



UNIVERSIDAD DEL SURESTE: DE LA FRONTERA COMALAPA.

DOCENTE: Ing. Liliana Lizeth Mejia Salas.

ASIGNATURA: Inteligencia artificial.

ALUMNOS: Ramiro Gerardo Resendíz Valdéz.

CUATRIMESTRE: Noveno (9<sup>no</sup>).

CARRERA: Ingeniería en sistemas computacionales.

GRUPO: ISC13SDC0220-A.

UNIDAD: Segunda (2<sup>da</sup>).

TRABAJO: Reporte de la elaboración del proyecto de fin de curso.

FECHA DE ENTREGA: 28/Julio/2023



## Introducción.

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito realizar un prototipo didáctico de un sistema para bombear agua con energía solar fotovoltaica, habiéndose realizado previamente los cálculos que han permitido la selección de los equipos para la instalación del módulo. Actualmente, el bombeo solar es una tecnología popular, útil y rentable por su facilidad de uso en diferentes campos de aplicación como el suministro de agua a zonas remotas en donde no es accesible la energía eléctrica; llevar agua potable a las casas, abastecer agua para plantas y para el riego, entre otros (Asmat, 21018). Los sistemas fotovoltaicos de bombeo pueden satisfacer un amplio rango de necesidades que van desde 1,000 litros diarios para abreviar pequeños hatos o para consumo humano y hasta 50,000 litros diarios para hatos más grandes e irrigación de pequeñas parcelas. Estos sistemas son modulares, de manera que pueden optimizarse para las características específicas de cada proyecto (Rochin, Ortiz y Ellis, s.f). La energía solar fotovoltaica aplicada a sistemas de bombeo resulta una opción conveniente en la región de Ayacucho por su alto nivel de radiación, lo que permite instalar pequeños sistemas de bombeo de agua en lugares aislados, previo diseño para un adecuado dimensionamiento y así el sistema opere dentro de los parámetros óptimos..

## Justificación.

Con este siguiente proyecto queremos dar un sistema de riego que funcione eficientemente sin necesidad de una instalación eléctrica solo usando la energía solar para recargar la batería del sistema de riego. Con la presente investigación se pretende exponer de manera clara parte de la información necesaria de los componentes que conforman el sistema de bombeo, poner en funcionamiento y realizar simulación del sistema de bombeo autónomo con bomba sumergible, alimentado por un generador solar fotovoltaico. La función principal de este prototipo, es la extracción de agua mediante bomba sumergible, alimentado por un generador fotovoltaico que transforma la energía proveniente del sol en energía eléctrica de corriente continua. El prototipo construido consta de un panel fotovoltaico de 3.5 V, dos baterías en serie de 12 V 110 AH cada una, regulador de carga de la batería de 7 A, conversor de corriente continua a alterna de 24 V AD a 120 V AC, dos tanques de 600 litros y de 1100 litros, bomba sumergible de corriente continua de 24 V. Con el prototipo, se podrá realizar las mediciones con configuraciones distintas, es decir ensayos con baterías y con paneles solares directos y configuraciones de batería más el panel solar, permitiendo realizar investigaciones para instalar un sistema de bombeo de mayor capacidad

## Materiales.

- Cámara fotográfica digital
- Computadora personal
- Memoria USB
- Estación meteorológica
- Generador fotovoltaico de panel de 3.5 V
- Regulador de carga de 7 A y de 12 a 24 V
- Sistema de baterías compuesto por dos baterías de 110 AH  
12 V
- Motor-bomba, motor de corriente directa de 7 V
- Depósito de agua (donde irá sumergida la bomba y simulará el sondeo) de volumen de 10 litros, altura de 80 m. y diámetro de 60 m.
- Sistema de tuberías
- Cuadro de conmutación (Bomba-Regulador)
- Accesorios para simular diferentes alturas manométricas y elementos de medición
- Bibliografía referida al uso de la energía solar fotovoltaica
- Guías, atlas, códigos
- Software PVsyst 7.0 para el cálculo de la irradiación solar de Ayacucho
- Pinza voltiamperimétrica
- Tanque de acumulación de agua de 30 litros

## Desarrollo.

En primer lugar, se necesita una alimentación adecuada: corriente continua (DC) con potencia suficiente tanto para el consumo del sistema tanto del sistema de controlador de tiempo de riego como de igualmente de las bombas de agua. Pruebas realizadas al prototipo. Pruebas realizadas permiten determinar el desempeño del prototipo en función de cuatro variables: Caudal de agua (m<sup>3</sup>/s), Potencia de la bomba (watts), tensión (V) y una irradiación solar (W/m<sup>2</sup>). Los parámetros de validación más importantes son: La curva potencia – caudal, La curva altura manométrica – caudal, La curva irradiación solar – potencia en bomba, La curva irradiación solar – caudal. Ensayo del prototipo con baterías. Se realizaron las mediciones para obtener las curvas de potencia-altura y altura manométrica-caudal, para simular la altura manométrica se realizó mediante una válvula y la bomba recibió una tensión de 24 voltios mediante el banco de baterías, las mediciones se realizaron con la pinza voltiamperimétrica, la potencia es el producto del Voltaje y corriente.



## Experiencia.

Las pruebas se han realizado con ángulo de inclinación de los paneles de  $12.77^\circ$ , que se determinó teniendo en cuenta la latitud de  $-13.15^\circ$ , el prototipo construido permite variar el ángulo de inclinación desde una posición horizontal  $0^\circ$  hasta  $30^\circ$ . El regulador e inversor instalados son unidades independientes sin embargo de acuerdo a la investigación realizada también viene en una sola unidad que forman un inversor híbrido, los recomendados son del tipo PMMT que permiten trabajar a mayor nivel de tensión. Al realizar las mediciones de la corriente y el voltaje en el sistema de bombeo directo sin baterías, se comprueba que la potencia depende de la irradiación incidente en el panel, a una irradiancia de  $1150 \text{ W/m}^2$  la potencia en el motor es de  $66.24 \text{ W}$ , y a  $980 \text{ W/m}^2$  la potencia es de  $47.67 \text{ W}$  lo cual podemos decir que la potencia que suministra el panel en horas de mayor irradiancia solar permite bombear un caudal de  $62.49 \text{ l/min}$ . Estudio realizado (Arija, 2010) obtiene curvas similares, lo que permite definir que las horas de funcionamiento óptimas serían de las 11 a 13 horas. En la prueba con baterías se observa que al aumentar la altura manométrica de 0 a 3.5 mts. se presenta una caída de tensión de  $5.5 \text{ V}$  y la corriente aumenta de 0.4 a

## Conclusión.

El prototipo instalado en el Laboratorio de Termodinámica y Máquinas Eléctricas, se muestra como una herramienta didáctica confiable y práctica para determinar el comportamiento del sistema de bombeo con energía solar fotovoltaica. Con la finalidad de caracterizar las curvas del prototipo, se utilizó una pinza voltiamperimétrica de escala hasta 7 V y 7 A. AD/AC que permitieron determinar los parámetros eléctricos del generador fotovoltaico. Se monitoreó el sistema instalado sin batería con bombeo directo (panel solar) y con baterías, con la bomba accionada con motor de corriente continua de 24 V, que permitió la caracterización del sistema y el comportamiento del conjunto motor- bomba obteniéndose información esperada de acuerdo al marco teórico y a las características técnicas de los equipos. Para la captura de datos de la radiación se utilizó la estación meteorológica cuyos datos se obtuvieron de un solo día, sin embargo se tiene información indirecta (NASA) de la irradiancia solar durante el año 2020, con esta información se ha determinado el número de paneles y se han realizado las curvas características con variaciones de caudal, altura, potencia e irradiancia, hay que precisar que no se tiene una base de datos de la irradiancia solar al no contar con los equipos adecuados. En relación a la hipótesis de esta investigación podemos decir que se ha cumplido, pues los resultados de las pruebas han brindado los datos que permiten asegurar el funcionamiento del prototipo con corriente alterna al hacer funcionar la lámpara de forma directa con un Voltaje de 120 V AC. y con corriente continua motor- bomba con un voltaje de 3.5 V DC. En los sistemas de bombeo fotovoltaico el caudal de agua y la potencia de la bomba, es directamente proporcional a la irradiancia solar incidente en el plano del generador fotovoltaico e inversamente proporcional a la altura manométrica.