



Título del Proyecto:

Mar en movimiento

Energía renovable

Participación en CENFOTEC

Fecha: 17/8/2024

Autores:

- Michelle Gutiérrez Araya
- Rohi Prendas Regalado
- Jeaustin Obando Arias



Índice

Título del Proyecto:	1
1. Introducción	4
1.1 Propósito	4
1.2 Alcance	4
1.3 Objetivos	4
2. Descripción del Sistema	5
2.1 Composición del Sistema	5
2.1.1 Componentes Físicos	5
2.1.2 Circuito Eléctrico.....	6
2.2 Principio de Operación.....	6
3. Diseño y Desarrollo	7
3.1 Diseño Mecánico.....	7
3.2 Diseño Eléctrico	7
3.3 Diseño de la Programación.....	8
3.3.1 Uso de Tutoriales y Recursos.....	8
3.3.2 Integración con el Kit ExpoCenfo	8
3.3.3 Código principal [code.py]	9
3.3.3.1 Inicialización de Componentes.....	9
3.3.3.2 Variables y Configuración Inicial	9
3.3.3.3 Funciones Principales.....	9
3.3.3.4 Bucle Principal	10
4. Implementación	12
4.1 Fabricación	12
4.2 Ensamblaje Simple	12
5. Pruebas y Validación	13
5.1 Métodos de Prueba.....	13
5.2 Resultados.....	13
6. Conclusiones.....	14



6.1 Resumen	14
6.2 Limitaciones	14
6.3 Recomendaciones.....	14
7. Anexos.....	15
7.1 Planos y Esquemas.....	15
7.2 Cálculos de Potencia.....	17
7.3 Referencias.....	17



1. Introducción

1.1 Propósito

Este documento es una descripción técnica del proyecto del mar en movimiento. Su objetivo es ayudar a que otros ingenieros, técnicos o investigadores comprendan, puedan replicar y evalúen el proyecto de manera competente.

1.2 Alcance

Se desea desarrollar un prototipo que consiga convertir la energía del agua en electricidad. La atención se centrará en determinar con qué eficiencia el sistema puede generar energía a pequeña escala, con el objetivo de permitir su expansión y uso en un entorno práctico. Como detalle, el prototipo incluye un eje giratorio, engranajes, un motor de corriente continua, un puente rectificador, RFID, un IDEBOARD y un sistema de indicadores LED.

1.3 Objetivos

- Fabricar un prototipo funcional que capture la energía de las olas.
- Conseguir la mejor eficiencia del sistema utilizando una relación de engranajes adecuada.
- Aplicar y diseñar un circuito eléctrico que convierta la energía alterna generada en corriente continua.
- Evaluar la idoneidad del proyecto para entornos controlados y su viabilidad para su implementación a gran escala.



2. Descripción del Sistema

2.1 Composición del Sistema

El sistema tiene una base de madera para soportar el mecanismo y el dispositivo, en cuanto al mecanismo está conformado por piezas creadas con impresión 3D que mueven el eje del motor generando energía que llega al circuito formado.

El sistema funciona aprovechando los geiseres naturales o artificiales, que generan mucha agua elevada a presión, que se puede aprovechar con el dispositivo creado.

La base de madera sostiene el mecanismo de un eje central interior que, rota por su enrosque con una especie de tuerca estática. La rosca al estar unida al tazón de impacto que es impulsado por el agua de forma vertical, este mueve la rosca por consecuente de manera recta y horizontal, generando que gire el eje interior rotando junto a los ejes, los cuales están acoplados al eje del motor.

Después de que el motor genere energía por el movimiento del mecanismo, el circuito será energizado de manera que logra encender un led en modo de evidencia.

2.1.1 Componentes Físicos

- Eje Giratorio
- Engranajes:
 - Engranaje Grande
 - Engranaje Pequeño
- Motor de Corriente Continua (DC): Motor de 5V y 12,000 RPM utilizado para la generación de electricidad.
- Puente Rectificador (DF08): Componente utilizado para convertir la corriente alterna en corriente continua.
- Indicadores LED: Utilizados para visualizar la generación de energía.
- Carcasa Protectora: Fabricada en impresora 3D.
- Componentes de Kit



2.1.2 Circuito Eléctrico

Para este dispositivo el circuito eléctrico incluye de un motor DC conectado a un puente rectificador que convierte la corriente alterna generada en corriente continua. Además, se detalla que este circuito permite alimentar los LEDs y cualquier otro dispositivo de baja potencia conectado al sistema. Además, se implementó el uso de un Ideaboard, para poder asimismo emplear el RFID dentro del mecanismo, aclarando que no está unido al anterior circuito sino es uno aparte.

2.2 Principio de Operación

El sistema está diseñado para captar la energía cinética de las olas mediante el fenómeno natural llamado geiser, el cual puede ser creado natural o artificialmente a la orilla de la costa, el dispositivo posee un eje giratorio impulsado por el impacto del agua disparada. Este movimiento rotacional se transmite al motor con engranajes, multiplicando las RPM del motor y optimizando la generación de energía. El puente rectificador asegura que la corriente generada se convierta adecuadamente para su uso.



3. Diseño y Desarrollo

3.1 Diseño Mecánico

El diseño mecánico del prototipo está centrado en la maximización de la eficiencia de captura de energía. En el cual con la espiral seleccionada del eje para asegurar que, con un impacto que se genera por medio del mar, el eje se mueve con suficiente fuerza para generar electricidad. Los engranajes están seleccionados para proporcionar una relación de transmisión óptima, lo que aumenta el número de vueltas del motor con respecto al movimiento del eje.

3.2 Diseño Eléctrico

Ahora el diseño del circuito que incluye un motor DC y un puente rectificador. El motor está configurado para generar corriente alterna cuando el eje gira en ambas direcciones, y el puente rectificador asegura que esta corriente se convierta en continua, adecuada para cargar baterías o encender LEDs.

1. Motor:

- El motor será impulsado por el movimiento del eje, generando corriente alterna (AC) cuando gira en cualquier dirección.

2. Puente Rectificador de Diodos (DF08):

- Este componente tiene cuatro terminales:
 - o **AC1 y AC2:** Conectados a las terminales del motor.
 - o **+ (Positivo):** Conectado al lado positivo del capacitor y al LED.
 - o **- (Negativo):** Conectado al lado negativo del capacitor y al emisor del transistor 2N2222.

3. Capacitor (Opcional):

- **Capacitor de 100 μ F:** Almacena energía temporalmente para suavizar la salida del puente rectificador, asegurando que el LED reciba una corriente más estable.
- Conectado en paralelo al LED y al puente rectificador, entre las terminales + y -.

4. LED:



- Conectado entre el + y - del puente rectificador.

5. RFID-RC522:

- Conectado al ideaboard.

6. IDEABOARD:

- Programado y alimentado por la laptop.

3.3 Diseño de la Programación

El diseño de la programación del sistema se basó en los recursos y tutoriales proporcionados por la Universidad CENFOTEC, lo que facilitó la integración de los diferentes componentes del proyecto.

Para la programación, se utilizó el software Thonny en combinación con CircuitPython, que es el lenguaje de programación utilizado para el IdeaBoard. Los tutoriales de la universidad fueron fundamentales, ya que proporcionaron las bases necesarias para comprender cómo programar en este entorno, así como la manipulación del hardware a través del código.

3.3.1 Uso de Tutoriales y Recursos

Se siguieron específicamente los tutoriales proporcionados por la universidad para trabajar con el módulo RFID. A partir de estos, se descargó la librería `mfr522`, que es esencial para la comunicación con el lector RFID RC522. Además, se utilizaron tres códigos de ejemplo disponibles en el repositorio de la universidad para realizar las operaciones básicas: lectura, escritura y pruebas con LEDs al detectar una tarjeta o un llavero RFID.

3.3.2 Integración con el Kit ExpoCenfo

Al acceder al repositorio de la universidad en GitHub, [ExpoCenfo](#), se encontró información valiosa y códigos de ejemplo para otros componentes incluidos en el Kit ExpoCenfo, utilizado en el desarrollo del sistema. Entre estos componentes se incluye la pantalla LCD1602, que fue otro elemento clave en el proyecto. Para utilizarla, se descargaron las librerías `i2c_pcf8574_interface` y `LCD`, también disponibles en el repositorio.

El código de ejemplo para la pantalla LCD se utilizó como base para el desarrollo del archivo `code.py`, que es el script principal ejecutado al iniciar el IdeaBoard. Este código permite la interacción entre el RFID y la pantalla LCD, gestionando la visualización de mensajes y datos en tiempo real.



3.3.3 Código principal [code.py]

El código principal code.py está diseñado para gestionar la interacción con un sistema de detección y monitorización de géiseres utilizando un microcontrolador IdeaBoard (basado en el ESP32), un lector RFID RC522 y una pantalla LCD 16x2. A continuación, se detalla el funcionamiento de este código.

3.3.3.1 Inicialización de Componentes

- **Pantalla LCD:**
 - Se inicializa una pantalla LCD de 16 columnas y 2 filas utilizando la interfaz I2C. Esta pantalla se usa para mostrar mensajes y datos, como el número de géiseres detectados y la frecuencia de erupción.
 - La pantalla se configura con la dirección I2C 0x27.
- **Lector RFID RC522:**
 - Se configura el lector RFID RC522 utilizando los pines de comunicación SPI. Este lector es responsable de detectar y comunicarse con las tarjetas RFID.
 - Se ajusta la ganancia de la antena para mejorar la sensibilidad del lector.
- **IdeaBoard:**
 - Se inicializa la IdeaBoard, que es el microcontrolador central encargado de gestionar el hardware y ejecutar el código. En este caso, el código está escrito en CircuitPython y corre en la IdeaBoard.

3.3.3.2 Variables y Configuración Inicial

- **Variables Globales:**
 - num_geisers: Almacena el número de géiseres detectados. Esta variable se actualiza cada vez que se detecta un nuevo géiser y se guarda en la tarjeta RFID.
 - frecuencia: Representa el tiempo entre erupciones de géiseres, calculado en segundos.
 - ultimo_geiser: Almacena la marca de tiempo de la última detección de un géiser, utilizada para calcular la frecuencia de erupción.
- **Mensaje Rotativo:**
 - Un mensaje predefinido, "MarEnMovimiento", se configura para desplazarse de derecha a izquierda en la pantalla LCD, creando un efecto visual atractivo. Este mensaje se muestra cuando el sistema está en espera, es decir, cuando no se está mostrando información sobre géiseres.

3.3.3.3 Funciones Principales

mostrar_mensaje:

- Esta función muestra el mensaje "MarEnMovimiento" desplazándose continuamente en la pantalla LCD. La función limpia la pantalla, calcula la



subcadena visible del mensaje y la muestra, creando un efecto de rotación que simula un cartel digital en movimiento.

mostrar_datos:

- Muestra en la pantalla LCD el número de géiseres detectados y la frecuencia de erupción. La información se muestra en dos líneas: la primera línea muestra el número de géiseres (Geiser #X), y la segunda línea muestra la frecuencia (Freq: ~X.XX).

mostrar_mensaje_temporal:

- Muestra un mensaje específico en la pantalla LCD durante un tiempo determinado (en segundos). Esta función es utilizada, por ejemplo, para notificar al usuario que se ha detectado un géiser.

leer_tarjeta:

- Esta función maneja la interacción con la tarjeta RFID. Primero, detecta si una tarjeta está presente. Luego, intenta autenticarse con la tarjeta utilizando la clave predeterminada.
- Si la autenticación es exitosa, lee los datos almacenados en la tarjeta, actualiza el número de géiseres y la frecuencia, y finalmente reautentica la tarjeta para escribir los datos actualizados.
- Si la autenticación o la escritura falla, la función imprime un mensaje de error para depuración.

3.3.3.4 Bucle Principal

El bucle principal del código controla el flujo continuo de operaciones:

- **Visualización del Mensaje Rotativo:**
 - Al inicio del programa, se muestra el mensaje rotativo "MarEnMovimiento". Este mensaje permanece en pantalla hasta que se detecta un nuevo evento, como la necesidad de mostrar los datos de un géiser.
- **Control de Tiempo:**
 - Cada 10 segundos, el sistema interrumpe el mensaje rotativo para mostrar los datos actuales del número de géiseres y la frecuencia de erupción. Estos datos se muestran durante 4 segundos antes de volver a mostrar el mensaje rotativo.
- **Detección de Tarjetas RFID:**
 - Durante cada iteración del bucle, el sistema está constantemente escuchando por la presencia de una tarjeta RFID. Si se detecta una tarjeta, se ejecuta la función leer_tarjeta, que maneja la lectura y actualización de los datos en la tarjeta.
- **Pequeñas Pausas (time.sleep):**
 - Se utilizan pequeñas pausas (time.sleep(0.1)) para evitar que el bucle se ejecute demasiado rápido, lo que podría causar un consumo innecesario de recursos o interferir con las operaciones de lectura/escritura.



Mar en movimiento
Tecnológico de Costa Rica



4. Implementación

4.1 Fabricación

La fabricación del prototipo incluyó la nueva idea del mecanismo y cómo funciona el mismo al combinar cada una de sus partes. Y la integración de componentes electrónicos como el motor, puente rectificador y los leds. La creación de su base y lógica detrás de la representación del efecto del agua para conseguir la evidencia de forma casera. La impresión 3D de los componentes mecánicos se hicieron en un lugar controlado por nosotros, los engranajes y la carcasa donde se ingresaron los componentes se pueden generar de manera simple.

4.2 Ensamblaje Simple

El ensamblaje se realizó siguiendo un proceso sistemático:

- Montaje del eje giratorio en la carcasa protectora.
- Acoplamiento de los engranajes al eje y al motor.
- Conexión del circuito eléctrico al motor y a los LEDs.
- Pruebas preliminares para asegurar la correcta operatividad del sistema.



5. Pruebas y Validación

5.1 Métodos de Prueba

El sistema fue sometido a varias pruebas para validar su operatividad:

- Pruebas de laboratorio: Simulaciones de impacto de olas para evaluar la capacidad de generación de energía.
- Pruebas de campo: Evaluación en un entorno controlado cercano a la costa para verificar la resistencia y eficiencia del sistema en condiciones reales.

5.2 Resultados

Los resultados mostraron que el prototipo puede generar suficiente energía para alimentar LEDs bajo condiciones óptimas. Sin embargo, su eficiencia disminuye con olas de menor intensidad.



6. Conclusiones

6.1 Resumen

El proyecto logró demostrar la viabilidad de utilizar la energía de la fuerza de agua para generar electricidad en pequeña escala. La relación de transmisión y el diseño del eje fueron claves para maximizar la captura de energía.

6.2 Limitaciones

El prototipo mostró limitaciones en la generación de energía bajo condiciones de olas fuertes a través de un geiser, lo que podría requerir mejoras en el diseño para aplicaciones a gran escala.

En la elaboración del prototipo, se establecieron las dimensiones máximas permitidas, limitando las medidas para no superar los 20 centímetros en largo, ancho o altura. Esta restricción se implementó para asegurar la compatibilidad con la impresora 3D utilizada, cuya capacidad de impresión está limitada a estas dimensiones. Respetar estas medidas es fundamental no solo para garantizar la viabilidad técnica del proceso de impresión, sino también para optimizar el uso del material y reducir el tiempo de producción.

6.3 Recomendaciones

Se sugiere optimizar el diseño del eje y la relación de transmisión de los engranajes para mejorar la eficiencia del sistema. Además, se recomienda el uso de materiales más avanzados para aumentar la durabilidad en condiciones marinas.

Al diseñar cualquier modelo en 3D, es recomendable considerar las limitaciones técnicas de la impresora 3D que se utilizará, especialmente en cuanto a las dimensiones máximas de impresión. Mantener el modelo dentro de estos límites no solo asegura la viabilidad del proyecto, sino que también mejora la precisión y la calidad del resultado final.



7. Anexos

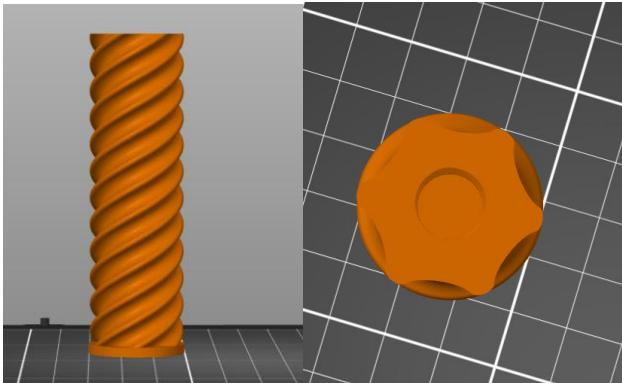
7.1 Planos y Esquemas

- Esquema Eléctrico: Diagrama detallado del circuito utilizado.
- Planos Mecánicos: Diagramas del diseño del eje y los engranajes.
Diagramas de la carcasa.

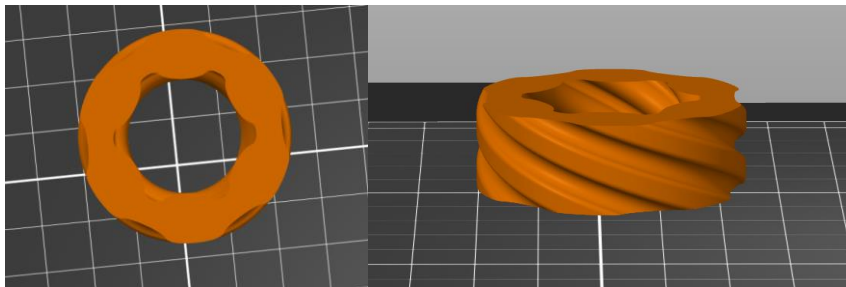
- Impresión 3D:

Los materiales utilizados para todas las impresiones son PLA este material es el filamento que la impresora para mayor dinámica en las distintas piezas se utilizó distintos colores.

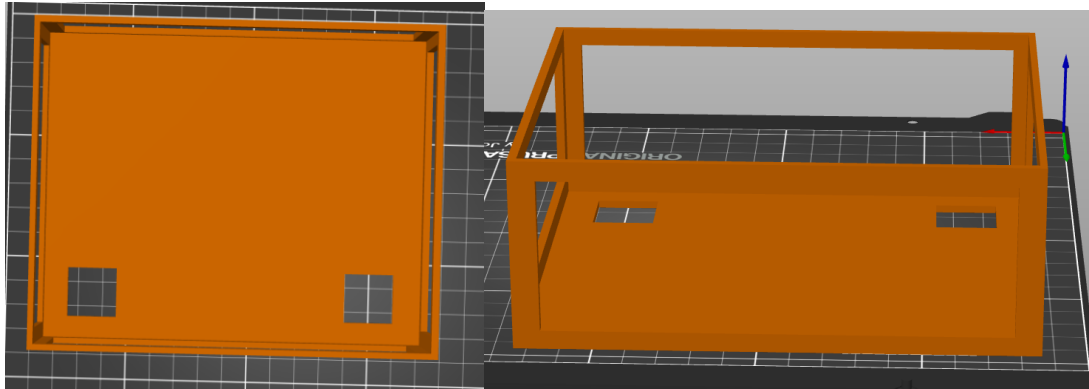
Cilindro:



Rosca:

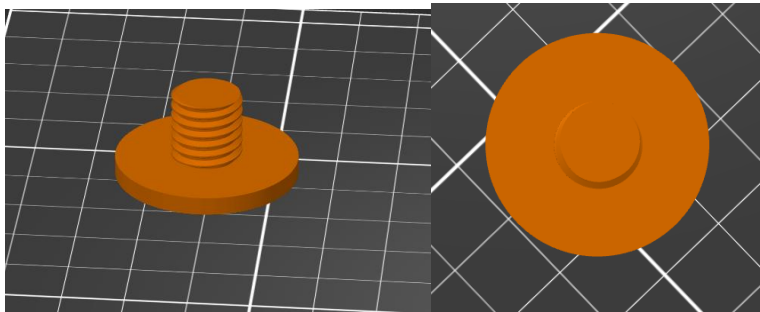


Caja:

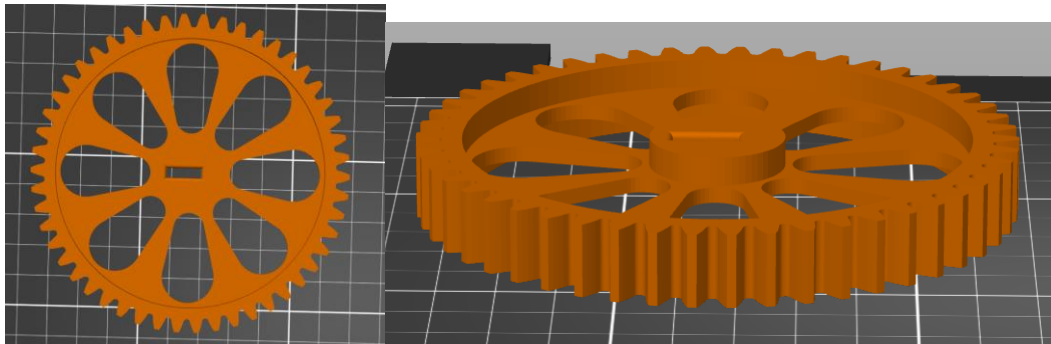


El modelo de la caja fue realizado con la aplicación Blender esta misma fue desarrollado con booleanos esto mismo permitió realizar las distintas perforaciones y accesos que el espacio lo necesitara sus dimensiones son 16 cm de ancho, 13 cm de largo y 6 cm de alto.

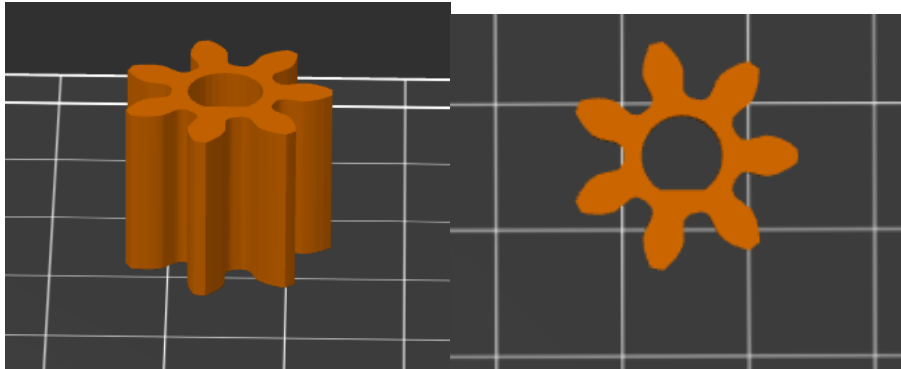
Tapa del Cilindro:



Engranaje Grande:



Engranaje Chico:



7.2 Cálculos de Potencia

- Detalle de los cálculos de potencia generada por el motor en función de las RPM y la intensidad de las olas.

7.3 Referencias

- Documentación Técnica de Componentes: Especificaciones de los componentes utilizados, incluidas las fichas técnicas.



Mar en movimiento
Tecnológico de Costa Rica