

**DESARROLLO DE PROTOTIPO MECATRÓNICO- AUTÓNOMO PARA LA
PROTECCIÓN DE LAS AGUAS LLUVIAS Y RADIACIÓN SOLAR EN LOCALES
COMERCIALES DE BARRANQUILLA-COLOMBIA**

**NATALY MARÍA VELÁSQUEZ SOLANO
CRISTHIAN CAMILO MARTINEZ FIALLO**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
BARRANQUILLA - COLOMBIA**

2022

**DESARROLLO DE PROTOTIPO MECATRÓNICO- AUTÓNOMO PARA LA
PROTECCIÓN DE LAS AGUAS LLUVIAS Y RADIACIÓN SOLAR EN LOCALES
COMERCIALES DE BARRANQUILLA-COLOMBIA**

**NATALY MARÍA VELÁSQUEZ SOLANO
CRISTHIAN CAMILO MARTINEZ FIALLO**

**Trabajo de grado presentado para optar al título de
Ingeniero Mecatrónico**

**ASESORES DISCIPLINARES:
ING. SAUL PÉREZ PÉREZ, MSc.
ING. KELVIN BELEÑO SÁENZ, PhD.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
BARRANQUILLA - COLOMBIA**

2022

Nota de aceptación

Firma del jurado 1

Firma del jurado 2

DEDICATORIA

Nosotros, Cristhian Camilo Martínez Fiallo y Nataly María Velasquez Solano ofrecemos inmensa gratitud a Dios primeramente por permitirnos clausurar este proyecto, por darnos todo tipo de herramientas para llevarlo a cabo, por entregarnos salud a nosotros y a nuestras personas queridas, permitiéndonos así su acompañamiento durante este proceso. Gracias a los profesores del programa de Ingeniería Mecatrónica por su excelente labor en el mejoramiento de la Universidad Autónoma del Caribe y de la Facultad de Ingeniería con esta hermosa carrera de pregrado y que hasta hoy nos siguen guiando para la conclusión de estos 9 semestres, así mismo dar gracias a nuestros compañeros de Ingeniería Mecatrónica por su amistad, por todos los gratos momentos y por su ayuda en distintas labores. Queremos ofrecer nuestra gratitud también por involucrarse de lleno en el desarrollo del proyecto al Ing. Saul Pérez Pérez en su labor de tutor y asesor, y al Ing. Kelvin Beleño en su labor de tutor.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	9
GLOSARIO	12
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.1. ANTECEDENTES	22
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	28
1.2. JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE	28
2. OBJETIVOS	31
2.1. OBJETIVO GENERAL	31
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	31
3. MARCO DE REFERENCIA	32
3.1. ESTADO DEL ARTE	32
3.2. MARCO TEÓRICO	35
4. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	44
4.1. METODOLOGÍA	44
4.2. DESARROLLO	47
4.3. TIPO DE ESTUDIO	62
4.4. CRONOGRAMA – PLAN DE TRABAJO	63
5. PRESUPUESTO	64
5.1. PRESUPUESTO GENERAL	64
5.2. PERSONAL CIENTÍFICO Y DE APOYO	65
5.3. CONSULTORIA ESPECIALIZADA	66
5.4. MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS	67
6. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	69
6.1. DISEÑO DEL PROTOTIPO	69
6.2. DISEÑO DISPOSITIVO FINAL	70
6.2.1. Diseño de circuito para el sistema	70
6.3. MATERIALES	72
6.3.1. Panel Solar Poli Cristalino 30W POWEST	72
6.3.2. Batería 12A-12V STEREN	73
6.3.3. Controlador de carga solar 10 ^a	74

6.3.4. Sensor final de carrera	74
6.4. RECOLECCIÓN DE DATOS	82
6.5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	91
6.5.1. ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS POR EL DISPOSITIVO FINAL	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
RECOMENDACIONES	97
BIBLIOGRAFÍA	98
ANEXOS	101
Planos del diseño CAD	101

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Intervalo de los valores de la Radiación UV .;Error! Marcador no definido.	
Figura 2. Maqueta con textil replegado, perspectiva diagonal ...;Error! Marcador no definido.	
Figura 3. Prototipo de accesorio para la protección de las condiciones climáticas	25
Figura 4. Prototipo sistema protección vehículos livianos	26
Figura 5. Diseño CAD estructura parasol de protección ceniza volcánica.....	27
Figura 6. Celdas policristalinas.....	36
Figura 7. Ilustración pulsadores	38
Figura 8. Estudio de esfuerzo soporte parasol	41
Figura 9. Estudio de esfuerzo del soporte de los Brazos.....	42
Figura 10. Estudio de esfuerzos del soporte de los motores	42
Figura 11. Estudio de esfuerzos del soporte de las bisagras.....	43
Figura 12. Metodología PPDIOO que se trabajara para el desarrollo del proyecto	44
Figura 13. Diseño CAD	49
Figura 14. Diseño PCB	49
Figura 15. Diagrama de Flujo sensor UV.....	51
Figura 16. Diagrama de flujo Sensor Lluvia	52
Figura 17. Diagrama de flujo Sensor Luminosidad	53
Figura 18. Pruebas de funcionamiento sin tela.....	54
Figura 19. Pruebas de funcionamiento con plástico	54
Figura 20. Caja de botonera (botón rojo: recogida, botón azul: extender).....	55
Figura 21. Circuito impreso en baquela	55
Figura 22. Caja eléctrica con circuito y batería del panel solar.....	56
Figura 23. Diagrama de flujo programación del sistema.....	56
Figura 24. Función de accionamiento manual	57
Figura 25. Función accionamiento automático	58
Figura 26. Función de cerrado del parasol.....	59
Figura 27. Función de apertura del parasol.....	59
Figura 28. Funcionamiento del dispositivo	60
Figura 29. Funcionamiento del dispositivo con alimentación de panel solar.....	61
Figura 30. Instalación caja de circuito, botonera, regulador de carga	61
Figura 31. Dispositivo instalado en ventana.....	62
Figura 32. Panel solar instalado.....	62
Figura 33 Vista frontal y superior del prototipo.	69
Figura 34 vista lateral del prototipo.....	69
Figura 35. Prototipo final.....	70
Figura 36. Montaje de circuito en Protoboard.....	71
Figura 37. Circuito final, soldado en baquela impresa.....	71
Figura 38. Sensor Final de carrera	75
Figura 39. Modulo Bh1750	75
Figura 40. Sensor UVM30A	76
Figura 41. Sensor FC - 37	77

Figura 42. Modulo L298N	78
Figura 43. Motorreductor JGA25-370 10Kg/cm	79
Figura 44. Arduino UNO	80
Figura 45. Switch de 2 posiciones	81
Figura 46. Lona Docril.....	81

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones técnicas de las telas.....	47
Tabla 2. Valor de importancia de cada característica.....	47
Tabla 3. Estudio de las telas dependiendo de la importancia de las características	48
Tabla 4. Valores en milivolts, con nueros cerrados en radiación UV	50
Tabla 5. Calibración de sensor de luminosidad.....	50
Tabla 6. Presupuesto general.....	64
Tabla 7. Costo personal científico.....	65
Tabla 8. Costo personal de apoyo.....	65
Tabla 9. Costo consultoría especializada.....	66
Tabla 10. Costo materiales e insumos.....	67
Tabla 11. Costo equipos usados.....	68
Tabla 12. Descripción de panel solar 30W marca Powest	73
Tabla 13. Especificaciones técnicas de Batería Steren 12A-12V.....	74
Tabla 14. Especificaciones técnicas sensor final de carrera.....	75
Tabla 15. Especificaciones técnicas de sensor luminosidad Bh1750.....	76
Tabla 16. Especificaciones técnicas de sensor UVM30A.....	77
Tabla 17. Especificaciones técnicas sensor de lluvia FC-37.....	78
Tabla 18. Especificaciones técnicas del puente H L298N	79
Tabla 19. especificaciones técnicas de motorreductor JGA25-370	80
Tabla 20. especificaciones técnicas Switch 2 posiciones.....	81
Tabla 21. especificaciones técnicas de la Lona Docril	82
Tabla 22. Toma de datos sin parasol 2 marzo.....	83
Tabla 23. Toma de datos sin parasol 4 marzo.....	84
Tabla 24. Toma de datos sin parasol 8 de marzo	85
Tabla 25. Toma de datos sin parasol 10 de marzo.....	86
Tabla 26. Toma de datos afuera de parasol 6 de abril.....	87
Tabla 27. Toma de datos debajo del parasol 6 de abril	87
Tabla 28. Toma de datos afuera de parasol 7 de abril.....	88
Tabla 29. Toma de datos afuera de parasol 10 de abril.....	89
Tabla 30. Toma de datos afuera del parasol 9 de abril.....	90
Tabla 31. Toma de datos debajo del parasol 9 de abril	90

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1 Análisis de datos sin parasol 2 y 4 de marzo.....	92
Grafica 2 Análisis de datos sin parasol 8 y 10 de marzo	92
Grafica 3. Análisis de datos con dispositivo 6 de abril.....	93
Grafica 4. Análisis de datos con dispositivo 9 de abril.....	94

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1 Ecuación para sensor uv	51
Ecuación 2 Ecuación sensor de humedad	52
Ecuación 3 Ecuación para sensor de luz.....	53

GLOSARIO

Automatización: Consiste en usar la tecnología para realizar tareas casi sin necesidad de las personas. Se puede implementar en cualquier sector en el que se lleven a cabo tareas repetitivas.

Esfuerzo: Los esfuerzos son el conjunto de fuerzas internas a las que está sometido un cuerpo a consecuencia de las sollicitaciones o acciones que actúan sobre él. Estas fuerzas internas son el resultado de la interacción de unas partículas del cuerpo sobre las otras.

Humedad: La humedad es la cantidad de vapor de agua que hay en el aire. Se denomina 'humedad o vapor de agua, al agua que impregna un cuerpo o al vapor presente en la atmósfera, el cual, por condensación, llega a formar las nubes, que ya no están formadas por vapor sino por agua.

Índice Ultravioleta (IUV): es un indicador de la intensidad de radiación ultravioleta proveniente del Sol en la superficie terrestre en una escala que comienza en 0 y no está acotado superiormente. El índice UV también señala la capacidad de la radiación UV solar de producir lesiones en la piel.

Interfaz de usuario: La interfaz de usuario es el medio con que el usuario puede comunicarse con una máquina, equipo.

IOT: Describe la red de objetos físicos ("cosas") que llevan incorporados sensores, software y otras tecnologías con el fin de conectarse e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet. Estos dispositivos van desde objetos domésticos comunes hasta herramientas industriales sofisticadas.

Lux: es la unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades para la iluminancia o nivel de iluminación. Equivale a un lumen /m². Se usa en la fotometría como medida de la iluminancia, tomando en cuenta las diferentes longitudes de onda según la función de luminosidad, un modelo estándar de la sensibilidad del ojo humano a la luz.

Lumen: Es la unidad del Sistema Internacional de Medidas para medir el flujo luminoso, una medida de la potencia luminosa emitida por la fuente.

Radiación UV: Radiación ultravioleta o radiación UV a la radiación electromagnética cuya longitud de onda está comprendida aproximadamente entre los 100 nm y los 400 nm.

Unidades Dobson: La unidad Dobson es una manera de expresar la cantidad presente de ozono en la atmósfera terrestre, específicamente en la estratosfera.

RESUMEN

El presente trabajo trata del desarrollo de herramientas orientadas a los locales comerciales de la ciudad de Barranquilla, con el fin de contribuir de manera eficaz y eficiente con las necesidades existentes en este sector comercial. El enfoque principal de esta propuesta es evitar que incidan tanto los rayos del sol como las aguas lluvias, en los productos de venta, en la infraestructura del local y en las personas que trabajan en este, a través de la construcción de un parasol o carpa automatizada de bajo costo y con herramientas basadas en tecnología como sensores de Humedad, luminosidad, rayos UV, y módulo de horario, en su armazón se integra un sistema de enrollamiento utilizando motores y una lona impermeable resistente al agua y al sol. Además, el sistema cuenta con un accionamiento manual a través de una botonera, y todo su sistema de control es llevado a cabo con la plataforma Arduino. Para esto se coloca una puesta en marcha del “Desarrollo de prototipo mecatrónico- autónomo para la protección de las aguas lluvias y radiación solar en locales comerciales de Barranquilla-Colombia”. Como conclusión se pretende reemplazar el método tradicional que es implementado en la activación de parasoles, por un sistema automatizado que proteja al local comercial al momento de presentarse lecturas en los sensores que indiquen un riesgo alto para este.

Palabras clave: Automatización, Arduino, Humedad, Luminosidad, Rayos UV.

ABSTRACT

This work deals with the development of tools oriented to commercial premises in the city of Barranquilla, to contribute effectively and efficiently with the existing needs in this commercial sector. The main focus of this proposal is to avoid the incidence of both the sun's rays and rainwater on the products for sale, on the infrastructure of the premises and on the people who work in it, through the construction of a low-cost automated sunshade or tent with tools based on technology such as sensors of humidity, luminosity, UV rays, and time module, in its frame is integrated a winding system using motors and a waterproof canvas resistant to water and sun. In addition, the system has a manual operation through a button panel, and its entire control system is carried out with the Arduino platform. For this, a start-up of the " Desarrollo de prototipo mecatrónico- autónomo para la protección de las aguas lluvias y radiación solar en locales comerciales de Barranquilla-Colombia " is placed. In conclusion, it is intended to replace the traditional method that is implemented in the activation of sunshades, by an automated system that protects the commercial premises at the time of sensor readings that indicate a high risk to it.

Keyword: Automation, Arduino, Humidity, Lighting, UV Rays.

INTRODUCCIÓN

La imperante necesidad de la humanidad de desligarse de procesos donde no tenga que estar atento a sucesos climáticos que afecten, como lo son la radiación solar o la lluvia, entre otros. Por lo que la automatización de mecanismos independientes del recurso humano y energético juega un papel fundamental para el desarrollo de ambientes óptimos para la sociedad.

Debido a las condiciones climáticas de la ciudad de Barranquilla, se observa las condiciones climatológicas de la ciudad ubicada a 4 metros sobre el nivel del mar (msnm) al oriente y 98 msnm al occidente, y con un clima tropical seco (sequedad y altas temperaturas), en la actualidad la región caribe recibe día a día una radiación Ultravioleta (UV) extremadamente alta.

Cabe mencionar que no solo las personas están expuestas a la incidencia solar, sino también establecimientos de ventas comerciales, estos pueden llegar a ser afectados por la lluvia o la radiación solar dependiendo de su ubicación, ya que en muchos casos no se emplea ningún mecanismo de protección de estos, debido a que este no dificulte la visibilidad del local, y que además la activación de uno de estos mecanismos no sería exacto en el tiempo de activación al depender de la intervención del ser humano.

En el mes de febrero del año 2019 en la ciudad de Barranquilla, se presentaron valores del índice de radiación solar superiores a los parámetros normales, donde el cuerpo humano está expuesto a peligros por esta radiación, los cuales fueron desde 11 hasta 14 (valores de índice UV), los cuales son extremadamente peligrosos para el ser humano y se recomienda bastante protección, debido a que los altos índices de radiación UV puede producir quemaduras en la piel. Los horarios en los cuales se presenta esta alta radiación son entre las 9 am y las 3pm [1], siendo estas las horas pico de movilización de las personas en la ciudad. Es por ello, que la protección para las personas y los locales es pensada desde la jornada laboral

diurno que iría desde 8am hasta las 5pm (hora colombiana), son los tiempos en donde la incidencia de los rayos solares tiende a afectar más al cuerpo humano y estructuras físicas.

Actualmente, existen formas de protección para los seres humanos en los momentos del día en los que hay altas radiaciones solares. El Instituto de Hidrología Meteorológica y Estudios Ambientales (IDEAM) hace recomendaciones como lo son: mantenerse a la sombra durante las horas centrales del día, usar camisas, crema de protección solar y sombrero, usar gafas con filtro UV-B y UV-A[2]. Debido a que hay ciudades en las que la radiación es mayor, se ha vuelto una tendencia utilizar todos estos implementos para el cuidado del ser humano, integrándole a esto que en la ciudad de Barranquilla no es solo la incidencia solar la que perjudica a las personas, sino también las precipitaciones fluviales, por lo que en muchos casos se crea una necesidad de protección ante estas condiciones climatológicas.

Los comerciantes o dueños de establecimientos comerciales al verse también afectados por la radiación UV y aguas lluvias, tanto en la infraestructura, como las personas que laboran en ella, y sus clientes; se ven en necesidad de implementar mecanismos que se accionan con intervención del ser humano, para la protección y cuidado de estos factores anteriormente descritos. Pero en muchos casos estos mecanismos no son accionados en los momentos adecuados o son olvidados de ser activados y se dejan de utilizar.

Los diseños de mecanismos para protección solar que se utilizan actualmente varían en los tipos de accionamiento, entre los cuales se encuentran con accionamiento manual (manivela, cuerdas y poleas), y con accionamiento mecánico (eléctricos motorizados). Estos diseños sirven para la protección del sol, el viento y la lluvia en los locales comerciales (Cómo evitar los problemas que ocasiona el sol en tu casa Protech Films.)

Debido a lo anteriormente descrito, se propone un diseño de un mecanismo automatizado para la protección de las aguas lluvias y de la radiación solar, que llegara a beneficiar a locales comerciales y a las personas que trabajan en estos; ya que este nuevo modelo determinara en qué momento será conveniente extender la malla de protección en un local, y se activará de forma autónoma, y a su vez determinando en qué momento los rayos UV-B han disminuido hasta el ámbito de no afectar en absoluto a ninguna parte de este y así poder recogerse a sí mismo, y, además, estos procesos se realizarán de igual forma cuando se detecte que ha empezado una precipitación.

Este sistema cuenta con unos tipos de sensores entre los cuales serían de radiación UV, luminosidad, humedad; un sistema de alimentación de celdas fotovoltaicas para un uso de energía renovables y apoyo al medio ambiente. Su diseño y sus materiales implementados aportan beneficios tales como, el aprovechar la luz natural al local, protecciones resistentes a la radiación solar y al agua, y aislantes térmicos. Todo esto pensando en el cuidado de las personas y también de los locales en la ciudad de Barranquilla-Colombia.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según los estudios realizados en estaciones de vigilancia y monitoreo de la radiación ultravioleta, han demostrado encontrar una degradación de la capa de ozono en algunas épocas del año, permitiendo así en estos meses tener un alto índice de radiación ultravioleta, provocando afectación a los seres humanos, seres vivos, como también para los objetos y/o materiales. Desde 1998 por el IDEAM en el aeropuerto el Dorado de Bogotá, se estableció que los menores valores de ozono total sobre Colombia se presentan entre diciembre y febrero, teniendo valores de 238 UD - 247 UD (UD, Unidades Dobson), lo que permiten que los rayos incidan directamente a la superficie del territorio nacional. Lo que cabe destacar que el mes de enero se caracteriza por presentar valores muy bajos de ozono (235 UD - 238 UD) [1].

El sol emite una gran cantidad de energía a la Tierra, de la cual solo entre el 6% y 7% corresponde a la radiación ultravioleta. Esta es una forma de energía radiante invisible que cubre el rango de longitudes de onda entre los 100 y los 400 nanómetros (nm) y usualmente es clasificada en tres categorías UV-A (responsable del bronceado de la piel), UV-B (radiación muy peligrosa para todo tipo de vida), UV-C (la más peligrosa). La radiación solar viaja a través de la atmosfera terrestre antes de llegar a la superficie y en este recorrido toda la radiación UV-C y el 90% de la UV-B es absorbida por gases como el ozono, vapor de agua, oxígeno y dióxido de carbono, mientras que, la radiación UV-A es débilmente adsorbida. Debido a esto, la radiación UV que alcanza la superficie de la tierra está compuesta en gran parte por la radiación UV-A (95%) y en menor grado por la UV-B (10%) [2].

La UV-B a pesar de ingresar una cantidad mínima comparada con la UV-A, varía entre 280 y 320 nm, es potencialmente dañina, ya que es la radiación que reduce el crecimiento de las plantas, además, la exposición humana prolongada a este tipo de radiación puede causar daños a la salud. También produce daños a materiales y equipos que se encuentren en exposición directa y/o indirecta de esos rayos

(IDEAM, n.d.). Estas altas radiaciones en ciertas horas del día en los que presentan sus mayores niveles dan gran aporte para el aumento de la temperatura ambiente (Exposición Solar a Temperaturas Más Altas Implica Que Hay Mayor Radiación UV, Universidad Católica Del Maule).

A pesar de que la radiación UV se incrementa con la altitud, hay casos atípicos como se presenta en el departamento del Atlántico en la ciudad de Barranquilla, la cual se encuentra a nivel del mar, lo que provoca que en ciertas épocas del año exista un cielo despejado, en el cual no habrá presencia alguna de nubosidades ocasionando valores altos del índice UV; para esto se observan los valores de inicio y fin de año, en el que la tierra se encuentra posicionada más cerca al sol. Por lo tanto, en estas épocas en la ciudad de Barranquilla se registran altos valores de radiación UV-B, se llegan a obtener valores entre 9 y 10 de índice de UV (1-2 baja, 3-5 moderada, 6-7 alta, 8-10 muy alta, 11+ extremadamente alta, en el índice de radiación ultravioleta (IUV)) en el lapso de 10 de la mañana a las 4 de la tarde, pero en los casos donde tenemos el cielo despejado se pueden llegar a presentar valores de 11 y 12 y más, en el indicador [1].

Según un estudio de radiación solar realizado por IDEAM, en ciertos meses se presentan los rayos UV-B con una incidencia moderada, en estos casos son cuando se encuentran en épocas de lluvia, ya que en Colombia existen dos temporadas secas y dos temporadas de lluvia, las temporadas de lluvia se extienden desde finales de marzo hasta principios de junio, y desde finales de septiembre hasta principios de diciembre [2], pero debido al impacto del calentamiento global, esas distribuciones de precipitaciones se han movido y puede que las épocas de lluvias sean antes o después.

La lluvia en la ciudad de Barranquilla ha provocado ciertas afectaciones en la vida cotidiana del ciudadano barranquillero, de igual forma afecta construcciones en esta ciudad, como en edificios, locales, calles, a objetos y/o materiales, pero también en

áreas rurales. Es por ello, que en algunos locales comerciales hacen un cierre preventivo del comercio, mientras disminuye este tipo de precipitación.

No solamente las personas se ven afectadas por estos problemas climáticos, sino también muchos de los establecimientos comerciales son un aspecto importante para tener en cuenta, porque estos lugares generan ingresos para el desarrollo del tanto de la ciudad como del país, y en estos casos llegan a obtener pérdidas en el deterioro de sus productos de venta.

El calor generado por la radiación solar y el agua que proviene de las fuertes lluvias afecta a los materiales utilizados o colocados en venta, debido a que estos degradan los materiales empleados en la construcción, tales como pinturas, gomas, madera, plásticos, envases, hierros, y limitan la duración de los materiales, lo que obligan a utilizar procesos de producción más costosos, y se llegan a obtener pérdidas de propiedades originales del material, se debilita el producto. Por ello, es importante proteger en ciertos momentos a los locales comerciales, considerando la ciudad de Barranquilla como uno de los lugares con mayor radiación solar y con fuertes lluvias registradas en Colombia.

Existen mecanismos actuales de protección contra el agua lluvia y las altas radiaciones solares a locales comerciales o lugares públicos de Barranquilla, comúnmente llamados parasoles o carpas, pero aun los procesos de activación tanto manuales o inalámbricos el usuario tiene que manipular la estructura y esto produce una deficiencia en la protección. Con el paso del tiempo, la pérdida de interés de estar pendiente el ser humano de realizar esta actividad y realizarla en momentos exactos y adecuados, causa que se tenga una desatención en este tipo de protección, y así se pierde la consideración de mantener un ambiente óptimo en los locales comerciales, tanto para su bienestar como el de sus clientes.

En este sistema se utilizará la plataforma de hardware libre Arduino para el control de este, tanto de los motores, sensores y otros componentes, como para la obtención de datos de los sensores UV, luminosidad y humedad, y análisis de estos.

1.1. ANTECEDENTES

- *Prototipo de sistema fotovoltaico con seguimiento solar de bajo costo*

Gutiérrez,[5] es una investigación en la que explora la posibilidad de incrementar la producción de energía sin añadir más módulos fotovoltaicos, utilizando un sistema de seguimiento solar móvil que no requiera un alto valor monetario acoplado al sistema fotovoltaico. Para la creación del prototipo, necesitó de ciertos parámetros, es por ello por lo que, primero determino un lugar correcto para el aprovechamiento de la luz solar. Utilizó un módulo seguidor para esta función para seguir la incidencia solar, estableció una estructura para el sistema el cual se encargaría de manejar todo lo acorde al movimiento y seguimiento de la incidencia solar.

Como parte de la metodología aplicada, obtuvieron una mejora considerable en la recolección o absorción de la incidencia solar, siendo aprovechada con los paneles solares utilizados. Aumenta el porcentaje de captación de energía solar entre 12.7% y 26.1% para 4 días monitorizados.

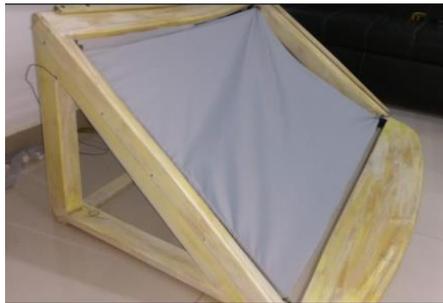
- *Prototipo de sistema mecatrónico para protección solar de automóviles – shombra*

De la hoz y Vanegas, desarrollaron un prototipo de sistema mecatrónico con accionamiento por aplicación móvil para dispositivo de protección solar en automóviles (Figura 1), para su debida construcción se utilizaron algunos actuadores, además de su sistema de control ser la plataforma Arduino y trabajar con tecnología bluetooth[6].

Al ser un campo muy poco trabajado, se basaron en una metodología de carácter exploratorio, la cual primero se analizó la necesidad, luego se partió a la elección de materiales, y se continuo tanto al diseño del circuito como al desarrollo del software, para así finalmente desarrollar el prototipo con la integración del software-dispositivo.

Teniendo en cuenta que este proyecto nos guía en la elección de material para el indicativo de que elemento electrónico colocar para indicar cual sería el final de la apertura del parasol, para que los motores dejen de accionarse.

Figura 1. Maqueta con textil replegado, perspectiva diagonal



Fuente. Prototipo de sistema mecatrónico para protección solar de automóviles-shombra, 2017

- *Estudio de la incidencia de los rayos ultravioletas (UV) en la localidad de Ayacucho- sus consecuencias.*

Roque, [7] realizó un estudio sobre estas incidencias de rayos ultravioleta en la ciudad u localidad de Ayacucho en Perú. Estableció unos semáforos que determinaban el valor en índice de radiación ultravioleta, esto para tener las mediciones conforme a la localidad estudiada, y tener valores estimados de las incidencias solares perjudiciales, y en base a estos valores, realizar las recomendaciones necesarias para el cuidado del ser humano.

Según los métodos utilizados para la investigación, demostraron que el periodo de medición el cual abarca desde el mes de enero del 2006 hasta diciembre del 2010,

las cuales permitieron identificar, la importancia de protección en la piel respecto a la cantidad de exposición de rayos ultravioleta. Los datos se analizaron en un documento Excel en el cual se recopilaban de acuerdo con cada muestra de meses por año.

- *Estudio y análisis de la actividad solar, radiación solar global y radiación UV en la Ciudad de Arequipa (Perú)*

Chambi [8] Realizó un estudio del comportamiento de la radiación solar y ultravioleta, partiendo desde obtener datos en plataformas web, hasta con diferentes tipos de sensores industriales, para obtener el valor de la incidencia del sol en la ciudad de Arequipa. Dentro de los resultados, se definió que la incidencia solar desde el 2000 hasta el 2015 ha aumentado por causa del deterioro de la capa de ozono. A lo largo de los meses de investigación, se encontró un patrón típico en el cual entre las 11:00 a 15:00 horas existe las radiaciones altas en las cuales son dañinas para la salud, siendo estos valores de rayos UV desde 9 a.m. (9 de la mañana) en adelante. Dentro de las conclusiones y recomendaciones realizadas por el autor, dispone diferentes métodos de cuidado respecto a los peligros por la incidencia solar, dentro de estos, la radiación UV y su prolongado tiempo de exposición.

- *Sistema autónomo para registrar la irradiancia solar*

García, [9] Crearon un sistema autónomo para registrar la irradiancia solar. Los pasos que llevaron a la construcción de dicho sistema fueron implementados con diferentes dispositivos encargados de la recolección de datos, luego se implementó un prototipo el cual se encargaría de hacer de manera automatizada la toma de datos de la irradiancia solar, sin la intervención de un humano a diferencia de la primera muestra de datos.

García, se enfocó en el funcionamiento y mantención de los sensores y su rendimiento como tal. El sistema es autónomo, pero tiene su deficiencia, la cual remite en la funcionalidad óptima de los dispositivos, ya que se encuentran en una zona en donde hay mucho polvillo o vientos que crean una capa sobre el lente que toma las lecturas.

- *Diseño de un sistema accesorio para protección ante condiciones climatológicas solares y pluviales (caso: sector céntrico de la ciudad de Quito)*

Dávila [10], realizó un análisis al efecto de los agentes climatológicos solares y además del agua lluvia, y se consideraron los diferentes accesorios para la protección del ser humano, siendo este en forma de chaqueta desplegable y un parasol fijo en las paradas de buses (Figura 2).

La metodología aplicada fue por medio de trabajo de campo el cual permitía ver realmente el problema a solucionar, realizó diferentes bosquejos de los posibles diseños y se realizó un prototipo inicial el cual fue ideal para solucionar la problemática de las fuertes condiciones climatológicas solares y pluviales.

Figura 2. Prototipo de accesorio para la protección de las condiciones climáticas



Fuente. Diseño de un sistema accesorio para protección ante condiciones climatológicas solares y pluviales (caso: sector céntrico de la ciudad de Quito), 2018.

- *Diseño de cubierta mecánica para protección contra radiación solar de vehículos livianos, Arequipa 2019*

Córdova, [11] Diseña una protección contra la radiación solar para vehículos de índole livianos (Figura 3). En un inicio se hicieron estudios de los diferentes tipos de automóviles, sus propiedades físicas, y demás, que sufrían por la exposición ante la radiación solar, además de esto, también se analizó los espacios en los cuales mantenían estacionados durante un tiempo más prolongado.

Luego de tener los datos referentes a las dimensiones de los vehículos y sus espacios de parqueo, se realizó un diseño que satisficiera las necesidades de prevención solar a los vehículos. Cuando ya se tenía boceto funcional para la protección de los vehículos, se realizó un prototipo funcional verificando el cumplimiento y protección a la radiación solar. Pero este prototipo fue probado únicamente en computadora, el cual se realizaron estudios al diseño y sus resultados fueron satisfactorios ya que cumplían con los objetivos propuestos por Córdova.

Figura 3. Prototipo sistema protección vehículos livianos



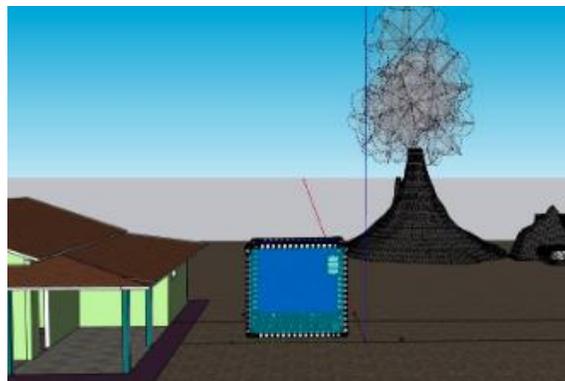
Fuente. Diseño de cubierta mecánica para protección contra radiación solar de vehículos livianos, Arequipa 2019

- *Diseño de un prototipo de carpa automatizada basada en una arquitectura IOT para el monitoreo y protección de los cultivos ante la caída de cenizas volcánicas en el Ecuador.*

Cedeño y Poaquiza, [12] realizaron una carpa para protección de cultivos de la ceniza volcánica en el país de Ecuador (Figura 4), el cual cumplió satisfactoriamente los objetivos planteados por ellos, fue la primera vez que implementan una carpa automatizada, mediante una arquitectura IOT (Internet de las cosas), para la protección y el monitoreo de los cultivos. Esto se llevó a cabo luego de la investigación previa en el sector agrícola en el cual se evidenció que había esta problemática, que la ceniza volcánica perjudicaba a los cultivos, en base a eso se diseñó una carpa automatizada para la protección de dichos cultivos. Como una desventaja de esta carpa es que se deberá hacer un mantenimiento preventivo a la carpa cada 6 meses.

De acuerdo con la implementación del prototipo de carpa desarrollado por Cedeño y colaboradores, dio como datos la eficacia de la protección a los cultivos ante la ceniza volcánica. Con estos datos procedieron a realizar un cuestionario por el sector afectado, en el cual más del 90% de las personas daban como respuesta positiva o favorable a la implementación de este prototipo y sus tecnologías en el campo agrícola.

Figura 4. Diseño CAD estructura parasol de protección ceniza volcánica



Fuente. Diseño de un prototipo de carpa automatizada basada en una arquitectura IOT para el monitoreo y protección de los cultivos ante la caída de cenizas volcánicas en el Ecuador, 2021.

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Como al automatizar un sistema de accionamiento de una carpa puede ayudar a extender el tiempo de vida útil de la infraestructura de un local, además de disminuir el daño en el cuerpo humano ante condiciones climatológicas solares y agua lluvias?

1.2. JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE

Actualmente existen estudios donde demuestran como la piel del ser humano es gravemente afectada al ser expuesta tanto tiempo a los rayos UV-B, por lo que a medida que ha pasado el tiempo nos hemos dado cuenta de que no solo nos afecta a los seres humanos estar expuestos a la luz solar, sino que además les afectan a los materiales, equipos, objetos [2].

A los establecimientos comerciales en la ciudad de Barranquilla, con el pasar del tiempo debido a la exposición de agentes climatológicos como lo son la lluvia y la radiación UV, se les terminan deteriorando sus artículos de uso (o de venta) por estar expuesto por un tiempo prolongado, ya sea de manera directa o indirectamente. Algunos de los efectos de que estén expuestos los materiales a la radiación UV-B son:

- Degrada los materiales empleados en la construcción (infraestructuras), tales como pintura, gomas, madera, plásticos, envases.
- Limitar la duración de los materiales y obligar a utilizar procesos de producción más costosos, generando pérdidas millonarias.
- Pérdidas de propiedades originales del material [13].

Pero los materiales y/o objetos no suelen dañarse únicamente por el factor de la radiación solar, sino que además existen múltiples razones climáticas diferentes pero que son igual de nocivos para estos, entre eso lo son la lluvia(Cómo Evitar Los Problemas Que Ocasiona El Sol En Tu Casa, Protech Films.). En la ciudad de

Barranquilla se presentan temporadas de lluvia y esto llega a afectar a los locales comerciales, en gran medida a las fachadas exteriores del local.

Los estudios realizados en el área de la radiación solar se han enfocado en analizar como la luz solar afecta a los seres humanos y en la protección de esta en ellos, pero no se ha analizado en profundidad cómo les afecta a los establecimientos comerciales, que en muchos casos realizan diseños externos a los lugares de trabajo (parasoles) para tratar de protegerse de la radiación UV-B y de la lluvia, tanto a ellos como a sus clientes que ingresan. Esta radiación UV-B son rayos invisibles que forman parte de la energía que viene del sol, por lo que un parasol es la solución más conveniente en muchos lugares para protegerse del sol [2].

Los parasoles son diseñados de distintas formas para estas problemáticas, de forma estática o movable. Cuando es estático le presenta un problema al establecimiento ya que cuando no le afecta la luz solar o ha bajado la intensidad de la radiación ultravioleta, el parasol en esos casos puede hacer que el establecimiento tenga una disminución de la luz natural y se pueda ver muy oscuro, por lo que tenga la necesidad de realizar un costo adicional en luminosidad interna para su establecimiento. Por lo tanto, en muchos locales de la ciudad de Barranquilla es preferible que el parasol sea movable, solo que estos sistemas tienen mecanismos de accionamiento de forma manual o con control, pero todos estos mecanismos son accionados por dependencia de una persona que tiene que estar pendiente de realizar esta actividad.

Debido a que estos mecanismos dependen de una persona para ser accionados y muchas veces suelen ser olvidados y no se accionan en los tiempos adecuados, se desarrolla este proyecto que está enfocado en un sistema mecánico automatizado en los establecimientos comerciales, a través de sensores de luminosidad, sensores UV, sensor de humedad, y se facilitará en accionarse de forma automática sin necesidad de una intervención humana.

El sistema se accionará en momentos de alta luz solar o alta radiación UV, y además en momentos de lluvia, y será recogido automáticamente cuando ya el sistema determine si el medio no le afectará al establecimiento, comparando los valores programados en el sistema que serían los óptimos en una ambiente que le beneficia a los locales en esta ciudad; ya que en la ciudad de Barranquilla presenta una relación directamente proporcional la radiación UV con la temperatura, entonces el sistema también ayudara a disminuir la temperatura dentro del sitio o en el lugar que protege, durante los momentos que se presente una alta radiación.

Alcance: El prototipo se instalará a una ventana de una casa a escala 1:1 de la entrada de un local comercial puesto que es de lo más comercializado en el país.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un prototipo mecatrónico automatizado para la protección de las aguas lluvia y la radiación solar en la ciudad de Barranquilla-Colombia.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar el sistema de despliegue y plegado con activación autónoma para la protección de agentes climáticos utilizando una herramienta CAD.
- Implementar sistema de alimentación con celdas fotovoltaicas para suministrarle energía al prototipo.
- Desarrollar un accesorio que permita el despliegue y recogida del parasol en un accionamiento manual.
- Validar los sistemas mecánicos, electrónico y de alimentación, para el funcionamiento del prototipo

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1. ESTADO DEL ARTE

En esta sección, se describe los principales trabajos de investigación y artículos a fines con la temática que se está desarrollando, en estos se analizan los respectivos objetivos y se identifican los factores que aportan al proyecto, con el fin de tener unos conocimientos más claros de los procesos para desarrollar los objetivos específicos planteados en este proyecto.

- **PROTOTIPO DE SISTEMA MECATRÓNICO PARA PROTECCIÓN SOLAR DE AUTOMÓVILES - SHOMBRA:** Se diseñó e implemento la creación de un protector del vidrio delantero de los vehículos expuesto a luz solar con la comodidad de su accionamiento desde la aplicación móvil para sistema operativo Android a través de comunicación bluetooth, dicho comunicación permite enlazar el sistema de mando con el sistema de control. Por lo que este trabajo nos aportó en el momento de realizar los diseños de los acoples en los ejes para lograr recoger el textil y extender, esto cambiando el diseño debido a que están aplicados en lugares diferentes, además de algunas herramientas electrónicas para el correcto funcionamiento de este.
- **Estudio y análisis de la actividad solar, radiación solar global y radiación UV en la Ciudad de Arequipa (Perú):** en este trabajo se estudia y se analiza el comportamiento de la actividad solar y la influencia de este sobre la radiación solar global y radiación ultravioleta que llegan a la superficie de la tierra, específicamente en la ciudad de Arequipa, obteniendo datos de plataformas como lo son SILSO y SPACEWEATHER, además de datos facilitados por el Servicio Nacional de Meteorología e hidrología SENAMHI), para así lograr graficar la influencia de la actividad solar sobre la radiación en especial UV. Por lo que estos análisis y resultados obtenidos

nos sirven para tener una guía de que tipo de datos debemos obtener y como sería un óptimo análisis de estos datos climatológicos.

- **Diseño de un sistema accesorio para protección ante condiciones climatológicas solares y pluviales (caso: sector céntrico de la ciudad de Quito):** Este proyecto desarrollo un sistema que brinda protección ante condiciones de sol y lluvia a trabajadores, que están expuestos a la intemperie durante su horario laboral, brindándoles una oportunidad de desempeñar su labor de una forma más cómoda y segura. Por lo que analizaron las distintas necesidades de los usuarios con relación a su oficio y como se ve afectado por las condiciones climáticas de la ciudad, luego se realizó un diseño para la protección y finalmente se validó los detalles del proyecto.

Este desarrollo nos muestra como tener en cuenta las necesidades de los usuarios para el tipo de protección a desarrollar en condiciones de sol y lluvia.

- **Diseño de cubierta mecánica para protección contra radiación solar de vehículos livianos, Arequipa 2019:** En la investigación se trabaja un diseño para proteger los vehículos de la ciudad de Arequipa y así evitar su deterioro. Desde el ámbito de su pintura, hasta las propiedades generales del automóvil, por lo que se tuvieron en cuenta muchas técnicas y soporte económico para lograr decidir el tipo de cubierta más adecuada. Además de que el aluminio anodizado teniendo en cuenta la absortividad y emisividad y finalmente se proponen ciertos materiales favorables para una buena disipación de calor y a la vez con la propiedad de reflexión de calor.

Este trabajo nos ayuda para tener en cuenta el análisis de material para la protección solar y radiación UV, y además de ser impermeable para las aguas lluvias.

- **Diseño de un prototipo de carpa automatizada basada en una arquitectura IOT para el monitoreo y protección de los cultivos ante la caída de cenizas volcánica en el Ecuador:** En este proyecto se diseñó un prototipo de carpa automatizada basada en una arquitectura IOT para monitorear y proteger los cultivos de la caída de ceniza volcánica en el Ecuador, esta brinda sensores para la detección climatológica de las cenizas, y humedad, además de una guía de la conexión de sus sensores con la aplicación que tendrá el usuario, y el diseño de carpa esta adecuado para la implementación en cultivos (zona rural) por lo que es en forma de un cubo, y su posición para el funcionamiento es en la tierra o suelo, finalmente estos muestran la mayoría de partes mecánicas y electrónicas para el accionar de su carpa. Por lo anteriormente descrito, este prototipo nos guía en nuestro proyecto para tener en cuenta como los sensores dan la señal a los actuadores de forma óptima y su desarrollo en la programación para el manejo de estos.

Teniendo en cuenta el análisis de datos que se realizó de la revisión bibliográfica, encontramos que el proyecto que se propone es pertinente debido a que se proponen mejoras en el sistema de control de la estructura electro-mecánica del parasol y además de utilizar una serie de sensores que permiten registrar diferentes parámetros, y teniendo en cuenta esos parámetros, el mecanismo de forma autónoma realizara una inclinación y/o extensión para proteger a las personas y a la infraestructura física del local comercial.

3.2. MARCO TEÓRICO

Con la información documentada para las bases de esta investigación y entrar en un contexto sobre lo que se va a investigar:

Para iniciar esta investigación, es necesario conocer algunos conceptos sobre sistemas fotovoltaicos, como están clasificados y para qué son implementados. La finalidad de esta sección consiste en explicar cada uno de estos aspectos (Tipos de Placas Solares | Según Tecnología y Aplicaciones, n.d.) .

3.2.1 Sistema de alimentación

3.2.1.1 Paneles Fotovoltaicos.

“Los paneles solares son dispositivos que se encargan de transformar parte de la radiación solar que incide en ellos en energía eléctrica y sus principales componentes son las celdas de silicio. Los paneles fotovoltaicos están formados por numerosas celdas que convierten la luz en electricidad, las cuales comúnmente son llamadas celdas fotovoltaicas y dependen del efecto fotovoltaico para transformar la energía del sol y hacer que una corriente pase entre dos placas con cargas eléctricas opuestas” (Tipos de Placas Solares | Según Tecnología y Aplicaciones n.d.) .

“Los sistemas de generación de energía basados en energía solar son hoy en día la solución más prometedora para requerimientos de baja y mediana potencia con la finalidad de reducir el consumo de energía producida por el petróleo y el gas. Independientemente de la elección del tipo de celda solar, los módulos fotovoltaicos deben estar conectados a un sistema de conversión de energía, con el fin de gestionar la energía producida y proporcionar una interfaz adecuada a la carga como lo son convertidores electrónicos no lineales que operan en modo de conmutación” (Tipos de Placas Solares | Según Tecnología y Aplicaciones n.d.)

3.2.1.1.1 Panel Solar Policristalino

Como su propio nombre dice, una placa fotovoltaica monocristalina que está compuesta por células policristalinas. Estas placas solares son fáciles de diferenciar ya que su color es azulado y tienen las esquinas recortadas (Figura 5) debido al corte de la célula.

Figura 5. Celdas policristalinas.



Fuente. S. EUROPE

“El rendimiento de placas solares policristalinas por metro cuadrado es de unos 170 Wattios por metro cuadrado”. (Tipos de Placas Solares | Según Tecnología y Aplicaciones n.d.)

3.2.2 Procesamiento de señales

3.2.2.1 Arduino

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

3.2.3 Control de sentido de giro de motor DC

El control del sentido de giro se realiza por medio de un circuito conocido como 'Puente H', el cual está ya integrado al controlador PWM. Así se le conoce por su forma parecida a la letra H.

Básicamente es un circuito electrónico que permite invertir el sentido de la corriente directa en el motor, cambiando de esta forma su dirección de giro. (Control de velocidad y sentido de giro de motores de corriente directa empleando PWM n.d.)

3.2.4 Sensor Lluvia

Un sensor de lluvia es un tipo de dispositivo de conmutación que se utiliza para detectar la lluvia. Funciona como un interruptor y el principio de funcionamiento de este sensor es que, siempre que llueva, el interruptor se cerrará normalmente (Sensor de lluvia.).

3.2.5 Sensor UV

El sensor está constituido por un diodo de silicio que convierte la energía de luz a una señal eléctrica que es acondicionada para obtener una salida analógica de alto nivel. Responde en una banda espectral ente 400 y 1100 nm, siendo apto para medir tanto radiación incidente como reflejada.(Sensor de radiación solar, TECMES.)

3.2.6 Sensor Luminosidad

Es un dispositivo electrónico que responde al cambio en la intensidad de la luz, permite censar la presencia de luz. Los sensores de luz detectan la luz visible y tiene una respuesta de acuerdo con la intensidad.(¿Que es un sensor de luminosidad? MecatrónicaLatam.)

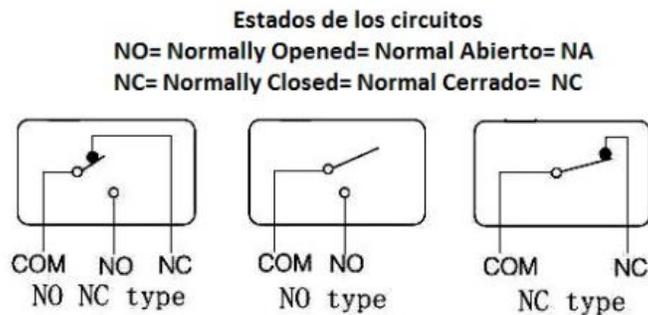
3.2.7 Motorreductor

Los motorreductores son mecanismos que regulan la velocidad de motores eléctricos, haciéndoles funcionar a un determinado ritmo. Están formados por una serie de engranajes que conforman la cadena cinemática, que son los que funcionan sobre las piezas giratorias.

3.2.8 Pulsadores, Interruptor y switch

Un pulsador es un interruptor o switch (Figura 6) cuya función es permitir o interrumpir el paso de la corriente eléctrica de manera momentánea, a diferencia de un switch común, un pulsador solo realiza su trabajo mientras lo tenga presionado, es decir sin enclavamiento. Existen pulsadores NC (NC) y NA (NO), es decir con normalidad cerrados y normalmente abiertos. (¿Que son pulsadores?)

Figura 6. Ilustración pulsadores



Fuente. Shoptronica

3.2.9 Tela resistente a los rayos UV

La tela es la primera línea de defensa de la piel contra los rayos del sol, ya que bloquea y absorbe parte de este tipo de radiación. Entre más se cubra con la ropa, mayor será la protección. Sin embargo, no todos los tipos de telas protegen de la misma manera.

La sigla FPU significa Factor de Protección Ultravioleta (Ultraviolet Protection Factor) e indica la fracción de radiación ultravioleta que penetra un tipo determinado de tela. Entre mayor sea el FPU, mayor será la protección. Este indicador generalmente se encuentra registrado en las etiquetas de alguna ropa o telas.

La clasificación por grados de las telas, de acuerdo con qué tanta penetración de rayos ultravioleta permite, está basada en criterios estandarizados. Por ejemplo, una tela clasificada con un FPU 50 indicaría que solamente 1/50 parte de la radiación ultravioleta que toca la tela pasa a través de ella. Por lo tanto, la tela con tejidos más cerrados y fibras más gruesas tendrán un FPU más alto.

El FPU es una clasificación que se usa en la ropa para indicar la capacidad de protección frente al sol. Mide la cantidad de radiación de tipo UV-A y UV-B que penetra en la tela y que alcanza la piel.

Mientras que FPS significa Factor de Protección Solar. Éste es un indicador que se utiliza en los protectores solares. En teoría, el número del FPS indica el tiempo que se puede estar expuesto al sol antes de que la piel se ponga roja. El FPS sólo mide la capacidad que tiene el protector solar de proteger contra los rayos de tipo UVB.

Las fibras sintéticas o semisintéticas como el poliéster y el rayón ofrecen la mayor protección contra la radiación solar, mientras que telas como el algodón y el crepé, ofrecen la menor protección.

Telas delgadas como la seda y el algodón permiten más el paso de la radiación, mientras que telas gruesas como el corderoy, impiden el paso.

Los colores oscuros y brillantes como el rojo y el negro absorben más la radiación ultravioleta que los colores blancos y pasteles. Entre más intenso sea el tinte del color, mayor será la protección.(Ropa Fundación cancer de piel.)

Por lo que algunas de las telas adecuadas para la protección UV y además impermeabilizantes, se encuentran la Lona Docril y la tela polisombra.

3.2.10 Etiqueta UV ESTANDAR 801

La etiqueta UV STANDARD 801 es un sistema independiente de pruebas y certificación con el cual los textiles pueden ser evaluados, certificados y etiquetados de acuerdo en cómo protegen contra los rayos ultravioleta. Este proceso de certificación determina el UPF (Factor de Protección Ultravioleta), que se utiliza para especificar el factor de protección solar de los materiales textiles.

A diferencia de otros métodos, la certificación UV STANDARD 801 mide el UPF de un textil teniendo en cuenta los requisitos particulares a los que se somete durante su uso, debido a que, con el uso diario, la protección UV se puede reducir por la humedad, el estiramiento, la abrasión y el lavado.(Certificado UV standard n.d.)

3.2.11 Estudio de esfuerzos

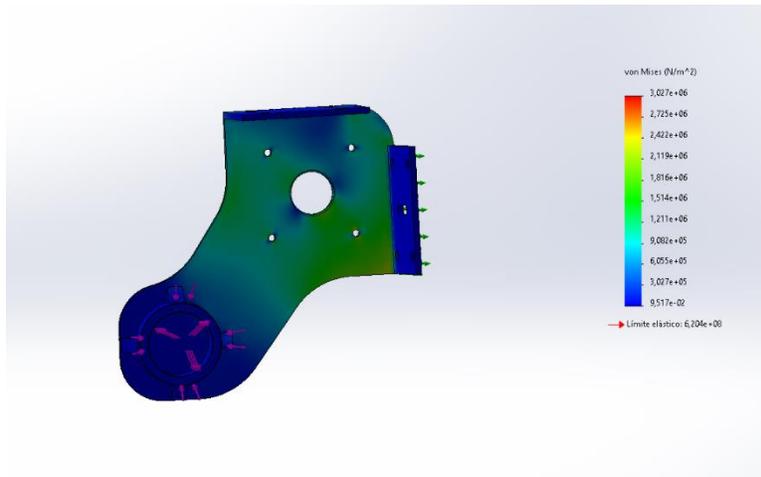
Se realizaron los estudios de esfuerzos para cada componente mecánico que se utiliza en el dispositivo.

3.2.11.1 Soporte Parasol

La pieza de parasol cortina (Figura 7) es la principal la cual lleva en ella todo el dispositivo, en él va todo el sistema montado, los motores, junto con los

brazos que permiten la apertura y cierre del parasol. Soporta un total de 120 kg, posee dos formas de instalación tanto en un techo como en una pared.

Figura 7. Estudio de esfuerzo soporte parasol

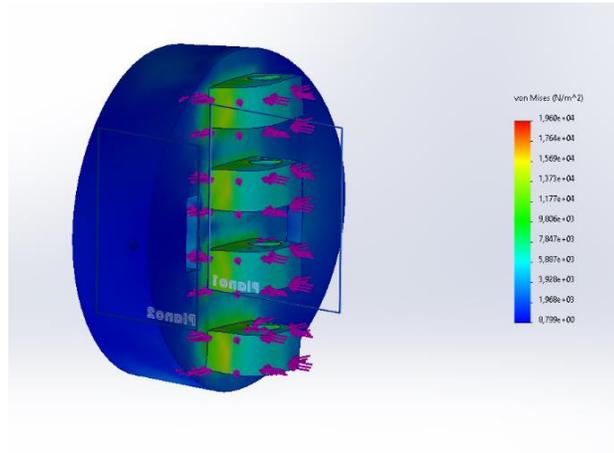


Fuente. Autoría propia

3.2.11.2 Soporte Brazo

La pieza de soporte brazo (Figura 8), es la que conecta el soporte parasol con los brazos que se extienden y recogen, puede tener un peso total de 6kg, al ser dos soportes se distribuye el peso en el, el peso actual por la parte que se extiende y recoge es de 4kg, al ser distribuida, se equilibra el sistema a 2kg por soporte brazo.

Figura 8. Estudio de esfuerzo del soporte de los Brazos

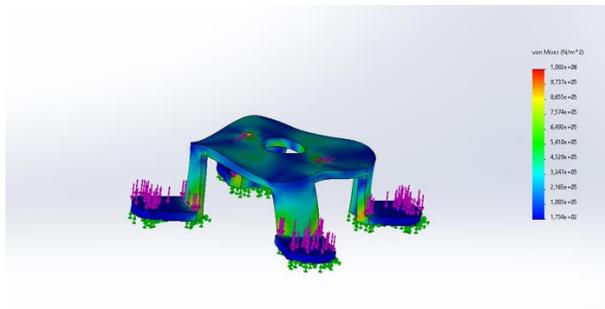


Fuente. Autoría propia

3.2.11.3 Soporte Motor

Esta pieza (Figura 9) le fue aplicado una fuerza superior a la que hay actualmente, como tal puede soportar un torque máximo de 3 Nm, al utilizar el motor de 1Nm, es decir, que esta pieza es capaz de operar sin ningún inconveniente real si el motor llega a usar toda su potencia real.

Figura 9. Estudio de esfuerzos del soporte de los motores

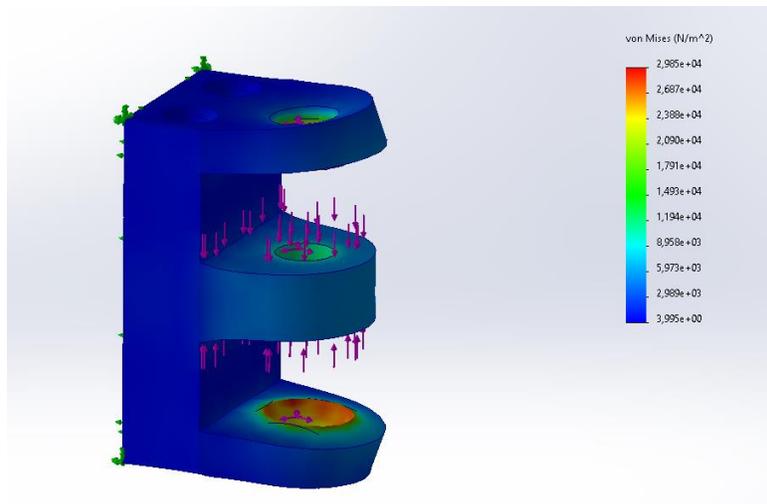


Fuente. Autoría propia

3.2.11.4 Soporte Bisagra

En la pieza de soporte bisagra (Figura 10), estas van en cada brazo, en total son 4 piezas que conectan el sistema con el soporte parasol, esta pieza es capaz de soportar un máximo de 5kg, pero solo soporta 2kg por cada brazo, por lo cual, en total el sistema de brazos maneja 4 kg de peso total distribuido.

Figura 10. Estudio de esfuerzos del soporte de las bisagras



Fuente. Autoría Propia

4. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

4.1. METODOLOGÍA

Utilizamos la metodología Preparación-Planificación-Diseño-Implementación-Operación-Optimización (PPDIOO)[12] (Figura 11), la cual nos permitió una organización correcta para el desarrollo del prototipo y cumplimiento de los objetivos de acuerdo con el cronograma de actividades.

Figura 11. Metodología PPDIOO que se trabajara para el desarrollo del proyecto



Fuente. Autoría propia

METODOLOGÍA PPDIOO

Para el proyecto se trabajó con la metodología de cisco llamada PPDIOO, debido a que analizamos que la metodología antes mencionada nos ayudaría a realizar un correcto desarrollo e implementación del prototipo. Dicha metodología está conformada por 6 fases las cuales se van a desarrollar a continuación:

- **Preparación**

Para realizar la infraestructura de la carpa, se tuvo en cuenta un mecanismo que permitiera controlar el parasol de manera automática integrando sensores de rayos UV, humedad, y luminosidad, además se instaló un módulo reloj de tal manera que el sistema permanece en reposo durante las horas nocturnas. Se comenzó con un estudio de campo y revisión bibliográfica respectiva bajo el concepto a trabajar, en este caso, un parasol o carpa para la protección de rayos solares y aguas lluvias.

- **Planificación**

Para el prototipo, la carpa se realizó con medidas de 1 metro x 1 metro con su respectivo sistema que ayudara a que la carpa sea automatizada de manera óptima. Haciendo el análisis del espacio de trabajo logramos determinar todos los materiales a utilizar para poder llevar a cabo una lluvia de ideas de diseños para el prototipo del parasol.

- **Diseño**

Se realizó un análisis de las ideas para la infraestructura del prototipo. Se diseñó un dibujo CAD, con su implementación simulada de cómo quedaría el parasol implementado en una sección de un local, en este caso una puerta. En la simulación se visualiza la caja de componentes encargados de operar todo el sistema. Este sistema puede ser visualizado y manipulado, mediante una botonera para que se accione de forma manual para cumplir necesidades del usuario.

- **Implementación**

Dentro de esta etapa se inició la puesta en marcha del proyecto, haciendo la compra de todos los materiales necesarios para el prototipo, el proceso de maquinado CNC de las piezas, las soldaduras de estas, y se calibraron los sensores utilizados. Para

así poder realizar el prototipo inicial, el cual nos permitió encontrar las deficiencias y realizar las correcciones necesarias. Y tomar datos con este prototipo el cual nos ayudó a realizar el análisis real de los datos del sistema implementado, que nos permita la calibración de cada sensor. Utilizamos el sistema de Arduino, el cual nos permitió obtener, manejar, y procesar los datos, para así controlar los actuadores (motores) presentes en el sistema del parasol.

- **Operación**

En esta etapa se puso en marcha el funcionamiento del prototipo de tal manera que todos los componentes funcionan correctamente, y haciendo una validación del automatizado por parte de este. Y se realizó la primera toma de datos aplicados en el área de labor de dicho prototipo. También en esta etapa se desarrolló el accionamiento manual, comprobando su conexión con el sistema y su correcto funcionamiento.

- **Optimización**

Con el prototipo operando se verificó que todo su sistema está funcionando de la mejor manera, con el objetivo de identificar posibles problemas que se puedan presentar y poderlos corregir, y así finalmente implementarlo en el lugar a trabajar el prototipo.

El desarrollo de este proyecto integra todas las fases de esta metodología por lo que nos ayudó a trabajar de manera segmentada, y así el proyecto fue viable y eficaz al momento de su finalización y obtención de los resultados.

4.2. DESARROLLO

1. Se idéntica la incomodidad o falta de atención al momento de utilizar los parasoles en locales comerciales, cuyo despliegue y repliegue se realiza manualmente por el usuario o a través de un control. Por ello surgió la idea de utilizar un accionamiento automatizado para la protección de rayos solares y de agua lluvia, cuya activación sea autónoma o manual a través de una botonera.
2. En esta fase se propusieron diferentes elementos tanto en la parte de actuación del sistema como en la de control de este, como finalidad se decidió el uso de:

- Estudio de material de la tela:

Se realizó investigación de las telas que posiblemente podrían servir para el dispositivo (Tabla 1), para luego establecer porcentajes de importancia enfocado en la utilidad del proyecto (Tabla 2) y así finalmente realizar el estudio de materiales (Tabla 3) y saber cuál tela sería la óptima para el dispositivo.(Multisombra Calypso.) (Lonadocrill n.d.)[25]

Tabla 1. Especificaciones técnicas de las telas

	Repelencia al agua	Composición	Uso exterior	UV ESTANDAR 801
Lona Docril	SI	Acrílico	SI	80
Tela polisombra	NO	Polietileno	SI	80

Fuente. Calypso, Tesicol

Tabla 2. Valor de importancia de cada característica

Repelencia al agua	40%
Composición	10%
Uso exterior	10%
UV estándar 801	40%
total	100%

Fuente. Autoría propia

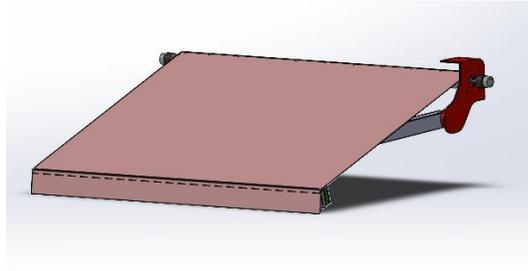
Tabla 3. Estudio de las telas dependiendo de la importancia de las características

Características	Tipo de Tela	
	Lona Docril	Tela polisombra
Repelencia al agua	$5*0.4 = 2$	$2*0.4 = 0.8$
Composición	$4*0.1 = 0.4$	$3*0.1 = 0.3$
Uso exterior	$5*0.1 = 0.5$	$5*0.1 = 0.5$
UV estándar 801	$4*0.4 = 1.6$	$4*0.4 = 1.6$
total	$4.5*100 = 450\%$	$3.2*100 = 320\%$

Fuente. Autoría propia

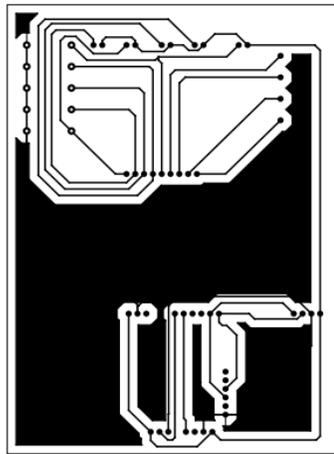
- Motorreductores modelo (JGA25-370): para la correcta actuación mecánica que se encarga de generar de generar el movimiento para repliegue y despliegue del textil protector. Este modelo es óptimo puesto que tiene mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor, cada motorreductor es de 10 kg/cm.
 - Arduino modelo (uno): La plataforma Arduino fue la escogida para desarrollar el control del sistema puesto que esta destaca en la facilidad al momento de utilizar su software para programar, y en el ámbito económico. Dicho modelo de placa resultó ser ideal debido a que contiene todos los pines a utilizar y posee un tamaño ideal para instalar, y además de que ya se contaba con una de estas placas.
3. Se diseñó el CAD de toda la parte mecánica con la herramienta SolidWorks (Figura 12), con el fin de realizar el proceso de mecanizado en torno CNC, para optimizar el tiempo de entrega. Además del PCB (placa de circuito impreso) (Figura 13) del circuito de conexiones eléctricas con el software Proteus, para disminuir el cableado y así brindar seguridad en las conexiones de los componentes electrónicos y disminuir el espacio total ocupado.

Figura 12. Diseño CAD



Fuente. Autoría propia

Figura 13. Diseño PCB



Fuente. Autoría Propia

4. Se implementó el desarrollo de la programación para la correcta sincronización entre motores y mando de lectura de los sensores, además de la implementación del intercambio del accionamiento autónomo a manual. De igual forma se inició la construcción de la parte mecánica del sistema. Para la calibración de los sensores UV (Tabla 4) y lluvia se tuvo en cuenta el datasheet de estos y para el sensor de luminosidad se calibro teniendo en cuenta un luxómetro (Tabla 5).

Tabla 4. Valores en milivolts, con nueros cerrados en radiación UV

UV INDEX	VOUT (mV)
0	<50
1	227
2	318
3	408
4	503
5	606
6	696
7	795
8	881
9	976
10	1079
11 +	1170+

Fuente. Rambal

Tabla 5. Calibración de sensor de luminosidad

LUMENS Aplicado (Lux)	LUMENS Medido (Lux)	Diferencia Aritmética	Factor de Corrección	LUMENS Corregido	Porcentaje de Error (%)
6832	6742	90	1,013349155	6832	0
7789	7698	91	1,011821252	7789	1,16767E-16
7084	6994	90	1,012868173	7084	1,28387E-16
6780	6685	95	1,01421092	6780	1,34144E-16
6373	6283	90	1,014324367	6373	0
6356	6266	90	1,01436323	6356	0
6311	6221	90	1,014467127	6311	0
5916	5825	91	1,015622318	5916	1,53735E-16
3871	3781	90	1,023803227	3871	1,17475E-16
5510	5418	92	1,016980436	5510	1,65063E-16
5549	5456	93	1,017045455	5549	0
5290	5200	90	1,017307692	5290	0
5320	5232	88	1,016819572	5320	0
5070	4981	89	1,017867898	5070	0
4956	4865	91	1,018705036	4956	0
4757	4667	90	1,019284337	4757	0

Fuente. Autoría propia

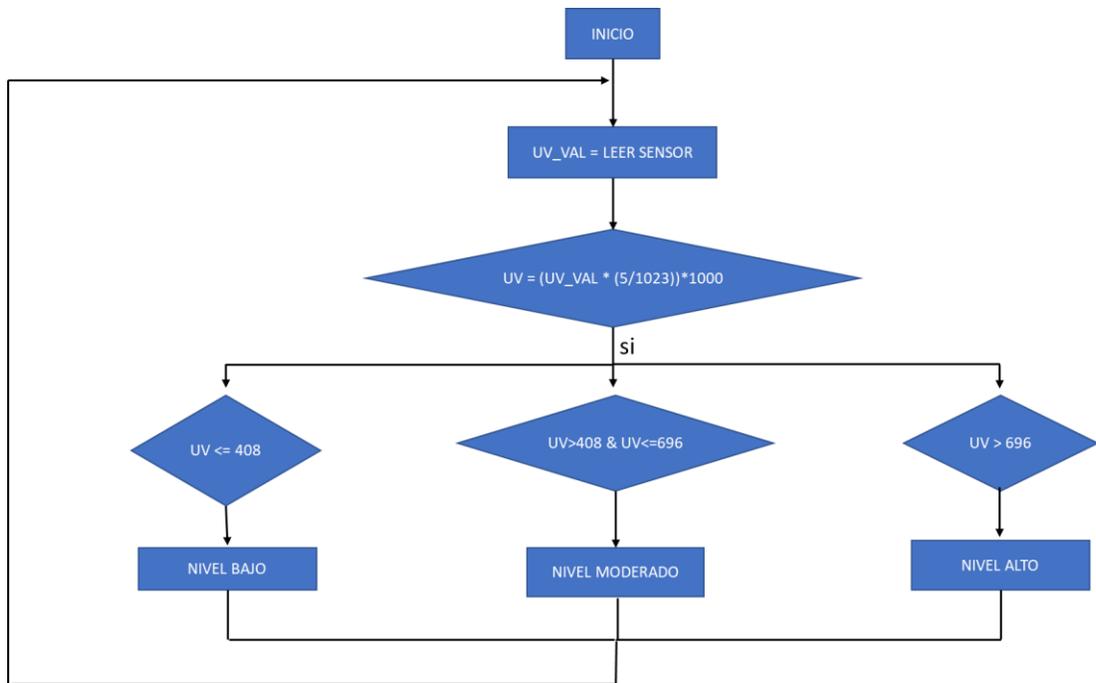
4.1 El diagrama de flujo de funcionamiento del Sensor UV (Figura 14), inicialmente el sensor toma los datos del ambiente (UV_VAL), para así ser calculados los milivoltios con la ecuación (Ecuación 1) para tomar los datos calibrados, luego se revisa en que rango esta con la Tabla 4 para determinar si se encuentra en nivel bajo, moderado o alto, y finalmente se vuelve a la lectura del sensor para repetir el proceso:

Ecuación 1. Ecuación para sensor uv

$$\left[\left(UV = UV_{VAL} * \left(\frac{5}{1023} \right) \right) * 1000 \right]$$

Fuente. Rambal

Figura 14. Diagrama de Flujo sensor UV



Fuente. Autoría propia

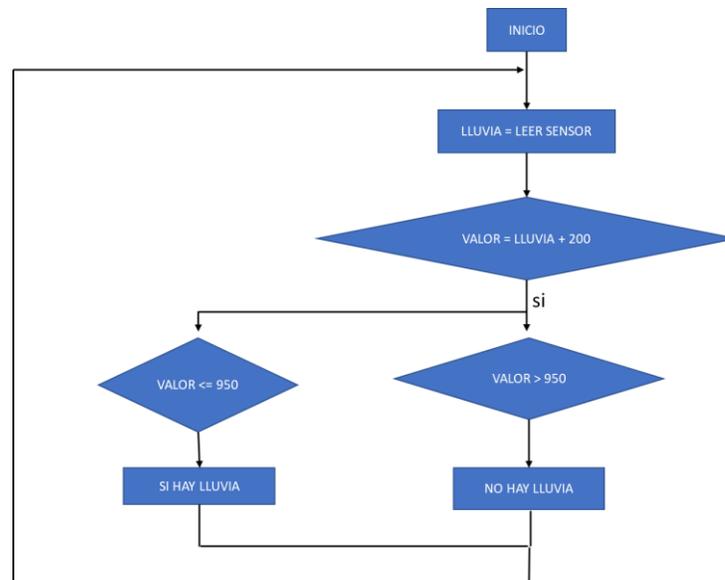
4.2 El diagrama de flujo de funcionamiento del sensor de lluvia (Figura 15), está basado en primero obtener la lectura del sensor (lluvia), para así luego calcular la entrada analógica que nos arroja con la ecuación (Ecuación 2), con el valor que nos arroje la ecuación si es menos a 950 es debido a la lluvia, pero si este supera este valor es porque no se encuentra humedad o lluvia en el ambiente.

Ecuación 2. Ecuación sensor de humedad

$$\text{valor} = \text{lluvia} + 200$$

Fuente. Autoría propia

Figura 15. Diagrama de flujo Sensor Lluvia



Fuente. Autoría propia

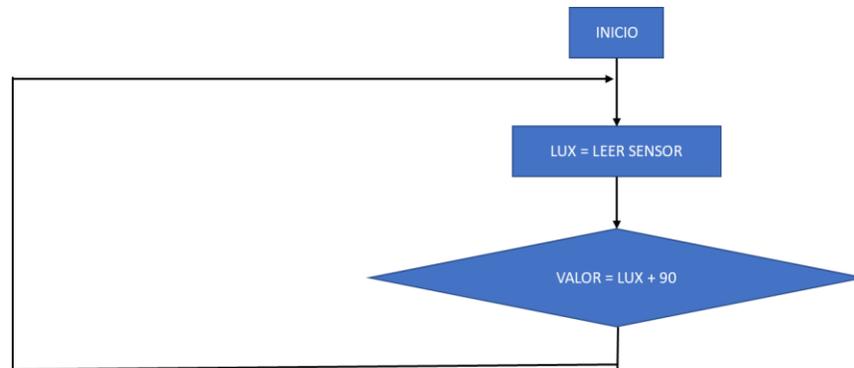
4.3 El diagrama de flujo del funcionamiento del sensor de luminosidad (Figura 16), con este únicamente determinamos el valor de lux (es la unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades para la iluminancia o nivel de iluminación. Equivale a un lumen /m²). este primero lee la salida del sensor (lux) y luego se calcula el valor calibrado, como se muestra en la tabla 5 se obtuvo la ecuación que determina con un luxómetro industrial el cual sería (Ecuación 3) y luego se regresa a leer nuevamente la salida del sensor:

Ecuación 3. Ecuación para sensor de luz

$$\text{valor} = \text{lux} + 90$$

Fuente. Autoría propia

Figura 16. Diagrama de flujo Sensor Luminosidad

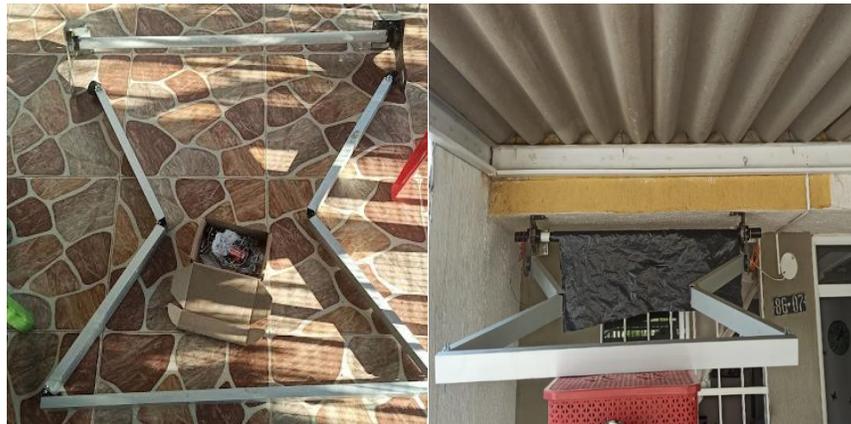


Fuente. Autoría propia

4.4 Luego de realizar las piezas en mecanizado en CNC, realizar los recortes en aluminio de los brazos, soldar los rodamientos al soporte del parasol, se fue desarrollando la parte mecánica e implementando algunas pruebas con la parte electrónica y haciendo mejoras en el sistema en su parte física.

Inicialmente se hicieron pruebas sin la tela escogida (Figura 17), luego con un plástico (Figura 18), para observar el funcionamiento al enrollarse y desplegarse.

Figura 17. Pruebas de funcionamiento sin tela



Fuente. Autoría propia

Figura 18. Pruebas de funcionamiento con plástico



Fuente. Autoría propia

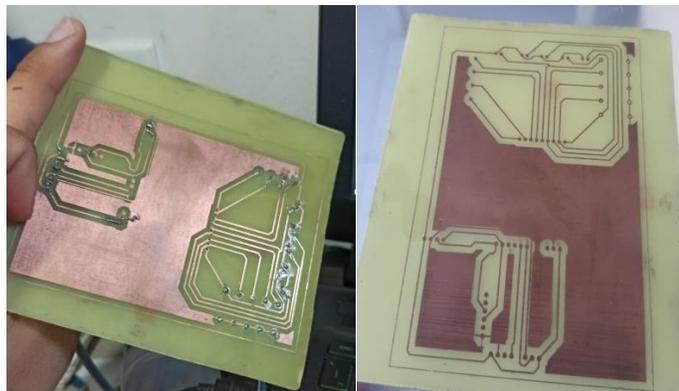
5. Se realiza la estructura de la caja para la botonera de accionamiento manual (Figura 19) y se hace el proceso de quemado de la baquela (Figura 20), además de la implementación de la caja donde se encontrará el circuito de control y la batería del panel solar, posicionados (Figura 21), y se realizó el proceso de soldado de los implementos electrónicos. Se implementa la tela escogida para el parasol en la estructura y se hacen las primeras pruebas de este con el sistema electrónico terminado y se realizan con las pruebas con la programación final determinada por los diagramas de flujo (Figura 22, Figura 23, Figura 24, Figura 25, Figura 26) finalmente se van haciendo modificaciones y arreglos en ciertas partes de la estructura.

Figura 19. Caja de botonera (botón rojo: recogida, botón azul: extender)



Fuente. Autoría propia

Figura 20. Circuito impreso en baquela



Fuente. Autoría propia

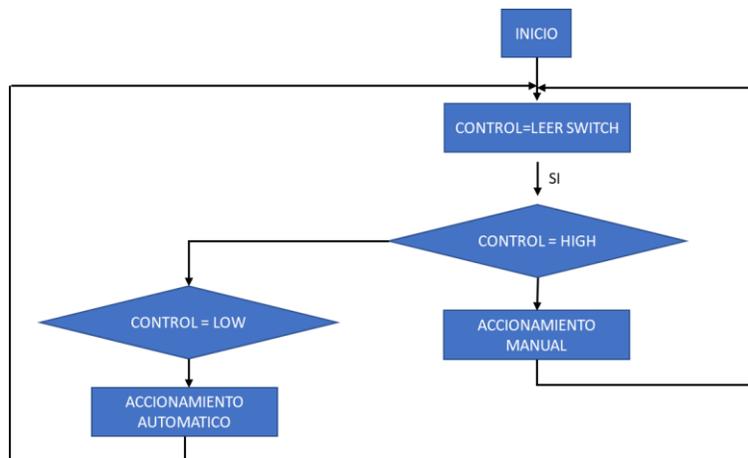
Figura 21. Caja eléctrica con circuito y batería del panel solar



Fuente. Autoría propia

En el diagrama de flujo de la programación de todo el sistema Figura 22 observamos como nuestro principal controlador lógico es el switch con el que determinaremos si la persona lo requiere manual o automático el dispositivo (control), si la salida de este es alta o high el sistema funcionara de forma manual, pero si es bajo o low el sistema funcionara de manera automático.

Figura 22. Diagrama de flujo programación del sistema



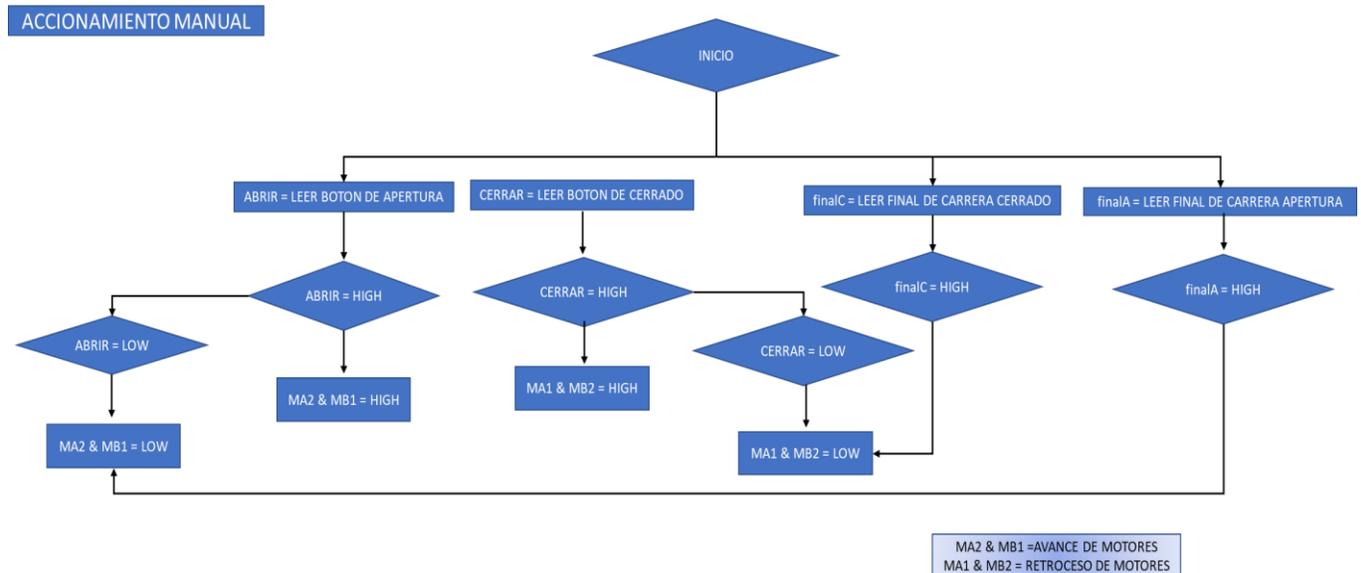
Fuente. Autoría propia

El accionamiento manual del sistema Figura 23, funciona con la botonera, es decir, este leerá si el botón de apertura está presionado (alto o high) para saber el giro de los motores que debe accionar, en este caso avanzaran los motores (MA2 & MB1), además de leer los finales de carrera para saber hasta qué momento debe abrir o en qué posición se encuentra extendido el parasol, Si final A = High, el parasol llega

al máximo de lo que se puede extender y se tienen que apagar los motores, pero si este final está en bajo o el Low significa que aún no se ha llegado al máximo y pueden los motores seguir avanzando. Si el botón de apertura esta con salida baja o low, los motores en sentido de giro de avance tienen que estar apagados o sin funcionar.

Si el botón de cerrado está presionado (alto o high) se acciona el giro de los motores de retroceso (MA1 & MB2), y leer los finales de carrera para saber hasta qué momento debe cerrar o en qué posición se encuentra extendido el parasol, Si final C = High, el parasol está totalmente cerrado y se tienen que apagar los motores, pero si este final está en bajo o el Low significa que aún no se ha llegado al máximo de lo que se puede cerrar y pueden los motores seguir retrocediendo. Si el botón de cerrado esta con salida baja o low, los motores en sentido de giro de retroceso tienen que estar apagados o sin funcionar.

Figura 23. Función de accionamiento manual

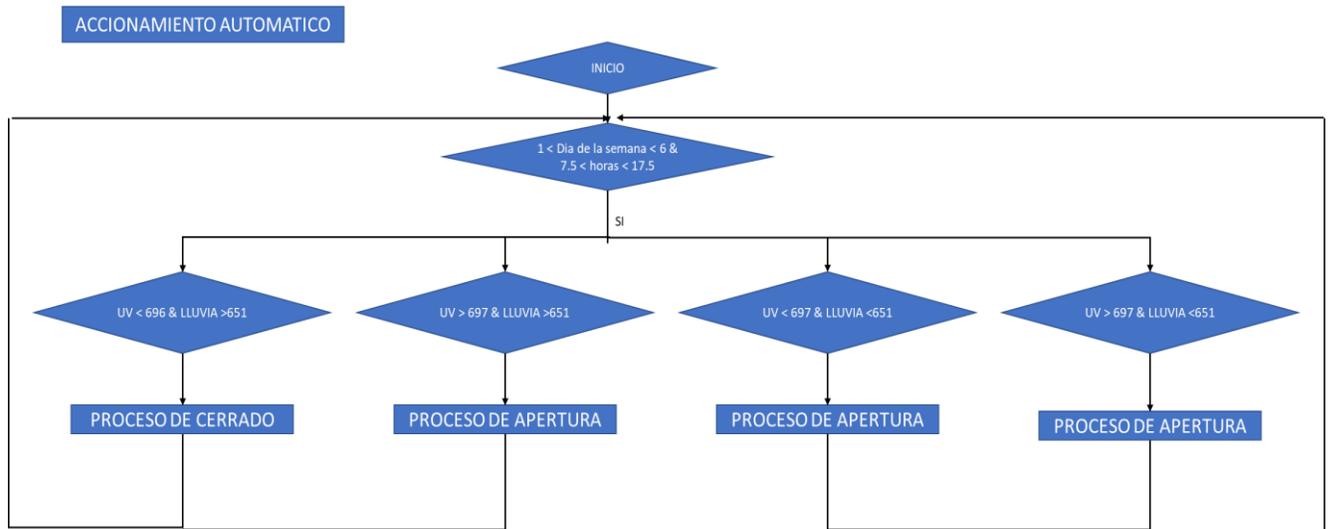


Fuente. Autoría propia

En el funcionamiento automático (Figura 24) esta primero condicionado a un módulo de hora, donde determinamos que este funcionara mientras se encuentra entre los primeros 5 días de la semana y entre las 7,5 horas y 17.5 horas, luego se empieza

el proceso de lectura de los sensores para determinar el sentido de los motores que deben ser activados o si no es necesario.

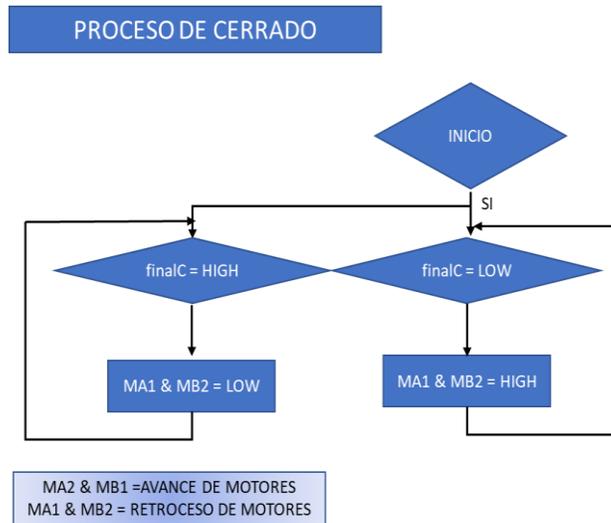
Figura 24. Función accionamiento automático



Fuente. Autoría propia

En el proceso de cerrado Figura 25 que se encuentra en el automático dependiendo si hay una salida de UV menor a 696 y lluvia menor a 651, se activa este proceso y luego tendrá que leer la salida del final C, si este está en bajo o low, los motores en retroceso (MA1 & MB2) se activaran, pero en caso contrario de que el final de carrera tenga lectura de alto o high, los motores en sentido de retroceso no pueden ser activados, debido a que esto significa que ya está totalmente recogido el parasol.

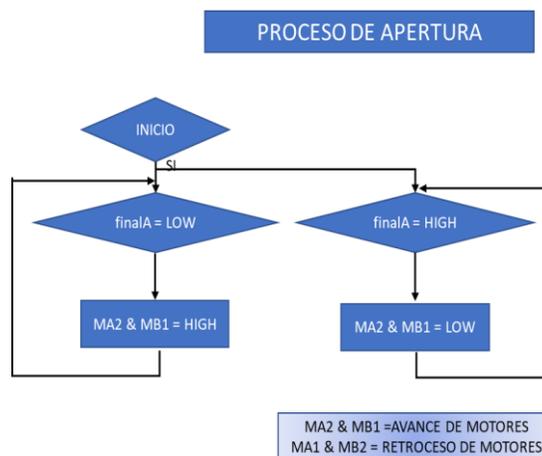
Figura 25. Función de cerrado del parasol



Fuente. Autoría propia

En el proceso de apertura Figura 26 que se encuentra en el automático dependiendo si hay una salida de UV mayor a 696 o lluvia mayor a 651, se activa este proceso y luego tendrá que leer la salida del final A, si este está en bajo o low, los motores en avance (MA2 & MB1) se activaran, pero en caso contrario de que el final de carrera tenga lectura de alto o high, los motores en sentido de avance no pueden ser activados, debido a que esto significa que ya está totalmente extendido el parasol.

Figura 26. Función de apertura del parasol



Fuente. Autoría propia

6. Se puso el sistema en un lugar que esta directo a las condiciones climatológicas que se estableció para realizar pruebas del funcionamiento del dispositivo (Figura 27), el cual ya tenía su alimentación a través del sistema de panel solar (Figura 28) y sus sensores. Luego de tomar los datos para realizar los análisis, se acomodaron los cables dentro de regletas y se realizó el posicionamiento correcto de las caja eléctrica y de la botonera para la demostración del funcionamiento (Figura 29, Figura 30, Figura 31), donde se puede observar la instalación de la caja eléctrica, la botonera del accionamiento manual y el regulador de carga, además del dispositivo y el lugar donde fue instalado el panel solar. Se analizaron los datos obtenidos antes y después de la postura del sistema en la ventana, y se finalizaron arreglos del funcionamiento mecánico.

Figura 27. Funcionamiento del dispositivo



Fuente. Autoría propia

Figura 28. Funcionamiento del dispositivo con alimentación de panel solar



Fuente. Autoría propia

Figura 29. Instalación caja de circuito, botonera, regulador de carga



Fuente. Autoría propia

Figura 30. Dispositivo instalado en ventana



Fuente. Autoría propia

Figura 31. Panel solar instalado



Fuente. Autoría propia

4.3. TIPO DE ESTUDIO

La presente propuesta es de carácter exploratorio, ya que su campo posee un tópico poco estudiado, y se tiene muy poca información al respecto. Debido a esto se identifica un problema que no está claramente definido y además de estar enfocado en un área poco trabajada o estudiada con anterioridad.

4.4. CRONOGRAMA – PLAN DE TRABAJO

 Universidad Autónoma del Caribe Proyecto de Grado - Ingeniería Mecatrónica CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 				
Componentes	Descripción	Fecha Inicio	Fecha Final	Duración (Días)
Planeación del Proyecto	DESARROLLO DE PROTOTIPO MECATRÓNICO- AUTÓNOMO PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS LLUVIAS Y RADIACIÓN SOLAR EN LOCALES COMERCIALES DE BARRANQUILLA-COLOMBIA	13/08/2021	24/05/2022	136
Ingresar las fases de Opción de grado I	Anexo en el libro 1 de fase de opción de grado.			
OBJETIVO 1	Diseñar el sistema de despliegue y plegado con activación autónoma para la protección de agentes climáticos utilizando una herramienta CAD.	13/08/2021	26/09/2021	48
Entregable # 1	Investigación de apoyo para la construcción del prototipo y conocimiento de conceptos necesarios para este.	13/08/2021	31/08/2021	19
Actividad 1	Revisión bibliográfica	13/08/2021	31/08/2021	19
Tarea1	Estudios climatológicos de la ciudad, y afectaciones que presentan en los locales	13/08/2021	24/08/2021	12
Tarea2	Desarrollo de conceptos necesarios para la construcción del diseño	25/08/2021	31/08/2021	7
Entregable # 2:	Realizar el diseño del parasol mediante una herramienta CAD	1/09/2021	29/09/2022	29
Actividad 3	Diseñar componentes del parasol a las medidas del prototipo	1/09/2021	29/09/2022	29
Tarea1	Realizar lluvias de ideas de posibles diseños a realizar	1/09/2021	7/09/2021	7
Tarea 2	Selección de idea de diseño mas adecuada para la protección de los locales	8/09/2021	14/09/2021	7
Tarea3	Realización del diseño CAD en el software de SolidWorks	15/09/2021	29/09/2021	15
OBJETIVO 2	Implementar sistema de alimentación con celdas fotovoltaicas para suministrarle energía al prototipo.	20/01/2022	10/03/2022	50
Entregable # 3	Sistema de alimentación de celdas fotovoltaicas encargado de alimentar el prototipo	20/01/2022	10/03/2022	50
Actividad 5	Diseñar un sistema de alimentación con capacidad de alimentar todo el prototipo	20/01/2022	10/03/2022	50
Tarea1	Identificar el consumo del sistema general	20/01/2022	3/02/2022	15
Tarea2	Hacer los calculos requeridos para determinar que celdas utilizar	4/02/2022	18/02/2022	15
Tarea3	Armar el sistema de alimentacion con celdas fotovoltaicas	19/02/2022	10/03/2022	20
OBJETIVO 3	Desarrollar un accesorio que permita el despliegue y recogida del parasol en un accionamiento manual	11/03/2022	27/03/2022	17
Entregable # 3	Dispositivo de accionamiento manual para ejecucion de funciones del parasol	11/03/2022	27/03/2022	17
Actividad 7	Diseñar un dispositivo encargado del accionamiento del parasol de forma manual	11/03/2022	27/03/2022	17
Tarea1	Implementar en el codigo la funcionalidad de despliegue y plegado por medio de un accionamiento manual	11/03/2022	17/03/2022	7
Tarea2	Agregar dispositivo al sistema general y comprobar funcionalidad	18/03/2022	27/03/2022	10
OBJETIVO 4	Validar los sistemas mecánicos, electrónico y de alimentación, para el funcionamiento del prototipo.	28/03/2022	18/04/2022	21
Entregable # 5	Ensamblaje del sistema mecanico-electronico de protección de los locales comerciales	28/03/2022	12/04/2022	15
Actividad 8	Acoplamiento de las señales electronicas para el funcionamiento del sistema mecanico	28/03/2022	2/04/2022	40
Tarea1	Compra de materiales	28/03/2022	2/04/2022	15
Tarea2	Construcción parte mecanica del sistema	2/04/2022	4/04/2022	15
Tarea3	Programacion y union del sistema mecanico con los sensores y sus sistema manual	4/04/2022	12/05/2022	10
Entregable # 6	Realizar validacion de todo el sistema en el prototipo	12/04/2022	18/04/2022	6
Actividad 9	Comprobar la funcionamiento del sistema en el prototipo	12/05/2022	18/05/2022	6
Tarea 1	Comprobar alimentacion correcta a todos los sistemas	12/04/2022	14/04/2022	2
Tarea2	Verificar valores de los sensores	14/04/2022	17/04/2022	3
Tarea3	Prueba del sistema en el campo	17/04/2022	18/04/2022	1

5. PRESUPUESTO

5.1. PRESUPUESTO GENERAL

Para el desarrollo del prototipo se realizó un presupuesto general donde integramos los gastos totales, en el cual se incluye el costo del personal científico, de apoyo, consultorías externas y, además, materiales a utilizar para la construcción del prototipo.

Tabla 6. Presupuesto general.

	FORMATO DE PRESUPUESTO PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN CONVOCATORIAS INTERNAS				GI-02-PR-03-F02
					Versión 1
					##/03/2022
PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO					
RUBROS	Fuentes de Financiamiento				Total
	Vicerrectoría de Investigaciones y transferencia	INVESTIGADORES	Otras fuentes Externas	Contrapartida UAC	
1. Personal Científico	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 5.973.248	\$ 5.973.248
2. Personal de Apoyo	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 856.704	\$ 856.704
3. Consultaría especializada y Servicios Técnicos externos	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 300.000	\$ 0,00	\$ 300.000
4. Materiales e Insumos	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 1.419.400	\$ 0,00	\$ 1.419.400
5. Trabajo de Campo	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,0
6. Equipos	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,0
7. Bibliografía	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,0
8. Material de difusión y Promoción de resultados	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,0
TOTAL, PRESUPUESTO DEL PROYECTO	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 1.180.800	\$ 6.829.952	\$ 8.549.352

5.2. PERSONAL CIENTÍFICO Y DE APOYO

El presupuesto invertido en este rubro consiste en el costo del tiempo empleado por el personal de investigación vinculados a este proyecto, que incluye a los directores y a los auxiliares de investigación.

Tabla 7. Costo personal científico.

1. PERSONAL CIENTÍFICO										
Nombres y Apellidos	Tipo de Contrato	Función dentro del Proyecto	Valor Hora (\$)	Dedicación Horas/semana	No. de Semanas	Fuentes de Financiamiento				
						Vicerrectoría de Investigaciones y transferencia	INVESTIGADORES	Otras Fuentes Externas	Contrapartida UAC	SUB-TOTAL
1. Saul Perez Perez	Titular	Investigador Principal	46.666	4	24				4.479.936	4.479.936
2. Kelvin Beleño	Asociado	Coinvestigador	46.666	2	16				1.493.312	1.493.312
	N/A									
4. Utilizar en caso de no ser Docente de Planta de la UAC	N/A									
<i>SUB-TOTAL</i>									5.973.248	5.973.248

Tabla 8. Costo personal de apoyo.

2. PERSONAL DE APOYO								
Nombres y Apellidos	Tipo de Vinculación	Función dentro del Proyecto	Valor Hora (\$)	Dedicación Horas/semana	No. de Semanas	Fuentes de Financiamiento		SUB-TOTAL
						Vicerrectoría de Investigaciones y transferencia	INVESTIGADORES	
1. Cristhian Camilo Martínez Fiallo	Practicante	Auxiliar de Investigación	2.231	8	24		428.352	428.352
2. Nataly María Velásquez Solano	Practicante	Auxiliar de Investigación	2.231	8	24		428.352	428.352
3.	N/A							
4.	N/A							
<i>SUB-TOTAL</i>							856.704	856.704

5.3. CONSULTORIA ESPECIALIZADA

Tabla 9. Costo consultoría especializada.

3. CONSULTORIA ESPECIALIZADA Y SERVICIOS TECNICOS EXTERNOS				
Descripción	Justificación	Fuentes de Financiamiento		
		Vicerrectoría de Investigaciones y transferencia	INVESTIGADORES	SUB-TOTAL
1. Asesoría con experto en construcciones de aluminio	Se le solicito un análisis respecto a lo que se desea construir.		300.000	\$ 300.000
2.				\$ 0
3.				\$ 0
<i>SUB-TOTAL</i>		\$ 0	\$ 300.000	\$ 300.000

5.4. MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS

Tabla 10. Costo de materiales e insumos.

4. MATERIALES E INSUMOS					
Descripción	Justificación	Fuentes de Financiamiento			
		Vicerrectoría de Investigaciones y transferencia	INVESTIGADORES	Contrapartida UAC	SUB-TOTAL
1. Arduino Uno	Procesador del sistema		43.000		43.000
2. Batería 12V 12A	Mantendrá el circuito funcionando si no hay luz solar		110.000		110.000
3. Controlador de carga 10A	Controla la carga suministrada por el panel solar		60.000		60.000
4. Electrónica variada	Cables, resistencias, baquela		108.894		108.894
5. mecanizado CNC	Piezas de articulación y acople del parasol		380.000		150.300
6. Módulo de hora DS1307	Reloj para deshabilitar el sistema en horas nocturnas		28.000		28.000
7. Motorreductores 10 Kg	Motores encargados de mover el parasol		80.000		80.000
8. Panel solar 30W (policristalino)	Se encargará de cargar y darle corriente al circuito		165.780		165.780
9. Puente H L298N	Controladora de motorreductores		21.000		21.000
10. Sensor Luminosidad BH1750	Sensor de luz para interpretar si el sol incide en la zona		17.400		17.400
11. Rodamiento y soldado	Rodamiento del eje del parasol		105.000		105.000
12. Sensor Lluvia	Sensor de humedad que se encargara de censar el ambiente		28.826		28.826
13. Sensor UVM30A	Sensor de índice UV permite tomar los datos de la radiación UV		43.000		43.000
14. Soporte pared, brazos, eje cortina	Materiales para la construcción del parasol		178.500		178.500
15. Tela Docril	Tela del parasol		50.000		50.000
SUB-TOTAL			1'189.700		1'419.400

Tabla 10. Costo trabajo de campo.

5. TRABAJO DE CAMPO									
Descripción	Justificación	No. De días	No. De personas	Costo/día de estadia por persona	Transporte por persona (ida/vuelta)	Fuentes de Financiamiento			
						Vicerrectoría de Investigaciones y transferencia	INVESTIGADORES	Contrapartida UAC	SUB-TOTAL
1.		21	2			\$ 0			0
							\$ 0		\$ 0
								\$ 0	\$ 0
SUB-TOTAL						\$ 0	\$	\$ 0	\$

Tabla 11. Costo equipos usados

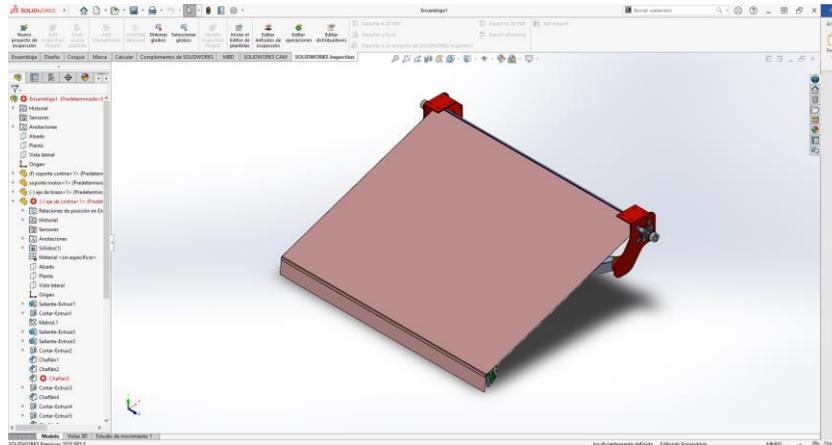
6. EQUIPOS						
Descripción	Justificación	Cantidad	Fuentes de Financiamiento			
			Vicerrectoría de Investigaciones y transferencia	INVESTIGADORES	Contrapartida UAC	SUB-TOTAL
1.						\$ 0
2.						\$ 0
3.						\$ 0
4.						\$ 0
5.						\$ 0
SUB-TOTAL			\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0

6. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1. DISEÑO DEL PROTOTIPO

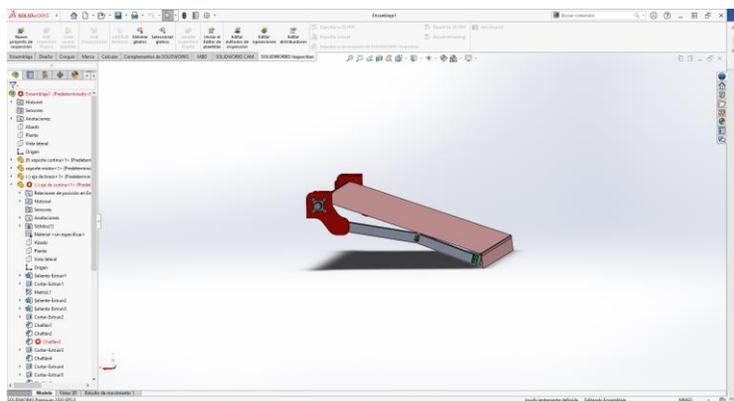
El diseño planteado a partir del estudio realizado en los ítems del estado del arte y antecedentes es el prototipo que se observa en la Figura 32 y Figura 33, además nos ayuda a cumplir con los objetivos expuestos para el cumplimiento del presente trabajo. Se realizó el diseño en el software de SolidWorks, en el cual se presenta una simulación de cómo se divide finalmente el dispositivo colocado en un local comercial (Figura 34).

Figura 32. Vista frontal y superior del prototipo.



Fuente. Autoría propia

Figura 33. Vista lateral del prototipo.

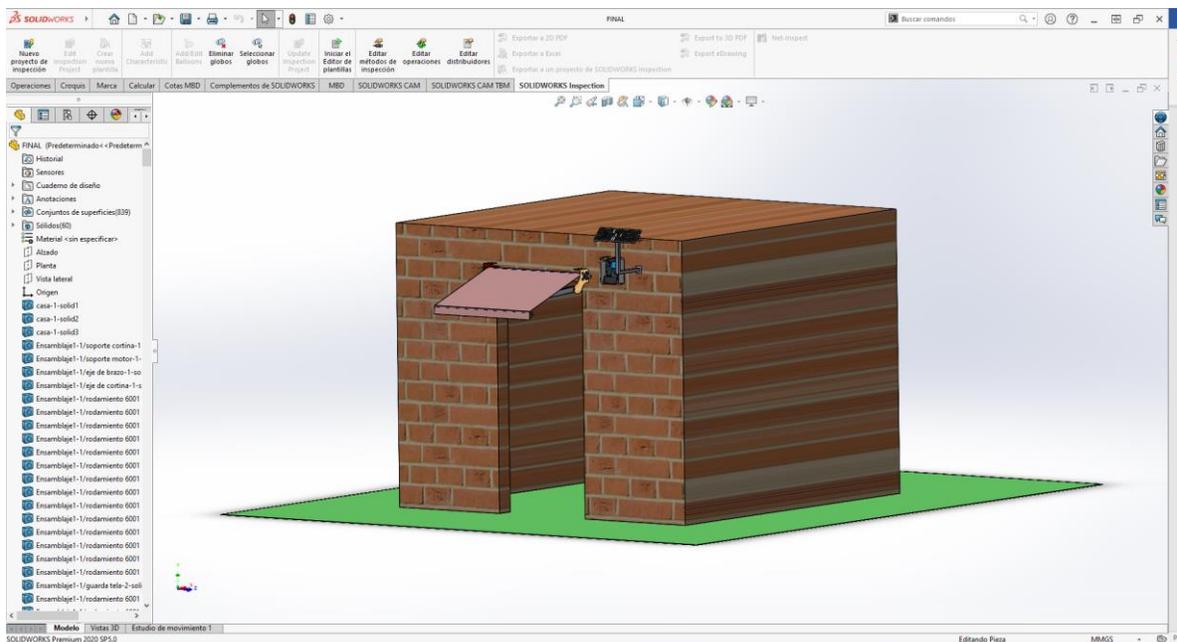


Fuente. Autoría propia

6.2. DISEÑO DISPOSITIVO FINAL

El diseño final del dispositivo (Figura 34) incluye el sistema de alimentación, el cual está basado en celdas fotovoltaicas, cajas eléctricas, donde encontraremos en una de ellas el circuito impreso para la conexión de los sensores con el sistema de control Arduino, y en otra caja estará el sistema de accionamiento manual con su respectiva botonera. Además de observar el sistema mecánico del sistema.

Figura 34. Prototipo final

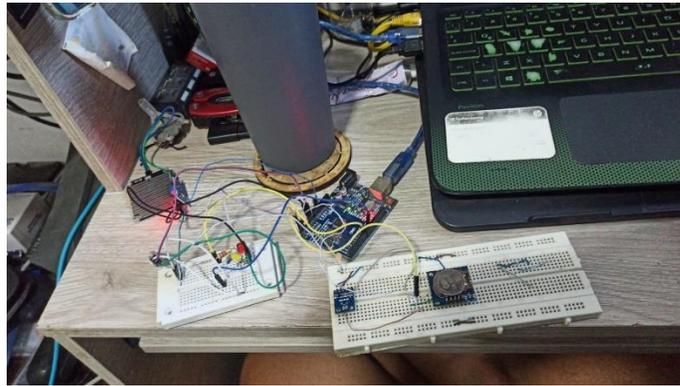


Fuente. Autoría propia

6.2.1. Diseño de circuito para el sistema

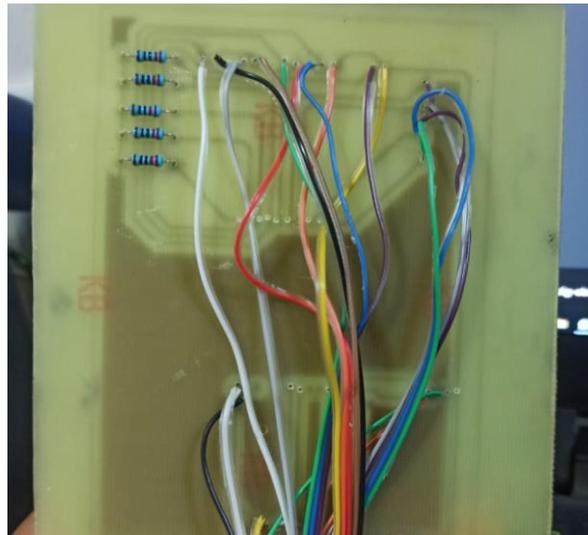
En el circuito inicial se diseñó con leds para observar un funcionamiento básico en reemplazo de los motores, luego finalmente se diseñó con todos los componentes electrónicos para el funcionamiento final del dispositivo, el circuito primero fue hecho un montaje en protoboard (Figura 35), luego se realizó el diseño en el software Proteus para así finalmente lograr realizar el circuito impreso para el sistema (Figura 36).

Figura 35. Montaje de circuito en Protoboard



Fuente. Autoría propia

Figura 36. Circuito final, soldado en baquela impresa



Fuente. Autoría propia

6.3. MATERIALES

6.3.1. Panel Solar Poli Cristalino 30W POWEST

Los paneles fotovoltaicos POWEST policristalinos son ideales para su uso en plantas de energía a gran escala, comerciales e instalaciones residenciales, algunas de sus especificaciones técnicas se pueden observar en la Tabla 12. Los paneles fotovoltaicos están en línea con las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC 61215, IEC 61730), e incluyen:

- Pruebas de exposición a exteriores
- Pruebas de aislamiento
- Pruebas de resistencia a puntos calientes
- Pruebas de pre-acondicionamiento ultravioleta (UV)
- Pruebas de clima (como humedad-calor, ciclo térmico y humedad – congelación)
- Pruebas de carga mecánica
- Pruebas de fuga de corriente con humedad
- Pruebas de empuje
- Pruebas de impacto de granizo
- Pruebas de continuidad de conexión a tierra

(Paneles Solares Policristalinos Powest.)

Tabla 12. Descripción de panel solar 30W marca Powest

ESPECIFICACIONES TECNICAS PANELES SOLARES	
Tipo de modulo	Policristalino
Potencia máxima	30W
Tolerancia salida de potencia	±3%
Voltaje de circuito abierto	21.3VDC
Corriente de cortocircuito	1.80A
Voltaje en potencia máxima	18.0VDC
Corriente en potencia máxima	1.67A
Eficiencia	13.1%
Max. serie de fusible	10A
Caja de conexiones (grado de protección)	SI
Máxima tensión del sistema	600VDC
Rango de temperatura de funcionamiento	-40°C to 85°C
Peso	2.8kg
Celda (cantidad/material/número de barras colectoras)	36 / silicio multicristalino / 4 o 5
Dimensiones (altura x ancho x profundidad)	510mm/450mm/25 mm
Clase de aplicación	A
Distancia cable	NO
Conector	NO
Calificaciones y certificado	IEC 61215, IEC 61730, CE, MCS, ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, BS OHSAS 18001:2007, PV Cycle, SA 8000

Fuente. POWEST

6.3.2. Batería 12A-12V STEREN

Esta batería de ácido-plomo es ideal para No Breaks, lámparas de emergencia, alarmas, carros eléctricos, proyectos independientes o equipo industrial o médico.

Esta batería sellada entrega 12 volts de corriente directa y almacena alta capacidad de energía, 12 Ah (Tabla 13). Cuenta con tecnología “voltaje de carga flotante” que te permite tener el cargador conectado por tiempo indefinido a la batería sin dañarla y así tenerla lista para su uso en cualquier momento.

Su tiempo de vida es de hasta 1000 ciclos de carga/descarga y puede soportar hasta 300° C. Su sellado es altamente resistente y seguro por lo que no correrá riesgo de derrame. (Batería recargable sellada n.d.)

Tabla 13. Especificaciones técnicas de Batería Steren 12A-12V

Voltaje Nominal		12V
Capacidad Promedio (tasa de 20 hrs.)		12AH
Dimensiones	Altura Total (con terminales)	101mm (3.98 pulg.)
	Altura	95mm (3.7 pulg.)
	Largo	151mm (5.94 pulg.)
	Ancho	98mm (3.86 pulg.)
Peso		Aprox. 4.2kg (9.25 libras)

Fuente. Steren

6.3.3. Controlador de carga solar 10A

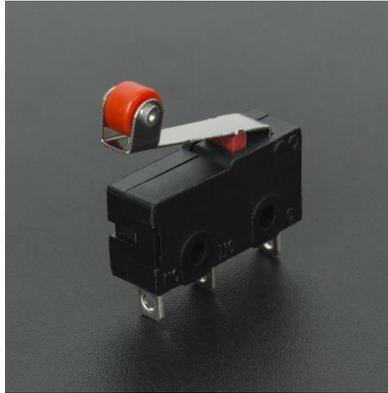
El controlador de carga solar protege la batería de la sobrecarga por el panel solar y de la descarga profunda por la carga. En las características de carga se incluyen varias etapas como la adaptación automática a la temperatura ambiente y el cambio automático del voltaje (12V / 24V) según la batería. (Controlador solar de carga 10A n.d.)

6.3.4. Sensor final de carrera

Este es final de carrera o un interruptor (switch) (Figura 37). Generalmente estos sensores están compuestos por dos partes; un cuerpo donde se encuentran los contactos y una cabeza que detecta el movimiento. Su uso es muy diverso, empleándose, en general, en todas las máquinas que tengan un movimiento rectilíneo de ida y vuelta o sigan una trayectoria fija, es decir, aquellas que realicen una carrera o recorrido fijo, como por ejemplo robots, etc. (Sensor final de carrera n.d.)

Debido a sus especificaciones técnicas de este sensor (Tabla 14), es utilizado en el desarrollo del proyecto para determinar cuándo se deben detener los motores al extenderse o recogerse en su totalidad los brazos del parasol.

Figura 37. Sensor Final de carrera



Fuente. Vistronica

Tabla 14. Especificaciones técnicas sensor final de carrera

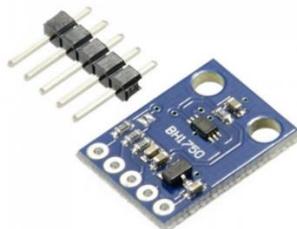
Especificaciones técnicas	
Numero de Pines	3
Voltaje de operación	5 ^a -125VAC/ 3 ^a -250VA
Temperatura de operación	5 ^a -125VAC/ 3 ^a -250VA

Fuente. Vistronica.com

6.3.5. Sensor Luminosidad Bh1750

El Módulo BH1750 (Figura 38) es un sensor de iluminación digital para medición de flujo luminoso (iluminancia). Componente que posee dentro de su arquitectura interna (Tabla 15), un conversor análogo digital (ADC) de 16 bits con una salida digital de formato I2C, que facilita la integración con microcontroladores o sistemas embebidos diversos. Este módulo entrega la intensidad luminosa directamente en unidades de Lux que es equivalente a Lumen/m². (Sensor modulo Bh1750 n.d.)

Figura 38. Modulo Bh1750



Fuente. Electronicaplugandplay

Tabla 15. Especificaciones técnicas de sensor luminosidad Bh1750

Especificaciones técnicas	
Voltaje de operación	2.4 VDC – 3.6 VDC
Consumo promedio	140uA - 199uA
Interfaz Digital	I2C
Rango y Resolución	1 - 65535 Lux (16 bits).
Respuesta espectral	similar a la del ojo humano
Temperatura de operación	-40o C hasta 85o C
Frecuencia máxima de transmisión	400KHz

Fuente. Electronicaplugandplay

6.3.6. Sensor UVM30A

Este sensor de rayos ultravioleta (Figura 39) es capaz de detectar la radiación solar UV usando un simple chip UVM-30A. Puede ser fácilmente configurado, teniendo en cuenta sus especificaciones técnicas (Tabla 16) para proyectos con Arduino para monitorear UV Index, analizar UV-A de lámparas o proyectos DIY como análisis de crecimiento de plantas. El sensor puede detectar rayos UV con tamaño de onda entre 200-370nm con rápida respuesta y control analógico. (Sensor ultravioleta UVM30A n.d.)

Figura 39. Sensor UVM30A



Fuente. Mactronica

Tabla 16. Especificaciones técnicas de sensor UVM30A

Especificaciones técnicas	
Chip	UVM-30 ^a
Tensión de funcionamiento	3-5V
Voltaje de salida	0-1V (correspondiente a 0-10 INDICE)
Precisión	± ÍNDICE 1UV
Corriente estándar	0,06mA
Longitud de onda	200 -370nm
Tiempo de respuesta	<0,5 s
Temperatura de trabajo	-20 a + 85 ° C

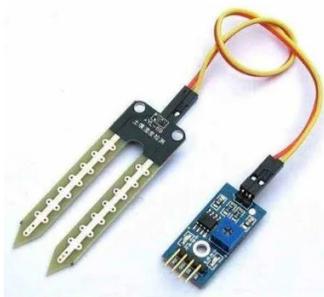
Fuente. Mactronica

6.3.7. Sensor Lluvia FC-37

Este Sensor permite detectar gotas de lluvia, como un sensor de lluvia, y seguimiento de humedad y se puede utilizar para una variedad de condiciones climáticas (Figura 40). Convierte en números la señal de referencia de salida output AO. La salida analógica puede ser conectada al puerto AD de un microcontrolador para detectar la intensidad de la humedad y la precipitación.

Las especificaciones técnicas de este sensor (Tabla 17) nos ayuda a determinar algunos ítems necesarios para lograr realizar la programación del funcionamiento del dispositivo.

Figura 40. Sensor FC - 37



Fuente. Arcaelectronica

Tabla 17. Especificaciones técnicas sensor de lluvia FC-37

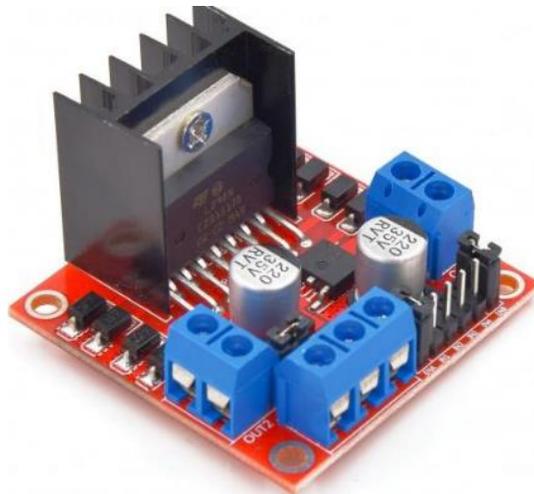
Especificaciones técnicas	
Voltaje de Alimentación	3.3V - 5V
Voltaje de la señal de salida	0~5V (Analógico)
Salida digital de comparador	TTL
Corriente	15mA
Tamaño	50x40mm
Superficie de electrodo	Estaño y Níquel

Fuente. Arcaelectronica

6.3.8. Puente H L298N

El módulo L298N (Figura 41) o también conocido como puente ayuda a cambiar la dirección de giro del motor, sin la necesidad de tener que cambiar la polaridad de las conexiones del motor manualmente. Por lo que debido a sus especificaciones técnicas (Tabla 18) se escogió este módulo para realizar el cambio de giro de los motores al momento de tener la orden de recoger o extender el parasol.

Figura 41. Modulo L298N



Fuente. Smart prototyping

Tabla 18. Especificaciones técnicas del puente HL298N

Especificaciones técnicas	
Voltaje de trabajo	5 a 35 VDC
Corriente máxima	2 ^a
Rango de señal	25W
Potencia máxima	-0.3 v <= Vin <= 1.5 v. o Alto: 2.3 v <= Vin <= Vss
Temperatura de trabajo	-25 °C a + 130°C

Fuente. Smart prototyping

6.3.9. Motorreductor JGA25-370 10kg/cm

Este motorreductor (Figura 42) es ideal para construir robots y proyecto exigentes donde la fuerza y velocidad son un factor clave.

Cuenta con un motor DC de 12V de alta potencia, una caja de engranes de 22RPM, cuyo diámetro es de 25mm y con un eje de salida en forma de "D" de 4mm de diámetro.

Debido a las especificaciones técnicas de este motorreductor (Tabla 19), fue escogido para el desplazamiento de los brazos del parasol. (Motorreductor n.d.)

Figura 42. Motorreductor JGA25-370 10Kg/cm



Fuente. SanDoRobotics

Tabla 19. especificaciones técnicas de motorreductor JGA25-370

Velocidad angular	22RPM
Torque	10kg-cm
Corriente de pico	1.2 A
Corriente sin carga	50mA

Fuente. SanDoRobotics

6.3.10. Arduino Uno

La placa Arduino UNO (Figura 43) es la mejor placa para iniciar con la programación y la electrónica. Si es tu primera experiencia con la plataforma Arduino, la Arduino UNO es la opción más robusta, más usada y con mayor cantidad de documentación de toda la familia Arduino.

Arduino UNO es una placa basada en el microcontrolador ATmega328P. Tiene 14 pines de entrada/salida digital (de los cuales 6 pueden ser usando con PWM), 6 entradas analógicas, un cristal de 16Mhz, conexión USB, conector Jack de alimentación, terminales para conexión ICSP y un botón de reinicio. Tiene toda la electrónica necesaria para que el microcontrolador opere, simplemente hay que conectarlo a la energía por el puerto USB o con un transformador AC-DC. (Arduino Uno n.d.)

Figura 43. Arduino UNO



Fuente. Arduino

6.3.11. Switch interruptor 2 posiciones

Un interruptor eléctrico o Switch (Figura 44) es un dispositivo diseñado para detener el paso de la corriente a través del circuito eléctrico, para el cambio de manejo del dispositivo de manual a automático se escogió por sus especificaciones técnicas presentadas en la Tabla 20. (Switch Interruptor Balancín n.d.)

Figura 44. Switch de 2 posiciones



Fuente. Osaka Electronics

Tabla 20. especificaciones técnicas Switch 2 posiciones

modo de activación	2 posiciones ON-OFF
Medidas aproximadas	18 x 14 x 13 mm
Numero Terminales	2

Fuente. Osaka Electronics

6.3.12. Lona Docril

Con base al estudio de material realizado en el desarrollo del trabajo, se escoge la tela o protector de UV y lluvia óptimo para el parasol, el cual es la Lona Docril (Figura 45), sus especificaciones técnicas se observan en la Tabla 21.

Figura 45. Lona Docril



Fuente. Calyps

Tabla 21. especificaciones técnicas de la Lona Docril

Especificaciones técnicas	
Beneficios Clave	Durabilidad - Repelencia al agua – Resistente
Composición	100% Acrílica
Apariencia	Textil
Longitud Rollo	60.0 m
Protección UV	UV ESTÁNDAR 801 > 80

Fuente. Calypso

6.4. RECOLECCIÓN DE DATOS

Al inicio del trabajo, después de realizar las respectivas investigaciones del estado del arte y determinar los materiales, se tomaron datos de UV y luminosidad en el lugar donde se colocaría el dispositivo por siete días en horas de la mañana (Tabla 22,Tabla 23,Tabla 24,Tabla 25), sin estar este aun implementado. Para observar los cambios que se obtendrán al momento de ser puesto el parasol se tomaron datos por 4 días (Tabla 26,Tabla 27,Tabla 28,Tabla 29,Tabla 30,Tabla 31) al momento de colocarse el dispositivo tanto debajo de este como afuera, se presentaron 2 días en los que se presentaron demasiadas nubes y no tuvimos registros de UV mayor a 2UV el 7 de abril (Tabla 28) y el 10 de abril (Tabla 29) no se presentó valores mayores a 4UV, por lo que el dispositivo no se acciono automáticamente.

Tabla 22. Toma de datos sin parasol 2 marzo

Hora	Lux	UVIndex
10:04:33 a. m.	22121,00	3
10:05:23 a. m.	21977,00	3
10:06:13 a. m.	22145,00	3
10:07:03 a. m.	22463,00	3
10:07:53 a. m.	6108,00	0
10:08:43 a. m.	6368,00	0
10:09:33 a. m.	21599,00	3
10:10:23 a. m.	21813,00	3
10:11:13 a. m.	21610,00	3
10:12:03 a. m.	21408,00	4
10:12:53 a. m.	21349,00	4
10:13:43 a. m.	21360,00	3
10:14:33 a. m.	21359,00	3
10:15:23 a. m.	22267,00	4
10:16:13 a. m.	21283,00	4
10:17:03 a. m.	20064,00	3
10:17:53 a. m.	20502,00	3
10:18:43 a. m.	20609,00	4
10:19:33 a. m.	20065,00	3
10:20:23 a. m.	16838,00	2
10:21:13 a. m.	20758,00	3
10:22:03 a. m.	20815,00	1
10:22:53 a. m.	20792,00	0

Fuente. Autoría propia

Tabla 23. Toma de datos sin parasol 4 marzo

Hora	Lux	UVIndex
8:34:11 a. m.	28339,00	5
8:39:11 a. m.	31056,00	4
8:44:11 a. m.	32902,00	4
8:49:11 a. m.	34408,00	4
8:54:11 a. m.	35436,00	4
8:59:11 a. m.	36979,00	4
9:04:11 a. m.	38195,00	4
9:09:11 a. m.	39803,00	4
9:14:11 a. m.	41227,00	5
9:19:11 a. m.	42890,00	5
9:24:11 a. m.	44545,00	2
9:29:11 a. m.	46361,00	2
9:34:11 a. m.	47317,00	2
9:39:11 a. m.	49054,00	5
9:44:11 a. m.	50484,00	6
9:49:11 a. m.	52264,00	6
9:54:11 a. m.	50378,00	4
9:59:11 a. m.	46334,00	2
10:04:11 a. m.	52879,00	4
10:09:11 a. m.	52802,00	6
10:14:11 a. m.	51434,00	6
10:19:11 a. m.	53922,00	6
10:24:11 a. m.	54612,00	2
10:29:11 a. m.	54612,00	2
10:34:11 a. m.	6358,00	2
10:39:11 a. m.	6092,00	2
10:44:11 a. m.	5651,00	2

Fuente. Autoría propia

Tabla 24. Toma de datos sin parasol 8 de marzo

Hora	Lux	UVIndex
8:20:05 a. m.	31960,00	1
8:25:05 a. m.	34009,00	1
8:30:05 a. m.	35833,00	1
8:35:05 a. m.	36350,00	2
8:40:05 a. m.	38041,00	2
8:45:05 a. m.	40197,00	2
8:50:05 a. m.	42286,00	2
8:55:05 a. m.	43194,00	2
9:00:05 a. m.	45545,00	3
9:05:05 a. m.	46535,00	3
9:10:05 a. m.	48477,00	3
9:15:05 a. m.	49717,00	3
9:20:05 a. m.	51872,00	3
9:25:05 a. m.	53729,00	4
9:30:05 a. m.	54612,00	3
9:35:05 a. m.	54612,00	4
9:40:05 a. m.	54612,00	3
9:45:05 a. m.	54612,00	3
9:50:05 a. m.	54612,00	5
9:55:05 a. m.	54612,00	6
10:00:05 a. m.	54612,00	5
10:05:05 a. m.	54612,00	5
10:10:05 a. m.	54612,00	5
10:15:05 a. m.	54612,00	5
10:20:05 a. m.	54612,00	5
10:25:05 a. m.	54612,00	1
10:30:05 a. m.	7830,00	2

Fuente. Autoría propia

Tabla 25. Toma de datos sin parasol 10 de marzo

Hora	Lux	UVIndex
11:22:31 a. m.	6832,00	3
11:27:31 a. m.	7789,00	1
11:32:31 a. m.	7084,00	4
11:37:31 a. m.	6780,00	3
11:42:31 a. m.	6373,00	4
11:47:31 a. m.	6356,00	4
11:52:31 a. m.	6311,00	4
11:57:31 a. m.	5916,00	4
12:02:31 p. m.	3871,00	4
12:07:31 p. m.	5510,00	4
12:12:31 p. m.	5549,00	4
12:17:31 p. m.	5290,00	4
12:22:31 p. m.	5320,00	4
12:27:31 p. m.	5070,00	5
12:32:31 p. m.	4956,00	4
12:37:31 p. m.	4757,00	4
12:42:31 p. m.	4605,00	4
12:47:31 p. m.	4439,00	4
12:52:31 p. m.	4266,00	4
12:57:31 p. m.	4190,00	4
1:02:31 p. m.	4074,00	3

Fuente. Autoría propia

Tabla 26. Toma de datos afuera de parasol 6 de abril

Hora	Lux	UVIndex
9:37:49 a. m.	54612,00	5
9:42:49 a. m.	54612,00	5
9:47:49 a. m.	54612,00	5
9:57:26 a. m.	36979,00	4
10:02:26 a. m.	39803,00	4
10:02:26 a. m.	36979,00	4
10:02:26 a. m.	36979,00	4

Fuente. Autoría propia

Tabla 27. Toma de datos debajo del parasol 6 de abril

Hora	Lux	UVIndex
9:37:49 a. m.	45601,00	1
9:42:49 a. m.	33361,00	1
9:47:49 a. m.	35361,00	1
9:57:26 a. m.	24840,00	1
10:02:26 a. m.	24840,00	1
10:02:26 a. m.	24840,00	1
10:02:26 a. m.	24840,00	1

Fuente. Autoría propia

Tabla 28. Toma de datos afuera de parasol 7 de abril

Hora	Lux	UVIndex
7:35:13 a. m.	13923,00	0
7:40:13 a. m.	11297,00	0
7:45:13 a. m.	11000,00	0
7:50:13 a. m.	12943,00	0
7:55:13 a. m.	11426,00	0
8:00:13 a. m.	17072,00	0
8:05:13 a. m.	17725,00	0
8:10:13 a. m.	7164,00	0
8:15:13 a. m.	6092,00	0
8:20:13 a. m.	5135,00	0
9:05:24 a. m.	7198,00	0
9:10:24 a. m.	6352,00	0
9:15:24 a. m.	7735,00	0
9:20:24 a. m.	11208,00	0
9:25:24 a. m.	54612,00	1
9:30:24 a. m.	54612,00	1
9:35:24 a. m.	11331,00	0
9:40:24 a. m.	6805,00	0
9:45:24 a. m.	11892,00	0
9:50:24 a. m.	54612,00	1
9:55:24 a. m.	13402,00	0
10:00:24 a. m.	54612,00	1
10:05:24 a. m.	54612,00	2
10:10:24 a. m.	16194,00	0
10:15:24 a. m.	54612,00	2
10:20:24 a. m.	9140,00	0
10:25:23 a. m.	28276,00	0
10:30:23 a. m.	33277,00	0
10:35:23 a. m.	10899,00	0
10:40:23 a. m.	9134,00	0
10:45:23 a. m.	8960,00	0
10:50:23 a. m.	13400,00	0
10:55:23 a. m.	9858,00	0
11:00:23 a. m.	7258,00	0

Fuente. Autoría propia

Tabla 29. Toma de datos afuera de parasol 10 de abril

Hora	Lux	UVIndex
10:32:31 a. m.	54612,00	1
10:37:31 a. m.	10640,00	1
10:42:31 a. m.	10103,00	2
10:47:31 a. m.	11600,00	3
10:52:31 a. m.	11626,00	4
10:57:31 a. m.	7327,00	4
11:02:31 a. m.	8745,00	4
11:07:31 a. m.	11549,00	4
11:12:31 a. m.	10210,00	4
11:17:31 a. m.	8260,00	4
11:22:31 a. m.	6832,00	3
11:27:31 a. m.	7789,00	1
11:32:31 a. m.	7084,00	4
11:37:31 a. m.	6780,00	3
11:42:31 a. m.	6373,00	4
11:47:31 a. m.	6356,00	4
11:52:31 a. m.	6311,00	4
11:57:31 a. m.	5916,00	4
12:02:31 p. m.	3871,00	4
12:07:31 p. m.	5510,00	4
12:12:31 p. m.	5549,00	4
12:17:31 p. m.	5290,00	4
12:22:31 p. m.	5320,00	4
12:32:31 p. m.	4956,00	4
12:37:31 p. m.	4757,00	4
12:42:31 p. m.	4605,00	4
12:47:31 p. m.	4439,00	4
12:52:31 p. m.	4266,00	4
12:57:31 p. m.	4190,00	4
1:02:31 p. m.	4074,00	3

Fuente. Autoría propia

Tabla 30. Toma de datos afuera del parasol 9 de abril

Hora	Lux	UVIndex
8:34:11 a. m.	52802,00	6
8:39:11 a. m.	51434,00	6
8:44:11 a. m.	53922,00	6
8:49:11 a. m.	50484,00	6
8:54:11 a. m.	52264,00	6
8:59:11 a. m.	52802,00	6
9:04:11 a. m.	51434,00	6
9:09:11 a. m.	53922,00	6

Fuente. Autoría propia

Tabla 31. Toma de datos debajo del parasol 9 de abril

Hora	Lux	UVIndex
8:34:11 a. m.	5387,00	1
8:39:11 a. m.	5283,00	1
8:44:11 a. m.	53922,00	6
8:49:11 a. m.	54612,00	1
8:54:11 a. m.	13402,00	0
8:59:11 a. m.	54612,00	1
9:04:11 a. m.	5387,00	1
9:09:11 a. m.	5283,00	1

Fuente. Autoría propia

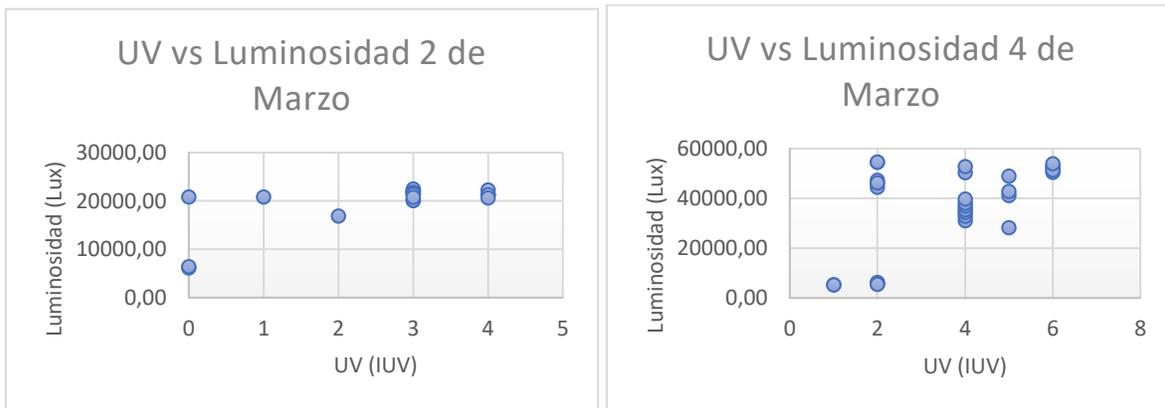
6.5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Al realizar el diseño CAD del dispositivo, nos permitió observar ciertas piezas que podríamos llegar a tener problemas a futuro para el sistema mecánico, por lo que algunas fueron rediseñadas para lograr mejor resistencia y acople con el resto de las partes del dispositivo. De igual forma al realizar este objetivo nos ayudó a establecer los materiales adecuados para las piezas a través de estudios de esfuerzos realizados, y saber cómo se colocaría el dispositivo final en el lugar establecido.
- Al momento de implementar la alimentación totalmente independiente del dispositivo con el sistema del panel solar, utilizamos energías limpias y renovables para apoyar a disminuir el calentamiento global, además de lograr que el dispositivo desde su alimentación sea totalmente autónomo y a futuro ayudando a brindar ahorro monetario al usuario.
- Cuando se desarrolló el sistema de despliegue y recogida nos ayudó al momento de hacer las pruebas para probar el funcionamiento de este. Este sistema manual nos brinda darle oportunidad al cliente de escoger como desea utilizar el dispositivo, y así dar seguridad ante cualquier fallo del sistema autónomo. Y con este sistema se garantiza un accionamiento rápido y sin realizar ningún trabajo pesado para ninguna persona poder accionarlo cuando lo deseen.
- Se logró el funcionamiento y sincronía entre el sistema mecánico con el sistema electrónico, con un tiempo de respuesta rápido luego que se efectúa la orden desde la caja eléctrica de mando autónomo o desde los pulsadores manuales. Dispositivo muy agradable al uso y óptimo ante los datos obtenido de UV debajo de la protección del dispositivo, garantiza la protección ante los agentes de radiación UV y lluvia.

6.5.1. ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS POR EL DISPOSITIVO FINAL

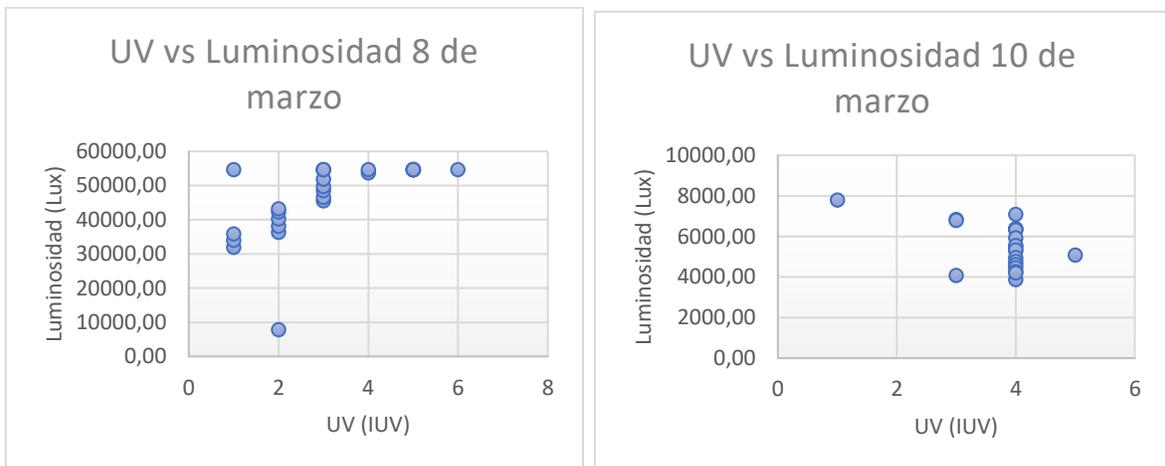
Obtenidos los datos anteriormente mostrados en el ítem de recolección de estos, se realizaron graficas (Grafica 1 y Grafica 2) para analizar las diferentes situaciones presentadas sin tener el dispositivo y con el dispositivo.

Grafica 1. Análisis de datos sin parasol 2 y 4 de marzo



Fuente. Autoría propia

Grafica 2. Análisis de datos sin parasol 8 y 10 de marzo

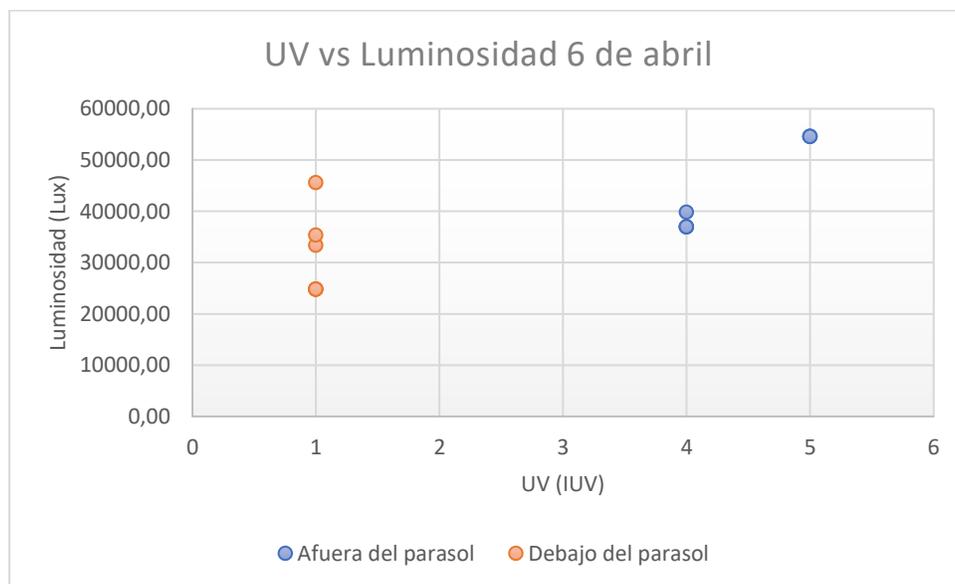


Fuente. Autoría propia

Con las gráficas observamos que sin el dispositivo en horas de la mañana cuando se presentan los mayores valores de luminosidad, se dan valores hasta de 6UV, aunque se presentan días con bajos índices UV y alta luminosidad debido a que se presentaban nubes en ciertas horas del día.

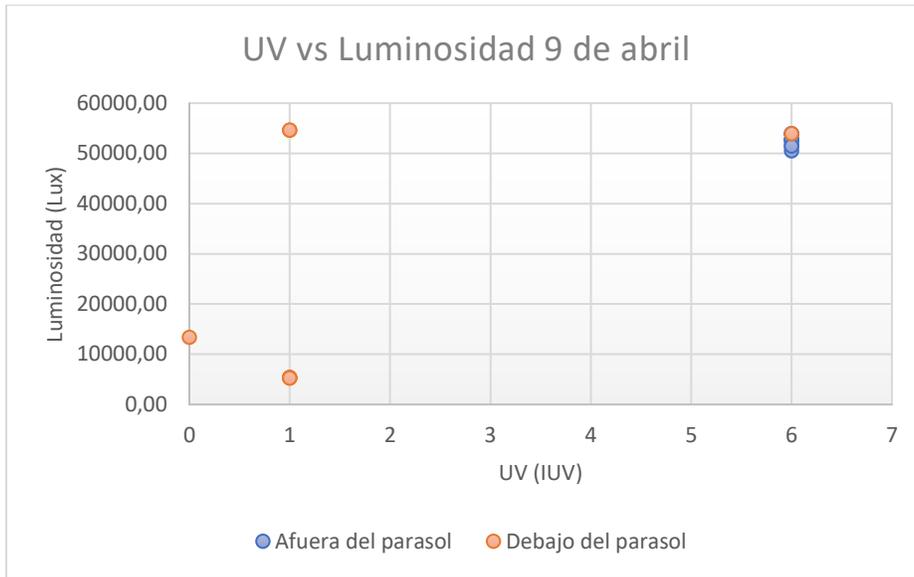
Los datos tomados fuera del mecanismo (Grafica 3 y Grafica 4) eran mayores a 5UV y esto le indicaba al mecanismo que se extendiera y se llegaban a obtener valores de 1UV o menor a este debajo del parasol. De igual forma también se disminuía los lux o luminosidad y la temperatura de forma representativa debajo del parasol. Había momentos en los que había una alta luminosidad, pero aun así el UV detectado debajo del parasol era de nivel bajo, por lo que no llegaba a afectar.

Grafica 3. Análisis de datos con dispositivo 6 de abril



Fuente. Autoría propia

Grafica 4. Análisis de datos con dispositivo 9 de abril



Fuente. Autoría propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proyecto fue llevado a cabo por diferentes áreas o disciplinas con la finalidad de desarrollar un sistema replegable capaz de ser acoplado a un local comercial o con posibilidad de ser puesto en áreas residenciales, con el fin de proteger de la exposición solar, de la lluvia y disminuir el aumento en la temperatura interna que conlleva dicha radiación. El actual informe fue el encargado del desarrollo del sistema mecatrónico del dispositivo, abarcando así desde la obtención de datos hasta el accionamiento. Para llevar a cabo todo lo anterior se desarrolló una metodología llamada PPDIOO de carácter exploratoria con la que se profundizó en los antecedentes de dispositivos similares y en las características particulares que poseía un sistema como el que se quería desarrollar.

Debido a los datos obtenidos y analizados, nos permite llegar a observar que el sistema desempeña con un óptimo funcionamiento la finalidad de proteger la infraestructura de la exposición directa de los rayos UV y de la lluvia. Cuando el dispositivo no se encontraba en el lugar podíamos registrar algunos días datos de nivel alto en UV, pero no se registraba lluvia, y había muchos casos que se observaba nubosidad por la temporada en la que se realizó el estudio. Al momento de implementar el parasol, en la parte externa de este se lograron tomar datos en días con un nivel de 6UV y debajo del dispositivo se obtuvieron datos muy satisfactorios ya que eran de 1UV, y además de detectar de forma inmediata cuando el UV es mayor a 5UV para desplegarse de forma automática si el usuario lo tiene en este modo. De igual forma con la lluvia se lograron obtener excelentes resultados. ya que en días de lluvia se extendió de forma autónoma y al momento de realizar pruebas humedeciendo el sensor de lluvia el parasol desplegó.

Gracias a los implementos que se establecieron cumplir, se logró un sistema eficiente y para ellos se contó con una perfecta sincronía entre las etapas de desarrollo y las características del dispositivo, dichas etapas son: alimentación, etapa de desarrollo del sistema mecánico, etapa de control.

La etapa de alimentación se encarga de proveer de los voltajes y corrientes necesarias al dispositivo completo, es aprovechada de un panel solar, el cual se implementó junto con su batería, y regulador de carga. Se escogieron con corriente

y potencia suficiente para que todo el sistema funcione de manera correcta, aunque no esté trabajando en presencia de luz solar.

En la etapa de desarrollo del sistema mecánico se encargó de todo el procedimiento físico del dispositivo, partiendo desde la soldadura de los rodamientos, mecanizado de las piezas diseñadas, cortes en aluminio, estudios de esfuerzos, y acople de todas las piezas.

Finalmente, la etapa de control posee el controlador Arduino, para la realización de las líneas de programación, junto a la lectura de los sensores y retroalimentación con la que se informa gracias a elementos externos el estado actual en el que se encuentra el sistema.

Conforme a la interacción entre cada una de las etapas y adaptaciones entre el dispositivo y el lugar de adaptación de este y funcionamiento, se logró finalizar el dispositivo mecatrónico que permite el acople de protector solar-lluvia de locales comerciales y observar mejoras que pueden ser implementadas en el dispositivo, las cuales pueden llevar a una mejor interacción del usuario con este y darle mayor asertividad al momento de realizar el control del parasol.

RECOMENDACIONES

Para una correcta utilización y mejoramiento del dispositivo de protección solar-lluvia en los locales comerciales:

1. Añadir un sistema de pantalla digital donde el usuario pueda seleccionar en que horario trabaja el local, para así lograr que el dispositivo trabaje de forma autónoma en ese tiempo. Sin necesidad de tener interacción con la programación.
2. Rediseñar la parte mecánica para que logre a través de un accionamiento inclinarse dependiendo de la ubicación del local, ya que no en todos los lugares el sol tiene la misma posición.
3. El sistema manual que esta implementado en la botonera, realizarlo a través de una aplicación móvil, sin necesidad que haya una caja física.
4. Comparar los datos obtenidos de los sensores con una nube de climatología, para dar mayor seguridad al saber el momento adecuado de ser accionado el sistema de forma autónoma.

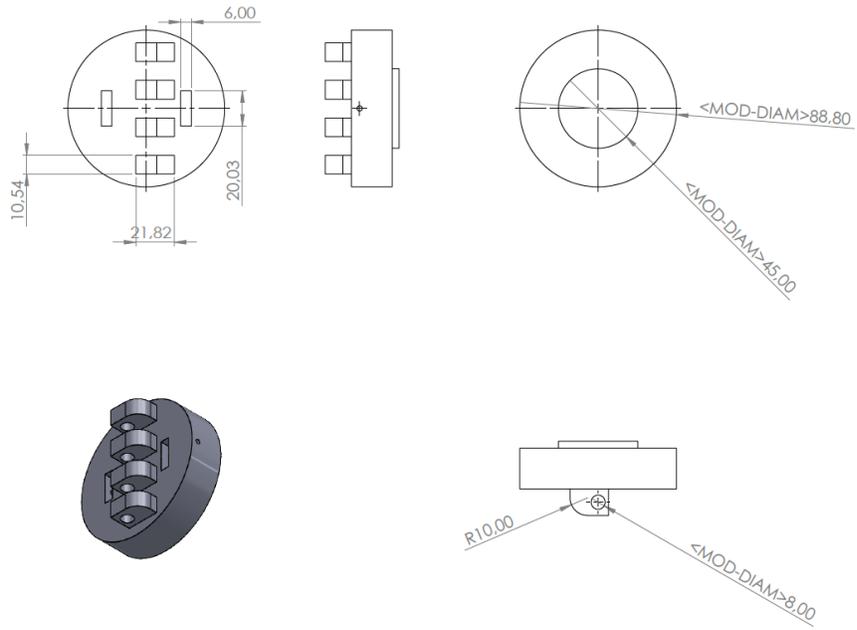
BIBLIOGRAFÍA

- [1] H. Oswaldo and B. Ballesteros, “INFORMACIÓN TÉCNICA SOBRE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA, EL ÍNDICE UV Y SU PRONÓSTICO DOCUMENTO TÉCNICO DE RESPALDO A LA INFORMACIÓN EN LA PÁGINA WEB DEL IDEAM,” 2010.
- [2] IDEAM, “GENERALIDADES DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA - IDEAM.” <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/generalidades-de-la-radiacion-ultravioleta> (accessed Aug. 31, 2021).
- [3] Protech Films, “Cómo evitar los problemas que ocasiona el sol en tu casa| Protech Films.” <https://protechfilms.com.mx/como-evitar-los-problemas-que-ocasiona-el-sol-en-tu-casa/> (accessed Sep. 07, 2021).
- [4] Portal noticias, “Exposición solar a temperaturas más altas implica que hay mayor radiación UV - Universidad Católica del Maule.” <https://portal.ucm.cl/noticias/exposicion-solar-temperaturas-mas-altas-implica-mayor-radiacion-uv> (accessed Sep. 07, 2021).
- [5] J. S. G. Calderón and P. M. R. Cruz, “Prototipo De Sistema Fotovoltaico Con Seguimiento Solar De Bajo Costo,” *Pistas Educativas*, no. 120, pp. 911–922, 2016.
- [6] M. de La Hoz and S. Vanegas, “PROTOTIPO DE SISTEMA MECATRÓNICO PARA PROTECCIÓN SOLAR DE AUTOMÓVILES-SHOMBRA,” 2017.
- [7] Roque Siguas J., “ESTUDIO DE LA INCIDENCIA DE LOS RAYOS ULTRAVIOLETAS (UV) EN LA LOCALIDAD DE AYACUCHO- SUS CONSECUENCIAS.,” 2018.
- [8] V. Chambi, “Estudio y análisis de la actividad solar , radiación solar global y radiación UV en la Ciudad de Arequipa,” p. 104, 2018.
- [9] V. R. X. W. S. García G.N., Liria J.G., González S., Zarzalejo L. F., “SISTEMA AUTÓNOMO PARA REGISTRAR LA IRRADIANCIA SOLAR,” pp. 20–22, 2018.
- [10] A. E. Dávila, “Diseño de un sistema accesorio para protección ante condiciones climatológicas solares y pluviales (caso: sector céntrico de la ciudad de Quito).,” *Computers and Industrial Engineering*, vol. 2, no. January, p. 6, 2018, [Online]. Available: <http://ieeauthorcenter.ieee.org/wp-content/uploads/IEEE-Reference-Guide.pdf%0Ahttp://wwwlib.murdoch.edu.au/find/citation/ieee.html%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.022%0Ahttps://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper%0Ahttps://tore.tuhh.de/hand>
- [11] M. L. R. Córdova, “Diseño de cubierta mecánica para protección contra radiación solar de vehículos livianos, Arequipa 2019,” vol. 148, pp. 148–162, 2019.
- [12] Cedeño D.; Poaquiza D., “DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE CARPA AUTOMATIZADA,” 2021.
- [13] MinAmbiente, “Radiación Ultravioleta | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.” <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=687:pl> (accessed Sep. 29, 2021).
- [14] Sfe Solar, “Tipos de Placas Solares | Según Tecnología y Aplicaciones.” <https://www.sfe-solar.com/paneles-solares/tipos/> (accessed Oct. 10, 2021).

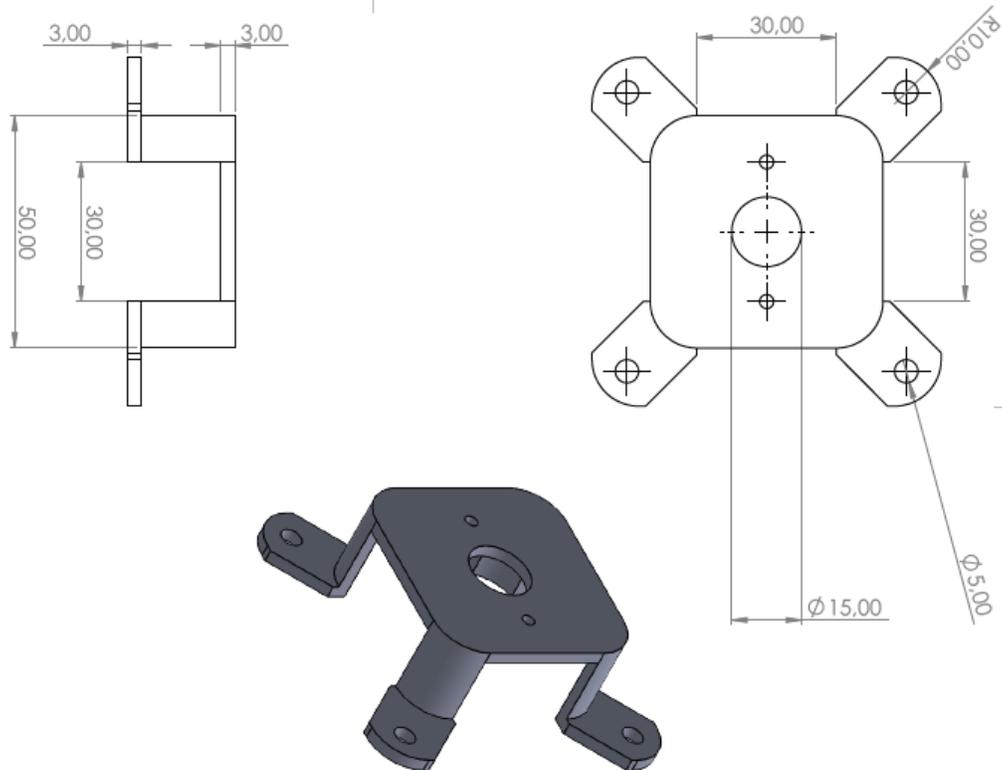
- [15] Xataka, “Qué es Arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno.” <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno> (accessed Apr. 02, 2022).
- [16] Puntoflotante, “CONTROL DE LA VELOCIDAD Y SENTIDO DE GIRO DE UN MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA EMPLEANDO PWM.” <https://www.puntoflotante.net/TUTORIAL-CONTROL-PWM-PARA-MOTORES-CORRIENTE-DIRECTA.htm> (accessed Apr. 10, 2022).
- [17] sensores, “⇒Sensor de Lluvia - Información y Características - Todo tipo de Sensores.” <https://sensores.top/sensor-de-lluvia-informacion-y-caracteristicas/> (accessed Apr. 10, 2022).
- [18] Tecmes, “Sensor de radiación solar TS 304 - TECMES.” <https://www.tecmes.com/sensor-de-radiacion-solar-ts-304-2/> (accessed Apr. 10, 2022).
- [19] MecatrónicaLATAM, “Sensor de luz — MecatrónicaLATAM.” <https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/sensores/sensor-de-luz/> (accessed Apr. 10, 2022).
- [20] Shoptronica, “Que son los Interruptores, Pulsadores, Conmutadores.” <https://www.shoptronica.com/curiosidades-tutoriales-y-gadgets/4079-que-son-los-interruptores-pulsadores-conmutadores-0689593950512.html> (accessed Mar. 09, 2022).
- [21] Cancerpel, “Ropa | Fundación Cáncer De Piel Colombia | Antioquia.” <https://www.cancerpel.co/ropa-con-proteccion-solar> (accessed Apr. 10, 2022).
- [22] Aitex, “Certificado UV STANDARD 801.” <https://www.aitex.es/certificado-etiqueta-ultravioleta-uv-standard/> (accessed Apr. 10, 2022).
- [23] Calypso, “Multisombra Calypso 65% - calypso.” <https://www.tiendascalypso.com/multisombra-calypso-65-/p#details-product> (accessed Apr. 10, 2022).
- [24] Calypso, “Lona Docril - calypso.” <https://www.tiendascalypso.com/lona-docril/p> (accessed Apr. 10, 2022).
- [25] TESICOL, “Polisombra.” [https://cloud.corferias.co/extranet/servicio/stand_virtual/archivos/PDF\(1939\).pdf](https://cloud.corferias.co/extranet/servicio/stand_virtual/archivos/PDF(1939).pdf) (accessed Apr. 10, 2022).
- [26] Powest, “POWEST – Paneles Solares Policristalinos | Powest.” <https://powest.com/landing/producto/powest-paneles-solares-policristalinos/> (accessed Apr. 10, 2022).
- [27] Steren, “Batería recargable sellada, de ácido-plomo, de 12 V en Venta | Steren Tienda en Línea.” https://www.steren.com.co/bateria-sellada-de-acido-plomo-12-vcc-12-ah.html?gclid=CjwKCAjw9LSSBhBsEiwAKtf0nxEhiJbGuU3edQACkVE-TQr5ADvTUEH3IT-QtfJXeOroaxFZ5wGIDRoC3DgQAvD_BwE (accessed Apr. 10, 2022).
- [28] Magom, “CONTROLADOR DE CARGA SOLAR 10A - ASC Electrónica · Magom.” <https://magomelectronica.com/asc/producto/controlador-de-carga-solar-10a/> (accessed Apr. 10, 2022).
- [29] Vistronica, “Sensor Final de Carrera.” <https://www.vistronica.com/sensores/proximidad-y-distancia/sensor-final-de-carrera-detail.html> (accessed Apr. 10, 2022).

- [30] Naylampmechatronics, “Tutorial módulo sensor de luz BH1750.” https://naylampmechatronics.com/blog/44_tutorial-modulo-sensor-de-luz-bh1750.html (accessed Oct. 21, 2021).
- [31] Rambal, “Sensor Ultravioleta (UV) - UVM30A.” <https://rambal.com/color-luz-forma/192-sensor-ultravioleta-uv-uvm30a.html> (accessed Oct. 20, 2021).
- [32] Sandorobotics, “Motorreductor JGA25-370 12V – 22RPM | SANDOROBOTICS.” <https://sandorobotics.com/producto/hs0112-22/> (accessed Apr. 10, 2022).
- [33] Arduino, “Arduino UNO | Arduino.cl - Compra tu Arduino en Línea.” <https://arduino.cl/arduino-uno/> (accessed Apr. 10, 2022).
- [34] O. E, “Switch Interruptor Balancín negro 2 posiciones 2 pines | Osaka Electronics.” <https://osakaelectronicsltda.com/switches-pulsadores/switches-interruptores/switch-interruptor-balancin-negro-2-posiciones-2-pines.html> (accessed Apr. 10, 2022).

Anexo 5. eje de los brazos



Anexo 6. Soporte motor



Anexo 7. Ensamble Parasol

