



Diseño y construcción de un prototipo de sistema germicida automatizado de radiación UV-C

Andrés Felipe Cortes Cardozo

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Bogotá, Colombia
2022

Diseño y construcción de un prototipo de sistema germicida automatizado de radiación UV-C

Andrés Felipe Cortes Cardozo

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Mecatrónico

Director:

PhD. Hernando Augusto Jiménez

Codirector:

MSc Carlos Arturo García

Línea de Investigación:

Control y Automatización

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Bogotá, Colombia

2022

A mis padres y hermanos

La preocupación por el hombre y su destino siempre debe ser el interés primordial de todo esfuerzo técnico. Nunca olvides esto entre tus diagramas y ecuaciones.

Albert Einstein

Agradecimientos

Primeramente, le agradezco a Dios por darme la sabiduría y el entendimiento para poder lograr el desarrollo de este proyecto.

A mi madre la persona más importante en mi vida la cual estuvo en todo momento apoyándome en toda mi carrera y finalización de este proyecto.

A mis hermanos por apoyarme y aconsejarme cada vez que me veían decaer

A mis tutores de tesis por la paciencia y el apoyo que me brindaron durante el desarrollo de este proyecto, aunque intente decaer varias veces ellos siempre estuvieron para apoyarme en todo lo que necesitaba

Al Ingeniero Bryan Álvarez por su apoyo en el momento donde pensé que no podría acabar este proyecto

A la Universidad Antonio Nariño por acogerme en su institución y ayudarme a lograr mi meta de ser profesional

Resumen

En este trabajo se presenta, el diseño y la construcción de un prototipo automático para la administración de radiación UV-C implementando técnicas de control de Fitopatógenos. Este dispositivo emplea ciclos de radiación (tiempo de exposición y de latencia) y estrategias de control, para manejar variables como la distancia de radiación, en cual se expondrá el material vegetal de manera programada por medio de una lámpara conectada a un sistema de potencia, según los requerimientos dados por la empresa Flexport de Colombia SAS. El prototipo permite realizar ensayos de administración de radiación a muestras de cultivos de flores, como base experimental para un posterior desarrollo de un modelo de aplicación en fase de postcosecha.

El desarrollo de esta tecnología, permite equipos para el control de patógenos a un mercado objetivo compuesto principalmente por el sector agrícola, alimentos y floricultor. Para alcanzar este objetivo a largo plazo, se debe, en esta fase inicial, construir un primer prototipo que permita hacer pruebas de laboratorio y de campo preliminares, Para ello se cuenta con el apoyo de la empresa Flexport de Colombia S.A.S, quienes han propuesto y apoyado el desarrollo de esta investigación por parte de la UAN.

Palabras clave: *Latencia, Radiación UV-C, tiempo de exposición, hongos fitopatógenos.*

Abstract

This paper presents the design and construction of an automatic prototype for the administration of UV-C radiation by implementing Phytopathogen control techniques. This device uses radiation cycles (exposure time and latency) and control strategies to manage variables such as the radiation distance, in which the plant material will be exposed in a programmed manner by means of a lamp connected to a power system, according to the requirements given by the company Flexport de Colombia SAS. The prototype allows radiation administration tests to be carried out on samples of flower crops, as an experimental basis for later development of an application model in the post-harvest phase.

The development of this technology allows equipment for the control of pathogens to a target market composed mainly of the agricultural, food and flower sectors. To achieve this long-term objective, it is necessary, in this initial phase, to build a first prototype that allows preliminary laboratory and field tests to be carried out. For this, the company Flexport de Colombia S.A.S. has been supported, who have proposed and supported the development of this research by the UAN..

Keywords: Latency, UV-C radiation, exposure time, phytopathogenic fungi.

Contenido

Resumen	IX
Abstract	X
Contenido	XI
1. Objetivos	19
1.1 Objetivo General	19
1.2 Objetivos específicos	19
2. Marco Teórico	20
2.1 Radiación Ultravioleta (UV)	21
2.2 Diseño asistido por computadora (CAD)	23
2.3 Entorno de Desarrollo Interactivo (IDE)	24
2.3.1 AppDesigner	24
2.3.2 Arduino	25
2.4 Sistema De control	26
2.4.1 Control en lazo abierto.....	27
2.5 Motores Eléctricos.....	27
2.5.1 Motores paso a paso	29
2.5.2 Sistema de accionamiento para el motor paso a paso	30
2.6 Módulos de Control	32
2.6.1 Modulo Relé	32
2.6.2 Modulo RTC DS3231.....	33
2.7 Módulo final de carrera.....	34
2.8 Módulos De comunicación	34
2.8.1 Módulo HC-06	34
2.9 Componentes mecánicos	35
2.9.1 Tornillo de Potencia	35
2.9.2 Carro de rodamientos V slot	36
2.10 Fuente de radiación.....	37
3. Desarrollo Metodológico	38
3.1 Requerimientos	38
3.1.1 Dimensiones.....	38
3.2 Selección de componentes mecánicos.....	41
3.2.1 Mecanismo de movimiento	41
3.3 Cálculos para seleccionar el motor.....	42
4. Diseño y Resultados	46
4.1 Diseño estructural	46
4.1.1 Tornillo de avance	47
4.1.2 Tuerca trapezoidal	47
4.1.3 Camisa trapezoidal	48
4.1.4 Perfil de aluminio 2020	48

4.1.5	Cojinete 8 mm	49
4.1.6	Carro de rodamientos.....	49
4.2	Diseño de interfaz gráfica	50
4.2.1	Interfaz Completo	50
4.2.2	Distancia de radiación	51
4.2.3	Barridos a superficie.....	51
4.2.4	Hora de Inicio	52
4.2.5	Fecha de Inicio	52
4.2.6	Botones.....	53
4.3	Programación	53
4.3.1	Comunicación	54
4.3.2	Actualización	55
4.3.3	Ubicación	56
4.3.4	Respuesta al control.....	56
4.4	Construcción.....	57
4.4.1	Ensamble Mecánico	57
4.4.2	Ensamble Electrónico.....	59
4.5	Modo de Uso	60
5.	Conclusiones y recomendaciones	63
5.1	Conclusiones	63
5.2	Recomendaciones	63
6.	BIBLIOGRAFIA	64

Lista de figuras

	Pág.
Figura 2-1 Hogos Patógenos [10].....	20
Figura 2-2 Características morfológicas de Cladosporium [11].....	21
Figura 2-3 Esquema de ADN antes y después de ser irradiada con UV-C [15]	22
Figura 2-4 Proceso de diseño [17].....	23
Figura 2-5 Componentes AppDesigner [20].....	25
Figura 2-6 Esquema de conexiones del Arduino UNO [23].....	26
Figura 2-7 Componentes básicos de un sistema de control [24].....	27
Figura 2-8 Diagrama clasificación de motores eléctricos por configuración [26]	28
Figura 2-9 Características principales de los motores a pasos y los servomotores [27].	28
Figura 2-10 Composición motor paso a paso [28]	29
Figura 2-11 Relación frecuencia velocidad de un motor a pasos [31].....	30
Figura 2-12 Diagrama esquemático DVR8825 [33]	31
Figura 2-13 Esquema módulo relé.....	32
Figura 2-14 Esquema RTC 3231 [37]	33
Figura 2-15 Módulo final de carrera.....	34
Figura 2-16 Módulo HC-06 [40]	35
Figura 2-17 Sistema de corredera [42]	36
Figura 2-18 Carro de rodamientos V slot.....	36
Figura 2-19 lampara UV-C	37
Figura 3-1 Esquema de puesto de irradiación [7]	38
Figura 3-2 Boceto de ejes coordenados	41
Figura 3-3 Diagrama de mecanismos de movimiento [27]	42
Figura 4-1 Diseño del prototipo	46
Figura 4-2 Tornillo de Avance hecho en SolidWorks	47
Figura 4-3 Tuerca Trapezoidal	47
Figura 4-4 Camisa tuerca trapezoidal.....	48
Figura 4-5 Perfil de aluminio 2020.....	48
Figura 4-6 Cojinete.....	49
Figura 4-7 Carro de rodamientos.....	49
Figura 4-8 Interfaz completo para control de prototipo.....	50
Figura 4-9 Menú desplegable distancia de radiación.....	51
Figura 4-10 Menú desplegable de barridos a superficie	51
Figura 4-11 Menús despegables de Hora De Inicio	52
Figura 4-12 Menú de fecha de inicio.....	52
Figura 4-13 Código de envío de datos por la aplicación	54
Figura 4-14 Código de decodificación de datos.....	55
Figura 4-15 Fragmento de código para la ubicación	56
Figura 4-16 Montaje del eje Z.....	58

Figura 4-17 Montaje de lampara UV-C.....	59
Figura 4-18 Prototipo terminado.....	59
Figura 4-19 ubicación A) aleatoria y B) Home.....	60
Figura 4-20 Aplicación remota	60
Figura 4-21 Distancia de 30 cm.	61
Figura 4-22 Prototipo al iniciar proceso de radiación.....	61
Figura 4-23 Proceso de radiación	62

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 2-1: Tipos de radiación ultra violeta según su longitud de onda [12].....	21
Tabla 2-2 Variables que afectan la radiación.....	22
Tabla 2-3 Resolución de motor a pasos [30]	30
Tabla 2-4 Configuración de pines del módulo relé.....	33
Tabla 3-1 Análisis bibliográfico distancia de radiación [9].	39
Tabla 3-2 Análisis bibliográfico del tiempo de exposición [9]	40
Tabla 4-1 Características de cada dato enviado.....	55

Introducción

Una de las principales preocupaciones agrícolas de todo el mundo son las enfermedades fúngicas en plantas, generando millones de pérdidas a organizaciones especializadas [1]. En Colombia se ejerce un control sobre estos microorganismos implementando diferentes tipos de plaguicidas [2], pero con las nuevas regulaciones y la demanda de productos orgánicos, crece el interés de encontrar técnicas alternativas para evitar estas enfermedades [3], logrando así diferentes técnicas como lo son la luz ultravioleta, actinomicetos, ozono, peróxido de hidrogeno, entre otras, mitigando el daño medio ambiental hecho por diferentes plaguicidas.

Flexport de Colombia SAS es una organización especializada en el cultivo de flores como lo son los claveles y astromelias. Los cultivos que manejan son tipo exportación, lo cual hace que su cuidado sea de gran importancia, Uno de los productos más vendidos por esta organización es el clavel, ubicándose en el top 10 de las flores más exportadas en Colombia [4] [5], este tipo de cultivo es muy propenso a infectarse por hongos como *Cladosporium*, atacando hojas, pétalos y tallos por medio de esporas esparcidas por el aire. para mitigar el daño medio ambiental causado por los plaguicidas, Flexport investiga métodos germicidas con menos impacto en el medio ambiente, como lo es el tratamiento germicida con radiación ultravioleta el cual ayuda a destruir el hongo como el antes descrito.

El tratamiento germicida con radiación ultravioleta, es una tecnología nueva, la cual consiste en irradiar la superficie de una planta por medio de una fuente de radiación UV-C, esta deberá tener una longitud de onda de 254 nm, además, la superficie de la planta tiene que ubicarse a una distancia entre 10 y 40 cm [6], con ello se logra un daño al ácido desoxirribonucleico (ADN) del fitopatógeno inactivándolo, pero estos hongos presentan resistencia a la radiación UV-C, eso hace difícil determinar condiciones de tratamiento optimo [7].

En el presente trabajo se diseña y se construye un prototipo germicida de radiación UV-C, a través de un sistema automatizado manejado desde una aplicación de escritorio, donde el usuario deberá interactuar con diferentes opciones para la configuración del prototipo, como los ciclos de radiación por medio del número de barridos, la variación de la distancia de radiación, y la programación de la fecha en la que se realiza el proceso.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Diseñar y construir un sistema para el control de gérmenes utilizando radiación UV-C, con un rango de longitud de onda de 200 a 280 nm controlando variables de tiempo de exposición, tiempo de latencia y distancia.

1.2 Objetivos específicos

- OE1 Diseñar y construir un prototipo de administración de radiación UV-C para ensayos a nivel de laboratorio in vitro y en pruebas en matriz biológica de cultivos de flores.
- OE2 Desarrollar un sistema de control donde se implemente las variables aplicadas en el diseño del prototipo como lo son tiempo de exposición, tiempo de latencia y distancia.
- OE3 Desarrollar una aplicación para el control remoto del sistema germicida de radiación UV-C

2.Marco Teórico

Las empresas cultivadoras de flores, como Flexport de Colombia (compañía con más de 30 años en el mercado de producción y exportación de flores, especializada en la producción de claveles y otros productos de diversificación), tienen problemas fitosanitarios los cuales son de gran relevancia, pues pueden generar pérdidas importantes.

Botritis, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Ácaros*, *Tríps* (Figura 2-1) son algunos de los problemas con los cuales los productores se enfrentan diariamente [8], el control requiere del uso de diferentes estrategias químicas, físicas, culturales y biológicas. Por ejemplo, *Cladosporium* es un hongo de esporas, el cual forma cadenas ramificadas y superficies aterciopeladas, de color oliva-grisáceo marrón-olivácea a marrón negro [9] como se ve en la Figura 2-2, para acabar con estos hongos se encuentran diferentes sistemas germicidas como lo es la radiación ultravioleta.



Figura 2-1 Hongos Patógenos [10]



Figura 2-2 Características morfológicas de Cladosporium [11]

2.1 Radiación Ultravioleta (UV)

La radiación Ultravioleta (UV), hace parte del espectro electromagnético, con longitudes de onda de 100 hasta 400 nm. Dividiéndolo en 3 tipos diferentes según su longitud de onda (Tabla 2-1) [12], al ser longitudes de onda corta cada fotón emite gran energía, siendo efectivo como sistema germicida o también llamada irradiación ultravioleta germicida (UVGI), por sus siglas en inglés [13].

Tabla 2-1: Tipos de radiación ultra violeta según su longitud de onda [12]

CIE	λ (nm)	E(eV)
UVA	400-315	3,10-3,94
UVB	315-280	3,94-4,43
UVC	280-100	4,43-12,4

Un sistema germicida es un conjunto ordenado de normas y procedimientos que regulan el funcionamiento en relación a la destrucción de gérmenes (bacterias, virus u otros microbios que pueden causar infecciones o enfermedades) como la radiación ultravioleta, consiste en irradiar una superficie contaminada por microorganismos, atacando el ADN y

destruyendo el material genético a través de una fuente de radiación UV-C, con una longitud de onda de 254 nm [14]. La efectividad de este tratamiento en plantas depende de la transmisión de luz hacia los organismos, donde interactúan las variables descritas en la Tabla 2-2, aunque está limitada por la superficie de material vivo, pero se considera efectivo para este aspecto el uso de pulsos de luz, en lugar de una radiación continua, amplificando el poder de irradiación y alcanzando una mayor penetración sobre la superficie aplicada, [15] destruyendo el ADN, como se ve en el esquema presentado en la Figura 2-3. Dentro de la radiación continua se presentan métodos de acción del organismo, como lo es el daño fotoquímico y la homersis, esta última trata de la capacidad que tiene el organismo de recuperarse ante bajas dosis de estrés y aumentar la resistencia ante la luz UV-C. Este caso es muy notorio en la radiación continua sobre los fitopatógenos.

Tabla 2-2 Variables que afectan la radiación

Variable	Unidades	Descripción
Distancia de radiación	centímetros (cm)	Distancia entre la fuente de radiación y el material vegetal (a mayor distancia, menor intensidad).
Tiempo de exposición	Segundos (s)	Tiempo exhibición del material biológico a radiación UV-C (aumenta el tiempo, aumenta la dosis).
Tiempo de latencia	Segundos (s)	Tiempo entre dosis de exposición de radiación UV-C 7(tiempo que transcurre entre la causa o el estímulo de algo y la evidencia externa que se produce) [16].

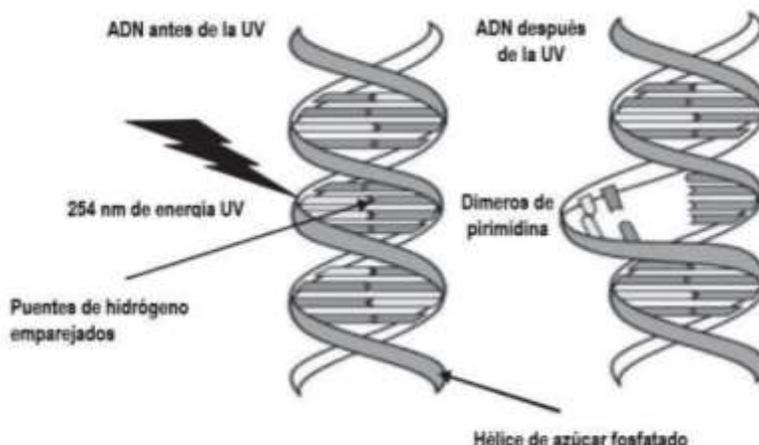


Figura 2-3 Esquema de ADN antes y después de ser irradiada con UV-C [15]

La ley del inverso cuadrado nos dice que ha mayor distancia, la intensidad es menor, esto influye directamente a los organismos los cuales son irradiados ya que ha mayor distancia el organismo de la fuente, la intensidad de radiación será mayor.

2.2 Diseño asistido por computadora (CAD)

El Diseño Asistido por Computadora (CAD por sus siglas en inglés), es la proyección a la solución de problemas planteados por el ser humano del entorno que lo rodea, plasmando sus ideas ya sea por medio de dibujos o bocetos, aclarando así un punto de partida para dicha solución (Figura 2-4). En la actualidad el dibujo ha evolucionado a sistemas computacionales [18].

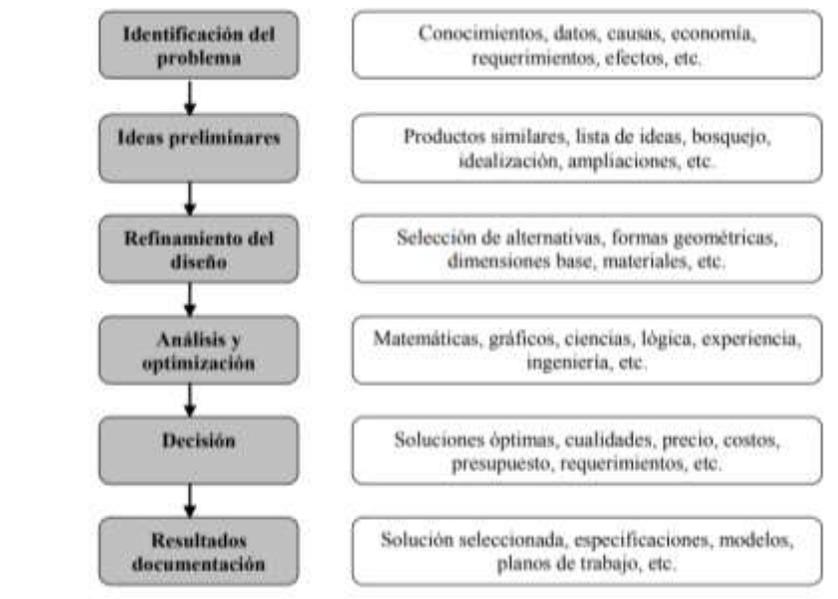


Figura 2-4 Proceso de diseño [18]

El dibujo actual en ingeniería está soportado por las técnicas CAD. La gran mayoría de softwares son de tipo paramétrico, con el cual se obtiene el modelado de piezas sólidas, apoyada en la geometría constructiva, obteniendo la vista diédrica de cada pieza y sus diferentes planos de conjunto, así como la simulación del montaje [19], Convirtiéndose en técnicas accesibles para todo usuario. Estas técnicas usadas en la industria van desde el diseño hasta la fabricación consiguiendo optimizar costos, calidad, tiempo, seguridad, entre otros [18].

Uno de los sistemas CAD más comunes es SolidWorks, que permite modelar y simular figuras en 3D. Siendo un gran instrumento de diseño dentro de la industria, ya que cuenta con varias herramientas y con estas es posible encontrar diferentes cargas aplicadas a un sistema.

2.3 Entorno de Desarrollo Interactivo (IDE)

Un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE por sus siglas en inglés), es un software hecho para el diseño de aplicaciones, permitiendo al diseñador interactuar con un solo Software. Generalmente tiene las siguientes características: editor de código fuente, permite ir identificando errores en el código, facilita las acciones del diseñador con ayuda de funciones, automatización de compilaciones locales, permite automatizar tareas sencillas y repetitivas, depurador, permite probar un programa y mostrar un error presentado en el código fuente [20].

2.3.1 AppDesigner

AppDesigner es una herramienta creada por MathWorks, este entorno de desarrollo contiene una interfaz de diseño y código simultáneamente. La interfaz de AppDesigner es fácil de usar, por lo tanto, personas sin ningún tipo de experiencia utilizan esta plataforma para crear una aplicación, utiliza el lenguaje de programación propio de Matlab y contiene diferentes tipos de componentes como se ve en la Figura 2-5.

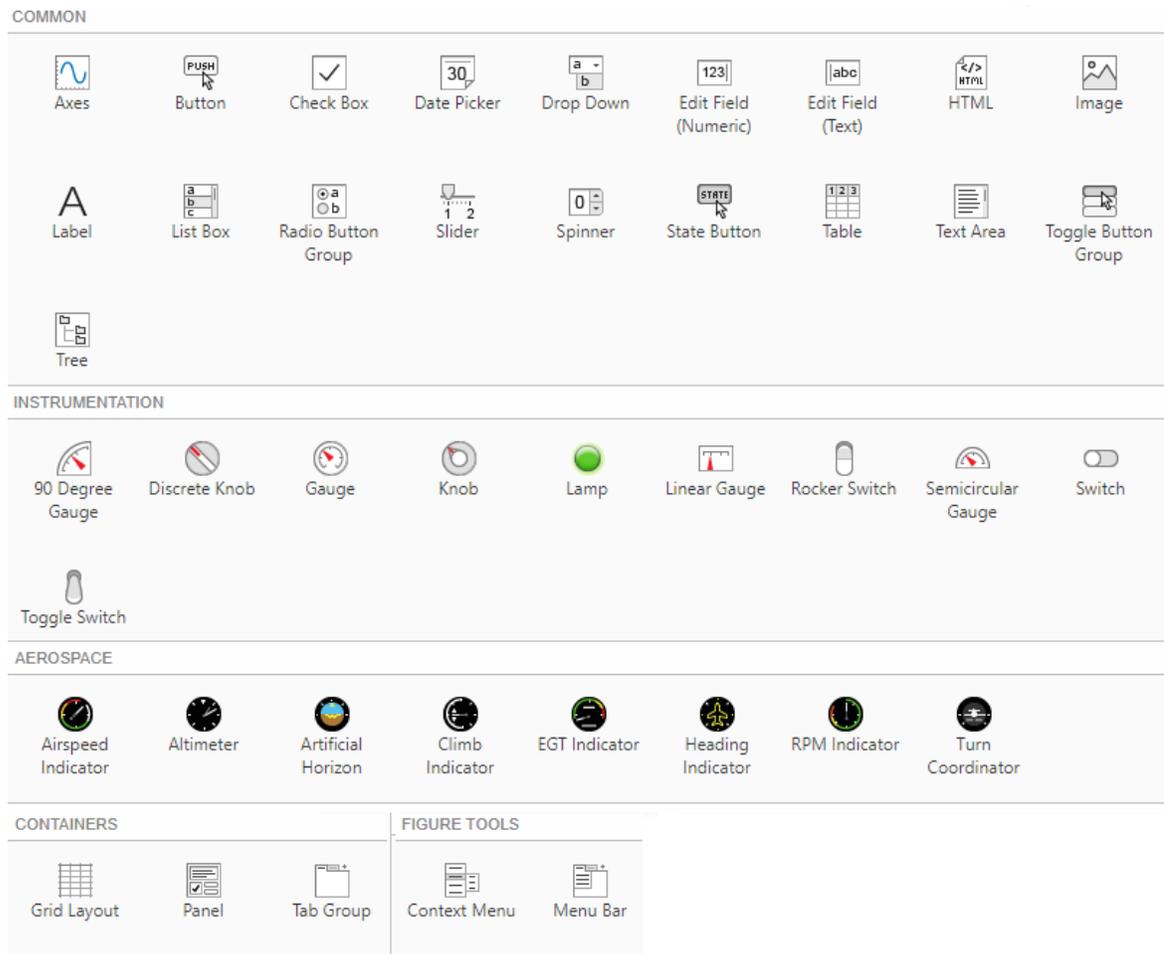


Figura 2-5 Componentes AppDesigner [21]

Para unir la aplicación creada en AppDesigner con un sistema mecánico es necesario usar un protocolo de comunicación, donde una tarjeta de adquisición como PLC, PIC, Raspberry o Arduino recibe los datos enviados y controla el sistema mecánico.

2.3.2 Arduino

Arduino, es una plataforma de código abierto, siendo una de las opciones preferidas al momento de hacer un trabajo de hardware y software interactivos, por ejemplo, las placas de Arduino (Leonardo, UNO, NANO, etc.) con entradas como sensores y pulsadores, y salidas como luces, motores y pantallas, pueden ser controladas por medio de un código escrito por el IDE de Arduino [22].

para facilitar el día a día normalmente utiliza un sistema de control [25], pero para saber que es un sistema de control primero se tiene que definir que es un sistema, es la combinación de componentes que trabajan juntos y realizan objetivos determinados [26]. Los sistemas de control se dividen en dos grupos fundamentales control en lazo abierto y control en lazo cerrado.

2.4.1 Control en lazo abierto

Los sistemas donde la salida no tiene efecto sobre la acción de control, se llaman control en lazo abierto, estos sistemas de control no miden la salida ni se realimenta de ella. por ejemplo, una lavadora trabaja con unos ciclos de lavado, que operan con una base de tiempo. La lavadora no mide el tipo de suciedad en la ropa, por lo cual, no necesita ser realimentada para que trabaje con normalidad, en vez de eso el usuario da unos parámetros y con base a esos el sistema sigue una secuencia. Un sistema de control en lazo abierto recibe una entrada y responde con una salida, en la Figura 2-7 se observa un diagrama de bloques de un sistema de control en lazo abierto [26].



Figura 2-7 Componentes básicos de un sistema de control [25]

2.5 Motores Eléctricos

Los motores eléctricos se clasifican por su función como por su configuración. En la Figura 2-8 se observa distintos tipos de motores según su configuración [27].

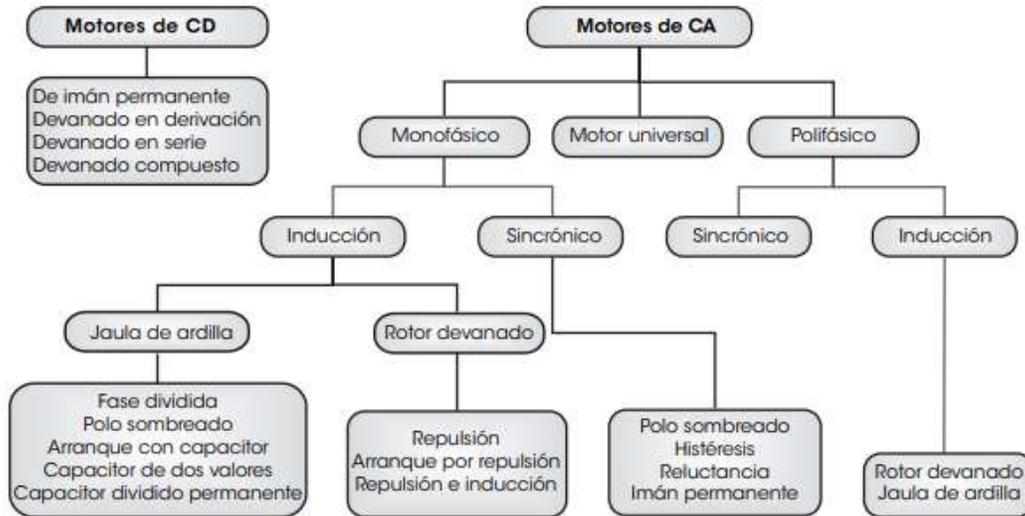


Figura 2-8 Diagrama clasificación de motores eléctricos por configuración [27]

Los motores en un prototipo son primordiales, ya que con ellos se da cumplimiento a cada uno de los movimientos propuestos en el diseño. Al momento de escoger un motor se tienen en cuenta dos variables fundamentales, configuración del motor y funcionamiento del mismo. En este proyecto se observaron dos posibles motores, cumpliendo las características para su correcto funcionamiento, estos son los servomotores y los motores a pasos, en la Figura 2-9 se encuentra un diagrama de la comparación de los motores.

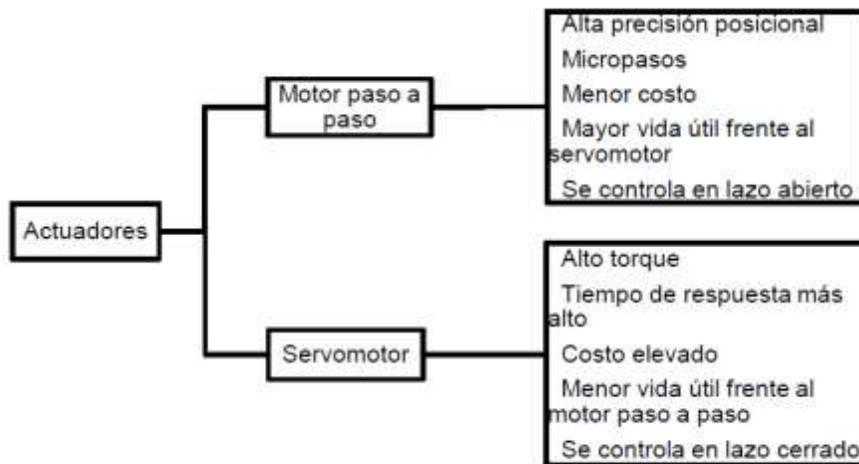


Figura 2-9 Características principales de los motores a pasos y los servomotores [28]

2.5.1 Motores paso a paso

Los motores paso a paso, son motores de reluctancia variable con imán permanente, sin escobillas, diseñados para posicionar un dispositivo de salida. Estos motores funcionan en lazo abierto, ósea no reciben realimentación para su funcionamiento, por lo tanto, pueden desfasarse de un programa designado, pero permanecerán satisfactoriamente en una posición elegida, en un tiempo indefinido mientras sea energizado. Su construcción consta de tiras de imanes en el núcleo del rotor y de inductancias en el estator, las cuales al ser energizadas generan un campo magnético, haciendo que el imán permanente se acerque al inductor energizado. A ese efecto se le denomina paso, los motores pasos traen un ángulo de desfase por cada paso y según ese desfase se puede lograr contar la cantidad de pasos que necesita para lograr una revolución, por ejemplo, un motor nema 17 viene configurado con un ángulo de desfase de 1.8° , para lograr una revolución es necesario 200 pasos en el controlador, eso sí, no está configurado para micro pasos, donde la cantidad de pasos serian aún mayor. Este motor posee un elevado par de torsión de detención, son moderadamente costosos y requieren drivers especializados [27], en la Figura 2-10 se observa la composición de un motor a pasos.

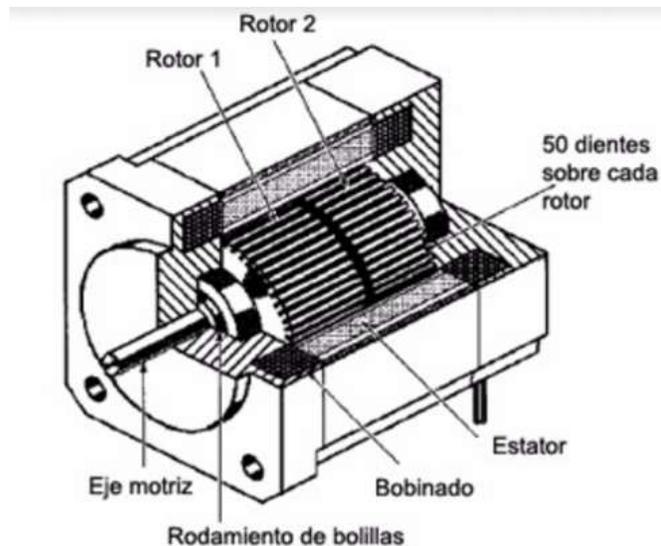


Figura 2-10 Composición motor paso a paso [29]

2.5.2 Sistema de accionamiento para el motor paso a paso

Los drivers o controladores de los motores paso a paso, son los encargados de hacer la conversión de un pulso digital a un movimiento mecánico, por medio de un motor en forma de desplazamiento angular [30], aparte de controlar el motor, lo protege de cualquier sobrecarga. Los drivers también controlan el ángulo de paso del motor, por medio de micro pasos que pueden lograr hasta un dieciseisavo de un paso, dando una mayor precisión, en la Tabla 2-2 se observa la configuración de estos micro pasos [31].

Tabla 2-3 Resolución de motor a pasos [31]

MS1	MS2	MS3	Resolución de micro paso
Low	Low	Low	Paso Completo
High	Low	Low	Medio Paso
Low	High	Low	Cuarto de Paso
High	High	Low	Octavo de Paso
High	High	High	Dieciseisavo de paso

También por medio de la frecuencia de pulsos es posible controlar la velocidad del motor, entre más separados se encuentre los pulsos más lento ira, mientras más cercano se encuentre cada pulso la velocidad será mayor, en la Figura 2-11 se observa un ejemplo de un motor que, al ingresar una cantidad de pulsos aumenta su velocidad angular [32].



Figura 2-11 Relación frecuencia velocidad de un motor a pasos [32]

Un driver económico es el controlador DRV8825 de motores paso a paso, en la Figura 2-12, se observan las diferentes conexiones de este tipo de controlador [33]. El pin ENABLE es el habilitador, con él, se accede o no al funcionamiento del controlador. Los pines M0, M1 y M2 son los encargados de los micro pasos, con ellos se obtiene desde pasos completos hasta treintaidosavos de paso, pero para mayor eficiencia se recomienda no utilizar menos de medio paso. El pin STEP es donde se ingresa la función pulsos, con la que se planea el movimiento del motor, cada pulso enviado se refleja en un paso, por ejemplo, si se envían 200 pulsos al controlador y el motor que lo recibe tiene un ángulo de paso de 1.8° , este dará una revolución completa. El pin DIR es el encargado de la dirección del motor ya sea sentido horario o anti horario. El pin Vm y el pin FAULT son de alimentación, el pin Vm es el de alimentación del motor y el pin FAULT es el de rangos lógicos y alimentación del controlador. Los pines A1, A2, B1 y B2 son los pines al motor, y el pin GND es la tierra del controlador, la cual tiene que estar interconectada con las demás tierras del circuito [34].

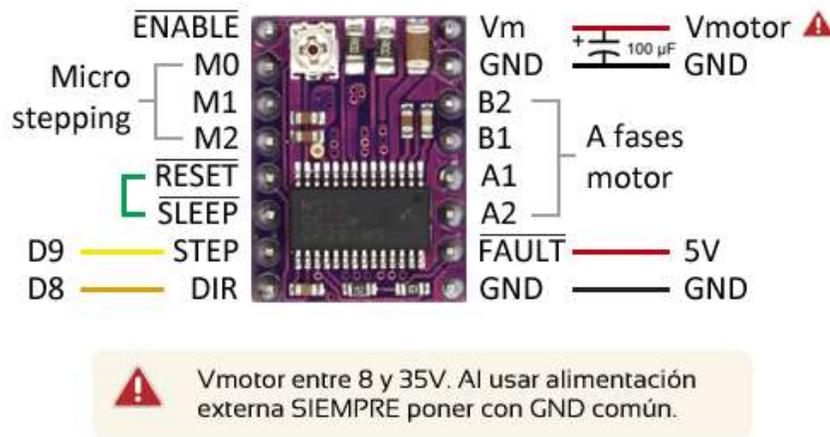


Figura 2-12 Diagrama esquemático DVR8825 [34]

Las desventajas de este driver son, su capacidad de corriente, dando una corriente nominal hasta de 2,5 Amperios, siendo así más efectiva que su predecesor el A4988, con una corriente nominal de 1,5 Amperios. Siendo más sensibles a los picos de corriente generados por el motor, para evitar esto se tiene que configurar el controlador antes de utilizar el motor [35]. Entre las ventajas de este controlador esta su bajo costo y su portabilidad, pues es un controlador pequeño el cual ocupa muy poco espacio.

2.6 Módulos de Control

Un módulo de control electrónico, también denominado unidad de verificación electrónica, es el sistema integrado que se utiliza para inspeccionar las funciones del sistema eléctrico.

2.6.1 Modulo Relé

El esquema del módulo relé se observa en la Figura 2-13, este módulo tiene como principal funcionamiento, ser un interruptor eléctrico, es decir, por medio de bajas tensiones se puede controlar sistemas de alta tensión o de tensión variable. A través de una bobina la cual al ser energizada origina un campo magnético, generando la unión de dos placas metálicas en su interior, permitiendo el paso de corriente eléctrica dentro del sistema al que esté conectado [36].



Figura 2-13 Esquema módulo relé

Los pines del módulo relé se especifican en la Tabla 2-4

Tabla 2-4 Configuración de pines del módulo relé

PIN	CARACTERISTICA
Vcc	Alimenta a el módulo con 5V
GND	Tierra
IN	Activa el modulo
NO	Pin normalmente abierto, se encuentra en circuito abierto con el pin COM
NC	Pin normalmente cerrado, se encuentra en corto circuito con el pin COM
COM	Conmuta entre el pin NO y NC según si el pin IN está en alto o bajo

2.6.2 Modulo RTC DS3231

El módulo RTC DS3231, se utiliza principalmente para acceder a datos de información de calendario y reloj, el cual se puede configurar automáticamente, y se mantendrá actualizando, aunque se encuentre el dispositivo apagado, ya que cuenta con una batería externa, esta da energía al módulo para que continúe sincronizado a la hora y fecha. El dispositivo cuenta con 4 pines esenciales para su funcionamiento, dos de ellos serán para alimentación y los otros dos para comunicación.

Para comunicarse con el módulo se utilizan 2 canales, el canal SCL (Serial Clock) y el canal SDA (Serial I/O data) [37]. El módulo se observa en la Figura 2-14.

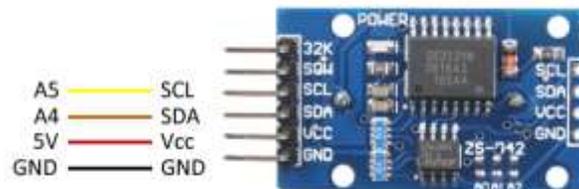


Figura 2-14 Esquema RTC 3231 [38]

2.7 Módulo final de carrera

El módulo final de carrera está compuesto por un pulsador, muy utilizado en bandas transportadoras y en sistemas de posicionamiento. Su funcionamiento consta de tres pines, uno para interactuar con el controlador y los demás para la alimentación lógica como se observa en la Figura 2-15



Figura 2-15 Módulo final de carrera

2.8 Módulos De comunicación

Los módulos de comunicación varían según su funcionamiento, alámbrica o inalámbrica. Para la comunicación alámbrica [39], hay distintos tipos de protocolos utilizados actualmente como lo es, el protocolo I2C y el protocolo serie, este segundo ya es algo antiguo, pero de igual manera sigue siendo uno de los más utilizados. En la parte de comunicación inalámbrica existen distintos tipos de protocolos de comunicación, como el protocolo BLUETOOTH, MQTT, WIFI, entre otros [40].

2.8.1 Módulo HC-06

El módulo HC-06, es un dispositivo de comunicación inalámbrica, que usa el protocolo Bluetooth, el cual está desarrollado con tecnología SPP (protocolo de puerto serie), establece conexión por medio del puerto serial al dispositivo que se tenga conectado. Con este módulo se puede hacer comunicación inalámbrica mucho más sencilla, ya que

solo se necesita 4 cables para su funcionamiento, 2 de ellos serán para la alimentación y los otros 2 para transmisión y recepción, como se puede observar en la Figura 2-16 [41].

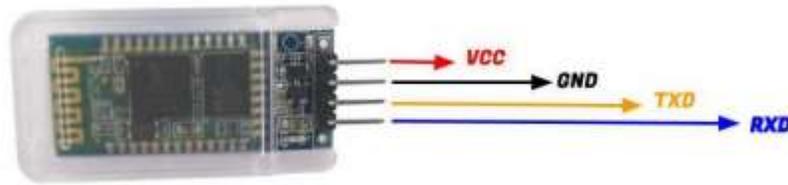


Figura 2-16 Módulo HC-06 [41]

Es un módulo muy utilizado, pues la mayoría de dispositivos que se usan en la actualidad poseen tecnología Bluetooth, de igual manera es independiente de cualquier sistema operativo, es decir, este módulo es compatible con cualquier plataforma en la que se desee realizar el trabajo.

2.9 Componentes mecánicos

2.9.1 Tornillo de Potencia

Los tornillos de potencia, son elementos mecánicos que convierten el movimiento rotatorio en movimiento lineal. Transforma un torque, en una gran fuerza de arrastre. La rosca utilizada debe ser lo suficientemente resistente para la carga utilizada [42]. En la Figura 2-17 se observa un tornillo el cual está sostenido por soportes de eje roscado, generándole una bancada por donde el mecanismo puede moverse con ayuda de un motor, la tuerca moviliza una pieza fija eslabonada por medio de una guía lineal, esto genera un movimiento uniforme entorno al eje roscado [43].

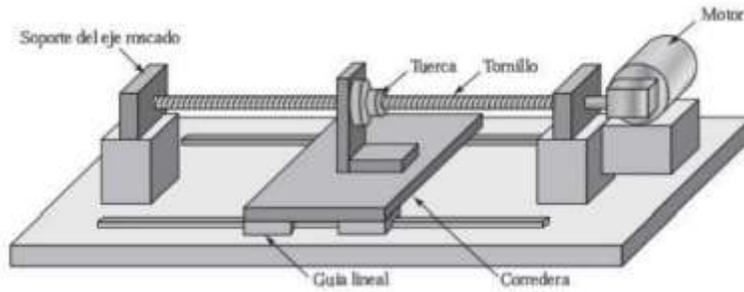


Figura 2-17 Sistema de corredera [43]

2.9.2 Carro de rodamientos V slot

El carro de rodamientos V slot es un mecanismo creado para moverse libremente en un perfil de aluminio 20 x 20, tiene una gran ventaja frente a las guías lineales por su tamaño y fácil instalación, siendo un mecanismo muy utilizado en proyectos con cargas poco apreciables. También cuenta con 4 rodamientos conectados en paralelo donde ingresa el perfil de aluminio. En la Figura 2-18 se observa un carrito de rodamientos dentro de un perfil de aluminio.



Figura 2-18 Carro de rodamientos V slot

2.10 Fuente de radiación

Las fuentes de radiación se encuentran cotidianamente, empezando por el sol, emitiendo radiación ultravioleta en bajas cantidades. Los bombillos fluorescentes también son una fuente de radiación, pero al ser su parte externa recubierta adsorbe la mayor cantidad de radiación, lo cual también irradia fotones de luz ultravioleta, pero en bajas dosis [44].

Para el diseño del prototipo se utilizó una lámpara de luz ultravioleta C (UV-C) la cual emite mayor cantidad de energía por fotón. Al ser una onda corta emite gran cantidad de energía, con una longitud de onda de 254 nm, ubicándose como la preferida para sistemas germicidas, las especificaciones se encuentran ubicadas en el Anexo E.

La lámpara UV-C se observa en la Figura 2-19:



Figura 2-19 lámpara UV-C

Al ser una onda corta, considerada peligrosa para cualquier ser vivo, destruyendo el ADN, llegando a dejar quemaduras graves al estar expuesto a largos periodos a la luz y cataratas en los ojos al mirarla fijamente por periodos prolongados [45].

3. Desarrollo Metodológico

A partir de un proceso de investigación en la empresa Flexport de Colombia SAS, donde se observan los principales hongos que afectan las cosechas de flores, se acata con mayor concurrencia en los cultivos de claveles el hongo *Cladosporium*. Tomando lo anterior como referencia se creó un prototipo base para la desinfección en postcosecha, que pueda evitar hongos remanentes en flores. En este capítulo se brindan todos los aspectos de diseño al momento de montar el prototipo.

3.1 Requerimientos

Dentro de los requerimientos del sistema se implementa los solicitados por la empresa Flexport de Colombia SAS, como lo son ubicación y movimientos para irradiar el material vegetal en su totalidad y referencias relacionadas para la administración de radiación UV-C.

3.1.1 Dimensiones

Para iniciar se toma como referencia el tamaño de una flor incluyendo el tallo, al ser extraída de una cosecha, con una longitud aproximada de 50-60 cm, según Flexport, esta medida determina el largo del prototipo. Al usar una lampara de radiación UV-C la intensidad de radiación es inversamente proporcional a la distancia al cuadrado a la fuente de radiación, según la ley del cuadrado inverso (Figura 3-1) [7],

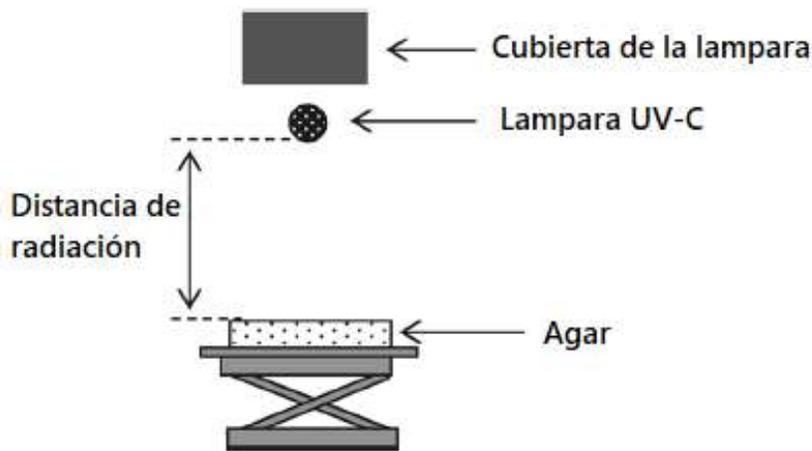


Figura 3-1 Esquema de puesto de irradiación [7]

Por medio de la investigación bibliográfica se determina que la distancia entre la fuente de radiación al punto a irradiar es aproximadamente de 30 cm para algunos hongos, con una dosis de radiación de 2,88 kJ/m^2 según las referencias, con un tiempo aproximado de 120 s [9], en la Tabla 3-1 se da un análisis bibliográfico acerca de la distancia de radiación y rango de dosis administrado a material vegetal de algunos documentos relacionados y en la Tabla 3-2 se da un análisis del tiempo de exposición y dosis de algunos materiales irradiados con UV-C.

Tabla 3-1 Análisis bibliográfico distancia de radiación [9].

Rango de dosis kJ/m^2	Distancia (cm)	Documentos relacionados	Hongo irradiado	Material biológico
0,85-3,20	10	2	<i>B. cinerea</i> , <i>Sclerotinia minor</i> y <i>P. digitatum</i>	Lechuga- Toronja
13,55-7,39	15	2	<i>Cladosporium cladosporioides</i> y <i>P. digitatum</i>	Hongo cultivado en Agar PDA
1,91	20	1	<i>Rhizopus oryzae</i>	Hongo cultivado en Agar PDA
2,88-1,00	30	6	<i>Podosphaera aphanis</i> , <i>B. cinerea</i> , <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.) y <i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.)	Papaya, fresa, lechuga, flores de geranio y flores gerbera
0,0000432-1,7	40	2	<i>Botrytis cinerea</i> F, <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> , <i>Phytophthora cactorum</i> , (<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>Fragaria</i> y <i>Sclerotium sclerotium</i>	Fresa
2,5	46	2	<i>Botryosphaeria dothidea</i> , <i>Lasioidiplodia theobromae</i> , <i>Alternaria alternata</i> y <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> , <i>Botrytis cinerea</i>	Mango
0,036	50	1	<i>Glomus etunicatum</i> , <i>Glomus intraradices</i> <i>Glomus verucifor,e</i>	Trigo
20,7	90	1	<i>Aspergillus</i>	Semillas de recino

Moda 30 cm

Tabla 3-2 Análisis bibliográfico del tiempo de exposición [9]

DOSIS kJ/m ²	Tiempo (s)	frecuencia	Hongo irradiado
0,85	53	1	<i>Botrytis cinerea</i> y <i>Sclerotinia minor</i>
0,01236	60	1	<i>Podosphaera aphanis</i>
0,01236-1,7	120	3	<i>Botrytis cinerea</i>
1,7	208	1	<i>Botrytis cinerea</i>
7,39	210	1	<i>Penicillium digitatum</i>
2,88	540	1	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.) y <i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.)
1,91	600	1	<i>Rhizopus oryzae</i>
0,00000015- 20,7	900	3	<i>Botrytis cinerea</i> y <i>Monilinia fructigena</i> , <i>Glomus etunicatum</i> , <i>Glomus intraradices</i> , <i>Glomus verucifor</i> y <i>Aspergillus</i>
13,55	1200	1	<i>Cladosporium cladosporioides</i>
0,0000432	3600	2	<i>Botrytis cinerea</i> F, <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> , <i>Phytophthora cactorum</i> , (<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>Fragaria</i> , <i>Sphaeropsis sapinea</i> y <i>Sclerotium sclerotium</i>
	Total	15	

PROMEDIO 875,4 s

MODA 120 s 900 s

Se puede variar la dosis suministrada al material variando la distancia o el número de ciclos de radiación.

3.2 Selección de componentes mecánicos

3.2.1 Mecanismo de movimiento

Para el mecanismo de movimiento, es necesario identificar la distancia entre la fuente de radiación y el punto a irradiar, también el tamaño promedio de una flor. con ello se halla la distancia donde el mecanismo genere de movimiento de la lampara UV-C.

El prototipo cuenta con dos movimientos, uno en el eje x y otro en el eje z. Estos no presentan distancias extensas. En el eje x la distancia máxima es de 70 cm y en el eje z la distancia máxima es de 40 cm según lo relacionado en el apartado de dimensiones, como se observa en la Figura 3-2, de igual manera las cargas a las cuales son sometidas no sobre pasan los 15 N, por lo tanto, se optó por usar una varilla de avance, ya que posee un costo menor que el husillo de bolas. Este segundo presenta mayor eficiencia y menor desgaste a un mayor costo, en cambio la varilla de avance presenta una eficiencia menor y mayor desgaste.

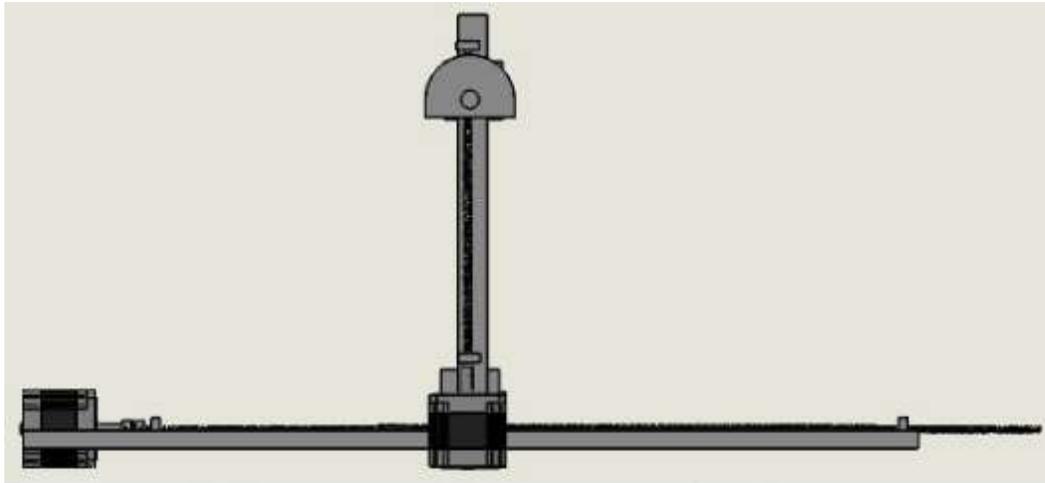


Figura 3-2 Boceto de ejes coordenados

El desgaste de la varilla de avance disminuye al ser lubricado y limpiado periódicamente, debido a que las principales fallas de los mecanismos se presentan por estos factores. En la Figura 3-3 se observa un diagrama de 3 mecanismos de movimiento, detallando la eficiencia de cada uno de ellos.



Figura 3-3 Diagrama de mecanismos de movimiento [28]

3.3 Cálculos para seleccionar el motor

Comparando las características de cada uno de los motores, se tomó la decisión de utilizar un motor paso a paso, por su durabilidad y su alta precisión posicional. Con esto se asegura el movimiento necesario para el prototipo, su fácil conexión al ser de lazo abierto, y no depender de una realimentación para su correcto funcionamiento, lo hace un motor ideal para trabajos secuenciales, para este caso el prototipo hace una secuencia después de cumplir la fecha y hora puesta por el usuario en la aplicación remota.

Para determinar la fuerza de empuje necesaria para mover el tornillo de avance en cada eje seleccionado, se debe hallar la torsión de rotación del motor, teniendo en cuenta la masa que va a desplazar el prototipo, según el catálogo del tornillo de avance [46] da los datos relacionados en el anexo D.

Se observa que el par de torsión es 400 N*mm suficiente para mover el prototipo, en el anexo A se encuentran las características de los motores paso a paso.

Los datos principales para un eje helicoidal de 8 mm según el anexo D son los siguientes:

- Paso de tornillo (P_h) = 5 mm.

- Diámetro (d_0) = 8 mm.
- Coeficiente de carga dinámica (C_a)= 7,6 kN.
- Coeficiente de fricción (μ) = 0,006.
- Masa en el eje z (F_z)= 0,535 kg.
- Masa en el eje x (F_x)= 1,615 kg.

Para determinar el par torsional (T) requerido por el tornillo de avance de acuerdo con la carga se calcula primero la eficiencia teórica (η):

Ecuación 1

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{\pi * d_0}{P_h} * \mu}$$

$$\eta = 0,9707$$

La eficiencia práctica (η_p):

Ecuación 2

$$\eta_p = \eta * 0.9$$

$$\eta_p = 0,8736$$

▪ Torsión eje Z

Ecuación 3

$$T = \frac{g * F_z * P_h}{2\pi * \eta_p}$$

$$T = 0,0047 \text{ N} * \text{m}$$

▪ Torsión eje X

$$T = \frac{g * F_x * P_h}{2\pi * \eta_p}$$

$$T = 0,0144 N * m$$

Dado los resultados, el torque máximo será de 0,0144 N*m y del anexo A es posible usar cualquier motor especificado menos el 17PM-K115V, con un valor de 0,0118 N*m el cual no proporcionaría el esfuerzo necesario. Para este proyecto se utilizó el motor 17PM-K406V, ya que cuenta con la fuerza necesaria para mover cada eje y cuenta con una corriente de funcionamiento de 1,4 A, estas características se visualizan en el anexo A. El driver DRV 8825 para un prototipo de laboratorio es de óptimas condiciones, pues cuenta con una corriente nominal 2,5 A, es de bajo costo, además, es de un tamaño compacto. Su desventaja es su poca robustez, pero al compararlo con el driver A4988, que posee con una corriente nominal de 1,5 A, el driver DRV 8825 es mucho más robusto.

Al no manejar grandes momentos de torsión el driver DRV 8825 es perfecto para el prototipo, pues el motor cuenta con una corriente nominal de 1,4 A y al ajustar el driver la corriente que recorre al motor será el 60% de su corriente nominal, aproximadamente de 0,86 A [47], ya que haciendo esto se evita un mal funcionamiento del driver y del motor los que pueden llegar a quemarse. En el anexo C se observa las características principales del driver DRV8825.

El driver se programó para que cada paso tuviera una duración de 1000 μ s, con un motor paso a paso 17PM-K406, el cual da una revolución completa cada 200 pasos. Para hallar la frecuencia se necesita hallar la cantidad de pulsos que da por segundo.

Ecuación 4

$$Frecuencia = \frac{1}{T}$$

$$Frecuencia = 1000 Hz$$

Con esto se hallan los pasos por milímetro que utiliza el tornillo de avance, y también se define la precisión en este prototipo.

Ecuación 5

$$\text{Pasos/mm} = \frac{P_{PR}}{P_h}$$

$$\text{Pasos/mm} = 40 \text{ pasos/mm}$$

Con los datos encontrados anteriormente, se puede hallar la velocidad angular (w) prestada por el motor:

Ecuación 6

$$w = \frac{1000 \text{ pps}}{200 \text{ pulsos/rev}}$$

$$w = 300 \text{ rpm}$$

Para hallar la velocidad lineal (V), se implementa el paso del tornillo de avance.

Ecuación 7

$$V = w * P_h$$

$$V = 1500 \text{ mm/min}$$

4. Diseño y Resultados

4.1 Diseño estructural

Para el diseño del prototipo se implementaron materiales fáciles de encontrar en el mercado, como lo son tornillos de avance con sus tuercas trapecoidales, carrito de rodamiento para perfiles de aluminio, perfil de aluminio 2020, roseta E27 y caja eléctrica octogonal.

Para el diseño del prototipo se implementa un diseño biaxial por parte de los requerimientos hechos por la empresa Flexport de Colombia SAS y se hizo el uso de una herramienta CAD como SolidWorks, en este programa es posible generar las distintas piezas solidas del prototipo para así lograr un ensamble general al final de cada una de las piezas y con ello tener una vista preliminar del proyecto antes de la construcción. A continuación, se detallará cada una de las piezas construidas en este programa y que función realiza sobre el proyecto.

Haciendo búsqueda de cada uno de las piezas en internet se encuentra una librería de componentes llamada GRABCAD, con ella se descargan los componentes más comunes, adecuando los componentes de acuerdo a las necesidades del diseño, los planos del prototipo se encuentran en los Anexos.

En la Figura 4-1 se observa el diseño isométrico hecho en SolidWorks.



Figura 4-1 Diseño del prototipo

4.1.1 Tornillo de avance

El tornillo de avance es uno de los elementos fundamentales para la movilidad del prototipo, ya que, con ayuda de él, la tuerca y camisa trapezoidal, cada eje coordinado podrá moverse, el tornillo de avance como su nombre lo dice esta sujetado a la bancada del prototipo por medio de dos chumaceras dejando la pieza rotar sobre su propio eje, dando a la tuerca trapezoidal movimiento dentro de este eje, este componente este hecho de acero templado. En la Figura 4-2 se encuentra el diseño de un tornillo trapezoidal.



Figura 4-2 Tornillo de Avance hecho en SolidWorks

4.1.2 Tuerca trapezoidal

La tuerca trapezoidal es el elemento de mayor desgaste, que se encuentra ubicado dentro del tornillo de avance, dando movimiento a la carga de cada eje, en este caso en el eje z esta soportada la lamara, mientras en el eje x, esta soportado todo el eje z, este componente este hecho de bronce. En la Figura 4-3 se observa el diseño de una tuerca trapezoidal.



Figura 4-3 Tuerca Trapezoidal

4.1.3 Camisa trapezoidal

La camisa trapezoidal sirve como un soporte a la tuerca trapezoidal para así poder mover toda la carga soportada en el eje, este componente es hecho en PLA por impresión 3D, en la Figura 4-4 se observa el diseño isométrico de una camisa trapezoidal.

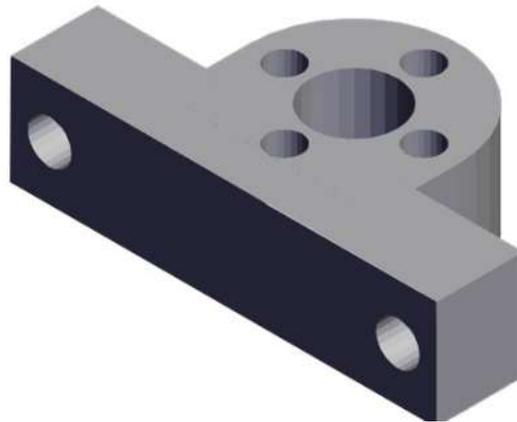


Figura 4-4 Camisa tuerca trapezoidal

4.1.4 Perfil de aluminio 2020

Este elemento es muy importante en el prototipo ya que cumple dos funciones fundamentales, ser la bancada del prototipo y la guía lineal para cada uno de los carros de rodamiento (Figura 4-5).



Figura 4-5 Perfil de aluminio 2020

4.1.5 Cojinete 8 mm

El cojinete con rodamiento será conectando la bancada (perfil de aluminio) y el tornillo de avance. El cual permite el libre movimiento rotacional del eje del tornillo, este componente este hecho de hierro fundido y acero con cromo (Figura 4-6).



Figura 4-6 Cojinete

4.1.6 Carro de rodamientos

El carro de rodamientos, es el elemento el cual no deja descarrilar las cargas sujetadas al tornillo trapezoidal, estas siempre siguen el eje delineado en el perfil de aluminio y con ayuda de los rodamientos mueve todo el eje relacionado, este componente cuenta con una base de aluminio y 4 rodamientos de acero y cromo. (Figura 4-7).



Figura 4-7 Carro de rodamientos

Estos elementos hacen parte del prototipo, cada uno de ellos es importante dentro del diseño ya que sin alguno de ellos el prototipo no funcionaría en óptimas condiciones.

4.2 Diseño de interfaz gráfica

4.2.1 Interfaz Completo

La interfaz gráfica fue realizada en AppDesigner, como se detalla en la Figura 4-8 se implementaron varios menús deslizantes, botones y gráficas haciendo la comunicación entre la aplicación y prototipo.

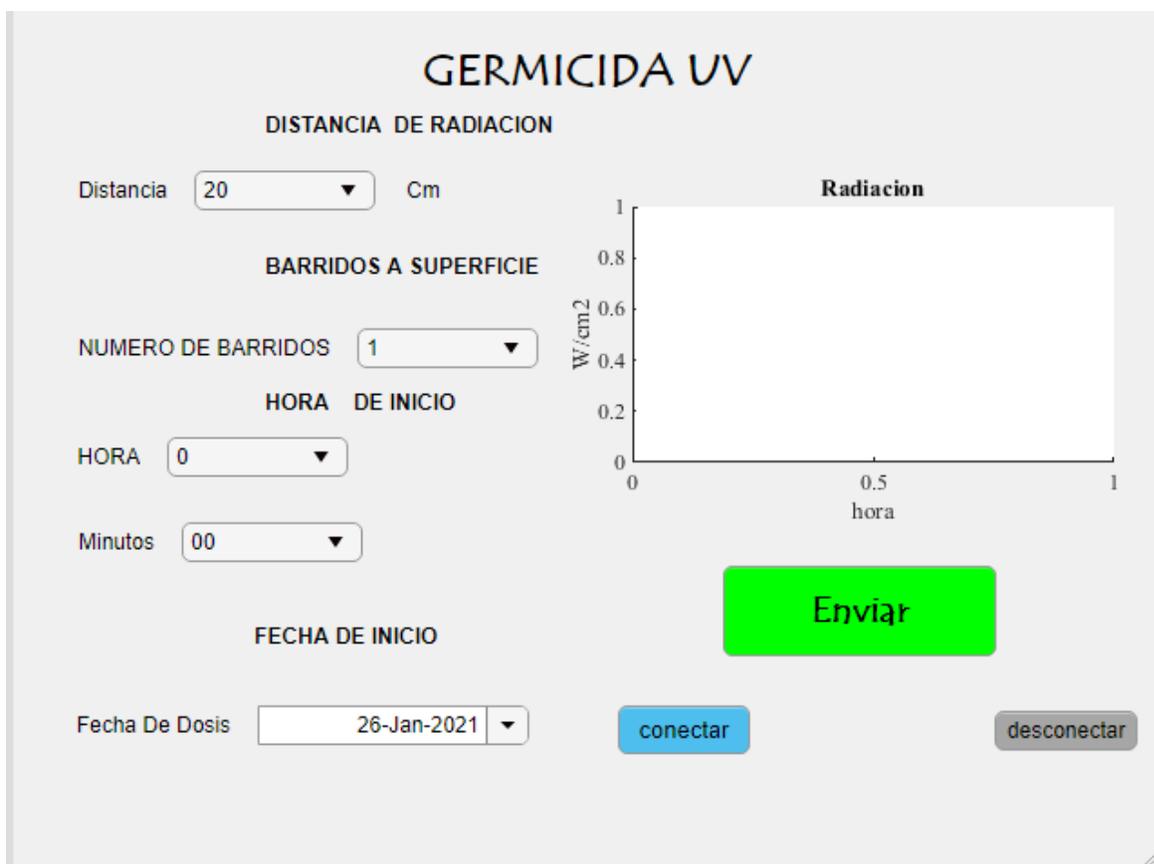


Figura 4-8 Interfaz completo para control de prototipo

4.2.2 Distancia de radiación

En esta parte del interfaz se encuentra un menú desplegable como se detalla en la Figura 4-9, es posible escoger entre diferentes valores de distancia, esta distancia al ser enviada al prototipo, actualizará la distancia dentro del sistema embebido entre 20-40 cm ya que estos valores se encuentran mayor eficiencia de desinfección con una lámpara de 254 nm [6].

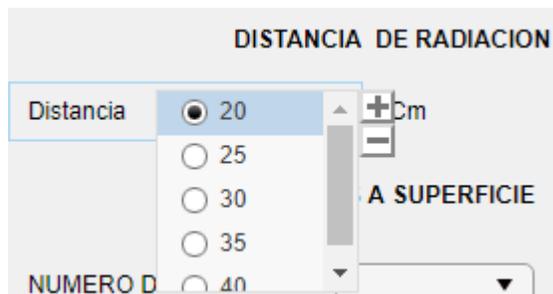


Figura 4-9 Menú desplegable distancia de radiación

La distancia enviada al momento en que el prototipo empiece hacer la secuencia de desinfección será la distancia entre la flor y la fuente de radiación en este caso la lámpara UV-C.

4.2.3 Barridos a superficie

Dentro de barridos a superficie se encuentra un menú desplegable, el cual tiene los números del 1 al 9, con estos se puede determinar cuántos procesos de radiación (Tiempo de exposición y latencia) se le entregará al material biológico en intervalos de 26 s. en la Figura 4-10 se observa el menú desplegable para barridos a superficie.

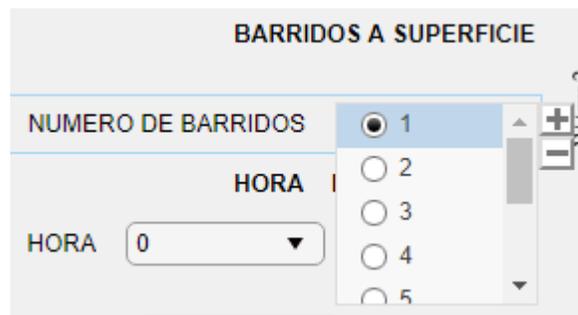
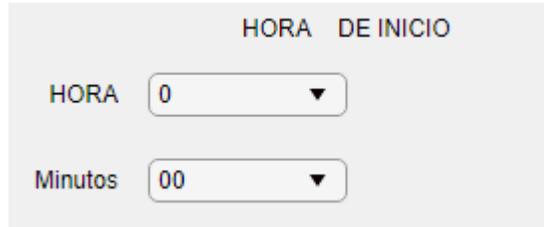


Figura 4-10 Menú desplegable de barridos a superficie

4.2.4 Hora de Inicio

Dentro de hora de inicio se encuentran dos menús despegables, cada uno de ellos se encarga de la hora y los minutos de inicio del prototipo como se ve en la Figura 4-11, se envían los datos proporcionados al prototipo, el cual espera que llegue primero la fecha de inicio y al cumplirse, empieza la secuencia de dosis programada.

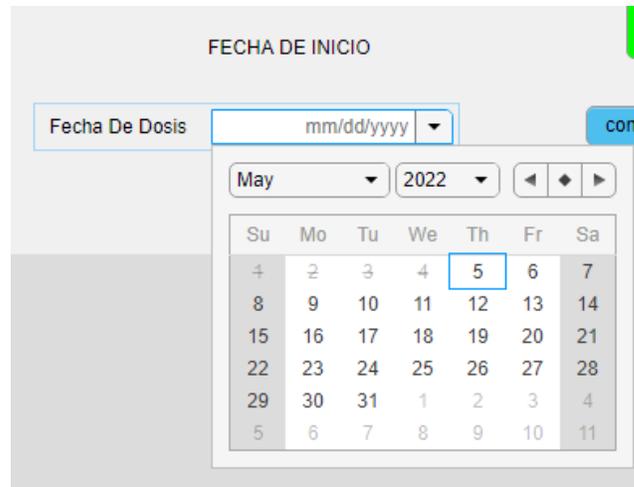


The image shows a user interface titled "HORA DE INICIO". It contains two dropdown menus. The first is labeled "HORA" and has the value "0" selected. The second is labeled "Minutos" and has the value "00" selected.

Figura 4-11 Menús despegables de Hora De Inicio

4.2.5 Fecha de Inicio

Dentro de esta opción se encuentra un menú desplegable, el prototipo espera el mes, día y hora programados desde la aplicación, para así dar comienzo a la secuencia de dosis de radiación. En la Figura 4-12 se observa cómo se escoge la fecha en el interfaz gráfico.



The image shows a user interface titled "FECHA DE INICIO". It features a date selection calendar. The calendar is set to May 2022. The date "5" is selected and highlighted with a blue box. The calendar shows the days of the week (Su, Mo, Tu, We, Th, Fr, Sa) and the corresponding dates. A "Fecha De Dosis" dropdown menu is visible above the calendar, showing "mm/dd/yyyy".

Figura 4-12 Menú de fecha de inicio

4.2.6 Botones

Los botones dentro del interfaz gráfico son uno de los elementos con mayor influencia, pues es donde el usuario que maneja la aplicación se comunica con el prototipo, en este caso se manejan 3 botones.

- **Botón Enviar**

Este botón es el encargado de recoger todos los datos suministrados por cada uno de los menús desplegables y los envía al prototipo para su actualización.

- **Botón conectar**

Este botón hará la conexión con el módulo HC-06 para empezar la comunicación entre la aplicación y el prototipo.

- **Botón Desconectar**

El botón desconectar acaba la comunicación entre el prototipo y el módulo, este botón es importante ya que si no se desconecta la comunicación el módulo quedara vinculado con el dispositivo, lo cual generara un error en el momento de volver a ingresar nuevamente a la aplicación, teniendo que apagar el prototipo para desvincular el dispositivo con el prototipo y así poder volver a conectar los dos dispositivos.

4.3 Programación

Para la programación del prototipo, se utilizó el programa Arduino, con el cual se hace el control necesario para el correcto funcionamiento del prototipo.

El programa se divide en tres partes fundamentales que son: comunicación, actualización y ubicación.

4.3.1 Comunicación

La comunicación inalámbrica hace parte de los objetivos propuestos, con ello el usuario no interactúa físicamente con el prototipo, para cumplir con este objetivo se utiliza el módulo HC-06. Su programación implementa la librería SoftwareSerial detectando dos pines digitales del Arduino como trasmisor y receptor.

El dispositivo que contiene la aplicación remota al enviar los datos, codifica cada uno en un arreglo de caracteres para ser enviado por medio de la aplicación. En la Figura 4-13 muestra un fragmento de código al enviar los datos por la aplicación. El prototipo recibe un arreglo en código ASCII para decodificarlos. El arreglo está compuesto por 11 caracteres especificados en la Tabla 3-1.

```
function EnviarButtonPushed(app, event)
    if day(app.FechaDeDosisDatePicker.Value)<10
        dia= strcat("0", num2str(day(app.FechaDeDosisDatePicker.Value)))
    else
        dia= num2str(day(app.FechaDeDosisDatePicker.Value))
    end
    if (month(app.FechaDeDosisDatePicker.Value, 'monthofyear'))<10
        mes= strcat("0", num2str(month(app.FechaDeDosisDatePicker.Value, 'monthofyear')))
    else
        mes= num2str(month(app.FechaDeDosisDatePicker.Value, 'monthofyear'))
    end
    hor= str2num(app.HORADropDown.Value)
    if hor<10
        hora= strcat("0", num2str(hor))
    else
        hora= num2str(hor)
    end
    min= str2num(app.MinutosDropDown.Value)
    if min<10
        minutos= strcat("0", num2str(min))
    else
        minutos= num2str(min)
    end

    % app.EditField.Value= strcat(value, app.NUMERODEBARRIDOSDropDown.Value, app.HORADropDown.Value, y, x)
    enviar= strcat(app.DistanciaDropDown.Value, app.NUMERODEBARRIDOSDropDown.Value, hora, dia, mes, minutos)
    fwrite(app.bt, enviar)
end
```

Figura 4-13 Código de envío de datos por la aplicación

Tabla 4-1 Características de cada dato enviado

Numero de carácter en arreglo	Característica
0	Decenas de la ubicación
1	Unidades de la ubicación
2	Numero de barridos
3	Decenas de la hora
4	Unidades de la hora
5	Decenas del día
6	Unidades del día
7	Decenas del mes
8	Unidades del mes
9	Decenas de los minutos
10	Unidades de los minutos

4.3.2 Actualización

Al ser recibidos los datos como código ASCII pasan por un proceso de decodificación, este implementa un arreglo guardando dato por dato, después de pasar por la etapa de decodificación los datos quedan en un formato para su uso. En la Figura 4-14 se presenta un fragmento de código donde se decodifican los datos por el prototipo.

```

distancia = obtenerNumeroASCII(letra[0], letra[1]);
nroBarridos = obtenerNumeroASCII("48", letra[2]);
hora = obtenerNumeroASCII(letra[3], letra[4]);
if(hora > 23){
    hora = 0;
}
dia = obtenerNumeroASCII(letra[5], letra[6]);
if(dia > 31){
    hora = 1;
}
mes = obtenerNumeroASCII(letra[7], letra[8]);
if(mes > 12){
    mes = 1;
}
minutos = obtenerNumeroASCII(letra[9], letra[10]);
if(minutos > 59){
    minutos = 0;
}

```

Figura 4-14 Código de decodificación de datos

4.3.3 Ubicación

Al tener los datos decodificados, el programa espera el cumplimiento de la hora y fecha asignados. Al llegar entrega los pulsos necesarios al driver para ubicar la fuente de radiación a la distancia asignada, ingresa una señal al módulo relé activando la lámpara y empezando el recorrido de cada ciclo de radiación. En la Figura 4-15 se presenta un fragmento de código para la ubicación del prototipo.

```
Serial.println(distancia);
int distanciaBajar = 40 - distancia;
switch (distancia){
  case 20:
    moverLampara(distanciaBajar);
    break;
  case 25:
    moverLampara(distanciaBajar);
    break;
  case 30:
    moverLampara(distanciaBajar);
    break;
  case 35:
    moverLampara(distanciaBajar);
    break;
  case 40:
    moverLampara(distanciaBajar);
    break;
  case 0:
    inicio1=0;
    inicio2=0;
    punto0();
    letra[10]=letra[10] + "1";
    break;
  default:
    break;
}
```

Figura 4-15 Fragmento de código para la ubicación

4.3.4 Respuesta al control

Al enviar los datos de la aplicación remota, el prototipo recibe y actualiza los datos. Para posicionarse el controlador genera un tren de pulsos al pin Step del drive DRV8825, generando una respuesta transitoria, moviendo el motor a la distancia solicitada. Para

corroborar la distancia se hicieron diferentes pruebas en la programación hasta llegar a dar los valores necesarios dados en la aplicación, al pasar lo anterior se estabiliza en una posición hasta acabar el proceso de radiación. El cual consiste en irradiar una superficie alargada como lo son las flores, generando movimientos transversales sobre el material biológico y por último dando un tiempo latencia al material para finalmente ubicarse en el punto de inicio nuevamente a esto se le denomina ciclo de radiación. La utilización de este tipo de control sobre los microorganismos se verá en las pruebas que realizará la empresa Flexport de Colombia SAS a cada cultivo que lo solicite, después de la entrega del prototipo solicitado. Dentro del dato de dosis se encuentra la intensidad de radiación, pero por fallos del sensor al momento de implementar se opta por desistir de esta medida.

4.4 Construcción

Para la construcción del prototipo se utilizaron distintos tipos de materiales, explicados en la parte de diseño y en requerimientos del sistema. Pesando un total de 5.76 Kg, siendo un sistema relativamente liviano, para el proceso de ensamblaje se dividió en dos fases, ensamble mecánico y electrónico.

4.4.1 Ensamble Mecánico

Para el ensamble mecánico se empezó realizando los ejes coordenados, cada uno está conformado por:

- 1 perfil lineal 2020
- 1 tuerca trapezoidal
- 1 tornillo de avance de 8 mm
- 2 cojinetes de 8 mm
- 1 carro de rodamientos
- 1 camisa trapezoidal
- 4 ángulos para perfil de aluminio
- 1 motor paso a paso
- 1 acople flexible

En la Figura 4-16 se observa el montaje del eje Z.



Figura 4-16 Montaje del eje Z

La carga soportada por el eje Z, está compuesta por los siguientes materiales:

- 1 lámpara UV-C
- 1 recubrimiento cóncavo
- 1 roseta E27
- 1 base octagonal

En la Figura 4-17 se observa el montaje de la lámpara UV-C



Figura 4-17 Montaje de lampara UV-C

4.4.2 Ensamble Electrónico

El ensamble electrónico consta de diferentes tipos de módulo, y actuadores programables compatibles con el sistema de control Arduino para su mayor facilidad. Estos son:

- Módulo Relé
- Módulo HC-06
- Módulo RTC DS3231
- Driver DVR8825
- Módulo Final de carrera
- Arduino
- Modulo ATX XH-M229

Tras completar el ensamble total de cada una de los ejes y el montaje eléctrico se obtiene como resultado lo mostrado en la Figura 4-18.



Figura 4-18 Prototipo terminado

4.5 Modo de Uso

Primeramente, el usuario interactúa con la aplicación configurando el prototipo según sea el caso, a continuación, se ve el modo de uso por medio de un ejemplo, al encender el prototipo, se ubica en una posición inicial (Home) la cual servirá de guía en el momento de empezada la secuencia, como se observa en la Figura 4-19 del prototipo en una posición aleatoria y de Home.



Figura 4-19 ubicación A) aleatoria y B) Home.

El usuario interactúa con la aplicación remota configurando cada uno de los ítems como se observa en la Figura 4-20 donde en la aplicación contiene los siguientes datos:

Hora de inicio: 0:00 horas

Fecha de inicio: 25/07/2022

Numero de barridos: 1

Distancia de radiación: 30 cm

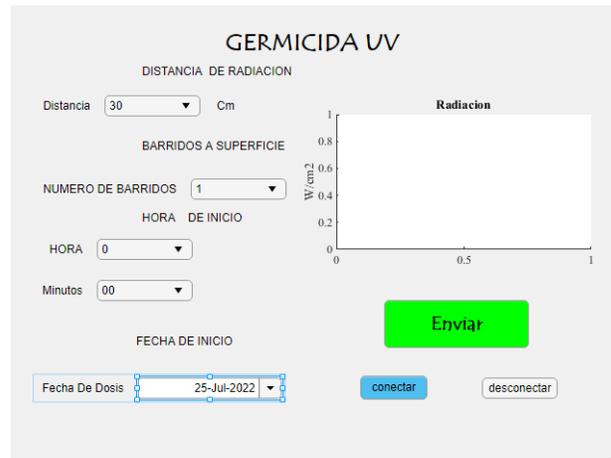
The image shows a screenshot of a web-based application titled "GERMICIDA UV". The interface is organized into several sections. At the top, under "DISTANCIA DE RADIACION", there is a dropdown menu set to "30" and the unit "Cm". Below this is the "BARRIDOS A SUPERFICIE" section with a dropdown menu set to "1". The "HORA DE INICIO" section has two dropdown menus for "HORA" (set to "0") and "Minutos" (set to "00"). The "FECHA DE INICIO" section has a date picker set to "25-Jul-2022". To the right of these settings is a graph titled "Radiacion" with a y-axis labeled "W/cm²" ranging from 0 to 1 and an x-axis ranging from 0 to 1. Below the graph is a large green "Enviar" button. At the bottom of the interface are two smaller buttons: "conectar" and "desconectar".

Figura 4-20 Aplicación remota

suministra los datos por medio del botón enviar y el prototipo al llegar a la fecha y hora designada por el usuario, se ubica en la posición programada como se observa en la Figura 4-21, en este caso 30 cm.



Figura 4-21 Distancia de 30 cm.

Al posicionarse enciende la lámpara, que genera un efecto germicida sobre el material vegetal como se observa en la figura 4-22.



Figura 4-22 Prototipo al iniciar proceso de radiación

Genera un proceso de radiación sobre material vegetal como se ve en la Figura 4-23



Figura 4-23 Proceso de radiación

Al finalizar el prototipo apaga la lámpara y vuelve al punto Home. El ciclo de radiación se controla al momento de hacer los barridos, al llegar a la distancia deseada, expone a radiación el material biológico por 13 s y de latencia o de descanso por 13 s, dando un tiempo por ciclo de radiación de 26 s, estos son controlados por la aplicación. A mayor cantidad de barridos, mayor serán los ciclos de radiación, como los barridos van de 1 a 9, se puede generar un tiempo de exposición de 117 s, de igual manera un tiempo de latencia de 117 s según sea el caso programado.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Se realizó el diseño y construcción de un prototipo que cumplió con los requisitos solicitados por la empresa Flexport de Colombia SAS, el cual consistió en la administración de radiación UV-C de acuerdo a la bibliografía consultada para el proceso de radiación y desinfección de material vegetal, mediante el uso de una lámpara con una condición de 254 nm y acorde las especificaciones del prototipo. Para ser usado en pruebas in vitro o matriz biológica.
- Se desarrolló un lazo de control abierto por medio de una aplicación de usuario que varía la distancia de radiación mediante la implementación de motores paso a paso y diseño de ciclos de barrido en un intervalo de 26 y 234 segundos. Demostrando que el prototipo es capaz de generar diferentes tipos de dosis de energía por unidad de área.
- Se desarrolló una aplicación remota para poder ser controlada por el usuario, la cual garantiza una correcta comunicación inalámbrica entre los datos ingresados al sistema de las variables a controlar (distancia de radiación y ciclos de barrido) y la respuesta instrumental generada por el prototipo.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda para prototipos futuros realizar un sistema de rodillo para irradiar la planta en su totalidad.
- Se recomienda realizar un sistema de alarma que se encienda cuando el mecanismo esté en funcionamiento.
- Se recomienda realizar un visualizador que de la intensidad de radiación y con ello determinar la dosis promedio entregada por el sistema
- se recomienda utilizar una superficie de apoyo reflectante al material biológico
- En el trabajo se implementa un visualizador de radiación, el cual por fallas del sensor no se logró su finalización, se recomienda la finalización de este, ya que se puede observar mejor la cantidad promedio de intensidad que recibe la planta.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] V. Gohel, A. Singh, M. Vimal, P. Ashwini y H. Chhatpar, «Bioprospecting and antifungal potential of chitinolytic microorganisms,» *African Journal of Biotechnology*, vol. 5, nº 2, 2006.
- [2] S. Osorio-Giraldo y I. D. Arellano-Ramírez, «Design and construction of an ultraviolet,» *Scientia et Technica Año XXIV*, vol. 24, nº 4, pp. 550-554, 2019.
- [3] M. D. Dávila Medina, G. Gallegos Morales, F. D. Hernández Castillo, Y. M. Ochoa Fuente y A. Flores Olivas, «Antagonistic actinomycetes against phytopathogenic fungi of agricultural importance,» *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, vol. 4, nº 8, 2013.
- [4] M. Palacios, J. Barvo y G. trujillo, «LA INDUSTRIA DE LAS FLORES EN COLOMBIA,» Universidad Javeriana, Bogota, 1979.
- [5] Z. Ardila Carrillo y M. Paz, «Mujeres y flores: flexibilización en marcha. El trabajo de las mujeres floricultoras de Colombia,» *Revista de Ciencias Sociales*, nº 22, pp. 205-221, 2002.
- [6] D. M. Villarroel, L. R. González, M. Brito y A. Y. R. Villarroel, «ULTRAVIOLET LIGHT: MICROBIAL INACTIVATION ON FRUITS,» *Saber, Universidad de Oriente*, vol. 27, nº 3, pp. 454-469, 2015.
- [7] V. Trivittayasil, K. Nashiro, F. Tanaka, D. Hamanaka y T. Uchino, «Inactivation Characteristics and Modeling of Mold Spores by UV-C Radiation,» *Food Science and Technology Research*, vol. 21, nº 3, p. 365_370, 2015.
- [8] C. Marcelo y S. Francisco, «LA PROBLEMÁTICA DE LA RESISTENCIA DE HONGOS A FUNGICIDAS CAUSAS Y EFECTOS EN CULTIVOS EXTENSIVOS,» *agronomía y ambiente*, vol. 37, nº 1, 2017.
- [9] J. M. Camargo Cortes, «Análisis bibliográfico para la formulación de variables en la puesta en marcha de un sistema,» de *Análisis de medidas de tendencia central de las variables de diseño*, Bogota, Universidad Antonio Nariño, 2020, pp. 68-74.

- [10] «MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN SACHA INCHI,» Sanoplant insumos Biologicos, Palmira, 2015.
- [11] D. E. Torres, R. I. R. Martinez, E. Z. Mejia, P. G. Fefer, G. J. M. Guzman y C. P. Martinez, «Cladosporium cladosporioides and Cladosporium pseudocladosporioides as potential new fungal antagonists of Puccinia horiana Henn., the causal agent of chrysanthemum white rust,» *PLOS| one*, 2017.
- [12] J. L. Ordóñez, «Espectro electromagnetico y espectro radioelectrico,» de *Manual formativo*, España, ACTA (Asociación), 2012, pp. 17-31.
- [13] «Lo que debes saber sobre las lámparas de desinfección UV,» Intituto nacional de vigilancia de medicamentos y alimentos, 23 Julio 2020. [En línea]. Available: [https://www.invima.gov.co/lo-que-debes-saber-sobre-las-lamparas-de-desinfeccion-uv#:~:text=La%20desinfecci%C3%B3n%20con%20luz%20UV,\(ADN%20o%20ARN\)%2C%20haci%C3%A9ndolos.](https://www.invima.gov.co/lo-que-debes-saber-sobre-las-lamparas-de-desinfeccion-uv#:~:text=La%20desinfecci%C3%B3n%20con%20luz%20UV,(ADN%20o%20ARN)%2C%20haci%C3%A9ndolos.) [Último acceso: 31 Enero 2022].
- [14] S. Ibiza, Desarrollo de prototipos para el tratamiento postcosecha de cítricos con radiación uv-c y agua caliente para el control de la podredumbre verde causada por penicillium digitatum., España: Universidad Politècnica de València, 2016.
- [15] G. M. Rodriguez, aplicacion de luz ultravioleta de ona cota (UV-C) como tratamiento de postcosecha y su efecto sobre características fisicoquímicas y calidad fitosanitaria en el fruto de papaya, costa rica: universidad de costa rica, 2017.
- [16] J. Navarro, «Definición de Latencia,» Definicion abc, su diccionario hecho facil, septiembre 2015. [En línea]. Available: <https://www.definicionabc.com/general/latencia.php>. [Último acceso: 28 julio 2022].
- [17] L. D. Naranjo Marin, «Análisis de la ley de cuadrado inverso para medición práctica de iluminancia,» 2009.
- [18] O. Rojas Lazo y L. Rojas Rojas, «Diseño asistido por computador,» *Industrial Data*, vol. 9, nº 1, pp. 7-15, 2006.
- [19] J. I. ROJAS SOLA, A. FERNÁNDEZ SORA, A. SERRANO TIERZ y D. & HERNÁNDEZ DÍAZ, «UNA REVISIÓN HISTÓRICA: DESDE EL DIBUJO EN INGENIERÍA HACIA LA INGENIERÍA DEL DISEÑO,» Mexico, 2011.
- [20] r. hat, «El concepto de IDE,» 8 Enero 2019. [En línea]. Available: [https://www.redhat.com/es/topics/middleware/what-is-ide#:~:text=Un%20entorno%20de%20desarrollo%20integrado,de%20usuario%20gr%C3%A1fica%20\(GUI\)..](https://www.redhat.com/es/topics/middleware/what-is-ide#:~:text=Un%20entorno%20de%20desarrollo%20integrado,de%20usuario%20gr%C3%A1fica%20(GUI)..) [Último acceso: 21 03 2022].

-
- [21] MathWorks, «AppDesigner,» Matlab, 2020.
- [22] m. sojka y j. martínek, «ARDUINO,» *Seriál*, p. 44, 2015.
- [23] H. K. Kondaveeti, N. K. Kumaravelu, S. D. Vanambathina, S. E. Mathe y S. Vappangi, «A systematic literature review on prototyping with Arduino:,» *Computer Science Review*, vol. 40, 2021.
- [24] Arduino, «Product Reference Manual,» italia, 2022.
- [25] B. C. Kuo, *Sistemas de control automático*, MEXICO: PERSON, 1996.
- [26] K. Ogata, *Ingeniería de control moderna*, madrid: pearson, 2010.
- [27] R. L. Norton, *DISEÑO DE MAQUINARIA*, vol. 4ta, México: McGRAW-HILL, 2009.
- [28] W. J. Hernández García y L. B. Fajardo Castro, «Requerimientos,» de *DISEÑO Y ANÁLISIS DE UNA MÁQUINA CNC DE 3 EJES PARA CORTE EN EMPRESAS TEXTILES.*, Bogota, Universidad antonio nariño, 2020, pp. 24-26.
- [29] «CAPITULO 4. MOTOR PASO A PASO,» *proworkertechnology*, 23 Enero 2018. [En línea]. Available: <https://proworkertechnology.blogspot.com/2018/01/5-capitulo-4-motor-paso-paso.html>. [Último acceso: 19 Abril 2022].
- [30] S. online, «Stepperonline,» 2005. [En línea]. Available: <https://www.omc-stepperonline.com/stepper-motor-driver>. [Último acceso: 2022 abril 24].
- [31] W. Hernandez y L. B. Fajardo Castro, «Sistema de accionamiento,» de *DISEÑO Y ANÁLISIS DE UNA MÁQUINA CNC DE 3 EJES PARA CORTE EN EMPRESAS TEXTILES.*, Bogota, 2020, pp. 11-12.
- [32] orientalmotor, «Motores paso a paso, excitadores y controladores,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.orientalmotor.com.mx/motores-paso-a-paso/index.html#stepperMotors>. [Último acceso: 24 abril 2022].
- [33] J. Huang, «Development of Stepping Motor Driver Based on DRV8825,» *Advances in Computer Science Research (ACSR)*, vol. 61, 2017.
- [34] L. LLAMAS, «MOTORES PASO A PASO CON ARDUINO Y DRIVER A4988 O DRV8825,» 23 agosto 2016. [En línea]. Available: <https://www.luisllamas.es/motores-paso-paso-arduino-driver-a4988-drv8825/>. [Último acceso: 24 abril 2022].

- [35] V. García, «DESCRIPCIÓN DEL DRIVER A4988,» 5 marzo 2020. [En línea]. Available: <https://www.diarioelectronico hoy.com/blog/descripcion-del-driver-a4988>. [Último acceso: 24 abril 2022].
- [36] E. L. Sánchez, «Diseño de un sistema de control domótico,» *Universitat Politècnica de València*, 2012.
- [37] F. Andriawan, PENJADWAL PAKAN IKAN KIO OTOMATIS PADA KOLAM MENGGUNAKAN RTC DS3231, ISLAM BALITAR BLITAR, 2018.
- [38] L. LLAMAS, «RELOJ Y CALENDARIO EN ARDUINO CON LOS RTC DS1307 Y DS3231,» 18 octubre 2016. [En línea]. Available: <https://www.luisllamas.es/reloj-y- calendario-en-arduino-con-los-rtc-ds1307-y-ds3231/>. [Último acceso: 1 mayo 2022].
- [39] J. P. Bedoya Meneses, «ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DEL MEDIO DE COMUNICACIÓN ALÁMBRICO E INALÁMBRICO DEL PROTOCOLO MODBUS IMPLEMENTADO EN UN PROCESO MODULAR,» Riobamba – Ecuador, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES, 2015.
- [40] J. A. Estrada Roque, «Protocolos de comunicaciones industriales,» *Logicbus SA de CV*.
- [41] D. M. San José, Implementación de un entorno de comunicación Bluetooth basado en el módulo HC-06, Valladolid: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES, 2021.
- [42] W. GONZÁLEZ COQUEL y H. F. REYES CARVAJAL, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA PARA EL RUTEO Y PERFORACIÓN DE, CARTAGENA: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, 2014.
- [43] D. H. Myszka, Máquinas y mecanismos, Mexico: Pearson, 2012, pp. 317-322.
- [44] «Fuentes de luz y equipos auxiliares,» Universidad Politecnica de catalunya, [En línea]. Available: <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/sistemasIluminacion-fuentesDeLuz-LamparasDeDescarga.php>. [Último acceso: 18 06 2022].
- [45] J. Costa da Cunha, «Uso adecuado de lámparas Germicidas,» 2020.
- [46] MISUMI, «La combinación del eje de tornillo de acero inoxidable y de la tuerca de resina tribológica,» [En línea]. Available: <https://mx.misumi-ec.com/es/vona2/detail/110302642440/>. [Último acceso: 3 mayo 2022].

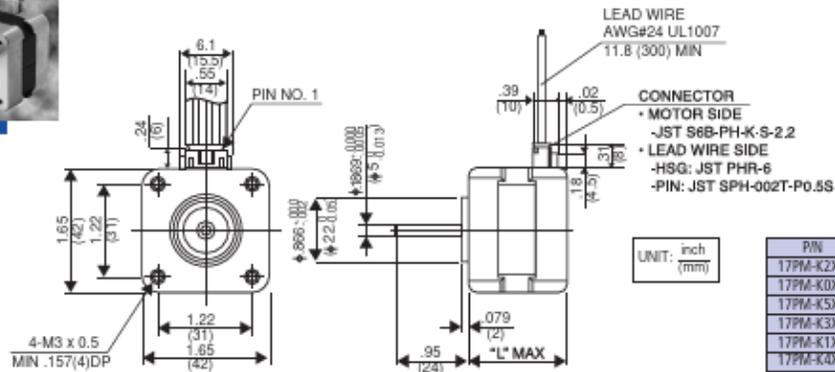
- [47] Moviltronics, «Calibración del driver DRV8825,» 24 enero 2020. [En línea]. Available: <https://moviltronics.com/control-de-motor-paso-a-paso-con-driver-drv8825-en-arduino/>. [Último acceso: 4 mayo 2022].
- [48] J. J. Filgueira, «Estudio de las características reproductivas de híbridos de clavel,» *TEMAS AGRARIOS*, vol. vol. 24, 2019.
- [49] F. B. ZÚÑIGA, «TÉCNICAS DE MUESTREO PARA MANEJADORES DE RECURSOS NATURALES,» CIUDAD DE MEXICO, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, 2004, pp. 456-461.
- [50] C. M. IGNOFFO, D. L. HOSTETTER, P. P. SIKOROWSKI, G. SUTTER y &. W. M. BROOKS, «Inactivation of Representative Species of Entomopathogenic Viruses, a Bacterium, Fungus, and Protozoan by an ultraviolet Light Source,» *Environmental Entomology*, Vols. %1 de %26,, pp. 411–415,, 1 June 1977.
- [51] A. C. González Cárdenas, «Intercambio de información en las cadenas de suministro internacionales: el caso de la cadena de suministro de flor fresca cortada colombiana para la exportación,» vol. 1680–869X, 2013.
- [52] V. García Cortes, *Introducción a la microbiología*, 2da ed., Costa Rica: EUNED, 2004.
- [53] A. Rojas Manrique y S. E. Jaimes Leal, «PROTOTIPO DE SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO Y MONITOREO AUTOMATIZADO PARA EL LABORATORIO DE REDES Y ELECTRÓNICA DEL ISER DE PAMPLONA.,» *Programa De Tecnología En Gestión De Redes Y Sistemas Teleinformáticos*, 2021.
- [54] E. Azcoitia Rojos y L. M. Timon Benitez, *las nuevas tecnologías en educacion: el diseño asistido por ordenador: propuestas educativas para el alumnado de al ESO*, España: wanceulen editorial, 2010.

A. Hoja de Especificaciones Nema 17PM-K406

hybrid

17PM-K

1.8°



PIN	"L"
17PM-K2XX	1.18 (30)
17PM-K0XX	1.34 (34)
17PM-K5XX	1.42 (36)
17PM-K3XX	1.50 (38)
17PM-K1XX	1.65 (42)
17PM-K4XX	1.81 (46)

Model Specifications

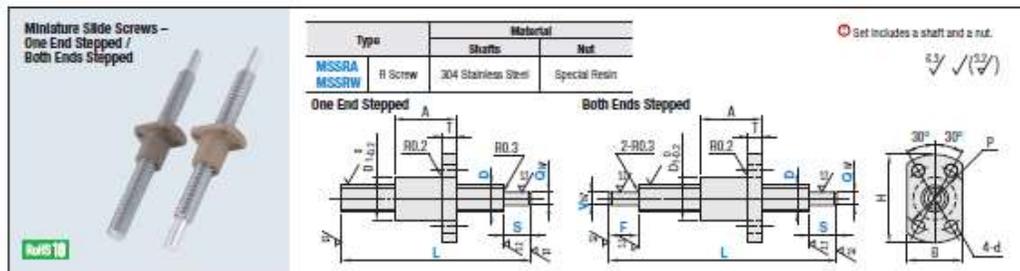
Model Number	Step Angle	Drive Sequence	Rated Current/Wdg	Winding Resistance	Holding Torque	Inductance	Rotor Inertia	Detent Torque	Weight
	Degrees		Amps	Ohms	Nm (kg-cm)	mH	kg-cm ²	Nm (g-cm)	g
17PM-K203V	1.8°	UNIPOLAR	0.6	5.5	0.128 (1.30)	4.7	0.028	0.006 (60)	180
17PM-K223V	1.8°	BIPOLAR	0.6	5.5	0.148 (1.50)	7.4	0.028	0.006 (60)	180
17PM-K204V	1.8°	UNIPOLAR	0.8	3.0	0.123 (1.25)	2.6	0.028	0.006 (60)	180
17PM-K244V	1.8°	BIPOLAR	0.8	3.0	0.143 (1.45)	4.1	0.028	0.006 (60)	180
17PM-K008V	1.8°	UNIPOLAR	0.6	8.3	0.167 (1.7)	8.7	0.034	0.008 (80)	200
17PM-K034V	1.8°	BIPOLAR	0.6	8.3	0.196 (2.0)	15.0	0.034	0.008 (80)	200
17PM-K018V	1.8°	UNIPOLAR	1.0	3.0	0.167 (1.7)	2.7	0.034	0.008 (80)	200
17PM-K048V	1.8°	BIPOLAR	1.0	3.0	0.196 (2.0)	4.9	0.034	0.008 (80)	200
17PM-K502V	1.8°	UNIPOLAR	0.6	8.9	0.196 (2.0)	9.0	0.040	0.009 (90)	220
17PM-K503V	1.8°	BIPOLAR	0.6	8.9	0.225 (2.3)	16.2	0.040	0.009 (90)	220
17PM-K504V	1.8°	UNIPOLAR	1.0	3.2	0.196 (2.0)	3.5	0.040	0.009 (90)	220
17PM-K505V	1.8°	BIPOLAR	1.0	3.2	0.225 (2.3)	5.9	0.040	0.009 (90)	220
17PM-K302V	1.8°	UNIPOLAR	1.0	3.5	0.225 (2.3)	3.3	0.045	0.0098 (100)	250
17PM-K301V	1.8°	BIPOLAR	1.0	3.5	0.255 (2.6)	5.5	0.045	0.0098 (100)	250
17PM-K304V	1.8°	UNIPOLAR	1.4	1.8	0.225 (2.3)	1.7	0.045	0.0098 (100)	250
17PM-K303V	1.8°	BIPOLAR	1.4	1.8	0.255 (2.6)	3.0	0.045	0.0098 (100)	250
17PM-K103V	1.8°	UNIPOLAR	1.0	4.3	0.294 (3.0)	4.5	0.056	0.0118 (120)	300
17PM-K104V	1.8°	BIPOLAR	1.0	4.3	0.343 (3.5)	8.2	0.056	0.0118 (120)	300
17PM-K106V	1.8°	UNIPOLAR	1.4	2.2	0.294 (3.0)	3.2	0.056	0.0118 (120)	300
17PM-K115V	1.8°	BIPOLAR	1.4	2.2	0.343 (3.5)	6.0	0.056	0.0118 (120)	300
17PM-K403V	1.8°	UNIPOLAR	1.0	4.7	0.422 (4.3)	6.3	0.080	0.0147 (150)	350
17PM-K404V	1.8°	BIPOLAR	1.0	4.7	0.490 (5.0)	11.5	0.080	0.0147 (150)	350
17PM-K401V	1.8°	UNIPOLAR	1.4	2.4	0.422 (4.3)	3.0	0.080	0.0147 (150)	350
17PM-K406V	1.8°	BIPOLAR	1.4	2.4	0.490 (5.0)	5.7	0.080	0.0147 (150)	350

B. Hoja de especificaciones tornillo de avance

Miniature Slide Screws

One End Stepped / Both Ends Stepped

Lead Screws / Slide Screws



Type	D	Lead	1 mm Increment		V / Q	No. of Starts	Raisin Nut Dimension							Allowable Axial Load N (reference)	Allowable Rotational Speed rpm (reference)	Tightening Torque Nm
			L	F / S			D ₁	H	A	T	B	P	d			
MSSRA MSSRW	4	01	30-160	2<F>Vx3 2<S>Qx3	2.5	1	10	23	11.5	3.5	15	15	2.0	50	2500	180
		02				2						60				
		01				1						120				
	6	02	30-250	2<F>Vx3 2<S>Qx3	3 4	1	12	26	14.5	3.5	17	18	3.4	60	2000	400
		09				4						90				
		18										110				
	8	01	40-250	2<F>Vx4 2<S>Qx4	4 5	1	14	29	18	4	18	21	3.4	200	2000	400
		02				4						290				
		12				6						210				
	10	02	60-250	2<F>Vx5 2<S>Qx5	5 6 7	1	16	33	22	5	21	24	4.5	460	1500	500
		15				4						410				
		30				5						440				
12	02	60-250	2<F>Vx5 2<S>Qx5	6 7 8 9	1	18	35	25	5	22	26	4.5	660	1000	500	
	18				6						750					
	36										540					

- There may be a centering hole on machined shaft end.
- When V and Q=4, S will be less than 3x of Q.
- The tightening torque applies to the screw for mounting the plastic nut.
- Note that positioning repeatability changes when nut is exchanged for maintenance.

Part Number Example

MSSRA812 - 300 - S10 - 05

MSSRW1202 - 250 - F20 - V6 - S8 - 06

Part Number Alterations

MSSRA812 - 250 - S10 - 05 - AD 13.3

Type	D	Lead	Available Types				
			Min. L-100	L101-200	L201-300	L301-400	L401-500
4	01		*	*			
	02		*	*			
	01		*	*			
6	02		*	*			
	09		*	*			
	18		*	*			
8	01		*	*			
	02		*	*			
	12		*	*			
10	02		*	*			
	15		*	*			
	30		*	*			
12	02		*	*			
	18		*	*			
	36		*	*			

Alterations	Retaining Ring Groove	Width Across Flats	Tapping	Threaded	Square Chamfering	Keyway																																																																																		
	AC (V Part) AG (Q Part)	SC (V Part) SQ (Q Part)	MC (V Part) MQ (Q Part)	BV (V Part) BC (Q Part)	ZC (V Part) ZQ (Q Part)	KV (V Part) KC (Q Part)																																																																																		
Spec.	<p>AC-AG = 0.1 mm Increment</p> <p>AC, AG(FS) m-s Machining Limits</p> <p>For the m, n value, see the table below. (For the n value, consider the tolerance.)</p> <p>Ordering Code: AC13.3</p> <p>AG = Applied on V part</p> <p>AG = Applied on Q part</p> <table border="1"> <tr> <th>V, Q</th> <th>a Tolerance</th> <th>b</th> <th>c</th> </tr> <tr> <td>2</td> <td>±0.06</td> <td>0.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>±0.08</td> <td>0.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>±0.10</td> <td>0.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>±0.12</td> <td>0.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>±0.15</td> <td>0.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>±0.20</td> <td>0.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>±0.25</td> <td>0.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>±0.30</td> <td>0.5</td> <td></td> </tr> </table>	V, Q	a Tolerance	b	c	2	±0.06	0.5		3	±0.08	0.5		4	±0.10	0.5		5	±0.12	0.5		6	±0.15	0.5		8	±0.20	0.5		10	±0.25	0.5		12	±0.30	0.5		<p>SC, SQ, SW, SY = 1 mm Increment</p> <p>SC = Applied on V part</p> <p>SC = Applied on Q part</p> <p>Applicable to either V or Q</p> <p>Ordering Code: SCS-SWS-SYS</p> <p>SC = Applied when V(Q) is 6</p> <p>SC(SQ) = 0 or SC(SQ) = 2</p> <p>Applicable when V(Q) is 6</p> <p>SW, SY = 2</p> <p>3xSY = 20</p>	<p>MC = Applied on V part</p> <p>MQ = Applied on Q part</p> <p>Ordering Code: MCS</p> <p>V, Q MC / MQ (Section Flange)</p> <table border="1"> <tr> <th>V, Q</th> <th>MC / MQ</th> </tr> <tr> <td>2-3</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>4-5</td> <td>2.0</td> </tr> <tr> <td>6-8</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>10-12</td> <td>3.0</td> </tr> </table> <p>When combining with an other alteration, do not specify this alteration on such a way that the shaft end thickness becomes less than 1 mm.</p>	V, Q	MC / MQ	2-3	1.5	4-5	2.0	6-8	2.5	10-12	3.0	<p>BV = (Q=3 not applicable)</p> <p>BC(SV) = (S) (Screw Pitch x 2)</p> <p>BC, BCxM3</p> <p>Ordering Code: BC10</p> <p>BV = Applied on V part</p> <p>BC = Applied on Q part</p> <table border="1"> <tr> <th>V, Q</th> <th>M's Pitch</th> </tr> <tr> <td>2,3</td> <td>M1.5 x 0.5</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>M2 x 0.5</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>M2.5 x 0.5</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>M3 x 0.5</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>M3.5 x 0.5</td> </tr> </table>	V, Q	M's Pitch	2,3	M1.5 x 0.5	4	M2 x 0.5	5	M2.5 x 0.5	6	M3 x 0.5	8	M3.5 x 0.5	<p>A = 1 mm Increment</p> <p>ZC = Applied on V part</p> <p>ZQ = Applied on Q part</p> <p>Applicable to either V or Q</p> <p>Ordering Code: ZCS-W5-AB</p> <p>Other alterations may not be combined on the same screw shaft.</p> <table border="1"> <tr> <th>ZC (ZQ)</th> <th>W</th> </tr> <tr> <td>6,7</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>7</td> </tr> </table> <p>Applicable when V-Q=6</p> <p>5xAs20</p> <p>V(Q) = ZC(ZQ)</p>	ZC (ZQ)	W	6,7	5	8	6	10	7	<p>KC, KV C = 1 mm Increment</p> <p>Ordering Code: KCS-C10</p> <p>KV = Applied on V part</p> <p>KC = Applied on Q part</p> <p>C_s = FS2</p> <p>C+KC(KV) = S (F)</p> <p>KC (KV) > 2</p> <p>When KC (KV) = 0</p> <p>F(S)-C-KC(KV) x 2</p> <table border="1"> <tr> <th colspan="4">Keyway Dimensions</th> </tr> <tr> <th>Keyway</th> <th>h</th> <th>W</th> <th>r</th> </tr> <tr> <td>6-7</td> <td>0.8</td> <td>1.0</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>1.0</td> <td>1.2</td> <td>0.1</td> </tr> </table> <p>Applicable to either V or Q.</p>	Keyway Dimensions				Keyway	h	W	r	6-7	0.8	1.0	0.1	8	1.0	1.2	0.1
V, Q	a Tolerance	b	c																																																																																					
2	±0.06	0.5																																																																																						
3	±0.08	0.5																																																																																						
4	±0.10	0.5																																																																																						
5	±0.12	0.5																																																																																						
6	±0.15	0.5																																																																																						
8	±0.20	0.5																																																																																						
10	±0.25	0.5																																																																																						
12	±0.30	0.5																																																																																						
V, Q	MC / MQ																																																																																							
2-3	1.5																																																																																							
4-5	2.0																																																																																							
6-8	2.5																																																																																							
10-12	3.0																																																																																							
V, Q	M's Pitch																																																																																							
2,3	M1.5 x 0.5																																																																																							
4	M2 x 0.5																																																																																							
5	M2.5 x 0.5																																																																																							
6	M3 x 0.5																																																																																							
8	M3.5 x 0.5																																																																																							
ZC (ZQ)	W																																																																																							
6,7	5																																																																																							
8	6																																																																																							
10	7																																																																																							
Keyway Dimensions																																																																																								
Keyway	h	W	r																																																																																					
6-7	0.8	1.0	0.1																																																																																					
8	1.0	1.2	0.1																																																																																					

- Specify an alteration position to be 2 mm or more away from the stepped part. For details see P819.
- Do not specify multiple alterations in such a way that they overlap with each other in the rotating direction on the same shaft. For details see P819.
- When adding multiple alterations, there must be 2 mm or more clearance between each feature. Furthermore, orientations of those alterations will be random. For details see P819.

C. Hoja de especificación DVR8825

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
POWER SUPPLY						
I_{VM}	VM operating supply current	$V_M = 5\text{ V}$, $xIN1 = 0\text{ V}$, $xIN2 = 0\text{ V}$		1.7	3	mA
I_{VMQ}	VM sleep mode supply current	$V_M = 5\text{ V}$		1.6	2.5	μA
V_{UVLO}	VM undervoltage lockout voltage	V_M falling			2.6	V
V_{HYS}	VM undervoltage lockout hysteresis			90		mV
LOGIC-LEVEL INPUTS						
V_{IL}	Input low voltage	nSLEEP			0.5	V
		All other pins			0.7	
V_{IH}	Input high voltage	nSLEEP	2.5			V
		All other pins	2			
V_{HYS}	Input hysteresis			0.4		V
R_{PD}	Input pull-down resistance	nSLEEP		500		k Ω
		All except nSLEEP		150		
I_{IL}	Input low current	$V_{IN} = 0$			1	μA
I_{IH}	Input high current	$V_{IN} = 3.3\text{ V}$, nSLEEP		6.6	13	μA
		$V_{IN} = 3.3\text{ V}$, all except nSLEEP		16.5	33	
t_{DEG}	Input deglitch time			450		ns
nFAULT OUTPUT (OPEN-DRAIN OUTPUT)						
V_{OL}	Output low voltage	$I_O = 5\text{ mA}$			0.5	V
I_{OH}	Output high leakage current	$V_O = 3.3\text{ V}$			1	μA
H-BRIDGE FETS						
$R_{DS(ON)}$	HS FET on resistance	$V_M = 5\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$		200		m Ω
		$V_M = 5\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $T_J = 85^\circ\text{C}$			325	
		$V_M = 2.7\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$		250		
		$V_M = 2.7\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $T_J = 85^\circ\text{C}$			350	
	LS FET on resistance	$V_M = 5\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$		160		
		$V_M = 5\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $T_J = 85^\circ\text{C}$			275	
		$V_M = 2.7\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$		200		
		$V_M = 2.7\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $T_J = 85^\circ\text{C}$			300	
I_{OFF}	Off-state leakage current	$V_M = 5\text{ V}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$, $V_{OUT} = 0\text{ V}$	-1		1	μA
MOTOR DRIVER						
f_{PWM}	Current control PWM frequency	Internal PWM frequency		50		kHz
t_R	Rise time	$V_M = 5\text{ V}$, $16\ \Omega$ to GND, 10% to 90% V_M		180		ns
t_F	Fall time	$V_M = 5\text{ V}$, $16\ \Omega$ to GND, 10% to 90% V_M		160		ns
t_{PROP}	Propagation delay INx to OUTx	$V_M = 5\text{ V}$		1.1		μs
t_{DEAD}	Dead time ⁽¹⁾	$V_M = 5\text{ V}$		450		ns
PROTECTION CIRCUITS						
I_{OCP}	Overcurrent protection trip level		2	3.3		A
t_{DEG}	OCP Deglitch time			2.25		μs
t_{OCP}	Overcurrent protection period			1.35		ms
t_{SD}	Thermal shutdown temperature	Die temperature	150	160	180	$^\circ\text{C}$

D. Características tornillo de potencia

Tipo		[M] Material	
	Eje	Tuerca	
MSSRA	Tornillo R	Acero inoxidable 304	Resina especial

Especificaciones

Número de parte - L - S - Q

MSSRA812 - 300 - S10 - Q5

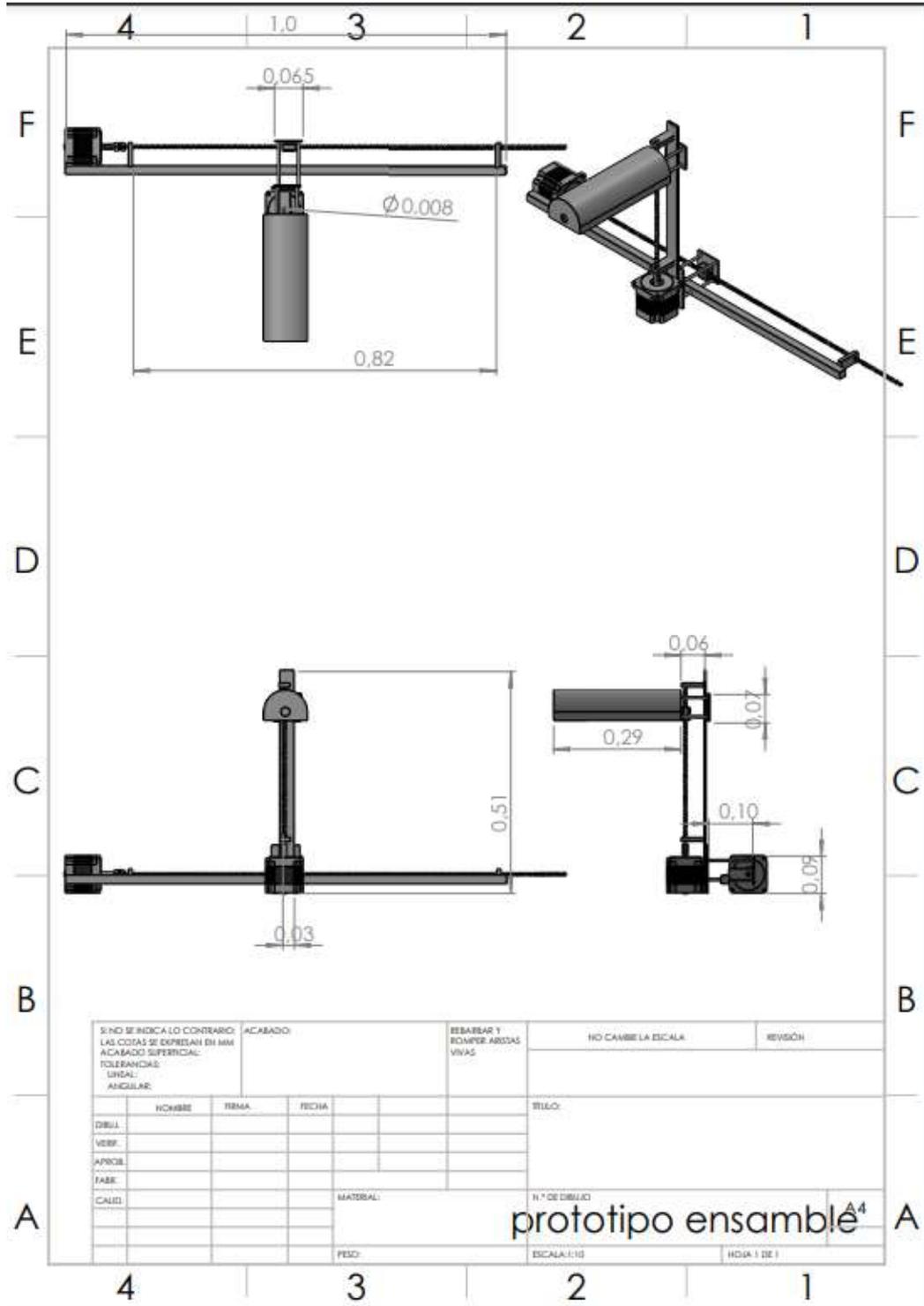
Número de parte	Incremento de 1 mm		V / Q	Número de inicios	Dimensión de tuerca de plástico								Carga axial admisible N (referencia)	Velocidad rotacional permitida rpm (referencia)	Par torque N • mm
	D	Dirigir			L	S	D ₁	H	A	T	B	P			
4	01	30-150		2.5	1	10	23	11.5	3.5	15	15	2.9	50	2500	180
	02				2	10	23	11.5	3.5	15	15	2.9	60	2500	180
	01	30-250	2SS≤Qx3	3.4	1	12	26	14.5	3.5	17	18	3.4	60	2000	400
	02				1	12	26	14.5	3.5	17	18	3.4	60	2000	400
6	09	30-250	2SS≤Qx3	3.4	4	12	26	14.5	3.5	17	18	3.4	90	2000	400
	18				4	12	26	14.5	3.5	17	18	3.4	110	2000	400
	01	40-250		4.5	1	14	29	18	4	18	21	3.4	200	2000	400
	02				1	14	29	18	4	18	21	3.4	290	2000	400
8	12	40-350	*2SS≤Qx4	4.5	4	14	29	18	4	18	21	3.4	210	2000	400
	24				6	14	29	18	4	18	21	3.4	210	2000	400
	02	50-250		4.5	1	16	33	22	5	21	24	4.5	460	1500	500
	15				4	16	33	22	5	21	24	4.5	410	1500	500
10	30	50-500	2SS≤Qx5	5.6	6	16	33	22	5	21	24	4.5	440	1500	500
	02				1	18	35	25	5	22	26	4.5	660	1000	500
12	18	50-250		6.7	6	18	35	25	5	22	26	4.5	750	1000	500
	36				6	18	35	25	5	22	26	4.5	540	1000	500

E. Especificaciones lampara UV-C

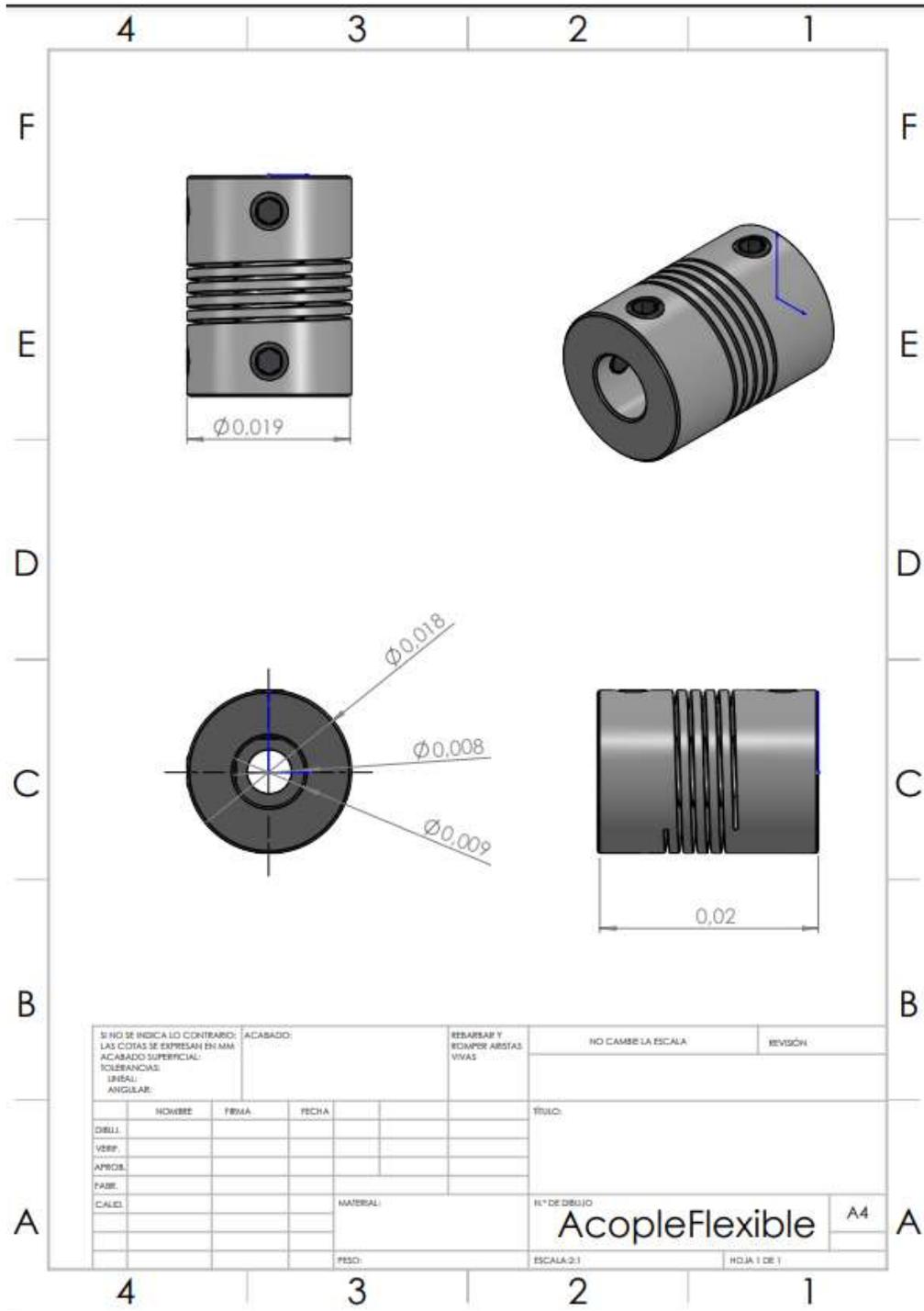
ESPECIFICACIONES

Producto: Bombillo Est
Poder: 25 watio
Tamaño: Altura 23 cm *
Voltaje/bateria: 11
Área de desinfección:
Peso: 300 g
Tiempo de desinfección: 1 hc
Vida de la lámpara : 10 |

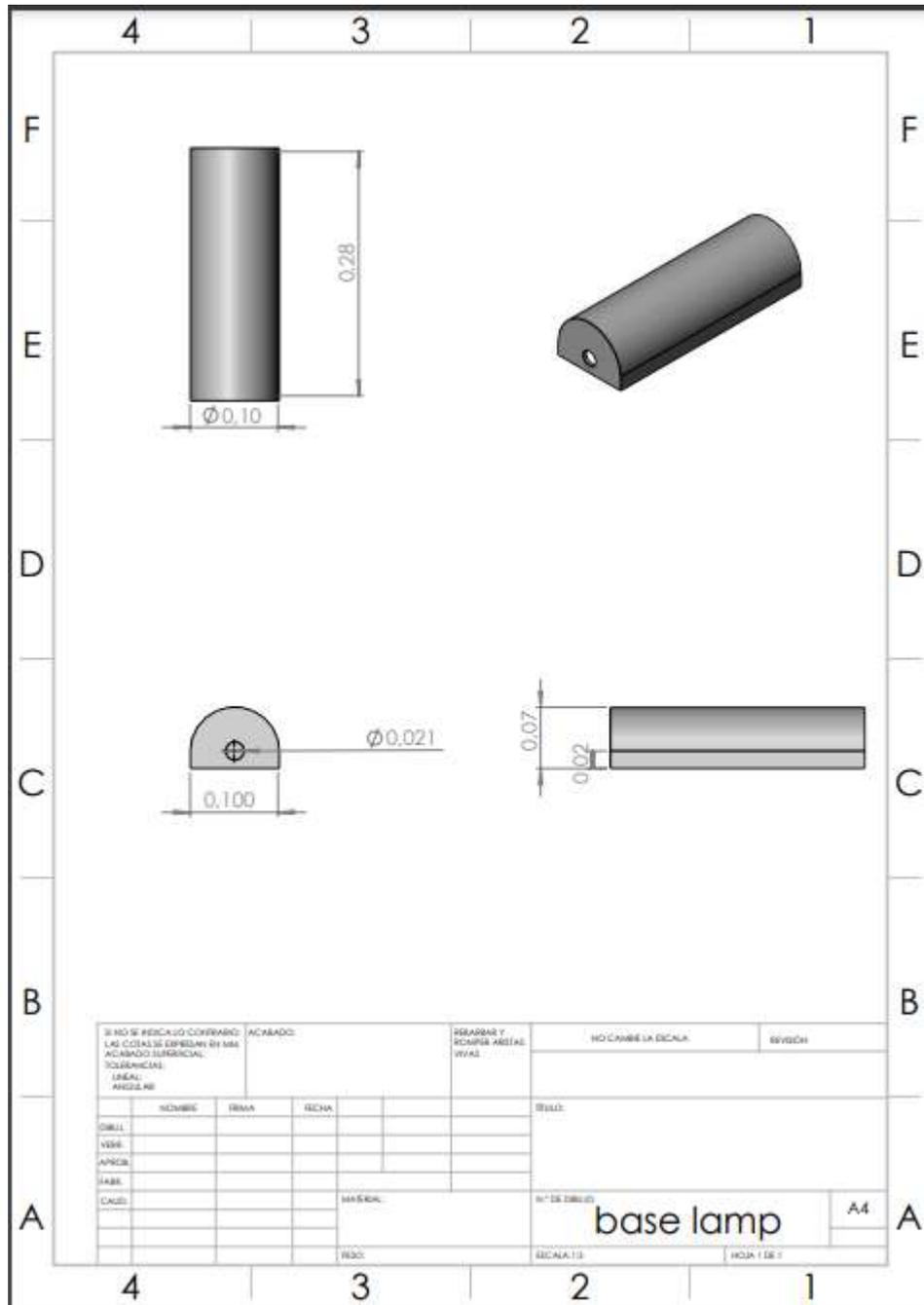
F. Plano de Prototipo



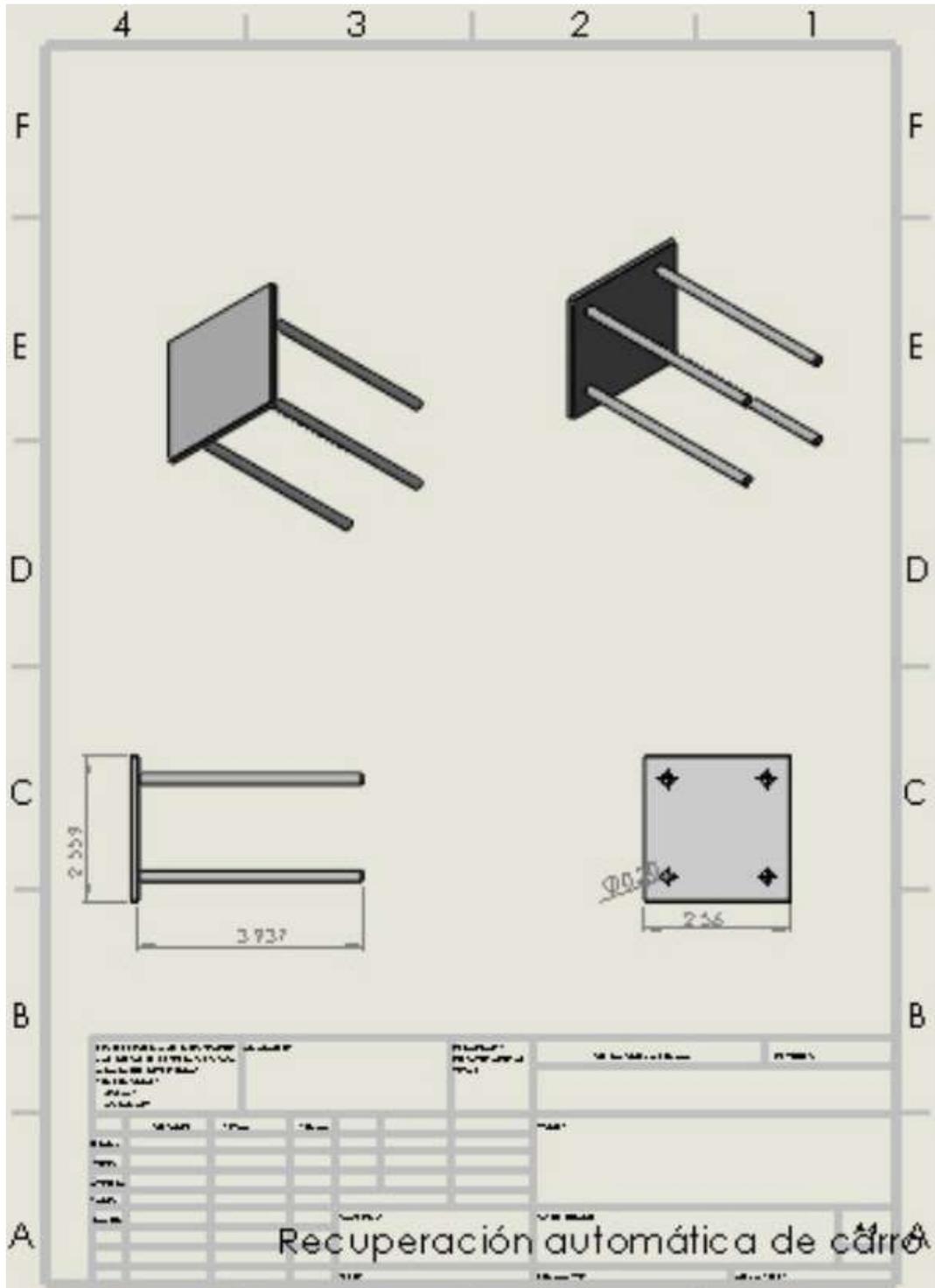
G. Plano Acople Flexible



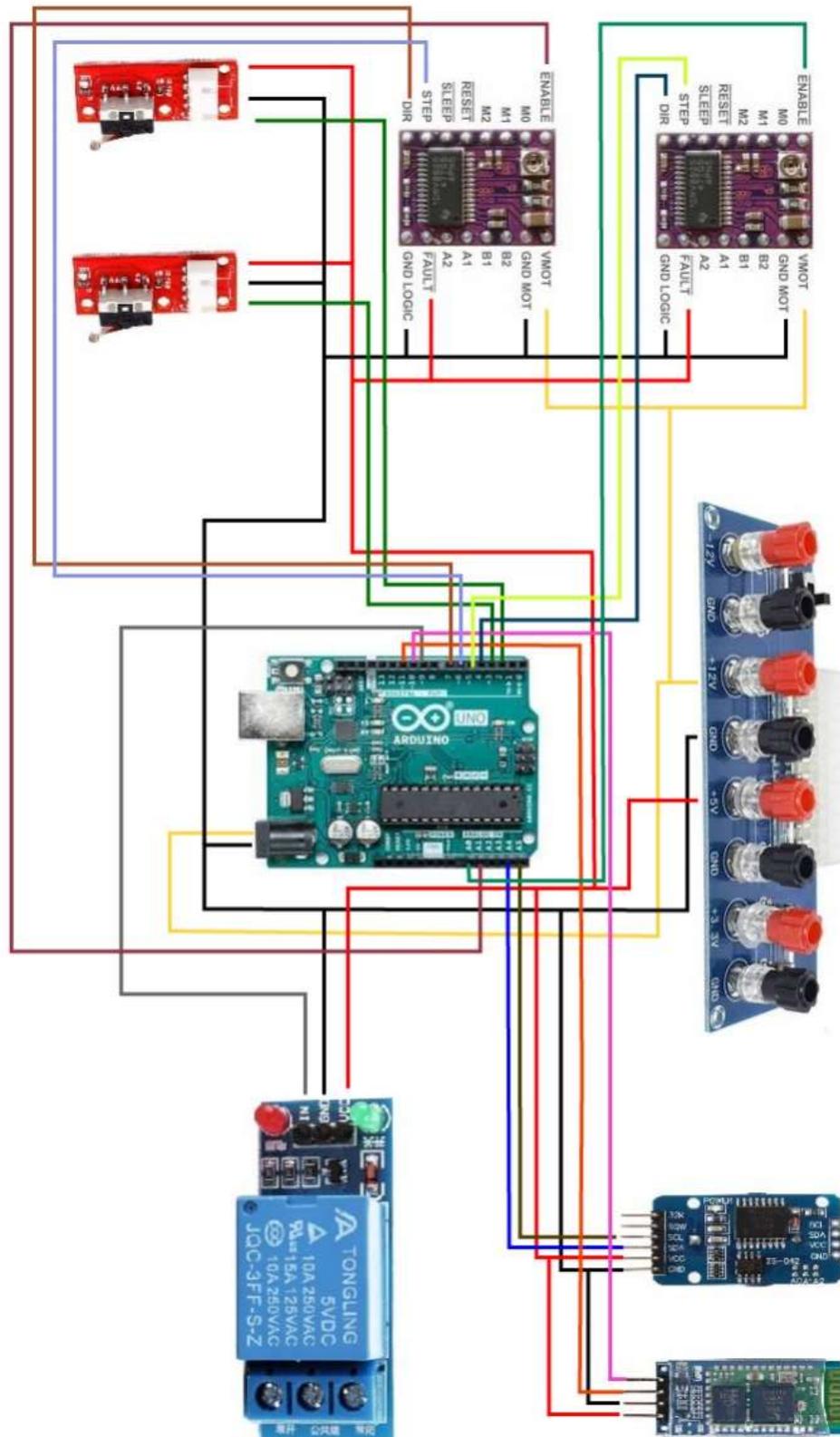
H. Plano Base lampara



I. Plano carrito de eje



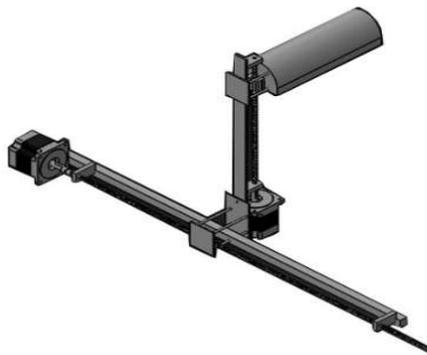
J. Plano de conexiones eléctricas



K. Manual de Usuario prototipo de sistema germicida automatizado de radiación UV-C

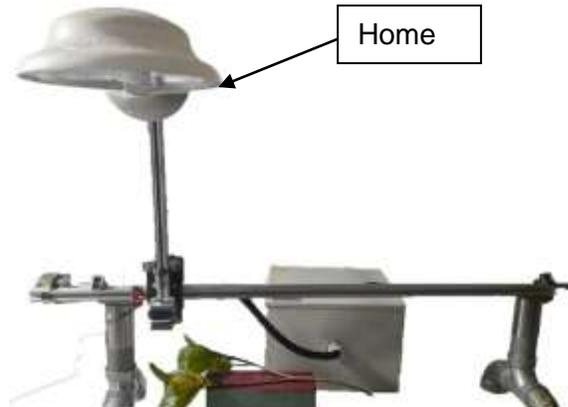
PRECAUCIONES

- Conectar cables de alimentación en toma corrientes diferentes.
- Ubicarse a una distancia mínima de 10 m del prototipo en funcionamiento.
- Este prototipo está diseñado para uso a nivel laboratorio.
- Este prototipo no está diseñado para uso en exteriores.
- El sistema eléctrico solo puede ser manipulado por personal especializado.
- El posicionamiento del prototipo debe generarse por medio de la aplicación “Germicida” y no por agentes externos.



Manejo del equipo

- El prototipo se encuentra ensamblado para su uso.
- La aplicación “Germicida” se hace entrega con el prototipo, para su manejo.
- El prototipo tiene un sistema biaxial para el manejo de la posición de la lámpara.
- Al encender el prototipo se ubicará en un punto “home” como se ve a continuación



- El interfaz de la aplicación “Germicida” para el manejo del prototipo es el siguiente

GERMICIDA UV

DISTANCIA DE RADIACION

Distancia Cm

BARRIDOS A SUPERFICIE

NUMERO DE BARRIDOS

HORA DE INICIO

HORA

Minutos

FECHA DE INICIO

Fecha De Dosis

Radiacion

W/cm²

Enviar

conectar desconectar

- Primero configuramos fecha y hora de encendido del prototipo según sea requerido por el usuario, en las opciones señaladas en el recuadro rojo.

GERMICIDA UV

DISTANCIA DE RADIACION

Distancia 30 Cm

BARRIDOS A SUPERFICIE

NUMERO DE BARRIDOS 1

HORA DE INICIO

HORA 0

Minutos 00

FECHA DE INICIO

Fecha De Dosis 25-Jul-2022

Radiacion

W/cm²

Enviar

conectar desconectar

- Para el siguiente paso se configura la distancia de radiación, este es el encargado de posicionar la distancia entre la fuente de radiación y el material biológico con las opciones vistas a continuación.

DISTANCIA DE RADIACION

Distancia 20 Cm

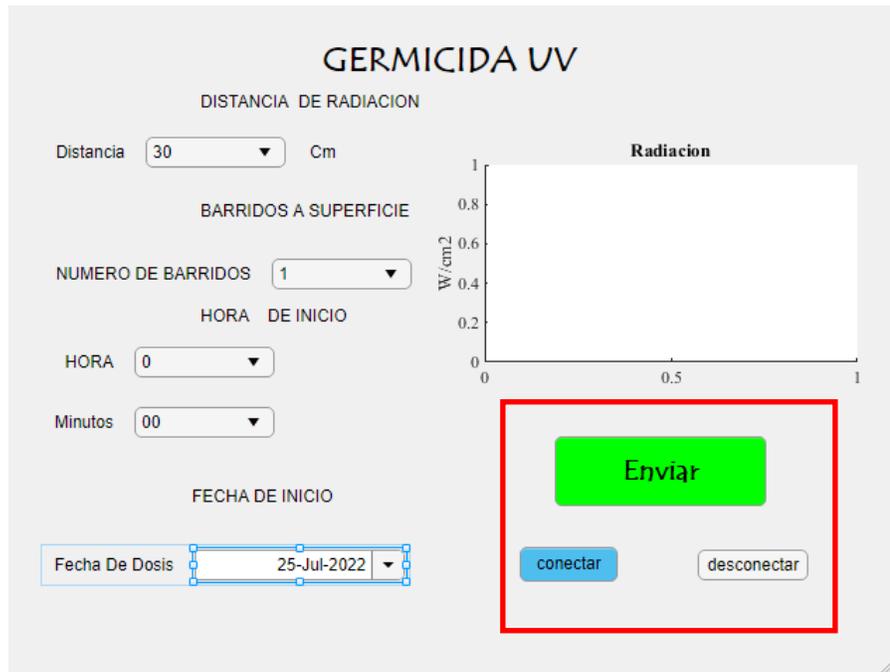
A SUPERFICIE

NUMERO D

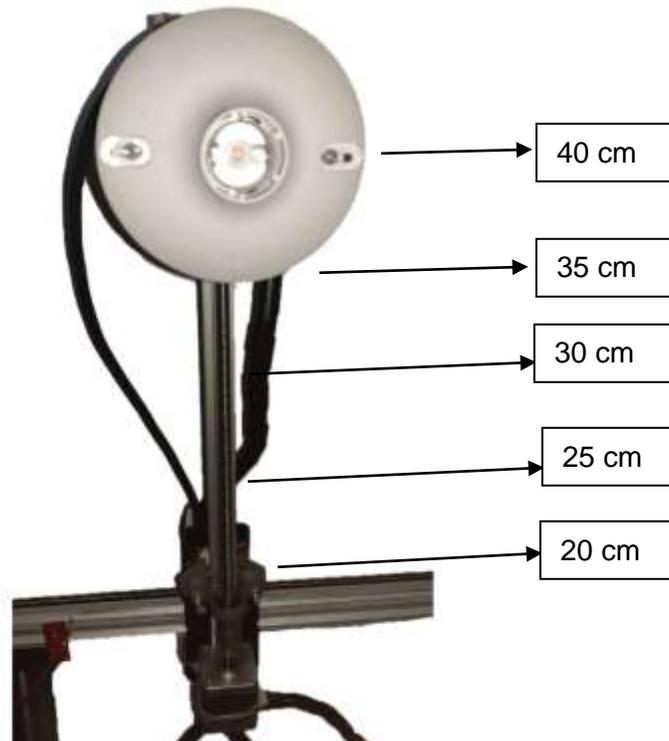
- Se configuran el numero de barridos necesarios para irradiar el material biológico según el usuario con la opción marcada con el recuadro rojo a continuación.

The screenshot shows the 'GERMICIDA UV' application interface. It features several input fields and a graph. The 'Distancia DE RADIACION' is set to 30 Cm. The 'BARRIDOS A SUPERFICIE' section, highlighted with a red box, includes 'NUMERO DE BARRIDOS' set to 1. The 'HORA DE INICIO' is set to 0 HORA and 00 Minutos. The 'FECHA DE INICIO' is set to 25-Jul-2022. A graph titled 'Radiacion' shows a plot of W/cm² vs. distance. A green 'Enviar' button is prominent, along with 'conectar' and 'desconectar' buttons.

- Para finalizar el uso de la aplicación “Germicida” se encuentran en la parte inferior derecha llamados conectar (se establece una comunicación entre el prototipo y el dispositivo de la aplicación), **Enviar** (recolecta los datos suministrados por el usuario y los envía a el prototipo), **desconectar** (interrumpe la comunicación entre el prototipo y la aplicación). El orden correcto de estos botones es el explicado anteriormente.

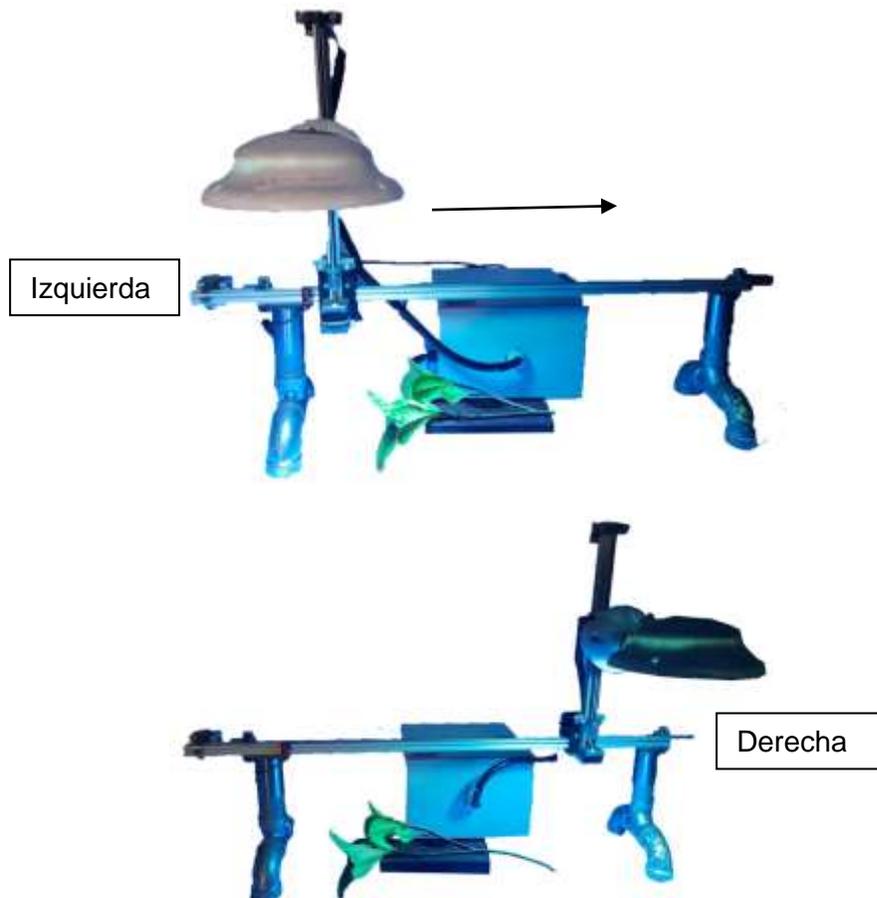


- Al llegar a la hora y fecha programada por el usuario el prototipo ejecutara un movimiento vertical de la lampara hasta llegar a la distancia descrita en la aplicación.





- La función principal del apasionamiento horizontal es generar un proceso de radiación el cual consiste en irradiar el material biológico de izquierda a derecha y generar un tiempo de latencia o descanso de derecha a izquierda.



Mantenimiento

- Cambiar la lámpara cada 10000 horas de uso, o cuando sea requerido.
- Antes del uso del prototipo verificar lubricación sobre cada tornillo de avance de cada uno de los ejes.
- Se requiere hacer un mantenimiento del sistema eléctrico anualmente para su correcto funcionamiento.
- Revisión y ajuste de los soportes cuando se observen movimientos inusuales.
- Hacer limpieza periódicamente para evitar corrosión y algún tipo de impureza dentro del sistema, provocando su mal uso y mayor desgaste.

Recomendaciones

- Colocar el prototipo preferiblemente sobre una superficie reflectiva
- Conectar el prototipo a una línea de 120 V@60 Hz
- Manipular el material biológico con las precauciones adecuadas.
- Manténgase lejos del alcance de los niños
- Tener una exposición continua de la radiación puede generar ceguera en los ojos o quemaduras en la piel
- Alejarse del prototipo cuando este encendido
- Acercarse al prototipo solamente cuando se encuentre apagado
- No usar tiempo y horas pasadas en el momento al momento de la configuración del equipo
- La aplicación "Germicida" debe desconectarse antes de cerrar la aplicación.

L. Ficha técnica Lampara UV-C 25 W

FICHA TECNICA DE PRODUCTO	
	
LAMP/OZO25W	
LAMPARA 25W UVC CONTROL REMOTO CON OZONO	
Dimensión :	10 x 7 x 3 pulgadas
Color:	Blanco
Baterías:	No
Vataje :	25 vatios
UV de onda UVC 253,7 y 185 nm para una desinfección prolongada y eficaz.	
<ul style="list-style-type: none"> · Adecuado para áreas de hasta 400 pies cuadrados, · Base controlada a distancia con ajustes de temporizador para 15, 30 y 60 minutos para una desinfección segura. · Amplia aplicación y purificación de aire: la desinfección ultravioleta tiene una amplia gama de aplicaciones, tales como hospitales, escuelas, guarderías, cines, autobuses, oficinas, hogares, tuberías de HVAC, etc. Elimina moho, ácaros, · Seguro de usar: (EPA EST. No. 97268-CHN-1). Un signo en la bombilla indica que la bombilla produce longitudes de onda UVC. 	