



**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
ARQUITECTURA**

CARRERA DE INGENIERÍA MARÍTIMA

Anteproyecto de Trabajo de Titulación

Modalidad Proyecto Técnico

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN GENERADOR
EÓLICO PARA SISTEMAS EMERGENTES EN LA
EMBARCACIÓN EL REY**

Autores

Carlos Andrés Bravo Cedeño

Tutor: Ing. Aleph Acebo

Manta – Ecuador

2025 (1)

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto Técnico, bajo la autoría del estudiante BRAVO CEDEÑO CARLOS ANDRÉS, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Marítima, período académico 2025-2026, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN GENERADOR EÓLICO PARA SISTEMAS EMERGENTES EN LA EMBARCACIÓN EL REY".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 15 de agosto de 2025.

Lo certifico,



Aleph Salvador
Acebo Arcenales
Time Stamping
Security Data

Ing. Aleph S. Acebo Arcenales, Mg.
Docente Tutor
Área: Ingeniería, Industria y Arquitectura

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, Carlos Andrés Bravo Cedeño, autor de la tesis intitulada "Diseño e Implementación de un Generador Eólico para Sistemas Emergentes en la Embarcación El Rey" mediante el presente documento dejo constancia de que la tesis es de mi autoría exclusiva, la he elaborado para cumplir con los requisitos previos para la obtención del título de Ingeniero Marítimo en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí".

El patrimonio intelectual del trabajo de titulación pertenecerá a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Régimen Académico y demás normativas vigentes.



Carlos Andrés Bravo Cedeño

C.I. 1315073914

Estudiante



Ing. Aleph Acebo Arcentales

C.I. 1309151338

Docente Tutor

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo al cumplimiento de los requisitos de la ley, el tribunal de grado otorga la calificación de:

PRESIDENTE

CALIFICACIÓN

PRIMER VOCAL

CALIFICACIÓN

SEGUNDO VOCAL

CALIFICACIÓN TOTAL

TOTAL

SECRETARIA/O

DEDICATORIA

Primero, agradezco a Dios, porque sin Su guía y fortaleza este camino no habría sido posible. En los momentos de cansancio, frustración o duda, fue mi fe la que me sostuvo y me recordó por qué empecé. Gracias por darme salud, sabiduría y ese empujón silencioso cuando sentí que no podía más.

A mi mamá, Betty Cedeño Macías, porque no existes palabras para agradecer todo aquello que ha hecho por mí. Por su paciencia, sus consejos, su amor incondicional y esa manera tan suya de hacerme ver que todo tiene solución. Gracias por creer en mí incluso cuando yo no lo hacía. Esta meta también es tuya, porque sin ti no habría llegado hasta aquí.

A mi familia, por estar presentes a su manera, cada uno aportando su granito de arena. Gracias por la comprensión en los momentos de ausencia, por respetar mis tiempos de estudio, y por esos mensajes o gestos sencillos que me levantaban el ánimo sin darse cuenta. Han sido una base firme en este proceso.

Este trabajo no solo representa un título o una meta académica, sino el reflejo de todo lo que he aprendido dentro y fuera del aula. Por eso, esta dedicatoria es para ustedes, que han estado en las buenas y en las malas, acompañándome con amor, fe y paciencia.

Gracias de corazón.

AGRADECIMIENTO

Quiero empezar agradeciendo a la vida por darme esta hermosa oportunidad de seguir aprendiendo de poder crecer personal y profesionalmente, de permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi vida.

Agradezco profundamente a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, por abrirme las puertas y brindarme las herramientas para formarme como un profesional de la carrera de Ingeniería Marítima.

A todos de mis compañeros de la carrera, con quienes compartí experiencias, desafíos, y muchos momentos que jamás olvidaré.

Finalmente, gracias a Dios que con paciencia me enseñó que una de la cosa llega cuando tiene que llegar y que todo esfuerzo tiene su recompensa.

ÍNDICE

DECLARATORIA DE AUDITORIA Y ORIGINALIDAD.....	ii
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE	vii
Titulo.....	1
Antecedentes	1
Justificación	2
Propuesta.....	2
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos	3
1. Marco Teórico.....	4
1.1. El Viento	4
1.2. Efectos Locales	4
1.3. Variación del Viento	4
1.4. Aerogenerador	5
1.5. Aerogeneradores Vertical	5
1.6. Aerogeneradores Horizontales.....	5
1.7. Principales Componentes de un Aerogenerador	6
1.7.1. Base	6
1.7.2. Torre	6

1.7.3. Góndola	6
1.7.4. Rotor y Buje	6
1.7.5. Pala	7
1.8. Rugosidad del viento	7
1.9. Variaciones Vertical del viento.....	7
1.10. Potencia Eólica Disponible.....	8
1.11. Potencia Eólica Aprovechable	8
1.12. Variaciones Temporales del Viento.....	9
1.12.1. Tipos de variaciones temporales	9
1.12.2. Importancia en energía eólica.....	9
1.13. Variaciones Especiales del Viento.....	9
1.13.1. Factores que influyen en las variaciones espaciales.....	10
1.14. Actores Influyentes en el Funcionamiento de un Sistema Eólico	11
1.14.1. Condiciones del viento	11
1.14.2. Características del generador eólico	12
1.14.3. Factores ambientales	12
1.14.5. Factores operativos	13
1.14.6. Aspectos regulatorios y sociales.....	13
1.15. Aspectos Ambientales.....	14
1.15.1. Aspectos Positivos.....	14
1.15.2. Aspectos Negativos	15
1.15.3. Mitigación de los impactos ambientales.....	16

1.16. Aspectos económicos.....	16
1.17. Vida útil de los aerogeneradores.....	16
1.18. Embarcaciones	17
1.18.1. Tipos de barcos que usan generación eólica.....	17
.....	18
2.18.2. Ventajas	18
1.18.3. Limitaciones	18
CAPITULO 2. INSPECCIÓN TÉCNICA DE LA EMBARCACIÓN EL REY	19
2.1. Inspección	19
2.2. Estado de los Equipos	19
2.3. Radio	20
2.3.1. Radio Standard Horizon Quest-X GX1500S.....	20
2.3.2. Radio Icom IC-M700PRO.....	20
2.4. Panel de Alarma Contra Incendios	21
2.4.1. Panel Hagroy Protec Fire 8.....	21
2.5. Estudio de Carga.....	22
2.5.1. Consumo eléctrico de los equipos	22
CAPITULO 3. SELECCIÓN Y DESCRIPCION DEL EQUIPOS	23
3.1. Especificaciones Técnicas	24
3.2. Componentes	24
3.3. Características Destacadas	24
3.4. Almacenamiento de Energía	25

3.5 Planos Gráficos del Aerogenerador	26
CAPÍTULO 4: DISEÑO DEL SISTEMA Y MONTAJE	27
4.1. Ubicación óptima del generador en la embarcación	27
4.1.1. Tabla Horaria de Velocidad del Viento y Potencia Estimada	27
5.1.2. Justificación de la ubicación del aerogenerador en la cubierta superior	29
5.2. Montaje del generador eólico	30
5.3. Esquema eléctrico del sistema (generador-controlador-batería-carga) ...	31
5.3.1. Esquema unifilar eléctrico	32
5.4. Almacenamiento	33
5.4.1. Características principales de este tipo de batería:	34
5.5. Seguridad eléctrica y protección anticorrosiva	34
5.5.1. Seguridad eléctrica	35
5.5.2. Protección anticorrosiva	35
CAPÍTULO 6: PRUEBAS Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	37
6.1. Pruebas de viento (velocidad mínima de arranque, eficiencia).	37
6.2. Funcionamiento general del sistema en condiciones reales.....	37
6.3. Monitoreo de voltaje, corriente y carga de batería	37
6.4. Resumen Técnico de Consumo Promedio	38
6.5. Cálculo de la Potencia Eólica Disponible.....	39
6.6. Ventajas y desventajas observadas	40
6.6.1. Ventajas:	40

6.6.2. Desventajas:.....	40
6.7. Limitaciones del sistema en entorno marino	40
CONCLUSIONES	41
RECOMENDACIONES.....	42
BIBLIOGRAFÍA	43

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Consumo eléctrico de los equipos	22
Tabla 2: Estimado de potencia.....	27
Tabla 3: Característica batería	34
Tabla 4: Consumo de los equipos	38

INDICE DE ECUACIONES

Ecuacion 1: Potencia Eolica Disponible	8
Ecuacion 2: Potencia Eolica Aprovechable	8
Ecuacion 3: Coeficiente de Potencia	9

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Aerogenerador Horizontal	5
Ilustración 2: Aerogenerador Vertical	5
Ilustración 3: Velero	17
Ilustración 4: Yates	18
Ilustración 5: Radios Standard Horizon.....	20
Ilustración 6: Radio ICOM	21
Ilustración 7: Panel Alarma	21

Ilustración 8: Aero Generador	23
Ilustración 9: Plano Dos.....	26
Ilustración 10: Planos Uno.....	26
Ilustración 11: Plano Dos.....	27
Ilustración 12: Grafica de estudio de viento	27
Ilustración 13: Ubicación del aerogenerador	29
Ilustración 14: Esquema Unifilar	32
Ilustración 15: Instalacion.....	33
Ilustración 16: Montaje final.....	36

Titulo

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN GENERADOR EÓLICO PARA SISTEMAS EMERGENTES EN LA EMBARCACIÓN EL REY

Antecedentes

Todos estamos definidos por nuestro aprendizaje de primer grado, por lo que, si nos remontamos al principio del mundo, el viento es aire en movimiento. Las turbinas eólicas en barcos tienen su origen en el desarrollo de la energía eólica y sus aplicaciones en mar abierto, un concepto que ha formado parte del transporte marítimo durante siglos, aunque de forma pasiva.

El primer uso de la energía eólica fue para propulsar barcos mediante velas, y fue utilizado desde la antigüedad por las culturas como: egipcia, fenicia y griega.

Este sistema utiliza la energía eólica para impulsar barcos a través del agua sea en mares o ríos.

A finales del siglo XX y principios del XXI, la tecnología de aerogeneradores avanzó a pasos agigantados, siendo más eficiente y accesible. En estos periodos, los aerogeneradores comenzaron a verse en las embarcaciones más pequeñas, como veleros y yates, para proporcionar energía auxiliar y reducir el uso de combustibles fósiles.

Justificación

El presente proyecto tiene como finalidad evaluar la viabilidad de la instalación de un sistema de generación eólica a bordo de la embarcación El Rey, con el objetivo de proporcionar un suministro eléctrico autónomo y continuo para sistemas críticos como el sistema de alarma contra incendios y los equipos de comunicación (radios). Esta necesidad surge tras constatar que, en condiciones normales de operación, los generadores principales de la embarcación permanecen apagados, lo que deja inactivos estos sistemas esenciales de seguridad.

Un aerogenerador permite aprovechar la mayor parte de la energía del viento para generar electricidad, esto asegura el correcto funcionamiento de los sistemas de alarma y radios, sin la necesidad que el motor principal este encendido.

Este proyecto también contribuye al cumplimiento de las directrices establecidas por la Organización Marítima Internacional (OMI) en la reducción de gases de efecto invernadero en el sector marítimo, promoviendo la transición hacia sistemas más sostenibles y eficientes energéticamente.

Propuesta

Instalar un generador eólico en la embarcación El Rey para estudiar su comportamiento, ventajas y desventajas en la obtención de energía para el uso en sus sistemas emergentes.

Objetivo General

Desarrollar e implementar un generador eólico eficiente que provea energía sostenible y confiable para los sistemas de comunicación, alarmas y navegación en situaciones de emergencia en la embarcación El Rey.

Objetivos Específicos

- Realizar una visita a la embarcación El Rey para una inspección técnica.
- Determinar los equipos a ser energizados continuamente.
- Determinar el generador eólico adecuado para la embarcación.
- Instalar el sistema de generación eólica en la embarcación El Rey.
- Realizar pruebas para verificar el correcto funcionamiento del aerogenerador.

1. Marco Teórico

1.1. El Viento

El viento se genera gracias a el movimiento de las masas del aire en la troposfera, sería la capa más baja de la atmósfera. Dentro de ella, los vientos que tendrán interés son los que se producen a nivel de la superficie terrestre. (Bazán, 2010)

Los movimientos de aire hay que buscarlos en los gradientes de presión existentes, que en último término los gradientes térmicos, que son originados por la radiación solar recibida sobre la tierra. (Bazán, 2010)

1.2. Efectos Locales

Los efectos locales son los responsables del viento de más importancia y de menor importancia los vientos generales. Incluso existen ciertas regiones del mundo donde los vientos locales son totalmente a los generales. (Amada, 2008)

- Origen térmico: son las brisas, que se generan debido al calentamiento de la tierra y el mar. El viento sopla hacia la tierra durante el día, y en sentido contrario durante la noche.
- Origen geográfico: son las colinas, acantilados y pequeños valles donde pueden dar lugar a la formación de los vientos con bastante energía.

1.3. Variación del Viento

El viento es una gran fuente de energía, pero su característica fundamental es la irregularidad que tiene. No siempre podemos disponer de viento suficiente como para emplearlo en la generación eléctrica.

Las variaciones son variaciones temporales y variaciones espaciales, siendo su estudio de mucha importancia a la hora de seleccionar un lugar para instalar un parque eólico. (Amada, 2008)

1.4. Aerogenerador

Un aerogenerador es un generador cuya función principal es convertir la energía cinética que obtenemos del viento en energía mecánica a través de una hélice y en energía eléctrica a través de un generador (alternador). (Amada, 2008)

1.5. Aerogeneradores Vertical

Como sugiere el nombre, las turbinas eólicas de eje vertical (VAWT) tienen un eje de rotor vertical y se ven muy diferentes de las HAWT más tradicionales. (Amada, 2008)

Ilustración 1:
Aerogenerador Vertical



Fuente: (Flytpower, 2011)

1.6. Aerogeneradores Horizontales

Las turbinas eólicas de eje horizontal (HAWT) son las más comunes y eficientes. Por lo general, tienen tres hojas y están "contra el viento", lo que significa que las hojas miran hacia el viento. Esto se debe a que el cabezal HAWT puede girar gracias al sistema de corte. (Lafuente, 2010)

Ilustración 2:
Aerogenerador Horizontal



Fuente: (Ceupe, 2010)

1.7. Principales Componentes de un Aerogenerador

1.7.1. Base

Se trata de un gran bloque estructural de hormigón pesado colocado sobre el suelo que es el encargado de soportar todo el peso del aerogenerador y las fuerzas que genera.

En los aerogeneradores marinos, los cimientos se encuentran bajo el agua con materiales anticorrosivos.

1.7.2. Torre

Las torres suelen estar hechas de acero, pero también se puede utilizar madera (que generalmente se considera menos dañina para el medio ambiente).

Su altura puede variar, pero suele ser igual al diámetro de las palas del aerogenerador, la torre también contiene dentro los cables eléctricos que conectan la góndola a los transformadores en tierra.

1.7.3. Góndola

La góndola siempre está ubicada en la parte más alta de la torre y puede girar 360° sobre su propio eje, eso varía dependiendo de la dirección del viento.

1.7.4. Rotor y Buje

Los rotores de dos palas son más baratos y rápidos que los de tres palas, pero también producen más ruido y vibración. Al igual que una hélice de avión, el buje es el morro del avión con el centro mirando hacia adelante: a él se encuentran fijadas las palas, que a su vez están conectadas a los componentes mecánicos de la góndola en la parte trasera.

1.7.5. Pala

Estas están ubicadas encima de la turbina siempre, el viento reduce la presión del aire en un lado del ala y la diferencia de la presión del aire en el otro lado crea resistencia, cuando es mayor que la resistencia, el rotor gira.

1.8. Rugosidad del viento

Es una medida de cuán irregular o accidentada es la superficie sobre la que fluye el viento. En el contexto de la energía eólica, la rugosidad influye directamente en la velocidad y el perfil del viento cerca del suelo.

En el mar está rugosidad es muy baja debido a la superficie es lisa, lo que permite que el viento mantenga una velocidad constante, en tierra la presencia de obstáculos como edificios, árboles o colinas afecta en el trayecto del viento, reduciendo la velocidad y creando las llamadas turbulencias. (Consejería, 2010)

1.9. Variaciones Vertical del viento

Se refiere al cambio en la velocidad y la dirección del viento a diferentes alturas sobre el suelo. Este fenómeno ocurre debido a la influencia de la rugosidad del terreno y la disminución de la fricción a medida que se asciende.

En energía eólica, esta variación es crucial, ya que la velocidad del viento generalmente aumenta con la altura. Esto se debe a que el aire cercano al suelo encuentra más resistencia (por vegetación, edificios, olas en el mar, etc.), mientras que, en niveles más altos, el viento se mueve más libremente.

El perfil de velocidad del viento a alturas diferentes se puede representar matemáticamente por la ley exponencial de la velocidad del viento o la ley logarítmica, información que es esencial para determinar la altura correcta de los aerogeneradores y maximizar la obtención de energía.

1.10. Potencia Eólica Disponible

La potencia eólica disponible es la cantidad de la energía que se puede obtener del viento mediante un aerogenerador. Esta se calcula mediante la densidad del aire, el área por las aspas del generador y la velocidad del viento. (Amada, 2008)

La fórmula para calcular la potencia eólica es:

$$p = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \quad (1)$$

Donde:

- P = Potencia eólica (en vatios, W)
- ρ = Densidad del aire (aproximadamente 1.225 kg/m³ a nivel del mar)
- A = Área barrida por el rotor (πr^2)
- v = Velocidad del viento (en m/s)

Es importante notar que solo una fracción de esta potencia se puede aprovechar debido al límite de Betz, que establece que el máximo aprovechamiento es del 59.3%.

1.11. Potencia Eólica Aprovechable

La potencia eólica aprovechable es aquella cantidad real de la la energía que se puede obtener del viento, teniendo en cuenta los aspectos físicos negativos en el terreno y la eficiencia del generador eólico. (Amada, 2008)

Aunque la potencia eólica disponible se calcula con la fórmula:

$$p = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \quad (2)$$

La potencia realmente aprovechable está limitada por el Coeficiente de Potencia (C_p), que considera el rendimiento máximo teórico de un aerogenerador. Según el límite de Betz, el valor máximo de C_p es aproximadamente 0.593 o el 59.3%. (Amada, 2008)

Por lo tanto, la potencia eólica aprovechable se calcula como:

$$p_{aprovechable} = c_p \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \quad (3)$$

1.12. Variaciones Temporales del Viento

Las variaciones temporales del viento se refieren a todos aquellos cambios que tiene el viento (velocidad, dirección) dentro de un lapso. Estas fluctuaciones pueden ser causadas por diversos factores meteorológicos y geográficos, y son fundamentales para el diseño y operación de generadores eólicos. (Bett, 2022)

1.12.1. Tipos de variaciones temporales

- Variación estacional: cambios a lo largo de las estaciones (verano, invierno) debido a patrones climáticos.
- Variación diaria: fluctuaciones entre el día y la noche por el calentamiento solar diferencial.
- Variación a corto plazo: ráfagas o turbulencias que ocurren en minutos u horas, causadas por tormentas o frentes fríos.
- Variación instantánea: cambios rápidos e impredecibles en segundos o minutos, comunes en áreas costeras.

1.12.2. Importancia en energía eólica

Estas variaciones afectan la eficiencia y estabilidad de la generación eléctrica, para poder minimizar este impacto, los aerogeneradores tienen un sistema de control que regulan el ángulo de las aspas y pueden ajustar el giro del rotor. (Bett, 2022)

1.13. Variaciones Espaciales del Viento

Las variaciones espaciales del viento se refieren a las diferencias en la velocidad y dirección del viento en distintas ubicaciones geográficas y alturas sobre el terreno. Estas variaciones son fundamentales para comprender cómo se comporta el viento en diferentes

áreas y cómo se puede aprovechar de manera eficiente para generar energía eólica.
(MRCC), 2010)

1.13.1. Factores que influyen en las variaciones espaciales

1.13.1.1. Presión atmosférica. Los vientos se generan por diferencias de presión atmosférica. Las altas presiones (anticiclones) generan vientos más estables y suaves, mientras que las bajas presiones (ciclones) pueden causar vientos fuertes y variables.
(weather, s.f.)

1.13.1.2. Temperatura del aire y del mar. La diferencia de temperatura entre el agua y el aire provocan circulaciones de aire en áreas específicas, tales como las brisas marinas.
(weather, s.f.)

Esta temperatura también puede influir en la estabilidad del aire, lo que afecta la intensidad del viento.

1.13.1.3. Corrientes marinas. Las corrientes oceánicas influyen en el movimiento del aire sobre el mar, aunque no generan viento directamente, pueden modificar la dirección e intensidad al interactuar con masas de aire. (weather, s.f.)

1.13.1.4. Geografía y orografía cercana. Aunque en mar abierto los vientos suelen ser más uniformes, la cercanía a la costa, islas o cordilleras puede generar efectos locales como aceleraciones o turbulencias del viento. (weather, s.f.)

1.13.1.5. Rotación de la Tierra (efecto Coriolis). Este efecto desvía el viento a la derecha en el hemisferio norte y a la izquierda en el hemisferio sur, afectando su dirección y estabilidad. (AndlingerDistillate, 2019)

1.13.1.6. Frentes meteorológicos. El paso de frentes fríos, cálidos u ocluidos puede provocar cambios bruscos en la dirección e intensidad del viento. (AndlingerDistillate, 2019)

1.13.1.7. Hora del día. Durante el día, la superficie del mar se calienta, favoreciendo las brisas marinas, en la noche, el enfriamiento puede hacer que el viento disminuya o cambie de dirección. (AndlingerDistillate, 2019)

1.13.1.8. Tormentas y huracanes. Sistemas meteorológicos severos pueden generar vientos extremos, con direcciones e intensidades impredecibles. (AndlingerDistillate, 2019)

1.13.1.8. Altura sobre el nivel del mar (anemómetro). La velocidad del viento varía con la altura que tiene, dentro de las embarcaciones estas, se mide generalmente en el mástil, estos actores pueden afectar las lecturas del viento según la estructura del barco. (AndlingerDistillate, 2019)

1.14. Actores Influyentes en el Funcionamiento de un Sistema Eólico

Los actores que influyen en el funcionamiento de cualquier sistema eólico son aquellos factores que afectan la eficiencia, estabilidad y rendimiento de un generador eólico. (energy-elege, 2024)

Estos actores se dividen en variables ambientales, características técnicas del sistema y otros factores operativos. A continuación, te detallo los principales:

1.14.1. Condiciones del viento

- **Velocidad del viento:** la cantidad de energía que se puede obtener depende siempre de la velocidad del viento. Todos los aerogeneradores tienen un rango óptimo de operación en el que la velocidad del viento es adecuada para generar energía sin que se excedan los límites de seguridad del sistema. (energy-elege, 2024)
- **Dirección del viento:** la dirección debe ser lo más constante posible para poder maximizar la eficiencia de los generadores en la obtención de energía.

- **Rugosidad del terreno:** la fricción del viento con el suelo o el agua reduce la velocidad del viento cerca de la superficie. La rugosidad del terreno afecta la variabilidad del viento y, por lo tanto, la potencia disponible.

1.14.2. Características del generador eólico

- **Diseño de las aspas:** el tamaño, forma, y ángulo de las aspas (o palas) son factores clave en la eficiencia de un aerogenerador. Las aspas deben ser lo suficientemente grandes para captar la mayor cantidad de energía, pero también ligeras para no generar demasiada resistencia. (energy-elege, 2024)
- **Colectores y generador eléctrico:** la eficiencia del generador, que convierte la energía mecánica en eléctrica, también juega un papel crucial. Esto incluye la eficiencia del sistema de transmisión y la conversión de energía.
- **Sistema de control:** el sistema de control es el encargado de ajustar la velocidad del rotor y el ángulo de las aspas para garantizar una óptima generación de energía según las condiciones del viento.

1.14.3. Factores ambientales

- **Temperatura y humedad:** la temperatura y la humedad del aire influyen en la densidad del aire, lo que afecta la cantidad de energía que se puede obtener del viento, mientras el aire es más frío y seco tiene mayor densidad, lo que permite aprovechar mejor la energía eólica. (energy-elege, 2024)
- **Condiciones climáticas extremas:** las Tormentas, huracanes, o cambios de temperaturas extremas pueden afectar el rendimiento como también el tiempo de vida del sistema eólico.
- **Sistemas de almacenamiento de energía:** en sistemas eólicos autónomos o en lugares con vientos irregulares, los sistemas de almacenamiento

(baterías o acumuladores) juegan un papel importante. La capacidad de almacenamiento influye en la capacidad del sistema para proporcionar energía constante incluso cuando no hay viento. (energy-elege, 2024)

- **Red eléctrica:** la integración con la red eléctrica es esencial para transportar la energía generada. La variabilidad del viento puede hacer que la producción de energía sea inestable, por lo que los sistemas eólicos deben ser capaces de sincronizarse con la red para garantizar un suministro constante.

1.14.5. Factores operativos

- **Mantenimiento:** los aerogeneradores requieren un mantenimiento periódico para poder garantizar su correcto funcionamiento, debe evitarse la corrosión, el desgaste de las aspas y que el mecánico no tenga fallas ya que son cruciales para garantizar una larga vida útil del generador y mantener su eficiencia. (energy-elege, 2024)
- **Factores económicos:** el mantenimiento de los aerogeneradores es un factor económico siempre presente, también está el costo de los componentes, la inversión inicial y la rentabilidad a largo plazo son factores influyentes.

1.14.6. Aspectos regulatorios y sociales

- **Normativas y regulaciones:** las leyes ambientales, de seguridad y de construcción influyen en el diseño y la instalación de los sistemas eólicos. En algunos lugares, las turbinas deben cumplir con requisitos específicos para minimizar el impacto ambiental y garantizar la seguridad. (wes.copernicus, 2022)

- **Aceptación social:** la comunidad y otras partes interesadas pueden influir en la viabilidad de los proyectos eólicos, estos factores como lo visual el ruido o las preocupaciones sobre el ecosistema de los animales y plantas locales pueden influir en la aceptación de los generadores eólicos. (wes.copernicus, 2022)

1.15. Aspectos Ambientales

Los aspectos ambientales en la generación de energía eólica son clave para evaluar la sostenibilidad. Aunque la energía del viento es considerada una fuente de energía muy limpia, su implementación puede tener aspectos positivos y negativos en el medio ambiente.

1.15.1. Aspectos Positivos

1.15.1.1. Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Los aerogeneradores no crean gases de efecto invernadero durante su funcionamiento, lo que disminuye la huella de carbono. ((MRCC), 2010)

1.15.1.2. Uso de Recursos Renovables. La energía eólica es una fuente de energía renovable, lo que significa que el viento es un recurso infinito y no se agota. En comparación de los combustibles fósiles, la energía eólica no tiene un costo extra o agotamiento del recurso como lo es el aire, lo que la lleva a ser una fuente de energía sostenible.

1.15.1.3. Reducción de la Contaminación del Aire y el Agua. La generación de energía eólica no produce contaminantes en el aire ni en cuerpos de agua, lo que mejora la calidad del aire y reduce la contaminación hídrica. A diferencia de las centrales térmicas o nucleares, los aerogeneradores no generan residuos peligrosos ni contribuyen a la acidificación de los ecosistemas acuáticos. (wes.copernicus, 2022)

1.15.1.4. Promoción de la Biodiversidad. En comparación con otras formas de generación de energía, los parques eólicos tienen un impacto menor en los ecosistemas naturales. Además, algunos proyectos eólicos, como aquellos ubicados en áreas agrícolas o ganaderas, pueden contribuir a la conservación de los hábitats, promoviendo prácticas de uso de la tierra más sostenibles. ((MRCC), 2010)

1.15.2. Aspectos Negativos

1.15.2.1. Impacto en la Fauna. Las turbinas eólicas si ser un peligro para los animales como las aves migratorias que vuelan a baja altura.

Las colisiones con las palas de los aerogeneradores son una de las principales preocupaciones. (wes.copernicus, 2022)

1.15.2.2. Alteración de Ecosistemas Locales. La construcción de parques eólicos en áreas naturales puede causar alteraciones tanto en la flora como la fauna. ((MRCC), 2010)

Los aerogeneradores generan ruidos relativamente bajos.

1.15.2.3. Uso de recursos para la fabricación. Los materiales utilizados en la fabricación de aerogeneradores, como el acero, el cobre y las aleaciones, requieren minería y recursos naturales. La producción de estos componentes puede generar impactos ambientales, aunque las turbinas eólicas tienen una vida útil larga y las tecnologías de reciclaje están avanzando para mitigar estos efectos. (wes.copernicus, 2022)

1.15.2.4. Impacto visual. En algunas regiones, la presencia de grandes turbinas eólicas puede alterar el paisaje natural y generar conflictos con la estética local, especialmente en áreas turísticas o de gran belleza natural. La percepción de la energía eólica puede ser negativa en algunas comunidades, lo que puede retrasar o dificultar la implementación de proyectos. (Bazán, 2010)

1.15.2.5. Uso de la tierra. Aunque los parques eólicos ocupan grandes áreas, la tierra en sí misma puede seguir siendo utilizada para actividades agrícolas, ganaderas o incluso de conservación. Sin embargo, la ocupación de grandes espacios puede generar competencia por el uso de la tierra, especialmente en áreas densamente pobladas o de alto valor ecológico. (Lafuente, 2010)

1.15.3. Mitigación de los impactos ambientales

Para minimizar los impactos negativos de la energía eólica, se están implementando diversas estrategias:

- **Ubicación estratégica:** seleccionar cuidadosamente las ubicaciones para los parques eólicos, evitando áreas sensibles para la fauna, como rutas migratorias o zonas de alta biodiversidad. (Gartman, 2016)
- **Tecnología de bajo impacto:** innovaciones como el diseño de palas más eficientes, tecnologías de orientación para evitar la colisión de aves y sistemas de monitoreo para detectar la presencia de fauna.
- **Monitoreo ambiental:** realizar estudios previos y posteriores a la instalación de parques eólicos para evaluar y mitigar los impactos sobre la fauna y el entorno natural.

1.16. Aspectos económicos

Los aspectos económicos de la generación de energía eólica son primordiales para garantizar la viabilidad y rentabilidad de los proyectos eólicos, tanto a pequeña como a gran escala. (Gartman, 2016)

1.17. Vida útil de los aerogeneradores

Los aerogeneradores tienen una vida útil de aproximadamente 20 a 30 años.

1.18. Embarcaciones

El uso de la energía eólica en embarcaciones está actualmente en crecimiento, principalmente para la reducción del consumo de combustibles fósiles.

1.18.1. Tipos de barcos que usan generación eólica

1.18.1.1. Veleros de recreo y larga travesía. Utilizan aerogeneradores pequeños para cargar baterías a bordo, suministrar energía a sistemas de navegación, luces, radio, refrigeración, entre otros. Marcas como *D400 Marine Wind Generator* o *Rutland 1200* son populares en estos casos.

Ilustración 3: Velero



Fuente: <https://tecnologia-facil.com/>

1.18.1.2. Barcos pesqueros artesanales o costeros: Emplean aerogeneradores como fuente auxiliar para reducir el uso de generadores diésel, sobre todo en trayectos largos o en fondeo.

1.18.1.3. Barcos de investigación y oceanografía: Algunas embarcaciones científicas incorporan generación eólica junto con solar para mantener estaciones de monitoreo o laboratorios a bordo autosuficientes.

1.18.1.4 Yates de lujo y embarcaciones ecológicas: Algunos yates modernos combinan energía solar, eólica e incluso propulsión híbrida (diésel-eléctrico) para ser más eficientes y respetuosos con el medio ambiente.

Ilustración 4: Yates



Fuente: <https://es.comptoirnautique.com/>

1.18.1.5. Prototipos y cargueros experimentales: Empresas como Eco Marine Power y proyectos como el velero Energy Observer y el carguero Wind Challenger Project de Mitsui O.S.K. Lines exploran el uso combinado de paneles solares, velas rígidas y aerogeneradores para grandes buques.

2.18.2. Ventajas

- Reducción del consumo de combustible.
- Menor emisión de gases contaminantes.
- Mayor autonomía energética en alta mar.
- Silencioso y bajo mantenimiento.
- Ideal para situaciones de emergencia.

1.18.3. Limitaciones

- Baja producción en condiciones de viento débil.
- Necesidad de sistemas de respaldo.
- Riesgo de interferencia con equipos a bordo si no está bien instalado.

CAPITULO 2. INSPECCIÓN TÉCNICA DE LA EMBARCACIÓN EL REY

2.1. Inspección

Se realizó una inspección técnica de la embarcación El Rey con el objetivo de identificar el estado los equipos críticos que requieren un suministro de energía ininterrumpido.

La inspección se llevó a cabo en la parte de puente de mando donde se encuentran todos los equipos. Se observó que la embarcación no cuenta con un sistema de generación de energía eléctrica en funcionamiento todo el día y cuando los motores o el generador auxiliar están apagados, los sistemas de alarma contra incendios y radios de comunicación permanecen apagados.

Esto representa que, ante una emergencia, la falta de estos sistemas puede comprometer la vida de la tripulación y la integridad del buque.

2.2. Estado de los Equipos

Los equipos identificados para mantener operativos de forma continua fueron:

- Sistema de alarma contra incendios.
- Radios de comunicación (contacto costero).

Durante la revisión, se pudo determinar lo siguiente:

El panel de alarma contra incendios y las radios se encuentra en buen estado, pero no tiene alimentación de energía constante, lo que genera una inseguridad enorme ya que en caso de incendio el sistema de alarma no anunciaría nada, y en caso de emergencia no se podría comunicar con alguna entidad de salvaguardia.

2.3. Radio

2.3.1. Radio Standard Horizon Quest-X GX1500S

Es una radio muy común que se usa en embarcaciones pesqueras o de recreo.

2.3.1.1. Características de la radio Standard Horizon

- Radio VHF fija.
- Canal 16/9 con acceso directo.

Ilustración 5: Radios Standard Horizon



Fuente: (nauticexpo, n.d.)

2.3.2. Radio Icom IC-M700PRO

Es una radio de largo alcance, utilizada para comunicaciones entre otras embarcaciones a distantes o con estaciones costeras, también fuera del alcance VHF.

2.3.2.1. Características de la radio Icom IC-M700PRO

- Radio SSB para comunicaciones HF.
- Frecuencias marinas de onda corta.
- Controles: AGC, Clarity, Squelch (SQL).
- Teclado numérico para ingresar las de frecuencias y canales.

Ilustración 6: Radio ICOM



Fuente: (nauticexpo, n.d.)

2.4. Panel de Alarma Contra Incendios

2.4.1. Panel Hagroy Protec Fire 8

El Protec Fire 8 de Hagroy Electronic S.A.C. es un panel inteligente de detección de incendios convencional, diseñado para monitorear hasta 8 zonas cableadas. Está pensado para entornos residenciales, comerciales e industriales que requieren una respuesta temprana y eficaz ante emergencias por fuego.

2.4.1.1. Características del Panel Hagroy Protec Fire 8

- Monitorea un máximo de 8 zonas o lugares.
- Indicadores LED por zona (alarma, falla, zona activa) para identificación visual instantánea.

Ilustración 7: Panel Alarma



Fuente: (tlsolutionsperu, n.d.)

2.5. Estudio de Carga

En el estudio de cargarla se determinó el consumo eléctrico de los equipos instalados a bordo de la embarcación El Rey, los cuales resultan fundamentales para la seguridad de la tripulación.

Entre los equipos considerados se encuentran los sistemas de comunicación y el panel de alarma contra incendios, cuyo funcionamiento continuo es indispensable, especialmente en situaciones de emergencia.

Durante la inspección realizada a bordo se evidenció que la embarcación no cuenta con un generador de energía encendido de forma permanente.

En consecuencia, los equipos mencionados anteriormente permanecen apagados durante largos periodos en que el motor principal no está encendido, dejando a la embarcación sin los sistemas activos de comunicación ni detección de incendios.

2.5.1. Consumo eléctrico de los equipos

Tabla 1: Consumo eléctrico de los equipos

EQUIPO	CONSUMO (Wh)
Radio VHF GX1500S (Standard Horizon)	76 Wh
Radio HF IC-M700PRO (Icom)	120 Wh
Panel contra incendios Protec Fire 8 (Hagroy)	30 Wh
TOTAL	226 Wh

La batería disponible para alimentar estos sistemas es una BOSCH de 12V y 40Ah, con una capacidad de 480 Wh. Sin embargo, y considerando un uso donde este al 60%, dispone de una capacidad útil de 288 Wh.

Con un consumo diario de 226 Wh de los equipos, la batería BOSCH puede proporcionar una autonomía de unos 4 días sin necesidad de recarga.

CAPITULO 3. SELECCIÓN Y DESCRIPCION DEL EQUIPOS

El equipo adquirido corresponde a una turbina eólica de eje horizontal de 800W y 12V, comercializada bajo la marca Hilitand Vevor. Este sistema ha sido diseñado como una solución compacta y eficiente para la generación de energía eléctrica a partir del recurso eólico, en contextos donde el acceso a la red eléctrica convencional resulta limitado o inexistente.

Su estructura ligera, su facilidad de instalación y su adaptabilidad a diferentes entornos hacen que este modelo sea especialmente apto para aplicaciones en embarcaciones.

Ilustración 8: Aero Generador



Fuente: (Hilitadindustriis, 2025)

La turbina tiene tres aspas aerodinámicamente de fibra de nailon, lo que le otorga buena resistencia mecánica y de muy bajo peso, facilitando su giro incluso ante velocidades de viento bajas como lo serían 2 m/s.

Estas aspas van acopladas a el generador síncrono de imanes permanentes de tres fases, el cual convierte la energía del viento en energía eléctrica (CC), con un voltaje de salida de 12V.

3.1. Especificaciones Técnicas

- Potencia nominal: 800W
- Voltaje de salida: 12V CC
- Número de aspas: 3
- Material de las aspas: Fibra de nailon
- Radio del rotor: 0,75m
- Tipo de generador: Generador síncrono de imán permanente de 3 fases
- Sistema de control: Electromagnético / ajuste de guiñada (Corrección direccional)
- Método de ajuste: Ajuste automático del ángulo de dirección del viento
- Rango de temperatura de funcionamiento: -40°C a 80°C
- Peso del equipo: Aproximadamente 8.24 kg (18.17 libras)

3.2. Componentes

- 1 x Generador (motor)
- 3 x Aspas de viento
- 1 x Controlador de carga
- 1 x Cubierta de las aspas
- 1 x Espaciador
- 1 x Bolsa con herramientas de fijación

3.3. Características Destacadas

Entre sus principales virtudes, se destaca su bajo umbral de velocidad de arranque, que permite comenzar a generar electricidad con velocidades de viento menores a las que requieren otros modelos similares.

Además, el equipo incorpora un sistema de ajuste de guiñada automático (Corrección direccional del aerogenerador, varía dependiendo de donde venga el viento),

el cual orienta las aspas de manera óptima en función de la dirección del viento, mejorando así su eficiencia operativa.

Está diseñada para operar a temperatura (de -40°C a 80°C) y con una carcasa resistente a la corrosión que sería plástico.

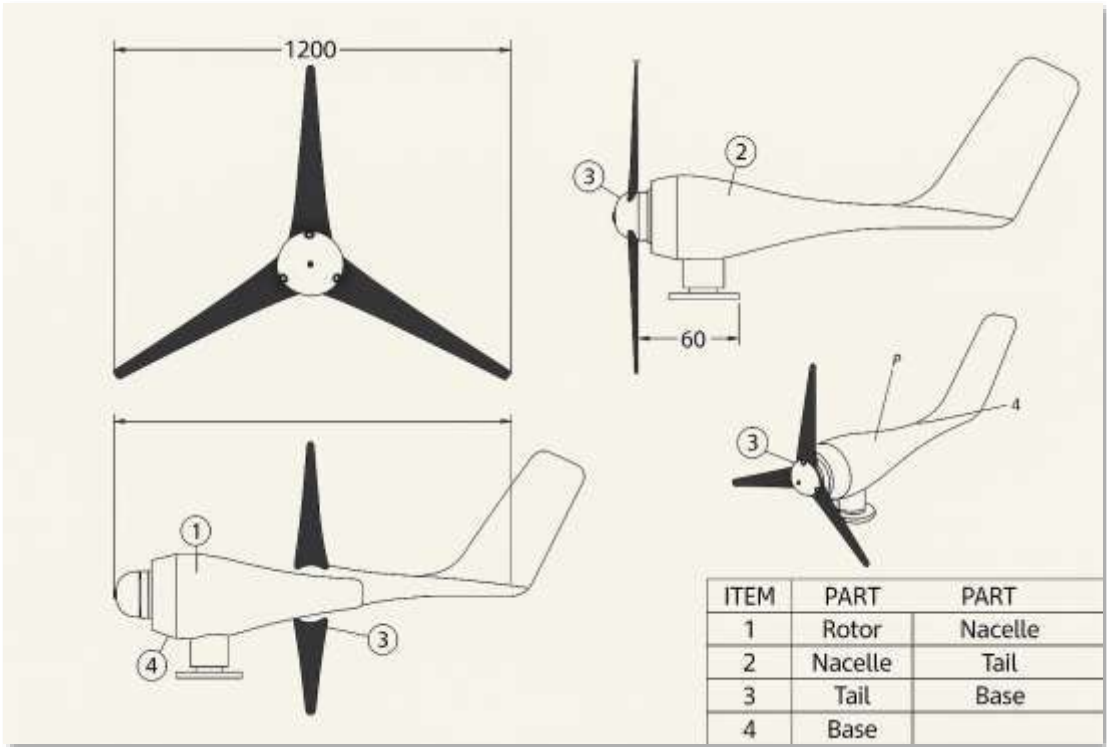
3.4. Almacenamiento de Energía

El banco de baterías almacena la energía generada para asegurar la alimentación continua incluso en condiciones de viento nulo. A partir de este punto, la energía almacenada es distribuida directamente hacia dos cargas críticas:

- **Sistema de alarmas contra incendios:** esencial para la seguridad del buque, debe permanecer operativo de forma continua, especialmente en momentos en los que el generador principal está inactivo.
- **Radios de comunicación:** garantizan la capacidad de comunicación interna y externa, vital para situaciones de emergencia o coordinación de maniobras.

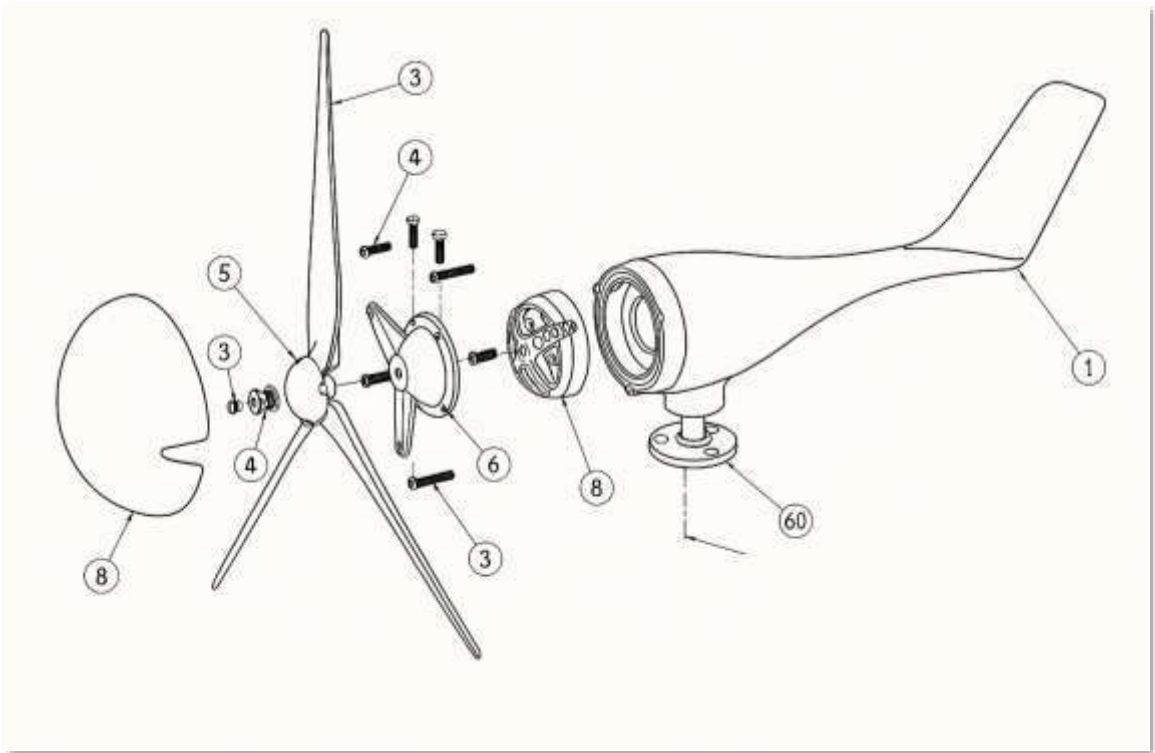
3.5 Planos Gráficos del Aerogenerador

Ilustración 10: Planos Uno



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 9: Plano Dos



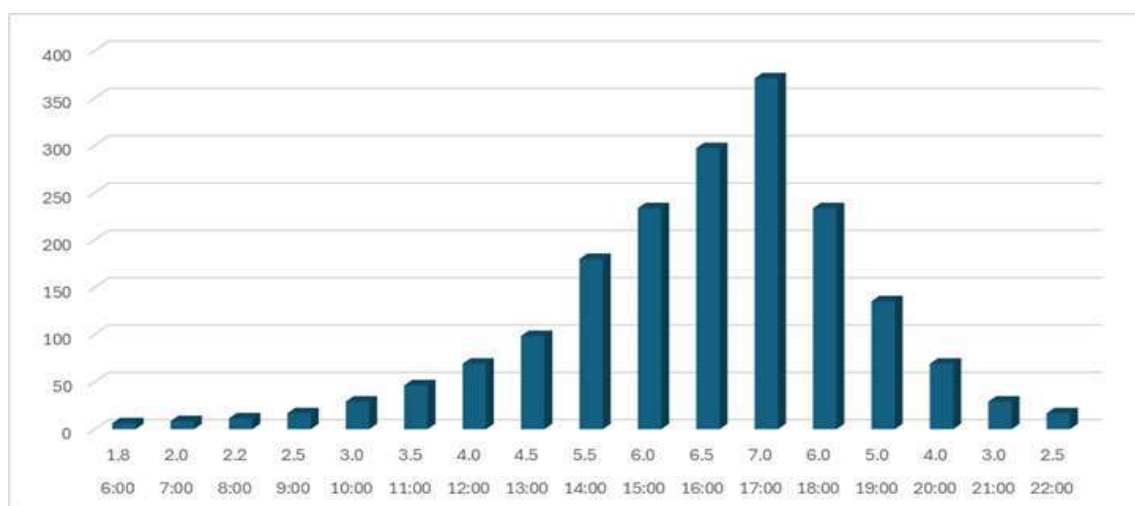
Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 4: DISEÑO DEL SISTEMA Y MONTAJE

4.1. Ubicación óptima del generador en la embarcación

Una de las decisiones más relevantes en el diseño de un sistema de generación eólica a bordo es la correcta ubicación del aerogenerador, ya que de ello depende en gran medida el rendimiento y la eficiencia del sistema. En el caso de la embarcación El Rey, se realizó un análisis preliminar de las condiciones del viento en distintas zonas del buque, utilizando un anemómetro portátil para medir la velocidad media del viento en distintos momentos del día.

Ilustración 12: Grafica de estudio de viento



Fuente: Elaboración Propia

4.1.1. Tabla Horaria de Velocidad del Viento y Potencia Estimada

Estimaciones realizadas para el generador eólico con potencia máxima de 800W, desde las 06:00 hasta las 22:00 horas.

Tabla 2: Estimado de potencia

Hora	Velocidad del Viento (m/s)	Potencia Estimada (W)
06:00	1.8	6,3
07:00	2.0	8,65

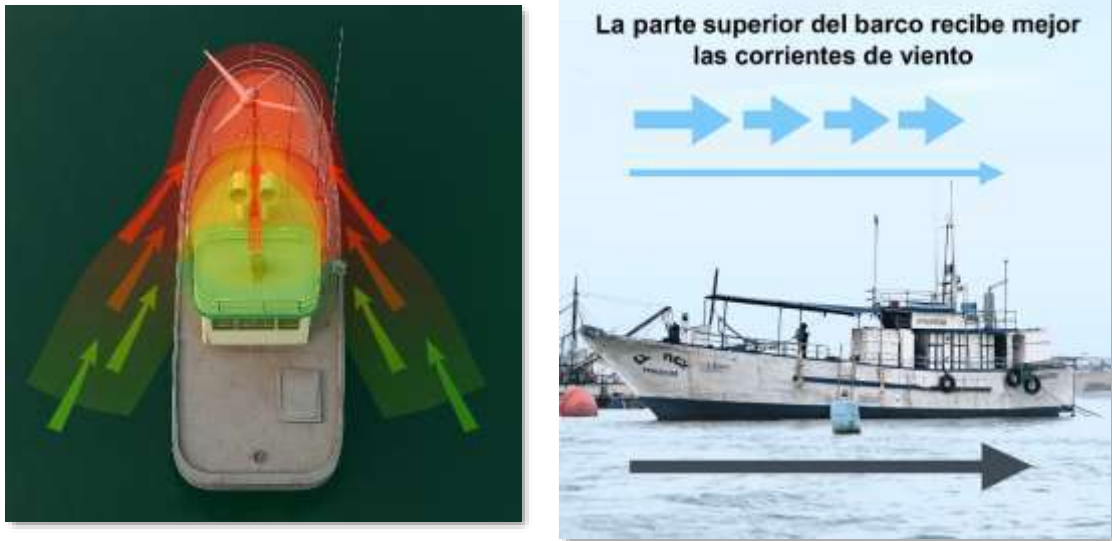
08:00	2.2	11,52
09:00	2.5	16,91
10:00	3.0	29,22
11:00	3.5	46,40
12:00	4.0	69,26
13:00	4.5	98,62
14:00	5.5	180
15:00	6.0	233,7
16:00	6.5	297,22
17:00	7.0	371
18:00	6.0	233,7
19:00	5.0	135,28
20:00	4.0	69,26
21:00	3.0	29,22
22:00	2.5	16,91

Los resultados obtenidos nos demostraron que la zona donde existe mayor corriente de viento es la cubierta superior, donde se registró una velocidad promedio de 3 m/s, superando el mínimo de funcionamiento del aerogenerador, que es de 2 m/s.

La cubierta superior ofrece una exposición libre de obstáculos que puedan generar turbulencias, además de contar con espacio suficiente para una instalación segura y con acceso para futuras labores de mantenimiento preventivo.

Se ha considerado también el peso y el centro de gravedad del equipo, que no representan un riesgo significativo para la estabilidad del buque, dada la escala del aerogenerador y su punto de anclaje

Ilustración 13: Ubicación del aerogenerador



Fuente: Elaboración Propia

5.1.2. Justificación de la ubicación del aerogenerador en la cubierta superior

La imagen muestra un análisis conceptual del comportamiento del viento sobre la embarcación, en el que se visualizan las zonas con mayor y menor incidencia del flujo eólico. El análisis permite identificar que la cubierta superior, en su zona central, es la ubicación más idónea para la instalación del aerogenerador, tanto desde el punto de vista aerodinámico como de seguridad estructural.

Durante las mediciones que se realizaron a bordo del barco, se comprobó que la intensidad del viento no tiene mucha variación, son bien significativas entre los costados de babor y estribor, pero sí pudo ver que existe una mejor captación del recurso eólico a mayor altura.

Esto se debe a que, al elevarse sobre la línea de la superestructura, se reduce la interferencia de obstáculos y turbulencias que se generan en zonas más bajas del casco.

Asimismo, se eligió la parte central de la cubierta superior porque proporciona una base más estable y segura, evitando que el aerogenerador quede expuesto a zonas del borde, donde en caso de una falla estructural, el equipo podría caer directamente al mar.

En cambio, su ubicación en el centro de la cubierta permite que, en situaciones imprevistas, el aerogenerador caiga sobre la misma estructura del buque, minimizando el riesgo de pérdida del equipo o daños mayores.

Esta decisión de diseño busca optimizar el rendimiento del sistema eólico y a la vez garantizar la seguridad operativa a bordo de la embarcación.

5.2. Montaje del generador eólico

Para garantizar una instalación segura, estable y duradera del generador eólico en la embarcación El Rey, se diseñó y ejecutó un sistema de soporte estructural adecuado a las condiciones marinas y de operación del buque.

El generador se instaló en la cubierta superior porque es una zona con buena exposición al viento y sin obstáculos, para su fijación, se utilizaron los siguientes elementos:

- **Tubo de soporte:** se utilizó un tubo cilíndrico de acero inoxidable de 2 pulgadas de diámetro, con un grosor de 3 milímetros, elegido por su resistencia mecánica y durabilidad frente al ambiente salino.
- **Tratamiento anticorrosivo:** el tubo fue recubierto con pintura marina protectora anticorrosiva, especialmente formulada para entornos costeros y embarcaciones, lo cual incrementa su resistencia frente a la oxidación provocada por la brisa marina y la humedad constante.
- **Sistema de sujeción:** el mástil fue fijado mediante abrazaderas de acero inoxidable tipo mariner, que lo mantienen unido firmemente a una estructura base reforzada de la cubierta. Además, se instalaron cadenas tensadas con tensores metálicos en ambos costados (babor y estribor), las cuales actúan como refuerzos laterales para evitar vibraciones, inclinaciones o desplazamientos del tubo durante la navegación o en condiciones de viento intenso.

- **Estabilidad:** la combinación de tensores, cadenas y abrazaderas brinda una fijación sólida y anti vibratoria, lo que permite que el generador opere sin riesgo de desalineamiento ni pérdida de eficiencia.

Esta solución de montaje fue diseñada tomando en cuenta criterios de resistencia estructural, facilidad de mantenimiento, resistencia a la corrosión y seguridad operativa, elementos indispensables para el correcto funcionamiento del sistema eólico en un entorno marítimo.

5.3. Esquema eléctrico del sistema (generador-controlador-batería-carga)

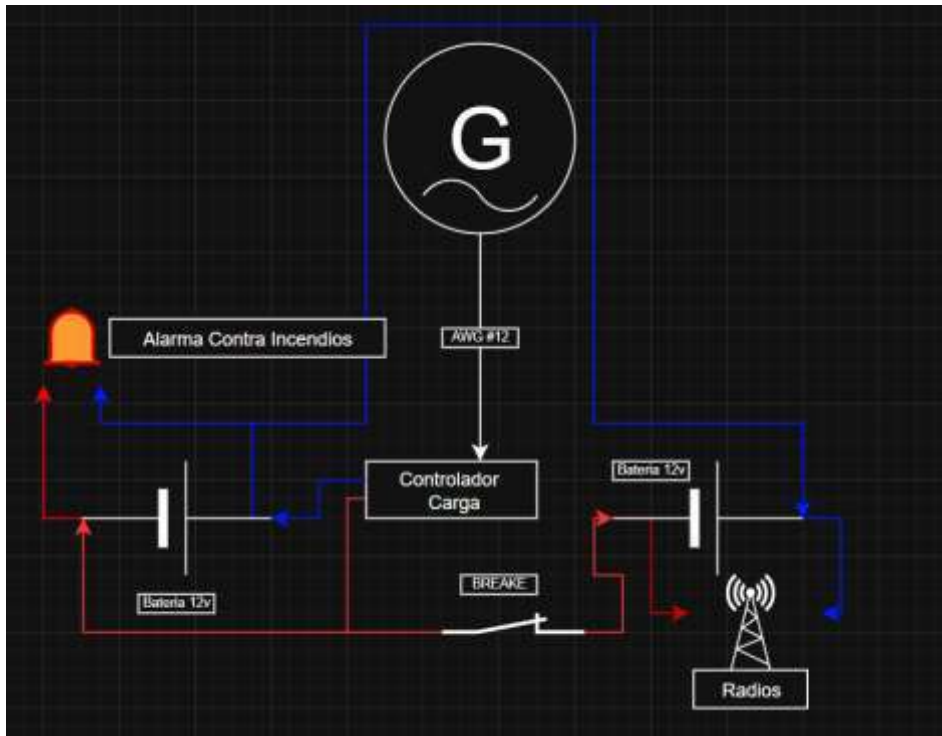
El diseño eléctrico de los sistemas aerogenerador se ha estructurado para poder garantizar la mejor autonomía energética de los equipos que son el sistema de alarmas contra incendios y los equipos de radiocomunicación. El esquema propuesto detalla la conexión de los componentes del sistema de generación eólica, asegurando una correcta integración segura, eficiente y funcional para que pueda alimentar los equipos mencionados anteriormente.

El aerogenerador instalado en la cubierta superior como se explicó anteriormente transforma la energía del viento o llamada energía cinética en energía eléctrica en corriente continua (DC).

Esta energía va hacia un controlador de carga que su función principal es regular la tensión y corriente entregadas hacia el sistema de almacenamiento que serían las baterías, y así evitando sobrecargas o sobre descargas.

5.3.1. Esquema unifilar eléctrico

Ilustración 14: Esquema Unifilar



Fuente: Elaboración Propia

El esquema unifilar representa de manera simplificada el sistema eléctrico de corriente continua (DC) implementado a bordo de la embarcación EL REY, destinado a alimentar los sistemas de emergencia (alarma contra incendios y radios de comunicación) mediante un generador eólico.

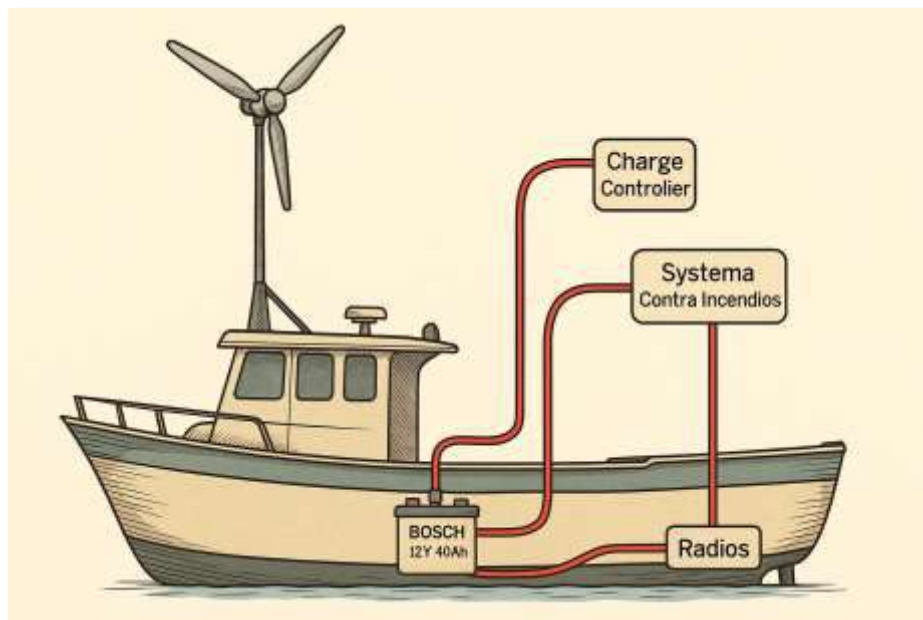
El sistema inicia con un generador eólico de 800 W y salida de 12 V DC, ubicado en la cubierta superior del buque, el cual capta la energía del viento y la conduce, a través de conductores tipo cable concéntrico ST-THHN, 3 x 12 AWG, hasta un controlador de carga modelo JC-12 waterproof, ubicado en el puente de mando.

El sistema utiliza una batería principal BOSCH de 12 V y 40 Ah.

Se ha implementado una derivación en paralelo hacia una segunda batería auxiliar, también de 12 V, destinada a alimentar los radios de comunicación. Dicha derivación incluye un breaker (interruptor de protección) de 12 V DC genérico en la línea positiva, con el fin de garantizar la protección contra sobre corrientes o cortocircuitos

Este diseño permite una alimentación autónoma y continua a los sistemas de emergencia en condiciones en las que el sistema generador principal del barco no se encuentra operativo, asegurando así la continuidad de las comunicaciones y la detección de incendios

Ilustración 15: Instalación



Fuente: Elaboración Propia

5.4. Almacenamiento

El banco de baterías almacena la energía generada para asegurar la alimentación continua incluso en condiciones de viento nulo. A partir de este punto, la energía almacenada es distribuida directamente hacia dos cargas críticas:

- **Sistema de alarmas contra incendios:** esencial para la seguridad del buque, debe permanecer operativo de forma continua, especialmente en momentos en los que el generador principal está inactivo.
- **Radios de comunicación:** garantizan la capacidad de comunicación interna y externa, vital para situaciones de emergencia o coordinación de maniobras.

5.4.1. Características principales de este tipo de batería:

Tabla 3: Característica batería

Característica	Descripción
Tipo	Plomo-ácido (convencional)
Tensión nominal	12 voltios
Capacidad	40 amperios-hora (Ah)
Uso típico	Encendido de motor, luces, sistemas auxiliares de un vehículo
Diseño	Alta corriente de arranque por poco tiempo
Ciclo de descarga	Poco profundo (no diseñada para descarga profunda constante)

5.5. Seguridad eléctrica y protección anticorrosiva

La instalación del sistema eólico a bordo de la embarcación EL REY ha sido diseñada considerando criterios fundamentales de seguridad eléctrica y resistencia a ambientes marinos altamente corrosivos. Estas condiciones particulares requieren la adopción de medidas específicas para garantizar la integridad del sistema y la protección de los equipos y la tripulación.

5.5.1. Seguridad eléctrica

El sistema opera en corriente continua (DC) a 12 voltios, lo que reduce el riesgo de descargas eléctricas graves; sin embargo, se han implementado las siguientes medidas de seguridad:

5.5.1.1. Polaridad diferenciada. Todos los conductores han sido instalados utilizando codificación de color rojo para el polo positivo y negro para el negativo para facilitar la identificación y prevenir errores de conexión.

5.5.1.2. Cables adecuados. Se empleó cable concéntrico, ST-THHN, 3 x 12 AWG, conductor de cobre para 0.6 kV aislados individualmente con policloruro de vinilo PVC 90°C y chaqueta de nylon, Resistente a la humedad y luz solar.

5.5.1.3. Protección contra sobre corrientes. Se incorporó un breaker de 12 V DC en la línea positiva que conecta la batería BOSCH con la batería auxiliar MAC, brindando protección ante posibles cortocircuitos o sobrecargas.

5.5.1.4. Distribución segura. La disposición de los componentes evita cruces innecesarios de cables y minimiza la exposición a zonas de alto tráfico o manipulación.

5.5.2. Protección anticorrosiva

Debido a la exposición constante a la salinidad, humedad y cambios de temperatura, se consideraron los siguientes aspectos para prolongar la vida útil del sistema:

5.5.2.1. Ubicación estratégica. El generador eólico fue instalado en la cubierta superior, expuesto al viento, pero alejado de salpicaduras directas. El controlador de carga y las baterías están instalados dentro del puente de mando, en un ambiente controlado y protegido.

5.5.2.2. Sellado de componentes. El controlador de carga modelo JC-12 waterproof cuenta con protección IP adecuada contra la entrada de agua y partículas.

5.5.2.3. Terminales y conexiones. Se emplearon conectores con recubrimiento anticorrosivo, preferiblemente de tipo marino, y grasa dieléctrica en terminales expuestos para evitar la oxidación de contactos eléctricos.

5.5.2.4. Montaje elevado. Las baterías fueron colocadas en soportes aislantes del piso para evitar el contacto directo con la humedad acumulada.

5.5.2.5. Mantenimiento periódico. Se recomienda realizar inspecciones visuales mensuales del cableado, terminales, y breaker, con limpieza y reapriete cuando sea necesario.

Ilustración 16: Montaje final



Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 6: PRUEBAS Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

6.1. Pruebas de viento (velocidad mínima de arranque, eficiencia).

Las pruebas iniciales se realizaron para verificar la velocidad mínima de arranque del generador eólico instalado. Según las especificaciones del fabricante, el sistema comienza a generar energía desde una velocidad de viento de 2 m/s, lo cual fue confirmado en condiciones de fondeo a media mañana.

El equipo presentó velocidades entre 4.5 m/s y 7 m/s (horas de la tarde y en navegación), se estima una eficiencia entre 98 W y 371 W, lo cual se considera bueno para alimentar los equipos seleccionados.

6.2. Funcionamiento general del sistema en condiciones reales.

Durante las pruebas de navegación y fondeo, el generador eólico se comportó de manera estable y funcional. El equipo logró cargar las baterías, permitiendo la operatividad de los equipos que estaban apagados. El viento en altamar cuando el barco estaba en navegación resultó ser favorable para el rendimiento del sistema, siendo más constante y fuerte.

El diseño modular y su bajo peso facilitaron la instalación sin comprometer la estabilidad ni la maniobrabilidad de la embarcación.

6.3. Monitoreo de voltaje, corriente y carga de batería

Se utilizaron instrumentos de medición digital para verificar el voltaje de salida del generador, así como el comportamiento de corriente y nivel de carga en el banco de baterías conectado. En condiciones de viento moderado (4–6 m/s), el sistema entregó voltajes estables en el rango de 12.4 a 13.8 VDC, con corrientes que oscilaron entre 1.2 A y 4.5 A dependiendo de la intensidad del viento.

6.4. Resumen Técnico de Consumo Promedio

A continuación, se presenta un resumen de las características técnicas más relevantes de los equipos alimentados mediante el sistema de generación eólica:

Tabla 4: Consumo de los equipos

Equipo	Modelo	Tensión nominal (V DC)	Potencia media (W)	Tiempo estimado de uso (h/día)	Consumo diario (Wh/día)
Panel de alarma contra incendios	PC3	12 v	3 W	24 h	72 Wh
Radio de comunicación	ICOM IC-M700PRO	12 v	34 W	10 h	340 Wh
Radio de comunicación	Radio VHF GX1500S (Standard Horizon)	12 v	20 W	10 h	200 Wh
TOTAL					612 Wh/día

Los valores de potencia corresponden al consumo medio estimado en operación normal, no al pico máximo de transmisión (en el caso de los radios, este puede llegar a más 20–25 W por breves periodos).

La tensión de operación es constante a 12 voltios DC, compatible con el sistema de baterías instalado.

El consumo total diario es la base para el dimensionamiento de la capacidad de generación y almacenamiento del sistema eólico instalado.

6.5. Cálculo de la Potencia Eólica Disponible

Considerando una velocidad promedio del viento de 5 m/s y una altura de instalación de 8 metros sobre el nivel del mar, se calcula la potencia eólica disponible utilizando la fórmula:

- **Velocidad del viento (v):** 5 m/s.
- **Densidad del aire (ρ):** 1.225 kg/m³
- **Radio del rotor (r):** Radio de 0.75 m
- **Área barrida por el rotor (A):** $\pi \cdot r^2 = \pi \cdot (0.75)^2 \approx 1.767 \text{ m}^2$

$$P = (1/2) \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$$

Sustituyendo en la ecuación, se obtiene:

$$P = 0.5 \cdot 1.225 \cdot 1.767 \cdot 125 \approx 135.30 \text{ W}$$

Teniendo en cuenta el límite de Betz, que establece que el máximo aprovechamiento teórico es del 59.3 %, la potencia útil disponible es:

$$P_{\text{util}} = 135.30 \cdot 0.593 \approx 80.2 \text{ W}$$

Por lo tanto, el sistema podrá aprovechar aproximadamente 80.2 W en esas condiciones.

6.6. Ventajas y desventajas observadas

6.6.1. *Ventajas:*

- Energía gratuita y renovable disponible durante gran parte del día.
- Bajo mantenimiento y operación silenciosa.
- Fácil instalación y adaptación en embarcaciones pequeñas y medianas.
- Independencia energética para sistemas de emergencia.

6.6.2. *Desventajas:*

- Dependencia total de las condiciones del viento.
- Potencia limitada en comparación con fuentes tradicionales.
- Posibles vibraciones o ruidos en condiciones de viento extremo.
- Necesidad de soporte estructural firme para evitar movimientos indeseados.

6.7. Limitaciones del sistema en entorno marino

A pesar de su efectividad, el sistema presenta ciertas limitaciones propias del entorno marítimo, entre ellas:

- **Corrosión por salinidad:** los componentes deben estar debidamente protegidos contra la humedad salina, que puede acelerar el deterioro mecánico y eléctrico del generador.
- **Variabilidad del viento:** en fondeo o puerto, la velocidad del viento puede ser insuficiente durante ciertas horas del día, limitando la capacidad de carga.
- **Inclinación del buque:** en condiciones de navegación con oleaje, el balanceo del barco puede afectar el ángulo óptimo de entrada del viento.
- **Espacio de instalación:** en embarcaciones con cubierta reducida, la ubicación del generador debe ser cuidadosamente seleccionada para evitar interferencias con el equipamiento principal o con la seguridad del personal.

CONCLUSIONES

A través de la inspección realizada a bordo de la embarcación EL REY, se pudo llegar a la conclusión que no existe un sistema de generación eléctrica activo de forma continua. Esta condición deja apagados a los sistemas de comunicación y seguridad cuando el motor principal está apagado, lo cual representa un riesgo para la tripulación.

Se identificaron como equipos críticos al panel de alarma contra incendios y a dos radios de comunicación (ICOM / IC-M700PRO), los cuales requieren una alimentación constante de 12V DC.

Tras el estudio de cargas, se seleccionó un generador eólico de 800W a 12V, capaz de operar a partir de velocidades de 2 m/s hasta un máximo de 12 m/s.

La implementación del sistema incluyó la instalación del aerogenerador en la cubierta superior, un controlador de carga y una batería BOSCH de 12V 40Ah.

Las pruebas realizadas en navegación y fondeo demostraron que el sistema es capaz de suministrar energía de forma estable y segura para los equipos, mejorando notablemente la autonomía y seguridad de la embarcación.

RECOMENDACIONES

Realizar mantenimientos periódicos al aerogenerador, palas, conexiones eléctricas, controlador de carga y estado de las baterías, con el fin de asegurar su vida útil.

Implementar un sistema de monitoreo digital que permita registrar el voltaje, para evaluar el comportamiento del sistema en diferentes condiciones.

Capacitar a la tripulación sobre el funcionamiento del aerogenerador, verificación del estado de carga y procedimientos de desconexión en caso de tormentas o mantenimiento.

Considerar la ampliación del sistema mediante integración con paneles solares u otros equipos de energía renovable.

Registrar en el manual operativo de la embarcación el funcionamiento del sistema eólico como parte del plan de seguridad y contingencia.

BIBLIOGRAFÍA

- (MRCC), M. R. (2010). *purdue*. Obtenido de https://mrcc.purdue.edu/viviendo-con-el-clima/vientos?utm_source=chatgpt.com
- Amada, J. M. (2008). *CURSO DE ENERGÍA EÓLICA*. Zaragoza: Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Zaragoza. Obtenido de https://www.windygrid.org/manualEolico.pdf?utm_source=chatgpt.com
- AndlingerDistillate. (2019). *The Wind Resource*.
- Bazán, J. A. (2010). *La Energía Eólica*. Sevilla.
- bbva. (s.f.). *bbva*. Obtenido de Aerogeneradores: energía minieólica para tu negocio y tu casa: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/aerogeneradores-energia-minieolica-para-tu-negocio-y-tu-casa/>
- Bett, P. E. (2022). *sciencedirect*. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240588072200036X?utm_source=chatgpt.com
- Ceupe. (23 de 11 de 2010). *Ceupe*. Obtenido de Ceupe: <https://www.ceupe.com/blog/aerogenerador.html>
- Consejeria, i. y. (2010). *Energia Eolica Guia Tecnica*.
- enelgreenpowe. (s.f.). *enelgreenpowe*. Obtenido de Aerogenerador: <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/energia-eolica/aerogenerador>
- energy-elege. (2024). *energy-elege*. Obtenido de https://energy-elege.com/wind-turbine-power-generation-efficiency/?utm_source=chatgpt.com
- Flytpower. (10 de 05 de 2011). *Flytpower*. Obtenido de Flytpower: <http://es.flytpower.com/x5-model-1500w-24v-wind-turbine-vertical-axis-off-grid-wind-generaor-product/>

Gartman, V. (2016). *researchgate*. Obtenido de Medidas de mitigación para la fauna silvestre en el desarrollo de la energía eólica:
https://www.researchgate.net/publication/305822489_Mitigation_Measures_for_Wildlife_in_Wind_Energy_Development_Consolidating_the_State_of_Knowledge_-_Part_1_Planning_and_Siting_Construction

Lafuente, J. L. (2010). *Energía Eólica Terrestre y Marítima*. Zaragoza: Miguel Ángel Torres Portero.

nauticexpo. (s.f.). Obtenido de Radio para barco IC-M700PRO:
<https://www.nauticexpo.es/prod/icom/product-21749-240641.html>

nauticexpo. (s.f.). Obtenido de Radio marina Quest-X GX1500S:
<https://www.nauticexpo.es/prod/standard-horizon/product-21532-496816.html>

proviento. (s.f.). *proviento*. Obtenido de <https://proviento.com.ec/27-aerogeneradores>

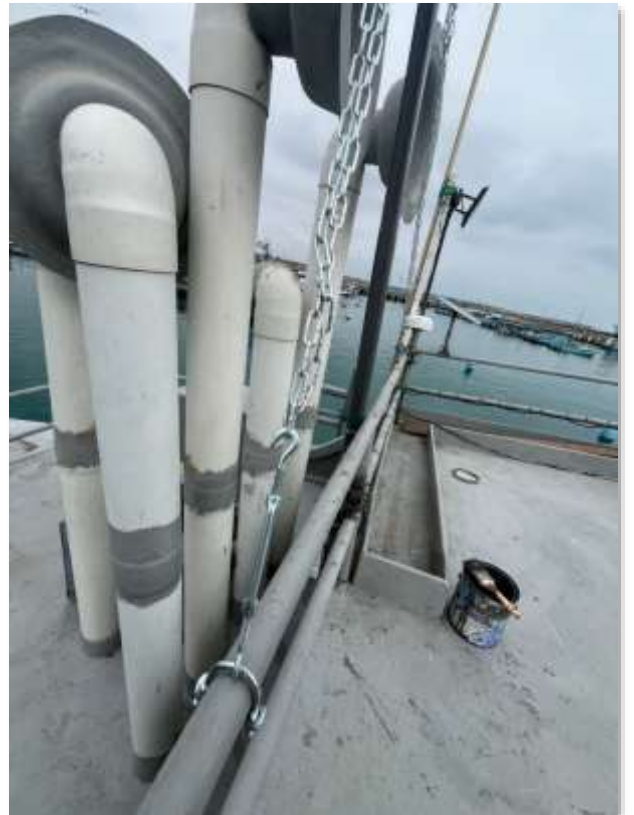
tlsolutionsperu. (s.f.). Obtenido de Solutions: <https://tlsolutionsperu.com/producto/kit-contraincendio-protec-fire-8/>

weather. (s.f.). Obtenido de
https://www.weather.gov/source/zhu/ZHU_Training_Page/winds/Wx_Terms/Flight_Environment.htm?utm_source=chatgpt.com

wes.copernicus. (2022). *wes.copernicus*. Obtenido de
https://wes.copernicus.org/articles/7/1679/2022/?utm_source=chatgpt.com

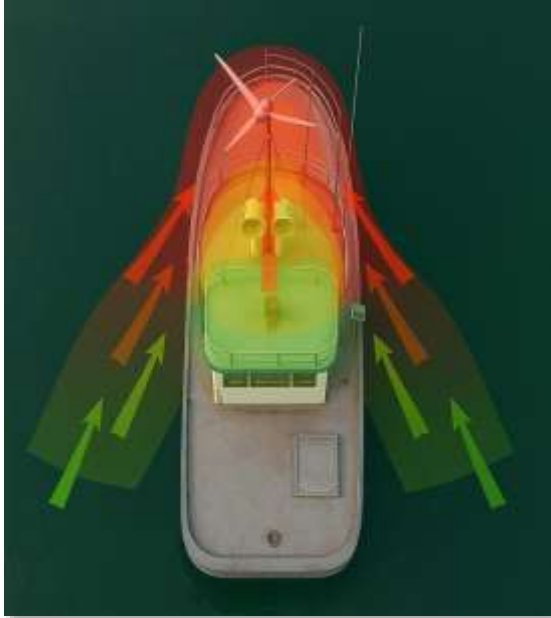
ANEXOS













UT363

Mini Anemometers

Operating Instruction

1. Introduction

UT363 is a stable, safe, reliable mini digital anemometer, widely used in mining, electric, iron and steel, petrochemical, energy-saving, navigation, fan manufacturing, exhaust ventilation, sporting and many more industries.

This operating manual includes relevant safety information and warnings. Please read this manual carefully and observe all the cautions strictly.

Warning:

Before using the product, please read the operation safety rules carefully.

2. Out of the Box

Open the packing box and take out the meter. Please check carefully if any items below are missing or damaged.

1. Main unit -----1
2. Blister-----1
3. Operating manual-----1

3. Operation Safety

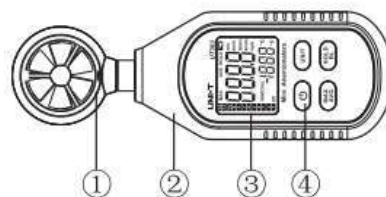
1. Please check the meter and the accessories before using and beware of any damage or abnormal phenomenon. If you find the case is damaged or the LCD shows nothing, or you consider that the meter could not work properly anymore, please stop using it.
2. Observe the operating instructions while measuring.
3. Do not open the meter at will or change internal wiring to avoid damages to the meter.
4. When the LCD displays "", replace the battery timely. Remove the battery if the meter is not used for a long time.
5. Do not store or use the meter in high temperature, high humidity, flammable, combustible, or strong electromagnetic environment.
6. Please use soft cloth and neutral detergent to clean the case for maintenance. Do not use grinding agent and solvent to avoid case corrosion and damaging the meter.

Warning:

Based on the principle of magnetic induction wind speed measurement, the product may be subject to interference under strong battery radiation condition. Please stay from those conditions as far as possible.

4. Product Outlook

1	Vane	2	Meter
3	LCD display	4	Function keys



5. Display Interface



1	Maximum measurement	2	Average value
3	Data hold	4	Low battery
5	m/s	6	km/h
7	ft/min	8	Knots
9	Mph	10	Celsius
11	Fahrenheit	12	Temperature value
13	Wind chill notification	14	Wind speed value
15	Beaufort scale		

6. Key functions and setup

1. ON/OFF:

Short press once to start up; short press again to power off.

Note: Product's auto power off feature can be disabled: Press and hold "HOLD" and then press "ON/OFF" key to enable/disable auto power off, LCD will display "APO OFF" to indicate status.

2. UNIT: Unit conversion key:

Short press this key and the wind speed value cycles m/s, km/h, ft/min, knots, and mph. Long press this key and the temperature unit changes between °C and °F.

3. MAX/AVG:

Pressing this key can select maximum, average and normal value measurement; select maximum and the meter will always show the maximum reading; select average and the meter will always show the average reading.

4. HOLD/BL:

HOLD: Short press this key once to hold the measurement; short press this key again to exit data hold and continue normal measurement.

BL: Long press this key to turn on backlight; long press this key again to turn off backlight.

7. Technical Specification

1. Wind Speed and Temperature

Function	Range	Resolution	Accuracy	Description
Wind Speed	0-30m/s (as standard)	0.1m/s	$\pm(5\%rdg+0.5)$	
	1.4~108 Km/h (refer only)		$\pm(5\%rdg+15dgt)$	
	0.7~58 Knots (refer only)		$\pm(5\%rdg+10dgt)$	
	0.8~67 mph (refer only)		$\pm(5\%rdg+10dgt)$	
	78~5905 ft/min (refer only)		$\pm(5\%rdg+180dgt)$	
Temperature	-10~50°C	0.1°C	$\pm 2^{\circ}\text{C}$	
	14~122°F	0.2°F	$\pm 4^{\circ}\text{F}$	
Beaufort Wind Scale	0~12	1	± 1	Only for reference
Sampling Rate			0.5s	Sampling rate is twice per second.
Overload Indication			OL	Shows "OL"
MAX/AVG			MAX/AVG	Shows "MAX/AVG"
Data Hold			HOLD	Shows "HOLD"
Backlight			BL	Manually turn on or off
Auto Power off			5mins	Automatically power off after 5mins without operating
Low Battery			3.0~3.5V	Shows low battery prompt when power is 3.0~3.5V
Wind Chill Notification			WIND CHILL	Wind speed with 5m/s and Temperature under 0°C will be display "WIND CHILL"

2. General Type

- LCD display: 4-bit LCD display. The displayed maximum is 9999.
- Overload indication: When the wind speed is over 45m/s or the temperature is lower than -10°C or higher than 50°C, "OL" will be displayed.
- Low battery display: Prompt " " . The new battery should be replaced in time.
- Sampling rate: 2/s
- Sensor type: Magnetic induction type wind speed sensor and NTC negative temperature coefficient sensor.
- When the temperature is lower than 0°C and the wind speed is over 5m/s, the meter shows "WINDCHILL".
- Impact strength: Can withstand the impact of landing from 1 meter's height.
- Power requirement: 1.5V batteries (AAA) ×3
- Product size: 160×50×28mm
- Weight: 118g

3. Environment Specification

- Indoor use
- Altitude height: 2000m
- Pollution level: 2
- Working temperature and humidity:
0°C~40°C (not greater than 80%RH)
40°C~50°C (not greater than 45%RH)
- Storage temperature and humidity:
-20°C~60°C (not greater than 75%RH)

4. Electrical Specifications

- Accuracy: Wind speed: $\pm 5\%rdg + 0.5$ Temperature: $\pm 2^{\circ}\text{C}$
- Environment temperature: $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Environment humidity: $\leq 80\%RH$

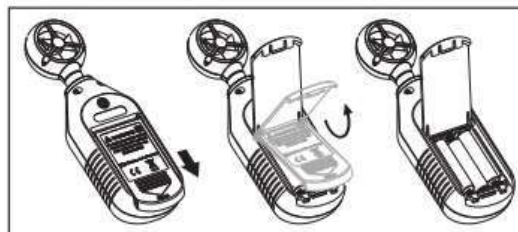
5. General Maintenance

Warning: please do not open the meter case to avoid affecting device accuracy or damage to the meter.

- Maintenance and service of the meter should be accomplished by professional personnel or designated maintenance department.
- Clean the case by dry cloth periodically, detergent with abrasive or solvent composition shall not be used.

6. Battery Installation and Replacement

- The meter uses 3 pieces of AAA 1.5V batteries. Please see figure below for steps of battery installation and replacement.
- Turn the panel down, push the battery cover open in the direction of the arrow, lift the cover and remove the batteries; install new batteries in accordance of polarity indications.
- Please use batteries of same type instead of improper ones.
- Close the cover tightly after installing new batteries.



Manufacturer:

Uni-Trend Technology(China) Limited
No 6, Gong Ye Bei 1st Road
Songshan Lake National High-Tech Industrial
Development Zone, Dongguan City
Guangdong Province
China
Postal Code:523 808

Headquarters:

Uni-Trend Group Limited
Rm901, 9/F, Nanyang Plaza
57 Hung To Road
Kwun Tong
Kowloon, Hong Kong
Tel: (852) 2950 9168
Fax: (852) 2950 9303
Email: info@uni-trend.com
http://www.uni-trend.com

VEVOR[®]
TOUGH TOOLS, HALF PRICE

WIND TURBINE GENERATOR

MODEL:FG300W



NEED HELP? CONTACT US!

Have product questions? Need technical support? Please feel free to contact us:

Technical Support and E-Warranty Certificate
www.vevor.com/support

This is the original instruction, please read all manual instructions carefully before operating. VEVOR reserves a clear interpretation of our user manual. The appearance of the product shall be subject to the product you received. Please forgive us that we won't inform you again if there are any technology or software updates on our product.

	Warning-To reduce the risk of injury, user must read instructions manual carefully.
	CORRECT DISPOSAL This product is subject to the provision of European Directive 2012/19/EC. The symbol showing a wheeled bin crossed through indicates that the product requires separate refuse collection in the European Union. This applies to the product and all accessories marked with this symbol. Products marked as such may not be discarded with normal domestic waste, but must be taken to a collection point for recycling electrical and electronic devices

Safety instruction

1. Before installing and operation of this product please read the instruction.
2. Please properly keep this instruction, this manual book contains in the assembly, installation and maintenance process and all important instructions.
3. Please read, understand and following all rules
4. Don't install the wind turbine under very strong wind.
5. If you meet abnormal noises or operation, please contact professional sales and engineer.
6. During assembling, all the screws must be tight fixed
7. Wind turbine code. Failure to follow the manual and local regulations may affect and may void the warranty.
8. When the blades rotating, it will be very dangerous for people stand close.

FCC Information

CAUTION:

Changes or modifications not expressly approved by the party responsible for compliance could void the user's authority to operate the equipment!

This device complies with Part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions:

- 1) This product may cause harmful interference.
- 2) This product must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

WARNING:

Changes or modifications to this product not expressly approved by the party responsible for compliance could void the user's authority to operate the product.

Note:

This product has been tested and found to comply with the limits for a Class B digital device pursuant to Part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference in a residential installation.

This product generates, uses and can radiate radio frequency energy, and if not installed and used in accordance with the instructions, may cause harmful interference to radio communications. However, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation. If this product does cause harmful interference to radio or television reception, which can be determined by turning the product off and on, the user is encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures.

- Reorient or relocate the receiving antenna.
- Increase the distance between the product and receiver.
- Connect the product to an outlet on a circuit different from that to which the receiver is connected.
- Consult the dealer or an experienced radio/TV technician for assistance.

Product Introduction

1. FG series wind turbines have the same shape, and the power depends on the blade size/leaf number and the stator specifications.
2. FG series wind turbine adopts the patented technology with completely independent intellectual property rights. The high efficiency bearing greatly

reduces the starting torque and the starting wind speed. which has high mechanical properties, wear-reducing properties and corrosion resistance.

3. FG series wind turbine blades adopt advanced polymer composite materials, which have good strength and toughness, light weight and no deformation and no maintenance.

4. FG series generator adopts high-efficiency permanent magnet and optimized magnetic circuit design. It adopts high magnetic permeability and high temperature resistant materials, which greatly improves the insulation performance and service life.

5. FG series wind turbine shell is made of high-strength aluminum alloy by advanced precision casting technology. It is light in weight, high in strength, non-rusting and corrosion resistant. The fuselage and heat dissipation ribs greatly improve the heat dissipation performance.

6. FG series wind turbine adopts a carbon brush and a brush ring structure to transfer the generator electricity from the carbon brush to the brush ring, and the brush ring takes out the electricity; when the wind generator rotates, the cable does not rotate to prevent the cable from being broken.

7. FG series wind turbines use an automatic air-winding device to automatically adjust the wind turbine to the windward direction, taking into account the sensitivity of the steering and the stability of the steering.

8. FG series anti-rust treatment: the tail bar and the tail plate are galvanized, the body is made of high-strength aluminum alloy, and the whole machine is used for outdoor protection special paint. Double anti-rust treatment ensures that the use does not rust.

9. FG series waterproof performance: the joint is assembled with sealant, and the flange is processed with waterproof groove.

Technical Data

Model	FG300W
Rated power(W)	800
Rated Voltage(v)	12

Rotor Diameter(m)	1.5
Start up wind speed(m/s)	2.5
Rated wind speed(m/s)	12
Shell Material	Die Cast aluminum
Blades number	3
Blades material	High strength Nylon composite

Wind turbine installation

1.Choosing installation site

Here are some suggestions for wind turbine installation site selection:

1.) Wind energy is proportional to the cube of wind speed, Therefore, wind turbines should be installed in places with large annual wind speeds. In addition, the wind speed is also higher as it is usually higher from the ground, so the wind turbine is installed as high as possible.

2.) Recommended installation height: In the place without obstruction, the center of the wind wheel is more than 6 meters above the ground. When installing on the roof platform, the center of the wind wheel should be more than 2 meters above the retaining wall, so that the wind wheel does not cover the wind.

3.) When the wind encounters obstacles such as buildings or trees, it will form turbulent flow, which not only affects the power generation effect, but also poses a threat to the operation of the wind turbine. Therefore, the site should avoid large obstacles.suggestions below:

You should choose a place where the terrain is flat and open, where there is no obstruction to the airflow, or where it is selected to increase the velocity of the airflow. Within 100 meters around the wind turbine tower, there should be no obstacles of more than 8 meters.Within 30 meters around the tower,there should be no obstacles of more than 3 meters. If the obstacle must be installed close to the obstacle, the height of the tower should be more than 2 times the height of the obstacle.

- 4.) The tower should be in the downwind position in the local environment to ensure that the wind turbine rotor is in the windward position for most of the time, improving power generation.
- 5.) Site selection should avoid frequent areas such as storms, hail, lightning and other disasters.
- 6.) The wind turbine should be installed in a solid place to ensure the foundation is reliable, otherwise the foundation should be strengthened.
- 7.) Installation of wind turbines should be kept away from transmission lines and communication lines, and comply with the relevant regulations and requirements of the locality. If possible, install the wind turbine as much as possible for easy viewing.

2. series wind turbine installation steps

1) Packing list

Inside parts	Quantity (pc)
generator	1
Flange	1
blades	3
Hub	1
casing	1
controller	1
Manual	1
screw kit	1

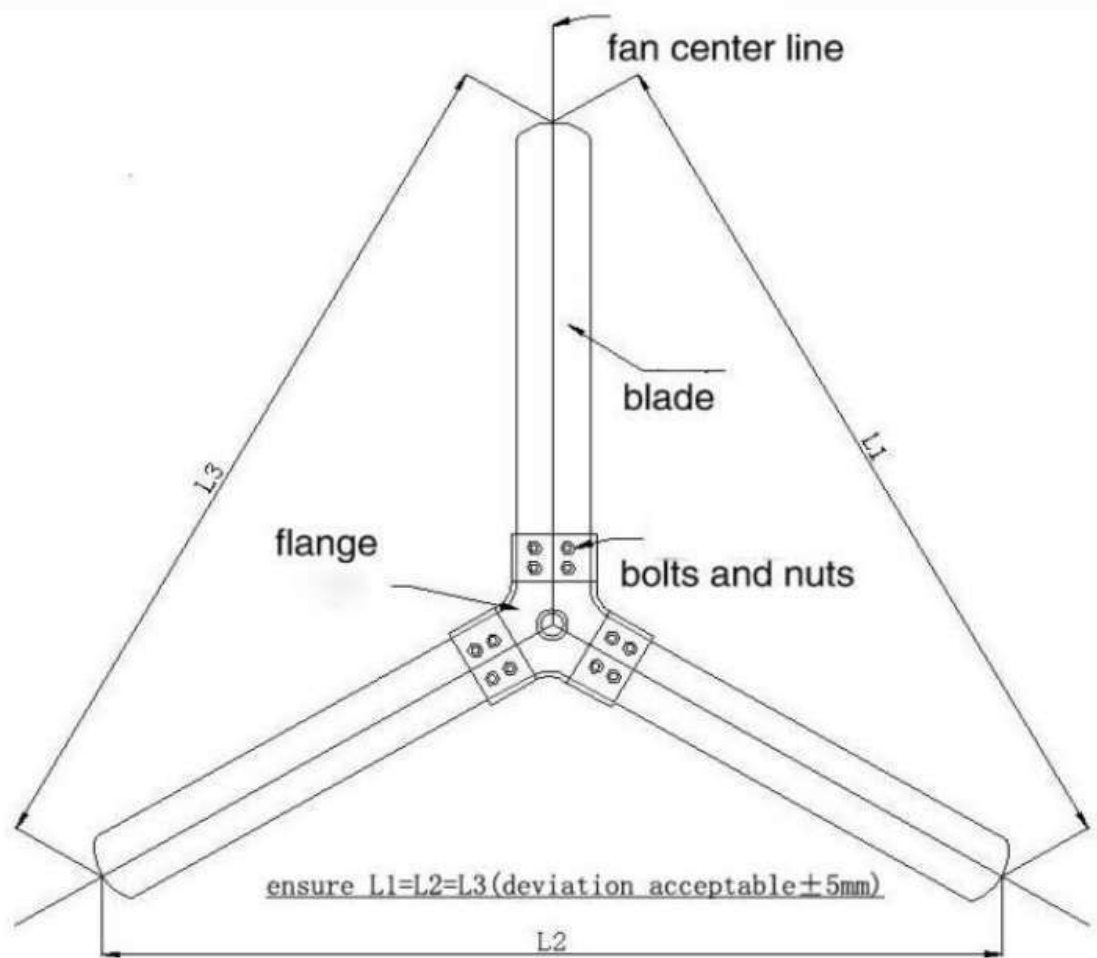


Fig.3

Forth step:

Take the M6 Phillips screw and the flat elastic pad to fix the hood on the rotor shaft and lock it (as shown in Figure 4).

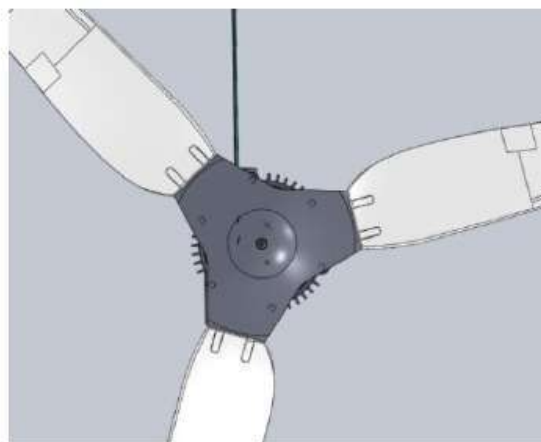


Fig.4

Fifth step: Hoisting tower, and the center line of the tower pole is within 0.5 degrees of the horizontal plane when installed.

Sixth step: Connect the wire line. The output of the wind turbine is three-phase AC, and the three terminals of the three lead wires are connected to the controller without distinguishing between the positive and negative terminals (show. Note: the controller is connected to the battery before connecting the wind turbine).

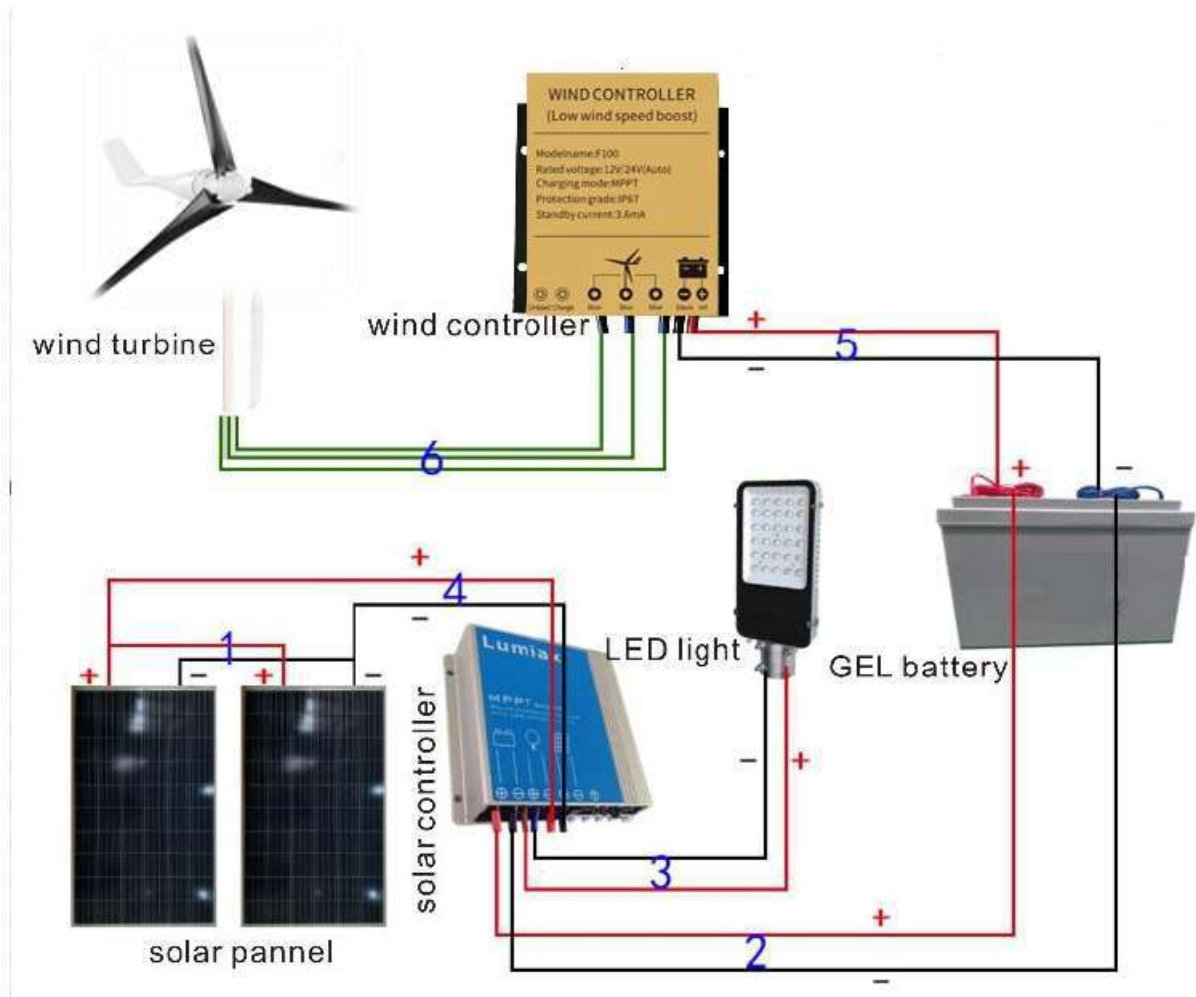
Maintenance

Although the wind turbine is designed to operate for a long period of time without any maintenance, if the system can be inspected regularly, the reliability of the wind turbine can be improved.

Warning: Do not approach the fan during installation

- When the wind blade has a flaw or crack, if it is damaged, please replace the blade. Please do not install the wind turbine if the blade is damaged or unstable.
- Check the blade screws and flanges to be tightened.
- Check if the hood is cracked and suitable.
- Remove dirt and waste from the blades.
- Check that all electrical connections are normal and ensure that they are tight and protected from corrosion.
- Check all cables for damage, corrosion or poor contact. If found, please replace them in time.
- For all charging systems, check the battery level and increase the distilled water according to the manufacturer's instructions (the colloid-free maintenance battery does not need to add distilled water).
- We recommend replacing the blades every five years to achieve optimum performance.

4) please refer to wiring diagram



Order of connection

1. Solar pannels in parallel
2. Solar controller connected to the battery
3. LED light connected to the solar controller
4. solar pannels connected to the solar controller
5. wind controller connected to the battery
6. wind turbine connected to the wind controller