

PRÁCTICAS DE SERVICIO COMUNITARIO

PROYECTO:

**INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO DE PROTOTIPOS DIDÁCTICOS
PARA FORMACIÓN EDUCATIVA**

PROGRAMA:

PROGRAMA DE VINCULACIÓN DE LA FIMCP (2023-2027)

TUTOR:

ZAMORA OLEA GEANCARLOS

ESTUDIANTES:

ESPIN LUMBANO ANGEL JOSUE

angelumb@espol.edu.ec

FONSECA MEDINA ANDRÉE GABRIEL

andgafon@espol.edu.ec

Contenido

1. RESUMEN	3
2. INTRODUCCION	3
3. OBJETIVOS	4
Objetivo general	4
Objetivos específicos.....	4
4. DISEÑO CONCEPTUAL.....	5
Diseños del panel frontal	8
Creación del prototipo con las dimensiones generales	10
5. DESCRIPCIÓN PROTOTIPO ACTUAL	11
6. PROCESO DE DESARROLLO	13
Materiales mecánicos:.....	13
5.1 Diseño mecánico:.....	13
5.1.1 Selección de desarrollo de aspas:	13
7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y ESTÉTICAS.....	21
Base	21
Proceso para pintar la base con esmalte sintético proanox	21
Materiales y herramientas necesarios:.....	21
Pasos para pintar sobre acero A36 con esmalte sintético Proanox:	21
Soldadura de orejas en la base	22
Uso de perfiles omegas	23
Proceso de construcción.....	24
Corte de planchas.....	24
Soldadura de pestañas.....	24
Pintado de planchas con soldadura.....	24
Instalación de jaladeras	24
Unión de paredes.....	24
Soldadura de perfil omega	24
Instalación doble fondo.....	25
Instalación de placa frontal.....	25
Mecanizado del ventilador:.....	25
Materiales y herramientas necesarias:.....	25
Pieza de trabajo:	25
Mecanizado de la base:	26
Proceso de Mecanizado de la Rendija de Protección:	33

Moldeado de la parte frontal de la rendija:.....	33
Material para las Aspas y la Base:	36
Anemómetro	36
Consideraciones generales:.....	36
Materiales y herramientas necesarias:.....	36
Mecanizado del anemómetro	37
Proceso de Mecanizado del Eje:.....	37
Cuerpo del Anemómetro:.....	38
Maquinado de la base:.....	38
Mecanizado de la barra de nylon	40
Proceso de Mecanizado para la Conexión de Aspas con el Eje:	41
8. FUNCIONALIDAD Y USABILIDAD:.....	54
9. COSTOS	56
10. CONCLUSIONES.....	64
11. RECOMENDACIONES	64

1. RESUMEN

A medida que se continúan desarrollando tecnologías y promoviendo políticas favorables, las energías renovables se están convirtiendo en la columna vertebral de un futuro energético sostenible. El propósito de este proyecto es permitir la creación de equipos didácticos y amigables destinados a estudiantes de diversos niveles de educación. En este informe se analizan las ventajas, desventajas, oportunidades y áreas de mejora de un generador eólico vertical didáctico.

2. INTRODUCCION

Las energías renovables han adquirido una creciente relevancia a nivel mundial gracias a su impacto positivo en el medio ambiente y su capacidad para abastecer las necesidades energéticas de forma sostenible. Estas fuentes energéticas se derivan de recursos naturales inagotables o de rápida regeneración, incluyendo la energía solar, eólica, hidroeléctrica, geotérmica y la biomasa.

A diferencia de los combustibles fósiles, cuya extracción y quema generan emisiones de gases de efecto invernadero y contribuyen al cambio climático, las energías renovables no emiten gases contaminantes durante su funcionamiento. Esto las convierte en una alternativa limpia y respetuosa con el medio ambiente, ayudando a reducir la contaminación del aire y mitigar el calentamiento global.

Además de su beneficio ambiental, las energías renovables también tienen un impacto positivo en la economía global. La transición hacia fuentes de energía renovable ha generado la creación de nuevos empleos en el sector, desde la fabricación, instalación de paneles solares y aerogeneradores hasta la operación, mantenimiento de parques eólicos y plantas solares. Estas inversiones en energías renovables también promueven la independencia energética, ya que reducen la dependencia de los combustibles fósiles importados.

En términos de acceso a la energía, las fuentes renovables pueden proporcionar soluciones a comunidades rurales o remotas que no tienen acceso a la red eléctrica convencional. La energía solar, por ejemplo, puede aprovecharse a través de paneles solares individuales o sistemas de microrredes, llevando electricidad a áreas que anteriormente dependían de fuentes contaminantes o que carecían de energía por completo.

Energía eólica

Se define a la energía eólica como aquella energía generada por el viento. Es una forma de energía renovable que aprovecha la fuerza cinética del viento para convertirla en energía eléctrica o mecánica. Se obtiene mediante la utilización de aerogeneradores, que son grandes estructuras equipadas con hélices o palas que giran cuando son impulsadas por el viento. La energía cinética del viento se transforma en energía mecánica al hacer girar las hélices, y luego esta energía mecánica se convierte en electricidad mediante un generador. La energía eólica

es una fuente limpia y sostenible de energía que no produce emisiones de gases de efecto invernadero ni contribuye al calentamiento global.

En el proyecto de diseño de un generador de energía eólica, el objetivo principal es crear una representación visual que muestre cómo se puede generar electricidad a partir del flujo del viento. Para lograr esto, se plantearon dos objetivos específicos:

Diseño Funcional: El primer objetivo se enfoca en construir una maqueta que incluya molinos de viento que realmente giren y generen electricidad simulada cuando el viento los mueva. Esto ayudará a las personas a comprender de manera práctica cómo funciona la energía eólica.

Educación Ambiental: El segundo objetivo es utilizar un equipo como una herramienta educativa para enseñar a las personas sobre la importancia de la energía eólica y cómo contribuye a cuidar nuestro entorno. Queremos crear materiales y presentaciones informativas que expliquen cómo la energía eólica es una fuente de energía limpia y cómo puede ayudar a reducir la contaminación y el cambio climático. Nuestra meta final es concienciar a la comunidad sobre la importancia de las energías renovables.

3. OBJETIVOS

Objetivo general

Diseñar un equipo didáctico de energía eólica con el propósito de demostrar su uso e importancia en la generación de energía sostenible

Objetivos específicos

- Evaluar el estado de los prototipos de energía eólica actuales.
- Desarrollar un módulo didáctico de energía eólica como producto final.
- Realizar el diseño mecánico, electrónico y de control del módulo de energía eólica didáctico y mostrar el proceso de construcción mediante planos e instrucciones de diseño.
- Innovar en el desarrollo de un módulo de energía eólica didáctico como una nueva forma de enseñanza sobre el uso de energías renovables.

4. DISEÑO CONCEPTUAL

Un módulo didáctico de generación de energía eólica es un dispositivo diseñado para capturar la energía cinética del viento y convertirla en energía mecánica o eléctrica de manera educativa y práctica. Este módulo tiene como objetivo principal enseñar los principios fundamentales de la generación de energía eólica y su importancia en la producción de energía sostenible.

La estructura básica del módulo didáctico de generación de energía eólica consta de varios componentes esenciales:

- **Aspas del Ventilador:** Estas son las partes del módulo expuestas directamente al viento y diseñadas para capturar eficientemente la energía cinética del mismo. Las aspas están conectadas al generador y suelen estar hechas de materiales resistentes y livianos. (Ver Ilustración 5 Generador de eje vertical o Ilustración 6 Aerogenerador con eje horizontal, son las dos posibilidades)
- **Generador:** Detrás de las aspas, se encuentra un generador que convierte la energía mecánica generada por el giro de las aspas en energía eléctrica. Este generador puede ser un generador de corriente continua (DC) utilizado con fines educativos.



Ilustración 1 Motor como generador

- **Anemómetro:** El módulo está equipado con un anemómetro que mide la velocidad del viento. Esto permite a los estudiantes comprender la relación entre la velocidad del viento y la generación de energía eólica.



Ilustración 2 Anemómetro

- **Aumento de Velocidad:** Para fines educativos, se incorpora un mecanismo que permite aumentar o disminuir la velocidad del viento que llega a las aspas. Esto ayuda a los estudiantes a experimentar cómo diferentes velocidades de viento afectan la generación de energía.



Ilustración 3 Control de velocidad

- **Mecanismo de Transmisión de Potencia:** El generador está conectado a un mecanismo de transmisión de potencia que ilustra cómo la energía mecánica se convierte en energía eléctrica. Este mecanismo es visible para que los estudiantes puedan observar su funcionamiento.

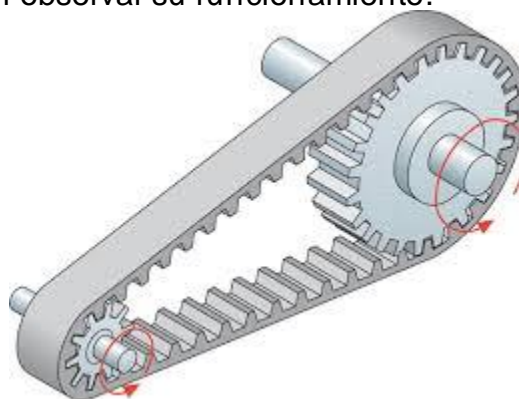


Ilustración 4 Mecanismo de transmisión de potencia

Dichos componentes serán los que se utilizarán para el diseño final del módulo. Sin embargo, respecto a las aspas del generador, se plantearon dos posibilidades, tener un eje vertical u horizontal.

Diseño Conceptual uno: Generador de Eje Vertical

En este diseño, se utiliza un generador de eje vertical con tres aspas aerodinámicas montadas en un eje central. Las aspas están conectadas a un sistema de poleas dentadas que aumenta la velocidad de rotación del eje del motor. Para simular el viento, un motor se coloca estratégicamente para generar un flujo de aire hacia las aspas. El sistema eléctrico incorpora sensores de velocidad del viento, potencia, voltaje y amperaje, junto con luces incandescentes como cargas eléctricas para visualizar la producción de electricidad.



Ilustración 5 Generador de eje vertical

- **Diseño Conceptual dos: Aerogenerador de Eje Horizontal con Aspas**

En este diseño, se utiliza un aerogenerador de eje horizontal con tres aspas largas y delgadas montadas en un eje horizontal. El viento natural impulsa las aspas, que están conectadas directamente a un generador eléctrico. Para complementar el viento natural y permitir pruebas controladas, se incorpora un motor que puede ajustar su velocidad para simular diferentes condiciones de viento. El sistema de medición eléctrica incluye sensores de velocidad del viento, potencia, voltaje y amperaje, así como luces incandescentes como cargas eléctricas para mostrar la generación de electricidad.



Ilustración 6 Aerogenerador con eje horizontal

- **Propuesta de diseño innovador**

Se planteó la implementación de una plataforma giratoria que permitiera alinear la dirección del ventilador con el viento en tiempo real. Además, se consideró la incorporación de una veleta para proporcionar una indicación visual de la dirección del viento.

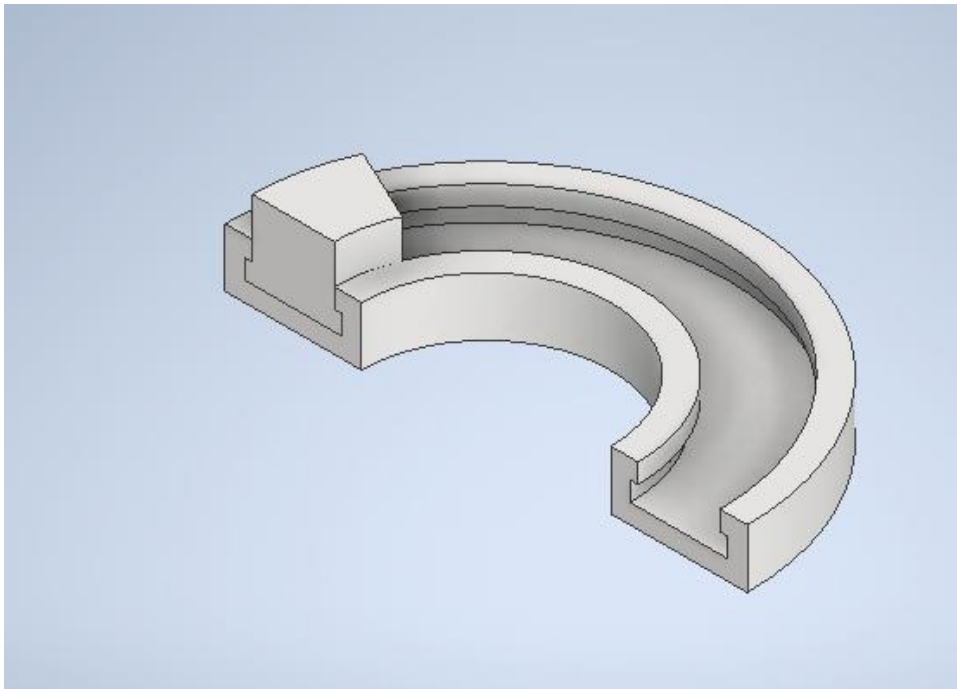


Ilustración 7 Base giratoria

Diseños del panel frontal

Se desarrollaron varios conceptos respecto al panel frontal del módulo eólico, los cuales son los siguientes:

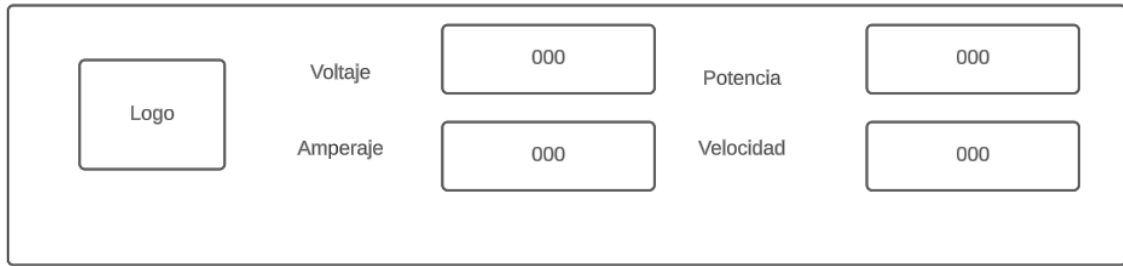


Ilustración 8 Concepto inicial panel frontal



Ilustración 9 Concepto inicial panel posterior

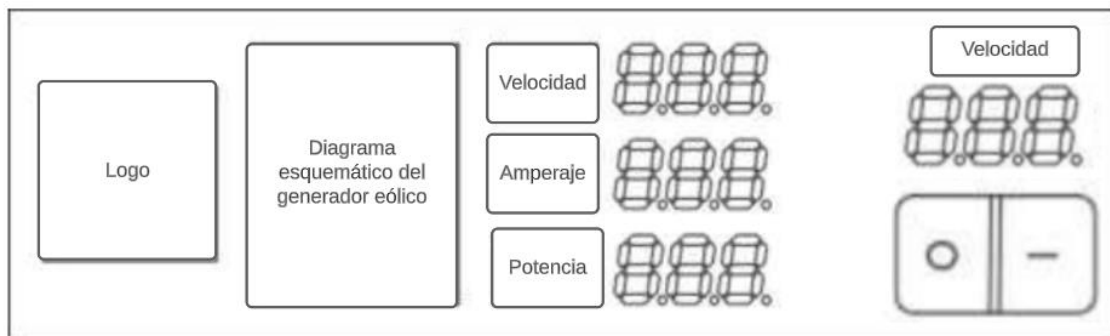


Ilustración 10 Concepto general del panel frontal

Las partes importantes de este concepto general del panel frontal son las siguientes: logo, diagrama esquemático, nombres de las variables a medir, displays para indicar el valor, switch de apagado. Son importantes ya que se espera que el diseño sea visual y se entienda el propósito del módulo, además también se requiere que los displays sean lo suficientemente grandes para ver el cambio de las variables medidas.

Dichos conceptos iniciales sirvieron de base para poder crear el diseño preliminar del panel frontal, el cual fue el siguiente:

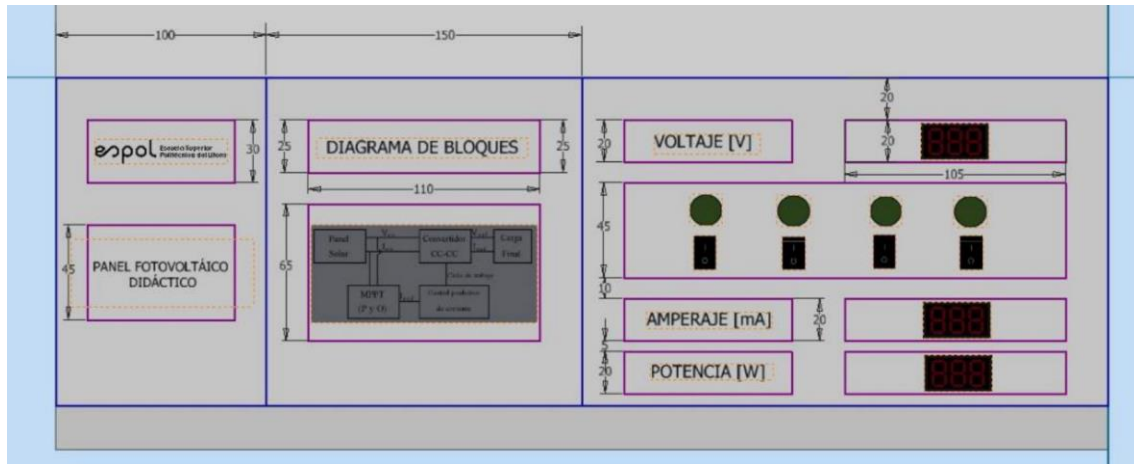


Ilustración 11 Medidas generales del panel frontal

Creación del prototipo con las dimensiones generales

El prototipo inicial del proyecto se fundamentó en la integración de cuatro componentes clave: un ventilador para simular la generación del viento, un anemómetro destinado a medir la velocidad del viento, un generador y una veleta. Además, se incluyeron diversas alternativas para la medición de las variables, como una tira de LED para representar visualmente la velocidad del viento, un display LCD para mostrar los valores de corriente, potencia y voltaje generados, así como componentes de control, como un potenciómetro para ajustar la velocidad del viento y un botón de encendido y apagado.

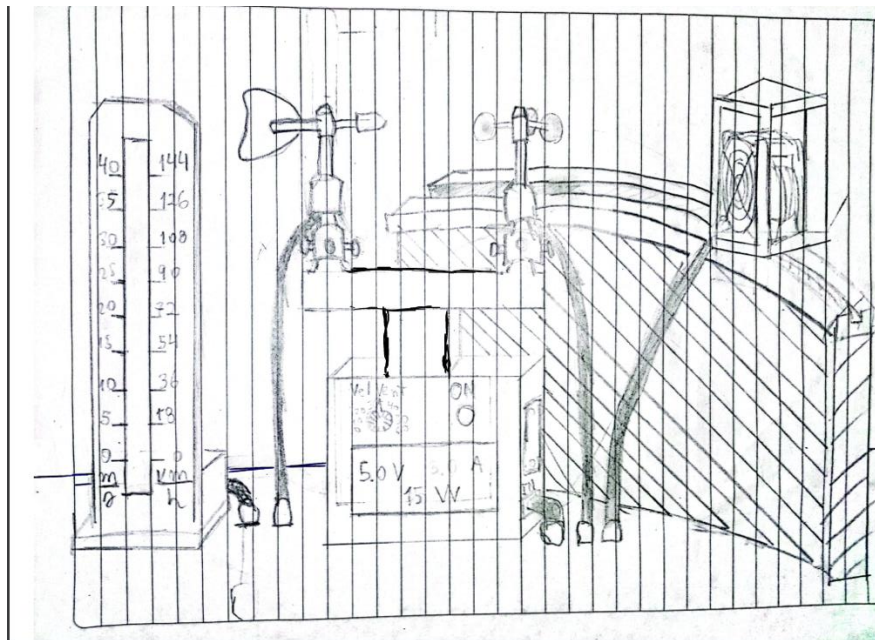


Ilustración 12 Prototipo del módulo eólico

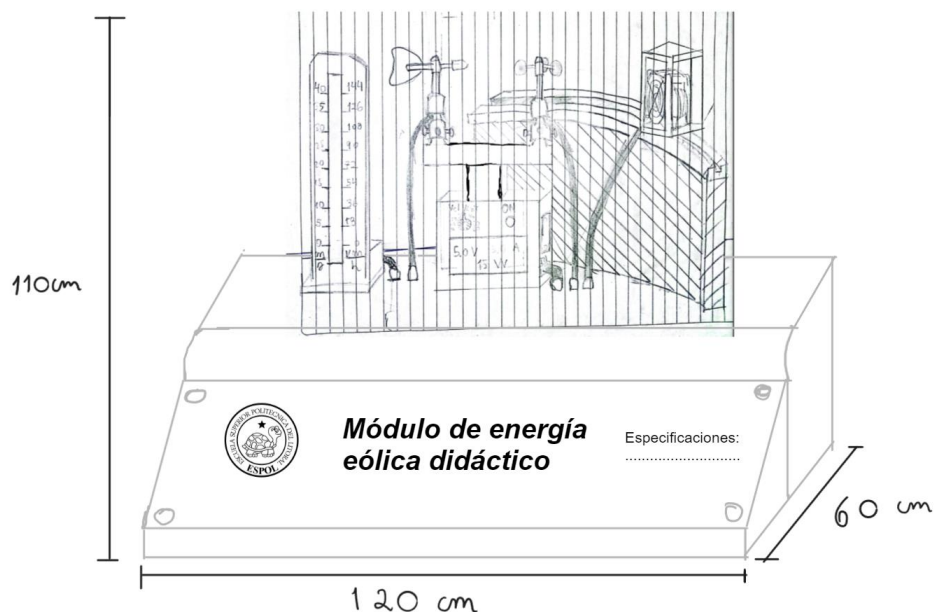


Ilustración 13 Dimensiones generales del módulo eólico

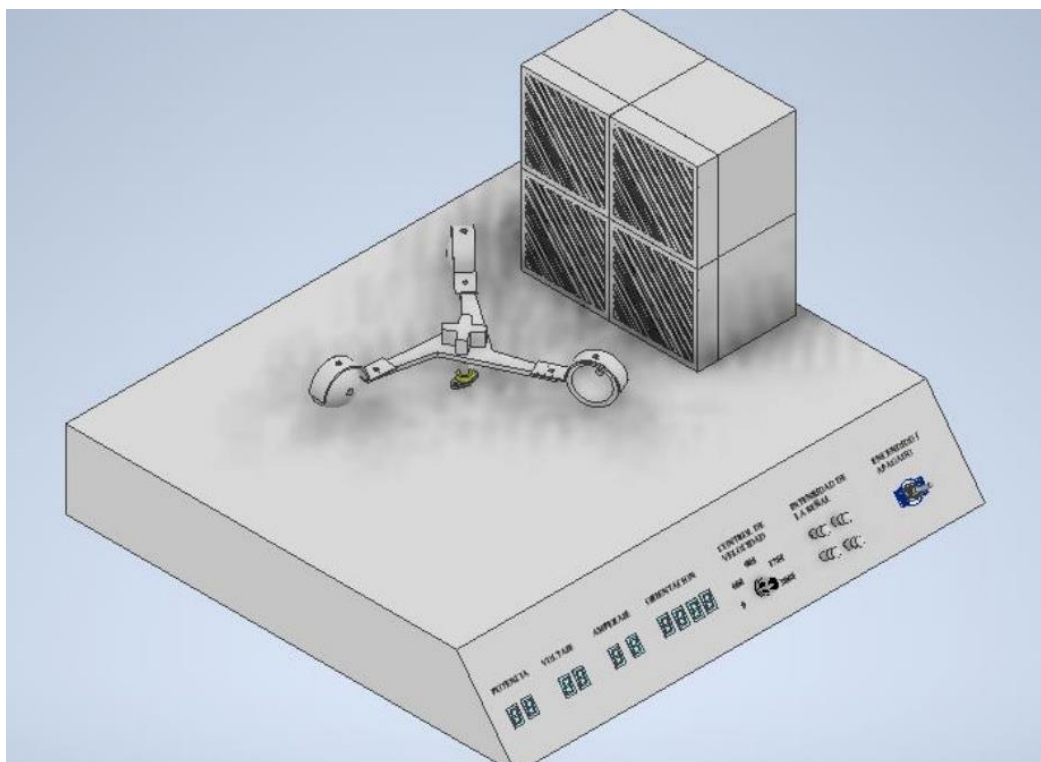


Ilustración 14 CAD preliminar del prototipo

5. DESCRIPCIÓN PROTOTIPO ACTUAL

El generador de energía eólica a pequeña escala consta de varias etapas clave para la captura y conversión de la energía cinética del viento en electricidad:

- **Generación de Viento:** Para simular las condiciones de viento, se emplea un motor sin escobillas o por sus siglas en inglés BLDC (Brushless DC Motor), en conjunto con unas aspas instaladas de forma invertida. Este motor produce una corriente de aire que imita las fuerzas del viento, lo

que permite evaluar el funcionamiento del generador en diferentes velocidades del viento.

- **Sistema de Captura del Viento (Aspas y Eje del Motor):** En la primera etapa, aspas de manera aerodinámica se montan en el eje del motor. Cuando el viento incide sobre estas aspas, generan un movimiento rotativo en el eje.
- **Sistema de Transmisión (Poleas Dentadas):** Para aprovechar eficazmente el movimiento rotativo del eje, se utiliza un sistema de poleas dentadas. Esto permite aumentar la velocidad de rotación del generador, optimizando la conversión de la energía cinética en electricidad.
- **Sistema de eléctrico con medición de parámetros:** El sistema eléctrico incluye sensores para medir diversas variables. Estos sensores registran la velocidad del viento, la potencia generada, el voltaje y el amperaje. También el generador permite la conexión de focos incandescentes de 5V como cargas eléctricas para ilustrar la producción de electricidad.

En resumen, este generador de energía eólica en miniatura está compuesto por componentes esenciales para la captura, transmisión y conversión de la energía del viento en electricidad. También cuenta con un sistema de medición eléctrica que proporciona datos en tiempo real para evaluar su rendimiento.



Ilustración 15 Módulo didáctico de generación de energía eólica

6. PROCESO DE DESARROLLO

Material mecánicos:

Item	Componentes	Descripción	Cantidad	Precio (\$)	Precio Total
1	Plancha de hierro negro		1	\$ 30.00	\$ 30.00
2	Rodamiento plano cuadrado	10cm x10cm	1	\$ 10.00	\$ 10.00
3	Punteros de reloj		3	\$ 8.00	\$ 24.00
4	Pernos pequeños	5mm	75	\$ 0.10	\$ 7.50
5	Tuercas	5mm	75	\$ 0.10	\$ 7.50
6	Arandelas planas	5mm	75	\$ 0.10	\$ 7.50
7	Tuerca mariposa	5mm	1	\$ 0.75	\$ 0.75
8	Topes de caucho cilíndricos	5mm	2	\$ 0.50	\$ 1.00
9	Perno largo	20mm x 5mm	1	\$ 1.50	\$ 1.50
10	Pintura	esmalte sintético	750 ml	\$ 23.00	\$ 23.00
11	Lijas para pulir	Gruesas y finas	1	\$ 5.00	\$ 5.00
12	Electrodos	6013 o 6011	1 lb	\$ 20.00	\$ 20.00
13	Bases de cauchos (soporte)	5mm	4	\$ 2.50	\$ 10.00
14	Viga Omega	35x50x20x2 mm	1	\$ 25.00	\$ 25.00
15	Manijas		1	\$ 5.00	\$ 5.00
16	Planchas de Hierro	Preferible buscar en los talleres de mantenimiento que sean placas de unos 3 o 4mm de espesor para la base que soportará la estructura del brazo, caso contrario comprar en una chatarrería. Dimensiones aproximadas de 50x50cm.	1	\$ 5.00	\$ 5.00
17	Acrílico transparente	50 x 50 cm	1	\$ 11.23	\$ 11.23
				TOTAL	\$193.98

5.1 Diseño mecánico:

Para esta sección se evaluará la viabilidad de construir un módulo en base a dos diseños conceptuales de aerogenerador, el diseño conceptual 1 es representado por la Ilustración 5 Generador de eje vertical, mientras que el diseño conceptual 2 se visualiza en la Ilustración 6 Aerogenerador con eje horizontal

5.1.1 Selección de desarrollo de aspas:

El diseño conceptual 1, que utiliza un generador de eje vertical con aspas y un motor para simular el viento, es menos complejo de construir que el diseño conceptual 2, que emplea un aerogenerador de eje horizontal. A continuación, se detallan las razones que sustentan la afirmación:

- **Simplicidad del Diseño Mecánico:**

En el diseño 1, el eje vertical es más sencillo de fabricar y montar que un sistema de eje horizontal. No se requiere una estructura de torre alta para elevar el generador y las aspas.

- **Menos Componentes en Movimiento:**

El diseño 1 implica menos componentes móviles, ya que las aspas giran alrededor de un eje vertical y no requieren un mecanismo de orientación complicado para seguir el viento. Esto reduce la complejidad y el potencial de problemas mecánicos.

- **Facilidad de Ajuste del Motor**

En el diseño 1, el motor se utiliza para simular el viento y puede ajustarse fácilmente para variar la velocidad del viento simulado. Esto permite una experimentación más controlada y sencilla en comparación con el diseño 2, que depende de la dirección natural del viento.

- **Menor Tamaño y Espacio Requerido:**

El diseño 1 ocupa menos espacio físico debido a la disposición vertical de las aspas y el generador. Esto lo hace más adecuado para entornos con espacio limitado y facilita su transporte y almacenamiento.

- **Menos Requisitos de Mantenimiento:**

Debido a su simplicidad y menos componentes en movimiento, el diseño 1 tiende a requerir menos mantenimiento y es más duradero en el tiempo.

Dado a su simplicidad mecánica, menor cantidad de componentes móviles y la posibilidad de controlar la velocidad del viento simulado de manera precisa. Esto lo convierte en una opción más asequible y accesible para propósitos educativos y experimentales.

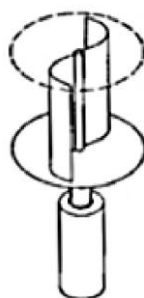


Ilustración 16 Aspas tipo Savonius

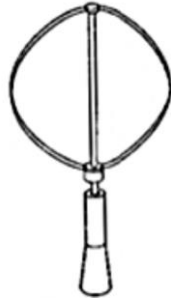


Ilustración 17 Aspas tipo Darrieus

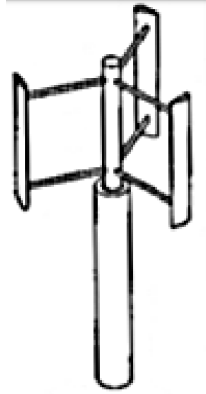


Ilustración 18 Aspas tipo H

Metodología:

En esta sección se expondrán los pasos generales que deben seguirse en el proyecto de desarrollo de un módulo didáctico de enseñanza basado en la energía eólica, abarcando el período desde 2023 hasta 2027. No obstante, en el presente período se llevará a cabo únicamente la fase de diseño del módulo.

1. Requisitos del Diseño

- **Especificaciones del Generador:** En esta fase, se analizarán las especificaciones del generador eléctrico, incluyendo la potencia nominal, la velocidad de rotación y la tensión de operación. Estos parámetros proporcionarán las pautas necesarias para el diseño de las aspas.
- **Velocidad del Viento Promedio:** Se llevará a cabo una evaluación de la velocidad promedio del viento en el emplazamiento donde se instalará el sistema de generación eólica. Este factor influirá significativamente en el diseño de las aspas.

2. Diseño de Aspas Darrieus-Savonius

- **Longitud de las Aspas (Darrieus):** Mediante cálculos basados en la velocidad del viento, la potencia deseada y el radio del rotor, se determinará la longitud adecuada de las aspas Darrieus, teniendo en cuenta su curvatura y montaje vertical.
- **Diseño de Aspas Savonius:** Se establecerán las dimensiones apropiadas de las aspas Savonius en función de la velocidad del viento y la potencia deseada. Las aspas Savonius son semicirculares y se instalan de manera horizontal.

3. Materiales y Construcción

- **Materiales de las Aspas:** Se llevará a cabo la selección de los materiales más idóneos para la construcción de las aspas, considerando opciones como fibra de vidrio, aluminio y otros materiales compuestos. La durabilidad y la resistencia a la corrosión serán factores clave en esta elección.

4. Diseño Aerodinámico

- **Perfil Aerodinámico:** Se realizará el diseño del perfil aerodinámico de las aspas con el objetivo de maximizar la eficiencia y minimizar la resistencia al viento. Esto implicará definir la forma y la curvatura adecuadas para las aspas.
- **Ángulo de Ataque:** Se calculará el ángulo de ataque óptimo para las aspas en función de la velocidad del viento y la geometría del rotor.

5. Fabricación y Montaje

- **Fabricación de las Aspas:** Las aspas se construirán de acuerdo con las especificaciones de diseño utilizando técnicas apropiadas de fabricación, como el moldeo por inyección o la fabricación manual.

- **Montaje:** Las aspas se instalarán en el rotor o en el sistema Darrieus-Savonius de manera que estén perfectamente equilibradas y alineadas.

6. Pruebas y Optimización

- **Pruebas de Rendimiento:** Se llevarán a cabo pruebas de rendimiento en condiciones reales de viento para verificar que las aspas generen la potencia esperada.
- **Ajustes:** Si es necesario, se realizarán ajustes en el diseño o la geometría de las aspas para optimizar la eficiencia y el rendimiento del sistema.

7. Mantenimiento y Monitoreo

- **Mantenimiento:** Se establecerá un programa de mantenimiento periódico para inspeccionar y mantener las aspas en óptimo estado de funcionamiento.
- **Monitoreo:** Se implementarán sistemas de monitoreo para supervisar de forma continua el rendimiento de las aspas y detectar cualquier problema o desgaste prematuro.

5.1.2 Base del equipo

Metodología:

En cuanto al proceso de construcción de la base del equipo, la metodología empleada es la siguiente:

1. **Diseño y Planificación:** Antes de comenzar la fabricación, se lleva a cabo una planificación detallada que incluye el diseño de las dimensiones de la base. Se consideran las dimensiones de las láminas de acrílico y cualquier carga que deba soportar.
2. **Corte de los Tubos o Barras:** Los tubos o barras se cortan según las dimensiones especificadas en el diseño. Se realiza una medición precisa y se marcan los puntos de corte antes de proceder con la operación.
3. **Montaje de la Estructura:** La estructura se ensambla utilizando tornillos, tuercas y arandelas. El proceso de montaje se inicia desde la parte inferior, y se verifica que la estructura esté nivelada utilizando un nivel.
4. **Preparación de las Láminas de Acrílico:** Se miden y marcan las láminas de acrílico de acuerdo con las dimensiones establecidas en el diseño. Posteriormente, se cortan las láminas de acrílico con precisión, utilizando una sierra o cortador de vidrio para lograr cortes limpios y rectos.
5. **Montaje de las Láminas de Acrílico:** Las láminas de acrílico se colocan sobre la estructura y se asegura que estén niveladas y alineadas correctamente. Para sujetarlas en su lugar, se utilizan clips o adhesivos adecuados.
6. **Acabado y Ajustes:** Se realiza una revisión exhaustiva de la base para garantizar que esté nivelada y que las láminas de acrílico estén correctamente aseguradas. Se efectúan ajustes si es necesario para lograr estabilidad y un acabado estético.

7. **Limpieza y Mantenimiento:** Se recomienda llevar a cabo la limpieza de la base y las láminas de acrílico utilizando un paño suave y agua jabonosa si fuera necesario. Asimismo, se establece un programa de mantenimiento regular para prolongar la vida útil de la base.

5.1.3 Sistema de transmisión de potencia de las aspas al motor

Esta sección no es posible dimensionar directamente la relación inicial final de la transmisión por lo que se requiere que realizar pruebas del alcance que posee el motor.

Metodología:

1. **Requisitos y Especificaciones**

Se definirán los requisitos de la hélice, incluyendo diámetro, paso, velocidad de rotación deseada y sentido de giro (horario o antihorario). Además, se conocerán las especificaciones del motor, como velocidad nominal, potencia de salida y par motor máximo.

2. **Selección de Materiales y Tipo de Engranajes**

Se tomará la decisión sobre el tipo de engranajes a utilizar, ya sean rectos, helicoidales, cónicos u otros, según las necesidades del sistema y la disposición de los componentes. También se seleccionarán los materiales adecuados para los engranajes, priorizando la durabilidad y la reducción del desgaste.

3. **Cálculos de Diseño**

Se calculará la relación de transmisión necesaria para igualar la velocidad de la hélice a la velocidad nominal del motor utilizando la fórmula: $\text{Relación de transmisión} = \text{Velocidad del motor} / \text{Velocidad de la hélice}$. Se determinará el módulo y el paso de los engranajes, así como el número de dientes necesario para un funcionamiento óptimo.

4. **Diseño de Ejes y Soportes**

Se llevará a cabo el diseño de los ejes que sostendrán los engranajes y se conectarán al motor y la hélice. Se incorporarán soportes y rodamientos para garantizar una operación suave y minimizar la fricción en los ejes.

5. **Simulación y Verificación**

Se utilizará software de simulación de engranajes para verificar el diseño y evaluar su funcionamiento bajo diferentes condiciones de carga y velocidad. Si es posible, se realizarán pruebas en el mundo real para validar el rendimiento del sistema de engranajes.

6. **Fabricación y Montaje**

Se fabricarán los engranajes, ejes y otros componentes de acuerdo con las especificaciones de diseño. Luego, se ensamblará el sistema de engranajes asegurándose de que esté correctamente alineado y ajustado.

7. **Pruebas y Ajustes Finales**

Se realizarán pruebas de carga para asegurarse de que el sistema de engranajes funcione de acuerdo con las especificaciones bajo diversas condiciones. Se realizarán ajustes finos si es necesario para optimizar el rendimiento.

8. Mantenimiento y Monitoreo

Se establecerá un programa de mantenimiento regular para garantizar un funcionamiento confiable del sistema de engranajes y se realizará un seguimiento continuo de su desempeño.

5.2 Diseño eléctrico:

En el diseño eléctrico de este proyecto, se consideraron dispositivos de corriente continua para la sección de generación de energía eólica, porque facilitan el control de la velocidad del viento. Para ello, se evaluaron dos opciones principales en cuanto a motores y la electrónica de alimentación del sistema.

5.2.1 Motores DC como Generadores:

- **Simplicidad de Conexión:** Los motores de corriente continua pueden utilizarse directamente como generadores al conectarlos mecánicamente a las aspas. Esta facilidad de conexión simplifica su implementación en sistemas de generación eólica caseros.
- **Control Preciso de la Velocidad:** Los motores de corriente continua permiten un control preciso de la velocidad de rotación, lo cual es ventajoso para ajustar la generación de energía según las condiciones del viento. Esto puede mejorar la eficiencia en comparación con los motores de corriente alterna (CA) que operan a una frecuencia fija.
- **Eficiencia en Bajas Velocidades de Viento:** Los motores de corriente continua son capaces de generar electricidad incluso a bajas velocidades de viento, lo que los hace adecuados para áreas con vientos variables.
- **Menor Requerimiento de Electrónica:** Los motores de corriente continua tienden a requerir menos componentes electrónicos para la conversión de energía en comparación con los motores de corriente alterna, lo que puede simplificar el sistema.

5.2.2 Motores AC como Generadores:

- **Mayor Eficiencia a Velocidades Altas:** Los motores de corriente alterna, como los generadores síncronos de imanes permanentes, tienden a ser más eficientes a altas velocidades de viento. Esto puede resultar en una mayor producción de energía en áreas con vientos fuertes y constantes.
- **Mayor Escalabilidad:** Los sistemas de generación eólica a gran escala suelen utilizar motores de corriente alterna debido a su capacidad para escalarse fácilmente y generar grandes cantidades de electricidad.

- **Requiere Inversores:** Los motores de corriente alterna generan corriente alterna, por lo que se necesita un inversor para convertir la corriente en continua para su uso en la red eléctrica o en dispositivos de corriente continua. Esto puede agregar costos y complejidad al sistema.
- **Menos Control de Velocidad:** Los motores de corriente alterna pueden ser menos flexibles en términos de control de velocidad en comparación con los motores de corriente continua. Esto puede limitar la adaptabilidad del sistema a condiciones variables de viento.

6.3.3 Definición de redes eléctricas y mediciones del sistema

1. Identificación de Requisitos y Componentes

- **Determina los Requisitos del Sistema:** Se deben comprender las necesidades de alimentación de corriente continua para los equipos y las mediciones requeridas para los motores, incluyendo voltaje, corriente, tipo de sensores, entre otros.
- **Selección de Componentes:** Se deben comprender las necesidades de alimentación de corriente continua para los equipos y las mediciones requeridas para los motores, incluyendo voltaje, corriente, tipo de sensores, entre otros.

2. Diseño de Alimentación DC

- **Fuente de Alimentación DC:** Seleccionar la fuente de alimentación de corriente continua adecuada que cumpla con los requisitos de voltaje y corriente para los equipos, asegurándose de que pueda proporcionar la potencia necesaria.
- **Distribución de Energía:** Diseñar un sistema de distribución de energía que incluya reguladores de voltaje, interruptores y fusibles para garantizar un suministro de energía confiable y seguro a los equipos.

3. Cableado y Conexiones

- **Selección de Cables:** Seleccionar cables de corriente continua del calibre adecuado para minimizar las pérdidas de voltaje y garantizar conexiones seguras y confiables.
- **Conexiones Correctas:** Conectar los equipos a la fuente de alimentación de corriente continua siguiendo las polaridades correctas y asegurándose de que todas las conexiones estén bien ajustadas.

4. Integración de Sistemas de Medición

- **Sensores y Transductores:** Conectar los equipos a la fuente de alimentación de corriente continua, siguiendo las polaridades correctas y asegurándose de que todas las conexiones estén bien ajustadas.
- **Cableado de Sensores:** Conectar los sensores a los controladores o instrumentos de medición utilizando cables adecuados y siguiendo las especificaciones del fabricante.

5. Configuración de Controladores e Instrumentación

- **Programación de Controladores:** Configurar y programar los controladores para adquirir y procesar datos de los sensores, así como para controlar el funcionamiento de los motores según sea necesario.
- **Calibración:** Realizar la calibración de los sistemas de medición para garantizar lecturas precisas y coherentes con las condiciones reales.

6. Pruebas y Validación

- **Pruebas Iniciales:** Realizar pruebas iniciales para asegurarse de que los equipos de corriente continua funcionen correctamente y de que los sistemas de medición proporcionen datos precisos.
- **Ajustes y Optimización:** Realizar ajustes en la configuración o en los controladores según sea necesario para optimizar el rendimiento del sistema.

7. Monitoreo y Mantenimiento

- **Monitoreo Continuo:** Implementar un sistema de monitoreo continuo para supervisar el funcionamiento de los equipos de corriente continua y los sistemas de medición.
- **Mantenimiento Regular:** Establecer un programa de mantenimiento preventivo para garantizar que todos los componentes estén en buen estado y reemplazar cualquier componente defectuoso.

7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y ESTÉTICAS

Mecanizado del proyecto

Base

Proceso para pintar la base con esmalte sintético proanox

Materiales y herramientas necesarios:

- Acero ASTM A36 limpio y preparado.
- Esmalte sintético Proanox.
- Brochas, rodillos, o pistolas de pintura.
- Lijas de diferentes granos (80, 120, y 220).
- Papel de lija o lana de acero.
- Limpiador de superficies (puede ser agua y detergente suave).
- Trapos o paños limpios.
- Equipo de protección personal (gafas de seguridad, guantes, mascarilla).

Pasos para pintar sobre acero A36 con esmalte sintético Proanox:

Preparación de la superficie:

Comienza por asegurarte de que la superficie de acero A36 esté limpia, seca y libre de óxido, grasa, polvo o cualquier otro contaminante. Si la superficie tiene óxido, deberás eliminarlo con una lija o lana de acero y luego limpiarlo bien.

Lijado y preparación:

Lija la superficie con papel de lija de grano grueso (aproximadamente 80) para darle rugosidad y mejorar la adherencia de la pintura. Luego, lija nuevamente con papel de lija de grano más fino (120) para alisar la superficie. Finalmente, utiliza papel de lija de grano muy fino (220) para obtener una superficie suave.

Limpieza de la superficie:

Limpia la superficie lijada con un trapo o paño limpio y un limpiador de superficies adecuado o agua con detergente suave. Asegúrate de eliminar cualquier residuo de polvo o grasa.

Aplicación del esmalte:

Sigue las instrucciones específicas del fabricante del esmalte Proanox para su aplicación. Por lo general, se aplica con brocha, rodillo o pistola de pintura. Aplica una capa uniforme de esmalte sintético, siguiendo un patrón de pintura consistente. Puede ser necesario aplicar varias capas del esmalte, con tiempos de secado entre capas, según las recomendaciones del fabricante.

Secado:

Deja que el esmalte sintético seque completamente según las instrucciones del fabricante. El tiempo de secado puede variar según las condiciones ambientales y la marca del esmalte.

Inspección y retoque:

Después del secado, inspecciona la superficie en busca de áreas que puedan necesitar retoques o correcciones. Si es necesario, lija suavemente el área y aplica una capa adicional de esmalte.

Soldadura de orejas en la base

Para ensamblar todas las chapas y formar la base se colocarán orejas conectadas con puntos de soldadura para evitar los espacios que se generan al doblarlos, a su vez estas orejas tendrán un ancho de 20 mm y largo dependerá de la posición chapa es decir si es lateral, frontal, etc. El resultado se muestra en la siguiente figura:

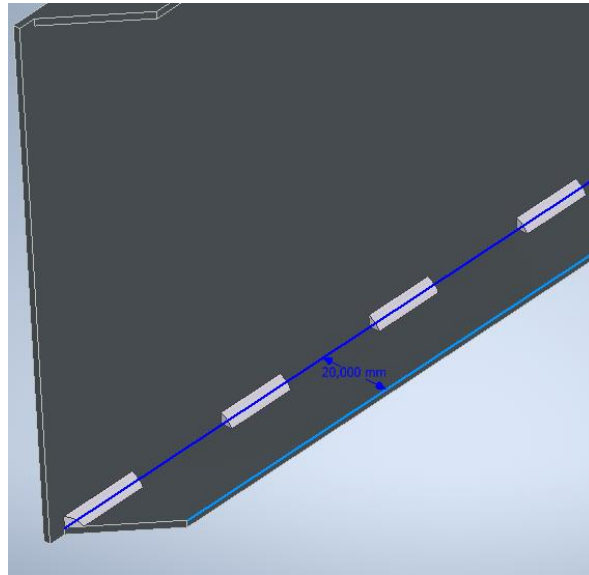


Figura 60: chapa con orejas soldadas

Uso de perfiles omegas

Para tener un refuerzo en la parte superior que es donde irán los prototipos se colocarán omegas soldadas de las partes laterales como se muestra en la figura 61, y en la figura 62 se muestra una vista explotada de todas las partes que conforman la base, para sujetar las chapas y formar la base se usarán pernos M5

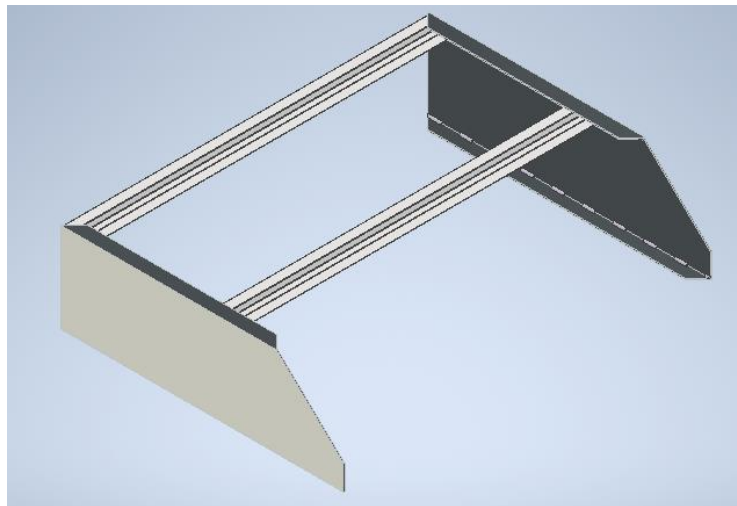


Figura 61: Omegas soldadas a las partes laterales

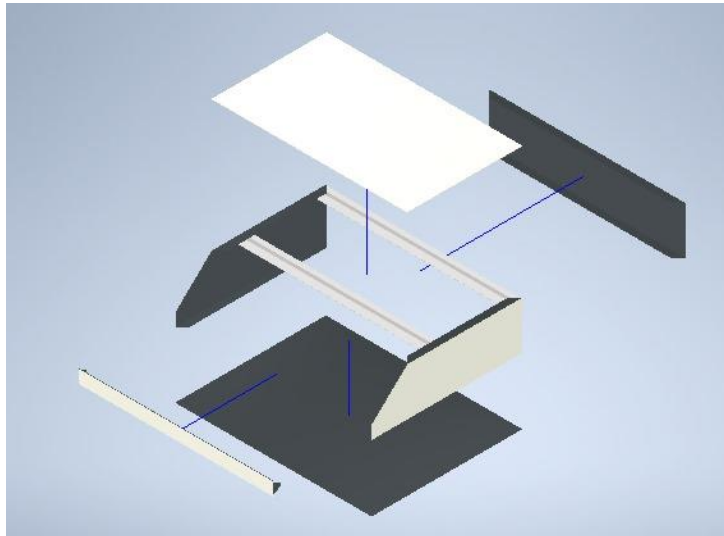


Figura 61: Vista explotada de chapas

Proceso de construcción

Corte de planchas

La plancha de acero de 1,1mm de espesor será cortada mediante laser, cada pieza requerida se especifica en la sección de planos. Considerar, que en las planchas metálicas también se deben realizar cortes de agujeros redondos para pernos, cuadrados para jaladeras, entre otros.

Soldadura de pestañas

Las piezas de plancha de las paredes laterales, superior, pared trasera y pared delantera necesitan ser fusionadas entre ellas, para ello se soldarán pestañas en las dimensiones que se aclaran en los planos, como se observa en la Figura 60, gracias a estas pestañas, después se podrá unir con pernos o tornillos las paredes.

Pintado de planchas con soldadura

Cuando cada plancha de pared se halla soldado con su correspondiente pestaña se procede a pintar todo el conjunto con pintura esmalte anticorrosivo como se detalla en la primera parte del documento.

Instalación de jaladeras

Con las paredes pintadas, se procede a instalar las jaladeras a presión, en los agujeros cortados en el primer paso.

Unión de paredes

Obtenidas las paredes con sus pestañas soldadas, se procede a unir las paredes usando pernos DIN 921 de 5 mm de diámetro por 8mm de largo; adjunto a tuercas BS 4183 y arandelas de 5 mm de diámetro.

Soldadura de perfil omega

Antes de colocar la tapa inferior, se debe soldar los perfiles omegas como se muestra en la figura 61, considerando que debe estar soldada tanto en las paredes laterales, como en la chapa metálica superior, puede ser soldad usando varios puntos de soldadura.

Instalación doble fondo

Con respecto al fondo de la estructura, primero se le debe instalar separadores y proceder con el doble fondo, donde se colocan los componentes electrónicos, finalmente la tapa se une con los pernos al resto de la estructura.

Instalación de placa frontal

Finalmente se debe instalar la placa frontal, donde se colocan los displays de datos, además de la configuración general del equipo, se deben usar los mismos pernos señalados con anterioridad.

Mecanizado del ventilador:

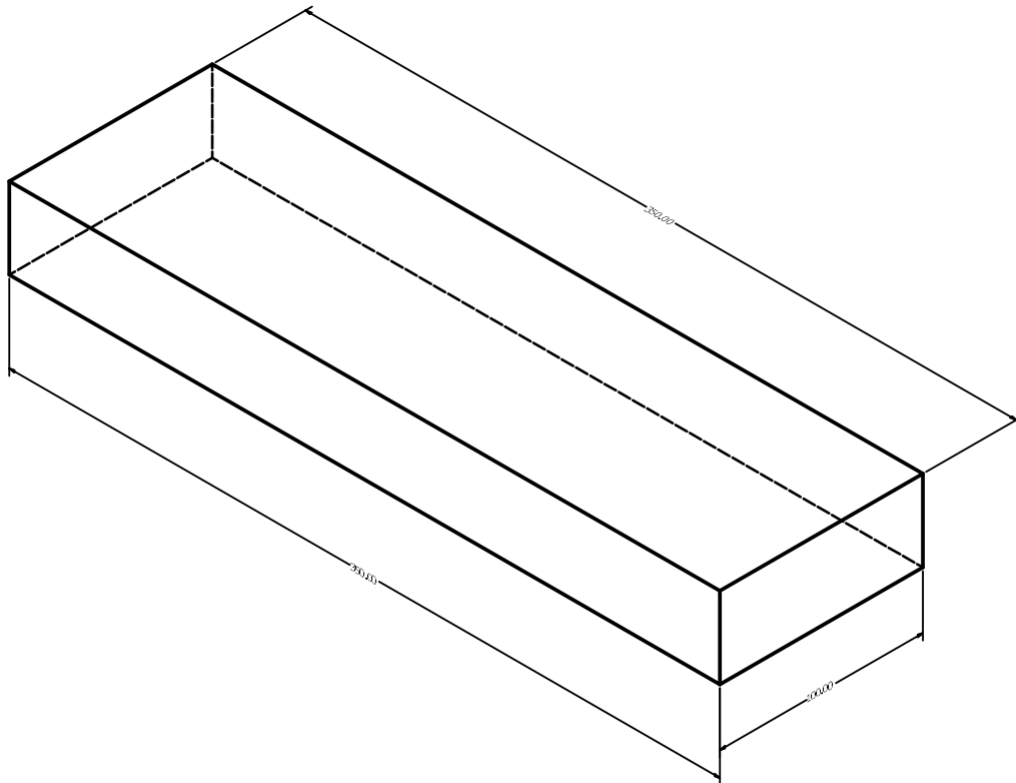
Materiales y herramientas necesarias:

- Motor eléctrico sin escobillas A2212/13T.
- Aspas del ventilador de 26 cm.
- Estructura de soporte.
- Cableado eléctrico.
- Tornillos y tuercas.
- Destornillador.
- Alicates.

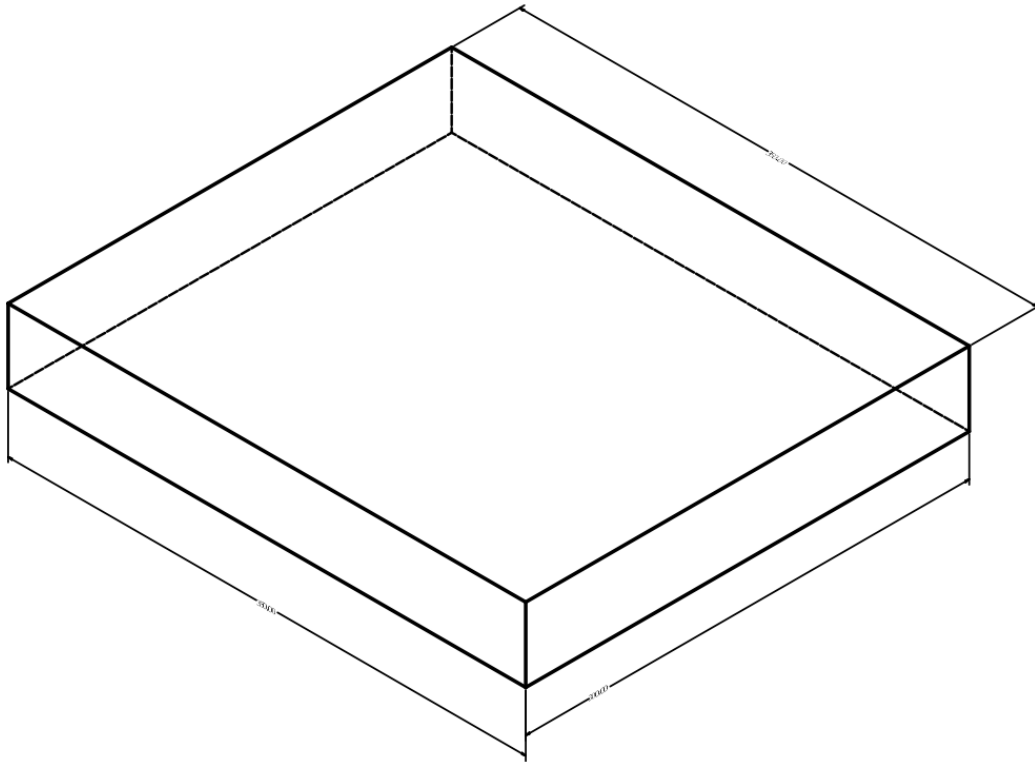
Pieza de trabajo:

Se utilizarán dos piezas de acero HSS HRC63, las cuales tienen las siguientes medidas:

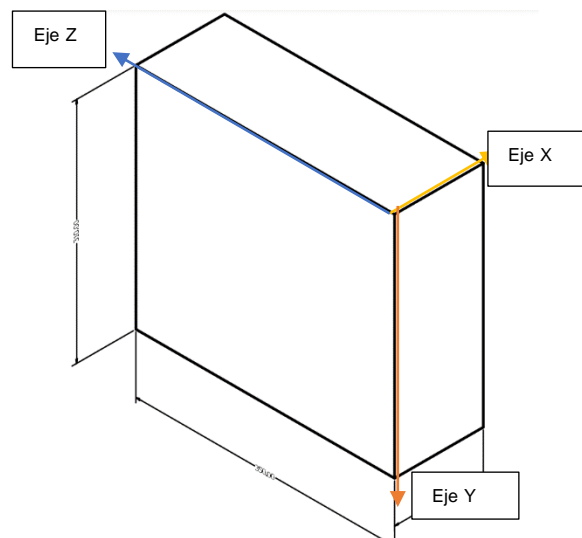
Pieza de acero HSS HRC63 de 350 mm x 100 mm x 40 mm



Pieza de acero HSS HRC63 de 350 mm x 300 mm x 50 mm

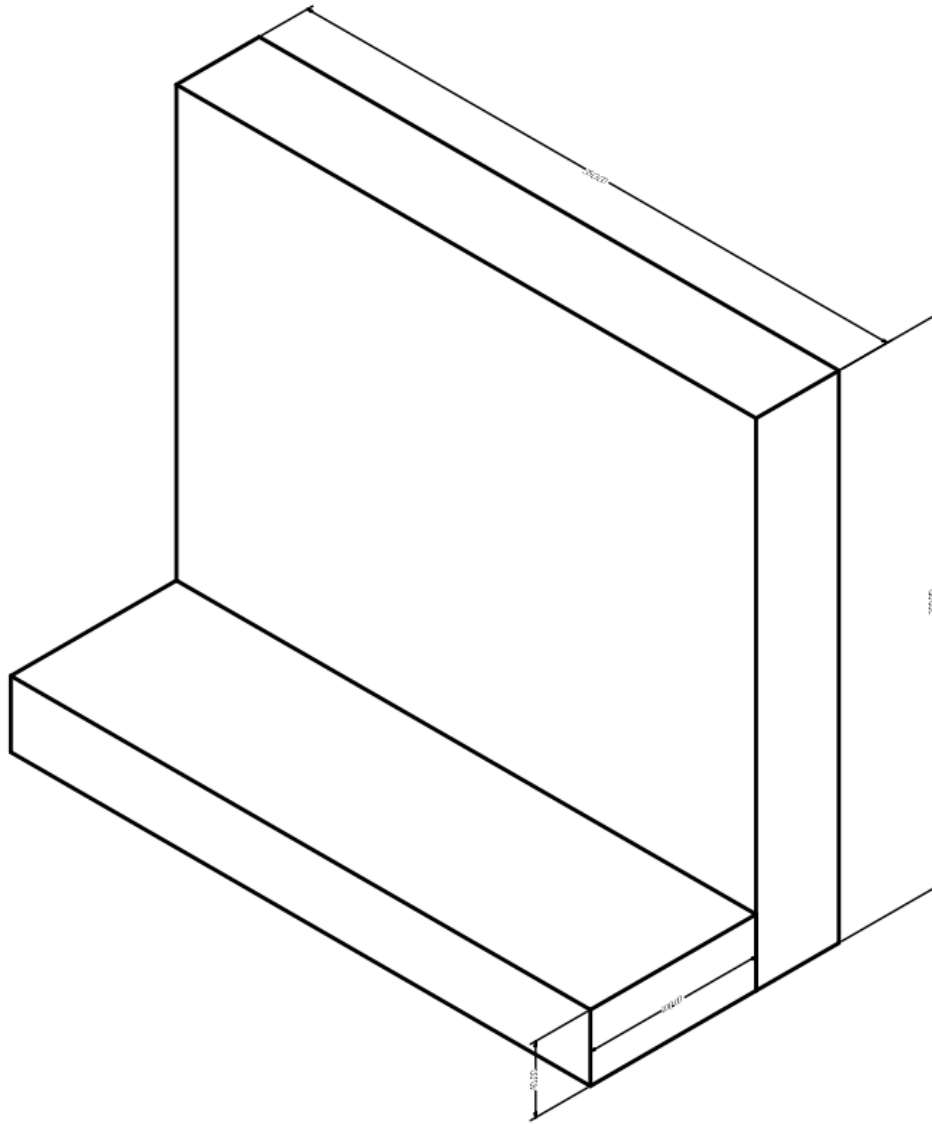


En base a un sistema de coordenadas de un bloque de 35cm x 12 cm x 310cm se realiza el maquinado.



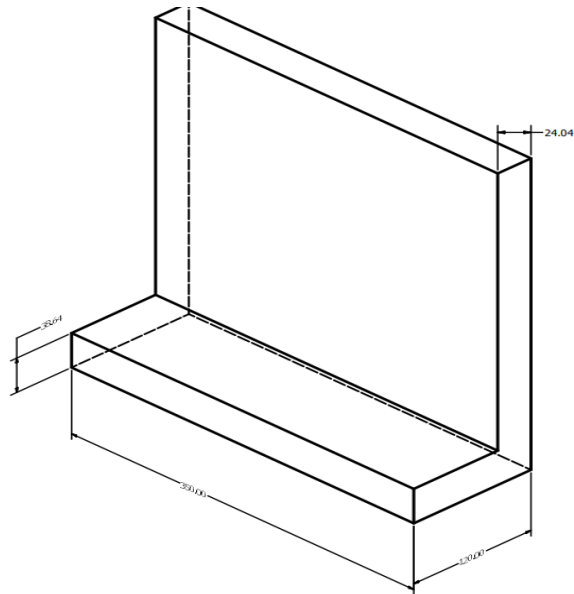
Mecanizado de la base:

Antes de realizar el desbaste es necesario unir las dos placas de acero mediante soldadura MIG, generándose la siguiente estructura:

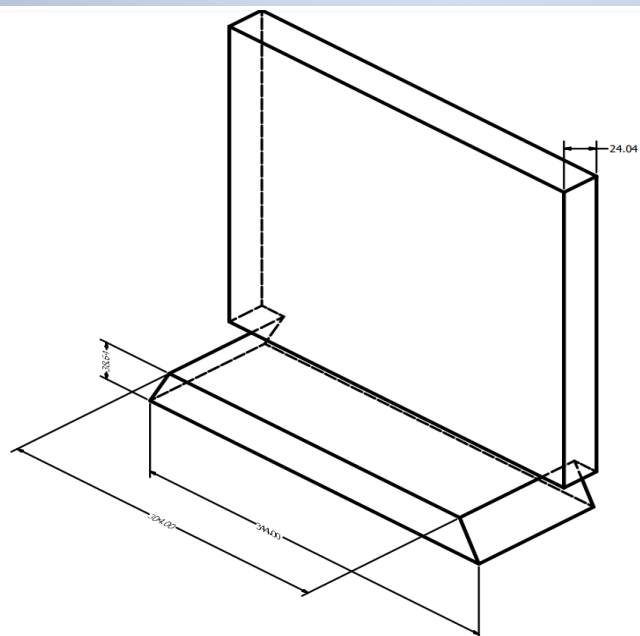
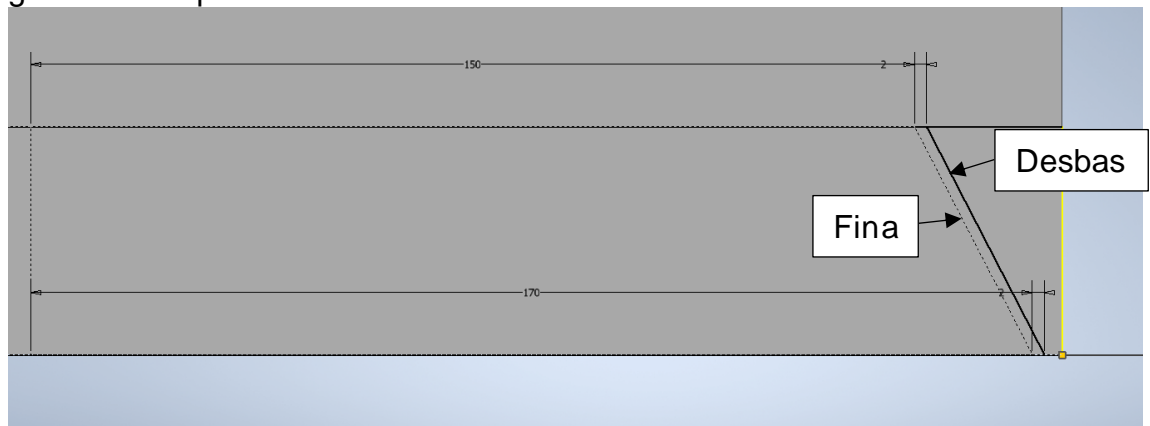


Para el desbaste de la pieza se utilizará una fresadora, el desbaste se dividirá en 3 procesos principales, los cuales son los siguientes:

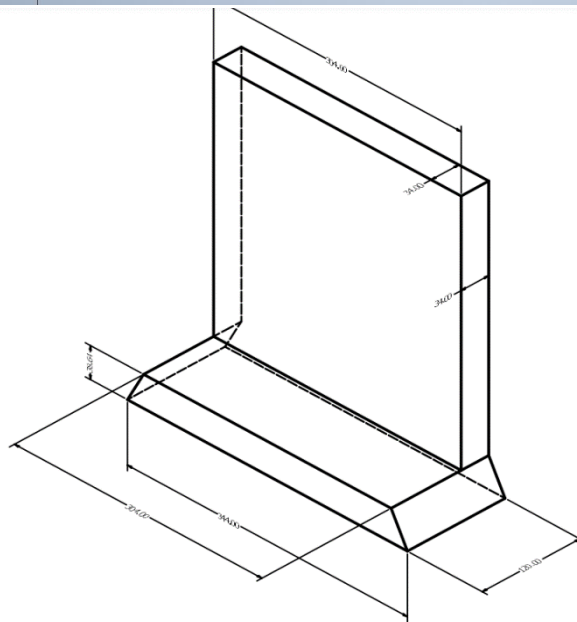
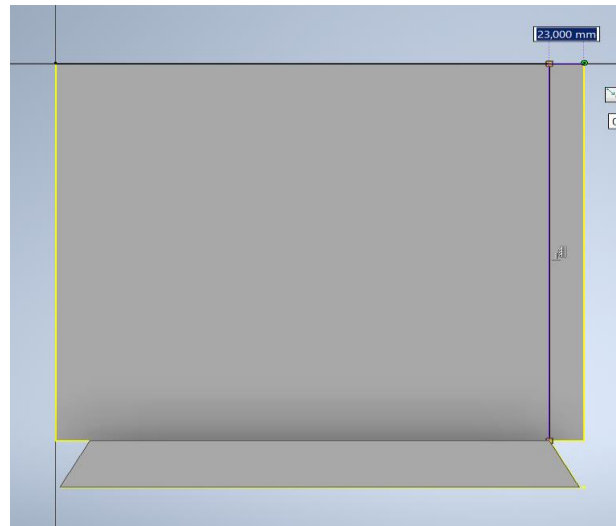
1. Desbaste de 86 cm en el eje x, y de 311,36 cm en el eje y



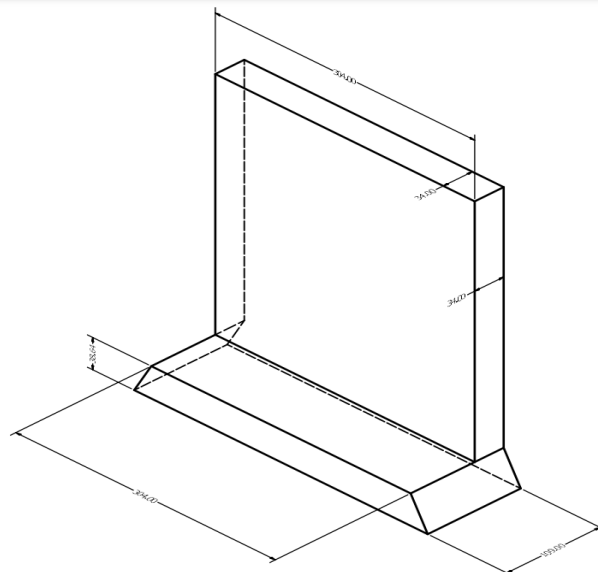
2. Desbaste con interpolación lineal para que haya 2 cm de diferencia con la geometría esperada.



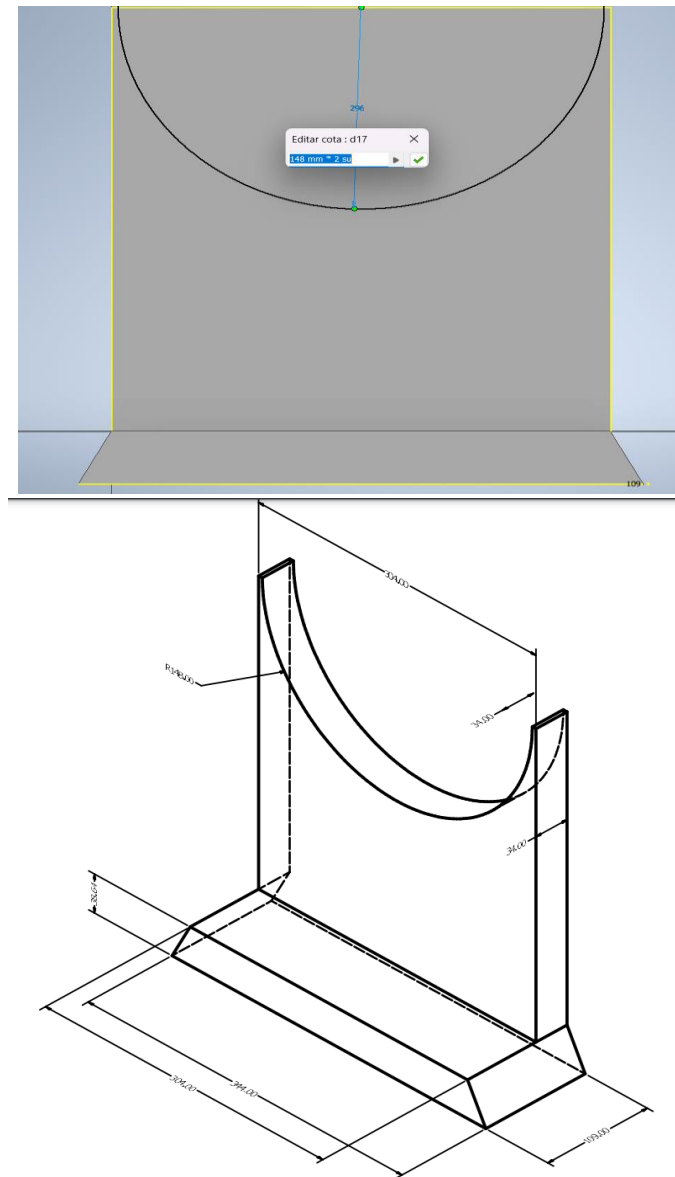
3. Desbaste en los bordes de 23 mm



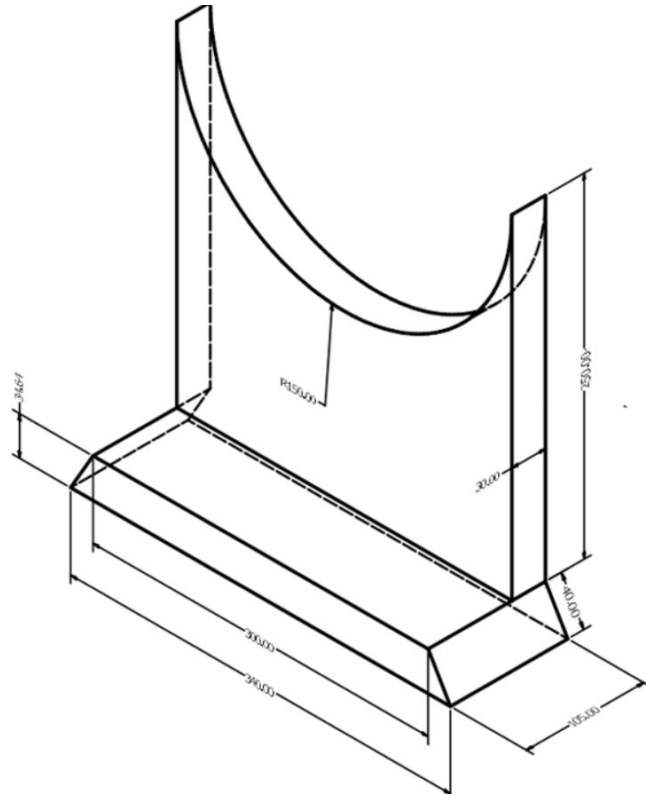
4. Fresado de 11 cm en el eje x, para la parte inferior



5. Interpolación circular de 148 cm de radio en el eje y, con una fresa plana de 40 mm de diámetro.



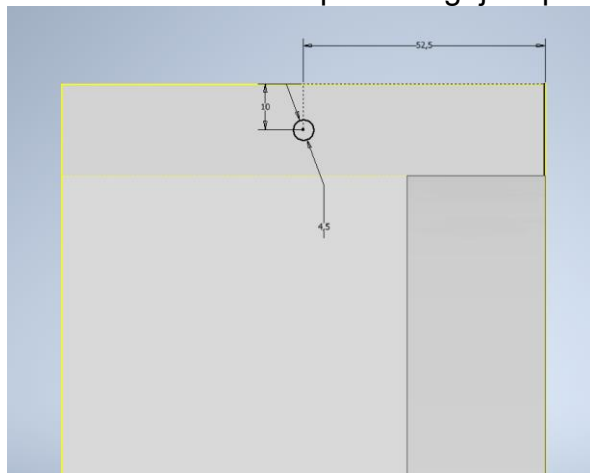
6. Acabado: La geometría obtenida tiene un espesor de 2cm respecto a la final, se requiere realizar un acabado con una profundidad de 2cm. Para la interpolación cuadrática aumentar el radio a 150 mm, y en toda la geometría quitar 2cm.



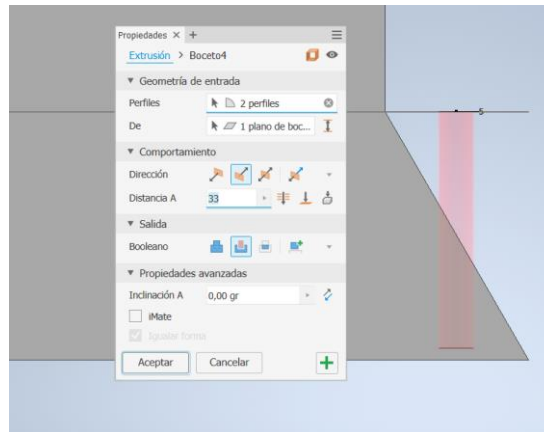
Orificios para Pernos de Conexión al Chasis:

Proceso: Se perforan orificios en la base de acero para la conexión con pernos al chasis del equipo.

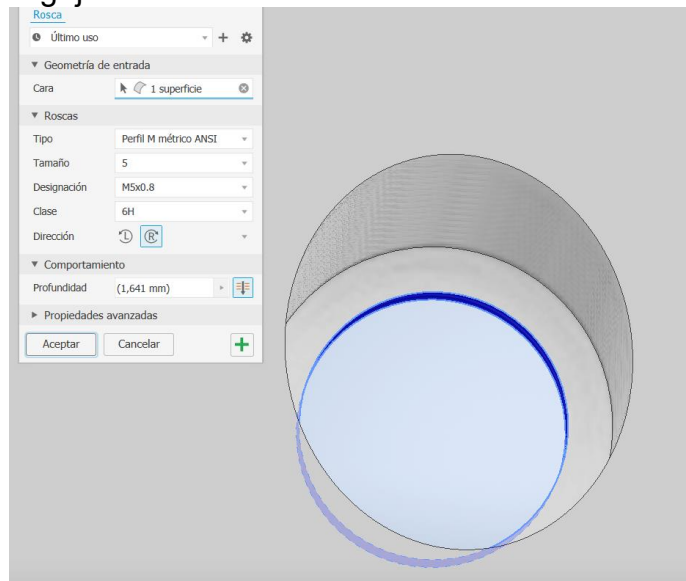
1. Taladrado de 4.5 mm de diámetro para el agujero pasante



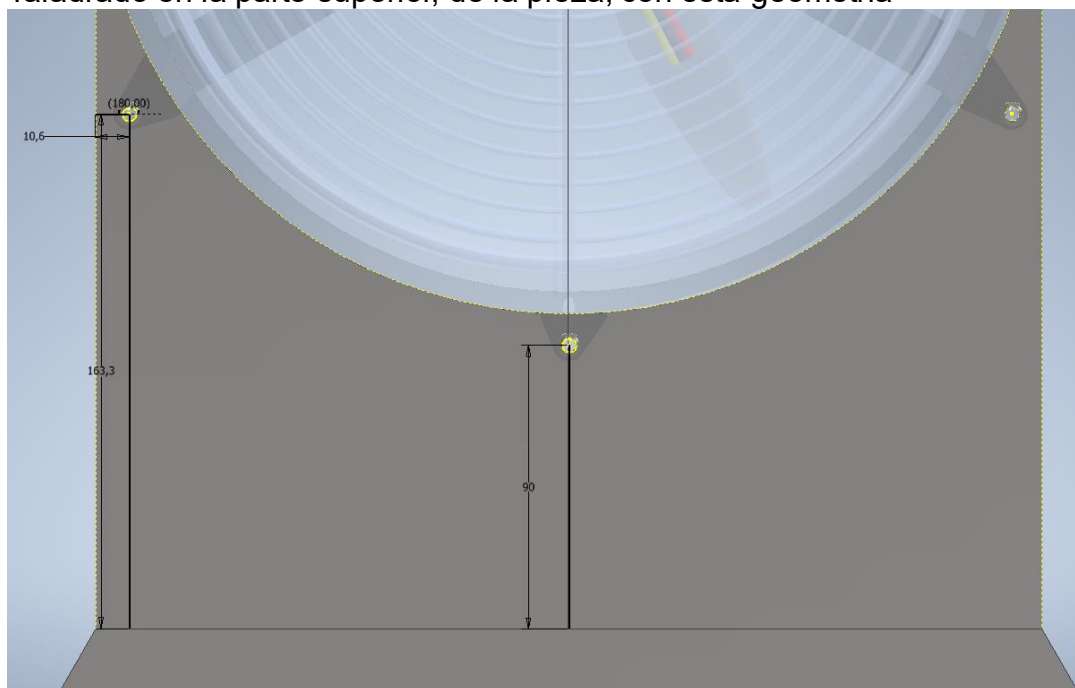
2. Taladrado de 5 mm de diámetro obteniendo un espesor de 2 mm para conexión con el chasis.



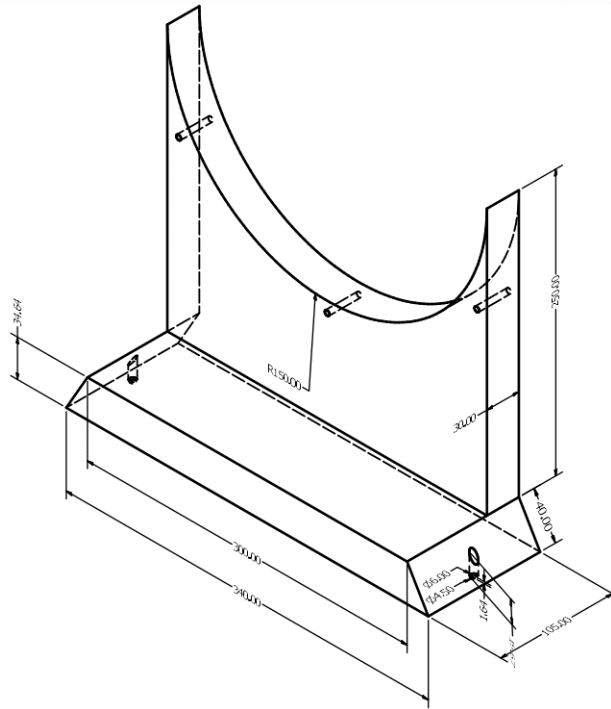
3. Roscado del agujero con un macho de roscar



4. Taladrado en la parte superior, de la pieza, con esta geometría



5. Geometría esperada



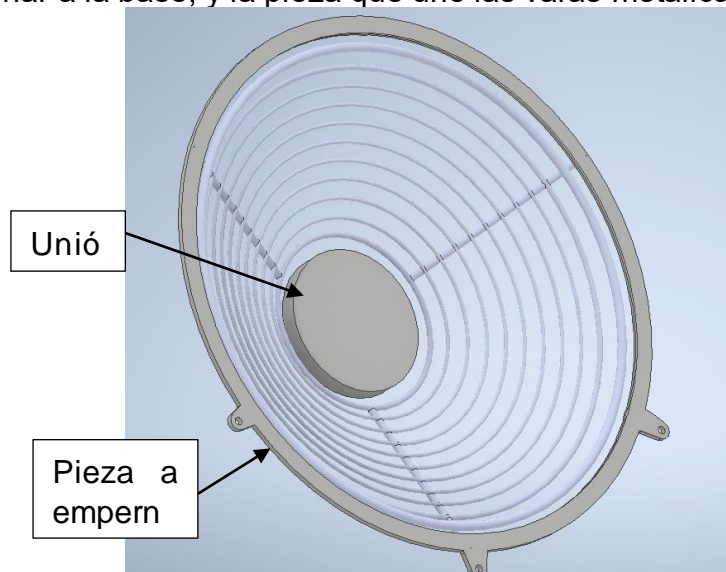
Proceso de Mecanizado de la Rendija de Protección:

Proceso: Se utilizará el moldeado como proceso de mecanizado, además de utilizar adhesivo epoxi para unir la vara de acero con la rendija de plástico.

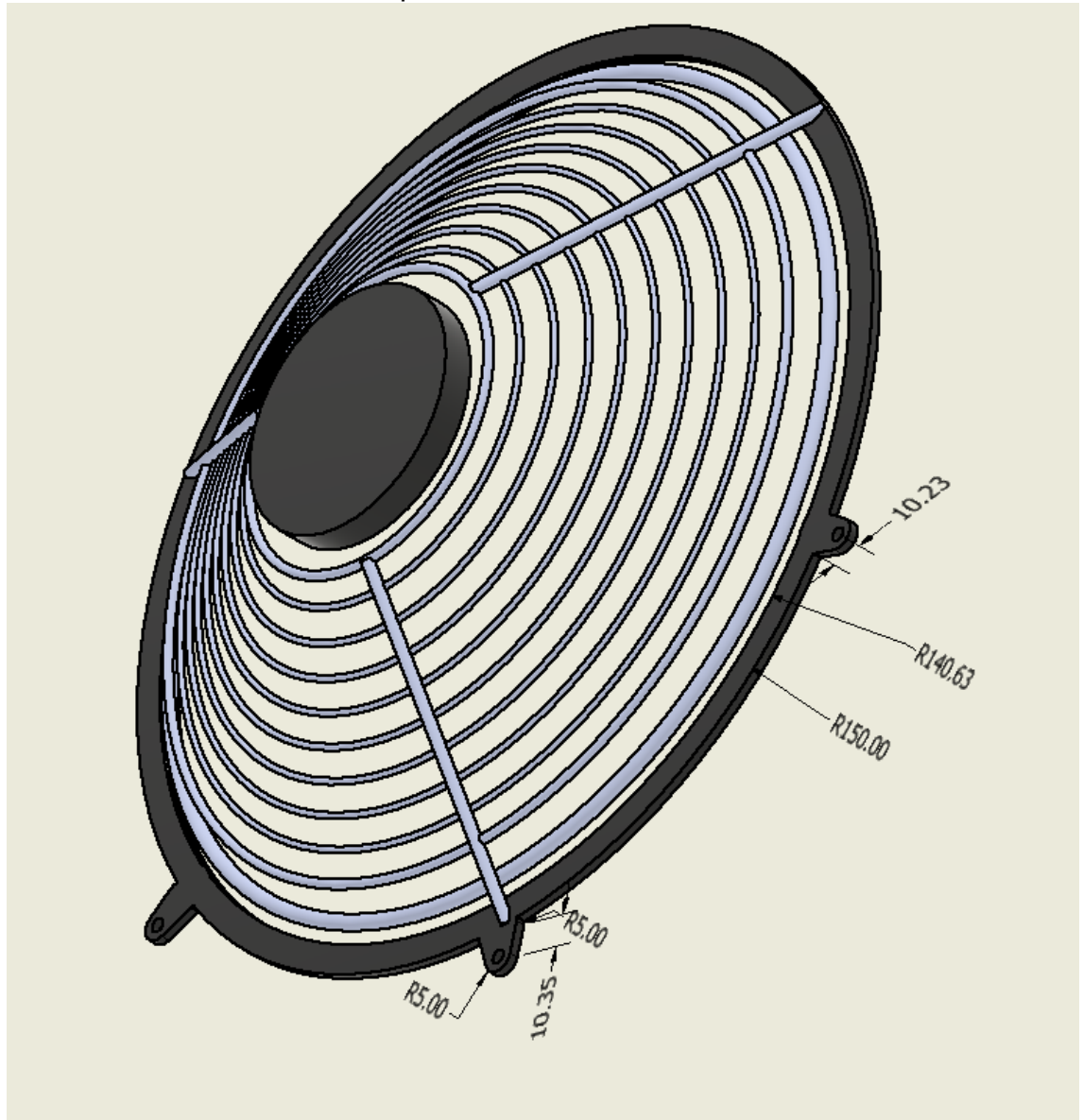
Justificación: La rendija de protección garantiza la seguridad al evitar el acceso a las aspas en movimiento y, al mismo tiempo, no interfiere significativamente con el flujo de aire generado por el ventilador. Además, el adhesivo epoxi es fuerte y versátil, adecuado para unir metales y plásticos, ofreciendo una unión duradera y resistente.

Moldeado de la parte frontal de la rendija:

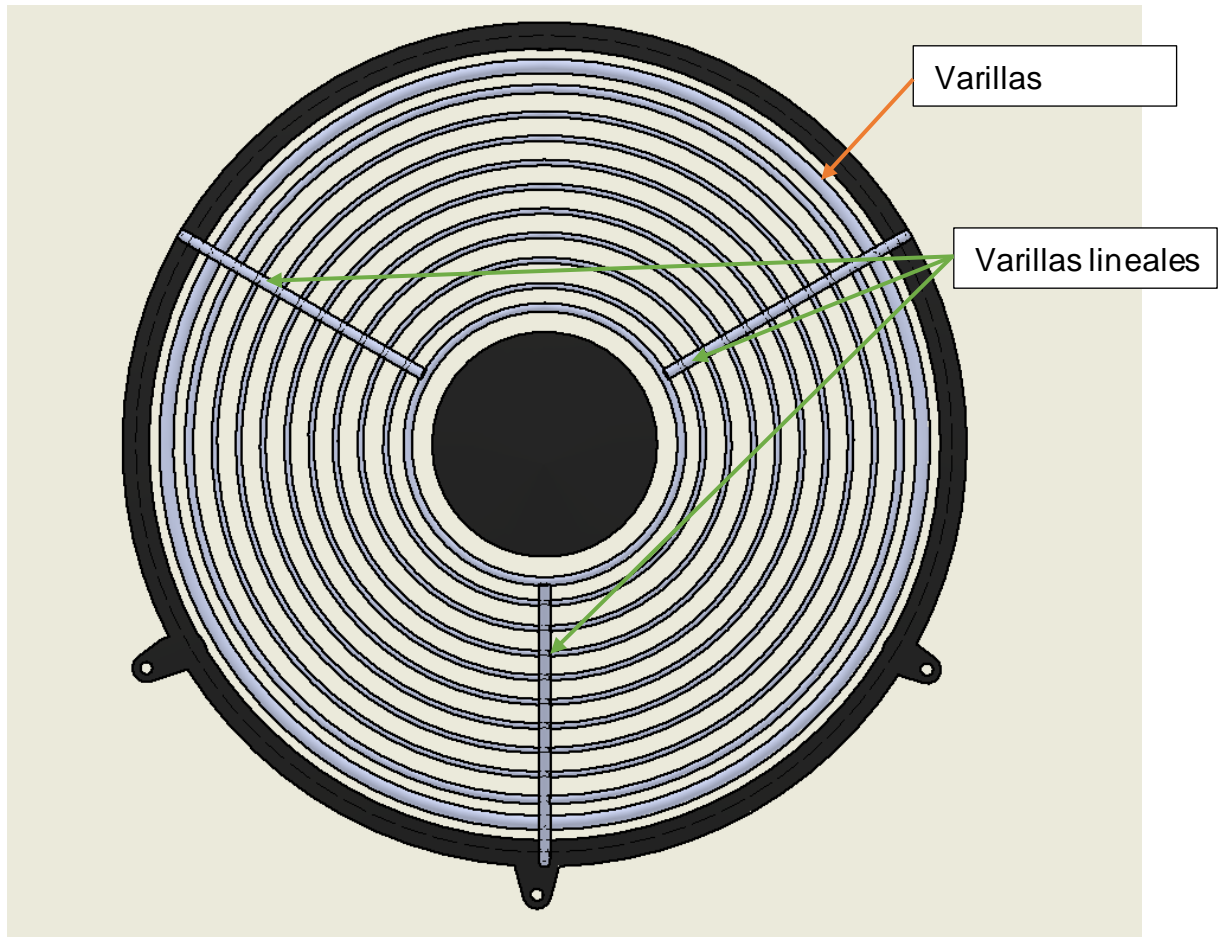
- La parte frontal se divide en dos piezas, la pieza con la cual se va a empernar a la base, y la pieza que une las varas metálicas.



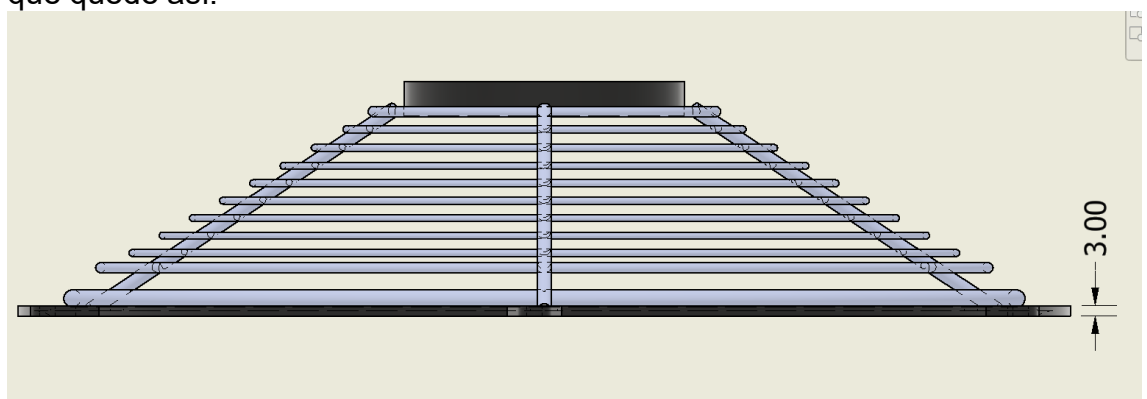
- Para la pieza de unión, es suficiente con tener un cilindro de plástico de 80 mm de diámetro y 10 mm de alto.
- La pieza para empernar se genera mediante un molde con las siguientes dimensiones. Teniendo un espesor de 3mm.



- Las varillas se dividen en 2 tipos, varillas circulares, y lineales.

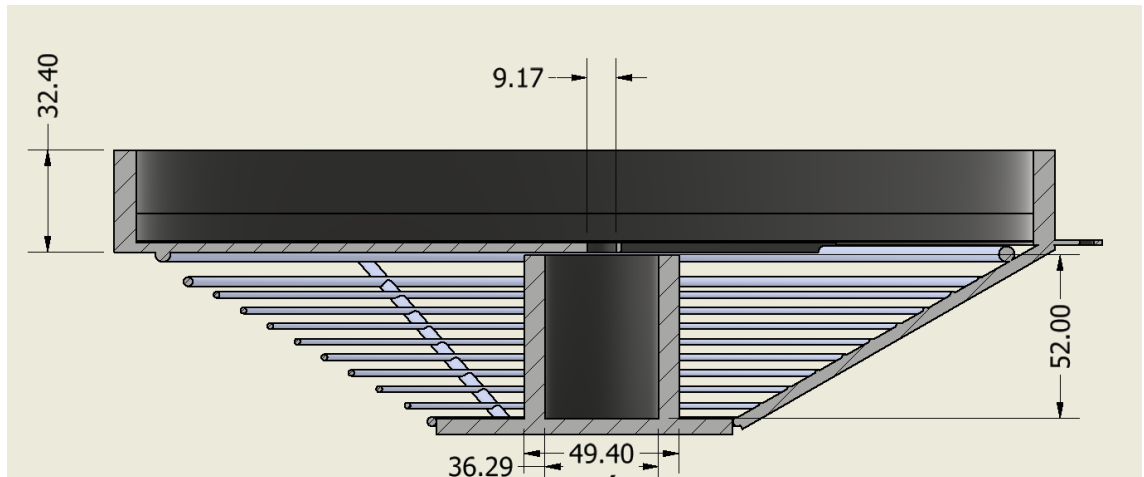


- Las varillas lineales ni circulares no necesitan mecanizado. las varillas lineales son cilindros de acero de 4 mm de radio, y 115 de alto. Mientras que las varillas circulares son cilindros que descienden su diámetro desde 274 mm a 95 mm, disminuyendo 15 mm de diámetro por cada varilla acoplada. El acople se realiza teniendo un ángulo de 35° , de tal forma que quede así.



Moldeado de la parte posterior de la rendija:

- La parte posterior de la rendija también es por moldeado, se utilizan las mismas medidas que para la parte frontal, sin embargo, se agrega una sección para poder colocar el motor sin escobillas, y una perforación para poder ubicar el eje de este.



Material para las Aspas y la Base:

Material: Acero al carbono para las aspas y la base.

Justificación: El acero al carbono es resistente y duradero, adecuado para soportar las fuerzas y condiciones de funcionamiento de un ventilador. Además, es un material ampliamente disponible en el mercado ecuatoriano.

Anemómetro

Consideraciones generales:

Tipo de Plaquita para Torno:

Se utilizan plaquitas de metal duro tipo WNMG (ISO designación WNMG080408) para los procesos de torneado.

Justificación: Las plaquitas de metal duro garantizan un mecanizado preciso y duradero en los materiales utilizados, optimizando la eficiencia de las operaciones de torneado.



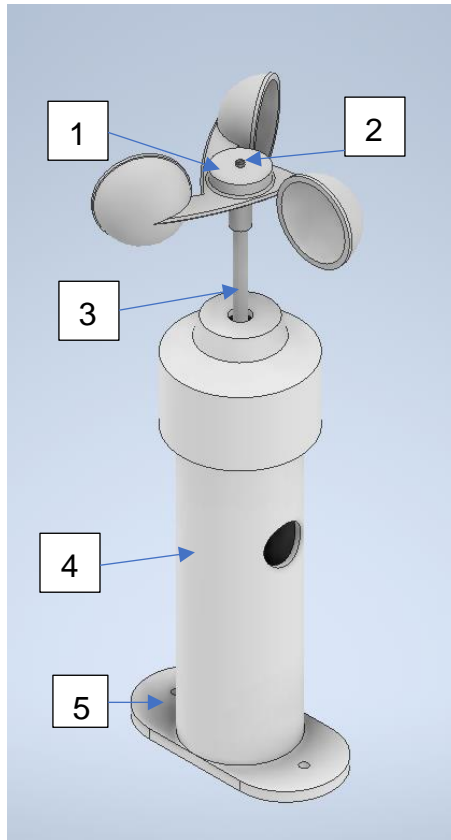
Materiales y herramientas necesarias:

- Eje de acero de 6 mm de diámetro.
- Barra de nylon, cilindro macizo, PA6, buje de anillo de nylon, 50 mm x 40 cm
- reducción – Ampliación de PVC Cónica Concéntrica de 60 mm a 30 mm de diámetro exterior

- Rodamientos radial y axial.
- Perno de acero para la conexión entre el eje y la manzana.
- Brida de acero para fijación en la base.
- **Tipo de perno:** Perno Allen de acero.
- **Herramientas de mecanizado:** Torno, fresadora, taladro.

Mecanizado del anemómetro

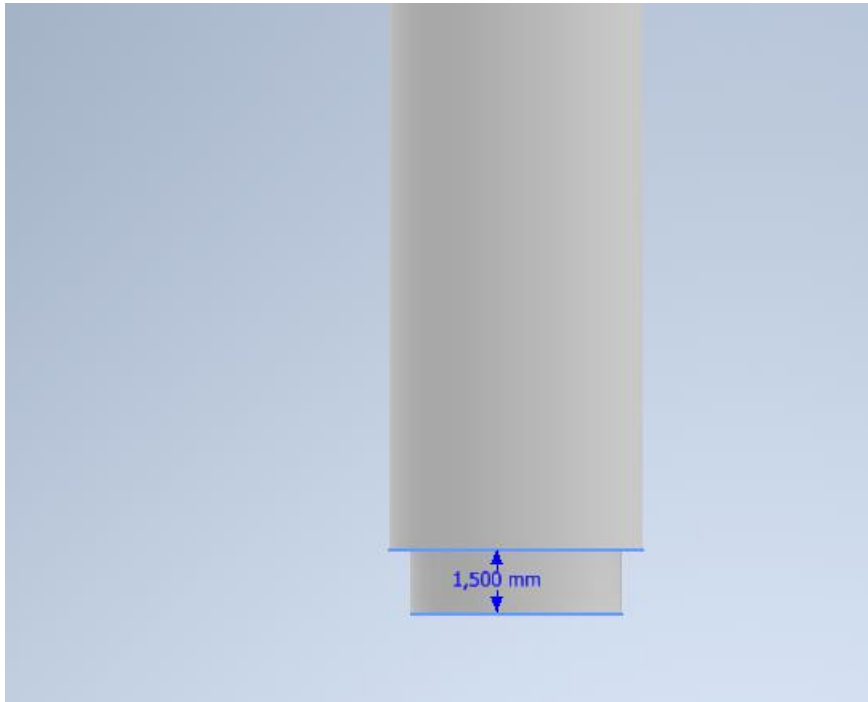
El anemómetro se divide en 5 partes, y son las siguientes:



1. Hélice
2. Conexión entre el eje y la hélice.
3. Tapa superior
4. Cuerpo central
5. Brida personalizada

Proceso de Mecanizado del Eje:

Refrentado del Extremo:



Proceso: Se refrenta el extremo del eje de acero de 6 mm de diámetro en un torno hasta alcanzar 5 mm de diámetro en un largo de 1.5 mm. Se utiliza una plaquita de corte de metal duro para garantizar una superficie precisa y lisa.

Justificación: El refrentado asegura un ajuste preciso del eje en el rodamiento axial, permitiendo un movimiento suave y eficiente.

Cuerpo del Anemómetro:

Tapa superior: Se inserta una reducción – Ampliación de PVC Cónica Concéntrica de 60 mm a 30 mm de diámetro exterior.

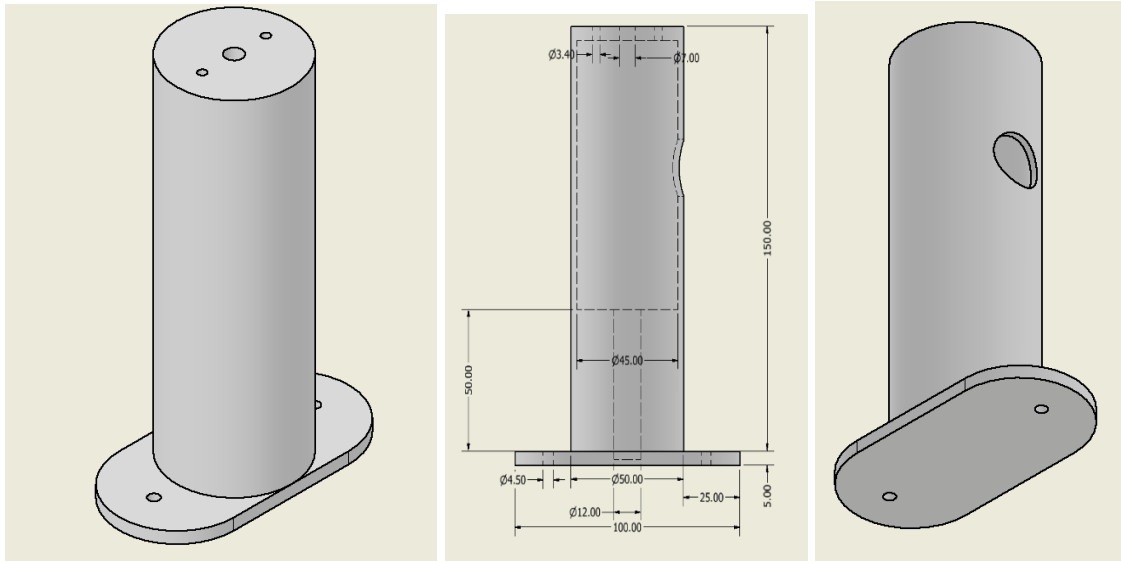


Maquinado de la base:

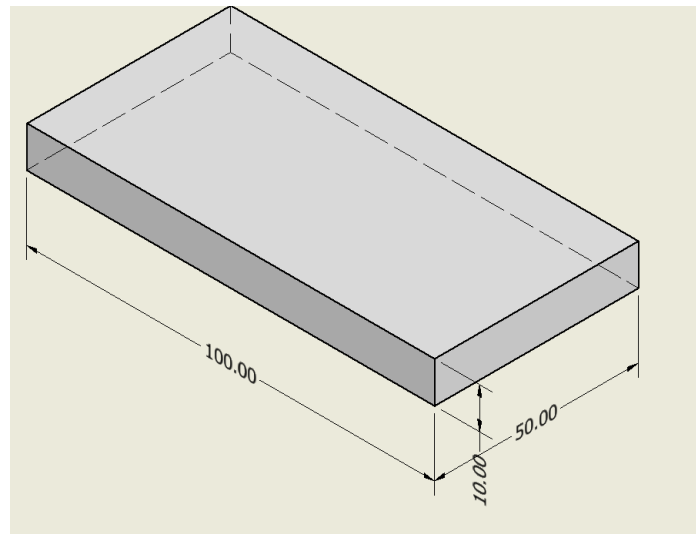
Proceso: Se mecaniza la barra de nylon de 50 mm para realizar la base del anemómetro.

Justificación: La ranura proporciona el alojamiento adecuado para el rodamiento axial, garantizando su alineación y funcionalidad.

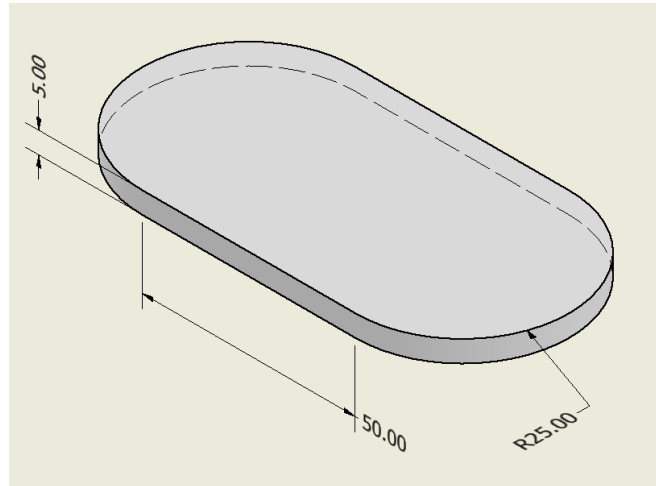
Resultado final esperado:



Fresado: La brida presente en la base del tubo se la realizará mediante un fresado de una pieza de 10 x 100 x 50 mm, con interpolación cuadrática de 25 mm de radio. De tal manera que la pieza de trabajo sea esta:



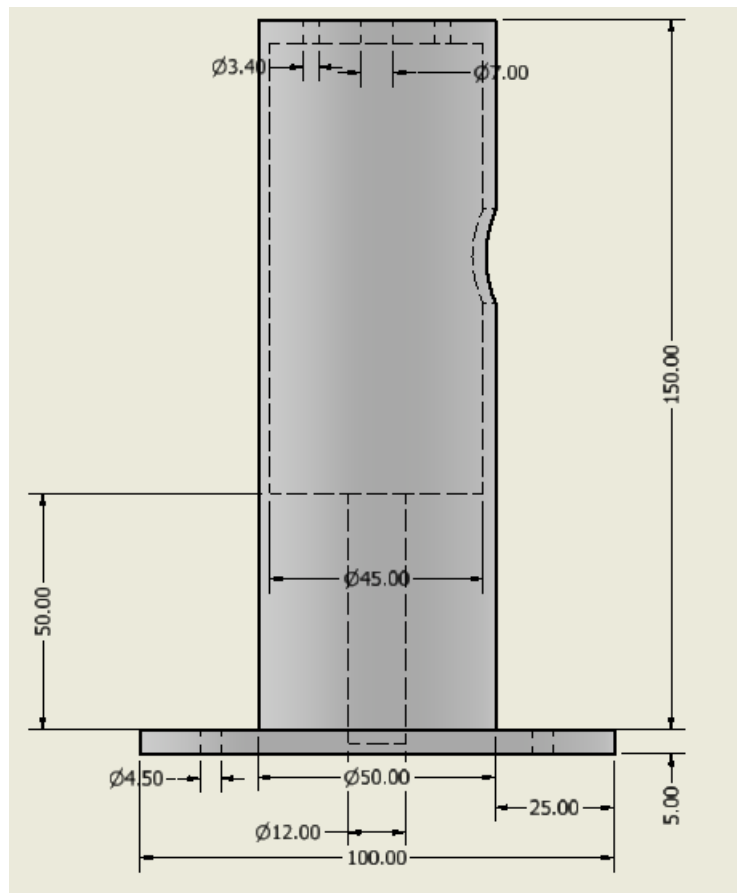
Mediante un desbaste de la superficie superior de 3 mm y un acabado en la superficie inferior y superior de 1 mm cada uno, se rebaja el espesor a 5 mm, además, mediante una interpolación cuadrática de 25 mm de radio se genera la brida esperada.



Con el mismo adhesivo epoxi se une la brida a la base de la barra de nylon de 50 mm.

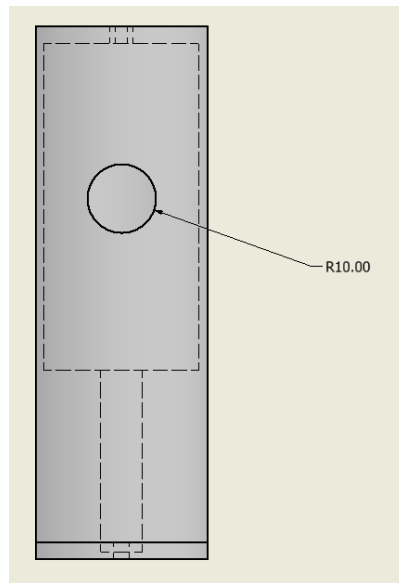
Mecanizado de la barra de nylon

Perforados: Para el mecanizado de la barra de nylon, solo se requieren de perforaciones en los puntos que se muestran a continuación. Se utilizan brocas de 3.4, 4.5, 7, 12 y 45 mm para los orificios presentes en la pieza.



El perforado de 12 mm es esencial, pues ahí se ubicara el rodamiento axial del anemómetro.

Para el perforado lateral de 10 mm, se requiere de un movimiento helicoidal de una fresa de 8 mm, o en su defecto, utilizar una broca de 10 mm.



Proceso de Mecanizado para la Conexión de Aspas con el Eje:

Perforación para Perno:

Proceso: Se perfora una apertura en la manzana que conecta las aspas con el eje utilizando un taladro de 2 mm de diámetro.

Justificación: La perforación permite la conexión segura entre el eje y la manzana, manteniendo estable la unión con las aspas.



Diseño eléctrico:

Se está diseñando una configuración para alimentar un sistema en el cual uno de los dispositivos demanda de 12 voltios mediante una fuente de corriente Alterna típica de 120V 50Hz, para ello por motivos técnicos se utiliza una fuente de alimentación conmutada. Esta fuente de alimentación se encargará de realizar la conversión y regulación del voltaje. A continuación, se describen los componentes y justificaciones

1. **Conexiones eléctricas:** dado a consideración conceptual del sistema el tipo de cable cobre a considerar es de 18AWG y 22AWG. El primero mencionado tiene la finalidad de tolerar mayor amperaje dentro un circuito eléctrico clave para las condiciones de operación del motor 555DC, usualmente es de 7 a 8 amperios. Y el último mencionado es común dentro de las conexiones que operen menor a 6 amperios lo cual lo hace ideal para circuitos de controladores.

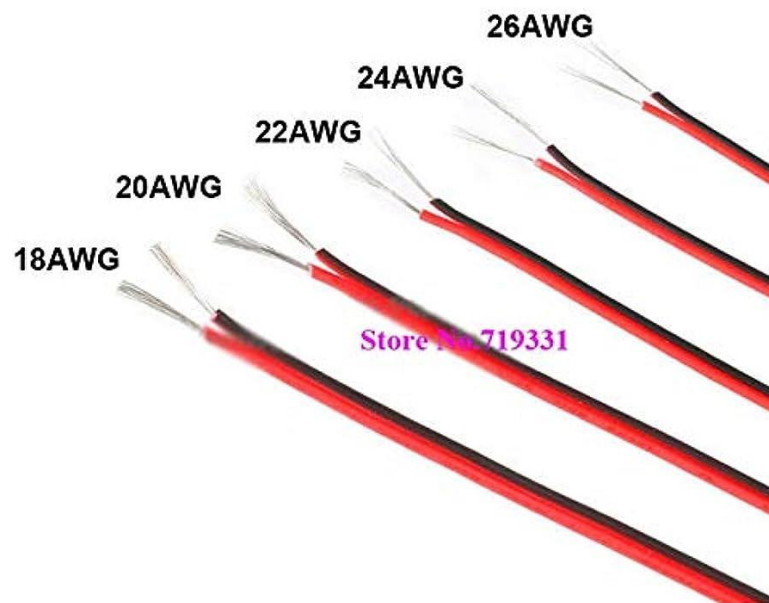


Ilustración 19 Calibre de tipos de cable

2. **Fuente de Alimentación de 12 Voltios:** Se empleará una fuente de alimentación que ofrezca una tensión nominal de 12 voltios con dos salidas. Esta fuente de energía proporcionará la tensión requerida para el funcionamiento del dispositivo final. La potencia de la fuente queda en función del consumo de los dispositivos dentro del sistema. En este caso se considera emplear una fuente.

En este caso considerando que el circuito de potencia, generador de flujo de volumétrico, posee una tensión de 12V y una corriente de 6A. El consumo del dominante es de 72 Vatios considerando un consumo bajo para el resto de componentes.



Ilustración 20 Fuente conmutada de 12V

Se sobre dimensiona la fuente conmutada de 12V amperaje de 10 A y una potencia de 120 Vatios

3. **Fuentes de reductoras de voltaje y sensores:** Se emplea una reducción de 5v debido a que las pantallas de 7 segmentos y otros dispositivos de control estan diseñadas para un voltaje nominal antes nombrado por ello es crucial reducirlo.

La fuente a emplear es un reductor de voltaje StepDown, este posee unos diferentes rangos de operación generalmente va de los de 33.v a los 15V, por medio de un trimer se realiza el respectivo ajuste a 5V aproximadamente.



Ilustración 21 Reductor de voltaje StepSDown 5v

4. **Arduino con shield:** Se utilizará un Arduino Uno como controlador principal del sistema. Este microcontrolador es versátil y ampliamente

compatible con una variedad de módulos y sensores. Para facilitar las conexiones, se empleará el shield Screw Shield, que permite una conexión rápida y segura de los componentes a través de terminales de tornillo.

- *Arduino Uno*: El Arduino Uno se encargará de coordinar todas las operaciones del sistema, incluida la lectura de sensores, el control del motor BLDC a través del ESC y la visualización de datos en la pantalla de 7 segmentos. Se debe programar con un código adecuado para las funciones requeridas.



Ilustración 22 Arduino UNO

- *Screw Shield*: El shield Screw Shield se conecta directamente a la placa Arduino Uno y facilita la conexión de cables y componentes mediante terminales de tornillo. Esto mejora la fiabilidad de las conexiones y simplifica la instalación de componentes adicionales.

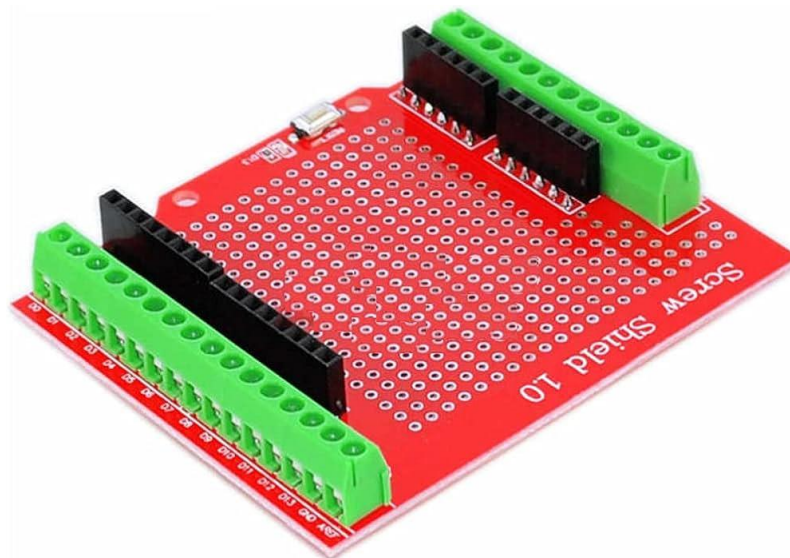


Ilustración 23 Screw Shield Arduino UNO

5. **Sensor de voltaje y corriente:** Para monitorear el consumo de corriente y la tensión del sistema, se utilizará el módulo INA219. Este dispositivo permite medir la corriente en el circuito y proporciona una lectura precisa de la tensión.
- *INA219:* El módulo INA219 se conectará al Arduino a través de pines adecuados y se configurará para medir la corriente y la tensión en el sistema. Los datos recopilados por el INA219 son útiles para el monitoreo y el control del sistema.

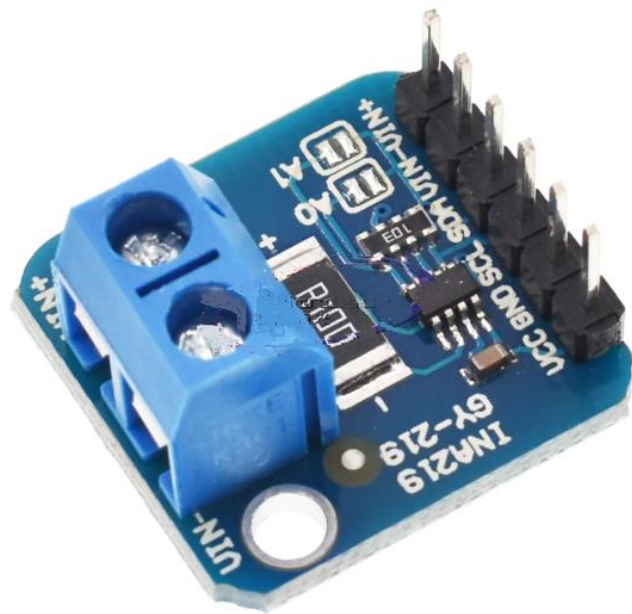


Ilustración 24 INA 219

6. **Motor BLDC con ESC:** Se empleará un motor BrushlessDC (BLDC) para el ventilador del sistema. Este tipo de motor es eficiente y proporciona un control preciso de la velocidad. Para controlar el motor, se utilizará un ESC (Electronic Speed Controller) o controlador electrónico de velocidad.
- *Motor BLDC:* El motor BLDC debe tener una clasificación de corriente de al menos 9 amperios para funcionar a su máxima capacidad. Se conectará al ESC para permitir el control de la velocidad y la dirección del giro.



Ilustración 25 Motor sin escobillas

- **ESC BLDC:** El controlador electrónico de velocidad se encargará de recibir las señales de control del Arduino y ajustar la velocidad del motor BLDC en consecuencia. Se debe configurar y calibrar adecuadamente para garantizar un funcionamiento óptimo del motor.

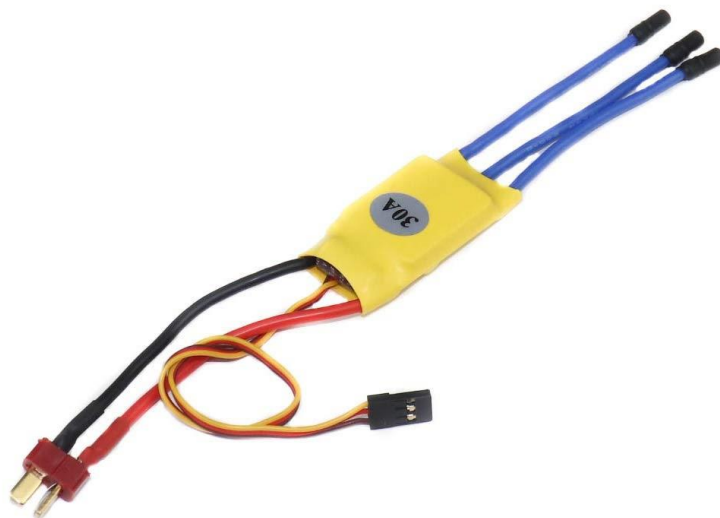


Ilustración 26 ESC BLDC

- 7. Funcionamiento del anemómetro:** El anemómetro se utilizará para medir la velocidad del viento en rpm (revoluciones por minuto). Está equipado con un encoder y un disco de encoder que se conectan directamente al Arduino para registrar y mostrar la velocidad del viento.



Ilustración 27 Encoder

- *Conexión al Arduino:* Los cables del encoder se conectarán a los pines digitales del Arduino para contar los pulsos y calcular la velocidad del viento en rpm. El código en el Arduino procesará estos datos y los mostrará en la pantalla de 7 segmentos o realizará otras acciones según sea necesario.

8. **PCBS :** Dadas las condiciones previamente mencionadas para alimentar un dispositivo con 12 voltios utilizando una fuente conmutada, se puede realizar una placa de circuito impreso (PCB) para integrar los componentes de manera eficiente. En la PCB, se diseñarán las rutas de conexión, los pads y las pistas necesarias para que los componentes funcionen correctamente y se comuniquen entre sí. Esto optimizará el espacio y la eficiencia, asegurando un suministro de 12 voltios estable y eficiente para el dispositivo.

Específicamente se deben realizar la integración de dispositivos luminicos de 7 segmentos , un integrado 74HC595 y pines para sistematizar las conexiones.

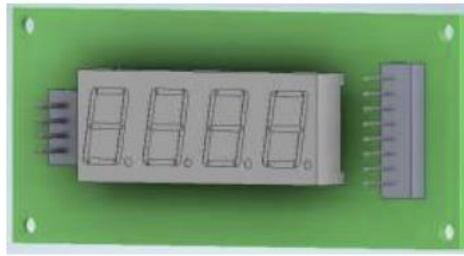


Ilustración 28 Pcb Renderizada en 3D

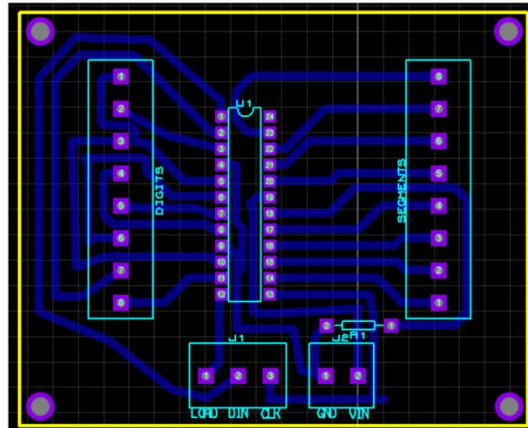


Ilustración 29 Diseño electrónico de pcb en Proteus

Adicionalmente se requiere una pcb para fijar las cargas lumínicas del generador eléctrico.

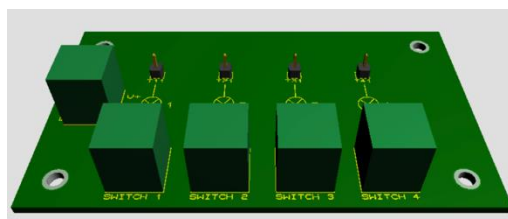
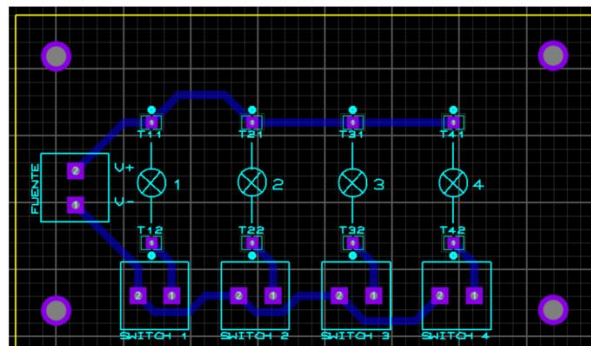


Ilustración 30 Pcb Renderizado en 3D



9. Conexiones con el controlador:

El diagrama esquemático respectivo va asociado con la funcionalidad que tiene nuestro dispositivo. En este caso debe ser capaz de obtener medir la energía eléctrica producida por el generador y transformar los datos en los valores representativos de un generador como voltaje, amperaje, potencia y velocidad.

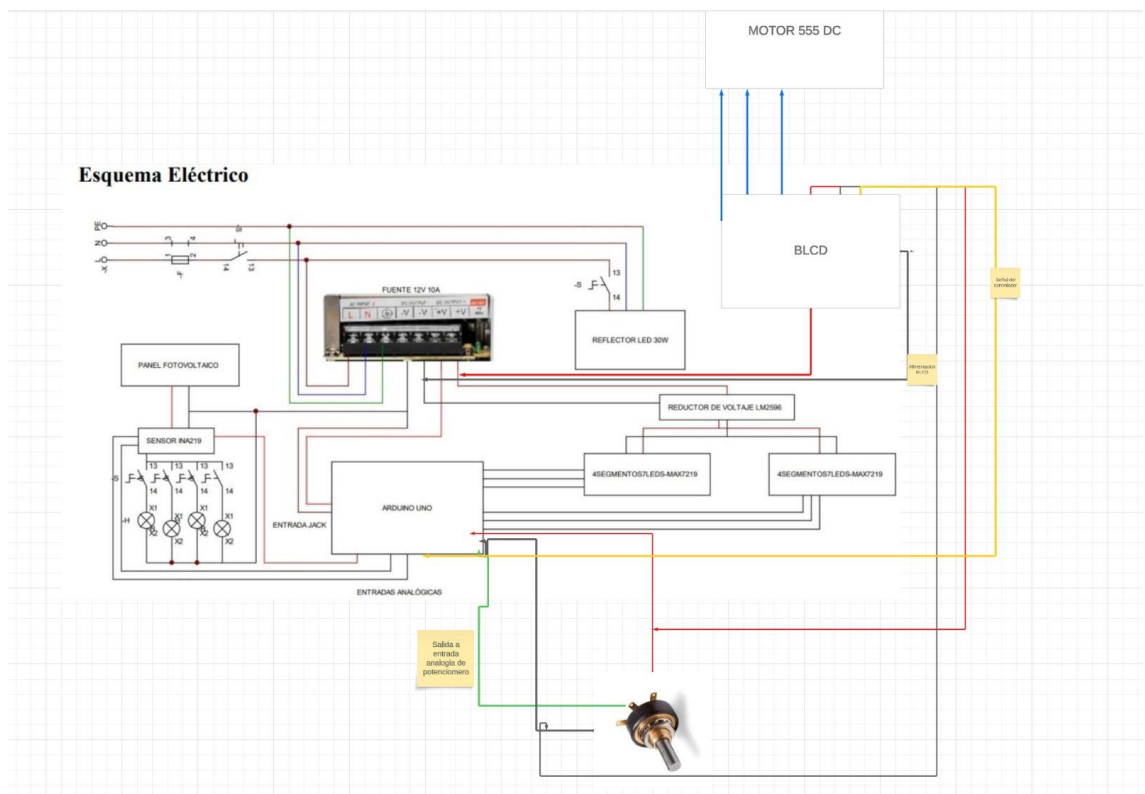


Ilustración 32 Diagrama Esquemático eléctrico del generador eólico

Por medio de diagrama anterior es posible evidenciar de manera sencilla las conexiones de alimentación, entradas análogas como sensor de amperaje y voltaje, circuito de potencia del generador de aire con el controlador por medio de un potenciómetro y circuito de señalización de valores por medio de las pantallas de 7 segmentos y su respectivo integrado.

Para una representación mejor se muestra cableado por medio de la herramienta de inventar para una mayor comprensión de este.

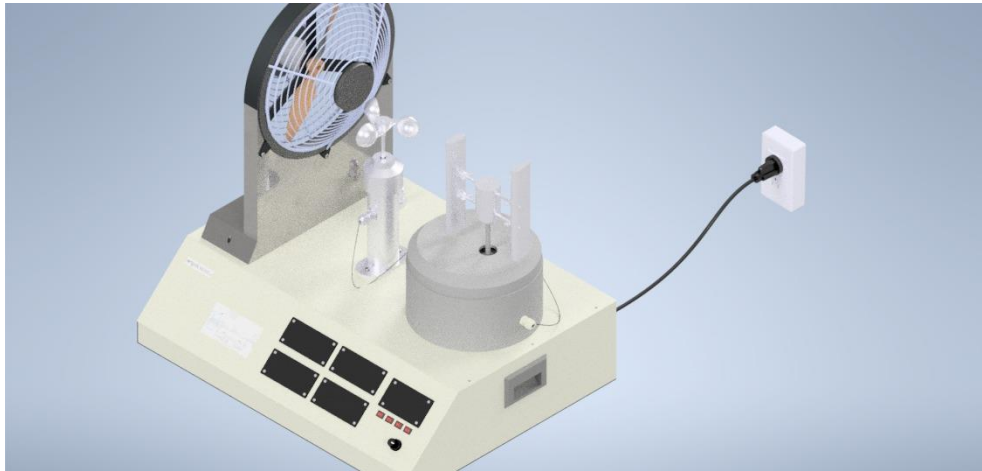


Ilustración 33 "Presentación General del diseño" - Inventor 2024

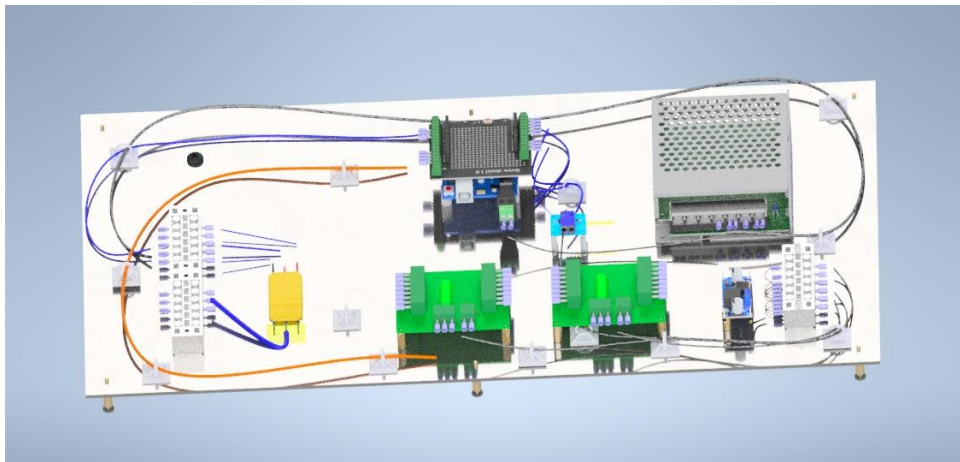


Ilustración 34 "Círculo eléctrico principal del fondo eléctrico" - Inventor 2024

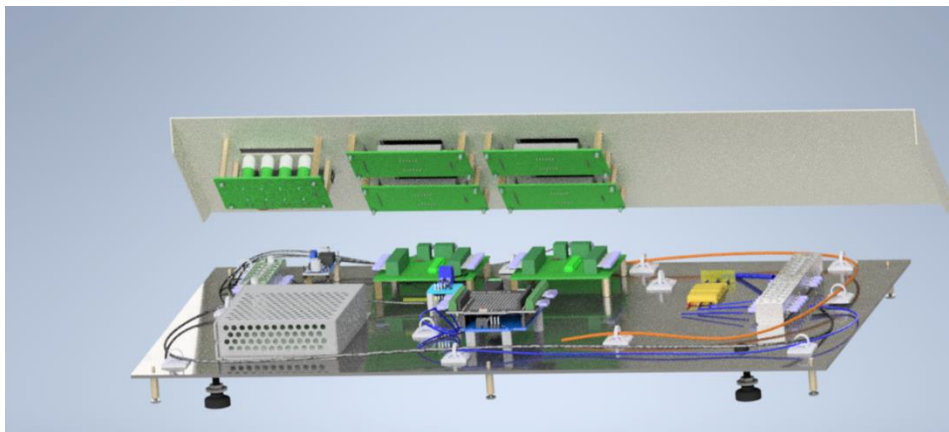


Ilustración 35 "Círculo de secundario, representación numérica y cargas eléctricas" – Inventor 2024

Representación

- En la parte izquierda se encuentran las respectivas conexiones de potencia, el controlador BLCD y las conexiones respectivas para el control del motor.

- En la parte de en medio se encuentra el Arduino y las Pcb's respectivas para generar los valores lumínicos de medición del sistema
- En la parte derecha la fuente de alimentación de 12V DC, StepDown DE 5V y borneras en serie para alimentar las placas PCB – sensor de voltaje-corriente

Materiales:

- 3 borneras en serie
- 1 controlador BLC
- 4 pantallas de 7 segmentos
- 4 integrados hcf4017
- Placas PCB
- Fuente conmutada de 12V
- Sensor de voltaje y corriente INA129
- Reductor de voltaje StepDown 4.3v a 15 V

10. Código

```

1. #include "LedControl.h" // Library used for communcation with 7 segment
2. #include <Wire.h>
3. #include <Adafruit_INA219.h>
4.
5. Servo ESC; // create servo object to control the ESC
6.
7. int potValue; // value from the analog pin
8.
9. LedControl lc = LedControl(4,2,3,1); // (DIN, CLK, LOAD, number of Max7219 chips)
10. LedControl lc2= LedControl(12,10,11,1);
11.
12. float shuntvoltage = 0;
13. float busvoltage = 0;
14. float current_mA = 0;
15. float loadvoltage = 0;
16. float power_mW = 0;
17.
18. Adafruit_INA219 ina219;
19.
20. void setup() {
21.   uint32_t currentFrequency;
22.
23.   Serial.begin(9600);
24.   while (!Serial) {
25.     // will pause Zero, Leonardo, etc until serial console opens
26.     delay(1);
27.
28.     // Attach the ESC on pin 9
29.     ESC.attach(9,1000,2000); // (pin, min pulse width, max pulse width in microseconds)
30.   }
31.
32.   // Initialize the INA219.
33.   // By default the initialization will use the largest range (32V, 2A). However
34.   // you can call a setCalibration function to change this range (see comments).

```

```

35.   if (! ina219.begin()) {
36.       Serial.println("Failed to find INA219 chip");
37.       while (1) { delay(10); }
38.   }
39.
40.   ina219.setCalibration_32V_2A();
41.
42.   lc.shutdown(0,false); // Wake up MAX7219
43.
44.   lc.setIntensity(0,7); // Set brightness to medium
45.
46.   lc.clearDisplay(0); // Clear all displays connected to MAX7219 chip #
47.
48.   lc2.shutdown(0,false); // Wake up MAX7219
49.
50.   lc2.setIntensity(0,7); // Set brightness to medium
51.
52.   lc2.clearDisplay(0); // Clear all displays connected to MAX7219 chip #
53.
54. // Put zeros on both displays at startup
55.   lc.setDigit(0,0,0,false); // (Max7219 chip #, Digit, value, DP on or off)
56.   lc.setDigit(0,1,0,false);
57.   lc.setDigit(0,2,0,false);
58.   lc.setDigit(0,3,0,false);
59.   lc.setDigit(0,4,0,false); // (Max7219 chip #, Digit, value, DP on or off)
60.   lc.setDigit(0,5,0,false);
61.   lc.setDigit(0,6,0,false);
62.   lc.setDigit(0,7,0,false);
63.
64.   lc2.setDigit(0,0,0,false); // (Max7219 chip #, Digit, value, DP on or off)
65.   lc2.setDigit(0,1,0,false);
66.   lc2.setDigit(0,2,0,false);
67.   lc2.setDigit(0,3,0,false);
68. }
69.
70.
71. void loop() {
72.   shuntvoltage = ina219.getShuntVoltage_mV();
73.   busvoltage = ina219.getBusVoltage_V();
74.   current_mA = ina219.getCurrent_mA();
75.   power_mW = ina219.getPower_mW();
76.   loadvoltage = busvoltage + (shuntvoltage / 1000);
77.
78.   Serial.print("Current: "); Serial.print(current_mA); Serial.println(" mA");
79.   Serial.print("Load Voltage: "); Serial.print(loadvoltage); Serial.println(" V");
80.   Serial.print("Power: "); Serial.print(power_mW); Serial.println(" mW");
81.
82.   int current_mA2 = current_mA;
83.   int Amilesima= (current_mA2/1000) % 10;
84.   int Acentena= (current_mA2/100) % 10;
85.   int Adecena= (current_mA2/10) % 10;
86.   int Aunidad= current_mA2 % 10;
87.
88.   lc.setDigit(0,0,Amilesima,false); // (Max7219 chip #, Digit, value, DP on or off)
89.   lc.setDigit(0,1,Acentena,false);
90.   lc.setDigit(0,2,Adecena,false);
91.   lc.setDigit(0,3,Aunidad,false);
92.
93.   int loadvoltage2= loadvoltage*100;
94.   int Vdecena= (loadvoltage2/1000) % 10;
95.   int Vunidad= (loadvoltage2/100) % 10;
96.   int Vdecimal1= (loadvoltage2/10) % 10;
97.   int Vdecimal2= loadvoltage2 % 10;
98.
99.   lc.setDigit(0,4,Vdecena,false); // (Max7219 chip #, Digit, value, DP on or off)

```

```

100. lc.setDigit(0,5,Vunidad,true);
101. lc.setDigit(0,6,Vdecimal1,false);
102. lc.setDigit(0,7,Vdecimal2,false);
103.
104. int power_mW2= power_mW;
105. int Wmilesima= (power_mW2/1000) % 10;
106. int Wcentena= (power_mW2/100) % 10;
107. int Wdecena= (power_mW2/10) % 10;
108. int Wunidad= power_mW2 % 10;
109.
110. lc2.setDigit(0,0,Wmilesima,false); // (Max7219 chip #, Digit, value, DP on or off)
111. lc2.setDigit(0,1,Wcentena,false);
112. lc2.setDigit(0,2,Wdecena,false);
113. lc2.setDigit(0,3,Wunidad,false);
114. delay(500);
115.
116. potValue = analogRead(A0); // reads the value of the potentiometer (value between
0 and 1023)
117. potValue = map(potValue, 0, 1023, 0, 180); // scale it to use it with the servo
library (value between 0 and 180)
118. ESC.write(potValue); // Send the signal to the ESC
119. }
120.

```

Análisis de código:

Este es un fragmento de código de Arduino que sirve para controlar un motor eléctrico (ESC) y visualizar datos de un sensor de corriente eléctrica en una pantalla LED de 7 segmentos. A continuación, se detalla su funcionalidad:

1. Inclusión de Bibliotecas:

- Se incluyen las bibliotecas necesarias para la comunicación con un controlador de pantalla LED de 7 segmentos (LedControl), para la comunicación I2C (Wire) y para la lectura de datos de un sensor de corriente eléctrica (Adafruit_INA219).

2. Declaración de Variables y Objetos:

- Se declaran variables y objetos necesarios, como "potValue" para almacenar el valor del potenciómetro, objetos "lc" y "lc2" para el control de las pantallas LED de 7 segmentos, y objetos para medir datos del sensor de corriente (shuntvoltage, busvoltage, current_mA, loadvoltage, power_mW).

3. Configuración Inicial (setup):

- En esta sección, se configuran los parámetros iniciales del programa.
- Se inicializa la comunicación serie (Serial).

- Se configura el servo motor (ESC) en el pin 9 con sus valores de pulso mínimo y máximo.
- Se inicializa el sensor de corriente (INA219) y se establece su calibración para medir en el rango deseado.

4. Configuración de Pantallas LED:

- Se configuran las pantallas LED de 7 segmentos para su funcionamiento, estableciendo el brillo y limpiando las pantallas.

5. Bucle Principal (loop):

- En el bucle principal, se realizan las siguientes tareas:
 - Se leen datos del sensor de corriente (shuntvoltage, busvoltage, current_mA, power_mW, loadvoltage) y se imprimen en el monitor serie.
 - Se procesan y muestran en las pantallas LED de 7 segmentos los valores de corriente, voltaje y potencia.
 - Se lee el valor del potenciómetro conectado al pin A0 y se ajusta el ángulo del servo motor (ESC) según ese valor, lo que controla la velocidad o posición del motor.

8. FUNCIONALIDAD Y USABILIDAD:

Dentro del diseño del generador eólico a escala, se encuentra una forma de obtener energía renovable y limpia mediante la fuerza del viento para alimentar diferentes dispositivos electrónicos y proporcionar iluminación en viviendas. La energía cinética generada por las corrientes de aire impulsa las palas del generador eólico, lo que inicia su movimiento. A través de un sistema interno de engranajes, esta energía cinética se transmite al motor. Un transformador eleva la tensión, generando así la energía necesaria para su utilización.

Este generador eólico no solo produce energía de manera eficiente, sino que también contribuye significativamente a la reducción del consumo de combustibles fósiles, la contaminación del aire y el agua, la descentralización de la energía eléctrica y fomenta el desarrollo sostenible en la comunidad.

El proyecto tiene como objetivo educar sobre los conceptos de las energías renovables. Históricamente, el viento ha sido aprovechado por la humanidad en diversas aplicaciones, desde la navegación hasta la molienda de granos y la extracción de agua. En el siglo XX, se comenzó a utilizar para la generación de

energía eléctrica. Hoy en día, dado el alto consumo de energía eléctrica a nivel global, es fundamental buscar alternativas que no dañen el medio ambiente. En este contexto, se opta por la energía eólica, aprovechando la energía cinética de las corrientes de aire.

Este proyecto destaca la transformación de la energía, desde la energía cinética del viento hasta la energía mecánica en el mecanismo interno y, finalmente, en forma de energía eléctrica para el consumo humano. También enfatiza la conciencia ambiental, la educación en este campo, la aplicación de conceptos de física en la práctica, la discusión de aspectos técnicos y los costos de producción. Además, busca fomentar la creación de experimentos prácticos y sencillos para mejorar la comprensión de estos conceptos entre los estudiantes.

9. COSTOS

Para la simulación CAD fue necesario primero definir algunos aspectos de la estructura, en este caso las piezas fueron

Item	Componentes	Descripción	Cantidad	Precio (\$)	Precio Total	Referencia
1	Eje de acero de 6 mm	Ejes AISI 304 (Inoxidable)	2	\$5.00	\$10.00	https://dipacmanta.com/producto/ejes/aisi-304-inoxidable/ejes-aisi-304-inoxidable/
2	Acople flexible	ACOPLE ACOPLAMIENTO FLEXIBLE DE ALUMINIO PARA MOTORES	1	\$2.76	\$2.76	https://tecnikro.com/componentes-electromecanicos/518-acople-acoplamiento-flexible.html
3	Abrazadera	Abrazadera Industrial Acero Inoxidable	4	\$0.45	\$1.80	https://bpecuador.com/producto/abrazadera-industrial-acero-inoxidable/
4	Arandelas de prueba redonda (métrico) (IFI)	Arandela plana galvanizada, funda de 12u, seleccione el diámetro.	3	\$0.39	\$1.17	https://www.lacasadelcarpintero.com.ec/arandela-plana/
5	Pie de amigo	PIE DE AMIGO (DOCENA) EV	4	\$0.37	\$1.48	https://www.elferretero.com.ec/products/320
6	Potenciometro	POTENCIOMETROS DE PERILLA	1	\$0.35	\$0.35	https://roboticsec.com/producto/potenciometros-de-perilla/
7	Switch	SWITCH INTERRUPTOR 2 PINES	5	\$1.34	\$6.70	https://roboticsec.com/producto/switch-interruptor-2-pines/
8	Helice	Por impresión 3D	3	\$1.00	\$3.00	
9	Motor dc 555	Funciona con 12 voltios, permite el control de un motor CC con el temporizador 555.	1	\$14.90	\$14.90	https://www.vilconsa.com/viewdetalle.php?id_articulo=1592

10	Encoder	ENCODER ROTATORIO	1	\$3.00	\$3.00	https://roboticsec.com/producto/encoder-rotatorio/
11	Prensaestopas	PRENSA ESTOPA 5/16	6	\$1.00	\$6.00	https://inselec.com.ec/store/inicio/2565-prensa-estopa-5-16-ref-p-1320-.html
12	Motor BLDC	24v 26w 4000rpm Nema 17 Brushless DC Motor BLDC Motor	1	\$12.97	\$12.97	https://www.alibaba.com/product-detail/24v-26w-4000rpm-Nema-17-Brushless_1600323263757.html?spm=a2700.0.7735675.0.0.5e9dvPs2vPs2Tk&s=p
13	Controlador BLDC	XY-BLDC DC 12~30V 200W 3 Phase DC Brushless Hall Motor Speed Controller Module Motor Drive Module	1	\$6.00	\$6.00	https://www.alibaba.com/product-detail/XY-BLDC-DC-12-30V-200W_1600899833737.html?spm=a2700.galleryofferlist.p_offer_dimage.2f1632d10oYKZg&s=p
14	Barra de nylon 12 mm x 400 mm	Nylon En Barra De 12mm De Diámetro X 1000mm De Largo	1	\$2.50	\$2.50	https://bohman.com.ec/shop/product/nylon-6a-barra-blanco-1-m-12136#attr=7068,7080
15	Reducción – Ampliación de PVC Cónica Concéntrica de 60 mm a 30 mm de diámetro exterior	Reduccion conica PVC encolar D- 63/50/40 mm. PN-16	1	\$2.50	\$2.50	https://www.corefluid.es/product/reduccion-conica-pvc-encolar-d-63-50-40-mm-pn-16/
16	Rodamientos radial	RODAMIENT O RADIAL 6 mm	1	\$3.00	\$3.00	https://bohman.com.ec/shop?search=RODAMIENTO+DE+BOLAS&order=

16	Rodamientos radial	RODAMIENT O RADIAL 8 mm	1	\$3.00	\$3.00	https://bohman.com.ec/shop?search=RODAMIENTO+DE+BOLAS&order=
17	Rodamientos axial	RODAMIENT O AXIAL DE BOLAS - 51213 5 mm	1	\$3.00	\$3.00	https://bohman.com.ec/shop/product/20-isb-51213-rodamiento-axial-de-bolas-51213-14400#attr=17212,17213,17214,17215
17	Rodamientos axial	RODAMIENT O AXIAL DE BOLAS - 51213 8 mm	1	\$3.00	\$3.00	https://bohman.com.ec/shop/product/20-isb-51213-rodamiento-axial-de-bolas-51213-14400#attr=17212,17213,17214,17215
18	Chumaceras	KFL08 DIAMETRO 8mm	1	\$3.00	\$3.00	https://roboticsec.com/producto/kfl08-diametro-8mm/
19	Polea	POLEA GT2 16 DIENTES DIAMETRO 5mm	1	\$3.50	\$3.50	https://roboticsec.com/producto/polea-gt2-16-dientes-diametro-5mm/
20	Polea	POLEA GT2 60 DIENTES DIAMETRO 8mm	1	\$10.00	\$10.00	https://roboticsec.com/producto/polea-gt2-60-dientes-diametro-8mm/
21	Polea	POLEA SIN DIENTES DIAMETRO 5mm	1	\$5.00	\$5.00	https://roboticsec.com/producto/polea-sin-dientes-diametro-5mm/
22	Correa	CORREA DENTADA GT2 CERRADA 200mm	1	\$2.75	\$2.75	https://roboticsec.com/producto/correa-dentada-gt2-cerrada-200mm/

23	Adhesivo epóxico transparente, pega cerámica, Fusión Epoxy, 30 g	Proporciona una adherencia fuerte y permanente incluso bajo vibración e impacto	1	\$30.00	\$30.00	https://www.3m.com.ec/3M/es_EC/p/d/v000242353/
24	Espadín macho 90° simple (40 pines)	Espadín header macho a 90° simple, separación de 2,54 mm (40 pines por unidad).	1	\$0.75	\$0.75	https://roboticsec.com/producto/1x40-header-macho-en-l-90-grados/
25	Espadín macho simple (40 pines)	Espadín header macho, separación de 2,54 mm (40 pines por unidad).	1	\$0.50	\$0.50	https://roboticsec.com/producto/1x40-header-macho-negro/
26	Terminal tipo puntera (18-22AWG)	Terminal tipo puntera, cubierta de PVC (100 terminales por unidad).	2	\$1.57	\$3.14	https://www.ingelcom.com.ec/shop/terminal-aislado-puntera-18-22-awg-amarillo-ingelcom-14434#attr=
27	Terminal tipo horquilla (22-16 AWG)	Calibre mm2: 0.5-1; Perno: #10 (3/16"); Calibre AWG: 22-16; Color: Rojo; Apertura de la U: 5.3mm (100 por unidad).	1	\$5.17	\$5.17	https://electricoindustrial.com.ec/producto/terminales-aislados-tipo-horquilla-camsco/
28	Terminal tipo ojo o anillo 1,25-5	Mini terminal de ojo rojo con protector. Para conexión a tierra (1 por unidad).	6	\$0.10	\$0.60	https://www.vilconsa.com/viewdetalle.php?id_articulo=15356
29	Cable AWG 22 múltiples colores	Se comprará 7 colores disponibles (no hay disponibles negro y rojo) (precio por metro). (2 por cada color)	14	\$0.15	\$2.10	Otech Electronics

30	Cable estañado para conexiones , 22 AWG, color negro (metro)	Cable estañado para conexiones, color negro, calibre 22 AWG, útil para conexión de circuitos eléctricos y electrónicos. Se vende por metro.	2	\$0.25	\$0.50	https://www.steren.com.ec/cable-esta-ado-para- conexiones-22-awg-color-negro.html
31	Cable estañado para conexiones , 22 AWG, color rojo (metro)	Cable estañado para conexiones, color rojo, calibre 22 AWG, útil para conexión de circuitos eléctricos y electrónicos. Se vende por metro.	2	\$0.25	\$0.50	https://www.steren.com.ec/cable-estanado-para- conexiones-color-rojo-calibre-22-awg.html
32	Cable Flexible #18 AWG Rojo por Metro	Para la corriente AC.	2	\$0.45	\$0.90	https://megatronica.cc/producto/cable-flexible-18-awg- rojo-por-metros/
33	Cable Flexible #18 AWG Negro por Metros	Para la corriente AC.	2	\$0.45	\$0.90	https://megatronica.cc/producto/cable-flexible-18-awg-negro-por-metros/
34	Cable Flexible #18 AWG Verde por Metros	Para la puesta a tierra física.	4	\$0.45	\$1.80	https://megatronica.cc/producto/cable-flexible-18-awg-verde-por-metros/
35	FUSIBLE 10A (Ref: V-0515)	Fusible de protección.	1	\$0.20	\$0.20	https://inselec.com.ec/store/inicio/1470-fusible-10a- ref-v-0515-.html
36	MAXIM MAX7219	Circuito integrado versátil que simplifica la tarea de controlar display de 7 segmentos y matrices de LED (Controla hasta 2 displays).	2	\$2.50	\$5.00	https://avelectronics.com/producto/max7219/

37	Display de 4 dígitos, 7 segmentos c/u, cátodo común	Dimensiones: 50,3mm X 19 mm X 8 mm	3	\$1.99	\$5.97	https://www.steren.com.ec/display-de-4-digitos-7-segmentos-c-u-catodo-comun.html
38	Boquilla de latón E10 sin base	Boquillas E10 Socket P/Foco de Linterna 1-12V	4	\$0.35	\$1.40	https://www.vilconsa.com/viewdetalle.php?id_articulo_16701
39	Foco miniatura de rosca, de 6,3 Volts y 1,57 Watts	Focos incandescentes que se iluminarán con la energía entregada por el panel.	4	\$0.85	\$3.40	https://www.steren.com.ec/foco-miniatura-de-rosca-de-6-3-volts-y-1-57-watts.html
40	SOPORTES ESPACIADORES SEPARADORES DE LATON M3, M4 y M2.5	Se necesitará 16, de longitud 30 mm y 16 de longitud 20 mm (para placas electrónicas en el doble fondo). También se necesitará 4 M4 para fijación del Arduino y 2 M2.5 para fijación del módulo reductor de voltaje.	38	\$0.50	\$19.00	https://roboticsec.com/producto/soportes-espaciadores-separadores-de-latón-m3/
41	TORNILLOS DE LATON M3, M4 y M2.5	Pernos de latón, cabeza redonda estrella, M3 Longitud de 5 mm. 32 de M3, 4 de M4 y 2 de M2.5	38	\$0.25	\$9.50	https://roboticsec.com/producto/tornillos-de-latón-m3/
42	TUERCA DE LATON M3, M4 y M2.5	32 de M3, 4 de M4 y 2 de M2.5	38	\$0.20	\$7.60	https://roboticsec.com/producto/tuerca-de-latón-m3/
43	UNO R3 + Cable Usb Atmega32 8p ARDUINO	Tarjeta Uno R3 Arduino compatible + Cable Usb	1	\$15.00	\$15.00	https://megatronica.cc/producto/tarjeta-para-arduino-cable-usb-chip-desmontable/

44	Shield de borneras para Arduino	Sirve para poder tener mejor acceso a los pines del Arduino, se dispone de entradas para los cables con el shield.	1	\$6.50	\$6.50	https://megatronica.cc/producto/shield-de-borneras-arduino-uno-montaje-riel-din/
45	Jack AC con Portafusible y Switch	<ul style="list-style-type: none"> • Material externo: plástico y metal. • Voltaje: 250V. • Corriente: 10A, AC. • Ajustar el tamaño del fusible (L * W): 5 mm x 20 mm. • Agujero en el diámetro de la cara superior: 3 mm. • Distancia del centro del agujero: 4cm. 	1	\$3.00	\$3.00	https://megatronica.cc/producto/jack-ac-con-portafusible-y-ranura-para-switch/
46	FUENTE DE PODER 12VDC 10 A	12V 10A (120W) Dimensiones aproximadas Largo: 150 - 200 mm Ancho: 90 - 110 mm Altura: 39 - 42 mm. Escoger una media o pequeña.	1	\$9.99	\$9.99	https://roboticsec.com/producto/fuentes-de-poder-12vdc/
47	CONECTOR CONVERTIDOR PLUG DC005 A BORNERA DE 2 PINES	Exclusivamente para alimentar el Arduino mediante el puerto Jack que se tiene disponible.	1	\$0.80	\$0.80	https://grupoelectrostore.com/shop/cables-plugs-y-conectores/conectores/conector-convertidor-plug-dc005-a-bornera-de-2-pines/

48	BASES ADHESIVAS BLANCAS (Ref: P-0355)	Para organización de cableado.	15	\$0.21	\$3.15	https://inselec.com.ec/store/inicio/2765-bases-adhesivas-blancas-ref-p-0355.html
49	AMARRA - 3MMX150MM (funda de 100 unidades)	1. Construcción de nailon 66 2. Bridas autoblocantes 3. Tamaño: 3 x 150 mm	1	\$2.10	\$2.10	https://www.vilconsa.com/viewdetalle.php?id_articulo=19994
50	Bornera de 2 pines azul	BORNERA 2 PIN 12X8MM AZUL	8	\$0.54	\$4.32	https://www.vilconsa.com/viewdetalle.php?id_articulo=18655
51	Bornea de 3 pines azul	BORNERA 3 PIN 15X15MM TORNILLO PLANO	2	\$0.30	\$0.60	https://www.vilconsa.com/viewdetalle.php?id_articulo=13338
52	Bornera de 4 pines azul	BORNERA 4PINES PITCH 5.00MM AZUL. En realidad, se usaría de 4 de 8 borneras. Pero se las uniría, necesitando 8 de 4 borneras.	8	\$0.25	\$2.00	https://www.vilconsa.com/viewdetalle.php?id_articulo=18318
53	Sensor de voltaje y corriente ina219	Se usa para el sensado del consumo energético de las cargas eléctricas. Sensa voltaje (hasta 32 26V) y corriente (hasta 3.2 A)	1	\$6.30	\$6.30	https://avelectronics.com/producto/sensor-de-corriente-dc-ina219/
54	Reductor de voltaje LM2596	Se usará para administrar los 12V que manda la fuente DC.	1	\$3.00	\$3.00	https://novatronicec.com/index.php/product/regulador-de-voltaje-dc-dc-lm2596/

55	Base amarra	Sirve de organizadores para el cableado electrónico	15	\$0.10	\$1.50	https://www.vilconsa.com/viewdetalle.php?id_articulo=26212
				TOTAL	\$268.57	

10. CONCLUSIONES

En conclusión, el proyecto crea una representación visual de como un generador eólico a escala puede transformar energía cinética de las corrientes de aire a energía mecánica en la parte del interior del sistema de engranas y conectados al motor, enviados por un transformador para aumentar la tensión y, por último, la creación de energía eléctrica para que se use en diferentes cosas como, por ejemplo, prender focos, cargar aparatos electrónicos, etc.

También, este proyecto obtuvo un diseño funcional y eficiente, ya que, el proyecto se realizó a cabalidad y con resultados positivos en su funcionamiento y creación de mismo. Por lo que, es un generador eólico a escala produce aproximadamente 10 Vatios. No obstante, si se desea agrandar el diseño si es posible, pero en cambio ya hay que trabajar con energía alterna, ya que, son motores más grandes y tomar en cuenta otros factores como el uso de materiales ligeros y resistentes a los vientos para que puedan producir energía eléctrica con bajas corrientes de aire.

Para finalizar, el enfoque sobre educación ambiental para concientizar a la comunidad estudiantil y población en general sobre la importancia de buscar energía renovables y limpias para reducir el consumo de combustibles fósiles y la huella de carbono que las industrias producen en cantidades masivas anualmente.

11. RECOMENDACIONES

- Calibrar correctamente los competentes utilizados, es necesario que el voltaje que llega a los mismos esté en el rango adecuado de operación.
- Verificar si el espesor del doble fondo es el adecuado para soportar el peso de todos los componentes.
- Comprobar cual es la posición óptima del anemómetro, de tal manera que no obstruya el viento que llega a las hélices del generador.
- Utilizar otros métodos de sujeción aparte de los ya mencionados, porque es posible que se necesiten más conexiones en caso de implementar este proyecto.
- Utilizar rodamiento axial en las bases de los ejes para soportar una mayor carga axial, y en caso de que se lo requiera, mecanizarlo.
- Evaluar la posibilidad de usar un sensor de ultrasonido como método de medición de la velocidad del viento no invasivo.
- Colocar un acrílico transparente en el generador, para que se pueda visualizar el mecanismo de transmisión de potencia.

REFERENCIAS

- [1] Duffie, J. and Beckman, W. (2013). "Solar Engineering of Thermal Processes." Wiley. ISBN: 978-0470873663
- [2] Burton, T., et al. (2011). "Wind Resource and Energy Assessment." In Wind Energy Handbook, Wiley. doi: 10.1002/9781119994367.ch4
- [3] Murcia, G., et al (2009). "Aplicación de un dispositivo de adquisición de datos a la evaluación del funcionamiento de pequeños generadores eólicos". URL: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/98138/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y