



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS
ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

TEMA:

**DISPOSITIVO REMOTO PARA DESINFECCIÓN DE ENTORNOS CERRADOS
MEDIANTE LUZ ULTRAVIOLETA**

Proyecto de Titulación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

AREA: Electrónica y Comunicaciones

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Tecnologías de la Información y Sistemas de Control

AUTOR: Henry Pavel Tipanquiza Duque

TUTOR: Ing. Edgar Patricio Córdova. Mg.

AMBATO- ECUADOR

Marzo 2021

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor de Trabajo de Investigación sobre el tema: “DISPOSITIVO REMOTO PARA DESINFECCIÓN DE ENTORNOS CERRADOS MEDIANTE LUZ ULTRAVIOLETA”, elaborado por el señor Henry Pavel Tipanquiza Duque, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato Marzo,2021



Firmado electrónicamente por:
**EDGAR PATRICIO
CORDOVA CORDOVA**

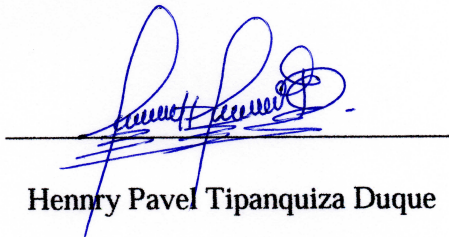
Ing. Edgar Patricio Córdova. Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente proyecto de investigación titulado: “DISPOSITIVO REMOTO PARA DESINFECCIÓN DE ENTORNOS CERRADOS MEDIANTE LUZ ULTRAVIOLETA”, es absolutamente original, autentico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato Marzo, 2021



Henry Pavel Tipanquiza Duque

CI: 0503960908

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Henry Pavel Tipanquiza Duque estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado “DISPOSITIVO REMOTO PARA DESINFECCIÓN DE ENTORNOS CERRADOS MEDIANTE LUZ ULTRAVIOLETA”, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidenta del Tribunal.

Ambato Marzo,2021



Firmado electrónicamente por:
**ELSA PILAR
URRUTIA**

Ing. Pilar Urrutia, Mg.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**CARLOS DIEGO
GORDON GALLEGOS**

Dr. Carlos Gordon Mg.

DOCENTE CALIFICADOR



Firmado electrónicamente por:
**FREDDY GEOVANNY
BENALCAZAR
PALACIOS**

Dr. Freddy Benalcazar Mg.

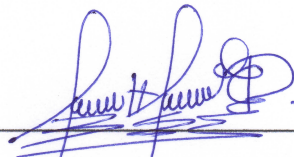
DOCENTE CALIFICADOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato Marzo,2021



Henry Pavel Tipanquiza Duque

CI: 0503960908

AUTOR

DEDICATORIA

Cada persona forja su camino y durante un largo trayecto tiene momentos altos y bajos, pero siempre existen personas que te apoyan no dejándote caer nunca, dedico este trabajo de titulación a cada una de las personas que me acompañaron, apoyaron y sobre todo me permitieron ingresar y formar parte de su vida, aunque sea por periodos cortos de tiempo.

A mi familia que siempre confió en mí, mis queridos padres que en busca de un mejor futuro por sus hijos hicieron hasta lo imposible por verlos triunfar, a mis hermanas porque ni la distancia, ni la muerte puede romper ese lazo de amor incondicional de hermanos, a mis primos y primas queridas que siempre depositaron en mi ese cariño y aprecio que va más allá de un apego familiar.

A mis amigos, compañeros de vida y docentes de la universidad por acoger a un foráneo en tierras ajenas, y considerarme uno más de los suyos, sobre todo a JUAN CARLOS “Chester”, que su mayor sueño fue graduarnos sé que estas allá arriba en un mejor lugar junto con mi hermana “DANIELITA”, Dios le pague por haberme dejado compartir contigo tantos momentos amenos.

Sobre todo, a mí por haber luchado tanto por cumplir este sueño, que no fue fácil, pero es tan satisfactorio, Dios le pague Pavel por jamás darte por vencido y seguir adelante a pesar de los tropiezos.

Henry Pavel Tipanquiza Duque

AGRADECIMIENTO

Al creador por darme vida, salud, familia y amigos para luchar cada momento y seguir adelante formándome como un mejor profesional, sobre todo una mejor persona.

A mis padres por el amor, el apoyo incondicional y cada una de las enseñanzas que supieron inculcarme para ser un hombre de lucha, honesto, humilde y sobre todo dando el ejemplo de que nada es imposible si uno confía en sí mismo.

A mi familia, que grato es tener una familia tan extensa, que todos nos llevemos tan bien y estemos unidos a pesar de todo, Dios le pague por considerarme un hijo más en cada uno de los hogares de mis tíos, agradezco el apoyo de cada uno de mis primos sobre todo mis primas queridas por ese cariño y aprecio de corazón las quiero.

A los docentes de cada uno de los centros educativos en los que me formé hasta llegar aquí, sobre todo los profesores, personal administrativo de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones por inculcarme valores, conocimientos y ética profesional que me servirán día a día de aquí en adelante en mi vida.

A mis amigos que me dieron entrada en cada una de sus vidas haciendo esta experiencia universitaria más amena, más satisfactoria, Dios le pague por su amistad incondicional, sobre todo por ese apoyo y consejo de hermanos que aportaron siempre en beneficio de mi lucha continua.

Henry Pavel Tipanquiza Duque

INDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
INDICE GENERAL.....	viii
INDICE DE TABLAS	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I.....	1
1. MARCO TEÓRICO.....	1
Tema de Investigacion	1
Antecedentes investigativos.....	1
1.1.1 Contextualización del Problema	3
1.1.2 Fundamentación Teórica.....	5
Robótica	5
Robots móviles.....	6
El robot y su funcionamiento	7
Desinfección.....	11
Métodos de limpieza y desinfección de superficies y entornos inmediatos...	12
Principios de limpieza y desinfección del entorno inmediato.....	13
La radiación ultravioleta	16
La luz ultravioleta y su efecto en la inactivación de microorganismos	17

Dosis de destrucción microbiana	18
Tiempo de acción	19
Utilización de la radiación ultravioleta para desinfección	19
Objetivos	20
CAPÍTULO II	23
2. METODOLOGÍA	23
Materiales.....	23
Métodos.....	23
2.1.1 Modalidad de la Investigación	23
2.1.2 Recolección de la Información.....	24
2.1.3 Procesamiento y Análisis de Datos	24
2.1.4 Desarrollo del Proyecto.....	24
CAPÍTULO III.....	26
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
Análisis y discusión de los resultados	26
3.1.1 Desarrollo de la Propuesta	26
Equipos de Control.....	31
Diseño y determinación de los requerimientos de un motorreductor	35
Equipos de Manejo RF.....	42
Equipo de Procesamiento	44
Equipo de video.....	48
Fuentes de alimentación.....	51
3.1.2 Implementación del dispositivo	54
3.1.3 Manual de buenas prácticas	62
3.1.4 Manual de Usuario	62
3.1.5 Costo del prototipo.....	66
3.1.6 Cálculo de UVC para desinfección ultravioleta.....	68

Características del prototipo.....	69
3.1.7 Validación del Prototipo	70
CAPÍTULO IV.....	75
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
Conclusiones	75
Recomendaciones.....	76
MATERIAL DE REFERENCIA	77
Referencia Bibliográfica	77
ANEXOS.....	83
Anexo 1	83
Anexo 2	84
Anexo 3	85
Anexo 4	86
Anexo 5	89
Anexo 6	90
Anexo 7	91
Anexo 8	92
Anexo 9	93
Anexo 10.....	94

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tecnología inalámbrica a utilizar.....	28
Tabla 2 Sistema de Control.....	29
Tabla 3 Componentes del prototipo móvil.....	30
Tabla 4 Comparativa de Inversores.....	32
Tabla 5 Especificaciones Inversor Truper.....	33
Tabla 6 Módulo Relé.....	34
Tabla 7 Comparativa de Motores DC	35
Tabla 8 Motor reductor	37
Tabla 9 Características del Módulo L298N	39
Tabla 10 Comparativa de Lámparas UVC	39
Tabla 11 Lámpara germicida	40
Tabla 12 Balastro Electrónico.....	41
Tabla 13 Comparativa equipos RF.....	42
Tabla 14 HK-GT2B 3CH 2.4GHz Transmisor	43
Tabla 15 HK-GT2B 3CH 2.4GHz Receptor	44
Tabla 16 Comparativa entre diferentes Microcontroladores.....	45
Tabla 17 Arduino ATmega 2560	46
Tabla 18 14 Eachine TX801	49
Tabla 19 Módulo de Receptor UVC FPV OTG 5,8G 150 Canales	50
Tabla 20 Minicámara 1200TVL.....	50
Tabla 21 Comparativa alimentación	52
Tabla 22 Presupuesto	67
Tabla 23 Presupuesto General del Proyecto.....	68
Tabla 24 Estadística descriptiva de los tiempos parciales de las tareas de desinfección de habitación de 10 m ²	71
Tabla 25 Estadística de tiempos de desinfección con luz UV	72
Tabla 26 Tabla de resultados.....	73

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Evolución de la robótica [12] Elaborado por: Investigador	5
Figura 2 Sistemas robóticos[14].....	7
Figura 3 Enfoque de las cuatro palabras Elaborado por: Investigador	9
Figura 4 AutoCAD Elaborado por: Investigador.....	11
Figura 5 Desinfección [18].....	12
Figura 6 Espectro radio eléctrico de la Luz UV	16
Figura 7 Esquema general.....	26
Figura 8 Sistema de Control.....	29
Figura 9 Distribución para la selección de equipos	31
Figura 10 Esquema Inversor	32
Figura 11 Inversor de corriente Truper [39]	33
Figura 12 Módulo Relé De 2 Canales[41]	34
Figura 13 Motor reductor de 12V 300 rpm [42]	37
Figura 14 Módulo L298N puente H driver motores [44].....	38
Figura 15 Lámparas Germicidas UV-C [45].....	40
Figura 16 Balastro Electrónico [45].....	41
Figura 17 HK-GT2B 3CH 2.4GHz Transmisor [46]	43
Figura 18 HK-GT2B 3CH 2.4GHz Receptor [46]	44
Figura 19 Arduino ATmega 2560 [47]	45
Figura 20 Editor Arduino IDE	47
Figura 21 Eachine TX801 5,8G 72CH 0,01 mW 5mW 25 mW, 50 mW, 100 mW, 200 mW, 400 mW, 600mW cambió AV VTX transmisor FPV[48]	48
Figura 22 Módulo de Receptor UVC FPV OTG 5,8G 150 Canales [48]	49
Figura 23 Minicámara 1200TVL [48].....	50
Figura 24 Turnigy Bateria LiPo Elaborado por: Investigador.....	52
Figura 25 Bateria Ácido- Plomo Elaborado por: Investigador	53
Figura 26 Base Inferior	54
Figura 27 Base Intermedia	54
Figura 28 Base superior	55
Figura 29 Soporte Principal	55
Figura 30 Prototipo ensamblado	55

Figura 31 Base inferior del prototipo	56
Figura 32 Parte intermedia del prototipo	56
Figura 33 Base superior del prototipo.....	57
Figura 34 Colocación de motores DC.....	57
Figura 35 Bases para balastos electrónicos.....	58
Figura 36 Prototipo con tubo de aluminio.....	58
Figura 37 Prototipo con tubo acero inoxidable	59
Figura 38 Circuito Electrónico.....	59
Figura 39 Estructura final del prototipo	60
Figura 40 Circuito Electrónico.....	60
Figura 41 Diagrama de proceso	61
Figura 42 Control ON/OFF.....	63
Figura 43 Mando de Control.....	63
Figura 44 Sentido de Giro.....	63
Figura 45 Avance/ Retroceso	64
Figura 46 Recepción de video.....	64
Figura 47 Recepción de video.....	64
Figura 48 Prototipo	65
Figura 49 Interruptores de flujo de voltaje.....	65
Figura 50 Calculadora de dosis de UV-C	69
Figura 51 Cálculo de tiempo recomendado [52].....	71
Figura 52 laboratorio Clínico ViveLab	72
Figura 53 Resultados Elaborado por: Investigador.....	74
Figura 54 Arduino Mega.....	83
Figura 55 Plano de Recorrido Elaborado por: Investigador	86
Figura 56 determinación del lugar de desinfección	86
Figura 57 ubicación del dispositivo	86
Figura 58 Centro de control	87
Figura 59 Puesta en marcha de la desinfección	87
Figura 60 Monitoreo y control del dispositivo.....	88

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto de investigación presenta el desarrollo de un prototipo para la desinfección de pequeños espacios cerrados, mismo que utiliza un sistema mecánico electrónico para disminuir el esfuerzo humano en el desarrollo de las tareas de desinfección permitiendo de esta manera reducir considerablemente el tiempo que se ocupa en realizar la desinfección de estos espacios.

El uso de la luz UVC ha tomado auge en los últimos años y con mayor fuerza durante la pandemia del Covid-19 por lo que muchas empresas han desarrollado diferentes dispositivos donde su base principal de funcionamiento gira alrededor de la luz UVC, por tanto, se desarrolló de un prototipo en base a este tipo de luz ya que permite mejorar los niveles de desinfección de acuerdo con las características especiales que posee.

El material usado para la construcción del dispositivo es acero inoxidable, debido a la adaptabilidad, estética y dureza del prototipo, así como también se han implementado fragmentos de impresiones 3D para complementar adaptaciones de equipos, sistemas, tecnología actual y reducir considerablemente equipos manufacturados por grandes compañías.

El uso de hardware libre juega un papel importante en el dispositivo ya que permite su control y manejo mediante la tarjeta de desarrollo Arduino, de periféricos compatibles con la tarjeta mencionada, con el propósito de disminuir costes se utilizó la tecnología de radio frecuencia.

El sistema fue probado y desarrollado para uso domiciliario, para comprobar su funcionalidad y cumplimiento de los objetivos planteados se desarrollaron pruebas de control y manejo, así como también se verificó su correcto funcionamiento, además de realizar una prueba de laboratorio controlada mediante el uso del sistema.

Palabras clave: Desinfección, Espacios cerrados, Luz UV-C, dispositivo remoto.

ABSTRACT

The research project presents the development of a prototype for the disinfection of small closed spaces, which uses an electronic mechanical system to reduce human effort in the development of disinfection tasks, thus allowing a considerable reduction in the time spent in perform the disinfection of these spaces.

The use of UVC Light has boomed in recent years and with greater force during the Covid-19 pandemic, so many companies have developed different devices where their main operating base revolves around UVC light, therefore, has proposed the development of a prototype based on this type of light since it allows to improve disinfection levels according to the special characteristics it possesses.

The material used for the construction of this is stainless steel, due to the adaptability, aesthetics and hardness of the prototype, as well as fragments of 3D prints have been implemented to complement adaptations of equipment, systems, current technology and considerably reduce equipment manufactured by large companies.

The use of free hardware plays an important role in the device since it allows its control and management of it through the Arduino development card, as well as peripherals compatible with the mentioned card, with the purpose of reducing costs, radio frequency technology was used.

The system was tested and developed for home use, to verify its functionality and fulfillment of the objectives set, control and handling tests were developed, as well as its correct operation, in addition to performing a controlled laboratory test using the system.

Keywords: Disinfection, Closed spaces, UV-C light, remote device.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

Tema de Investigación

**DISPOSITIVO REMOTO PARA DESINFECCIÓN DE ENTORNOS CERRADOS
MEDIANTE LUZ ULTRAVIOLETA**

Antecedentes investigativos

En la actualidad el mundo vive una crisis sanitaria mundial sanitaria a causa del Covid-19, tenemos en nuestras vidas la presencia de un enemigo invisible. Es posible que una persona se contagie de la enfermedad al tocar una superficie u objeto que tenga el virus y luego se toque la nariz, la boca o los ojos; la facilidad de propagación del virus puede variar en dependencia de factores de comportamiento individual y colectivo que agravan o disminuyen su contagio.[1]

En el 2014, Evelin Gutiérrez en su proyecto de tesis “Efecto de la radiación ultravioleta sobre el crecimiento de *Nacillus* sp. Productor de celulasas”, demostró que la irradiación mediante luz ultravioleta tuvo un efecto bactericida sobre una población de *Bacillus* sp. Productor de celulasas; además que esta población describe una cinética de muerte en relación con el tiempo de exposición desde los 10s hasta las 60s.[2]

En 2012 Paulo Sánchez, María Arias, Johnny Armenta y Donato Salas en su publicación “Luz ultravioleta germicida y control de microorganismos ambientales en hospitales”. Evidenció el efecto germicida de la luz ultravioleta sobre hongos y bacterias, y como mejoró de manera significativa la calidad del aire. La ciencia no ha descubierto un microorganismo que sea resistente a los efectos de la radiación ultravioleta germicida.[3]

En 2016 Bedell, Buchaklian y Perlman en su estudio “Efficacy of an automated multi-emitter whole room UV-C disinfection system against Coronaviruses MHV and MERS-CoV”, durante una prueba de sensibilidad del MERS-Co una familia del Covid-19 a la luz UV-C los autores reportan que un tiempo de exposición a la luz UV-C de solo cinco minutos resultó en niveles indetectables del virus, que se mantuvieron hasta 30 minutos de exposición, concluyendo que la exposición de más de cinco minutos a las luz UV-C de gotas de virus MERS-Cov obtuvo una reducción porcentual del 99.99% [4]

En 2007 Walker and Ko evaluaron la susceptibilidad a la luz UC de 3 aerosoles virales, uno de ellos el coronavirus VHM mediante un cámara experimental de diseño. Se encontró que el coronavirus fue muy sensible a 254 nm de UV-C donde solo el 12% de los virus en aerosol permanecieron activos a una exposición a 599 uW s/cm² de UV-C. Concluyendo de esta manera que la desinfección usando 254 nm UV-C puede ser una herramienta efectiva para inactivar aerosoles virales. [5]

En eventos recientes la empresa Xenex ha publicado un reporte sobre un estudio de un robot basado en lámparas de xenón UVC donde se evidencia una reducción de la presencia de SARS-CoV-2 de cuatro ciclos logarítmicos en un tiempo de dos minutos. Es evidencia de la primea tecnología probada para la desinfección de SARS-Cov-2, y su validación se ha realizado en los laboratorios “Texas Biomedical Research Institute”, por lo que la empresa CLECE comercializa el robot de desinfección por xenón. [6]

Existen otros estudios realizados sobre la luz ultravioleta y sus efectos sobre SARS-CoV-2 pero por intereses comerciales su publicación está en duda, en CNB-CSIC se ha planeado la realización de validación de una propuesta de utilización de distintos rangos de luz UV-C para diversas aplicaciones en dependencia de los lugares en los que se pretenda utilizar.

1.1.1 Contextualización del Problema

Los procesos de desinfección y esterilización son realizados de manera diaria y frecuente en laboratorios u hospitales, su realización es fundamental para evitar contaminación del medio, instrumentos, cultivos, entre otros. Desde un punto de vista médico estos procesos comúnmente se desarrollan en instituciones de salud, porque son lugares donde existe un foco mayor de infección de enfermedades. En la actualidad la mayoría de la población se ha visto en la necesidad de implementar esta práctica como una actividad rutinaria como consecuencia de la aparición de nuevas enfermedades virales que ha obligado a las personas a implementar un ambiente más limpio, saludable y a su vez más habitable.[7]

Actualmente a nivel mundial y nacional son muchos los procesos y productos químicos usados para la desinfección y esterilización tanto en la epidermis, como en superficies y ambiente, es evidente la importancia que tiene una correcta desinfección de superficies que rodean un área ya sea de trabajo o de estar. Desde el mismo suelo hasta las superficies de uso cotidiano para diversas actividades como sillones, lámparas, teclados, mesas, etc.[8] La mayoría de estos productos usados con esta finalidad son desinfectantes en aerosol de alto nivel para superficies cercanas, así como también en líquido o toallitas impregnadas de elementos antisépticos.

El problema se basa en el deficiente proceso así como también la incorrecta manipulación de los productos químicos que se usan para la desinfección de superficies, debido a la existencia de factores que afectan la eficacia de la desinfección tales como: grado y localización de la contaminación, poco cuidado con los recipientes, resistencia innata de los microorganismos, concentración y actividad de los desinfectantes, factores químicos y físicos, entre otros.[9]

El uso de agentes químicos para la desinfección requiere obligatoriamente la presencia del ser humano si bien tiene sus aspectos positivos como una remuneración por la actividad, existen también negativos debido a la exposición a los mismos considerando la existencia de químicos altamente tóxicos, en casos mutagénicos y cancerígenos para los tejidos, irritan los ojos y las mucosas, así también la presencia del ser humano da origen al cometimiento de errores involuntarios como descuidos, desconcentración, etc. [7] Como consecuencia un defectuoso proceso de desinfección.

Por ende se ha optado como una alternativa de solución un campo estudiado pero muy poco explotado en este ámbito como es la radiación ultravioleta; aunque los estudios afirman que está es potencialmente dañina, es una radiación proveniente del sol con la que convivimos a diario.[10] Para las personas el término radiación viene asociado con destructivo o cancerígeno, pero a través del conocimiento y los avances tecnológicos el ser humano ha desarrollado aplicaciones que resultan ser beneficiosas en el ámbito de salubridad.

Desarrollar un dispositivo controlable que mediante luz ultravioleta permita tener un proceso de desinfección seguro y confiable que contribuirá a una casi nula participación humana en el espacio infeccioso, de igual manera disminuirá considerablemente el tiempo de desinfección, ya que su trabajo brindará un entorno saludable con el uso de menor cantidad de recurso tanto humanos como químicos.

1.1.2 Fundamentación Teórica

Robótica

La robótica analiza y estudia una clasificación particular de sistemas mecánicos “robots manipuladores” estos sistemas por su estructura mecánica permite realizar una amplia variedad de aplicaciones, en dependencia de su utilidad cargando una reprogramación. La palabra mecatrónica proviene del idioma inglés: mecha que significa mecánico, y tronics que denota la parte electrónica; por tanto, integra la mecánica para la electrónica en una tarea específica. [11]

La robótica intenta implementar sistemas autómatas a un nivel lógico, con razonamiento e inteligencia , que puedan desempeñar labores de los seres humanos; tareas específicas que requieren precisión y gran destreza, todo este con la finalidad de implantar dispositivos automáticos o de control a distancia los mismos que realicen trabajos de alto riesgo o a su vez imposibles para los seres humanos y con ello remplazar parcial o totalmente algunas labores realizadas por los humanos[11]

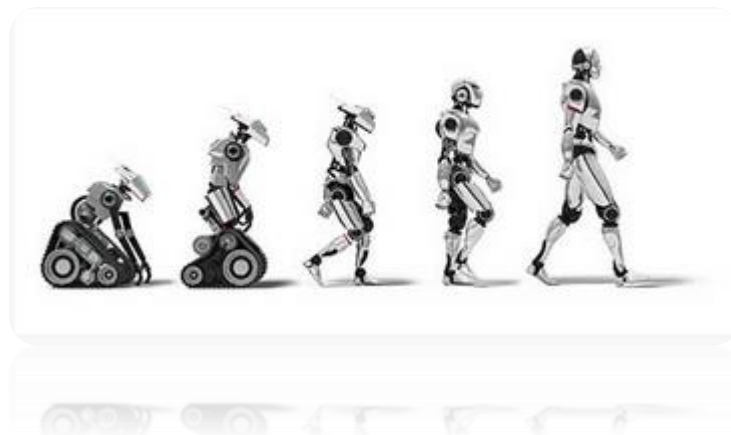


Figura 1 Evolución de la robótica [12]

Elaborado por: Investigador

En el artículo titulado “Rumaround” por Asimov de 1952, se postulan tres leyes de la robótica que siguen vigentes hasta la actualidad las mismas que son:

Leyes de la robótica: [13]

- Un robot no debe dañar a un ser humano, ni dejar que el ser humano sufra daño.
- Un robot debe obedecer las órdenes que le son dadas por un ser humano, excepto cuando estas órdenes estén en oposición a la primera ley.
- Un robot debe proteger su propia existencia, hasta el límite en que esta protección no entre en conflicto ni con la primera, ni la segunda ley.

Cuando la aportación literaria de Asimov llegó a su momento de auge este consideró necesario añadir una cuarta ley, antepuesta a todas las demás en la que afirma que un robot no debe actuar solo para complacer las necesidades individuales, sino más bien su accionar debe preservar el beneficio común de toda la humanidad.[13]

Robots móviles

La tecnología basada en robótica móvil es considerada un área avanzada manejadora de problemas de gran complejidad. Sus diversas estructuras aportan significantes ayudas en diversas aplicaciones de control, programación, inteligencia artificial, percepción e instrumentación, además de ser la base de innovadoras prácticas en áreas industriales, aportando inmensurables soluciones orientadas al desarrollo y mejoramiento de sistemas actuales, incluso de esta manera a este campo tecnológico le queda mucho camino por recorrer. [13]

De acuerdo con el diseño cada robot puede realizar actividades específicas y predeterminadas. El desarrollo de cada uno depende del interés investigativo del autor quién es el que conoce, diseña e implementa los prototipos. Entre las tareas realizadas por prototipos tenemos: [13]

- Operación en ambientes hostiles: refinerías, plantas químicas o nucleares.
- Realización de rutinas de mantenimiento y seguridad en caso de accidentes
- Inspección de tuberías terrestres y submarinas
- Reconocimiento de ambientes donde el hombre no puede acceder
- Realización de labores de construcción
- Vigilancia y seguridad

Entre otras actividades, en campos especiales militares y civiles.

El robot y su funcionamiento

Las principales características de un prototipo móvil es la versatilidad y el autoadaptabilidad. La primera implica la capacidad estructural de ejecutar varias tareas o ejecutar una misma tarea de diversas maneras. El autoadaptabilidad refiere a la facultad de alcanzar el objetivo a pesar de los imprevistos y perturbaciones a lo largo del entorno en el que desarrolla la tarea. Un robot operacional está constituido por cuatro sistemas relacionados entre sí: mecánico, sensorico, control y alimentación, cada uno con un propósito específico pero que en conjunto forman el correcto funcionamiento del dispositivo.[13]

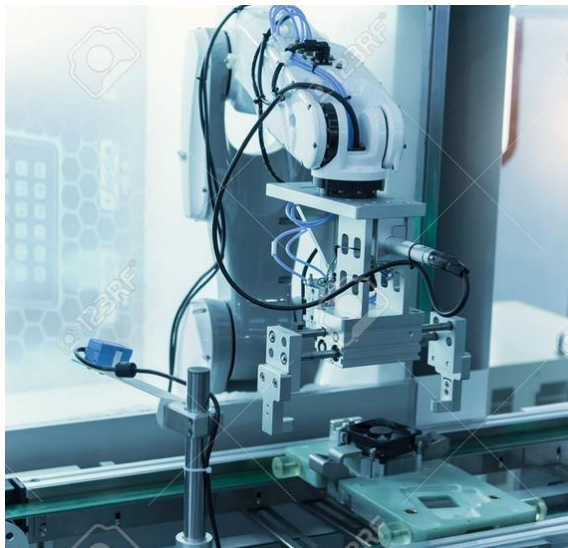


Figura 2 Sistemas robóticos[14]

Sistema Mecánico

El sistema mecánico del dispositivo está diseñado acorde a las tareas que realizará el prototipo, mismas que definen su capacidad de movimiento, superficie y características de operación. En diseño se debe tener en cuenta las propiedades físicas del dispositivo tales como peso, tamaño, modo de transporte, y la estabilidad del equipo. El sistema de locomoción de un robot móvil se define especialmente por su peso, dado que éste es el principal factor que afecta el movimiento, por tanto, define

la potencia de los motores para el desplazamiento. A su vez este peso involucra partes fundamentales tales como: el chasis, motores, baterías y sistema electrónico. En dependencia de su peso acumulado se debe elegir el material de construcción, los motores y la fuente de alimentación. [13]

Sistema Sensórico

Es el encargado de adquirir la información externa necesaria para el cumplimiento de las tareas definidas. Este utiliza los principios de los sentidos humanos para la captación de variables que serán procesadas e ingresarán como información al sistema de control. De acuerdo al entorno, el dispositivo se equipará con sensores acordes a las actividades que desarrollará él mismo.[13]

Sistema de Control

Es considerado el cerebro del dispositivo, es ahí donde se procesa la información ingresada al robot. Realizando tareas tales como: control de motores, manejo de información, dietas de alimentación, algoritmos de navegación y procesamiento mismo de la información. La realización de todas estas actividades viene relacionada con los conceptos utilizados en la robótica tales como: lógica difusa, inteligencia artificial, etc. [13]

Programación usada en Robótica

La lógica de programación utilizada en el área de la robótica es demasiado amplia y depende estrictamente del programador del equipo ya que él es el responsable de definir las actividades de cada uno de los sistemas que componen el dispositivo.[13]

Enfoque de las cuatro palabras

Para el desarrollo robótico se han empleado un sinnúmero de técnicas y métodos que ayudan en la implementación de robots, esta técnica es desarrollada para la construcción de prototipos inexistentes o renovadores, además de ser usados en la robótica educativa donde la clave es el proceso de desarrollo del robot, más allá de su aplicabilidad o funcionamiento. [15]



Figura 3 Enfoque de las cuatro palabras

Elaborado por: Investigador

De acuerdo con García-Castillejo en la robótica educativa y la educación preescolar, tratan de explicar que el proceso de desarrollo robótico se enmarca en la práctica de cuatro palabras: Imagina, Diseñar, Construir y Programar.

Imaginar: aplica en la robótica educativa, donde el individuo debe imaginar y debatir sobre cómo debería verse y funcionar el dispositivo, determinar de manera concreta el problema que solucionará su creación, las posibles habilidades, así como también cuáles serán las actividades que el dispositivo realizará para cumplir con los objetivos propuestos.[15]

Diseñar: con una idea más concreta del dispositivo a crear, es necesario la realización de un diseño implicando en este paso detallar de manera estricta el cómo se va a

construir, los materiales, los equipos, realización de bosquejos y de ser posible realizar una planimetría de este. Esta etapa favorece al proceso de plasmar las ideas imaginadas y convertirlas en ideas concretas. Es necesario recurrir a conocimientos previos e invertir cierta cantidad de tiempo a actividades necesarias para un correcto diseño del prototipo.[15]

Construir: después de la imaginación y el diseño lo que procede es la construcción del dispositivo, para lo cual es necesaria la conjugación de habilidades teóricas y motrices, además de seguir una lógica de construcción, que reivindica los procesos anteriores con la construcción del dispositivo.[15]

Programar: los mecanismos construidos no pueden ejecutar las acciones para las cuales fueron implementados sin antes existir un código de programación implementado en su procesador, es necesario la utilización de software computacional. El desarrollo de un código de programación y el análisis estructural de las actividades programadas para el dispositivo mejora el pensamiento lógico, se deben emitir comandos que en conjunto lleguen a cumplir el objetivo principal de la creación del dispositivo. La lógica de programación, el tipo de lenguaje es de libre albedrío para él o los individuos que lo realicen.[15]

Dichos principios se desarrollan como un procedimiento para la construcción de un dispositivo robótico, si bien se muestran como un proceso ordenado que sigue una secuencia estricta, este procedimiento no es lineal, es decir son acciones que interactúan entre sí.[15]

AutoCAD

AutoCAD es un software de diseño asistido por computadora por sus siglas CAD, creado por una empresa norteamericana especializada en diseño denominada Autodesk.[16]

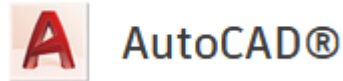


Figura 4 AutoCAD

Elaborado por: Investigador

Es mayormente utilizado para crear diseños de dibujo en 2D o 3D de cualquier tipo de proyectos que requiera un diseño o plano especializado, proporciona herramientas de diseño mediante componentes de ingeniería, infraestructuras con precisión, permite incrustar plantillas de diseño y se funciona con otras aplicaciones de Autodesk. .[16]

Características funcionales: .[16]

- Permite la edición fácil mediante el uso de comandos recurrentes como cortar, copiar, pegar, estirar.
- Permite crear diseños con dimensiones mínimas con alta precisión y la cantidad de decimales.
- Permite el modelado 3D, así como características de impresión de mismo escalado, permitiendo la visualización anterior a la impresión.
- Autoguardado y guardado por versiones, permitiendo mejorar revisiones y modificaciones.

AutoCAD para estudiantes es la versión desarrollada para estudiantes universitarios que mantienen una cuenta de correo institucional permitiendo adjuntar una licencia de 1 a 3 años, gratuita para el usuario de la versión.

Desinfección

La desinfección es la agrupación de medidas y métodos destinados a eliminar o destruir agentes infecciosos causantes de enfermedades y que están depositados en el medio ambiente. Es una medida que se implementa para modificar las condiciones ambientales e interrumpir la contaminación microbiana de espacios específicos, ayudando a la preservación de la salud de las personas.[17]



Figura 5 Desinfección [18]

Niveles de desinfección:

Desinfección de alto nivel (D.A.N.): El propósito principal es destruir a todos los microorganismos, en condiciones específicas es capaz de esterilizar un ambiente, se usan productos especiales como: orthophthaldehído, glutaraldehído, dióxido de cloro, formaldehído, entre otros. [19]

Desinfección de nivel intermedio (D.I.N.): Su capacidad de letalidad implica solo bacterias vegetativas y algunas esporas bacterianas, los productos utilizadas para este tipo de desinfección son: fenoles e hipoclorito de sodio. [19]

Desinfección de bajo nivel (D.B.N.): En este caso los agentes químicos utilizados solo eliminan bacterias vegetativas, hongos y algunos virus en un periodo corto de tiempo menos de 10 minutos, los utilizados son: el grupo de amonios cuaternarios, entre otros. [19]

Métodos de limpieza y desinfección de superficies y entornos inmediatos

Los especialistas en salud consideran superficies de entornos inmediatos al inmobiliario, así como también otros objetos fijos dentro de la habitación así de igual

manera el baño y equipos que estén en contacto con el paciente sean médicos ordinarios o específicos de terapia. Fuera de los establecimientos de salud se consideran superficies de entorno inmediato lavabos e inodoros, los aparatos electrónicos y todos los equipos e inmuebles dentro de una residencia.[20] Los lugares con mayor posibilidad de contaminación de Covid-19 son centros donde se practican maniobras médicas.

Al igual que otros coronavirus, el SARS-CoV-2 poseen una envoltura de lípidos frágil y eso lo hace más sensible a productos y métodos de desinfección existentes, se han realizado estudios evaluando la persistencia del virus en algunas superficies como por ejemplo la permanencia de 1 día en tela y madera, hasta 2 día es vidrio, un máximo de 4 días sobre acero inoxidable y plástico, además de un máximo de 7 días en la capa exterior de una mascarilla médica. Si indagamos un poco más se encuentra un estudio donde se observó que el Covid-19 sobreviviría 4 horas sobre el cobre, 24 horas en el cartón y hasta 72 horas en el plástico y acero inoxidable. Es sensible a altas temperaturas y métodos de desinfección ordinarios. [20]

Principios de limpieza y desinfección del entorno inmediato

La limpieza permite la eliminación de agentes patógenos y disminuye considerablemente la concentración de estos en superficies contaminadas. La limpieza con agua y jabón además de aplicación de una fuerza mecánica retira y reduce la suciedad, la materia orgánica impide el contacto directo de un desinfectante con la superficie, además de anular las propiedades de desinfección de varios desinfectantes. Una desinfección eficaz de una superficie depende del método usado, la concentración y el tiempo de contacto del desinfectante. Al finalizar este proceso se debe aplicar un desinfectante químico como el cloro o alcohol, para destruir remanentes.[21]

Productos de limpieza y desinfección del entorno

Se deben seguir las instrucciones de cada fabricante para la preparación y manipulación sin riesgos los desinfectantes, se debe usar equipos de protección

personal según la exposición química, para la selección del desinfectante más adecuado se debe tomar en cuenta el tipo de superficie, la concentración de este y el tiempo de exposición, este producto debe satisfacer al máximo las necesidades y requerimientos de las autoridades de salud o limpieza locales. [21] Entre los productos más recomendados y por tanto usados tenemos:

Productos a base de cloro

Estos artículos a base de hipoclorito son comercializados en forma líquida, sólida o polvos de disolución. El hipoclorito posee una alta gama de actividad antimicrobiana eficaz contra agentes patógenos muy comunes en dependencia de las concentraciones empleadas; por ejemplo, si se emplea para el conocido rotavirus es necesaria una concentración de un 0,05% (quinientas partes por millón); cantidad que varía según la resistencia del virus a desinfectarse.[22]

Una de las desventajas es que la materia orgánica inactiva rápidamente el hipoclorito, es decir sin importar la cantidad que se ocupe en solución para la desinfección con este artículo si no se limpia primero a fondo las superficies donde se aplicará con abundante jabón, detergente y cepillando o restregando, el proceso no tendría sentido alguno. De igual manera concentraciones excesivas de cloro corroen metales, causan irritación cutánea y mucosa, además de que dan origen a enfermedades respiratorias. El empleo del producto debe ser inmediato, la mezcla se debe preparar el mismo día en que se usará, ya que las características de pH y concentración disminuyen con el pasar de las horas.[23]

Métodos de desinfección sin contactos

La aparición del Covid-19 ha generado un mercado creciente en el ámbito de métodos de desinfección, pero existen muchos procesos que son inadecuados para su empleo en general y menos aún para este virus en particular, como es el caso de fumigación o nebulización en interiores. Se ha demostrado que el rociar desinfectante en un entorno inmediato no es eficaz para la eliminación de contaminantes, ya que fuera de las áreas

donde no existe contacto directo del desinfectante con la superficie, no se realiza la descontaminación de esta. Es más, el rociamiento aumenta el riesgo de irritación de la vista, del sistema respiratorio o produce leves daños a la piel y efectos consiguientes sobre la salud, se debe evitar rociar o nebulizar compuestos químicos como el amonio cuaternario, compuestos clorados o el formaldehído, en vista que producen efectos adversos a la salud.[24]

En general se advierte sobre la fumigación en lugares al aire libre como calles y mercados, ya que el desinfectante es inactivado por la suciedad y detritos, además es necesario el uso de una fuerza mecánica que aporte a una correcta desinfección, la exposición del desinfectante al contacto con una superficie que ha sido rociado en mínimo y no tendrá lugar la inactivación del virus, en consecuencia la existencia de materia orgánica en todos los sectores de un lugar público disminuye la eficacia del producto. [24]

De acuerdo con Rutala y Weber la exposición directa de una persona al roció de un desinfectante es perjudicial ya que causan daños físicos, psicológicos y sobre todo no causar ningún efecto dañino sobre el virus, de igual manera aplicar directamente cloro o alguna otra sustancia tóxica sobre el ser humano causa irritación ocular, en la piel, broncoespasmos, y efectos digestivos como náuseas o vómito. Por lo que se debe evitar la esterilización mediante túneles, gabinetes o cámaras de desinfección. [25]

En algunos lugares del mundo se ha probado el uso de tecnologías de aplicación sin contacto como desinfectantes químicos y aparatos que utilizan radiación UV, todos estos dispositivos pueden llegar a ser funcionales pero dependen de varios factores que influyen en su eficacia como el tiempo de exposición, las longitudes de onda, entre otros factores, además es importante recalcar que son aparatos de limpieza terminal, es decir se deben utilizar cuando la habitación está desocupada, ya sea después del alta de un paciente o antes de ser ocupada por otro paciente [26]. Se debe aclarar que estas metodologías son complementarias, al ser una desinfección sin contacto, es obligatorio

el limpiar a mano las superficies en fin de retirar el material orgánico residual de virus y bacterias muertas.

La radiación ultravioleta

La radiación ultravioleta consiste en rayos electromagnéticos con longitudes de onda que varían entre los 100 nm hasta el extremo del espectro de luz visible. El espectro de rayos UV se ha subdividido en dos bandas según los efectos biológicos de las longitudes de onda: Los rayos UVA comprenden longitudes de onda de 380 a 315 nm, los rayos UVB desde los 315 a 280 nm y los rayos UVC de 280 a 100 nm. Los rayos UVA, pueden ser más penetrantes en la piel que los rayos UVB, son los responsables del bronceado, de las arrugas y del envejecimiento de la piel. Más activos biológicamente los UVB causan lesiones en los tejidos, como formación de ampollas y tienen un papel fundamental en el desarrollo del cáncer de piel. Los rayos UVC pueden matar las bacterias, de ahí su uso como germicida.[27]

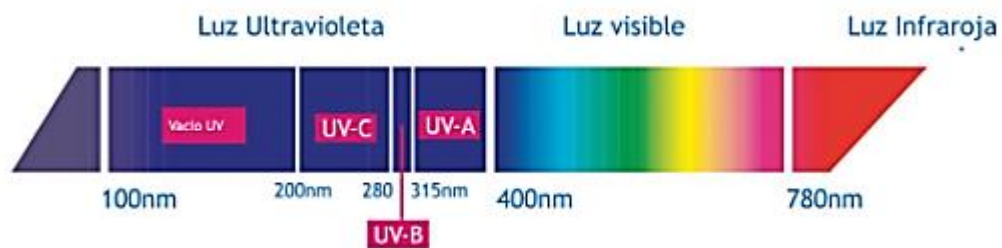


Figura 6 Espectro radio eléctrico de la Luz UV

La luz Ultravioleta fue descubierta como tal en 1.800 por el astrónomo alemán de nombre Friedrich William Herschel, al utilizar un prisma de cristal con varios colores de luz en un experimento con luz solar, con lo que reconoció una luz invisible que en sus inicios se denominó Ultra-roja. De igual manera en 1801 Johann Wilhelm Ritter después de realizar una similitud de experimentos logró hallar una forma de luz por más allá del extremo violeta del espectro, en este caso Wilhelm denominó a su hallazgo luz de rayos químicos, para finalmente ser llamada luz ultravioleta.[28]

El sol es emisor principal de energía en una amplia gama de longitudes de onda. La radiación ultravioleta posee una longitud de onda menor a la de la luz visible azul o

violeta, esta produce quemaduras y otros efectos adversos para la salud. Afortunadamente para la vida terrestre, la capa de ozono en la estratosfera filtra la mayor parte de la radiación ultravioleta. No obstante, la que logra pasar a través de esta capa puede causar problemas en la piel de las personas, especialmente en aquellas que están expuestas al sol por tiempos prolongados: [29]

- Cáncer de piel y otros trastornos cutáneos
- Cataratas y otros trastornos de la vista
- Inhibición de sistema inmunitario

Debido a estos efectos adversos, es indispensable que la exposición a la radiación ultravioleta sea limitada.

La luz ultravioleta y su efecto en la inactivación de microorganismos

La luz Ultravioleta es un método de desinfección usado mundialmente, que ha tomado un auge notable en los últimos años. El tratamiento mediante UV presenta varias ventajas sobre los métodos convencionales de desinfección utilizados, los ya conocidos desinfectantes a base de cloro y derivados. La luz UV-C es una opción a la desinfección tanto en superficies, en alimentos frescos, frutas procesadas, tratamientos de agua en ciudades y en ambientes hospitalarios.[30]

La experimentación científica ha demostrado la propiedad germicida encontrada en la región UV-C, los límites de la región donde se da una mejor eficiencia de inactivación de microorganismos está delimitada por el rango de 254 a 264 nm. Según Choudhary sostiene que la inactivación de los microorganismos se debe a la penetración de la luz ultravioleta en las células, que provocan daños severos en el ADN y eventualmente una muerte celular, no es necesario una dosis alta de luz UV-C para la generación de mutaciones en el AND de los microorganismos y de esta manera evitar la reproducción celular. Una alta exposición a la luz Ultravioleta -C sobre microorganismos puede provocar la muerte celular debido a una ruptura de la membrana. [30]

La desinfección mediante luz ultravioleta en productos alimenticios puede lograr un incremento de la vida útil de los alimentos ayudando a reducir el uso de químicos preservantes y conservantes. Una de las ventajas del uso de UV-C, es la reducción de costos de operación en comparación con tratamientos convencionales con aditivos químicos y agentes de limpieza. Si bien en el país existe la Subsecretaria de Control y Aplicaciones Nucleares SCAN que regula la utilización de luz UV en distintos campos, es el MPS Ministerio de Salud Pública el que hace mención sobre la utilización de Radiación UV para procesos de desinfección en su apartado nuevas tecnologías en desinfección ambiental[31], [30].

Dosis de destrucción microbiana

La inactivación de los microorganismos depende principalmente de la dosis aplicada, pudiendo ser compensada un mayor tiempo de exposición con menor irradiación, siendo proporcional de manera inversa. La dosis necesaria para conseguir inactivaciones del 99%, 99,9%, 99,99% son, respectivamente 2, 3, 4 veces de aplicación de dosis.[32]

La intensidad de irradiación (mW/cm^2) se determina mediante la ecuación propuesta por López-Rubina donde se denotan los siguientes coeficientes: [32]

$$Dosis = \left(\frac{I \cdot t}{1000} \right) \quad (1)$$

Donde:

D= dosis de irradiación aplicada(kJ/m^2)

I= intensidad de irradiación bajo el área de emisión de la luz UV-C (mW/m^2)

t= tiempo de exposición(s)[33].

Cada microorganismo tiene una dosis letal. Varias bacterias, mohos y virus necesitan niveles relativamente bajos de exposición de luz UV para ser eliminados. Un punto

para tener muy en cuenta es la aplicación de la dosis apropiada para asegurar el exterminio de las células de los microorganismos. [32]

Tiempo de acción

El tiempo de exposición es de vital importancia para asegurar el buen desempeño. Es realmente tedioso determinar el tiempo exacto de contacto en vista que este es dependiente de las características de exposición y el tipo de flujo; pero de manera empírica de acuerdo con Solsona y Méndez [32], se afirma que mientras mayor sea el tiempo de exposición a una determinada dosis, más eficaz es el tratamiento. Los métodos de intensidad leve de luz UV-C con niveles de exposición de 2 kJ/m² requirieron de tiempos de entre 1 y 5 min, mismos que son suficientes para impartir el efecto germicida para los microorganismos indicadores de contaminación (entre 1 y 2 ciclos log). [32]

El tiempo de exposición a la luz ultravioleta dependerá no solo de la dosis que se desea alcanzar, puesto que a mayores tiempo de exposición en dependencia de la intensidad se obtendrán los mismos resultados obtenidos con los tiempos mínimos calculados para una correcta desinfección.[32]

Utilización de la radiación ultravioleta para desinfección

La extensa diferencia entre el uso de la luz ultravioleta en comparación con distintos agentes químicos es que esta luz proporciona una eficiente y rápida inactivación de los microorganismos durante un proceso físico. En cuanto los microorganismos, virus y bacterias entran en contacto con longitudes de onda germicidas de la luz UV, su capacidad de reproducción se ve afectada con lo que son incapaces de hacerlo. Existe una gran ventaja entre la desinfección con la utilización de la luz UV, frente a los métodos tradicionales, la desinfección con luz UV es un proceso en frío es decir no se necesita de ningún aditivo químico para realizar el proceso satisfactoriamente por lo que los microorganismos en dependencia del entorno no siempre presentan resistencia a la desinfección.[28]

Se cuenta con diversos estudios generales donde el uso de lámparas pulsadas de xenón para desinfección germicida de diversas superficies, tanto objetos pequeños como sectores de ubicaciones en hospitales, desde UCIs, salas de cambio de vestuario, demostrando de esta manera la mejora en desinfección con repercusión en la reducción de contagios. La radiación ultravioleta es muy eficiente, sin embargo, presenta algunos problemas que se deben tener en cuenta cómo:

- Cantidad y tipo de materia orgánica presente
- Longitud de onda de la luz UV
- Tipo de microorganismos presentes (variable susceptibilidad microbiana)
- Intensidad de la luz ultravioleta, la que es afectada por la distancia y la limpieza

de los tubos lámparas.

Aspectos que se deben tomar en cuenta al momento de la utilización de sistemas de desinfección con luz UV-C.[28]

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un prototipo de dispositivo remoto para desinfección de entornos cerrados mediante luz ultravioleta.

Objetivos Específicos

- Analizar los principales procesos manuales y automatizados existentes en la desinfección de entornos cerrados.
- Determinar la tecnología y los equipos que se emplearán en desarrollo del dispositivo de desinfección de entornos cerrados mediante luz ultravioleta.
- Elaborar el prototipo del diseño de dispositivo remoto para desinfección.
- Certificar el funcionamiento en la aplicación del prototipo diseñado.

El objetivo del presente proyecto de investigación es el desarrollo de un prototipo móvil controlable que aporte de manera significativa a la eficiencia en los procesos de limpieza existentes para ambientes cerrados, implementando los beneficios que representa usar tecnología inalámbrica, así como también el aprovechamiento de

aspectos de la luz ultravioleta en la eliminación de microorganismos patógenos que son una amenaza para la salud humana.

Para el análisis de los principales procesos manuales y automatizados existentes en la desinfección de entornos cerrados, el presente proyecto parte de una búsqueda de información acertada y verificada por fuentes bibliográficas confiables a cerca de los procesos y métodos ocupados a nivel global. Para la consecución de este objetivo será necesario la realización de las siguientes actividades:

1. Investigar los métodos y sistemas existentes en la actualidad sobre la desinfección de ambientes cerrados.
2. Consultar con expertos en salud y limpieza sobre las maneras correctas de ocupar los métodos de limpieza.

Los dispositivos electrónicos y la tecnología cada vez tiene una gama más amplia de disposición comercial por lo que es necesario escoger de manera adecuada cuales serán estos dispositivos que permitirán tener resultados favorables en la implementación del dispositivo, para lo cual se realizarán las siguientes actividades:

1. Determinar la estructura del prototipo en un plano generalizado, con características específicas.
2. Comparar los equipos y dispositivos existentes en el mercado que se acoplen de mejor manera a los requerimientos del prototipo.

Una vez adquiridos los equipos y en base a la información obtenida, se elaborará el diseño y posteriormente construcción del prototipo de dispositivo de desinfección, cumpliendo con los requerimientos exigidos para realizar una desinfección terminal efectiva, para ello se establecieron las siguientes actividades:

1. Desarrollar cada uno de los sistemas que componen el prototipo adecuando de manera eficaz cada componente de acuerdo con el esquema general.
2. Realizar pruebas de funcionamiento y corrección de errores en el prototipo práctico.

Finalmente, es necesario certificar los resultados obtenidos de la aplicación del prototipo diseñado. Para cumplir con esta tarea se realizaron las siguientes actividades:

1. Contactar con personal especializado de salud para la realización de pruebas de control de desinfección y aniquilación de virus y bacterias.
2. Certificar el correcto funcionamiento del dispositivo tanto en su parte mecánica como en los procesos de desinfección terminal.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

Materiales

Para el desarrollo de la metodología del proyecto es necesaria la utilización de varios materiales: entrevistas técnicas con expertos diseñadores, artículos técnico-científicos de revistas de la rama, proyectos investigativos referentes al tema principal, información en línea de investigaciones realizadas en los tiempos actuales, fuentes bibliográficas de los repositorios de la Universidad Técnica de Ambato.

Métodos

2.1.1 Modalidad de la Investigación

El presente proyecto será una investigación aplicada, porque se emplearán los conocimientos adquiridos durante el proceso de estudio para la implementación de un sistema controlable de desinfección mediante luz ultravioleta.

Investigación bibliográfica, el proyecto de tesis se basará en consultas de revistas técnicas, libros, artículos científicos, publicaciones en internet y en trabajos similares referente a temas de implementación de un sistema controlable a distancia por protocolos de comunicación, además de la generación de luz ultravioleta y su adecuada aplicación.

Investigación de campo, porque se analizará el sistema automatizado para determinar si son adecuados los sistemas de generación de luz ultravioleta y métodos de control a cortas distancias, envío y recepción de consignas y datos.

Investigación Experimental porque se realizará una serie de pruebas del control y monitoreo del sistema controlable de desinfección mediante luz ultravioleta, con lo cual se determinará la eficiencia de este y la calidad del dispositivo.

2.1.2 Recolección de la Información

Para lograr la recolección de información se emplearán libros, revistas, fuentes online y proyectos desarrollados, así como guías prácticas y manuales de construcción para lo cual se utilizará bases de datos confiables que permitan el desarrollo del proyecto.

2.1.3 Procesamiento y Análisis de Datos

Para el procesamiento y análisis de datos se realizarán los siguientes pasos:

- Revisión de la información recopilada.
- Estudio de las propuestas de solución planteadas para elevar índices de sanidad en la limpieza de ambientes cerrados.
- Planteamiento de la propuesta de solución.
- Control y verificación de los datos obtenidos mediante el testeo del dispositivo.

2.1.4 Desarrollo del Proyecto

1. Analizar los diferentes tipos de sistemas existentes para la generación de luz ultravioleta.
2. Determinar las características de los procesos de elaboración de sistemas controlables a distancias cortas.
3. Identificar el estado actual de los dispositivos existentes generadores de luz ultravioleta.
4. Dimensionar los equipos y materiales que se ocupará en los diferentes procesos del sistema tomando en cuenta su costo y beneficio
5. Definir la tecnología de programación y los materiales óptimos para la implementación del sistema.
6. Realizar un presupuesto previo a la compra de equipos y materiales.
7. Realizar pruebas de funcionamiento y resistencia en los materiales y equipos escogidos para la implementación del sistema.

8. Elaborar la automatización y control del sistema definiendo las etapas del proceso y los parámetros a controlar.
9. Implementar un interfaz hombre máquina que permita una comunicación más amena entre ambas partes.
10. Realizar pruebas de funcionamiento de la automatización y el monitoreo del sistema.
11. Evaluar la eficiencia y calidad del sistema de desinfección mediante luz ultravioleta en Laboratorio de Análisis Clínico ViveLab, mediante pruebas especializadas.
12. Realizar el informe final del proyecto.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis y discusión de los resultados

La implementación de un prototipo de dispositivo móvil para la desinfección de ambientes cerrados mediante luz ultravioleta permite el mejoramiento de los procesos germicidas de desinfección, disminuyendo variables importantes en los procesos como tiempo, coste de equipos y materiales utilizados en esta tarea, además de modernizar ciertos hábitos comunes con la implementación de la tecnología.

De acuerdo con los avances médicos y tecnológicos en el mercado actual existen dispositivos que cumplen la funcionalidad de desinfección mediante luz UVC. En base a los datos observados y recolectados la propuesta pretende satisfacer las necesidades de este dispositivo sin sobrepasar los costos actuales.

3.1.1 Desarrollo de la Propuesta

El desarrollo de la propuesta de prototipo de desinfección mediante luz ultravioleta en ambientes cerrados se generaliza en un esquema de funcionamiento expuesto de la siguiente manera:

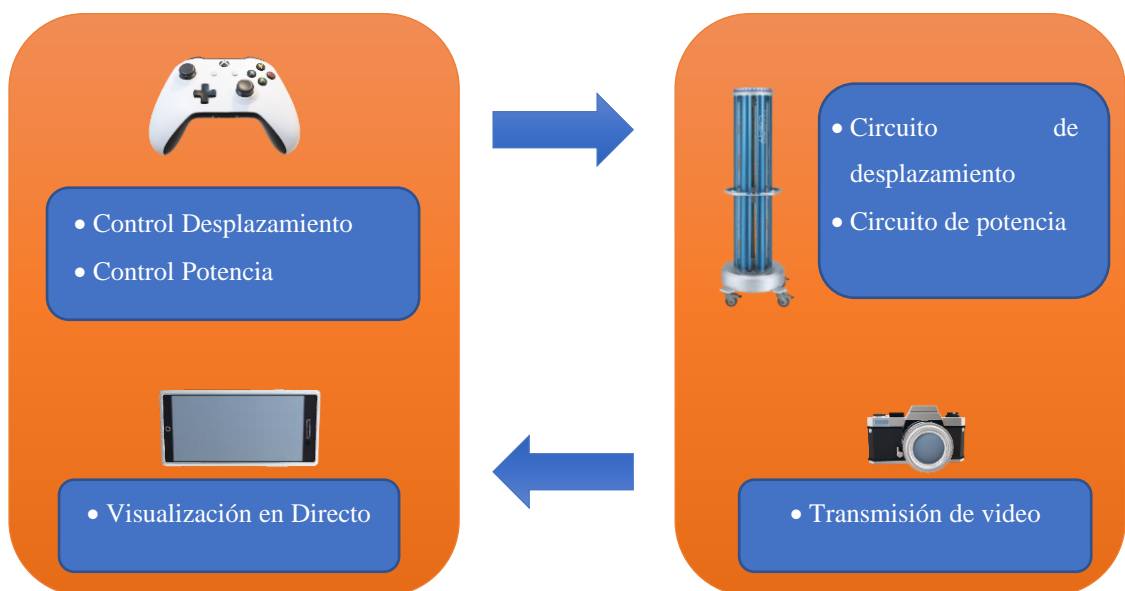


Figura 7 Esquema general

Elaborado por: Investigador

Mediante el esquema general expuesto se explicará detalladamente cada componente que forma parte de la elaboración del prototipo.

3.1.1.1 Equipamiento de control y comunicación

Tecnología Inalámbrica

Las tecnologías de comunicación inalámbrica han brindado desde tiempo atrás un sinnúmero de beneficios tanto logísticos como económicos, al ser una alternativa viable de comunicación entre dispositivos, evitan los altos costos que conlleva desarrollar un cableado estructurado.

La opción de control inalámbrico en el prototipo plantea una ventaja considerable, los componentes a utilizarse en la tarea de desinfección contemplan un factor de riesgo en presencia de individuos en el rango de acción, por lo que su manipulación desde un lugar seguro y alejado es una virtud.

Zigbee es un protocolo de alto nivel dentro de las comunicaciones inalámbricas, su utilización es muy típica en el ámbito de gestión y eficiencia energética, automatización industrial y casera, se basa en el estándar IEEE 802.15.4 que consiste en redes de área personal. Su principal objetivo es comunicar dispositivos en aplicaciones que requieren comunicaciones confiables y recursos mínimos de energía, por tanto es requerida para redes de sensores en vista de que permite generar redes en mallas abarcando una gran cantidad de sensores y dispositivos de control [34].

Bluetooth es un protocolo de comunicación desarrollado para redes inalámbricas de datos de corto alcance, esta tecnología es de bajo consumo y bajo costo, trabaja en la banda de los 2,4 GHz, como características principales están su robustez y poca complejidad, posee la capacidad de atravesar ciertos materiales por lo que se considera ideal para el trabajo en ambientes pequeños [35].

Wi-Fi es el nombre comercial del estándar IEEE 802.11 que define todos los protocolos de comunicación inalámbrica entre todos los dispositivos que admiten este estándar, se genera una comunicación bidireccional entre un dispositivo emisor de wifi y un dispositivo cliente, estos están equipados con un transmisor y receptor de

radio para comunicarse entre sí mediante ondas electromagnéticas que oscilan en la frecuencia de 2,4 a 5GHz [36].

Tabla 1 Tecnología inalámbrica a utilizar

Parámetros	ZigBee	Bluetooth	Wi-Fi	Radio Frecuencia
Banda de operación	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz
Velocidad de transmisión	250 kbps	2Mbps	54 Mbps	Enlace directo
Rango de cobertura	10-75 m	10 m.	<100 m.	90 m
Topología	Malla	Picored	Malla, estrella	Punto a Punto
Consumo de potencia	30 mA.	40 mA.	400 mA.	≤ 150MA

Elaborado por: Investigador

Según el análisis expuesto en la tabla se determinó que la tecnología adecuada para el desarrollo del proyecto de investigación es enlace directo por radio frecuencia en banda de 2.4 GHz, en vista que cumple con los requerimientos adecuados para esta aplicación, como la tasa de trasmisión, el alcance de conexión, consumo de energía y sobre todo la existencia de una gama amplia de módulos en el mercado que son exclusivos para este ámbito.

3.1.1.2 Estructura Física

La base estructural o esqueleto del prototipo se compone de tres partes: base inferior, cuerpo, base superior o cubierta, cuyo material después de una comparación entre el mecanizado tradicional y la impresión 3D donde se determina que la impresión 3D si bien presenta una alternativa viable de realización de proyectos resulta que no es posible fabricar todo lo que se diseñe en un ordenador, por la existencia de piezas frágiles, pequeñas y muy poco viables para este proceso, es por esto que se tomó la decisión de implementar los procesos tradicionales asumiendo de esta manera la realización en metal como base principal del prototipo y usando la impresión 3D como un complemento en ocasiones donde su viabilidad satisfacía las necesidades del mismo.[37]

3.1.1.3 Componentes del dispositivo remoto

El dispositivo remoto es el encargado de realizar todas las acciones propuestas por el mando principal, por tanto, es el elemento principal del proyecto.

Este consta de varios equipos internos que aportan a su correcto funcionamiento, como se detalla en la fundamentación teórica, ya que no solo se basa en la desinfección, sino también es necesario un mando inalámbrico que será la estación de control donde se ejecutarán las acciones de acuerdo con un sistema de videovigilancia preestablecido, teniendo así un segmento control y otro segmento móvil, él mismo que se encarga de la transmisión de video en tiempo real, recoger los comandos recibidos, procesarlos a su vez realizar las acciones tanto de movilidad, como de activación y desactivación del sistema de desinfección.

Tabla 2 Sistema de Control

Elemento	Tipo
Sistema de control	Mando de control
	Receptor de Video

Elaborado por: Investigador



Figura 8 Sistema de Control

Elaborado por: Investigador

3.1.1.4 Segmento móvil

Los equipos y dispositivos de acuerdo con los regímenes establecidos anteriormente para el prototipo móvil se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 3 Componentes del prototipo móvil

Elemento	Tipo
Sistema de Procesamiento	Microcontrolador
	Driver de Motores
	Receptor de Señal
Actuadores	Control de Potencia
	Motores Eléctricos
	Video Cámara

Elaborado por: Investigador

3.1.1.5 Selección de Materiales

Esta sección consta de un análisis de los dispositivos y equipos requeridos para que el prototipo cumpla con la misión de movilizarse dentro de un entorno mediante video vigilancia y control inalámbrico.

Para el cumplimiento del objetivo principal, de forma general los equipos necesarios son de control, comunicación y actuadores para el desarrollo de las actividades propuestas. Los esquemas detallados en los apartaos anteriores indican la distribución de cada uno de los componentes que intervienen en cada uno de los sistemas del proyecto. Así tenemos el control inalámbrico, el sistema de procesamiento y los actuadores; sin excluir al sistema de telemetría y video.

Cada segmento del prototipo cumple una función específica que en conjunto aportan al funcionamiento correcto del mismo por tanto la selección y adquisición de los componentes del sistema en general cumplen un papel importante en el desarrollo del proyecto.

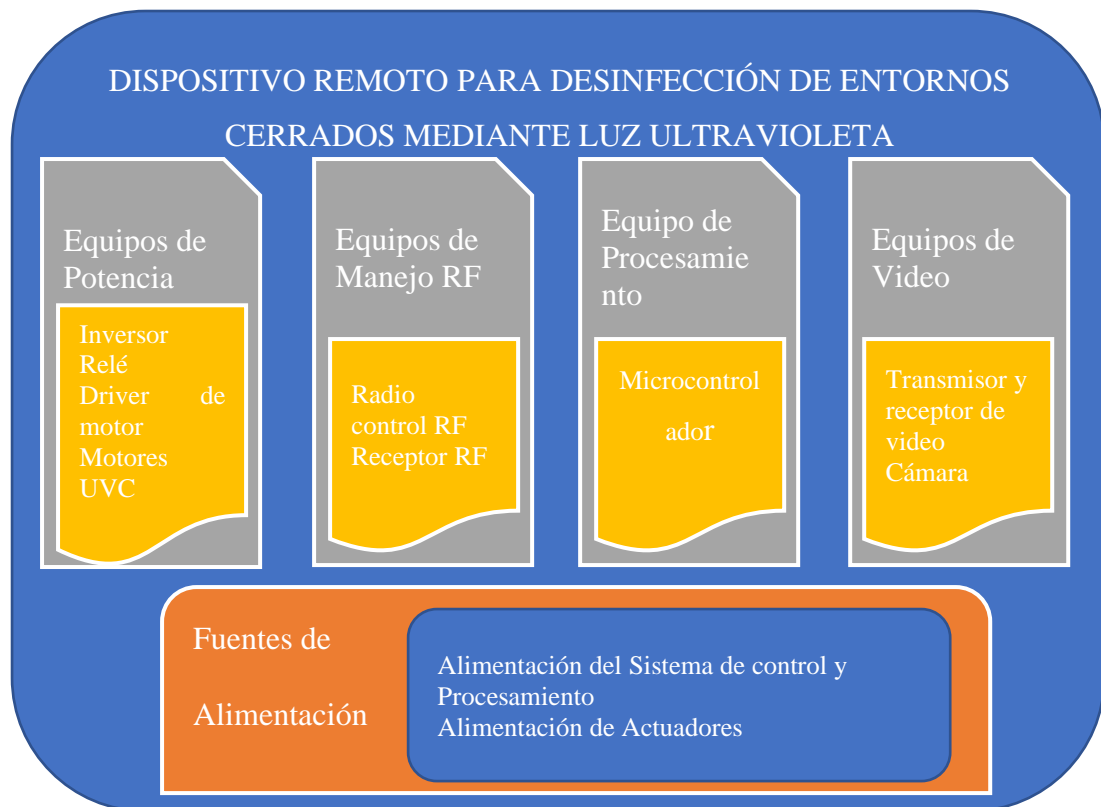


Figura 9 Distribución para la selección de equipos

Elaborado por: Investigador

Equipos de Control

a. Inversor

Los inversores también llamados convertidores de corriente u onduladores de corriente son dispositivos eléctricos capaces de modificar las propiedades de la corriente directa para de esta manera tener como resultado una corriente alterna con una elevación de voltaje, este dispositivo contiene un oscilador el mismo que controla a un transistor que se encarga de interrumpir la corriente y generar una onda rectangular. La onda resultante de este proceso ingresa nuevamente a un transformador que suaviza su forma, logrando una señal casi sinusoidal además de lograr producir el voltaje necesario a su salida, para mejorar esta señal y lograr el voltaje deseado se utiliza comúnmente el PWM para el mejoramiento de los armónicos y modificación de la onda consiguiendo mejores resultados.[38]

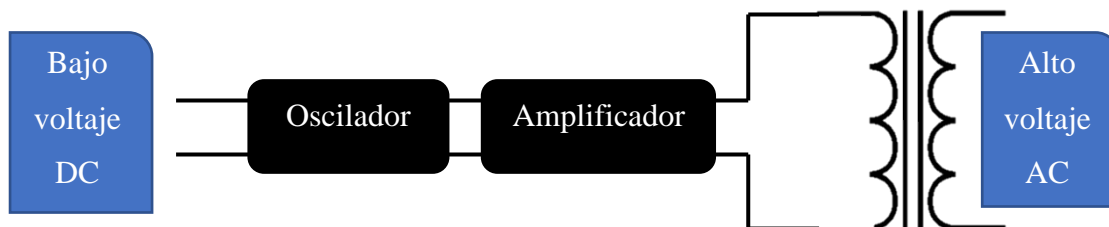


Figura 10 Esquema Inversor

Elaborado por: Investigador

Tabla 4 Comparativa de Inversores

Inversor	Inversor CARSPA	Inversor Truper	Inversor Anerar
Tensión entrada	12 V	12 V	12 V
Tensión salida	220V AC	120 V AC	110V
Potencia	1000W8Kgf/cm	200W	70 W
Frecuencia	50 Hz	50/60 Hz	60 Hz
Forma de onda	Senoidal modificada	Senoidal modificada	Senoidal
Dimensiones	235x102x55mm	350x240x240mm	135x92x55mm
Peso	900gr	1.6Kg	500gr
Costo	\$ 110.96	\$ 40	\$ 28

Elaborado por: Investigador

Este dispositivo es requerido en el proyecto para el control y funcionamiento de las luces UVC, ya que los componentes que requieren una corriente alterna además de un requerimiento de potencia nominal, de acuerdo con los aspectos se determinó el uso del inversor de corriente de 200w truper 10449, es un equipo que cumple con los requerimientos óptimos para esta situación, además de ser accesible tanto en el mercado como la economía. Se debe acotar que se estudió la posibilidad del desarrollo propio de este módulo para lo cual después de hacer una comparativa entre los circuitos, el costo de los elementos y la poca disponibilidad de estos en el mercado nacional, se tomó la decisión de adquirir uno comercial para mejores resultados y estabilidad en los aspectos de salida de este.



Figura 11 Inversor de corriente Truper [39]

Especificaciones:

Tabla 5 Especificaciones Inversor Truper

Potencia	400W
Consumo	40 A
Puerto USB	Si
Caja	1
Fusibles externos	Si
Master	12
Pallet	192

Elaborado por: Investigador

b. Relé

Es un aparato eléctrico que funciona como interruptor, pero tiene accionar eléctrico. Permite abrir o cerrar los contactos mediante un electroimán. Por medio de una bobina y un electroimán, se acciona uno o varios contactos que dan la opción de abrir o cerrar circuitos eléctricos independientes, en vista de que este dispositivo es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, es considerado como un amplificador eléctrico [40].

Es el interruptor eléctrico que recibe la señal desde el microcontrolador para el accionar o desactivación de las luces UVC, en vista de que existen trayecto del proceso de desinfección en los cuales la activación de las luces no es necesaria y además es

dañina, por lo que tener esta alternativa es indispensable para el correcto funcionamiento del prototipo.

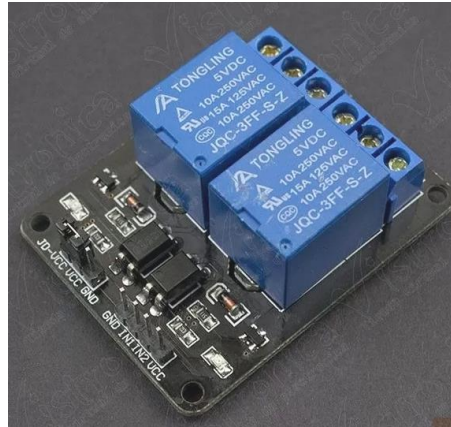


Figura 12 Módulo Relé De 2 Canales[41]

Especificaciones:

Tabla 6 Módulo Relé

Plataforma	Arduino, AVR, PIC, DSP, ARM, TTL
Aislamiento	Si
Interfaz	Estándar
Control	Varias Cargas
Voltaje de operación	250AC/ 30VDC
Voltaje de la bobina	5V
Corriente de operación	10A
Corriente de activación por relé	15 mA- 20mA
Canales	2 Independientes
LED indicador	Para cada canal

Elaborado por: Investigador

c. Motores

Los motores de corriente directa DC son máquinas capaces de convertir la energía eléctrica en mecánica, provocando movimientos de rotación. Algunos son modificados en su eje principal para aumentar o disminuir tanto su torque como su velocidad. Estas máquinas de corriente continua se constituye en un soporte mecánico de forma

cilíndrica comúnmente, donde además se encuentran los polos dos imanes permanentes o devanados a esta estructura se le denomina estator; mientras que el rotor de igual forma cilíndrica es el núcleo al que llega la corriente mediante dos escobillas que lo hacen rotar para la generación del movimiento[42].

Tabla 7 Comparativa de Motores DC

Motor	DC 100 RPM	DC 300 RPM	DC 50 RPM
Tipo de Motor	DC Potencia media	DC Potencia alta	DC Potencia media baja
Tamaño	37 mm	37 mm	37 mm
Peso	215.4 gr	215.4 gr	215.4 gr
Corriente	600 mA	800 mA	600 mA
Tensión	12 V	12 V	12 V
Torque	4Kgf/cm	11Kgf/cm	8Kgf/cm
Potencia de salida	2.6 W	2.9 W	2.3 W
Costo	\$ 28	\$ 28	\$ 28

Elaborado por: Investigador

Diseño y determinación de los requerimientos de un motorreductor

Par o torque de un motorreductor [43]:

Fuerza Tangencial: 5kgf

Ruedas con un diámetro: 8cm

Velocidad deseada: 0.3m/s

Cantidad de motores: 2

Cálculo del torque instantáneo:

$$\text{Torque instantáneo} = \text{Fuerza tangencial} \times \text{Distancia al centro de giro}$$

en nuestro caso $\text{Torque o par} = 5\text{Kgf} \times 4\text{cm} = 20\text{kgf} \cdot \text{cm}$

Como vamos a usar 2 motores, dividimos este torque en dos teniendo 10kgf*cm de torque constante o a máxima eficiencia.

Cálculo de velocidad:

Para calcular la velocidad en una rueda calcula la distancia que recorre la rueda en una vuelta usando la formula

$$\text{Perímetro} = 2 * \pi * \text{radio}$$

en nuestro caso $\text{Perímetro} = 2 \times \pi * 4\text{cm} = 25.132\text{cm}$

En este caso el perímetro es igual a la distancia que recorre una rueda al dar una vuelta, ahora la velocidad es igual

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Espacio}}{\text{Tiempo}}$$

En motores tenemos la velocidad dada en RPM (Revoluciones Por Minuto) y la velocidad que nos piden es 0.3m/s, por tanto, convertimos esta velocidad a RPM

$$\text{Velocidad} = \frac{0.3 \text{ m}}{1\text{s}} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 18 \text{ m/min}$$

Esta es la velocidad requerida para recorrer 18 metros en un minuto y si nuestra rueda se desplaza 25.132cm en un giro, calculamos cuantas vueltas tiene que dar para recorrer 30 metros, para ello llevamos los 25.132cm a metros y dividimos

$$30\text{m} / 0.25132\text{m} = 119 \text{ RPM}$$

Por tanto, requerimos dar 119 vueltas por minuto que es lo mismo 119 RPM

- 🚦 Ya tenemos los dos datos claves Torque constante de 10kg y Velocidad de 119RPM, ahora buscamos motores que tenga estas características siempre tratando de por lo menos estar un 10% sobre los datos estimados.

La principal característica de los motores DC es el control del sentido de giro así como también el de su velocidad, como este sentido depende de las corrientes circulantes por los devanados del inductor, con la ayuda del driver se logra este cometido aportando en gran medida a tener un mayor control del dispositivo, lo mismo ocurre con el control de velocidad en ese caso se lo realiza mediante el microcontrolador en compañía del driver anterior, estas dos características son prioridades para nuestro proyecto por lo que se decidió adquirir los motores reductores de 12V 300 rpm que proporcionan el torque y el control de velocidad suficiente para realizar el movimiento de todo el sistema.



Figura 13 Motor reductor de 12V 300 rpm [42]

Especificaciones:

Tabla 8 Motor reductor

Tensión Nominal	12V
Velocidad sin carga	300 rpm
Consumo sin carga	140 mA
Consumo Nominal	< 800 mA
Velocidad Nominal	220 rpm
Fuerza Nominal	8 kgf.cm / 0,7845 N.m
Fuerza Máxima eficiencia	11kgf.cm / 1,079 N.m
Consumo en frenado	3000 mA
Potencia de salida	2,9 W
Diámetro Máximo	37 mm
Diámetro Eje	6 mm
Rosca Fijación	4 x M3

Elaborado por: Investigador

Los motores son los propulsores del dispositivo ya que permiten el desplazamiento de este por los distintos campos de acción de la luz ultravioleta, el voltaje y corriente de consumo de estos están en los estándares de fuentes de voltaje existentes en el mercado.

d. Driver de Motor

El módulo de control de motores es un dispositivo que permite controlar el sentido de giro, así como también la velocidad de 2 motores de corriente directa en dependencia de las señales enviadas por el microcontrolador. En este proyecto se utilizó el módulo de puente H L298N que permite el control de una variedad de motores de corriente directa, motores a pasos, solenoides o una carga inductiva. Su componente el L298N se compone de 2 puentes H independientes con capacidad de conducción de 2 amperios constantes, este módulo compone de conexiones para dos motores, así como también entradas de control y habilitación de los motores para regulación y control de estos [44].

Este driver nos permite el control de los motores que son los que dan movilidad al prototipo para que se desplace en una superficie plana, con lo cual se puede tener tanto el control del sentido de desplazamiento, así como también giros hacia los lados sea derecha o izquierda, de igual manera el control de la velocidad ya que con el microcontrolador se envía la modulación por ancho de pulso (pwm) que permite variar este parámetro.

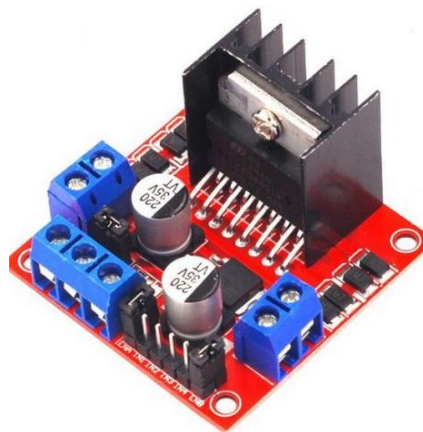


Figura 14 Módulo L298N puente H driver motores [44]

La placa dispone de entrada de voltaje tanto para el dispositivo, como el control de voltaje de los motores por lo que se puede hacer una variante para motores de bajo consumo de voltaje, así como también de valores con altas tensiones, varios jumpers de configuración de los módulos, como el control de giro, además la regulación de velocidad

Especificaciones:

Tabla 9 Características del Módulo L298N

Chip	L298N
Canales	2 motores DC
Voltaje lógico	5V
Voltaje de Potencia	5V – 35 V DC
Consumo de corriente lógica	0-36mA
Capacidad de corriente	2 A
Potencia máxima	25 W

Elaborado por: Investigador

e. Luces UVC

La radiación de luz UVC es conocida por ser un desinfectante tanto para el aire, el agua y superficies donde el riesgo de adquirir una infección son altos. Como se analizó en el apartado Teórico la luz UVC se ha usado extensamente en estos procesos de mitigación de varios virus y bacterias por lo que estos rayos desempeñan un papel valioso en la estrategia de protección.

Tabla 10 Comparativa de Lámparas UVC

Marca	Philips	Jostin	Coospider
Modelo	Fluorescente 64T5	Lámpara germicida UV Batten P23695	B07GWJP34G
Voltaje	176 v necesita balastro	110 V	110 V
Potencia	75 W	20 W	6 W
Vida media	9000 horas	7000 horas	8000 horas
Corriente	425 mA	250 mA	80 mA
Rango nm	254 nm	200- 280 nm	185 nm
Costo	\$40 incluye balastro	\$ 18 incluye balastro	\$ 22 incluye balastro

Elaborado por: Investigador

Por aspectos técnicos y de mercado se han escogido como mejor opción las Lámparas Germicidas UV-C de Jostin que generan luz en el espectro ultravioleta con alta efectividad de esterilización de áreas y superficies, si comparamos las características técnicas de los prototipos expuestos y de acuerdo a los rangos nanómetros (nm) mostrados vemos que la variación de rangos presentes en la misma ayudaran a combatir distintos microorganismos, así como su bajo consumo de corriente, y sobre todo su disponibilidad en el mercado para la esterilización de ambientes con partes metálicas y recubrimientos resistentes a su propia luz, tubos de cuarzo de alta pureza y larga vida, con montaje fácil con ayuda de balastos para su funcionamiento [45].



Figura 15 Lámparas Germicidas UV-C [45]

Especificaciones:

Tabla 11 Lámpara germicida

Intensidad UV a 1 metro	107 uW/cm ²
Vida útil	8000h
Protección IP	IP 20
Temperatura de operación	-15°C - +45°C
Potencia de entrada	20W
Tensión de Operación	100-120V 60Hz
Corriente de entrada	0.25A 120V
Factor de Potencia	>0.5
Clase de aislamiento	Clase I

Elaborado por: Investigador

f. Balastro electrónico para lámpara fluorescente

El balastro electrónico es un elemento esencial para el uso adecuado de las lámparas fluorescentes, son usados para evitar los tradicionales transformadores, estos cumplen dos funciones principales la cuales son: aportar la tensión suficiente para que una lámpara se pueda encender; así como también limita la corriente que pasa a través de este para un adecuado funcionamiento tanto en iluminación como eficiencia de la lámpara. Son generalmente gracias a su eficiencia y ocupa un mínimo espacio logrando sacar grandes ventajas a sus antecesores.



Figura 16 Balastro Electrónico [45]

Especificaciones:

Tabla 12 Balastro Electrónico

Voltaje de trabajo	110V/130V
Frecuencia	50/60 Hz
Corriente	0.25A 0.19A 0.13A
Temperatura máxima	48° C
Temperatura ambiente	-20°C ...+50°C
Eficiencia	90%

Elaborado por: Investigador

Equipos de Manejo RF

Control RF

La tecnología de radio frecuencia es una de las más populares en el campo del control inalámbrico, la banda de 2,4GHz es una banda libre por la cual se realiza comunicaciones de cortas distancia sin inconvenientes. La tecnología de la banda 2,4 GHz es moderna y actualmente la más utilizada en el ámbito del radio control, después de convertirse en un estándar ya que a más de proporcionar buena señal se alcanzan grandes distancias además de que en la actualidad es posible el envío de varios canales por una sola transmisión.

Tabla 13 Comparativa equipos RF

Marca	HobbyKing	Flysky	DUMBORC
Modelo	Hobbyking174; 8482; hk-gt2b 3 CH	FlySky FS-GT2 2.4GHz 2	DUMBORC X4 4CH
Frecuencia	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz
Modulación	GFSK	GFSK	GFSK
Número de canales	3	2	4
Batería	Recargable	8 pilas AA	4 pilas AA
Voltaje	3.7 V	4.8 - 12 V	4.8 – 12 V
Peso	275g (emisor y receptor)	580 g (emisor y receptor)	550 g (emisor y receptor)
Costo	\$ 40	\$ 38	\$ 65

Elaborado por: Investigador

El dispositivo que se utilizó en este proyecto es el HobbyKing GT2B ya que cuenta con tres canales de transmisión, dirección ajustable de doble velocidad, inversión de servos y una batería recargable de iones de litio. El mismo que permite un control abasteciendo las necesidades del prototipo, se utilizaron tanto los módulos emisor como receptor del mismo producto en vista de que son tecnologías compatibles y para mejores rendimientos son recomendados [46].

a. Transmisor



Figura 17 HK-GT2B 3CH 2.4GHz Transmisor [46]

Especificaciones del Transmisor:

Tabla 14 HK-GT2B 3CH 2.4GHz Transmisor

Modelo	Coche /barco
Potencia RF	20 dBm (100mW) máximo
Modulación	GFSK
Tipo de sistema	AFHDS
Sensibilidad	1024
Advertencia de bajo voltaje	Si
Puerto de carga	Si
Energía	3,7V 800mA
Peso	270 g

Elaborado por: Investigador

El módulo de transmisión por RF es un dispositivo que como su nombre expresa transmite una onda de radio la misma que viaja transportando datos mediante la modulación, que es un proceso de cambiar una o más propiedades de la señal que contenga la información a transmitir, mientras que el módulo receptor, adquiere esta señal y des modula para obtener los datos iniciales.

b. Receptor



Figura 18 HK-GT2B 3CH 2.4GHz Receptor [46]

Especificaciones del Receptor:

Tabla 15 HK-GT2B 3CH 2.4GHz Receptor

Modelo	Coche / barco
Sensibilidad de recepción	-105 dBm
Modulación	GFSK
Tipo de sistema	AFHDS
Sensibilidad	1024
A prueba de fallos	Si
Puerto de alimentación	Si (Vcc)
Energía	4,5- 6,5 Vcc
Peso	5g
Longitud de la antena	26 mm
Dimensiones	37,6 x 22,3 x 13 mm

Elaborado por: Investigador

Equipo de Procesamiento

a. Microcontrolador

El microprocesador es el centro de mando del proyecto, cumple la función principal de recepción, procesamiento de datos y por tanto envío de consignas a los diferentes sistemas de control, por lo que está constituido tanto de entradas analógicas como salidas digitales para los actuadores.

Tabla 16 Comparativa entre diferentes Microcontroladores

Parámetros técnicos	Microcontrolador PIC	NODEMCU	Arduino
Microcontrolador	Pic 16F628a	RISC 32 bits MCU ESP 8266	ATmega 2560
Comunicaciones	UART	UART/SDIO/SPI/I2C	SPI/I2C/UART
Memoria de programa	2048 localizaciones 14 bits	96 Kb	256Kb
Memoria RAM	224 Bytes	64 Kb	8Kb
Memoria EEPROM	128 Bytes	-	4Kb
Voltaje de operación	5 V	3 – 3.6V	5 V
Corriente de operación	25 mA/ pin	80 mA	40 -50 mA
Pines E/S digitales	16	16 GPIO	54 (6 PWM)
Pines Analógicos	4	1 de 10 bits (ADC)	16
Frecuencia de reloj	4 MHz interno 20 MHz externo	80 – 160 MHz	16 Hz
Costo	\$6	\$15	\$17

Elaborado por: Investigador

De acuerdo con los requerimientos del sistema, después del análisis detallado en la tabla anterior se seleccionó el dispositivo Arduino MEGA 2560 que es una placa de desarrollo basada en el ATmega2560. Posee 54 entradas/salidas digitales (15 PWM) que son primordiales para el control de velocidad de motores, además de 16 entradas analógicas, además de ser compatible con varias shields y drivers existentes para Arduino UNO. Es por estas características que se ha optado por esta opción, ya que su entorno de desarrollo es una plataforma libre.



Figura 19 Arduino ATmega 2560 [47]

Especificaciones:

Tabla 17 Arduino ATmega 2560

Microcontrolador	ATmega2560
Voltaje de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada recomendado	7-12V
Voltaje de entrada límite	6-20V
Digital I/O	54
PWM digital I/O	14
Pines de entrada analógica	16
Corriente DC por I/O PIN	40 mA
Corriente DC para 3.3v pin	50 mA
Memoria flash	256 Kb
Memoria flash para bootloader	8 Kb
SRAM	8Kb
EEPROM	4Kb
Velocidad de reloj	16 MHz

Elaborado por: Investigador

IDE ARDUINO

El entorno de desarrollo integrado es un software de licencia gratuita introducida para el uso en la plataforma arduino, es usado para la edición, compilación y carga del código de programa al dispositivo o módulo arduino, está disponible para una variedad de plataformas que permiten las actividades mencionadas.[47]

Características

Las principales características que ofrece este Software de programación son: [47]

- Software de código abierto
- Disponibilidad de plataformas Windows, Linux, MAC, Android.
- Una amplia gama de módulos Arduino para su control y programación.
- Facilidad de compilación de código

- El entorno posee el editor gráfico para usuario y el compilador de carga en el módulo Arduino.
- El IDE de arduino es compatible con lenguaje C y C ++.

Estructura

El entorno gráfico de Arduino IDE consta de una estructura básica compuesta por dos funciones que encierran bloques de declaraciones.

Setup ()

Es la sección del programa que se ejecutará por primera vez al iniciar el dispositivo, contiene la declaración de tipos de variables, usada comúnmente para asignar pinMode o inicializar comunicaciones.

Loop ()

Este apartado se ejecuta después de la función Setup, en esta sección se lee en forma cíclica cada una de las líneas de código, es el centro de la programación y compone las consignas indispensables para el correcto funcionamiento del dispositivo.

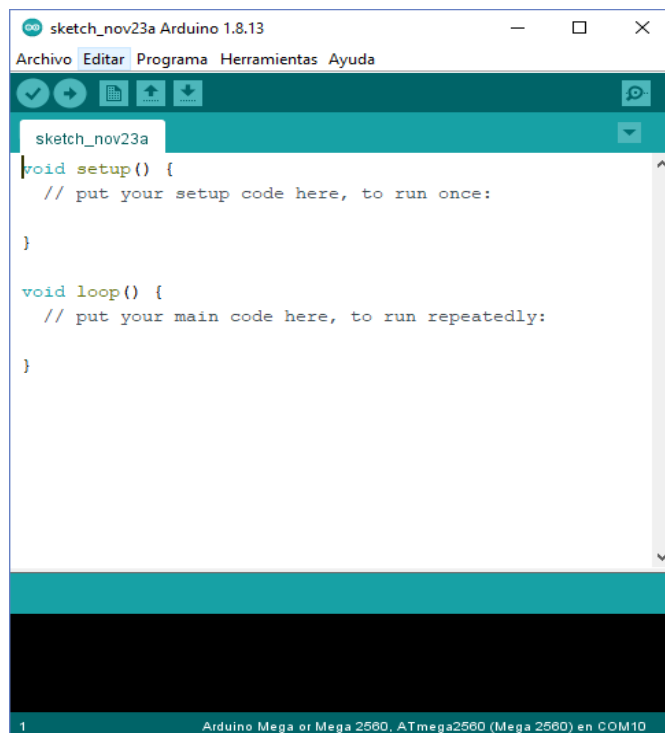


Figura 20 Editor Arduino IDE

Elaborado por: Investigador

Equipo de video

Para el envío y recepción de señales de video en directo se ha utilizado un kit completo Eachine, por la compatibilidad entre dispositivos y a su vez son los que se encuentran tanto en precio como en disponibilidad en el mercado nacional.

a. Transmisor

El equipo transmisor de radio es el origen de la telecomunicación que emite una señal, código o mensaje por un medio, en este caso el aire, funciona a través de ondas electromagnéticas que codifican señales ópticas, mecánicas o eléctricas para amplificarlas y emitirlas como ondas electromagnéticas por medio de una antena después de pasar por un proceso de modulación. El dispositivo Eachine TX801 5,8G 72CH 0,01 mW 5mW 25 mW, 50 mW, 100 mW, 200 mW, 400 mW, 600mW cambió AV VTX transmisor FPV será empleado para emitir una señal de video instantánea a un equipo receptor y de esta manera decidir los procesos a realizar durante el control del dispositivo.



Figura 21 Eachine TX801 5,8G 72CH 0,01 mW 5mW 25 mW, 50 mW, 100 mW, 200 mW, 400 mW, 600mW cambió AV VTX transmisor FPV[48]

Especificaciones:

Tabla 18 14 Eachine TX801

Nombre de marca:	Eachine
Nombre del artículo:	Transmisor TX801
Ganancia de antena:	3 dBi
Antena Conector:	RP – SMA
Frecuencia:	5325 – 5945 MHz
Canal:	72 CH
Potencia de transmisión:	0,1 MW/5 MW/25 MW/50 MW/100 MW/200 MW/400 MW/600
Formato de video:	NTCS/ PAL
Corriente de funcionamiento:	(max) 7V- 550mA 12V- 300mA 24V- 160mA
Ancho de banda:	6,5 MHz
Banda de video:	18 MHz
De audio de banda:	1 Vp-p
Audio de transportista:	10 K
Impedancia de entrada:	10 K Ω
Voltaje de funcionamiento;	7 -24 V
Voltaje de salida:	5 V
Peso:	7.3 g

Elaborado por: Investigador

b. Receptor



Figura 22 Módulo de Receptor UVC FPV OTG 5,8G 150 Canales [48]

Especificaciones:

Tabla 19 Módulo de Receptor UVC FPV OTG 5,8G 150 Canales

Frecuencia	5,8 GHz
Canales	150
Interfaz	Micro USB B Rp-SMA hembra, puerto AV
Antena	RP-SMA macho
Distancia de recepción	1 – 2 Km
Requisitos del sistema	Android 4.3 o superiores, Windows 7/10

Elaborado por: Investigador

c. Cámara



Figura 23 Minicámara 1200TVL [48]

Especificaciones:

Tabla 20 Minicámara 1200TVL

Formato	PAL/ NTSC
Resolución horizontal	1000tvl
Salida de video	1.0Vp-p
Voltaje de trabajo	5 – 12 v DC
Corriente de trabajo	70mA
Exposición	Electrónica
Corrección gamma	0.45/1.0

Elaborado por: Investigador

Fuentes de alimentación

La fuente de alimentación es quizás es el apartado imprescindible en un sistema eléctrico- electrónico es por ello por lo que se debe realizar un análisis muy puntual que involucre todos los sistemas con su respectivo consumo tanto de voltaje como de corriente. Para mejores resultados se ha visto conveniente la división de secciones tanto del sistema de control como el de actuadores, de manera que estas dos divisiones contengan una fuente de alimentación independiente la una de otra, para de esta manera asegurar la integridad del prototipo.

a. Alimentación del sistema de Procesamiento

El sistema de control y procesamiento está compuesto por la tarjeta arduino, el módulo de relé y el módulo driver de motor, por tanto, debido a el voltaje y corriente bajos que se necesita para alimentar estos componentes se ha previsto la utilización de una batería LiPo, por la duración y constancia de la carga de la batería, además de ser un elemento recargable mejorando los procesos eficazmente.

Una fuente de voltaje de LiPo es un dispositivo recargable de uso habitual en el mundo de los sistemas electrónicos, surgieron como una opción viable de uso en vista de que sus antecesores sufrían descargas de voltaje muy rápidos, las LiPo almacenan una gran cantidad de energía y se pueden fabricar en diferentes rangos de capacidad de voltaje.

La capacidad de descarga de una batería de Polímero de Litio se mide en mAh es decir en miliamperios hora, la cantidad de corriente que se puede extraer de una batería en un lapso de una hora, en este punto se realiza la suma de las corrientes que alimentará la batería LiPo.

Corriente total S.C.

= corriente Arduino + corriente relé

+ corriente driver de motor + corriente del receptor rf

Corriente total S.C. = 50 mA + 15 mA + 36 mA + 80mA

Corriente total S.C. = 181 mA

Tabla 21 Comparativa alimentación

Parámetros	Turnigy	Gens ACE	AERONergy	Zippy
Capacidad de descarga	20 C	50 C	35 C	25 C
Conector	Bullet	Dean Plug	T- Dean	Bullet
Peso	36g	571g	435g	488g
Tamaño	55x30x14mm	138x46x50mm	140x46x30mm	162x29x46mm
Precio	\$ 10	\$ 60	\$ 98	\$ 45

Elaborado por: Investigador

Después del análisis económico y con referencia a la corriente necesitada por el circuito de control se ha optado por el dispositivo de la marca Turnigy, por lo que se procede a analizar el tiempo de descarga de la batería LiPo.

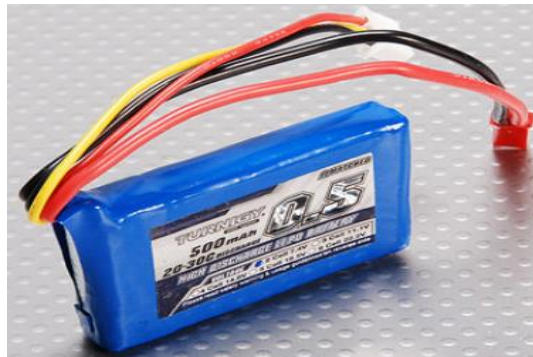


Figura 24 Turnigy Bateria LiPo

Elaborado por: Investigador

La tasa de descarga en las baterías LiPo es una constante C que significa la velocidad con la que se puede descargar. Si bien en nuestro caso tenemos 20 -30 C. donde el 20C es la constante de descarga, mientras el 30C es el pico máximo que dura un segundo de tiempo. La batería tiene una constante de descarga 20C, lo que quiere decir:

$$500mAh \times 20 C = 10000 mAh (10 A) \quad \text{descarga constante}$$

Es decir, si la carga consume 500mA la duración de la carga de la batería es de una hora, por lo tanto, se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo de descarga} = \frac{\text{Corriente nominal de la batería} * 60 \text{ minutos}}{\text{Corriente de la carga}}$$

$$t = \frac{500 * 60}{181}$$

$t = 297.029 \text{ minutos} \Rightarrow \text{un total de 4.95 horas}$

b. Alimentación de Actuadores

En el caso de los actuadores es prudente el uso de baterías de ácido-plomo, son las comúnmente utilizadas en autos y motocicletas, el uso de estos artefactos fue previsto, ya que presentan de igual forma la posibilidad de recargarse. El cálculo de duración de la batería se lo realizó como en el caso anterior. En las baterías de ácido-plomo se recomienda no extraer más abajo del 50% de su capacidad de carga permitiendo de esta manera menor degradación de la batería y alargando su vida útil.

Se realiza la suma de las corrientes que consumirán desde este alimentador.

Corriente total S.C.

*= corriente Inversor(base) + corriente equipo de video
+ corriente motores + luces(balastos incluidos)*

Corriente total S.C. = 5A + 370mA + 1 A

Corriente total S.C. = 6,37 A



Figura 25 Batería Ácido- Plomo

Elaborado por: Investigador

3.1.2 Implementación del dispositivo

Para la implementación del prototipo se determinó el desarrollo mediante etapas, para simplificar el diseño, construcción e implementación; de esta manera cada etapa cumplirá requerimientos necesarios en su cumplimiento determinando así su conclusión e inicio de la etapa posterior.

Etapa 1:

Diseño: Se diseña cada pieza que constituye el prototipo de manera diferencial, asumiendo escalas y diseños factibles para la implementación, al ser un prototipo peculiar y con escasas referencias comerciales el diseño se lo realizó por parte del investigador, con el software AutoCAD.

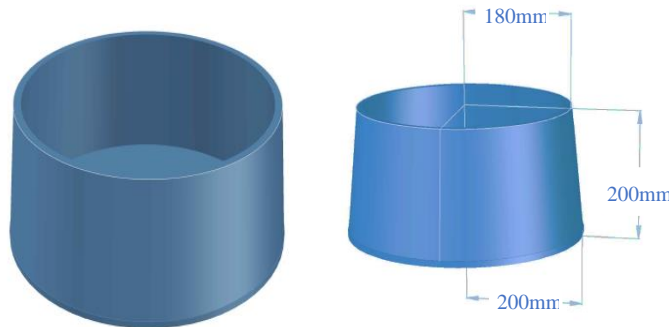


Figura 26 Base Inferior

Elaborado por: Investigador

Con el concepto anterior de diseño, se implementa cada una de las estructuras por separado.

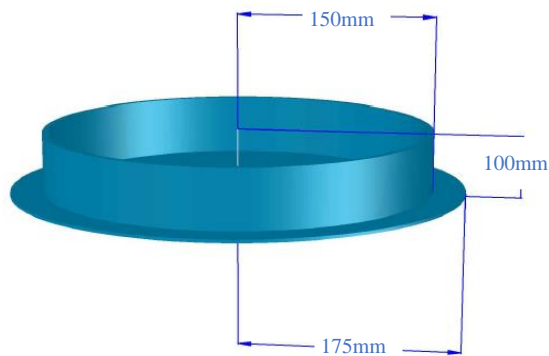


Figura 27 Base Intermedia

Elaborado por: Investigador

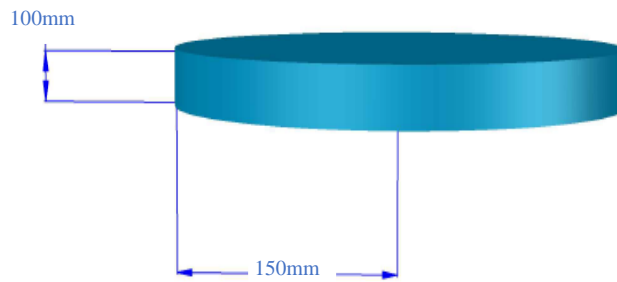


Figura 28 Base superior

Elaborado por: Investigador

Con las bases elaboradas, se diseña el pilar principal que será encargado del soporte principal del prototipo.

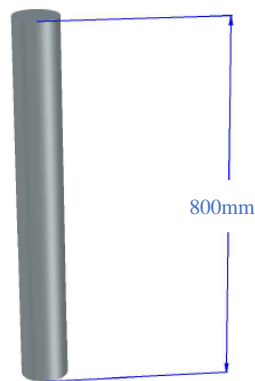


Figura 29 Soporte Principal

Elaborado por: Investigador



Figura 30 Prototipo ensamblado

Elaborado por: Investigador

Construcción de la estructura: El desarrollo de la estructura se la realiza en Acero inoxidable tomando en cuenta la calidad del material y la operatividad de este.

El prototipo está constituido de tres sectores o capas diseñadas por separado, para luego anclarse por soldadura industrial. Como parte inferior tenemos la base que se compone de un semi cono recortado por la parte inferior.



Figura 31 Base inferior del prototipo

Elaborado por: Investigador

De esta misma manera y utilizando el mismo material, se realiza el diseño y por ende construcción de cada parte que compondrán el prototipo. Para la sección intermedia se implementa una cubierta para la sección inferior y a su vez funciona como base para las lámparas.



Figura 32 Parte intermedia del prototipo

Elaborado por: Investigador

El soporte superior de igual manera es un molde, donde su función es mantener alineadas los balastos electrónicos de las lámparas.



Figura 33 Base superior del prototipo

Elaborado por: Investigador

Una vez terminada la construcción se procede a la implementación de cada pieza (soportes) que son idóneos para una correcta colocación tanto de los motores DC, como de las lámparas y a su vez placas que componen el prototipo. Estas fueron desarrolladas en impresión 3D para un mejor acople y de acuerdo con las características del dispositivo que permiten sostener.

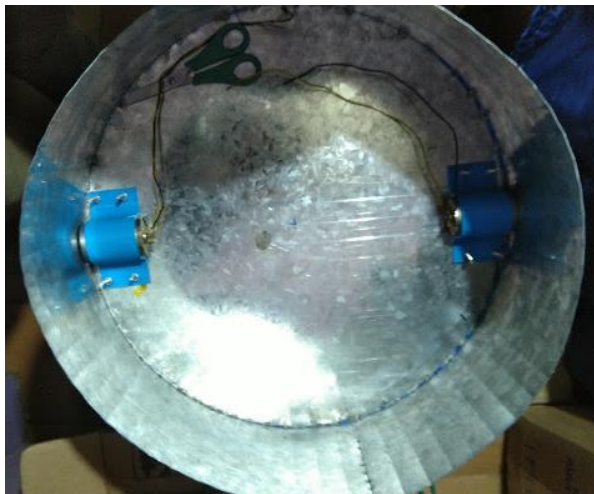


Figura 34 Colocación de motores DC

Elaborado por: Investigador



Figura 35 Bases para balastos electrónicos

Elaborado por: Investigador

Después de desarrollar la estructura principal del prototipo se procede a las pruebas piloto de funcionamiento donde se determina su peso, la alineación de bases, así como también identificar el material de soporte central entre las estructuras determinando el uso de un tubo de acero inoxidable por su rigidez y fácil aleación con la suelda eléctrica.



Figura 36 Prototipo con tubo de aluminio

Elaborado por: Investigador



Figura 37 Prototipo con tubo acero inoxidable

Elaborado por: Investigador

Circuito Electrónico, que permite el procesamiento de los datos.

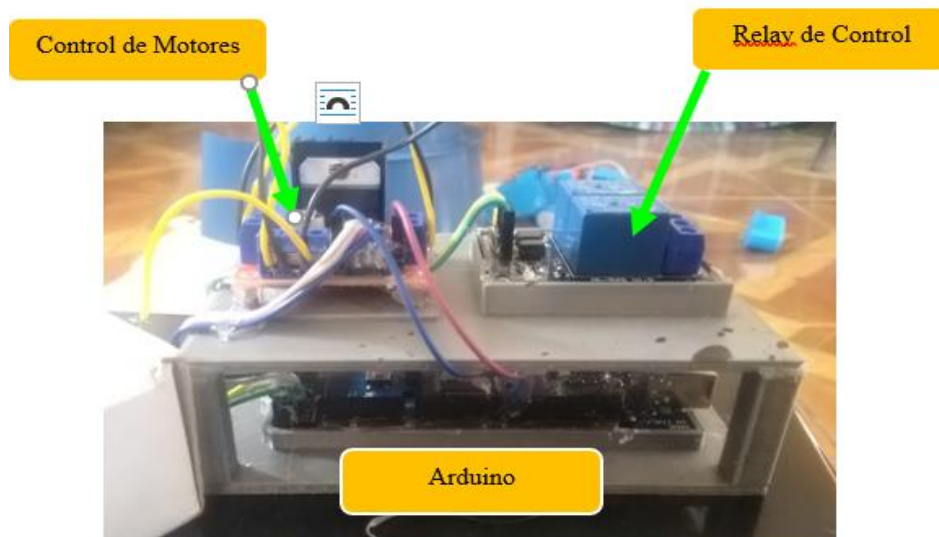


Figura 38 Circuito Electrónico

Teniendo como resultado final una estructura rígida, confiable y uniforme que está acorde a las necesidades requeridas por el investigador.



Figura 39 Estructura final del prototipo

Elaborado por: Investigador

Etapa 2:

Diagrama del circuito: en este apartado se considera el esquema eléctrico y electrónico del prototipo. El mismo que se detalla en el diagrama siguiente:

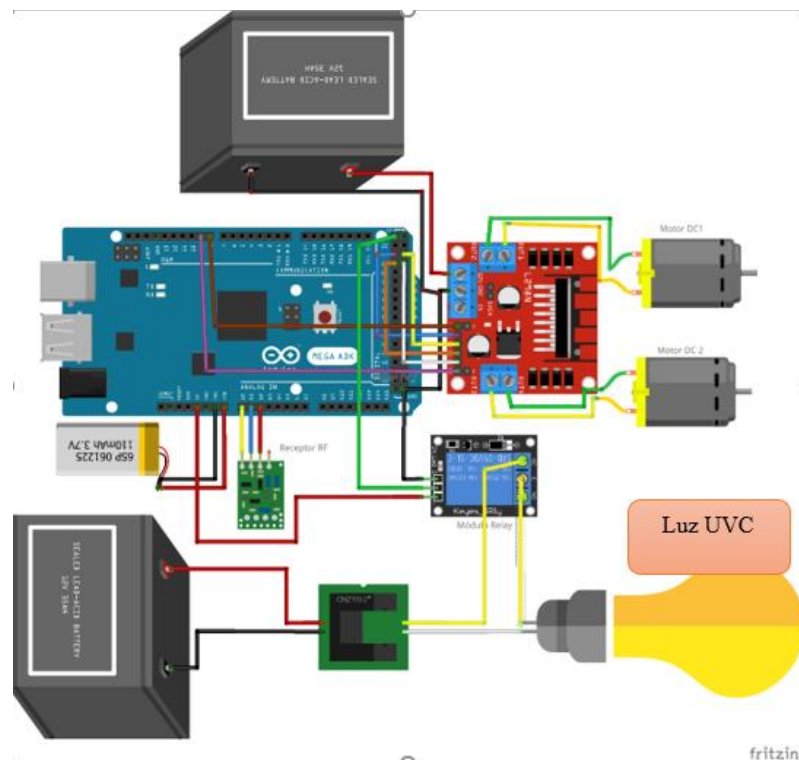


Figura 40 Circuito Electrónico

Elaborado por: Investigador

En el diagrama del circuito se indica la conexión del Arduino Mega a cada uno de los componentes tanto de accionamiento como la recepción de señales por medio del HK-GT2B 3CH 2.4GHz Receptor, la interconexión entre estos elementos se realiza de acuerdo con lo establecido en el código fuente desarrollado en el IDE de Arduino, estos elementos son los fundamentales en el proceso de recepción, procesamiento de la señal y envío de consignas a los elementos actuadores.

Las señales se envían desde el mando de control HK-GT2B 3CH 2.4GHz Transmisor, el mismo que envía las consignas hasta su receptor que está conectado por canales a las entradas analógicas del Arduino, estas señales son receptadas, analizadas y procesadas mediante un mapeo escalado ya que son las que controlarán tanto el avance sincronizado de los motores con control de PWM, así como también la activación o desactivación de las lámparas UVC.

Diagrama de Flujo del proceso:

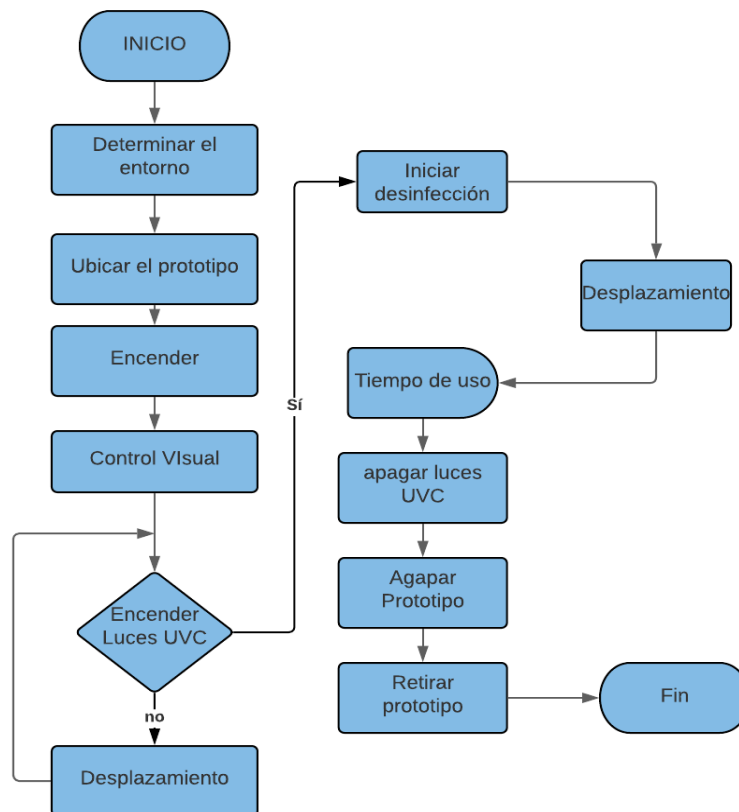


Figura 41 Diagrama de proceso

Elaborado por: Investigador

3.1.3 Manual de buenas prácticas

Para iniciar con el proceso de desinfección, en primera instancia se determina el entorno en el cual se va a realizar el procedimiento, colocamos el prototipo en este entorno y lo encendemos. Es estrictamente necesario que el dispositivo permanezca aislado de la presencia humana mientras se desarrolla la desinfección.

Una vez ubicado el prototipo se toma el control desde una estación remota tanto de la movilidad de prototipo como de la activación y desactivación de las lámparas UVC, es por ello que se posee un control RF así como también un receptor de video instantáneo.

El tiempo de despliegue del prototipo depende del área del entorno cerrado, el mismo que estará en el rango de 15 a 20 minutos, durante este tiempo el dispositivo rodea el entorno guiado por el video, el operador toma el control total del prototipo maniobrándolo de manera correcta por cada una de las superficies y objetos que estén dentro de la habitación.

Concluido la desinfección se procede a desactivar por completo el prototipo y a su vez retirarlo del entorno cerrado, es recomendable complementar la desinfección retirando los residuos de materia muerta de las superficies desinfectadas.

3.1.4 Manual de Usuario

Operación del dispositivo de desinfección.

Control Remoto

Es un dispositivo que sirve para el control de movimiento del prototipo, cuenta con un botón de ON/OFF, un control análogo en forma de rueda que regula el sentido de giro y la velocidad de desplazamiento de este además contiene un gatillo bidireccional, permitiendo el avance hacia adelante/atrás de igual manera de función de la fuerza de pulso se controla la velocidad. También consta el botón de activación y desactivación del sistema de luz.

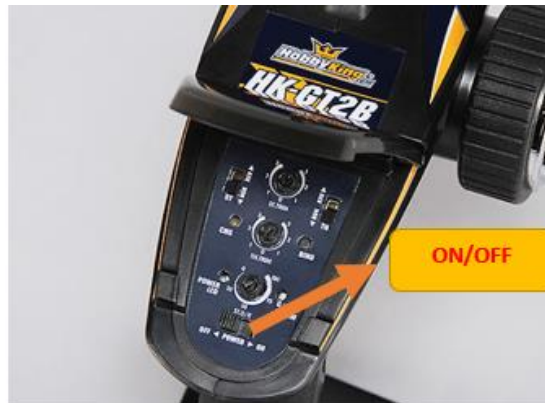


Figura 42 Control ON/OFF



Figura 43 Mando de Control

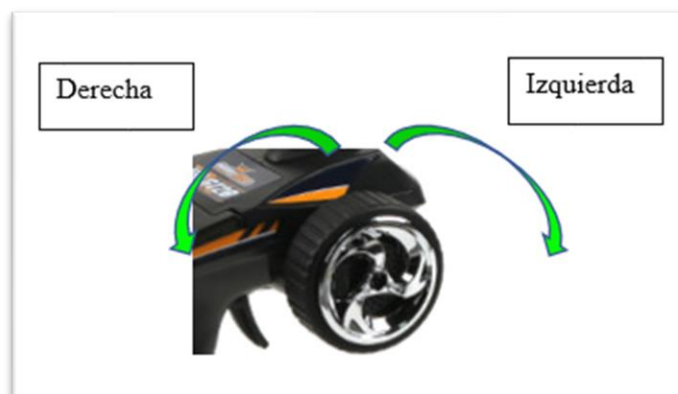


Figura 44 Sentido de Giro



Figura 45 Avance/ Retroceso

Para la recepción de video el receptor debe ser conectado ya sea a un computador o un receptor de video con entrada USB, y elegir el dispositivo.



Figura 46 Recepción de video

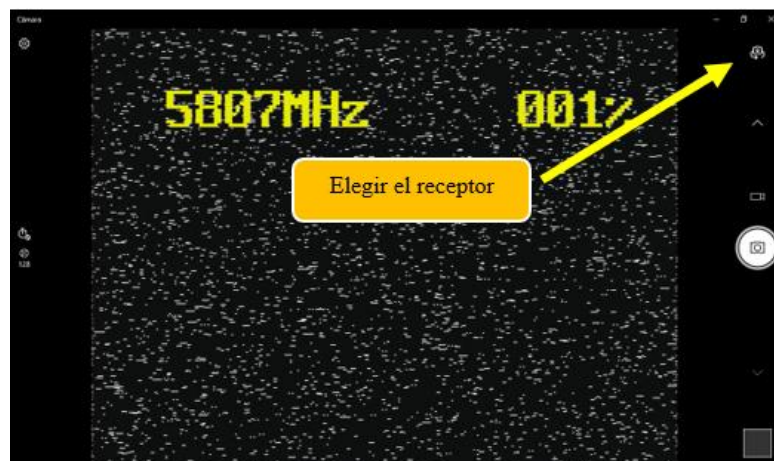


Figura 47 Recepción de video

Prototipo Móvil

El prototipo móvil contiene el sistema de procesamiento, el sistema de envío de video y el sistema de luz UV-C. Para la activación del robot tendremos dos interruptores ubicados en la parte inferior del chasis, el primero controla el flujo de voltaje del sistema de procesamiento y video, mientras el otro el flujo de voltaje del sistema de luz UV-C.

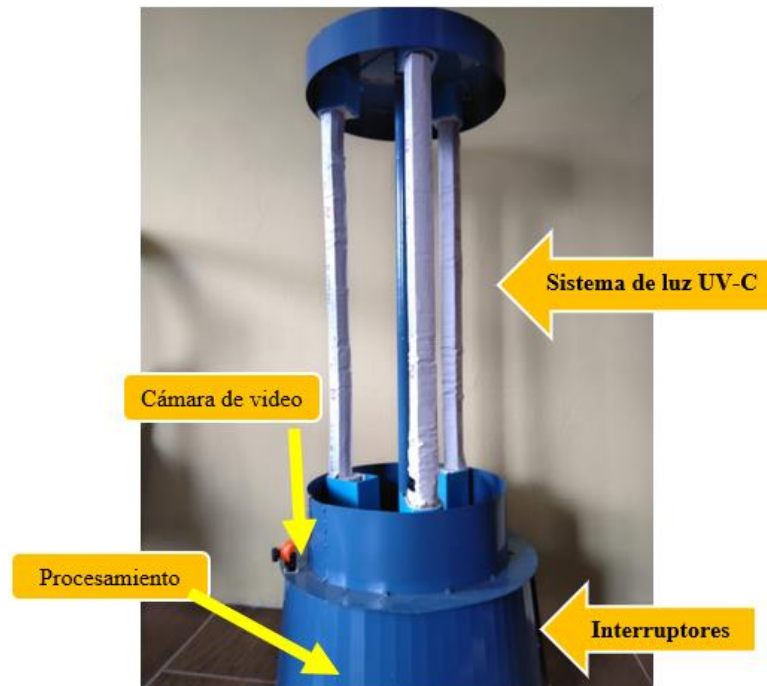


Figura 48 Prototipo



Figura 49 Interruptores de flujo de voltaje

3.1.5 Costo del prototipo

Al emplear dispositivos y equipos existentes en nuestro medio, además de hacer uso de Software y Hardware Libre, se implementó el prototipo, recalcando que el presente proyecto fue financiado en su totalidad por el investigador.

El presupuesto del diseño se debe considerar la cantidad de horas que se empleó tanto en el diseño como en la implementación, es por esto que se considera el sueldo básico de un Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones establecido por el Ministerio de Trabajo que es de 858 dólares mensuales.[49]

Al determinar el sueldo diario, consideramos 21 días laborables promedio y aplicamos la fórmula (2).

$$\text{Salario}_{\text{diario}} = \frac{\text{Sueldo Mensual}}{\text{Días laborales}} \quad (2)$$

$$\text{Salario}_{\text{diario}} = \frac{858}{21}$$

$$\text{Salario}_{\text{diario}} = 40.86 \text{ dólares}$$

Con lo obtenido se procede a calcular el salario por hora, teniendo en cuenta que el día posee 8 horas laborables.

$$\text{Salario}_{\text{horas}} = \frac{\text{Sueldo diario}}{\text{horas laborables}} \quad (3)$$

$$\text{Salario}_{\text{horas}} = \frac{40.86}{8}$$

$$\text{Salario}_{\text{horas}} = 5.11 \text{ dólares}$$

En el desarrollo del proyecto se consideró 100 horas laborables en actividades de investigación, diseño, construcción y pruebas de funcionamiento. Por tanto, el presupuesto de diseño se establece mediante la ecuación (4).

$$\text{Presupuesto}_{\text{diseño}} = \text{Horas} * \text{valor hora} \quad (4)$$

$$\text{Presupuesto}_{\text{diseño}} = 100 * 5.11$$

Presupuesto_{diseño} = 511 Dòlares

En la tabla 22 se detalla el valor de elementos electrónicos y demás materiales utilizados para la realización del proyecto.

Tabla 22 Presupuesto

N	ITEM	UNIDA D	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Sistema de control			
	Inversor	1	40	40
	Módulo Relé	1	3	3
	Driver de motores	1	3,5	3,5
	Emisor y receptor RF	1	40	40
	Sistema de video	1	75	75
	Bateria lipo	1	10	10
	Arduino Mega	1	17	17
	Tubo Fluorecente UV	3	17,86	53,58
	Balastos Lámparas	3	2,68	8,04
	Motor reductor	2	31,25	62,5
	Llantas motor	2	5	10
	Bateria ácido-plomo	2	16,5	33
2	Materiales y Componentes			
	Impresión 3D	1	60	60
	Estructura	1	35	35
3	Materiales de oficina			
	Papel	2	10	20
	Impresiones	2	20	40
4	internet	100 horas		50
	Sub total			493,3456
	IVA (12%)			67,2744
	TOTAL			560,62
	Imprevistos (10%)			56,062
	TOTAL			616,682

Elaborado por: Investigador

Una vez obtenidos los valores se procedente a detallar en la siguiente tabla, los mismos que corresponden a el diseño y construcción.

Tabla 23 Presupuesto General del Proyecto


PRESUPUESTO GENERAL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN				
Ítem	Detalle	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Costo del Diseño	1	\$511,00	\$511,00
2	Costo de construcción	1	\$616,682	\$616,682

Elaborado por: Investigador

3.1.6 Cálculo de UVC para desinfección ultravioleta

Según la sociedad americana de ingenieros de calefacción, refrigeración y aire acondicionado (ASHRAE), es una asociación profesional americana cuyo fin consiste en buscar avances en el ámbito de la calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración mediante diseño y construcción de sistemas. Esta asociación está compuesta por más de 57.000 miembros con más de 132 países alrededor del mundo. Cada país cuenta con ingenieros especialistas en construcción, arquitectos de diseño, entre algunos especialistas más.[50]

De acuerdo con la fórmula de aplicación de dosis microbiana, la empresa Synertech cuenta con un software profesional en cuanto al uso de los sistemas de desinfección de luz ultravioleta y de acuerdo con las características de sistema podremos calcular a detalle el tiempo recomendado en minutos de exposición de luz ultravioleta. Las variables del sistema son: Potencia, Rama de Microorganismo, Microorganismo específico, Dosis (J/m^2), Distancia (m), Tiempo recomendado (minutos).[51] El cálculo permite concluir el tiempo de radiación ultravioleta recomendado según las características del sistema a ocuparse.

CALCULADORA DE DOSIS UV-C 

Potencia de lámpara:

Tipo microorganismo:

Microorganismo:

Dosis (J/m²):

Distancia (m)

Tiempo recomendado (minutos):

Tabla de cálculo para determinar el tiempo de radiación ultravioleta recomendado según la potencia de las lámparas y el tipo de microorganismo a destruir.

Figura 50 Calculadora de dosis de UV-C

Instrucciones de uso:

1. Escoger el idioma de utilización, en vista de que también tendrá cambios en el Sistema internacional, cambiando de metros a pies.
2. Potencia del sistema donde se coloca de acuerdo con las especificaciones del equipo a utilizarse.
3. El tipo de organismo depende del grupo principal de microorganismos encontrados en la superficie.
4. El microorganismo o agente específico para eliminar, de no escoger ninguno auto selecciona el más complejo de esta sección.
5. Dosis en Julio sobre metro cuadrado.
6. Distancia de exposición.
7. Tiempo de aplicación de dosis de luz UVC para garantizar el 100% de una desinfección biológica.

El cálculo está basado en la normativa The Illuminating Engineering Society, donde proporciona información sobre el grado germicida de la luz ultravioleta sobre agentes patógenos, la misma que ha sido aprobada por el comité de IES el 15 de abril del 2020.

Características del prototipo

Prototipo de Desinfección Ultravioleta

Es un sistema de dosis de luz ultravioleta de onda corta (UV-C) para eliminar los microorganismos y patógenos de superficies de entornos cerrados, el sistema de uso mínimo de exposición de acuerdo con las características de las luces ultravioletas. El sistema está fabricado de acero inoxidable sobre un soporte móvil controlador por radio frecuencia, con ruedas de goma, un sistema controlado a distancia mediante sistema de video en vivo que ayuda a recorrer distancias cortas alrededor del espacio a desinfectar.

- Es un proyecto innovador en diseño y fabricación.
- Seguridad de desinfección durante su periodo de uso.
- Sistema listo para trabajar después de su encendido.
- El UV-C inactiva los gérmenes fiablemente y con poco tiempo de utilización.

Ficha Técnica del dispositivo:

- ✚ Prototipo de desinfección UV-C
- ✚ Estructura: acero inoxidable
- ✚ Cobertura: 13m (10m recomendable)
- ✚ Tiempo de exposición: 2 minutos (Variable)
- ✚ Tipo de lámpara: UV-C Presión de Mercurio
- ✚ Número de lámparas: 3 (20W)
- ✚ Vida útil de la lámpara: 7000 horas
- ✚ Potencia de Radiación: 60 Watts
- ✚ Tipo de radiación: 254 nm
- ✚ Control: inalámbrico dirigido
- ✚ Voltaje de entrada: 12 Voltios (lámparas)- 7,5 Voltios (sistema de control)

3.1.7 Validación del Prototipo

Cálculo y prueba de desinfección

En esta prueba se desarrollará el cálculo y la desinfección de una habitación 10 metros cuadrados.

Se han comparado las actividades que se deben desarrollar para la desinfección tradicional, y por otra parte las desarrolladas con el prototipo.

Tabla 24 Estadística descriptiva de los tiempos parciales de las tareas de desinfección de habitación de 10 m²

Tarea	Media en minutos	Desv. Típica en minutos
Aspiradora	1,53	0,6
Preparación de solución	2,00	0,6
Españar solución	1,15	0,2
Fregar suelo	4,0	1,0
Limpiar superficies altas	2,5	1,0
Secado de la habitación	5,0	1,0
Total	16,18	4,4

Elaborado por: Investigador

Se puede apreciar en la tabla que las actividades que más tiempo requieren involucran los elementos químicos utilizados para la desinfección. Las estadísticas mostradas presentan desviaciones típicas, por lo que se pueden validar las mismas.

En el otro caso involucraremos las actividades que se desarrollan para la desinfección mediante luz UV. Por lo tanto, se procede al cálculo del tiempo de exposición de la luz ultravioleta al ambiente cerrado.

En este caso usaremos de referencia el Virus Covid-19, con las especificaciones de nuestro dispositivo.

CALCULADORA DE DOSIS UV-C

Potencia de lámpara:

Tipo microorganismo:

Microorganismo:

Dosis (J/m²):

Distancia (m):

Tiempo recomendado (minutos):

Tabla de cálculo para determinar el tiempo de radiación ultravioleta recomendado según la potencia de las lámparas y el tipo de microorganismo a destruir.

Figura 51 Cálculo de tiempo recomendado [52]

Tabla 25 Estadística de tiempos de desinfección con luz UV

Tarea	Media en minutos	Desv. Típica en minutos
Limpieza de superficies previa	2,5	0,4
Utilización del dispositivo	2,0	0,3
Limpieza de superficies	2,5	0,4
Total	7,0	1,1

Elaborado por: Investigador

El laboratorio de análisis clínico ViveLab, comprende de un área de 10 m² en el espacio de análisis de resultados.



Figura 52 laboratorio Clínico ViveLab

Elaborado por: Investigador

Prueba de eficacia

De acuerdo con el personal encargado del laboratorio se indica que el aporte a la validación del prototipo se puede dar mediante una prueba clínica, ya que los instrumentos requeridos para una constatación sobre una superficie sobrepasan los niveles económicos del establecimiento, se procede a evaluar los niveles de descontaminación existente sobre muestras contenedoras de virus, en vista de situación

actual de pandemia es práctica la utilización del virus SARS-CoV-2 para esta prueba. Por medidas de seguridad y en fin de precautelar tanto la integridad del personal a cargo del laboratorio clínico, así como del investigador en el uso de muestras contenedoras de virus infecciosos las pruebas fueron realizadas por un especialista y en un ambiente totalmente controlado. El proceso se realizó con la utilización del sistema de luz UV-C presentado por el estudiante asumiendo las características físicas y mecánicas del prototipo, en base a en estas propiedades se trabajó sobre las muestras indicadas, obteniendo los resultados expuestos.

Con el uso de dosis infecciosa y mediante el análisis de reacción del ARN de SARS-CoV-2(TICD₅₀/ml) expuesta a distintos tiempos de irradiación UVC, con dosis de desinfección (0,1 mW/cm²) por tiempo de 10 a 300 segundos. El dispositivo de luz utilizado posee las características especificadas del dispositivo en el apartado anterior.

En reacción a los tiempos de exposición y análisis del ARN detallado en el Anexo 3 del presente documento, se procede con la ayuda de la persona encargada del laboratorio a redactar los resultados obtenidos:

Tabla 26 Tabla de resultados

	Cantidad determinada	10 segundos	30 segundos	60 segundos	100 segundos	200 segundos
Base de SARS-CoV-2 (TICD ₅₀ /ml)	1,25 x10 ⁴	30 %	60 %	95%	95.6%	95.8%

Elaborado por: Investigador

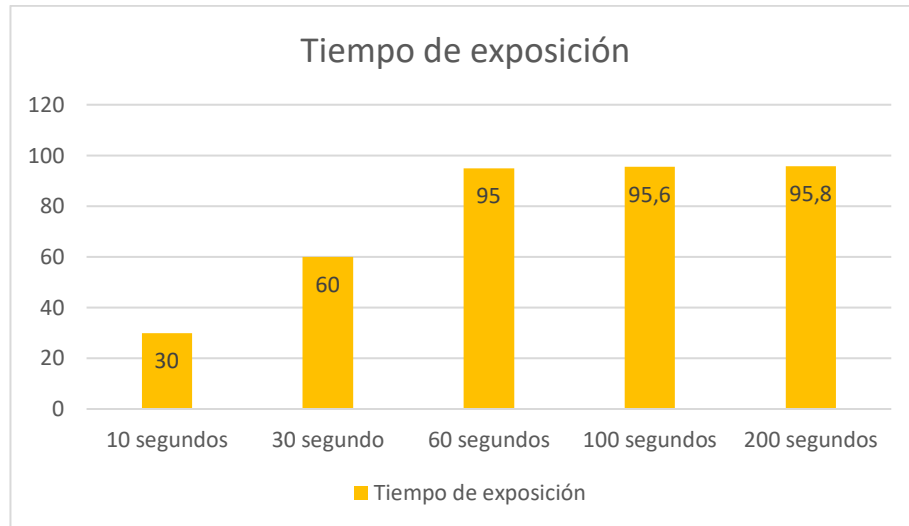


Figura 53 Resultados

Elaborado por: Investigador

Al exponer ($0,1 \text{ mW/cm}^2$) de radiación UVC de 254 nm a una dosis infecciosa de cultivo de tejidos del 50% (TCID), dieron como resultados una reducción del 30 al 95,5% del SARS-CoV-2 Viable. La disminución del rango de daño realizado a las células ARN, muestra valores aceptables dando como conclusión que el proceso fue satisfactorio mostrando una reducción del 95,8% en sus características virales. Este estudio muestra la eficacia de la irradiación UVC de 254 nm contra la contaminación por SARS-CoV-2 en un experimento in vitro. Se puede cotejar con estudios realizados en centros especializados, pero es difícil comparar los resultados con este estudio ya que la longitud de onda y las características experimentales tanto de las muestras como del dispositivo varían en dependencia de estos. En términos generales se concluye que el ensayo experimental es satisfactorio, en este estudio se demostró que la luz UVC es efectiva en este tipo de entornos. Como es un análisis previamente planificado no se expresan las variantes de distintos campos de exposición, por lo que es necesario implementar mayor práctica de prevención, control y aplicación de sistemas eficientes para una desinfección efectiva. Es estrictamente necesario complementar este proceso con los existentes y recurrentes utilizados en la actualidad.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se analizó los procesos y los aditamentos utilizados en la actualidad para la desinfección de entornos, mediante un estudio generalizado se expone los beneficios, así como también los problemas existentes del empleo de cada uno de estos métodos.

El desarrollo tecnológico juega un papel muy importante en cada uno de los ámbitos de la vida cotidiana, por ello al determinar la tecnología adecuada en la construcción de un prototipo cada detalle influye en mayor o menor medida, y luego de una comparación exhaustiva de cada ítem se define el dispositivo que mejor se adapta a los requerimientos necesarios.

Al concluir el diseño del prototipo se obtuvo como producto final un sistema compacto, transportable, muy accesible tanto para su construcción, así como para su costeo ya elaborado, volviéndose un prototipo estable con un gran potencial de desarrollo y producción. Su control es básico por tanto no es necesario el ser un experto para su manejo adecuado.

Los métodos de comprobación de resultados son variados, teniendo en cuenta la finalidad del prototipo se concluye que su funcionalidad y resultados presentan una posibilidad de combatir al SARS-CoV-2, debe aclarar que la finalidad del prototipo no es lidiar con este virus, pero la utilización de luz UVC abarca una gran variedad de microorganismos entre los cuales está el SARS-CoV-2, por lo este fue utilizado para la realización de pruebas.

La luz ultravioleta es un sistema actualmente en estudio y desarrollo es por eso que el prototipo implementado se convierte en un gran aporte para los mismos, la eficacia viene de la mano de la correcta utilización y del tiempo de exposición de la luz a las superficies contaminadas, el uso del dispositivo en ambientes cerrados necesita el complemento de procesos de desinfección tradicionales pero en menor grado de aplicación y sin mayor esfuerzo del ser humano, brindando de esta manera mayor seguridad y confiabilidad en los ocupantes de dicho espacio.

Recomendaciones

- Es fundamental que el usuario del dispositivo tenga cierta instrucción de control por mandos de radiofrecuencia, el control es muy intuitivo, pero en cierta manera se debe tener en cuenta todos los riesgos y peligro que abarcan el mal uso del equipo de desinfección, de manera específica el apartado del control y manejo ya que existen ciertos lugares inaccesibles para el mismo.
- La luz ultravioleta presenta un riesgo para la exposición a la vista y piel humana por lo que antes de encender y poner en funcionamiento el sistema es necesario señalar el ingreso al espacio donde se va a utilizar el prototipo y de esta manera evitar al máximo la presencia de personas en el lugar.
- El sistema de video vigilancia y control en vivo juega un papel muy importante en el manejo del dispositivo por tanto es estrictamente necesario tener un receptor de video, mejorando el proceso de control y realizar una exploración previa al uso del prototipo para de esta manera tener una imagen de desplazamiento de este.
- Se pone a disposición tanto el diseño como el control del prototipo que si bien cumple su función es evidente que al ser un modelo inicial puede presentar inconvenientes, los mismos que se recomienda mejorar tanto el diseño, construcción, materiales y control del dispositivo.

MATERIAL DE REFERENCIA

Referencia Bibliográfica

- [1] CDC, «Enfermedad del coronavirus 2019 (COVID-19) - Contagio», *Centers for Disease Control and Prevention*, abr. 13, 2020.
<https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/how-covid-spreads.html> (accedido may 02, 2020).
- [2] D. O. V. Benítez, «AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO», p. 70.
- [3] «art05v21n1.pdf». Accedido: may 06, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rcsp/v21n1/art05v21n1.pdf>.
- [4] K. Bedell, A. H. Buchaklian, y S. Perlman, «Efficacy of an Automated Multiple Emitter Whole-Room Ultraviolet-C Disinfection System Against Coronaviruses MHV and MERS-CoV», *Infect. Control Hosp. Epidemiol.*, vol. 37, n.º 5, pp. 598-599, may 2016, doi: 10.1017/ice.2015.348.
- [5] C. M. Walker y G. Ko, «Effect of Ultraviolet Germicidal Irradiation on Viral Aerosols», *Environ. Sci. Technol.*, vol. 41, n.º 15, pp. 5460-5465, ago. 2007, doi: 10.1021/es070056u.
- [6] P. de Castro y U. Mena, «□ de Andrés Miguel, Alicia, Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM-CSIC).», p. 9.
- [7] R. Vignoli, «no aprendes lo que te enseñan sino lo que quieres aprender, pero...», p. 21.
- [8] «Esterilización y Desinfección | Equipo para Esterilizar | Herbitas». <https://herbitas.com/esterilizacion-y-desinfeccion.html> (accedido may 03, 2020).
- [9] R. Pérez y A. Ubaldo, «La desinfección-antisepsia y esterilización en la atención primaria de salud: Laboratorios», *Rev. Cuba. Med. Gen. Integral*, vol. 22, n.º 3, pp. 0-0, sep. 2006.
- [10] «Dialnet-AvancesEnLaAplicacionDeLuzUltravioletaDeOndaCortaU-5014997.pdf». .

- [11] R. Fernando, *Robótica - control de robots manipuladores*. Alfaomega Grupo Editor, 2011.
- [12] «Automatización Industrial y Robótica. De la mano con el avance de la industria.», *Estampaciones JOM*, jun. 28, 2016. <https://www.jom.es/automatizacion-industrial-y-robotica-de-la-mano-con-el-avance-de-la-industria/> (accedido ene. 13, 2021).
- [13] S.-M. Fm, «Historia de la robótica: de Arquitas de Tarento al Robot da Vinci. (Parte II)», *Actas Urol Esp*, p. 12.
- [14] «Aplicación de control de sistemas robóticos y de automatización en brazo robótico automatizado», *I23RF*. https://es.123rf.com/photo_82109167_aplicación-de-control-de-sistemas-robóticos-y-de-automatización-en-brazo-robótico-automatizado.html (accedido ene. 13, 2021).
- [15] J. M. García, «Robótica Educativa. La programación como parte de un proceso educativo.», p. 12.
- [16] «Suscripción de licencia de AutoCAD | Comprar el software AutoCAD 2021 | Autodesk». <https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/subscribe> (accedido ene. 10, 2021).
- [17] «02 Desinfeccion.pdf». Accedido: dic. 17, 2020. [En línea]. Disponible en: http://www.intranet.senasa.gov.ar/intranet/imagenes/archivos/dnsa/manuales_de_procedimiento/02%20Desinfeccion.pdf.
- [18] «1366_2000.jpeg (Imagen JPEG, 1280 × 853 píxeles) - Escalado (81 %)». https://i.blogs.es/10a5ad/desinfectar-toyota-00/1366_2000.jpeg (accedido ene. 13, 2021).
- [19] M. Hoyos Serrano y L. N. Gutiérrez Choque, «Esterilizacion, desinfeccion, antisépticos y desinfectantes», *Rev. Actual. Clínica Investiga*, p. 2635, /.
- [20] «WHO-2019-nCoV-Disinfection-2020.1-spa.pdf». Accedido: oct. 29, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332168/WHO-2019-nCoV-Disinfection-2020.1-spa.pdf>.

- [21] J. Adams, J. Bartram, Y. Chartier, y World Health Organization, Eds., *Essential environmental health standards in health care*. Geneva: World Health Organization, 2008.
- [22] S. S. P. Pereira *et al.*, «Disinfection with sodium hypochlorite in hospital environmental surfaces in the reduction of contamination and infection prevention: a systematic review», *Rev. Esc. Enferm. USP*, vol. 49, n.º 4, pp. 0681-0688, ago. 2015, doi: 10.1590/S0080-623420150000400020.
- [23] «17156.pdf». Accedido: oct. 30, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.certifico.com/component/attachments/download/17156>.
- [24] J.-P. Zock *et al.*, «The Use of Household Cleaning Sprays and Adult Asthma: An International Longitudinal Study», *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, vol. 176, n.º 8, pp. 735-741, oct. 2007, doi: 10.1164/rccm.200612-1793OC.
- [25] W. A. Rutala y D. J. Weber, «Disinfectants used for environmental disinfection and new room decontamination technology», *Am. J. Infect. Control*, vol. 41, n.º 5, pp. S36-S41, may 2013, doi: 10.1016/j.ajic.2012.11.006.
- [26] D. J. Weber, W. A. Rutala, D. J. Anderson, L. F. Chen, E. E. Sickbert-Bennett, y J. M. Boyce, «Effectiveness of ultraviolet devices and hydrogen peroxide systems for terminal room decontamination: Focus on clinical trials», *Am. J. Infect. Control*, vol. 44, n.º 5, pp. e77-e84, may 2016, doi: 10.1016/j.ajic.2015.11.015.
- [27] J. J. Butler y B. R. Chou, «JAN BERGMANSON, OD, PhD», p. 10, 2015.
- [28] «La Desinfección y Esterilización con Luz Ultravioleta», *Logic Clean*, nov. 23, 2017. <https://www.logicclean.es/la-desinfeccion-esterilizacion-luz-ultravioleta/> (accedido dic. 17, 2020).
- [29] «El Sol, la Radiacion Ultravioleta y Usted», p. 20.
- [30] J. E. Espinosa y M. Caviedes, «Mario Caviedes, MSc., Dr., Director de Tesis», p. 92, 2014.
- [31] «Manual-de-Bioseguridad-02-2016-1.pdf». Accedido: ene. 06, 2021. [En línea]. Disponible en: <http://hospitalgeneralchone.gob.ec/wp-content/uploads/2018/03/Manual-de-Bioseguridad-02-2016-1.pdf>.

- [32] D. Millán Villarroel, L. Romero González, M. Brito, y A. Y. Ramos-Villarroel, «Luz ultravioleta: inactivación microbiana en frutas», *Saber*, vol. 27, n.º 3, pp. 454-469, sep. 2015.
- [33] «(PDF) UV-C Irradiation in tropical fruits minimally processed», *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/277943483_UV-C_Irradiation_in_tropical_fruits_minimally_processed (accedido oct. 02, 2020).
- [34] R. Albornoz, «Estudio del Estándar Zigbee», p. 9.
- [35] «4. Tecnología Bluetooth», p. 20.
- [36] «WiFi: ¿Qué es WiFi? | TP-Link Iberia». <https://www.tp-link.com/es/blog/34/wifi-qu%C3%A9-es-wifi/> (accedido oct. 30, 2020).
- [37] 3D_BQ, «Comparativa entre Impresión 3D y Procesos de Manufactura Tradicional», *3D Ingeniería BQ*, mar. 11, 2020. <https://www.3dingeneriabq.com/impresion-3d-vs-manufactura-tradicional/> (accedido oct. 08, 2020).
- [38] «Inversores de corriente. ¿Qué son, cómo funcionan y para qué sirven?», <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/convertidores-corriente> (accedido oct. 13, 2020).
- [39] «D_NQ_NP_662518-MEC44388640035_122020-O.webp (Imagen WEBP, 500 × 412 píxeles)». https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_662518-MEC44388640035_122020-O.webp (accedido ene. 13, 2021).
- [40] «¿Que es un relevador y como funciona? - Ingeniería Mecafenix». <https://www.ingmecafenix.com/electronica/relevador/> (accedido oct. 13, 2020).
- [41] «modulo-relay-2-canales-5vdc.jpg (Imagen PNG, 458 × 458 píxeles)». https://www.naylampmechatronics.com/633-large_default/modulo-relay-2-canales-5vdc.jpg (accedido ene. 13, 2021).
- [42] por Dea |, «Motores de DC», *Geekbot Electronics*, abr. 21, 2015. <http://www.geekbotelectronics.com/motores-de-dc/> (accedido oct. 14, 2020).

- [43] «¿Como seleccionar un motor dc con reducción? - DynamoElectronics». <https://www.dynamoelectronics.com/como-seleccionar-un-motor-dc/> (accedido feb. 23, 2021).
- [44] «Módulo L298N puente H driver motores», *Geek Factory*. <http://www.geekfactory.mx/tienda/modulos-para-desarrollo/modulo-l298n-puente-h-driver-motores/> (accedido oct. 13, 2020).
- [45] «P23695-LÁMPARA-GERMICIDA-UV-BATTEN.pdf». Accedido: oct. 14, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://sylvania.com.ec/wp-content/uploads/2020/05/P23695-L%C3%81MPARA-GERMICIDA-UV-BATTEN.pdf>.
- [46] «MANUAL-emisora-FS-GT2B-2.4ghz.pdf». Accedido: oct. 14, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.rcmitico.es/manuales/MANUAL-emisora-FS-GT2B-2.4ghz.pdf>.
- [47] «What is Arduino?» <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction> (accedido dic. 14, 2020).
- [48] «6461b9871da15006d48c30d1bafd0547-product.webp (Imagen WEBP, 340 × 340 píxeles)». <https://i.linio.com/p/6461b9871da15006d48c30d1bafd0547-product.webp> (accedido ene. 13, 2021).
- [49] «SUELDOS__SALARIOS_MÍNIMOS_SECTORIALES_Y_TARIFAS_PARA_EL_SECTOR_PRIVADO.pdf». Accedido: ene. 06, 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.tfc.com.ec/uploads/noticia/adjunto/641/SUELDOS__SALARIOS_M%C3%8DNIMOS_SECTORIALES_Y_TARIFAS_PARA_EL_SECTOR_PRIVADO.pdf.
- [50] «Desinfeccion por Luz Ultravioletaa - NyF De Colombia.», *NyF de Colombia*. <https://www.nyfdecolombia.com/uv/area-industrial/en/equipos-para-desinfeccion-ultravioleta> (accedido dic. 16, 2020).
- [51] «Desinfeccion por Luz Ultravioletaa - NyF De Colombia.», *NyF de Colombia*. <https://www.nyfdecolombia.com/uv/ultravioleta> (accedido dic. 18, 2020).

[52] «Snapshot». Accedido: dic. 18, 2020. [En línea]. Disponible en:
<https://www.nyfdecolombia.com/uv/area-industrial/en/paginas/prueba>.

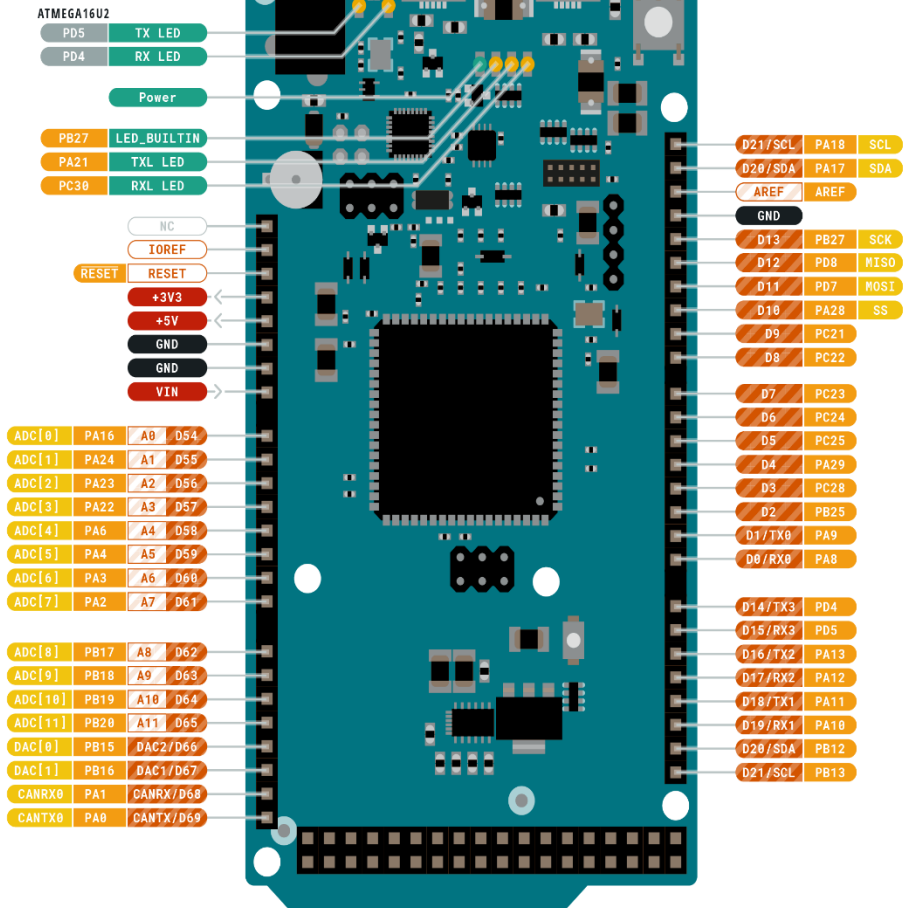
ANEXOS

Anexo 1

Datasheet Arduino Mega



ARDUINO
DUE



Ground	Internal Pin	Digital Pin	Microcontroller's Port
Power	SWD Pin	Analog Pin	
LED	Other Pin	Default	

ARDUINO . CC
BY SA
This work is licensed under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1886, Mountain View, CA 94042, USA.

Figura 54 Arduino Mega

Anexo 2

Certificación de funcionamiento

LABORATORIO DE ANÁLISIS CLÍNICO VIVELAB

Dirección: Calle Guayaquil y Quito, a dos cuadras de la Plaza 22 de septiembre
PREVIA CITA: SÁBADOS: 08:00 AM – 18:00 PM / DOMINGOS: 08:00 AM – 13:00 PM
☎ 099 811 5570



CERTIFICACIÓN

Ingeniera Mg

Pilar Urrutia

DECANA

Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industria.

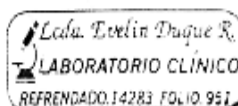
Presente

Señora Decana:

En mi calidad de Responsable del Laboratorio de análisis clínico "Vive Lab" por medio de la presente manifiesto a usted, que el Sr Henry Pavel Tipanquiza Duque, portador de cedula de ciudadanía N 050396090-8, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, realizó las pruebas de funcionamiento del 16 al 18 de Diciembre del 2020 y presentó el Trabajo de Titulación denominado "Dispositivo remoto para desinfección de entornos cerrados mediante luz ultravioleta".

Con estos antecedentes informo que los objetivos planificados para el proyecto de investigación se concretaron, esto en base al informe emitido por la Lcda. Evelin Duque representante del laboratorio de análisis clínico "Vive Lab", por lo expuesto anteriormente solicita se apruebe y se proceda con el trámite correspondiente para el proceso de titulación de estudiante.

Con sentimientos de distinguida consideración



RESPONSABLE: Lcda. Evelin Duque

LABORATORISTA

Anexo 3

Resultados ARN

LABORATORIO DE ANÁLISIS CLÍNICO VIVELAB

Dirección: Calle Guayaquil y Quito, a dos cuadras de la Plaza 29 de septiembre

PREVIA CITA: SABADOS: 08:00 AM - 13:00 PM / DOMINGOS: 08:00 AM - 13:00 PM

Tel: 099 811 6670



Test de control de luz UVC de 254 nm (0,1 mW / cm 2)

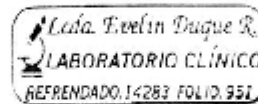
Fecha de entrega: 03/01/2021

INFORME DE RESULTADOS

EXAMEN	RESULTADO					UNIDAD	V. REFERENCIA
Tiempo de Irradiación UVC							
	Control	10 (s)	30 (s)	30 (S)	100 (s)	200 (s)	
Mean viable	2.05 ±	2.34 ±	6.32 ±	6.32 ±	6.32 ±	6.32 ±	
SARS-CoV-2 (TCID ₅₀ /mL) (SD)	1.21 × 10 ⁻⁴	0.86 × 10 ⁻³	0.0 × 10 ⁻¹	0.0 × 10 ⁻¹	0.0 × 10 ⁻¹	0.0 × 10 ⁻¹	
Log reduction		0.94	2.51	2.51	2.51	2.51	
Mean SARS-CoV-2 RNA* (copies/test) (SD)	2.12 ±	5.75 ±	3.41 ±	2.95 ±	3.03 ±	3.03 ±	
	0.27 × 10 ⁷	0.82 × 10 ⁷	1.08 × 10 ⁷	0.41 × 10 ⁷	1.73 × 10 ⁷	1.73 × 10 ⁷	

SARS-CoV-2, síndrome respiratorio agudo severo coronavirus 2; TCID₅₀, dosis infecciosa de cultivo de tejidos al 50%; DE: desviación estándar.

* Se midió el ARN del SARS-CoV-2 mediante PCR cuantitativa de transcripción inversa.



RESPONSABLE: Lcda. Evelin Duque

LABORATORISTA

Anexo 4

Realización de prueba piloto de desinfección

Para el proceso de desinfección piloto en el laboratorio clínico ViveLab, en primera instancia se determina el entorno en el cual se va a realizar el procedimiento, realizando un plano mental de espacio además el posible recorrido que se va a realizar.

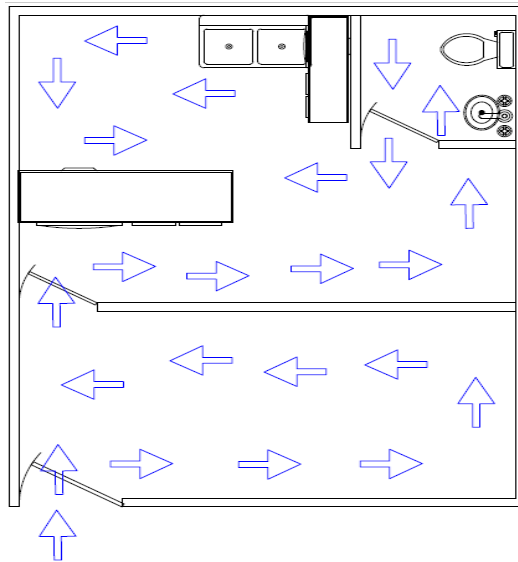


Figura 55 Plano de Recorrido

Elaborado por: Investigador

Colocamos el prototipo en este entorno y lo encendemos. Es estrictamente necesario que el dispositivo permanezca aislado de la presencia humana mientras se desarrolla la desinfección.



Figura 56 determinación del lugar de desinfección



Figura 57 ubicación del dispositivo

Una vez ubicado el prototipo se toma el control desde una estación remota tanto de la movilidad de prototipo como de la activación y desactivación de las lámparas UVC, es por ello que se posee un control RF así como también un receptor de video.

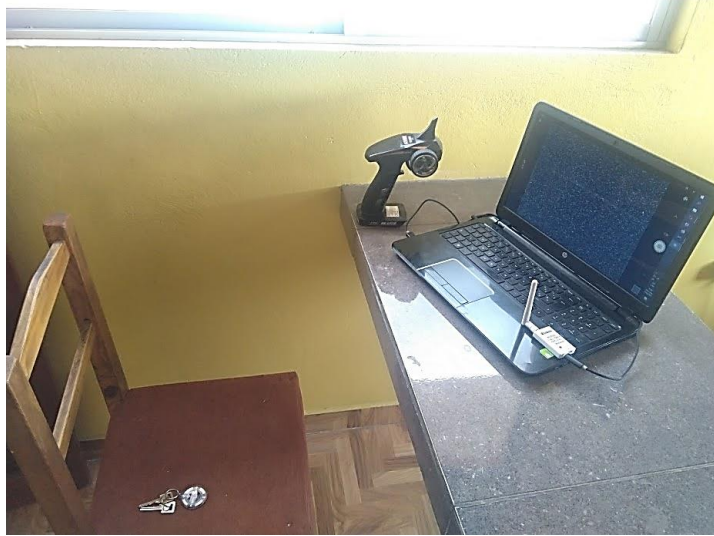


Figura 58 Centro de control

El tiempo de despliegue del prototipo depende del área del entorno cerrado, el mismo que estará en el rango de 15 a 20 minutos, durante este tiempo el dispositivo rodea el entorno guiado por el video en vivo, el operador toma el control total del prototipo maniobrándolo de manera correcta por cada una de las superficies y objetos que estén dentro de la habitación.



Figura 59 Puesta en marcha de la desinfección

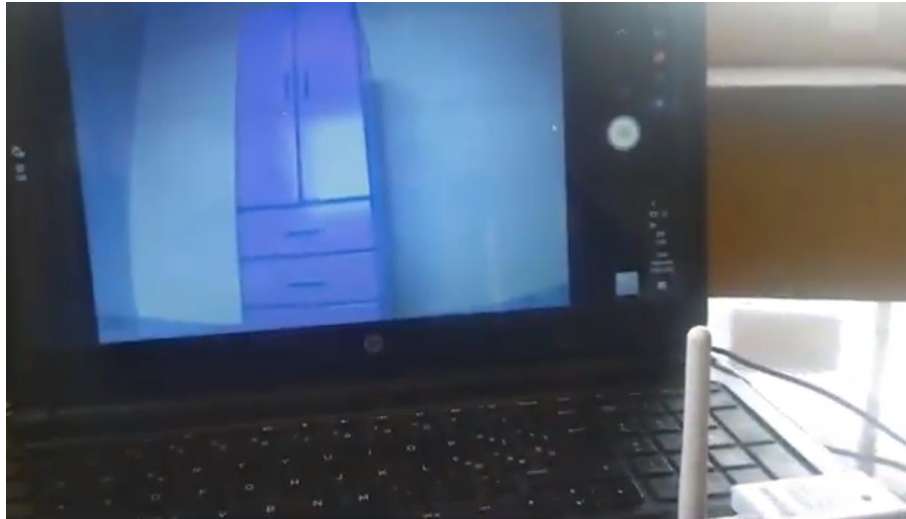
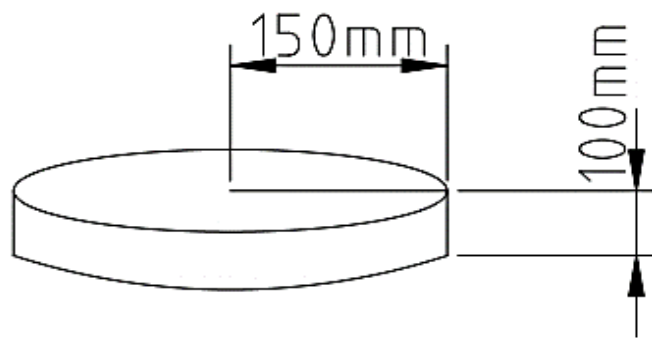


Figura 60 Monitoreo y control del dispositivo

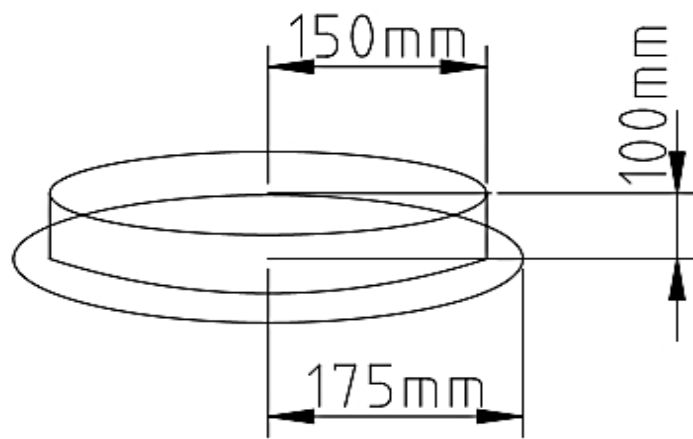
Concluido la desinfección se procede a pagar por completo el prototipo y a su vez retirarlo del entorno cerrado, es recomendable complementar la desinfección retirando los residuos de materia muerta de las superficies desinfectadas.

Anexo 5



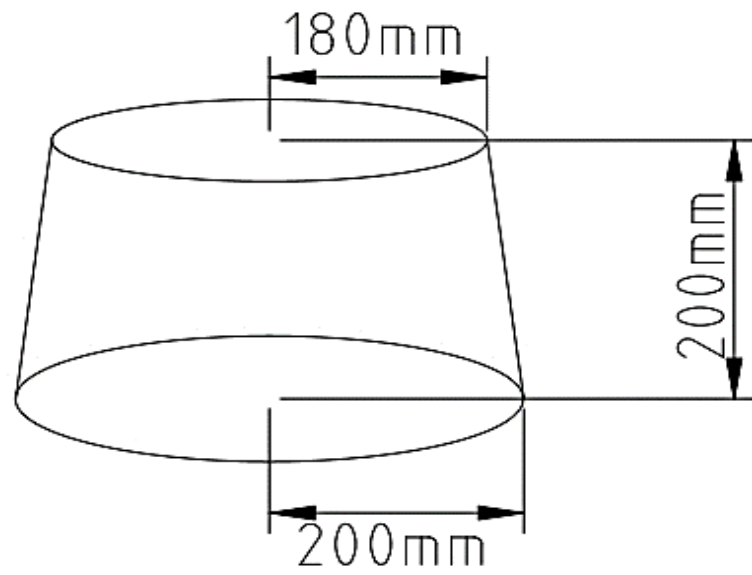
		FECHA	NOMBRE		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
	DIBUJO	03-02	TIPANQUIZA		
		BASE SUPERIOR			
					2020

Anexo 6



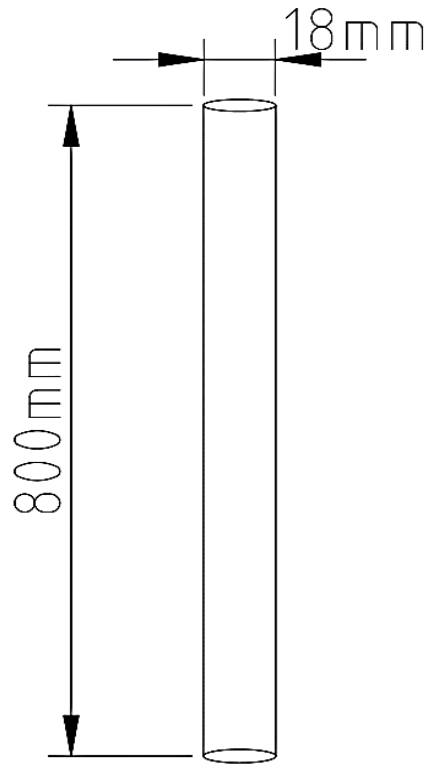
		FECHA	NOMBRE		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
	DIBUJO	03-02	TIPANQUIZA		
		BASE INTERMEDIA			
					2020

Anexo 7



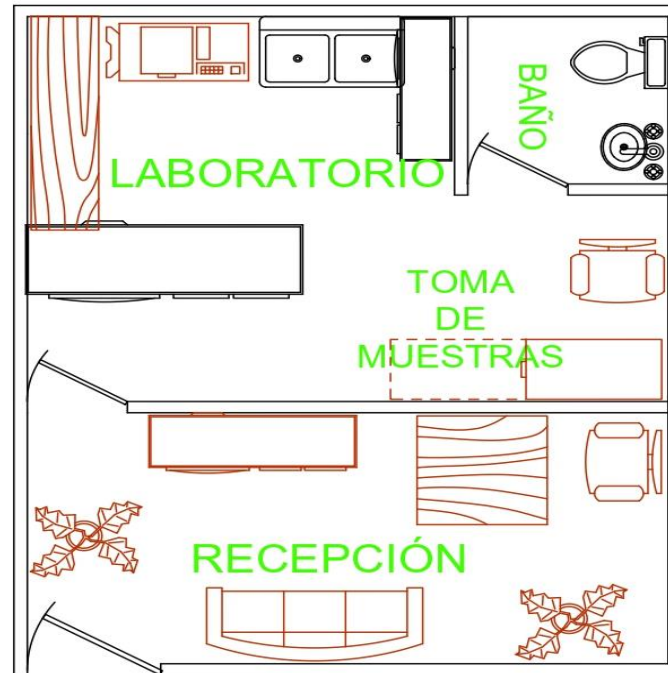
	FECHA	NOMBRE	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
	DIBUJO	TIPANQUIZA	
	BASE INFERIOR		
			2020

Anexo 8



		FECHA	NOMBRE	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
	DIBUJO	03-02	TIPANQUIZA	
	SOPORTE			
				2020

Anexo 9



NOTA	FECHA	CURSO	NOMBRE
	03-02		TIPANQUIZA HENRRY
LABORATORIO CLINICO VIVELAB			

UNIVERSIDAD
TECNICA DE
AMBATO

Anexo 10

Código Fuente de Arduino

```
//////////////////////////////////// Declaración de pines //////////////////////////////////////
```

```
//Lectura de los Canales
```

```
int CH1 = A0;
```

```
int CH2 = A1;
```

```
int CH3 = A2;
```

```
//Salidas
```

```
int IN1 = 24;
```

```
int IN2 = 25;
```

```
int IN3 = 26;
```

```
int IN4 = 27;
```

```
int ENA = 8;
```

```
int ENB = 9;
```

```
int LUZ = 22;
```

```
// Variables internas
```

```
int mapa1;
```

```
int mapb1;
```

```
int mapa2;
```

```
int mapb2;
```

```
int map3;
```

```
int adelante ;
```

```
int atras;
```

```
int derecha;
```

```

int izquierda;

//////////////////////////////// MODO DE LOS PINES //////////////////////////////////

void setup() {

    pinMode(CH1, INPUT);

    pinMode(CH2, INPUT);

    pinMode(CH3, INPUT);

    pinMode(IN1, OUTPUT);

    pinMode(IN2, OUTPUT);

    pinMode(IN3, OUTPUT);

    pinMode(IN4, OUTPUT);

    pinMode(LUZ, OUTPUT);

    pinMode(ENA, OUTPUT);

    pinMode(ENB, OUTPUT);

    Serial.begin(9600);

}

//////////////////////////////// PROGRAMA PINCIPAL //////////////////////////////////

void loop() {

    //////////// IECTURA DE LOS CANALES ////////////

    lectura();

    //////////// CONTROL DE LUZ ////////////

    uvc();

    //////////// CONTROL DE CONDUCCION ////////////

    conducir();

}

```

```
////////// IECTURA DE LOS CANALES //////////
```

```
void lectura () {
```

```
    int lec1 = pulseIn(A0, HIGH);
```

```
    int lec2 = pulseIn(A1, HIGH);
```

```
    int lec3 = pulseIn(A2, HIGH);
```

```
    /// CANAL 1 //////////////////////////////////////
```

```
    mapa1 = map(lec1, 1350, 880, 0, 255);
```

```
    if (mapa1 <= 0 ) {
```

```
        mapa1 = 0;
```

```
    }
```

```
    if (mapa1 >= 255 ) {
```

```
        mapa1 = 255;
```

```
    }
```

```
    mapb1 = map(lec1, 1375, 1850, 0, 255);
```

```
    if (mapb1 <= 0 ) {
```

```
        mapb1 = 0;
```

```
    }
```

```
    if (mapb1 >= 255 ) {
```

```
        mapb1 = 255;
```

```
    }
```

```
    /// CANAL 2 //////////////////////////////////////
```

```
mapa2 = map(lec2, 1365, 1125, 0, 255);
```

```
if (mapa2 <= 0 ) {
```

```
    mapa2 = 0;
```

```
}
```

```
if (mapa2 >= 255 ) {
```

```
    mapa2 = 255;
```

```
}
```

```
mapb2 = map(lec2, 1390, 1600, 0, 255);
```

```
if (mapb2 <= 0 ) {
```

```
    mapb2 = 0;
```

```
}
```

```
if (mapb2 >= 255 ) {
```

```
    mapb2 = 255;
```

```
}
```

```
//// CANAL 3 //////////////////////////////////////
```

```
map3 = map(lec3, 994, 1985, 0, 255);
```

```
    Serial.println(mapa1);
```

```
    Serial.println(mapa2);
```

```
Serial.println(mapb1);
```

```
Serial.println(mapb2);
```

```
Serial.println(map3);
```



```
}
```

```
////////// CONTROL DE LUZ //////////
```

```
void uvc () {
```

```
    if (map3 > 254)
```

```
    {
```

```
        digitalWrite(LUZ, HIGH);
```

```
    }
```

```
    else
```

```
    {
```

```
        digitalWrite(LUZ, LOW);
```

```
    }
```

```
}
```

```
////////// MANEJAR //////////
```

```
void manejo() {
```

```
    adelante = mapa1;
```

```
    atras = mapb1;
```

```
    derecha = mapa2;
```

```
    izquierda = mapb2;
```

```
    if (adelante >= 1) {
```

```
        analogWrite(ENA, adelante);
```

```
        analogWrite(ENB, adelante);
```

```

}

if (atras >= 1) {

    analogWrite(ENB, atras);

    analogWrite(ENA, atras);

}

if (derecha >= 1) {

    analogWrite(ENA, derecha);

    analogWrite(ENB, 0);

}

if (izquierda >= 1) {

    analogWrite(ENA,0);

    analogWrite(ENB, izquierda);

}

if (adelante == 0 && atras == 0 && izquierda == 0 && derecha == 0) {

    analogWrite(ENA, 0);

    analogWrite(ENB, 0);

}

//////////

// Serial.println(adelante);

// Serial.println(atras);

//Serial.println(izquierda);

//Serial.println(derecha);

}

```

```
////////// CONducIR //////////
```

```
void conducir () {  
  
    manejo();  
  
    if (adelante > 0 && derecha == 0 && izquierda == 0 ) {  
  
        digitalWrite(IN1, HIGH);  
  
        digitalWrite(IN2, LOW);  
  
        digitalWrite(IN3, HIGH);  
  
        digitalWrite(IN4, LOW);  
  
    }  
  
    if (atras > 0 && derecha == 0 && izquierda == 0 ) {  
  
        digitalWrite(IN1, LOW);  
  
        digitalWrite(IN2, HIGH);  
  
        digitalWrite(IN3, LOW);  
  
        digitalWrite(IN4, HIGH);  
  
    }  
  
    if (derecha > 0 && adelante == 0 && atras == 0 ) {  
  
        digitalWrite(IN1, LOW);  
  
        digitalWrite(IN2, LOW);  
  
        digitalWrite(IN3, HIGH);  
  
        digitalWrite(IN4, LOW);  
  
    }  
  
    if (izquierda > 0 && adelante == 0 && atras == 0 ) {  
  
        digitalWrite(IN1, HIGH);  
  
        digitalWrite(IN2, LOW);  
  
    }  
}
```

```
digitalWrite(IN3, LOW);  
digitalWrite(IN4, LOW);  
}  
if (izquierda == 0 && derecha == 0 && adelante == 0 && atras == 0 ) {  
    digitalWrite(IN1, LOW);  
    digitalWrite(IN2, LOW);  
    digitalWrite(IN3, LOW);  
    digitalWrite(IN4, LOW);  
}  
}
```