anexo I, se observa la implementación de la cabina metálica con: pintura en PU anticorrosiva, construcción en material de acero forjado y acero galvanizado, para evitar la oxidación y el deterioro de la cabina.

ANEXO II. Módulo del sistema de medición de temperatura corporal.



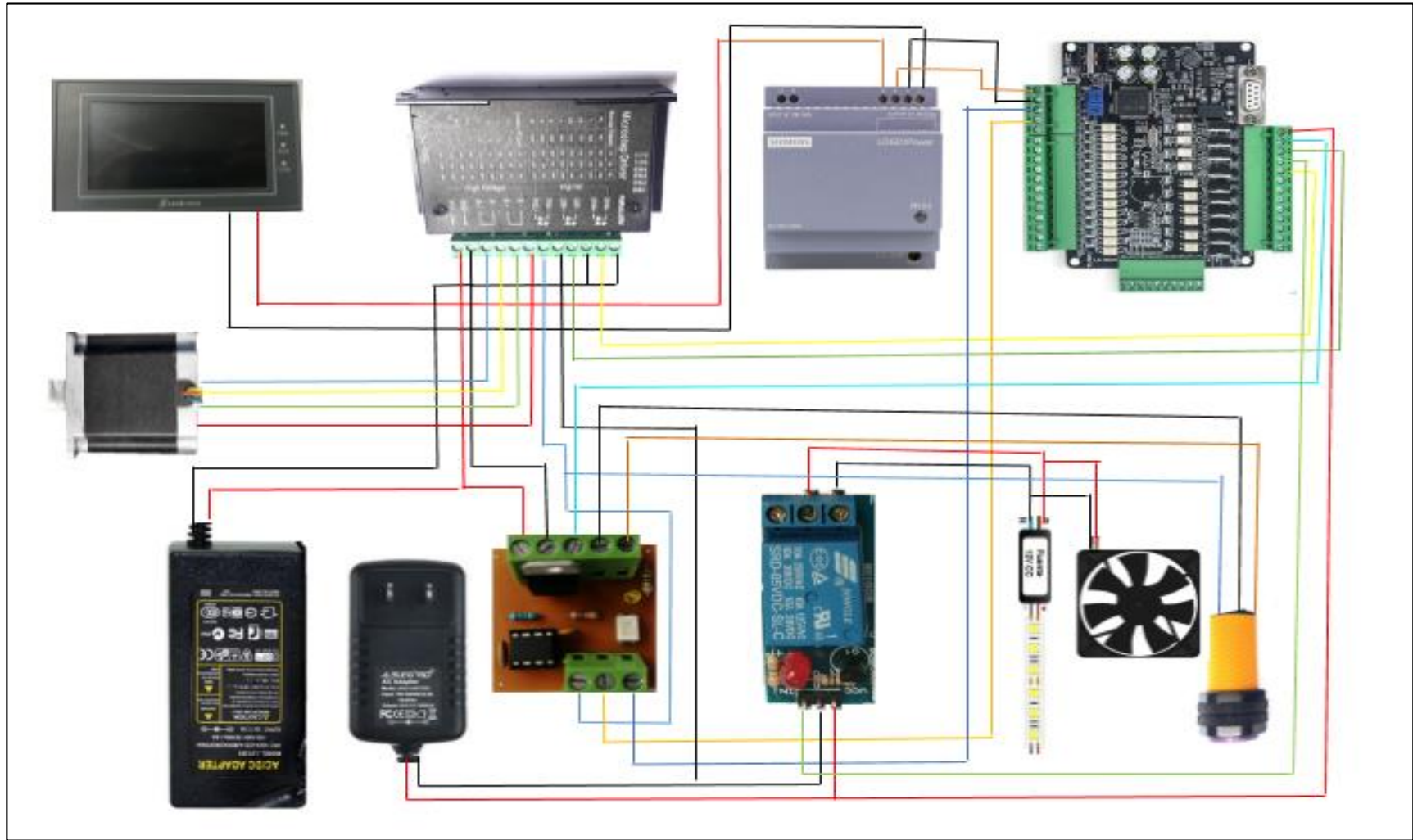
Fuente: Los Autores

ANEXO III. Módulo del accionamiento de la banda transportadora.



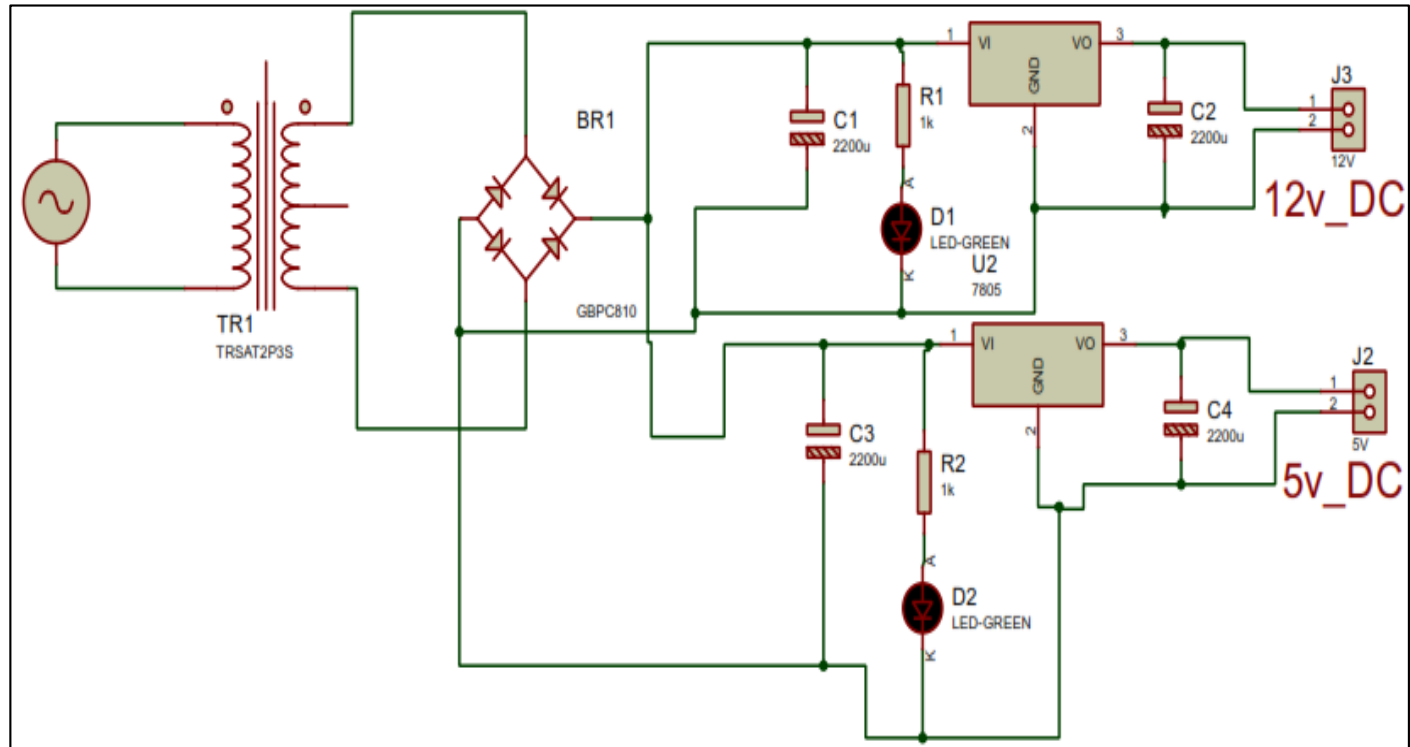
Fuente: Los Autores

ANEXO IV. Diagrama del diseño del sistema de la banda transportadora.



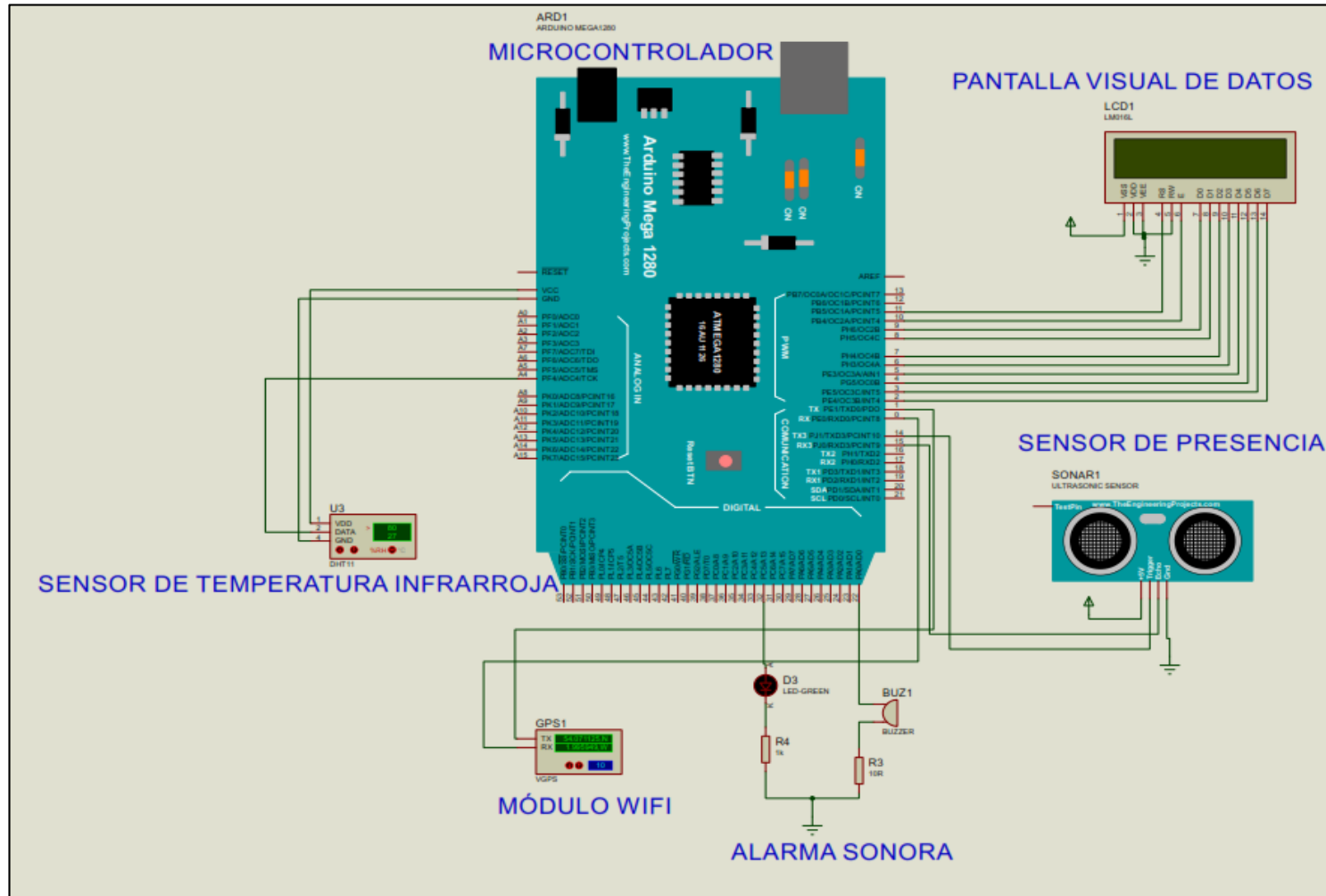
Fuente: Los Autores

ANEXO V. Diagrama de la fuente de alimentación para la banda transportadora.



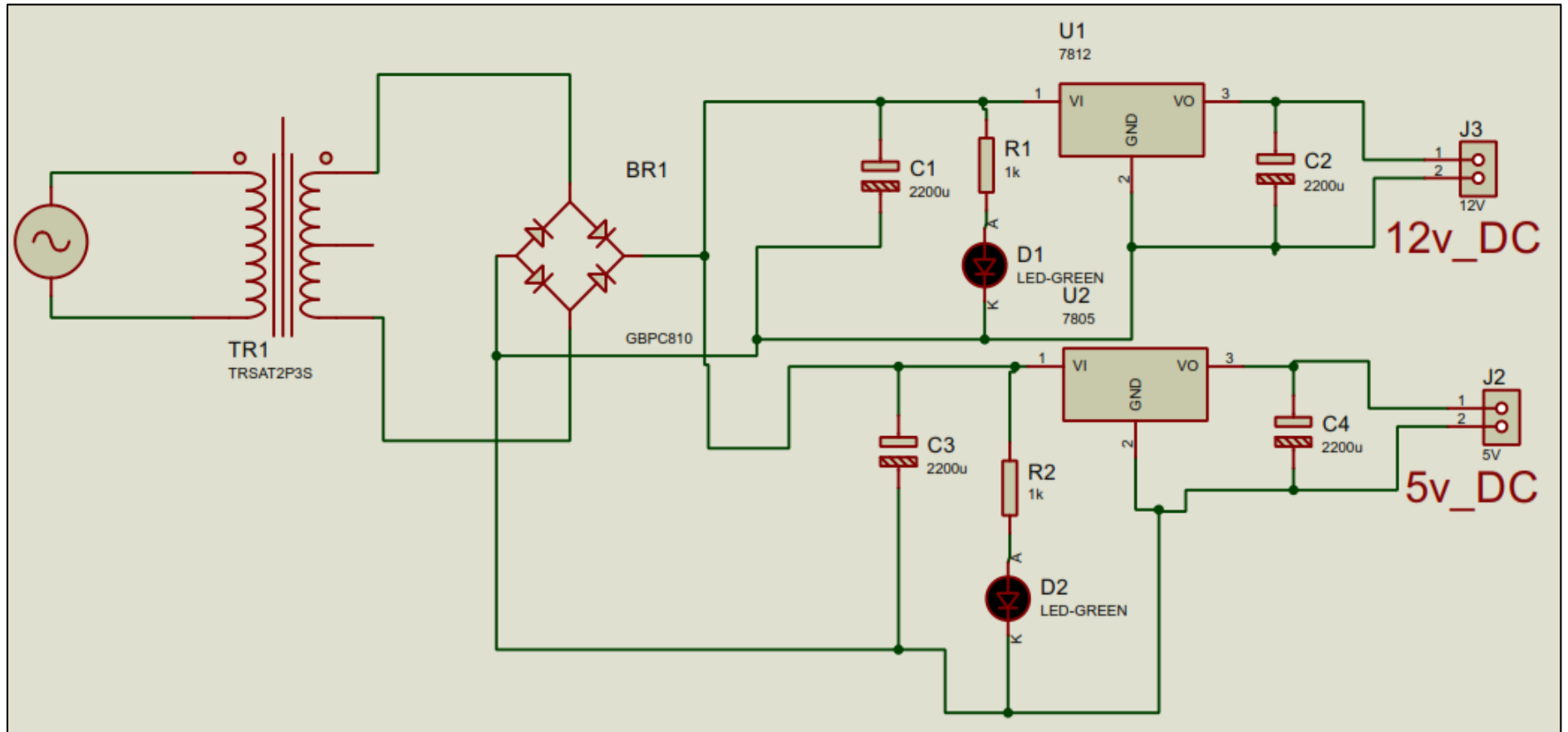
Fuente: Los Autores

ANEXO VI. Diagrama general para medición de la temperatura corporal.



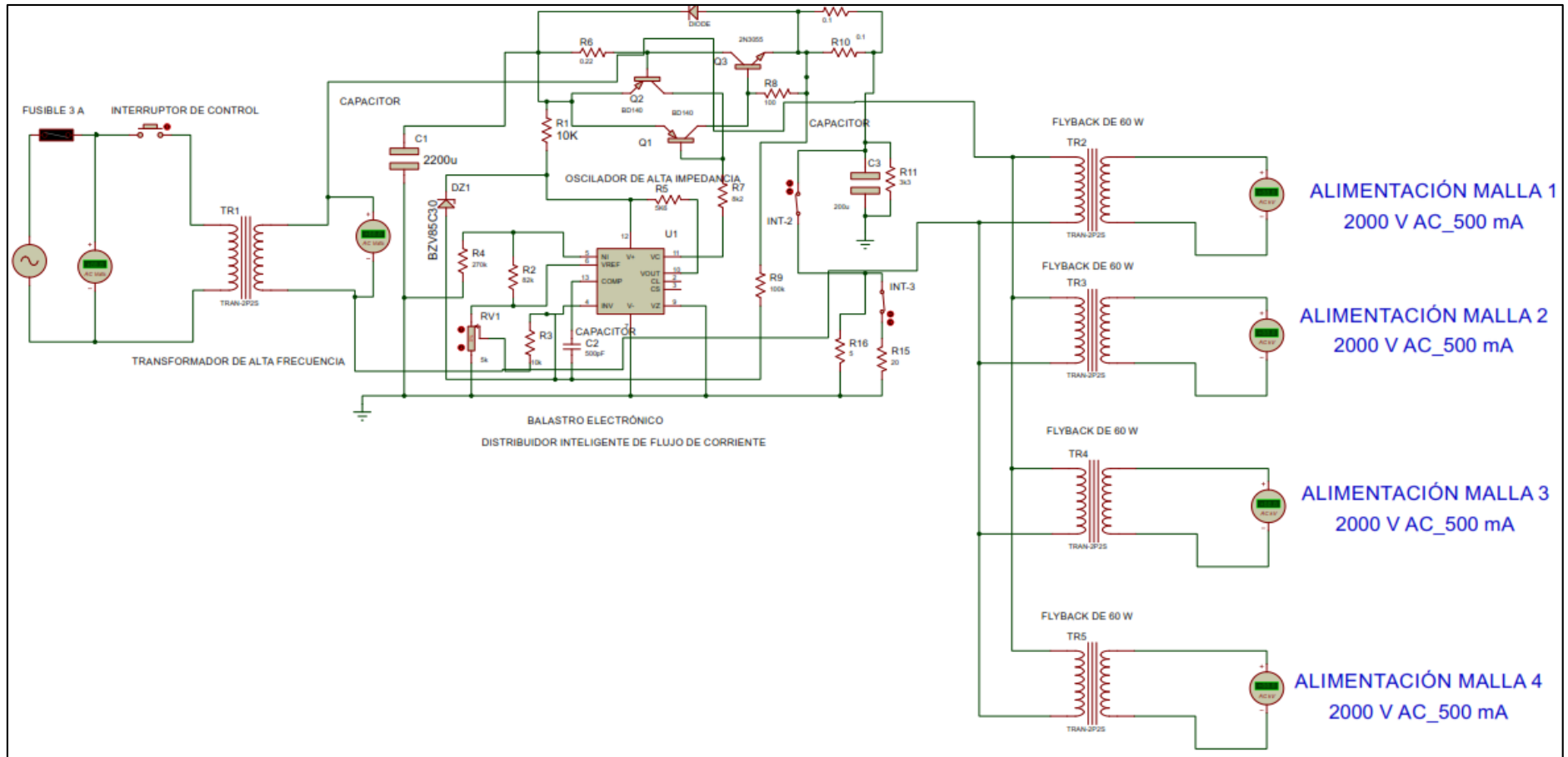
Fuente: Los Autores

ANEXO VII. Diagrama general de la fuente para medición de temperatura corporal.



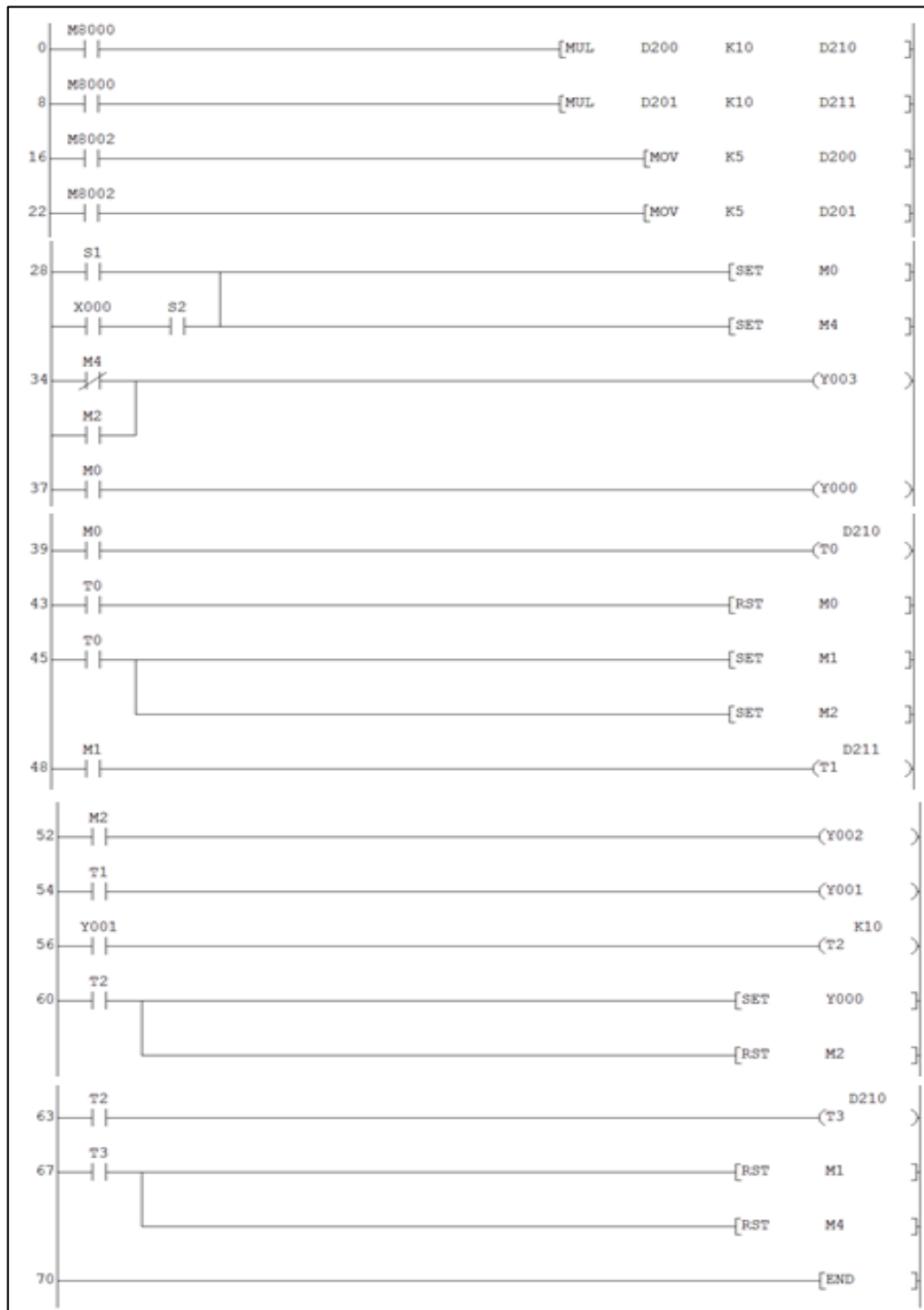
Fuente: Los Autores

ANEXO VIII. Diagrama del diseño del sistema de ozono. Generador de impulso normalizado tipo rayo 10000 V AC para, la generación de ozono.



Fuente: Los Autores

ANEXO IX. Programación en GX Developer para el control principal del sistema de la banda transportadora.



Fuente: Los Autores

ANEXO X. Programación del sistema de medición de temperatura corporal en Arduino.

```
/* PROYECTO 2020_CABINA DE DESINFECCIÓN DE OBJETO CON MEDICIÓN DE
TEMPERATURA COORPORAL */
//ACTIVAMOS LAS FUNCIONES DE WIFFI_Y PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN // //
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_MLX90614.h>
Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614();
//*****//
//ACTIVAMOS LIBRERIAS DE LA PANTALLA LCD //
#include <LiquidCrystal.h>
const int rs = 9, en = 8, d4 = 7, d5 = 6, d6 = 5, d7 = 4;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);
//*****//
//DEFINIMOS LO PINES A UTILIZAR //
int pinSensor =10;
int LUZ_ROJA =11;
int BUZZER =12;
//*****//
//PROTOCOLO DE CONECCIÓN WIFI //
#include <SoftwareSerial.h>
#define RX 2
#define TX 3
String AP = "AREA_51"; // AP NAME
String PASS = "@@123Any"; // AP PASSWORD
String API = "U8KVJX7ZGXW8W7MP"; // Write API KEY
String HOST = "api.thingspeak.com";
String PORT = "80";
String field = "field1";
String field1 = "field2";
int countTrueCommand;
int countTimeCommand;
boolean found = false;
float valSensor ;
```



```

int valSensor1 = 1;
SoftwareSerial esp8266(RX,TX);
//*****//

void setup() {
//DEFINIMOS LO PINES COMO SALIDAS Y ENTRADAS //
pinMode(pinSensor,INPUT);
pinMode(LUZ_ROJA,OUTPUT);
pinMode(BUZZER,OUTPUT);
mlx.begin();
Serial.begin(9600);
esp8266.begin(115200);
//*****//
//VERIFICACIÓN SI HAY CONECCIÓN WIFI //
sendCommand("AT",5,"OK");
sendCommand("AT+CWMODE=1",5,"OK");
sendCommand("AT+CWJAP=\"" + AP + "\",\"" + PASS + "\",20,\"OK\");
//*****//
//MENSAJE DE BIENVENIDA LCD//
lcd.begin(16, 2);
lcd.print("UNIVERS_TECNICA ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("  COTOPAXI  ");
delay(5000);
lcd.clear();
lcd.print(" MEDICION_TEMPER");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("  CORPORAL  ");
delay(100);
//*****//
}

void loop() {
lcd.clear();
lcd.print(" MEDICION_TEMPER");

```

```
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("  CORPORAL  ");
//LEEMOS LA ENTRADA DEL SENSOR //
int lectura = digitalRead(pinSensor);
if(lectura==LOW)
{
delay(100);
/* SI EL SENSOR DETECTO LA PRESENCIA
1: ENVIAMOS EL MENSAJE DE INSTRUCCIÓN DE USO_LCD
2: ENCENDEMOS EL SENSOR MEDEDOR DE TEMPERATURA INFRARROJA
3: MEDIMOS LA TEMPERATURA CORPORAL Y ENVIAMOS LOS DATOS A LA
PANTALLA_LCD
4: ENVIAMOS LOS DATOS DE TEMPERATURA A LA PLATAFORMA DE
ALMACENAMIENTO THINGSPEAK */
lcd.clear();
lcd.print(" BIENVENIDO ");
delay(2000);
lcd.clear();
lcd.print("MEDICION_TEMPER");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("  CORPORAL  ");
delay(2000);
lcd.clear();
lcd.print("ACERQUE SU FRENTE");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("SOBRE LA LUZ ROJA");
delay(4000);
lcd.clear();
lcd.print("MANTENGASE A 2CM");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("DURANTE 3 SEGUN");
delay(4000);
lcd.clear();
```

```

digitalWrite(LUZ_ROJA,HIGH);
lcd.print("ACERQUESE AHORA");
//valSensor = (mlx.readObjectTempC());
delay(3000);
String  getData  =  "GET  /update?api_key="+  API  +"&"+  field
+"="+String(mlx.readObjectTempC());
delay(1000);
sendCommand("AT+CIPMUX=1",5,"OK");
sendCommand("AT+CIPSTART=0,\"TCP\", \""+ HOST +"\", "+ PORT,15,"OK");
sendCommand("AT+CIPSEND=0," +String(getData.length()+4),4,">");
esp8266.println(getData);delay(1500);countTrueCommand++;
sendCommand("AT+CIPCLOSE=0",5,"OK");
delay(2500);
lcd.clear();
digitalWrite(LUZ_ROJA,LOW);
lcd.print(" TEMPERATURA ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(mlx.readObjectTempC());
valSensor=mlx.readObjectTempC();
lcd.setCursor(5,1);
lcd.print(" *C");
delay(10000);

if (valSensor>= 37.5)
{
lcd.clear();
digitalWrite(BUZZER,HIGH);
lcd.print(" USTED TIENE ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(" FIEBRE ");
delay(5000);
lcd.clear();
}

```

```

}
delay(100);
}
void sendCommand(String command, int maxTime, char readReplay[]) {
Serial.print(countTrueCommand);
Serial.print(". at command => ");
Serial.print(command);
Serial.print(" ");
while(countTimeCommand < (maxTime*1))
{
  esp8266.println(command);//at+cipsend
  if(esp8266.find(readReplay)//ok
  {
    found = true;
    break;
  }
  countTimeCommand++;
}
if(found == true)
{
Serial.println("OYI");
countTrueCommand++;
countTimeCommand = 0;
}

if(found == false)
{
Serial.println("Fail");
countTrueCommand = 0;
countTimeCommand = 0;
}
found = false;
}

```

ANEXO XI. Informe de resultados de la medición en la empresa AFH Cervices CIA.LTDA.
MEDIOAMBIENTE.



INFORME DE RESULTADOS MEDICION DE OZONO

1. Informacion General

1.1. Nombre o Razón Social del Titular

BRYAN TIBAN

1.2. Ubicación del área de monitoreo

Provincia de Pichincha – Cantón Quito – John F. Kennedy y Diego de Velasquez

1.3. Fecha de realización del monitoreo

Miercoles 16 de agosto de 2020

1.4. Tipo de medición

1 medida cada 60 segundos.

1.5. Personal técnico que ejecuto el monitoreo

NOMBRE	RESPONSABLE EN EL PROYECTO	FIRMA
Ing. Danny Herrera	Gerente General – Laboratorio AFH Services	
Ing. Vinicio Tipantuña	Director Técnico – Laboratorio AFH Services	
Ing. Alvaro Acosta	Técnico de Campo – Laboratorio AFH Services	

2. Resultados

2.1. Resultados

Ozono		Hora
ppm	(ug/m ³)	hh:mm
0,170	334,22	10:11
0,142	277,72	10:12
0,042	81,78	10:13
0,366	718,59	10:14
0,277	544,19	10:15
0,444	871,16	10:16
0,171	336,33	10:17
0,421	826,21	10:18
0,145	285,18	10:19
0,761	1492,90	10:20
0,107	210,55	10:21
0,120	235,26	10:22
0,200	392,32	10:23
0,166	325,57	10:24
0,179	351,22	10:25
0,036	70,89	10:26
0,420	824,12	10:27
0,134	263,35	10:28
0,080	156,29	10:29
0,131	257,92	10:30
0,142	278,86	10:31
0,166	325,69	10:32
0,182	357,68	10:33
0,139	273,65	10:34
0,193	379,49	10:35
0,210	411,29	10:36
0,255	500,28	10:37
0,304	597,11	10:38
0,273	536,64	10:39
0,231	454,18	10:40
0,158	309,31	10:41
0,013	24,85	10:42
0,866	1698,43	10:43
0,956	1874,82	10:44
0,982	1926,45	10:45
0,130	254,42	10:46
0,125	245,71	10:47
0,110	216,80	10:48
0,012	23,57	10:49
0,125	246,14	10:50
0,134	262,12	10:51
0,996	1953,99	10:52
0,775	1520,39	10:53
0,073	142,55	10:54
0,870	1707,56	10:55
0,544	1067,80	10:56
0,530	1040,32	10:57
0,184	360,47	10:58
0,162	317,22	10:59
0,145	283,63	11:00
0,115	225,20	11:01
0,151	296,38	11:02
0,014	27,16	11:03
0,578	1134,62	11:04
0,160	314,69	11:05
0,215	421,16	11:06
0,228	446,68	11:07
0,245	480,04	11:08
0,222	436,41	11:09
0,211	546,26	Promedio
ppm	ug/m³	Unidad
Ozono		Parámetro

ANEXO XIII. Certificado de calibración interna analizadores de gases

REVISIÓN: 02 CÓDIGO APE1603	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN INTERNA ANALIZADORES DE GASES	
-----------------------------------	---	---

Equipo Analizador de O3 Thermo 49i A2NAB 636119291 EIA 56
 Certificado N. O3-004-2020- THERMO
 Fecha de Calibración 29 de junio de 2020

CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO

Temperatura 24.2 °C Presión Atmosférica 553 mm. Hg Humedad Relativa 62%

INCERTIDUMBRE DE MEDIDA : La incertidumbre de medida adjunta, esta declarada como el doble de la incertidumbre combinada, es decir cubre un intervalo del 95 % de confianza, asumiendo una distribución normal. La aplicación de la misma se derivó del procedimiento Interno AFHPE04 Cálculo de Incertidumbre del laboratorio

PROCEDIMIENTO UTILIZADO : Para el proceso de calibración se utiliza el procedimiento interno AFHPE16. Calibración de Equipos Analizadores de Gases .

MATERIAL DE REFERENCIA UTILIZADO

Generador de Ozono THERMO 49i PS N/S 636119292 Trazable NIST

RESULTADOS OBTENIDOS

PARAMETRO OZONO

RANGO	Valor de Referencia	Valor Obtenido Medio	Incertidumbre Asociada	Unidad
1	0.0100	0.0101	0.0014	ppm
2	0.0400	0.0398	0.0027	ppm
3	0.0500	0.0498	0.0033	ppm
4	0.0650	0.0650	0.0041	ppm
5	0.0800	0.0800	0.0050	ppm

El resultado denominado Medio, es el resultante del promedio de 5 mediciones en cada uno de los rangos señalados

Calibrado por
Nombre y Firma


Danny Tapanta

Revisado por
Nombre y Firma


Vinicio Tapantuna



ANEXO XIV. Hoja de vida de los involucrados:

Hoja de vida 01.

HOJA DE VIDA 01	
Datos personales	
Apellidos:	CASTILLO FIALLOS
Nombres:	JESSICA NATALY
CI:	0604590216
Fecha de nacimiento:	09/02/1988
Dirección domiciliaria:	Riobamba
Teléfono:	032626628
Celular:	0984317422
Email:	jessik1604@hotmail.es
Estudios cursados	
Nivel primario:	
Nivel secundario:	ITST Isabel de Godín
Tercer nivel:	
Cuarto nivel:	
Títulos obtenidos en la formación académica	
Títulos de Pregrado: Ciencias de Comercio y Administración Ingeniera en Electrónica Telecomunicaciones y Redes	
Títulos de Posgrado: Magister en Seguridad Telemática Magister en Ingeniería Matemática	

Hoja de vida 02.

HOJA DE VIDA 02	
Datos personales	
Apellidos:	CHILUISA MORENO
Nombres:	JONATHAN ALEXANDER
CI:	0503237844
Fecha de nacimiento:	
Dirección domiciliaria:	Calle Pichincha/ Pujili/ Barrio Danzapamba
Teléfono:	032723653
Celular:	0998575674
Email:	jonathan.chiluisa4@utc.edu.ec
Estudios cursados	
Nivel primario: “Escuela Dr. Pablo Herrera”	
Nivel secundario: “Colegio Provincia de Cotopaxi”	
Tercer nivel:	
Cuarto nivel:	
Título obtenidos en la formación académica	
Títulos: Título de bachiller en “Físico Temático”	

Hoja de vida 03.

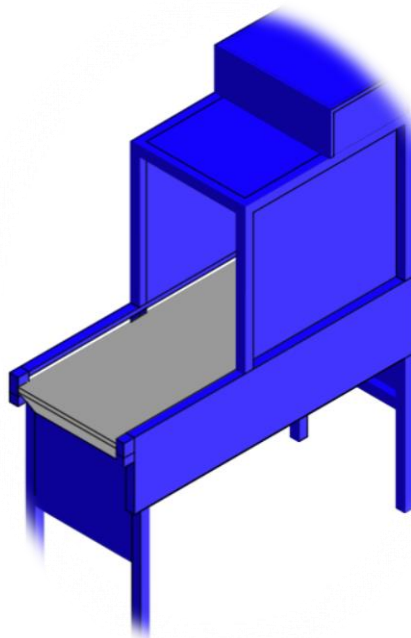
HOJA DE VIDA 03	
Datos personales	
Apellidos:	TIBÁN MORENO
Nombres:	BRYAN ALEXANDER
CI:	055009696-0
Fecha de nacimiento:	17/10/1995
Dirección domiciliaria:	Calle Simón Rodríguez/ Latacunga/ Barrio La Calera
Teléfono:	032270189
Celular:	0987630884
Email:	bryanxander30@gmail.com
Estudios cursados	
Nivel primario: “Escuela Reina Silvia de Suecia”	
Nivel secundario: “Colegio Vicente León”	
Tercer nivel:	
Cuarto nivel:	
Títulos obtenidos en la formación académica	
Títulos: Título de bachillerato en “Físico Temático”	

ANEXO XV. Manual de usuario, guía de uso correcto.

MANUAL DE USUARIO

Latacunga, 23 de agosto del 2020

**“CABINA AUTOMATIZADA PARA LA DESINFECCIÓN DE OBJETOS CON
SISTEMA DE MEDICIÓN INFRARROJO DE TEMPERATURA CORPORAL Y
ADQUISICIÓN DE DATOS”**



Autores:

Chiluisa Moreno Jonathan Alexander

Tibán Moreno Bryan Alexander

Tutora:

MSc. Jessica Nataly Castillo Fiallos

INDICE

MANUAL DE USUARIO	21
INDICE	22
1. DESCRIPCION GENERAL DE LA CABINA DE DESINFECCION.....	23
1.1. Composición de la cabina de desinfección	23
Funcionamiento.....	24
1.2. Ubicación de los objetos	24
1.3. Pantalla HMI y Software Satool.....	25
1.4. Accionamiento del sistema en modo automático	25
1.5. Accionamiento del sistema en modo manual	26
1.6. Sistema de ozono para la desinfección de objetos	26
1.7. Recolección de objetos.....	27
1.8. Lectura de temperatura corporal.....	27
1.9. Temperatura elevada	28
1.10. Área del generador de ozono	28
1.11. Almacenamiento de datos	29
1.12. Aplicación celular	30
1.13. Calibración en la Pantalla HMI	30
1.14. Activación del sensor de movimiento	31
2. INSTALACIÓN EN AMBIENTES.....	31
2.1. Ambientes interiores	31
2.2. Ambiente exteriores.....	32
2.3. Restricciones de uso.....	32
3. MANTENIMIENTO	33
3.1. Gabinete Eléctrico	33
3.2. Programación para el sistema de la banda transportadora	34
3.3. Programación para el sistema de temperatura corporal.....	36

1. DESCRIPCION GENERAL DE LA CABINA DE DESINFECCION

1.1.Composición de la cabina de desinfección

La cabina automatizada de desinfección de objetos y medición de temperatura corporal, se encuentra conformada por varios elementos mecánicos electromecánicos y electrónicos, los mismos que se muestran en la siguiente ilustración:

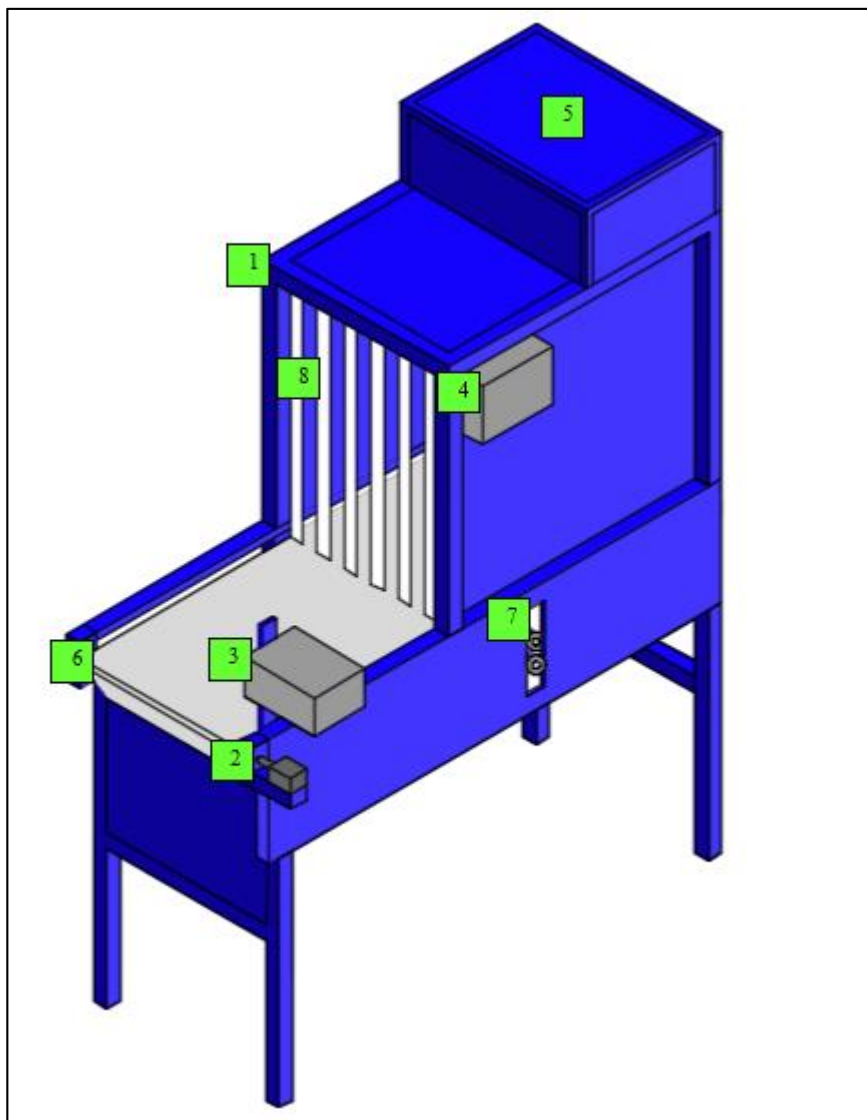


Figura1. Cabina de desinfección

En la figura 1. Se muestra la cabina de desinfección con sus respectivos elementos enumerados y especificados a continuación:

1: Estructura metálica.

2: Motor Nema DC.

3: Módulo del sistema de la banda transportadora.

4: Módulo del sistema de medición de la temperatura corporal.

5: Módulo del sistema de desinfección de objetos.

6: Banda transportadora.

7: Tensor de la banda transportadora.

8: Cortinas.

2. FUNCIONAMIENTO

Para el funcionamiento de la cabina de desinfección se tomó en cuenta las siguientes consideraciones:

2.1. Ubicación de los objetos

El lugar correcto para ubicar los objetos, es desde, el inicio de la banda transportadora hasta el comienzo de las cortinas, el cual, abarca una superficie de:

$L= 162\text{cm}$

$A= 45\text{cm}$

Como se muestra en la Figura 2.

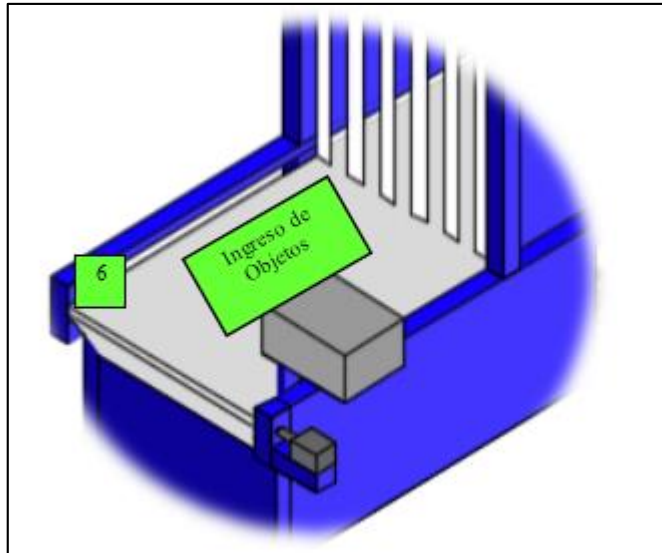


Figura 2. Ubicación de objetos

2.2. Pantalla HMI y Software Satool

Para el diseño de la interfaz de funcionamiento manual dentro de la pantalla HMI, se utilizó una pantalla HMI marca Samkoon en la misma que se diseñó la interfaz gráfica de fácil utilización donde se encuentra la función de la cabina como se muestra en la siguiente Figura 3.



Figura 3. Pantalla HIM Samkoon e interfaz grafica

2.3. Accionamiento del sistema en modo automático

Para activar el funcionamiento automático de la cabina de desinfección, solo basta con deslizar la mano por el sensor de movimiento situado al costado derecho del módulo que contiene la pantalla HMI Samkoon como se muestra en la Figura 4.



Figura 4. Ubicación del sensor de movimiento para la activación automática del sistema

2.4. Accionamiento del sistema en modo manual

Para activar el sistema en modo manual, se debe presionar un botón digital, de color celeste situado en la interfaz de la pantalla HMI, mismo que se encuentra en la parte izquierda de la pantalla como se muestra en la Figura 5.

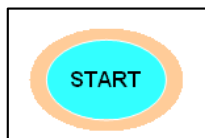


Figura 5. Ubicación del botón dentro de la pantalla HMI para la activación manual del sistema.

2.5. Sistema de ozono para la desinfección de objetos

Una vez que el sistema se active, ya sea en modo manual o automático. Los objetos son transportados hacia el interior de la cámara de desinfección.

El sistema de ozono se activa de manera automática, procediendo, a desinfectar los objetos ubicados dentro de la cámara en este proceso se enciende una luz led color roja dentro de la cámara de desinfección, así anunciando al usuario que el proceso de desinfección está activo, como se muestra en la Figura 6.

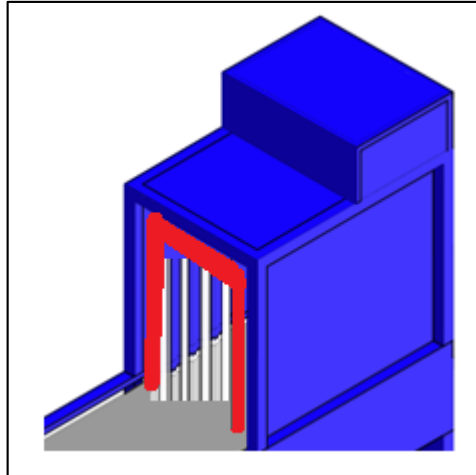


Figura 6. Cámara de desinfección activa

2.6.Recolección de objetos

El usuario debe tomar los objetos de la cabina de desinfección, después, que se apague el indicador led de color rojo y se detenga la banda transportadora en el punto de inicio, aquí termina el proceso, como se muestra en la Figura 7.

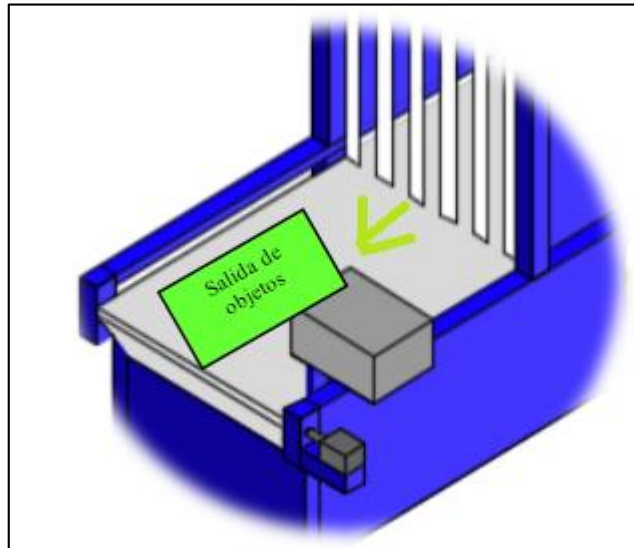


Figura 7. Salida de objetos

2.7.Lectura de temperatura corporal

Para el sistema de medición de temperatura corporal, en la Figura 8. Se encuentra ubicado al costado derecho de la cámara de desinfección, el sistema consta principalmente de un sensor de movimiento infrarrojo que al captar el movimiento o presencia manda activar el sistema de medición de temperatura mostrando en una pantalla LCD un mensaje de bienvenida e indicaciones para la medición de temperatura por medio de un sensor.

Un indicador led rojo se enciende, que indica al usuario que debe colocar su frente a una distancia aproximada de un milímetro entre el sensor hasta que el led rojo se apague, inmediatamente se muestra el valor cuantificable de la temperatura corporal del usuario en la pantalla LCD.

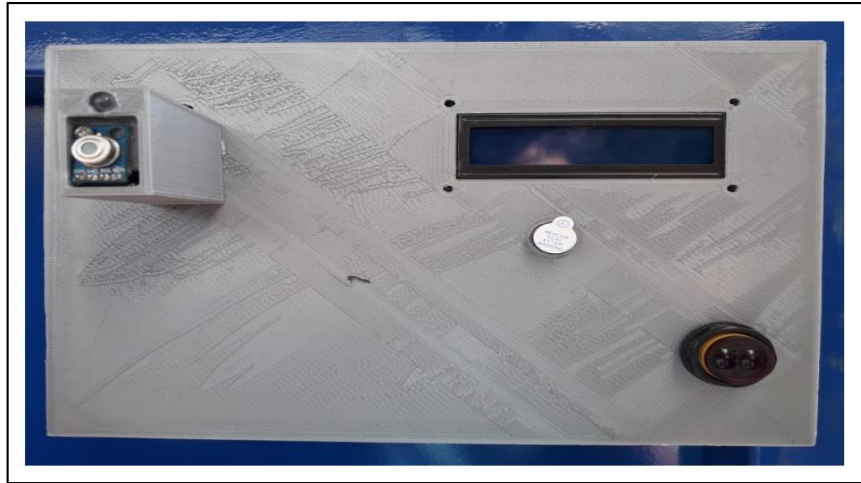


Figura 8. Medición de Temperatura corporal

2.8. Temperatura elevada

En caso de existir una elevada temperatura corporal de un usuario, se enciende una alarma sonora incluida en el sistema que solamente se activa al existir una alta temperatura corporal, inmediatamente aparece un mensaje en la pantalla LCD mostrando que tiene temperatura, como se muestra en la siguiente Figura 9.

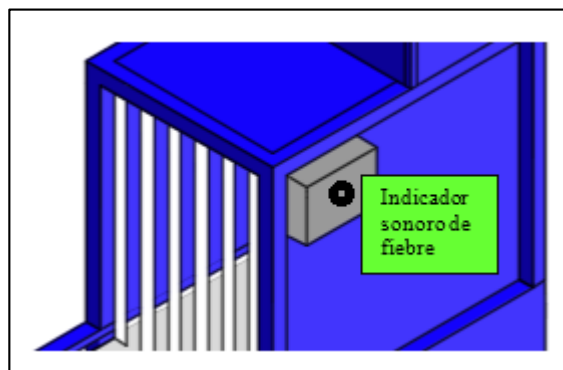


Figura 9. Indicador de fiebre

2.9. Área del generador de ozono

Para el área del generador de ozono se muestra en la siguiente Figura 10, se puede observar las mallas generadoras de ozono a partir de provocar un efecto corona para descomponer el oxígeno que circula entre las mallas.

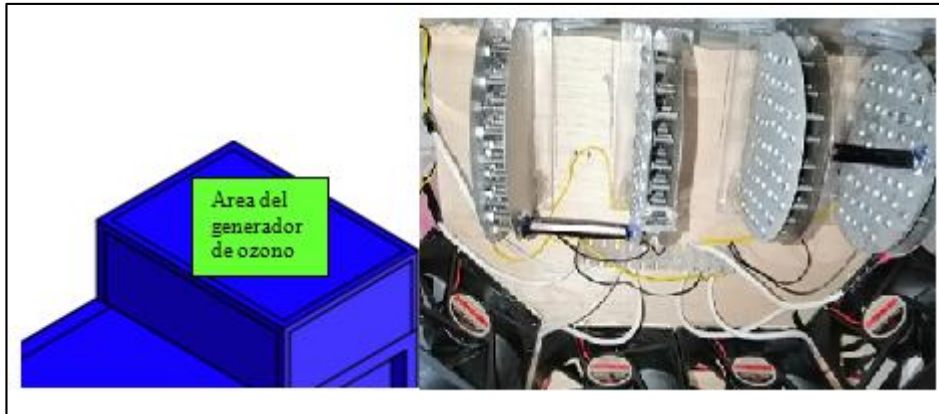


Figura 10. Ubicación del generador de ozono

2.10. Almacenamiento de datos

Para el almacenamiento de datos de temperatura corporal, se adquirió una licencia en la plataforma web ThingSpeak, la que permite tener datos históricos de la medición de temperatura hasta un aproximado de 2.300.000 datos, para ingresar se debe iniciar sesión con el siguiente usuario y clave:

Usuario: almacenamiento.datos19@gmail.com

Clave: Almacenamiento19

Como se muestra en la Figura 11, el acceso será exclusivo para el operador de la cabina con el propósito de únicamente realizar análisis de datos o para la exportación de datos en cualquier formato como Excel, Word, Pdf, Etc.

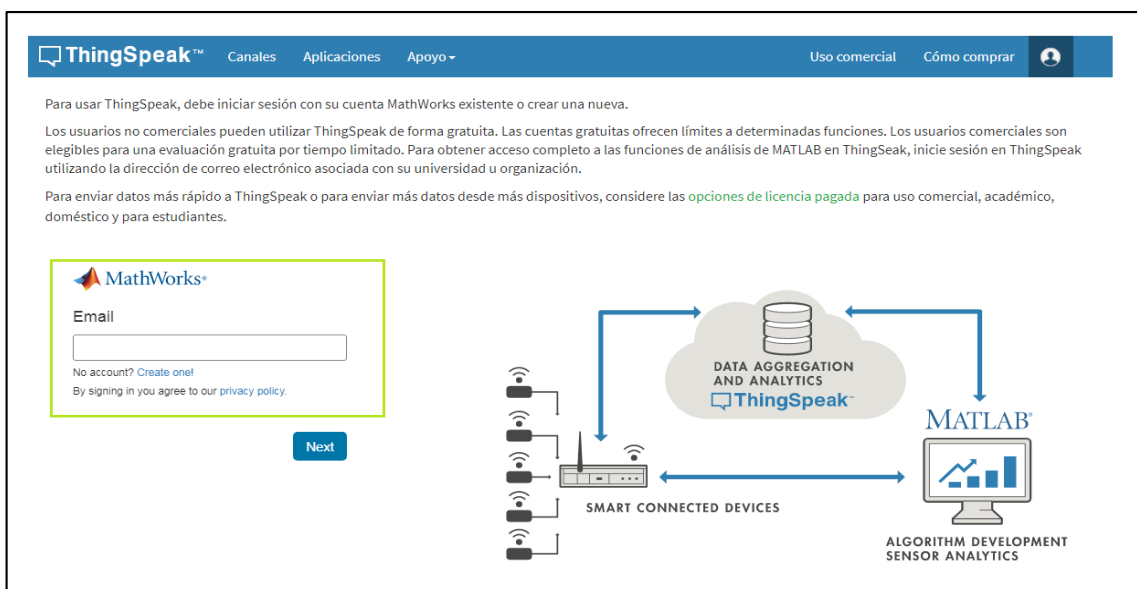


Figura 11. Plataforma web

2.11. Aplicación celular

Para acceder a la visualización en tiempo real de los datos temperatura corporal, se hace uso de una App llamada ThingView- ThingSpeak viewer, que está disponible en la tienda de play store para android, únicamente se debe descargar la App e iniciar introduciendo el ID de canal que es 1075570, como se muestra en la siguiente Figura 12



Figura 12. ID de canal

2.12. Calibración en la Pantalla HMI

Para la calibración de los tiempos de exposición se consideró añadir en la interfaz de la pantalla HMI un campo donde se puede configurar los tiempos de exposición, como también la activación del sensor de movimiento. Como se muestra a continuación.

Para acceder a las configuraciones se necesita digitar una clave en la interfaz principal de la pantalla para tener acceso a configuraciones como el tiempo de exposición, la figura 13 muestra el modo para introducir la clave.

Clave: 3333



Figura 13. Acceso a las configuraciones

Tiempo de exposición

Dentro de la Interfaz de la pantalla HMI se puede seleccionar la configuración del tiempo de exposición y configurar la misma como se muestra en siguiente Figura.

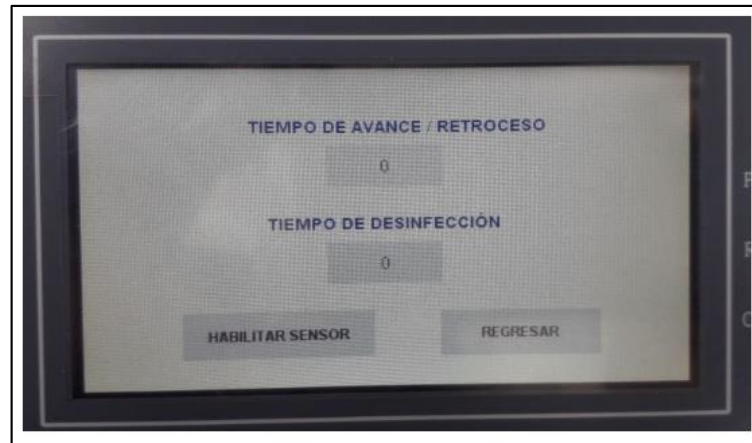


Figura 14. Configuraciones de tiempo

2.13. Activación del sensor de movimiento

Para habilitar el sensor de movimiento se puede acceder desde la misma interfaz de la pantalla HMI, igualmente accediendo a las configuraciones y digitando la clave.

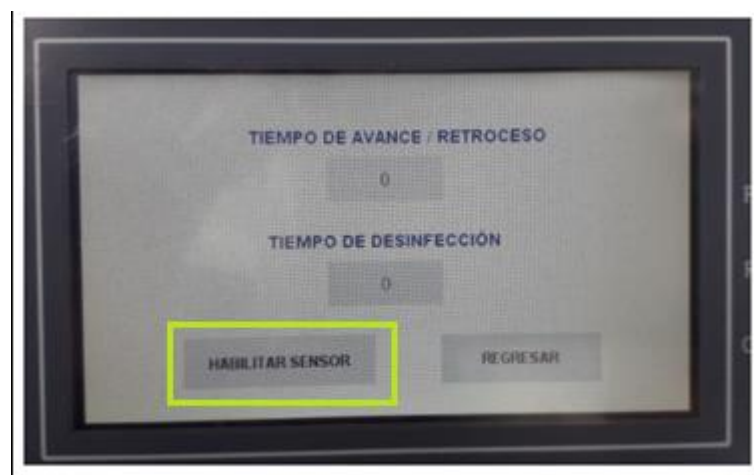


Figura 15. Habilitar sensor

3. INSTALACIÓN EN AMBIENTES

3.1. Ambientes interiores

Es exclusivo para ambientes interiores, debido a que contiene elementos eléctricos y electrónicos, que al contacto con el agua pueden ocasionar que los módulos se dañen, en la Figura 16 se muestran los módulos

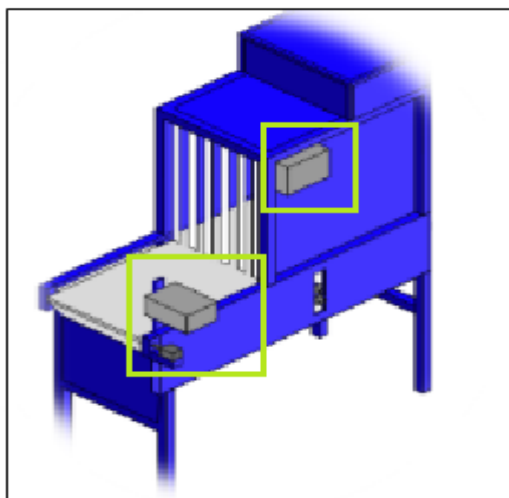


Figura 16. Módulos

3.2. Ambiente exteriores

No utilizar en ambientes exteriores lluviosos, debido a que contiene elementos eléctricos y electrónicos, que al contacto con el agua pueden ocasionar que los módulos se dañen. En la figura 14 prohíbe la instalación de la cabina de desinfección en exteriores.



Figura 17. Prohibidos exteriores

3.3. Restricciones de uso

Restringido para usuarios menores de 6 años.



Figura 18. Prohibición de uso

4. MANTENIMIENTO

4.1. Gabinete Eléctrico

En el gabinete eléctrico se incorporó todos los elementos principales para el control y automatización de la cabina como es el PLC FX3U, ¡Logo! Power conjuntamente con su respectiva protección, también posee un pulsador de paro de emergencia, como se muestra en la siguiente Figura 19.



Figura 19. Gabinete Eléctrico

Para un mantenimiento ya sea preventivo, se adjunta las programaciones utilizadas para la automatización de la cabina de desinfección tanto para la banda transportadora como para el sistema de medición de temperatura corporal.

4.2.Programación para el sistema de la banda transportadora

Para la programación del sistema de la banda transbordador, se inicia definiendo los pines que se va utilizar como se muestra en la siguiente figura 20.

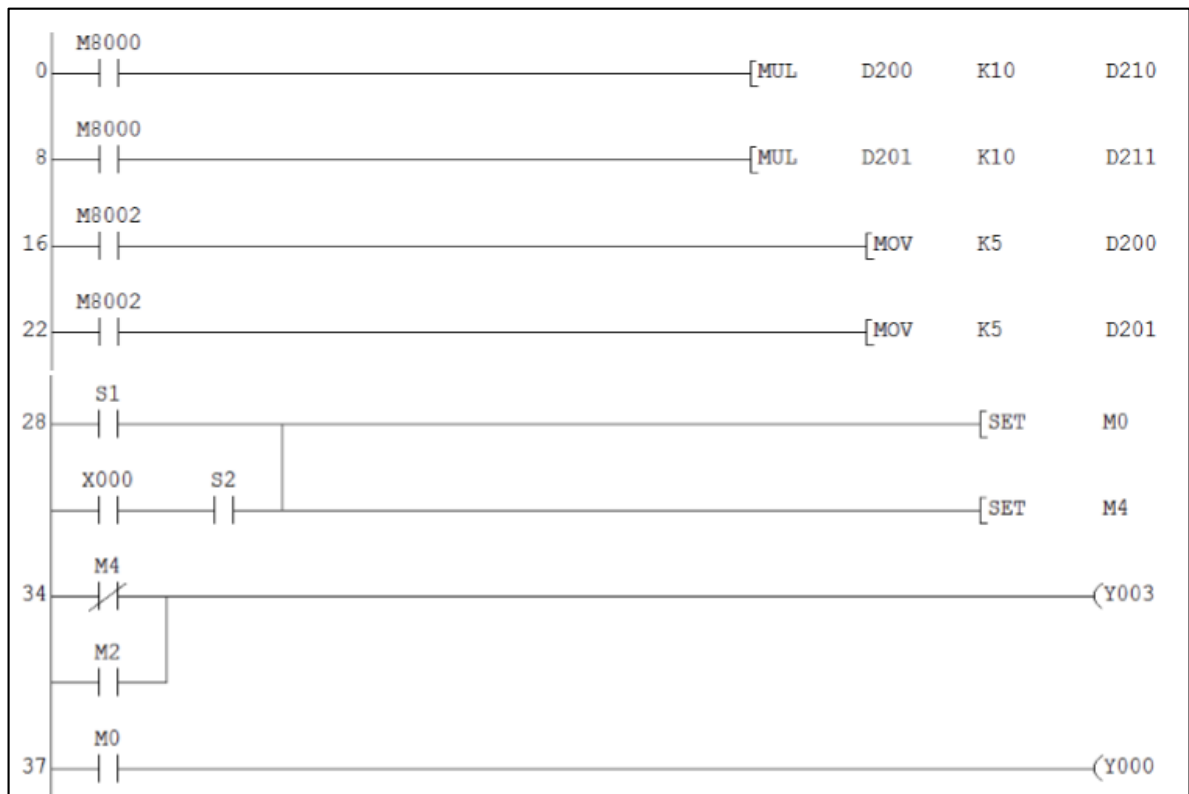


Figura 20. Contactos definidos para el PLC

Se definen los pines que serán de entrada y los pines que serán de salida figura 21

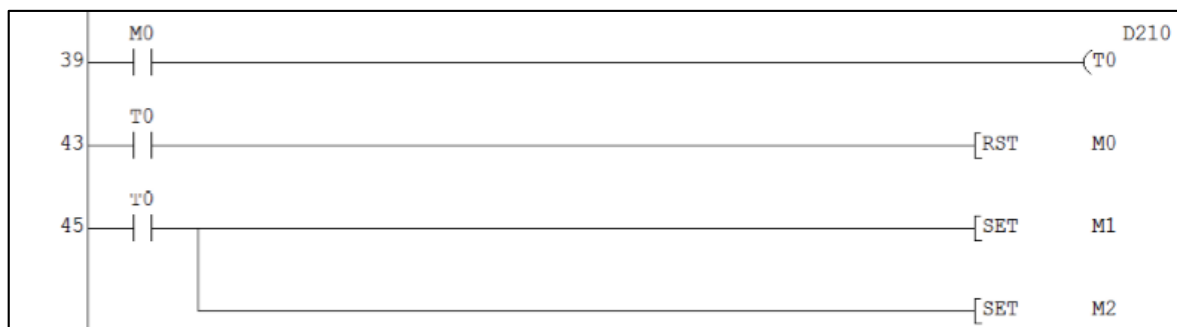


Figura 21. Pines de entrada y salida

La programación lee la entrada del sensor o entrada de pulso en la pantalla HMI, si es que defecto una presencia o pulso manda activar la banda transportadora en modo automático figura 22.

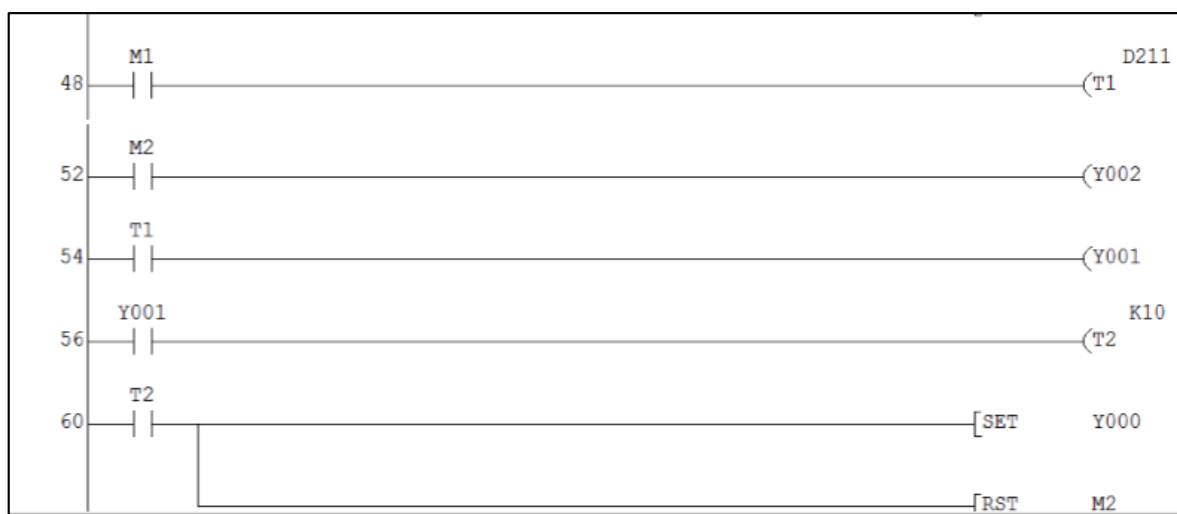


Figura 22. Fracción de la programación cuando el sensor se activa

En la siguiente grafica de programación se puede hacer énfasis en la distancia para el recorrido de la banda transportadora. En la programación se puede observar un T1 y T2, donde T1 es el tiempo que tarda la banda transportadora en hacer todo el recorrido y T2 corresponde al tiempo se exposición del objeto dentro de la cámara de desinfección como se muestra en la figura 23. Cabe recalcar que los tiempos tienen un enlace directo con la pantalla HMI, en donde se puede cambiar los tiempos de exposición. T2

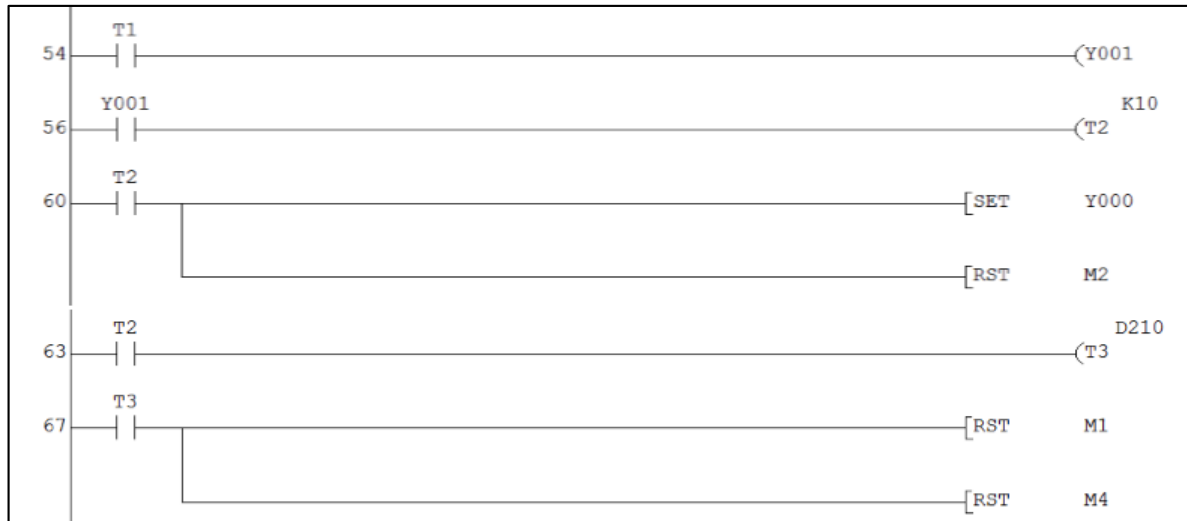


Figura 23. Fracción de programación para los tiempos

Por ultimo tenemos la línea final de la programación la que permite desconectar el driver de la fuente, para que su accionamiento se produzca exclusivamente cuando capte órdenes de inicio ya sea manual o automático figura 24.

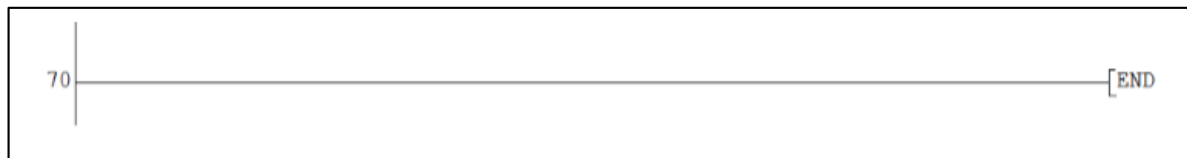


Figura 24. Programación correspondiendo a la banda transportadora

4.3.Programación para el sistema de temperatura corporal

Para la programación del sistema de medición de temperatura corporal, se inicia activando las funciones de wifi y protocolo de comunicación la misma que permitirá anclarse a una red inalámbrica para recibir los datos y alojarlos en la plataforma web, figura 25.

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_MLX90614.h>
Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614();
```

Figura 25. Funciones wifi y protocolo de comunicación

Posterior mente se activa las librerías para la pantalla LCD, posterior se identifica los pines a utilizar, en puede visualizar en la figura 26.

```

#include <LiquidCrystal.h>
const int rs = 9, en = 8, d4 = 7, d5 = 6, d6 = 5, d7 = 4;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);
//*****//
int pinSensor =10;
int LUZ_ROJA =11;
int BUZZER =12;

```

Figura 26. Librerías de la pantalla LCD y pines a utilizar

Para vincular el arduino con la plataforma donde se alojan los datos, se puede modificar en la programación donde se observa el ID de la red y la clave las mismas que se pueden ser modificar para ser usada en diferentes redes wifi.

```

#include <SoftwareSerial.h>
#define RX 2
#define TX 3
String AP = "AREA_51"; // AP NAME
String PASS = "@@123Any"; // AP PASSWORD
String API = "U8KVJX7ZGXW8W7MP"; // Write API KEY
String HOST = "api.thingspeak.com";
String PORT = "80";
String field = "field1";
String field1 = "field2";
int countTrueCommand;
int countTimeCommand;
boolean found = false;
float valSensor ;
int valSensor1 = 1;
SoftwareSerial esp8266(RX,TX);
.....

```

Figura 27. Fracción de programación correspondiendo al protocolo de comunicación

Posteriormente se definen los pines de salida y pines de entrada figura 28.

```

pinMode(pinSensor, INPUT);
pinMode(LUZ_ROJA, OUTPUT);
pinMode(BUZZER, OUTPUT);
mlx.begin();
Serial.begin(9600);
esp8266.begin(115200);

```

Figura 28. Pines de entrada y salida

Verificación de conectividad a una red wifi para la transferencia de datos figura 29.

```

sendCommand("AT", 5, "OK");
sendCommand("AT+CWMODE=1", 5, "OK");
sendCommand("AT+CWJAP=\"" + AP + "\", \"" + PASS + "\"", 20, "OK");

```

Figura 29. Verificación si hay conexión wifi

La programación de mensaje de bienvenida que se muestre en la pantalla LCD, figura 30.

En la programación se puede optar por cambiar el texto o a su vez modificarlo de acuerdo al requerimiento del operador de la cabina.

```
lcd.begin(16, 2);
lcd.print("UNIVERS_TECNICA ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("      COTOPAXI      ");
delay(5000);
lcd.clear();
lcd.print(" MEDICION_TEMPER");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("      CORPORAL      ");
delay(100);
void loop() {
  lcd.clear();
  lcd.print(" MEDICION_TEMPER");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("      CORPORAL      ");
```

Figura 30. Texto de bienvenida e indicaciones

Si al momento de que el sensor de temperatura corporal capta una temperatura elevada es decir si sobre pasa los 37.2 °C, el sistema lo considera como fiebre y manda activar un indicador sonoro e inmediatamente lo muestra en la pantalla LDC. Figura 31.

En esta fracción de programación se puede calibrar la temperatura estándar para que no se active la alarma de fiebre.

```
if (valSensor >= 37.5)
{
  lcd.clear();
  digitalWrite(BUZZER,HIGH);
  lcd.print(" USTED TIENE ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("      FIEBRE      ");
  delay(5000);
  lcd.clear();
}
```

Figura 31. Programación para lectura de temperatura corporal

Si el sensor detecto la presencia de un usuario:

- a) Envía el mensaje de instrucción de uso a la pantalla LCD

Para esta fracción de programación se puede observar los códigos para la visualización de las instrucciones y pasos a seguir para la utilización del sistema de medición de temperatura, aquí se puede modificar las instrucciones y textos que el operador desee que se visualicé en la pantalla LCD.

```

lcd.clear();
lcd.print("  BIENVENIDO  ");
delay(2000);
lcd.clear();
lcd.print("MEDICION_TEMPER");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("  CORPORAL  ");
delay(2000);
lcd.clear();
lcd.print("ACERQUE SU FRENTE");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("SOBRE LA LUZ ROJA");
delay(4000);
lcd.clear();
lcd.print("MANTENGASE A 2CM");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("DURANTE 3 SEGUN");
delay(4000);
lcd.clear();
digitalWrite(LUZ_ROJA,HIGH);
lcd.print("ACERQUESE AHORA");
//valSensor = (mlx.readObjectTempC());
delay(3000);

```

Figura 31. Fracción de programación para se visualice el texto en la pantalla LCD

- b) Se enciende el sensor de medición de temperatura corporal conjuntamente con un indicador de luz led roja

En la siguiente figura se muestra las líneas de programación el momento que el sensor de movimiento detecta una presencia inmediatamente envía una señal para que el sensor de temperatura entre en activación conjuntamente con un indicador red roja, para que el usuario pueda medir su temperatura corporal.

```

String getData = "GET /update?api_key="+ API +"&"+ field +"="+String(mlx.readObjectTempC());
delay(1000);
sendCommand("AT+CIPMUX=1",5,"OK");
sendCommand("AT+CIPSTART=0,\"TCP\", \"\"+ HOST +"\", "+ PORT,15,"OK");
sendCommand("AT+CIPSEND=0," +String(getData.length()+4),4,">");
esp8266.println(getData);delay(1500);countTrueCommand++;
sendCommand("AT+CIPCLOSE=0",5,"OK");

```

Figura 32. Sección de programación para activar el sensor de temperatura

- c) Mide la temperatura corporal y envía los datos medidos a la pantalla LCD

En las siguientes líneas de programación se muestra el proceso de lectura de temperatura corporal mediante el sensor, posteriormente la lectura de temperatura se muestra en la pantalla LCD, para la lectura de la temperatura está programada para que sea en °C, envía los datos medidos a la plataforma de almacenamiento ThingSpeak.

```
delay(2500);
lcd.clear();
digitalWrite(LUZ_ROJA,LOW);
lcd.print("  TEMPERATURA  ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(mlx.readObjectTempC());
valSensor=mlx.readObjectTempC();
lcd.setCursor(5,1);
lcd.print(" *C");
delay(10000);
```

Figura 33. Líneas de programación correspondiente al funcionamiento del sensor de temperatura

Para el caso que el sensor de temperatura capte una temperatura superior a 37,5°C, el sensor inmediatamente manda una señal de alerta mediante un sonido efectuado por un buzzer incorporado al sistema y la pantalla LCD muestra el mensaje de fiebre. Esto se muestra en las siguientes líneas de programación en la figura 34.

```
if (valSensor >= 37.5)
{
  lcd.clear();
  digitalWrite(BUZZER,HIGH);
  lcd.print("  USTED TIENE  ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("    FIEBRE    ");
  delay(5000);
  lcd.clear();
}
```

Figura 34. Programación para una alerta de fiebre