

Diseño de Una Aplicación Web para el Monitoreo y Gestión de Puntos de Carga Eléctrica Fotovoltaica para Dispositivos Móviles en Ambientes Comerciales.

Alvarez Palacios Javier Enrique¹ (*); Ardila Sánchez Diego Alexander¹; Espinosa Cervera José Jovanny¹
Cardona Mesa Amhed Alejandro¹

¹Institución Universitaria Digital de Antioquia, Facultad de Ingeniería, Medellín, Colombia

Resumen: En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en un proyecto de investigación para diseñar un aplicativo web de monitoreo de puntos de carga con energía fotovoltaica para establecimientos de alimentos. El proyecto inicia con la recolección de datos al público objetivo, una primera encuesta dirigida a dueños de restaurantes y la segunda a los clientes. Después se realiza la construcción del prototipo que involucró la selección de un panel fotovoltaico policristalino, un regulador de tensión y una batería. Se usó un dispositivo embebido ESP32 para tomar los valores de voltaje y corriente eléctrica generados y subirlos al repositorio Thingspeak. Finalmente, se desarrolla la aplicación web con base en tres etapas fundamentales y se diseñó para visualizar los valores de las variables almacenadas en la nube. Los resultados de la encuesta aplicada a los dueños de restaurantes mostraron que el 61,9% de los encuestados desconocía si existían restaurantes que ofrecían el servicio de carga eléctrica para dispositivos móviles y que el 61,9% prefería la energía de origen renovable. Los resultados de la encuesta aplicada a los clientes indicaron que el 55% de los encuestados estaba interesado en utilizar una aplicación web para ubicar un restaurante con el servicio de carga eléctrica para dispositivos móviles. En general, la investigación evidenció una carencia del servicio de carga eléctrica para dispositivos móviles en restaurantes, pero también mostró una amplia demanda potencial para implementarlo con fuentes de energía fotovoltaica y renovable. La aplicación web se desarrolló en Node JS con el objeto de hacer las veces de cliente servidor entre los datos almacenados en la nube y otra etapa en MongoDB donde se almacenan los datos de voltaje, corriente eléctrica datos personales del usuario. De igual forma, una tercera etapa desarrollada en React JS, la cual tiene la finalidad de visualizar por medio de una interfaz gráfica, los valores de las variables almacenadas en la nube.

Palabras clave: Panel fotovoltaico; Energía solar; Aplicación Web; Dispositivo móvil

Recibido: 15 de marzo de 2023. **Aceptado:** 30 mayo de 2023

Received: March 15th, 2023. **Accepted:** May 30th, 2023

Design of a Web Application for the Monitoring and Management of Photovoltaic Electric Charging Points for Mobile Devices in Commercial Environments.

Abstract: This paper presents the results obtained from a research project to design a web application for monitoring charging points with photovoltaic energy for food establishments. The project begins with the collection of data from the target audience, a first survey aimed at restaurant owners and the second at customers. Afterward, the construction of the prototype is carried out, which involved the selection of a polycrystalline photovoltaic panel, a voltage regulator, and a battery. An ESP32-embedded device was used to take the generated electrical current and voltage values and upload them to the Thingspeak repository. Finally, the web application is developed based on three fundamental stages and it was designed to visualize the values of the variables stored in the cloud. The results of the survey applied to restaurant owners showed that 61.9% of those surveyed did not know if there were restaurants that offered electric charging services for mobile devices and that 61.9% preferred energy from renewable sources. The results of the survey applied to customers indicated that 55% of respondents were interested in using a web application to locate a restaurant with an electric charging service for mobile devices. In general, the research showed a lack of electric charging service for mobile devices in restaurants but also showed a wide potential demand to implement it with photovoltaic and renewable energy sources. The web application was developed in Node JS to act as a client-server between the data stored in the cloud and another stage in MongoDB where the data of voltage, electric current, and personal data of the user are stored. In the same way, a third stage was developed in React JS, which has the purpose of visualizing, through a graphical interface, the values of the variables stored in the cloud.

Keywords: Photovoltaic panel; Solar energy; Web Application; Mobile device

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la humanidad se enfrenta a desafíos importantes en lo que se refiere a la generación de energía eléctrica, tanto por la creciente demanda de la sociedad, como por la necesidad de disminuir el impacto ambiental de las fuentes de energía utilizadas en la actualidad (Merino, Durán et al. 2016). En este contexto las fuentes de energía renovables se presentan como una prometedora alternativa para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y disminuir las emisiones. En este sentido, la energía solar fotovoltaica es una de las fuentes más prometedoras en la actualidad, esta convierte la energía solar en electricidad mediante el uso de células solares que absorben la luz solar y la convierten en energía. En los últimos años esta ha presentado un crecimiento exponencial en el mundo, impulsado por los avances tecnológicos y la reducción de costes. Actualmente es una de las fuentes de energía renovable más utilizadas en el mundo, con una capacidad instalada de 700 GW en 2020 (Weaver 2022)

En este sentido, en Latinoamérica las energías renovables han tomado un protagonismo relevante. El sector ha significado un gran impulso en la investigación científica, desarrollo e innovación, así como en el establecimiento de nuevos empleos. Se estima que el 59% de la generación eléctrica de los países de América latina proviene de fuentes renovables (OLADE, 2012b, citado por Lino y Saez, 2022). A pesar de esto hay que entender que en el continente existen 14 millones de personas no cuentan con acceso a la energía eléctrica (Acheampong, Erdiaw-Kwasie y Abunyewah, 2021). En lo que refiere a Colombia este tipo de energía se ha concentrado mayormente en las zonas rurales del país, esto a raíz de sus bajos costos de operación y fiabilidad (Rodríguez Murcia, 2009). Esto se ve contrastado con la capacidad de generación de energía del país, Según estudios realizados por el IDEAM, Colombia es una región ampliamente favorecida para la producción de energía solar. Si se tiene en cuenta que la potencia máxima del mundo tiene un valor de 2500 kWh/m², Colombia estaría entre el 51.1% en la costa Pacífica y 87.6% en la Guajira. Según un estudio del Organismo

El proyecto se llevó a cabo en tres etapas relacionadas directamente con los objetivos específicos propuestos. La primera etapa consiste en la búsqueda en el estado del arte sobre las diferentes tecnologías utilizadas en la actualidad como fuentes de energía limpia, haciendo especial énfasis en las relacionadas con la energía solar y su aplicación como medio de carga para dispositivos móviles. En la segunda etapa se implementó el prototipo de punto de carga solar para dispositivos móviles, utilizando los componentes tecnológicos seleccionados en la primera etapa. Finalmente, en la tercera etapa se evaluó la viabilidad y el interés de los ambientes comerciales en ofrecer este servicio a sus clientes.

2. MARCO TEÓRICO

El suministro de energía a partir de celdas fotovoltaicas ha tenido un crecimiento constante durante los últimos años,

según el foro económico mundial, hasta el 2021 la energía solar creció en un 23%, ubicándose en el 5% de la generación de energía en el mundo. Esto se puede contrastar con datos del banco mundial que afirman que hasta el 2015 el consumo de energía producida por combustibles fósiles llega a ser del 79.9%. El caso colombiano, según datos de la UPME, la oferta primaria de energía del país está sobre el 77% en combustibles fósiles y lo demás lo completan la hidroeléctrica, el gas natural y las fuentes no convencionales de energía renovable (bagazo, biocombustible y leña)

2.1 Fuentes de energía renovables

Son aquellas fuentes de energía que son naturalmente renovables y no se agotan, entre estas se puede considerar la energía solar y eólica. Estas se consideran alternativas prometedoras para satisfacer la creciente demanda global de energía, que se ha intensificado con la crisis energética y el aumento constante de la población global. Para lograr la sostenibilidad, es necesario considerar tanto las necesidades humanas como las medidas para satisfacerlas desde una perspectiva filosófica y económica, buscando siempre el equilibrio entre ambas. En este sentido se visualiza como una oportunidad de alcanzar este equilibrio, al permitir la producción de energía de manera descentralizada y reducir la dependencia de los grandes sistemas al mismo tiempo que se fomenta estos tipos de energía (Caraballo Pou y García Simon, 2017).

2.2 Acceso a la energía

El acceso a la energía se identificó como un motor clave del desarrollo socioeconómico, que requiere más electricidad todos los días, así como calidad, confiabilidad, disponibilidad, seguridad y asequibilidad del suministro. Con base en esta consideración, en 2015, Naciones Unidas fijó el séptimo objetivo de desarrollo sostenible en el marco de la Agenda 2030, a saber, "energía asequible y libre de contaminación", afirmando: "La energía es la base de casi todas las grandes empresas. desafíos y oportunidades con las que se enfrenta el mundo de hoy. Ya se trate de puestos de trabajo, seguridad, cambio climático, producción de alimentos o aumento de los ingresos. El acceso universal a la energía es fundamental" (Pérez, A. 2019).

2.3 Energía Fotovoltaica

La energía fotoeléctrica se obtiene de las reacciones nucleares de los átomos en ciertos semiconductores como resultado de la exposición a la luz solar. Los electrones de valencia de estos materiales son expulsados de los átomos por la energía de los fotones de radiación solar que inciden sobre ellos. Es un fenómeno físico conocido como efecto fotocélula (Calero, Carta, Castro, Colmenares & Collado, 2015) y permite el paso de electrones libres a través de la circulación del sistema de conducción, lo que crea una diferencia de potencial y así posibilita almacenar energía eléctrica

Este tipo de generación de electricidad tiene un gran potencial en todo el planeta, pero es especialmente cierto para las zonas

más cercanas al eje ecuatorial porque reciben más radiación solar promedio durante todo el año y no se ven afectadas por el clima. La mayor parte de esta radiación solar es radiación electromagnética, que va desde el ultravioleta de 0,1 μm hasta la radiación infrarroja por encima de los 3,0 μm , con una emisividad de hasta 1000 W/m² (Fonthal & Lopez, 2019).

2.4 Sistemas de generación de energía fotovoltaica

Para aprovechar la energía del sol y convertirla en electricidad, se debe instalar una planta de energía solar para producir electricidad, que generalmente consta de paneles solares, reguladores de voltaje, baterías e inversores. La primera consta de varias celdas solares conectadas en serie y en paralelo entre sí, fabricadas en silicio, cuyo fin principal es producir electricidad a partir de la radiación solar (Pareja, 2018). El segundo componente se encarga de mantener el mismo nivel de tensión independientemente del valor de generación debido a las variaciones en la intensidad de la radiación que incide sobre los paneles solares y posiblemente también a fenómenos atmosféricos transitorios. De igual manera, es práctico controlar la carga y descarga de la batería

Le siguen las baterías, cuya función principal es almacenar y suministrar energía cuando el sistema no recibe radiación solar. Su característica más importante es la capacidad de mantener una carga completa durante mucho tiempo y la resistencia a ciclos profundos de carga y descarga. Por último, está el inversor de onda, cuyo objetivo es convertir una señal eléctrica continua en una señal de corriente alterna sinusoidal. Garantizan que la amplitud, longitud y frecuencia de las señales eléctricas cumplan con las especificaciones regulatorias de los operadores de red (Pareja, 2018b).

2.5 Dispositivos móviles

Un dispositivo móvil es un dispositivo pequeño con características tales como: capacidades especiales de procesamiento, conexión constante o intermitente a una red, memoria limitada dedicada específicamente a una función principal pero capaz de funciones más generales y una conexión personal para almacenamiento y uso (Alonso, Atime, Baniello, & Rodríguez, 2011). En los últimos años, su desarrollo ha dado acceso a Internet y todos los recursos que puede ofrecer en teléfonos móviles y tabletas.

2.6 Aplicaciones APS

Se constituyen en programas diseñados para dispositivos móviles, facilitando la navegación en la Internet y la aplicación de soluciones tecnológicas para este tipo de hardware, su origen se remonta a los primeros teléfonos móviles con acceso a la red tales como los Nokia y los BlackBerry. Las aplicaciones también denominadas como apps no dejan de ser software y se constituyen en lo que serían los programas o software de aplicación en los computadores (Cuello & Vittore, 2013).

2.7 Dispositivos de carga eléctrica

Un dispositivo de carga eléctrica para un dispositivo móvil está conformado por cuatro etapas fundamentales, la primera la conforma el transformador y cuya finalidad es la de reducir el nivel de tensión que recibe en la red eléctrica en el régimen de corriente alterna. El segundo lo constituye el puente rectificador y la unidad de filtrado, el cual convierte la señal eléctrica en alterna en continua y elimina el rizado. Por último, encontramos el regulador de tensión, el cual tiene como finalidad garantizar un mismo nivel de tensión de salida en la salida del dispositivo.

Lo anterior y de acuerdo a Boylestad y Nashelsky (2009, p. 773) se puede resumir como el procedimiento de tomar un voltaje alterno para obtener un voltaje directo constante rectificando el voltaje alterno y luego filtrando para obtener el voltaje directo deseado. La regulación generalmente se logra con un regulador de voltaje IC, que toma el voltaje de CC y luego lo reduce a un nivel más bajo, que permanece igual incluso cuando el voltaje de entrada de CC varía o la carga de salida conectada también.

3. METODOLOGÍA

3.1 Aplicación de encuestas a dueños de restaurante.

Se diseñaron dos encuestas con preguntas cerradas y se aplicaron a una población de cincuenta personas, calculada por muestreo por conveniencia. La primera dirigida a los dueños de establecimientos comerciales tipo restaurantes y en la cual se preguntaba sobre aspectos relacionados si utiliza energía fotovoltaica, el costo actual en el servicio de energía eléctrica y si estaría dispuesto a invertir en un sistema fotovoltaico para disponer de un sistema de carga para dispositivos móviles como estrategia comercial para sus ventas.

De igual forma se aplicó una encuesta a clientes de restaurantes, donde se les preguntaba sobre aspectos relacionados con la necesidad de cargar un dispositivo móvil, si se tiene conocimiento sobre restaurantes que ofrezcan el servicio de carga de forma gratuita, si utilizará una aplicación web para buscar restaurantes con este tipo de servicio por el hecho de consumir en dicho establecimiento o en sus defecto si estaría dispuesto a pagar por dicho servicio.

3.2 Construcción del prototipo.

Se diseñó un sistema de carga fotovoltaico mediante la selección de un panel fotovoltaico policristalino con las siguientes características:

Potencia: 100 W
 Voltaje circuito abierto: 22 V
 Voltaje Máximo: 19 V
 Corriente cortocircuito: 6 A

De igual forma un regulador de tensión con una capacidad de 30 V y 15 A. cuyo funcionamiento se da por Modulación de Ancho de Pulso (PWM). Finalmente una batería de 12 V y 2.3

Ah y de ciclo profundo, lo cual permitiría un suministro constante de 5V y 2 A, suficiente energía para alimentar un dispositivo embebido ESP32, el cual a su vez tomaría los valores de voltaje y corriente eléctrica generados para subirlos al repositorio Thingspeak desde donde se capturarán para ser representados por la aplicación web. Este dispositivo hace parte de la familia de electrónica programable de código abierto, el cual contiene un microcontrolador, puertos configurables como entrada salida, comunicación bluetooth y wi-fi. En la Figura 1 se describe cada una de las etapas que conforman el prototipo del sistema de carga fotovoltaico, antes descrito.

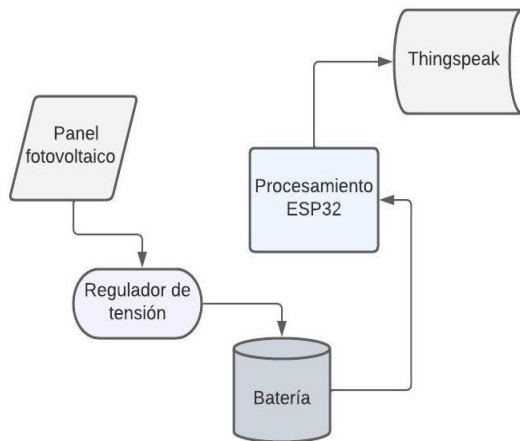


Figura 1. Diagrama de funcionamiento, sistema de carga fotovoltaico.

3.3 Desarrollo de la aplicación web.

La aplicación web se desarrolló con base en tres etapas fundamentales y con una operación articulada entre cada una de las mismas, donde se tiene un desarrollo en Node JS con el objeto de hacer las veces de cliente servidor entre los datos almacenados en la nube por medio de Thingspeak y la segunda desarrollada en MongoDB donde se almacenan los datos de voltaje, corriente eléctrica datos personales del usuario. De igual forma, una tercera etapa desarrollada en React JS, la cual tiene la finalidad de visualizar por medio de una interfaz gráfica, los valores de las variables almacenadas en la nube. En la Figura 2, se aprecia un esquema que da cuenta de la estructura de funcionamiento de la aplicación web y cómo se articula tanto con el servicio de Thingspeak como con el hardware del dispositivo de carga.

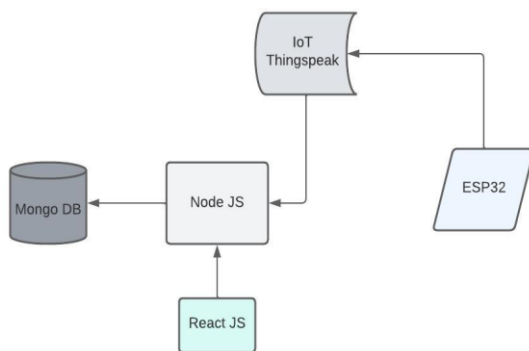


Figura 2. Diagrama de funcionamiento, aplicación web.

4. RESULTADOS

4.1 Aplicación de encuestas.

Con relación a las encuestas aplicadas se lograron los siguientes resultados más relevantes en restaurantes: El 61.9% de los encuestados manifestaron desconocer si existen restaurantes que ofrezcan el servicio de carga eléctrica para dispositivos móviles. En cuanto a la preferencia, los encuestados manifiestan preferir la energía de origen renovable, mediante un 61.9% de respuestas favorables. De lo anterior se puede establecer que en la actualidad la oferta de servicios de carga eléctrica para dispositivos móviles en restaurantes es muy baja o desconocida, en particular si estos acompañan una oferta o campaña de mercadeo. De igual forma se evidencia un interés muy amplio por implementar dicho servicio y con fuentes de energía fotovoltaica.

Con base en lo anterior se evidencia una carencia del servicio de carga eléctrica para dispositivos móviles en restaurante, pero generando una oportunidad de implementación para las fuentes renovables. En cuanto a la encuesta aplicada a los clientes, se establecieron los siguientes resultados: El 55% de los encuestados manifestaron su interés por utilizar una aplicación web que les permita ubicar un restaurante con el servicio de carga eléctrica para dispositivos móviles. Un porcentaje del 97.5 de los encuestados manifiestan la necesidad de disponer de una fuente de energía para recargar sus dispositivos móviles. Un porcentaje cercano a 100, donde los encuestados contestaron en alguna medida elegirían un restaurante que les ofrezca el servicio de carga eléctrica para sus dispositivos móviles. De lo anterior, se puede dar cuenta de un interés muy amplio por parte de los clientes encuestados por preferir un restaurante que ofreciera un servicio de carga eléctrica para dispositivos móviles y muy importante que este servicio sea con base en energía fotovoltaica.

Igualmente, la necesidad de garantizar la posibilidad de cargar su dispositivo móvil una vez se encuentren fuera de casa y es muy evidente que utilizarían una aplicación web para ubicar un restaurante con este servicio.

4.2 Sistema de carga fotovoltaica.

El sistema de carga fotovoltaico se construyó de acuerdo a los parámetros establecidos para garantizar una carga eléctrica constante que a su vez pudiera suministrar una corriente suficiente para la alimentación de dispositivos móviles. En la Figura 3 se aprecia el panel fotovoltaico seleccionado y utilizado para el sistema de carga y el cual se ubicó con una inclinación de 35 grados de cara hacia el sur con el objetivo de lograr la máxima intensidad lumínica durante el día,



Figura 3. Panel solar fotovoltaico, policristalino utilizado en el sistema de carga.

En la Figura 4 se observan los dispositivos electrónicos utilizados en el sistema de carga fotovoltaica, tales como la batería de ciclo profundo, el regulador de tensión, el sistema ESP32, los sensores de voltaje y corriente, entre otros.

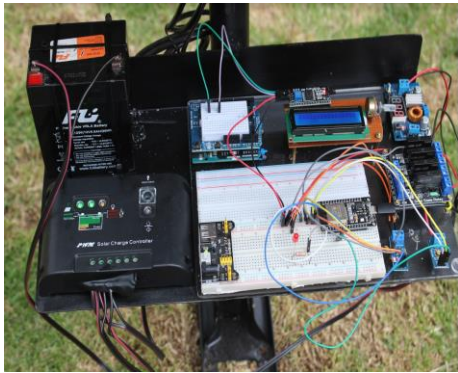


Figura 4. Electrónica, en el sistema de carga (regulador de tensión, sensores de voltaje, corriente y sistema embebido EPS 32)

Para el enlace con la página Thingspeak se utilizó una placa ESP32 con capacidad de enlace por wifi y a la cual se le conectaron dos sensores de voltaje y corriente eléctrica, los cuales miden tanto la disponibilidad de voltaje en la batería como el consumo de corriente eléctrica, lo cual le indicaría a la aplicación web si está o no disponible el punto de carga.

El código utilizado en la ESP32 para la captura de datos de los sensores de voltaje y corriente eléctrica y posterior subida a la nube es el siguiente se divide en tres fases básicas. En la primera se destacan las líneas que le permiten a la placa ESP32 realizar la configuración tanto del acceso a la red local de wifi como el tráfico de datos hacia el portal ThingSpeak. En la segunda fase el código realiza la configuración del proceso de conexión a la red wifi por parte de la ESP32. En la tercera fase se destacan las líneas de programación por medio de las cuales se realiza la medición y proceso de las variables de voltaje y corriente eléctrica.

4.3 Aplicación Web.

La aplicación web descarga los datos de voltaje y corriente eléctrica almacenados en la página de ThingSpeak y capturados por la ESP 32 en el sistema de carga. Estos datos son nuevamente almacenados y organizados en una base de datos no relacional por medio de MongoDB para después ser

llamados y visualizados en una interfaz gráfica. Todo el proceso de la aplicación web se resume en tres etapas fundamentales: cliente servidor, base de datos e interfaz de usuario.

Cliente servidor: se desarrolló mediante Node JS y constituye parte del backend de la aplicación, tiene como función la de hacer el enlace entre el repositorio en la nube Thingspeak que contiene los datos de voltaje y corriente eléctrica, enviados desde el sistema de carga fotovoltaico, y la base de datos no relacional junto con la interfaz gráfica.

Esta etapa consume los datos registrados en Thingspeak por medio una API por medio de un método que es llamado tanto por la base de datos como por la aplicación desarrollada en React JS. MongoDB permite la construcción de bases de datos no relacionadas, ideal grandes lotes de información en una sola colección, por lo cual fue utilizada para la construcción de una base de datos que almacenará no solamente los datos de voltaje y corriente eléctrica generados por el sistema de carga fotovoltaico, sino los datos personales de los usuarios que deseen registrarse al momento de utilizar la aplicación web.

El frontend de la aplicación se constituye por la interfaz gráfica desarrollada en React JS y tiene la función de actuar en calidad de cliente y despliega todos los datos almacenados en la base de datos, por medio de una llamada que se realiza a Node JS. En la actualidad la aplicación web se encuentra en desarrollo final de su interfaz gráfica.

```

    controllers > auth.js
    6
    7 const {secret} = require('../config/secret');// importación de la función que se encue
    8
    9 //metodo para registrar el usuario
    10 const signup = async (req, res) => {
    11
    12   try {
    13     const {nombre, apellido, username, email, password, roles} = req.body
    14
    15     const usuario = new Usuario({
    16       nombre,
    17       apellido,
    18       username,
    19       email,
    20       password: await Usuario.encryptPassword(password)
    21     })
    22
    23     //verificación de roles
    24     if (roles) {
    25       const foundRoles = await Role.find({nombre: {$in: roles}});
    26       usuario.roles = foundRoles.map(role => role._id);
    27     } else {
    28       const role = await Role.findOne({nombre: "user"});
    29       usuario.roles = [role._id];
    30     }
    31
    32     const saveUsuario = await usuario.save(); // se guarda el usuario en la bd con l
    33
    34     // se metodo para generar el token del usuario y tambien se guarda - se debe imp
    35     const token = jwt.sign({id: saveUsuario._id }, secret.SECRET, {
    36       expiresIn: 86400 // esto es para expiración del token de jut 24 horas
    37     });
    38     console.log(saveUsuario) //verificar como se devolveria el objeto y el token con
    39
    40     return res.status(200).json({token});
    41   } catch(e) {
    42     return res.status(500).json({error: e});
  
```

Figura 5. Desarrollo en React JS

5. CONCLUSIONES

El prototipo de sistema de carga eléctrica fotovoltaica demostró ser viable y estable, a pesar de la imprecisión de los sensores de voltaje y corriente eléctrica utilizados, pero al considerarse como un desarrollo inicial, se puede considerar como aceptable y muy susceptible de ser mejorado en una etapa posterior.

En cuanto a la tendencia de uso por posibles futuros usuarios, las encuestas logran demostrar un enorme interés por la

energía fotovoltaica como alternativa a los sistemas convencionales.

La aplicación web, a pesar de encontrarse todavía en desarrollo, ha demostrado ser viable en la captura y tratamiento de los datos logrados por el sistema fotovoltaico y subidos a la nube, con lo cual se puede inferir que una vez terminado y sometido a pruebas, los resultados darán cuenta de información importante para su análisis y conclusiones finales.

REFERENCIAS

- Alonso, A. B., Artime, I. F., Rodríguez, M. Á. Baniello, R. G. (2011). Dispositivos móviles. *EPSIG Ing. Telecomunicación Universidad de Oviedo*, 12.
- Banco Mundial, 2015, Consumo de energía procedente de combustibles fósiles(% del total). (2015) <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.COMM.FO.ZS>
- Bitar.S y Chamas,F.(2017). Estudio de factibilidad para la implementación de sistemas fotovoltaicos como fuente de energía en el sector industrial de Colombia. [Tesis de maestría, Colegio de Estudios Superiores de Administración]<https://repository.cesa.edu.co/bitstream/handle/10726/1572/MBA2017-00499.pdf?sequence=10&isAllowed=y>
- Boylestad, R. & Nashelsky L. (2009). Fuentes de Alimentación. En Boylestad, R. & Nashelsky L, *Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos* (p.p. 773-796). México: Pearson.
- Calero Pérez R, Carta González J, Collado Fernández E & Castro Gil M. (2015). Centrales de Energía Solar Fotovoltaica. En Calero Pérez R, Carta González J, Collado Fernández E & Castro Gil M, *Energía Solar Fotovoltaica* (p.p. 5-19). Colombia: Alfaomega.
- Colorado, P. A.. (2019). A la 'ceiba' solar de EAFIT.... 2021, mayo 24, de El Eafitense Recuperado de <http://www.eafit.edu.co:80/medios/eleafitense/109/Paginas/a-la-ceiba-solar-de-eafit.aspx>
- Cruz, Y. & Hernández, H. (2017). Diseño Solar para Carga de Equipos Móviles y Dos Sistemas Fotovoltaicos para Iluminación pública en Gachalá Cundinamarca. Repositorio Institucional Universidad Distrital. Recuperado el 25 de mayo de 2021 de: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/6020?show=full>
- Cuello J. & Vittore J. (2013). Las Aplicaciones. En Cuello J. & Vittore J. (Primera Edición). *Diseñando apps para móviles*. (14-15). https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=ATiqsjH1rvwC&oi=fnd&pg=PA7&dq=apps&ots=a48m5Y_ras&sig=ZogEBhYO8yptDjWT1obIqM9Cnz8&redir_esc=y#v=onepage&q=apps&f=false
- Espinosa, E. & Geywiz S. (2018). Diseño y Prototipado de un Modelo de Recarga para Dispositivos Móviles Con Energía Solar. Repositorio Universidad Técnica Federico Santa María Sede Viña del Mar - José Miguel Carrera. Recuperado el 24 de mayo de 2021 de: <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/48038/3560901064638UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fonthal Rico F. & López Castellón Y. (2019). El efecto fotovoltaico y la celda solar. En Fonthal Rico F &
- García B.,A. & Peñuela G., L. (2019). Diseño e implementación de un sistema de paneles solares como prueba piloto para suministro energético de dispositivos móviles. (pp. 14-71) Universidad Santo Tomás, Sede Villavicencio Campus Loma Linda.
- López Castellón Y, *Energía Solar Fotovoltaica* (p.p. 6-19). Colombia: Alfaomega.
- Lino,G., Saez M. (2022) Energías renovables en América Latina y el Caribe para la mitigación del cambio climático. *La Saeta Universitaria* 11(2).pág. 44-46. <https://unae.edu.py/ojs/index.php/saetauniversitaria/article/view/354/384>
- Machado Herrera, J. F. (2019). Diseño de un sistema eléctrico para carga de baterías de celulares usando un panel fotovoltaico (pp. 14-71). Instituto Tecnológico Metropolitano. Facultad de Ingenierías. Medellín.
- Merino, L. (s.f). Energías renovables, *Energías renovables para todos*. pág.2-3 https://www.energias-renovables.com/ficheroenergias/productos/pdf/cuaderno_GENERAL.pdf
- Murgueytio L. 2014. Funcionalidad e importancia de los dispositivos móviles (consulta 26 sep 2021). Disponible en <https://sites.google.com/site/appsdispositivosymas/contenido/pagina-cuatro>
- Ogbulezie, J. C., Usibe, B. E., & Solomon, G. C. (2018). Implementation of a Wireless Charging System for Mobile Devices. *Global Journal of Pure & Applied Sciences*, 24(2), 229–234. <https://doi.org/10.4314/gjpas.v24i2.13>
- Pareja Aparicio M. (2016). Conceptos generales de una instalación fotovoltaica aislada. En Pareja Aparicio M, *Energía Solar Fotovoltaica* (pp. 19-70). Barcelona: Marcombo
- Sánchez Torres Y, Sarmiento Sera A, Rodríguez Ramos, et al. Dimensionado sistema fotovoltaico autónomo para recargar vehículos eléctricos. Ingeniería Mecánica. 2021;24(1):e618. ISSN 1815

Triana Sánchez, A. F. (2020). Propuesta de árbol solar como fuente de energía renovable para la carga de equipos móviles en la Sede Bosa

UPME, 2023 , Circular Externa No. 027 de 2023
https://www1.upme.gov.co/Normatividad/Circular_027_2023.pdf