

Aplicación móvil y dispositivo generador de energía renovable que aprovecha el desplazamiento de las bicicletas y motos *

Mobile application and renewable energy generator device that takes advantage of moving bicycles and motorcycles

Recibido: febrero 2 de 2021 - Evaluado: marzo 10 de 202 - Aceptado: junio 12 de 2021

Anderson Gironza **
Deivis D. Sánchez-Mestra ***
Daniel J Salas-Álvarez ****

Para citar este artículo / To cite this Article

Anderson Gironza, D. D. Sánchez-Mestra, D. J. Salas-Álvarez “Aplicación móvil y dispositivo generador de energía renovable que aprovecha el desplazamiento de las bicicletas y motos” Revista de Ingenierías Interfaces, vol. 4, no. 2, pp.1-10, 2021.

Resumen

En este estudio se desarrolló un dispositivo de Energía Renovable a partir de un motor de corriente directa (DC), y elementos reutilizados y adaptados, que busca aprovechar el movimiento de bicicletas y motos para generar Energía Renovable y guardarla en un banco de carga para sus diferentes usos. En el estudio se analizaron los materiales de bajo costo o reciclados que con los que se construyó el dispositivo, luego se hicieron varias pruebas de funcionamiento según el estándar IEEE 829 para estimar las mediciones de energía y desplazamiento para que paralelamente, el dispositivo fuera acompañado de una aplicación móvil interactiva e informativa que incentive su uso, el uso de las energías renovables y el interés por estas, permitiéndole al usuario medir en estimaciones aproximadas la generación de energía, crear rutas, ver y compartir en aplicaciones sociales una tarjeta informativa de equivalencia de energía generada, compartir rutas con otros usuarios y seguir las rutas creadas y compartidas.

Palabras clave: energías renovables, dispositivo, aplicación móvil, generador.

*Artículo inédito: “Aplicación móvil y dispositivo generador de energía renovable que aprovecha el desplazamiento de las bicicletas y motos”.

**Correo electrónico: Estudiante de Ingeniería de sistemas, Universidad de Córdoba, agironzaoviedo@correo.unicordoba.edu.co

***Correo electrónico: Estudiante de Ingeniería de sistemas, Universidad de Córdoba, dsanchezmestra91@correo.unicordoba.edu.co

***Correo electrónico: Ingeniero de Sistemas, Universidad de Córdoba, danielsalas@correo.unicordoba.edu.co

Abstract

In this study, a Renewable Energy device was developed from a direct current (DC) motor, and reused and adapted elements, which seeks to take advantage of the movement of bicycles and motorcycles to generate Renewable Energy and store it in a load bank for their different uses. In the study, the low-cost or recycled materials that the device was built with were analyzed, then several performance tests were made according to the IEEE 829 standard to estimate the energy and displacement measurements so that in parallel, the device was accompanied by an interactive and informative mobile application that encourages its use, the use of renewable energies and the interest in them, allowing the user to measure energy generation in approximate estimates, create routes, view and share in social applications an information card of equivalence of generated energy, share routes with other users and follow the routes created and shared.

Keywords: renewable energy, device, mobile application, generator.

1. Introducción

Las Energías Renovables son las que se generan mediante procesos y fuentes naturales, estas continuamente se regeneran o reponen como se plantea en [1] a diferencia de las fuentes de energías que dependen del carbón que son finitas y que su uso genera gran cantidad de contaminación ambiental, por eso es que el cambio climático es uno de los problemas ambientales más graves o, quizá el más grave, al que se enfrenta la humanidad en palabras de [2], he allí que el tema de las Energías Renovables es de vital importancia en la actualidad debido a la necesidad de la humanidad de proveer nuevas soluciones de energías limpias que ayuden a frenar la contaminación, dado que a su vez se están agotando las fuentes de energías usadas actualmente. Por esto se plantea un estudio sobre otras formas de aprovechar el movimiento o desplazamiento de los medios de transporte (bicicletas y motos) como potencial generador de energía para aportar nuevas formas de soluciones de Energías Renovables e incentivar el uso y desarrollo de estas energías en el Departamento de Córdoba. Para esto se ha investigado diferentes tecnologías que proporcionen el conocimiento necesario y la forma más efectiva y económica para diseñar y desarrollar un dispositivo de Energía Renovable eficiente y práctico con el fin de incentivar su uso y hacerlo más asequible a los usuarios del Departamento.

El dispositivo que se desarrollado será instalado en caso de la bicicleta cerca de la llanta delantera y tomará el movimiento de la llanta para generas energía y en caso de la moto será instalado en la dirección y en este caso viento genera el movimiento el cual es transformado en energía la cual se almacena en un banco de carga donde puede conectar un dispositivo móvil (celular) y así mismo cargarlo. El dispositivo de Energía Renovable está articulado con una aplicación móvil interactiva e informativa para medir estimaciones aproximadas del uso del dispositivo, la energía generada, al igual puede crear rutas, compartirlas y seguir otras rutas para y así lograr con esta aplicación un incentivo para uso del dispositivo y a su vez el de las Energías Renovables, lo cual también generará interés por el desarrollo de nuevos dispositivos de Energías Renovables. Viendo la gran participación que tiene el celular inteligente (Smartphone) en el mercado y la vida diaria de las personas, notamos las tecnologías que se desarrollan en torno a este como se plantea en

[3] que actualmente, los dispositivos han mejorado enormemente su capacidad de procesamiento, almacenamiento y transmisión, permitiendo así conectar cualquier objeto a la red de Internet y para futuras mejoras el dispositivo de Energía Renovable sería una opción más necesaria que use esta tecnología del IoT.

En el presente estado del arte se abordarán los avances y desarrollos en las formas y métodos de generación de Energías Renovables a nivel mundial y en Colombia y se podrán contemplar las diferentes ideas de dispositivos similares que existen para el aprovechamiento de las Energías Renovables que se han desarrollado con buen parte de éxito en diferentes lugares del mundo.

Actualmente en tema de cambio climático las Energías Renovables tienen representado una baja participación dado que en términos de consumo de energía primaria un promedio de 35% es del petróleo, 27% del carbón, 23% de gas natural y el resto de energías alternativas como se cita en [4]. Por ende, existe la necesidad de aumentar esa participación para evitar los graves impactos ambientales como lo afirma [4], la contaminación del aire y lluvia ácida, todos estos problemas han producido varios conflictos políticos y económicos que han aumentado la inversión mundial en investigación y desarrollo de tecnologías alternas para la generación de Energías Renovables.

Sumado a esto y con el objetivo de reducir el aumento de emisiones, 195 países en todo el mundo a través del Acuerdo de París, se comprometieron, para reducir las emisiones y evitar el aumento de la temperatura en más de 2°C, en comparación con los valores preindustriales. Entre estos, 18 países latinoamericanos firmaron el acuerdo (incluido Colombia), conscientes de esta necesidad y prestos para aportar a la reducción las emisiones como lo señala [5].

Aun con el acuerdo de París se tiene que la mayoría de los proyectos existentes según lo plantea [4] proyectos de generación de energía en Colombia no son sostenibles a largo plazo y compiten con el monopolio energético de las grandes compañías petroleras.

Según los estudios de [4] el análisis de los resultados de una encuesta realizada muestra que un porcentaje significativo de entrevistados cree que el desarrollo de las Energías Renovables en Colombia tiene muchas barreras. Las barreras relacionadas con la dimensión de aceptación del mercado serían el tema más importante para implementar Energías Renovables, seguido de la aceptación sociopolítica y aceptación de la comunidad, respectivamente. Es a esta última dimensión es a la que se quiere apuntar y en consecuencia se mitiga la primera dimensión con el dispositivo se planteará más adelante.

En Colombia los proyectos de Energía Renovable deben ser aprobados por el gobierno, Así es como existe una base de datos para proyectos de Energías Renovables no convencionales, estos proyectos en total, se tarda unos cuatro años entre el registro de un proyecto en la base de datos y la autorización del gobierno para su implementación, además, toma alrededor de un año para implementar el proyecto después de su aprobación según lo consultado por [6]. Con lo cual se puede concluir que por parte del gobierno se tiene, aunque sea demorada, una ayuda para la implementación de proyectos que incentiven

el uso de las Energías Renovables, incluyendo también la ley 1715 de 2014 antes mencionada.

Para los proyectos anteriormente mencionados se ha alcanzado el financiamiento por diferentes medios individuales o por financiamiento de instituciones como los que se mencionan a continuación: estos son diferentes dispositivos de similar funcionamiento entre sí, los cuales sirven de base para la elaboración del dispositivo a desarrollar en este estudio de investigación.

Este primer dispositivo es un generador eléctrico eólico convencional que funciona con una potencia nominal normal fija (NRP), y para este se ha comprobado que el generador pierde mucha energía en el campo de velocidad del viento lento y por ello se hace el estudio de maximizar la eficiencia de trabajo de todo el campo de viento con un generador eléctrico de corte magnético multicapa, que funciona eficazmente en campo de viento completo con la ayuda del NRP cambiante, este está patentado por la CCT de acuerdo con [7]. Este dispositivo si bien funciona con las corrientes de viento es el de mayor similitud para la obtención de energía al aprovechar el movimiento. Su financiamiento estuvo a cargo de la Fundación Nacional de Ciencia de Taiwán.

En segundo lugar, se estudió un mecanismo de fuentes híbridas renovables, como lo es un generador eólico y los módulos fotovoltaicos utilizados para producir energía para recargar automáticamente el sistema de almacenamiento de vehículos eléctricos presentado por [8]. El mecanismo de recarga actual de los vehículos eléctricos requiere estaciones de recarga y afectará la distancia de viaje para un viaje largo. Es por eso que este es un mecanismo de carga automatizado que automáticamente recarga los paquetes de baterías, por lo tanto, no es necesario esperar a recargar, lo que aumenta la distancia de desplazamiento. Este es un mecanismo muy eficiente debido a su auto-sostenibilidad, propiedad que se quiere aprovechar para el dispositivo próximo a desarrollar.

El siguiente diseño aprovecha la energía asociada los movimientos verticales como horizontales de la mochila al caminar, según el desarrollo de [9] se propone un dispositivo generador eléctrico en una mochila que es accionado directamente por un cable largo que se conecta al pie. Tal diseño produjo hasta 9W de potencia al caminar, este prototipo puede producir una potencia de salida de aproximadamente 0,3 W cuando el sujeto usa una mochila de 1,5 kg y camina a una velocidad constante de 4 km / h. Un diseño muy óptimo ya que se usa en pequeñas marchas y aun así genera una cantidad razonable de energía.

Otro mecanismo de recolección de energía por movimiento humano es una fuente interesante de energía planteado por [10] como alternativa a la alimentación por batería de dispositivos implantados dentro de un cuerpo desgastado. El diseño es un dispositivo de recolección de energía piezoeléctrica biestable, se basa en un voladizo piezocerámico con un imán permanente de punta. Este imán móvil es repelido por un imán fijo desde una posición estable inicial y por esta razón se crean dos nuevas posiciones biestables. Este diseño podría alinearse con el campo de gravedad y la fuerza de gravedad afecta la posición estable de la masa de la punta en voladizo. Por lo tanto, es un movimiento de oscilación en el campo de gravedad que proporciona una fuerza potencial adicional del voladizo y la posición estable comienza a ser inestable. La masa de la punta oscila libremente en una

nueva posición estable durante estos movimientos en el campo de gravedad y podría generar electricidad útil.

Este es un ingenioso mecanismo que en vez de aprovechar el movimiento con motores usa un voladizo piezocerámico, el cual se puede tener en cuenta como una forma diferente de aprovechar el movimiento y generar energía eléctrica. Además, los resultados arrojan que la potencia de salida media prevista es de alrededor 25uW al caminar por movimientos lentos de la mano según [10] y para el enfoque que se le ha dado sería suficiente fuente para la alimentación de dispositivos implantados dentro de una persona.

Para el siguiente dispositivo de “Plátano solar” como se le llamó al dispositivo donde se hizo el aprovechamiento del potencial de luz solar del Departamento de Córdoba en Colombia donde el potencial solar es alto (1730 – 2000 Wh/m²/año), para desarrollar una estación fotovoltaica para cargar celulares en la sede central de la Universidad de Córdoba como se ve reflejado en [11]. Donde también se rescata que los valores máximos de radiación solar se presentan entre las 11:30 de la mañana hasta las 12:30 del mediodía, encontrando el pico máximo a las 12:00 p.m. con valores de 1097 W/m² en 4 paneles solares de 10W - 12 V con un costo individual de \$145.000 pesos colombianos, lo cual es un valor medianamente alto para ser tomado como adición al prototipo futuramente planteado, al menos se podría considerar una variante de este panel, más económica y muchísimo más pequeña.

El motor generador de la energía es la parte más importante del diseño del dispositivo, ya que cumple la función principal de tomar el movimiento y transformarlo en energía, para la elección del motor generador se tiene en cuenta el estudio de [12] donde se escoge un motor de corriente continua sin escobillas, el cual es descrito con tres elementos: una armadura o estator de herida fija, un rotor con imanes permanentes unidos y un medio para detectar la posición del rotor.

Un dispositivo muy utilizado por la población actual que puede servir de “enganche” para llamar la atención al uso y concientización sobre las Energías Renovables es el Smartphone o teléfono inteligente el cual se ha tenido en cuenta como principal actor en el siguiente proyecto según [13] con el propósito de crear una mayor conciencia sobre estas tecnologías para los investigadores ambientales ya que podrían beneficiarse del uso de software dedicado disponible para dispositivos móviles.

Dicho por Nowak et al. [13] el objetivo de su proyecto es de presentar las capacidades y la disponibilidad de aplicaciones móviles como una facilitación de los estudios de campo. Últimamente, más y más métodos digitales comunes y nuevas tecnologías han ido ganando interés y popularidad dentro de la comunidad científica ambiental [13]. Entre esas tecnologías hay dispositivos y aplicaciones de mapeo móvil que han estado ganando audiencia en los últimos tiempos, lo cual evidencia el alcance y la atracción que las aplicaciones móviles suponen para el desarrollo del interés de una población para determinado tema, el cual se puede usar para el desarrollo del interés en el tema del cuidado ambiental como es el tema del siguiente artículo de investigación.

Según Haraty y Bitar [14] en su artículo de investigación, se destaca el aumento en el uso de dispositivos móviles y se muestra la importancia de tener aplicaciones ecológicas para salvar el medio ambiente y preservar la salud.

Así como se afirma en [15] para el pasado año se estimó según el informe presentado por Cisco, uno de los principales fabricantes de equipos de redes, donde se proyectó que durante los pasados cinco años existirían alrededor de 5.500 millones de usuarios de móviles, lo que representa el 70% de la población mundial (para el 2020 la población mundial será de 7.800 millones habitantes, según las Naciones Unidas). Esto es una realidad innegable donde el celular ha tomado mayor participación en la vida cotidiana y además de que el 72.24% de los usuarios de dispositivos móviles usa Android según [16].

Gracias a la gran cuota de mercado del Sistema operativo Android y su libre acceso al código abierto se escoge para el desarrollo de la app que ayudará en el proyecto a incentivar el uso de las Energías Renovables.

2. Materiales y Métodos

En el presente estudio se seleccionaron 20 personas usuarios de bicicletas o motos pertenecientes a la población del Departamento de Córdoba como población objetivo para nuestra investigación, esta población se escogió debido al medio de transporte que frecuentan.

El tipo de muestra escogido es de Muestreo intencional o de conveniencia para conocer cómo afecta el uso de un dispositivo de Energías Renovables, a 5 pobladores del Departamento de Córdoba, que representan un cuarto de la población escogida. Las pruebas se hicieron en un día habitual en su rutina, la recolección de información se hizo por medio de observación directa y testimonio del personal escogido, la reducida población y muestra se debe a la situación de pandemia por el Covid-19 que atraviesa el país y Departamento en el momento de esta investigación.

Para la fase de diseño se buscó encontrar la mejor forma de diseño y funcionamiento del dispositivo en base a los análisis encontrados en la etapa anterior, se hizo un diseño previo en un programa en 3D y se le dio forma a una barra plana de teflón industrial para crear las diferentes extensiones del dispositivo ajustados con tubos metálicos adaptados para unir las partes, ayudados con varios materiales como tuercas, tornillos, cables, laminas y espuma de polietileno para formar el montaje del dispositivo final que sostendría el motor a la bicicleta o moto. También se diseñó un circuito regulador de voltaje para mantener la salida del dispositivo en 5 voltios. Además, se plantearán las funcionalidades de la aplicación móvil que acompañará al dispositivo final.

Luego en la fase de desarrollo se llevó a cabo la construcción y ensamble de los diseños propuestos anteriormente verificando su correcta funcionalidad en el laboratorio y aplicando las correcciones necesarias para llevar a cabo la fase de pruebas. Paralelamente se desarrolló el aplicativo móvil de acuerdo con las funcionalidades planteadas en la fase de diseño.

Para la fase de pruebas llevó a cabo las pruebas de funcionamiento del dispositivo en condiciones reales junto con el aplicativo móvil. Además, se evaluó la funcionalidad del dispositivo para sacar las conclusiones finales. Y luego Se evaluará y se darán las conclusiones sobre el funcionamiento del dispositivo y su rendimiento y usabilidad en condiciones reales con el objeto de prueba en una moto y una bicicleta, a continuación, se desarrollará el informe final de entrega.

3. Resultados

Las tecnologías usadas para la generación de la energía por parte del dispositivo se escogen de los aparatos electrónicos vistos en la fase de Investigación y análisis. Todo desplazamiento genera energía cinética dicha energía puede ser aprovechada de diferentes maneras como lo hemos visto anteriormente, en este caso nos centramos en el movimiento del desplazamiento que hacen los pobladores de la región de Córdoba al salir en su día a día y el medio de transporte que frecuentan, dicho medio en su mayoría son Motos y Bicicletas.

En el caso de las motos se puede usar el rozamiento del aire a manera de energía eólica ubicando el dispositivo en la dirección de la moto para aprovechar el espacio más amplio de entrada de aire y en el caso de las bicicletas el rozamiento de la llanta delantera al girar, la elección se da al percibir menor energía eólica pero mayor rotación de la llanta al ser de radio mayor al de las Motos y la elección de la llanta delantera al estar más cerca de la dirección del conductor que es donde se puede ubicará el celular o banco de carga. Para la elección del motor DC que va a convertir el movimiento en energía se puede escoger al Motor DC 35 gr 9800 RPM 3 a 12 V porque según vemos en las pruebas de rendimiento a diferentes velocidades es el que genera de mejor manera, energía estable.

3.1 Diseño del dispositivo de Energía Renovable

Para el diseño del dispositivo de Energía Renovable se presenta a continuación en un modelo 3D de vista previa (Figura 1). Cabe resaltar que, en el diseño final, se le otras modificaciones que no se ven plasmadas en el diseño 3D, para hacer más eficiente y funcional el dispositivo.

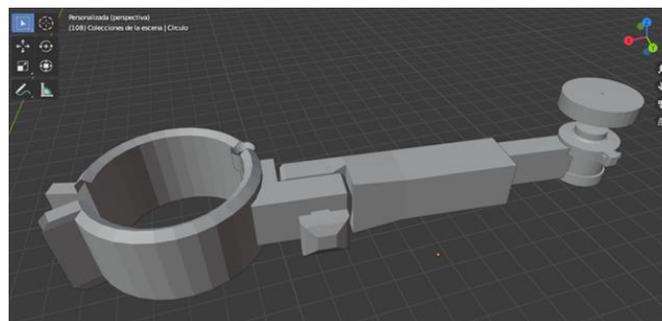


Figura 1. Esquema 3D externo prediseñado del dispositivo

Fuente: Autores.

Además, el dispositivo necesita un circuito rectificador de voltaje para convertir el alto voltaje del motor a un voltaje de salida de 5 voltios, el circuito rectificador se presenta en la siguiente ilustración (Figura 2).

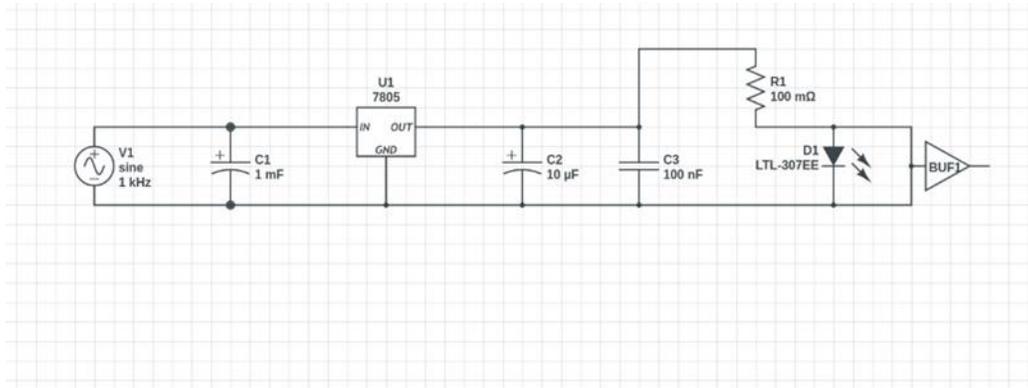


Figura 2 Esquema lógico del circuito rectificador del dispositivo de energía renovable
Fuente: Autores.

3.2 Ensamble

A continuación, se procede a integrar las piezas según el modelo previamente visto con los ajustes correspondientes para correcto funcionamiento, el diseño final antes de ser instalado en las bicicleta o motos, se verá de la siguiente manera (Ver Fig. 3.).



Figura 3. Ensamble del dispositivo de energía renovable
Fuente: Autores.

La figura anterior corresponde al ensamble con los elementos para ser incorporados en las motos o bicicletas. El cabezal de la llanta es intercambiable con el ventilador, el banco de carga tiene una liga para sostenerlo en la dirección de la bicicleta. El ensamble en la bicicleta y en la moto se realiza en dos posiciones diferentes; en la moto se incorpora en alguna parte de la dirección y en la bicicleta se instala en el trinche de la bicicleta en la barra izquierda rozando la llanta de juguete con la llanta de bicicleta.

Para el desarrollo del software se idea un aplicativo móvil tiene como fin de lograr una integración con el dispositivo permitiéndole a los usuarios del dispositivo generar rutas de su recorrido habitual al usar el dispositivo de Energía Renovable y ver de forma aproximada (debido a que el dispositivo y la aplicación no estarán directamente conectados por software) los datos de la ruta como su velocidad, la distancia recorrida, la energía generada, el tiempo del recorrido, la velocidad promedio y el porcentaje de batería cargado.

Como función principal para el incentivo de Energías Renovables se le mostrará al usuario una tarjeta informativa de equivalencia de la energía generada en relación al uso de esta energía en un aparato tecnológico que funcione con 5V, dicha tarjeta podrá ser compartida fuera de la aplicación móvil en cualquier red social o chats de mensajería. Además, para invitar al uso de esta aplicación el usuario podrá compartir las rutas que genera con otros usuarios que tengan la aplicación para que ellos puedan verla y seguirla y compartir las suyas.

La siguiente ilustración muestra las funcionalidades del sistema Energy Route App a través de un modelo de diagrama de casos de uso, tal como se observa en la siguiente figura (Ver Fig. 4.).

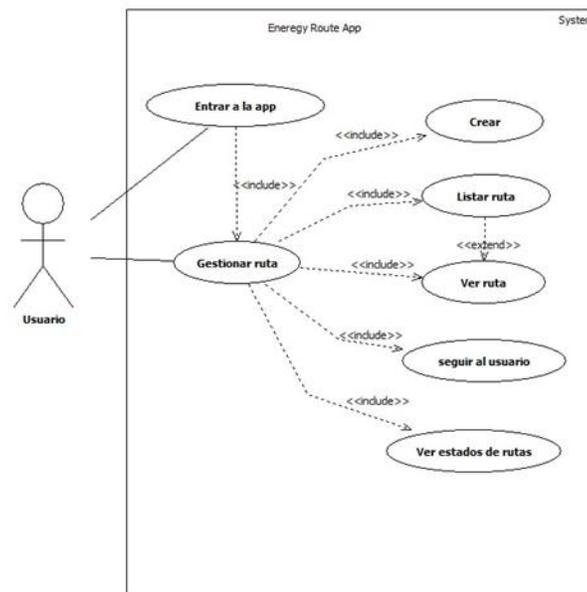


Figura 4 Diagrama de caso de uso general
Fuente: Fuente propia

El diseño final desarrollado de la aplicación móvil nombrada Energy Route App según el diseño planteado se presenta en la siguiente figura mostrando los pantallazos de las diferentes interfaces de la aplicación (Figura 5).

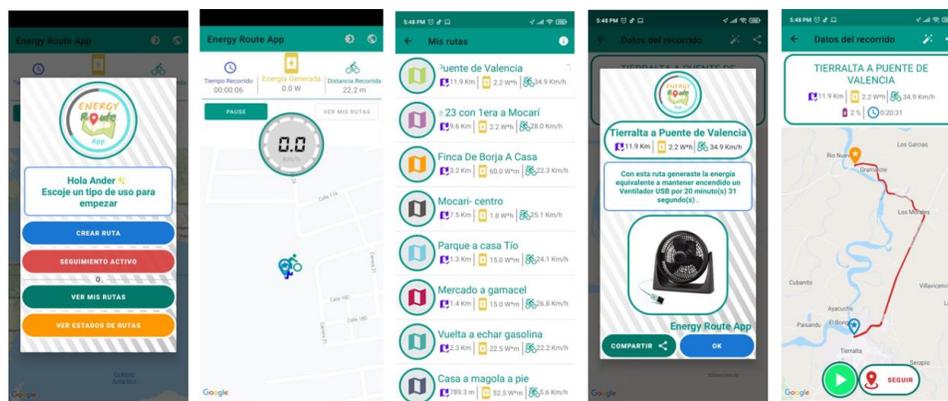


Figura 5. Pantallazos de la aplicación Energy Rout App
Fuente: Fuente propia

Para evaluar la aplicación móvil se crearon rutas con la aplicación y en la siguiente tabla muestra cinco rutas creadas por los usuarios con todos los datos correspondientes a cada ruta. Las rutas posteriormente fueron compartidas en los Estados de Rutas por los usuarios, donde cada valor es la medida según corresponde a la forma de medición de la aplicación (Tabla I).

Tabla I. Pruebas e Creación de ruta de la aplicación junto con el dispositivo de Energía Renovable

Pruebas de funcionamiento de la aplicación creando rutas						
Fuente: Propia						
Usuarios	Recorrido	Distancia recorrida	Energía generada	Tiempo empleado	Velocidad promedio	Porcentaje de batería
Usuario1	Mocarí - centro	7.5 Km	1.8 W*h	17 minutos con 50 segundos	25.11 Km/h	0 %
Usuario2	Centro calle 23 con 1era a Mocarí	9.6 Km	2.2 W*h	20 minutos con 38 segundos	28.3 Km/h	0 %
Usuario3	Tierralta a Puente de Valencia	11.9 Km	2.2 W*h	20 minutos con 31 segundos	34.92 Km/h	2 %
Usuario 4	Finca De Borja A Casa	3.2 Km	37.5 W*m	8 minutos con 43 segundos	22.32 Km/h	0 %
Usuario 5	Parque de Tierralta a bomba	2.3 Km	22.5 W*m	5 minutos con 58 segundos	23.6 Km/h	0 %

Fuente: Autores.

Conclusiones

Al momento de crear el dispositivo de Energía Renovable llegamos a la parte más importante y es escoger el motor para el dispositivo, se debía escoger uno que generará la energía mínima para alimentar el banco de carga con lo cual el único motor que contaba con esa característica es el planteado como elegible según las pruebas luego el problema era el exceso de voltaje que se puede solucionar gracias también al circuito rectificador planteado. Con la elección del motor hecha nos queda identificar el diseño del aplicativo móvil debería ir directamente conectado, pero esto añadiría hacer más complejo al dispositivo lo que reduciría la producción de la energía para alimentar algún circuito o modulo que hiciera esa conexión, por lo cual se descartar y se plantea la idea de hacer cálculos aproximados de la estimación de medición de energía según las pruebas realizadas y al añadirle funcionalidades de tipo social a la aplicación se incentiva de una persona a otra a usar la aplicación, lo que nos lleva a que la aplicación debía crear rutas, poder compartirlas y poder seguirlas y mientras se crean las rutas poder mostrarle diferentes datos al usuario del recorrido.

Los resultados de las pruebas son concluyentes mostrando un diseño más practico que el presentado por [17], siendo una mochila un poco llena de artefactos y compleja en su uso para la generación de energía. Además de que el Dispositivo de Energía Renovable creado produce energía tanto por movimiento como de manera eólica tomando también la idea de [18], del generador que guarda su energía en un banco de carga, solo que en el caso de nuestro dispositivo es mucho más compacto y practico en el cual se puede reemplazar el banco de carga.

Los resultados de las pruebas en nuestro dispositivo muestran un comportamiento correcto de la aplicación y el dispositivo mientras se siguen los pasos indicados y se cumplen los prerrequisitos establecidos.

Referencias

- [1] ASHTON, K. That 'Internet of Things' Thing . <https://www.rfidjournal.com/that-internet-of-things-thing>, 2009.
- [2] Bonilla, I., Arturo, T., Morles, M., Guajardo, L., & Laines, C. Iot, El Internet De Las Cosas Y La Innovación De Sus Aplicaciones. VInculaTégica EFAN, 1, 2313–2340, 2016.
- [3] Gómez, J. E., Castaño, S., Mercado, T., Fernandez, A., & Garcia, J. Sistema de internet de las cosas (IoT) para el monitoreo de cultivos protegidos. Ingeniería e Innovación, 5(1), 2017.
- [4] Gómez, J., Oviedo, B., & Zhuma, E. Patient monitoring system based on internet of things. Procedia Computer Science, 83, 90-97, 2016.

[5] Fiorella, K. J., Okronipa, H., Baker, K., & Heilpern, S. Contemporary aquaculture: implications for human nutrition. *Current Opinion in Biotechnology*, 70, 83–90.,2021. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2020.11.014>

[6] Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>

[7] Hadipour, M., Farrokhi, J., & Aghazadeh, M. (2020). An experimental setup of multi-intelligent control system (MICS) of water management using the Internet of Things (IoT). *ISA Transactions*, 96, 309–326, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.isatra.2019.06.026>

[8] OCDE. OECD Glossary of Statistical Terms - Environmental indicator Definition, 2001 <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=830>

[9] Red Hat. (n.d.). ¿Qué es la arquitectura orientada a los servicios? Retrieved March 17, 2021, from <https://www.redhat.com/es/topics/cloud-native-apps/what-is-service-oriented-architecture>

[10] Rodríguez Gómez, H., & Escobar, E. A. (n.d.). Capítulo 111. LA CALIDAD DEL AGUA Y LA PRODUCTIVIDAD DE UN ESTANQUE EN ACUICULTURA. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Retrieved March 16, 2021.

[11] Suresh, M., Muthukumar, U., & Chandapillai, J. A Novel Smart Water-Meter based on IoT and Smartphone App for City Distribution Management. 1–5.

[12] Tziortzioti, C., & Mavrommati, I. IoT sensors in sea water environment : Ahoy ! Experiences from a short summer trial. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, 343, 117–130,2019. <https://doi.org/10.1016/j.entcs.2019.04.014>

[1] Acciona. Sostenibilidad para todos. Acciona, 2019.

[2] Serrano Pérez, A. ¿Qué es el Cambio Climático? *Fronteras de La Ciencia*, 2019. <https://doi.org/10.18562/fdlc0075>

[3] Gómez, J. E. El internet de las cosas oportunidades y desafíos. *Ingeniería e Innovación*, 5(1),2017. <https://doi.org/10.21897/23460466.1085>

[4] Rosso, A. M., & Kafarov, V. Barriers to social acceptance of renewable energy systems in Colombia. In *Current Opinion in Chemical Engineering* (Vol. 10, pp. 103–110), 2015. <https://doi.org/10.1016/j.coche.2015.08.003>

[5] Washburn, C., & Pablo, M. Measures to promote renewable energies for electricity generation in Latin American countries. *Energy Policy*, 128(June 2018), 212–222, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.12.059>

[6] Sagastume, A., Balbis, M., Cabello, J. J., Cabello, M., Rey, F. J., & Rueda, J. G. Data supporting the forecast of electricity generation capacity from non-conventional renewable energy sources in Colombia. *Data in Brief*, 28, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104949>

[7] Ting, C. C., & Yeh, L.-Y. Developing the full-field wind electric generator. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 55, 420–428, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2013.09.030>

[8] Chellaswamy, C., Balaji, L., & Kaliraja, T. Renewable energy based automatic recharging mechanism for full electric vehicle. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, xxxx.2019. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2019.07.007>

[9] Wang, J., & Liang, J. Energy harvesting from horizontal and vertical backpack movements during walking. *IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, AIM*, 2018-July, 798–803, 2018. <https://doi.org/10.1109/AIM.2018.8452373>

[10] Rubes, O., & Hadas, Z. Design and Simulation of Bistable Piezoceramic Cantilever for Energy Harvesting from Slow Swinging Movement. *Proceedings - 2018 IEEE 18th International Conference on Power Electronics and Motion Control, PEMC 2018*, 663–668, 2018. <https://doi.org/10.1109/EPEPEMC.2018.8521846>

[11] Martín Araújo, M. C., & Contreras Barrera, S. P. Evaluación de una estación fotovoltaica para cargar celulares en la Universidad de Córdoba – Colombia. 53(9), 0–117, 2016. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

[12] Plant, D. P., Kirk, J. A., & Anand, D. K. Prototype of a magnetically suspended flywheel energy storage system. *Proceedings of the Intersociety Energy Conversion Engineering Conference*, 3, 1485–1490, 1989. <https://doi.org/10.1109/iecec.1989.74665>

[13] Nowak, M. M., Dziób, K., Ludwisiak, Ł., & Chmiel, J. Mobile GIS applications for environmental field surveys: A state of the art. *Global Ecology and Conservation*, e01089, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01089>

[14] Haraty, R. A., & Bitar, G. Associating learning technology to sustain the environment through green mobile applications. *Heliyon*, 5(1), e01141, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01141>

[15] Redacción Tecnósfera. Crecimiento del uso de celulares en el mundo - Archivo Digital de Noticias de Colombia y el Mundo desde 1.990 - eltiempo.com. El 70 % Del Mundo Tendrá Un Dispositivo Móvil En El 2020, 2016. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16500742>

[16] NetMarketShare. Operating system market shar, 2021. WebArticle. <https://www.netmarketshare.com/operating-system-market-share.aspx?>