



Implementación de sensores piezoeléctricos y paneles solares en una bicicleta eléctrica para reducir los ciclos de carga

Vega Avalos, Maydelinne Lisbeth

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnóloga Superior en Mecánica Automotriz

Ing. León Almeida, Jaime Eduardo

Latacunga, 14 de septiembre del 2021



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

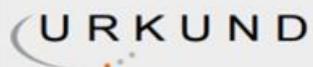
CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, “Implementación de sensores piezoeléctricos y paneles solares en una bicicleta eléctrica para reducir los ciclos de carga” fue realizado por la señorita **Vega Avalos, Maydelinne Lisbeth** la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, septiembre 2021

Ing. León Almeida, Jaime Eduardo
C.C.: 172009123-8

RESULTADO DE ANÁLISIS URKUND



Urkund Analysis Result

Analysed Document: MONOGRAFÍA VEGA.pdf (D112584259)
Submitted: 9/14/2021 7:53:00 PM
Submitted By: jc.altamiranoc@uta.edu.ec
Significance: 5 %

Sources included in the report:

<https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3846/1/Roberto%20Villacres%20Flores.pdf>
https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/orientacion-e-inclinacion-de-las-placas-solares_1
<https://emasp.org/blog/fuentes-de-energia-renovable-producir-electricidad/>
<https://www.guiaspracticas.com/bicicletas-electricas/aplicaciones-de-las-bicicletas-electricas>
<https://www.electrobicis.com/noticias/kits-bicicleta-electrica/elegir-una-bateria-una-bicicleta-electrica/>
https://www.nisenet.org/sites/default/files/catalog/uploads/spanish/12194/electricsqueeze_images_13nov13_sp.pdf
<https://www.sectorelectricidad.com/23425/las-tejas-solares-que-permiten-que-cada-casa-sea-una-central-electrica-autosostenible/>
<https://somoselectricos.com/kit-coboc-desarrollan-conjuntamente-sistema-carga-rapida-bicicletas-electricas/>

Instances where selected sources appear:

14

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "JAIME EDUARDO LEÓN ALMEIDA". The signature is stylized and somewhat cursive.

Ing. León Almeida, Jaime Eduardo
C.C.: 172009123-8



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Vega Avalos, Maydelinne Lisbeth**, con cédula de ciudadanía N°**1721207809**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“Implementación de sensores piezoeléctricos y paneles solares en una bicicleta eléctrica para reducir los ciclos de carga”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, septiembre 2021

Vega Avalos, Maydelinne Lisbeth

C.C.:1721207809



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Vega Avalos, Maydelinne Lisbeth** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Implementación de sensores piezoeléctricos y paneles solares en una bicicleta eléctrica para reducir los ciclos de carga”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, septiembre 2021

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Maydelinne Vega Avalos', is written over a horizontal line.

Vega Avalos, Maydelinne Lisbeth

C.C.:1721207809

Dedicatoria

Este proyecto de titulación se lo dedico a mis padres, Angel Vega y Georgina Avalos, por brindarme el amor y cariño guiándome así por el sendero de la vida para poder honrarlos con los conocimientos adquiridos, brindándome un futuro prometedor y que su sacrificio sea un mejor futuro mañana.

Por enseñarme los valores y principios del ser humano con su ejemplo de superación y paciencia ante las adversidades de la vida, por llevarme de la mano hacia el camino al éxito con la bendición de Dios.

Esto es dedicado hacia ustedes por ser el pilar más fundamental en mi vida y acompañarme en todos mis logros y a lo largo de mi vida, pero sobre todo por ser la parte más importante de la vida.

Vega Avalos, Maydelinne Lisbeth

Agradecimiento

Agradezco a quienes me brindaron su apoyo para hacer realidad lo que empezó siendo una nueva etapa de mi vida llena de emociones, miedos y tristezas les doy las gracias a las personas que estuvieron conmigo como mis amigos, familiares y mi novio. Hoy es una meta culminada.

A los docentes de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga quienes me brindaron su conocimiento y sabiduría formándome para mi vida profesional.

Gracias también a mis Padres por ser el pilar más fundamental en mi vida por darme su apoyo, comprensión y amor en toda mi vida, a mi novio por llegar a ser la persona que complemento mi vida y ser mi apoyo durante la carrera.

Vega Avalos, Maydelinne Lisbeth

Tabla de contenidos

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Resultado de análisis urkund.....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Tabla de contenidos.....	8
Índice de figuras.....	12
Índice de tablas.....	14
Resumen.....	15
Abstract.....	16
Planteamiento del problema de investigación.....	17
Antecedentes.....	17
Planteamiento del problema.....	18
Justificación.....	18
Objetivos.....	18
<i>Objetivo general.....</i>	18
<i>Objetivos específicos.....</i>	18
Alcance.....	20
Marco teórico.....	21

Beneficios de usar la bicicleta para la salud	21
Uso y aplicaciones de la bicicleta eléctrica.....	22
<i>La bicicleta eléctrica en Ecuador.....</i>	<i>24</i>
Componentes eléctricos de una bicicleta.....	24
<i>Batería</i>	<i>24</i>
Motor y tipos.....	28
Controlador del sistema.....	29
Potencia en continuo, pico de potencia y potencia real.....	30
<i>Motores HUB genéricos.....</i>	<i>31</i>
<i>Motor HUB Gocycle.....</i>	<i>32</i>
<i>Motores centrales</i>	<i>32</i>
<i>Motor Bosch.....</i>	<i>33</i>
<i>Motor Yamaha</i>	<i>34</i>
<i>Motor Brose.....</i>	<i>35</i>
<i>Motor BH 1E 36V.....</i>	<i>36</i>
<i>Motor Shimano steps.....</i>	<i>36</i>
<i>Motor HPR 120S-TQ FLYON.....</i>	<i>37</i>
<i>Motor Fazua.....</i>	<i>38</i>
<i>Motor Impulse</i>	<i>39</i>
<i>Motor Pollini.....</i>	<i>40</i>
<i>Motor Bafang.....</i>	<i>41</i>
Sistema de carga.....	42
Sistemas alternativos de carga	43

	10
Formas de obtención de energía	43
Energía fotovoltaica.....	44
Térmica: aprovecha el calor	45
Concentrar los rayos solares.....	46
Tinta solar.....	47
Tejas solares	48
Sistemas híbridos	49
Energía hidráulica.....	49
Energía mareomotriz	51
Energía undimotriz.....	51
Engería maremotérmica	52
Energía minihidráulica.....	53
Energía Cinética.....	53
Paneles solares	54
Panel solar fotovoltaico.....	55
Panel solar térmico.....	57
Panel solar híbrido.....	59
Paneles solares monocristalinos top solar.....	61
Baterías utilizadas en el sistema implementado	62
Batería AGM	63
Batería de gel	64
AGM o Gel	65
Sistema de controlador de carga por PWM	67

	11
Efecto piezoeléctrico.....	68
Desarrollo del proyecto.....	70
Análisis de la carga eléctrica del sistema.....	70
Dimensionamiento de los paneles solares.....	72
Análisis de voltajes generados por los sensores piezoeléctricos.....	74
Análisis y dimensionamiento del banco de baterías.....	75
Dimensionamiento y selección del gabinete eléctrico.....	76
Instalación de los paneles en la soportaría diseñada.....	78
Instalación de los componentes eléctricos dentro del gabinete.....	79
Determinación del ángulo de inclinación de los paneles solares.....	80
<i>Altitud y Angulo Solar al medio día solar.....</i>	<i>80</i>
Análisis de características de carga del banco de baterías.....	83
Pruebas de funcionamiento del sistema.....	86
Marco administrativo.....	91
Recursos Humanos.....	91
Recursos tecnológicos.....	91
Recursos materiales.....	92
Presupuesto.....	93
Conclusiones y recomendaciones.....	95
Conclusiones.....	95
Recomendaciones.....	97
Bibliografía.....	98
Anexos.....	101

Índice de figuras

Figura 1 <i>Beneficios de usar la bicicleta</i>	21
Figura 2 <i>Uso de la bicicleta eléctrica</i>	22
Figura 3 <i>Bicicleta eléctrica amigable con el medio ambiente</i>	23
Figura 4 <i>La bicicleta eléctrica fabricada en Ecuador</i>	24
Figura 5 <i>Batería eléctrica</i>	25
Figura 6 <i>Mondraker prime</i>	28
Figura 7 <i>Brushless motor controlador</i>	30
Figura 8 <i>Motor HUB</i>	31
Figura 9 <i>Motor HUB Gocycle</i>	32
Figura 10 <i>Motor Bosch</i>	33
Figura 11 <i>Motor Yamaha</i>	34
Figura 12 <i>Motor Brose</i>	35
Figura 13 <i>Motor BH 1E 36V</i>	36
Figura 14 <i>Motor Shimano</i>	37
Figura 15 <i>Motor HPR 120S-TQ FLYON</i>	38
Figura 16 <i>Motor Fazua</i>	39
Figura 17 <i>Motor Impulse</i>	40
Figura 18 <i>Motor Pollini</i>	41
Figura 19 <i>Motor Bafang</i>	42
Figura 20 <i>Sistema de carga</i>	43
Figura 21 <i>Paneles fotovoltaicos</i>	45
Figura 22 <i>Paneles solares</i>	46
Figura 23 <i>Tinta solar</i>	47
Figura 24 <i>Tejas solares</i>	48
Figura 25 <i>Hidroeléctrica</i>	49
Figura 26 <i>Reservorio de agua en la hidroeléctrica</i>	50

Figura 27 <i>Mini hidroeléctrica</i>	53
Figura 28 <i>Paneles solares monocristalinos</i>	56
Figura 29 <i>Panel solar térmico</i>	58
Figura 30 <i>Panel solar híbrido</i>	60
Figura 31 <i>Panel solar Topsolar monocristalino</i>	62
Figura 32 <i>Baterías secas</i>	64
Figura 33 <i>Batería de Gel</i>	65
Figura 34 <i>Baterías de Gel y Secas</i>	66
Figura 35 <i>Controlador de carga</i>	68
Figura 36 <i>Efecto del sensor piezoeléctrico</i>	69
Figura 37 <i>Esquema de conexión del sistema implementado</i>	71
Figura 38 <i>Datos del panel solar implementado</i>	73
Figura 39 <i>Prueba de los paneles en los soportes</i>	74
Figura 40 <i>Dimensionamiento de la caja</i>	77
Figura 41 <i>Instalación de los paneles en triciclo</i>	78
Figura 42 <i>Paneles instalados en el triciclo</i>	78
Figura 43 <i>Instalación del circuito del sistema de carga</i>	79
Figura 44 <i>Instalación completa del sistema de carga</i>	79
Figura 45 <i>Esquema de funcionamiento del sistema completo</i>	84
Figura 46 <i>Día de pruebas</i>	86
Figura 47 <i>Gráfica del primer día de pruebas</i>	88
Figura 48 <i>Gráfica del segundo día de pruebas</i>	88
Figura 49 <i>Gráfica del tercer día de pruebas</i>	89
Figura 50 <i>Gráfica del cuarto día de pruebas</i>	89
Figura 51 <i>Gráfica del quinto día de pruebas</i>	90
Figura 52 <i>Grafica promedio de los días de prueba</i>	90

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Parámetros de carga eléctrica</i>	70
Tabla 2 <i>Valores n para los primeros días del mes</i>	82
Tabla 3 <i>Características del controlador de carga</i>	85
Tabla 4 <i>Valores de los voltajes y tiempos de carga del sistema</i>	87
Tabla 5 <i>Recursos humanos</i>	91
Tabla 6 <i>Recursos tecnológicos</i>	92
Tabla 7 <i>Recursos Materiales</i>	92
Tabla 8 <i>Presupuesto</i>	94

Resumen

Se implementó un sistema de carga de baterías mediante paneles solares y sensores piezoeléctrico, para alimentar un prototipo de bicicleta eléctrica, brindando así un incremento de la autonomía de la misma. Para tal efecto se llevó a cabo el dimensionamiento, selección y adquisición de los diferentes elementos, equipos e instrumentos que forman parte del sistema en cuestión. Para la selección de paneles solares se debe tomar en cuenta la suficiente energía sin incorporar demasiada carga física al sistema manteniendo un equilibrio entre su aporte y el peso adicional. Las baterías a ser consideradas deben cumplir características tales como: soportar descarga profunda, ser compatibles con voltajes nominales de los paneles solares y tener la capacidad de alimentar a la bicicleta eléctrica incrementando su autonomía. En el presente documento se presenta las relaciones matemáticas de las cuales se deriva los requerimientos mínimos de los componentes a fin de que satisfagan la función de cada uno dentro del sistema y se define el área geográfica, así como el mes en el cual se efectúan las pruebas, estos parámetros son importantes cuando se analiza los niveles y ángulos de incidencia solar. En virtud de lo expuesto anteriormente, el sistema diseñado cuenta con 2 paneles solares de 20 W por cada uno, conectados en paralelo, un sistema controlador de carga por PWM, un inversor de 120W de potencia y 2 baterías de 12V de 7.2 Ah cada una. Los resultados y tiempos de carga obtenidos se muestran en el documento.

Palabras clave:

- **PANELES SOLARES**
- **ENERGÍA SOLAR**
- **BICICLETAS**

Abstract

A battery charging system was implemented using solar panels and piezoelectric sensors to power an electric bicycle prototype, thus increasing its autonomy. For this purpose, the sizing, selection and acquisition of the different elements, equipment and instruments that are part of the system in question were carried out. For the selection of solar panels, sufficient energy should be taken into account without incorporating too much physical load to the system, maintaining a balance between its contribution and the additional weight. The batteries to be considered must meet characteristics such as: support deep discharge, be compatible with nominal voltages of the solar panels and have the capacity to feed the electric bicycle increasing its autonomy. This document presents the mathematical relationships from which the minimum requirements of the components are derived in order to satisfy the function of each one within the system and the geographical area is defined, as well as the month in which the tests are carried out, these parameters are important when analyzing the levels and angles of solar incidence. Based on the above, the designed system has 2 solar panels of 20 W each, connected in parallel, a PWM charge controller system, a 120W inverter and 2 12V batteries of 7.2 Ah each. The results and charging times obtained are shown in the paper.

Key words:

- **SOLAR PANELS**
- **SOLAR ENERGY**
- **BICYCLES**

Capítulo I

1. Planteamiento del problema de investigación

1.1. Antecedentes

En este proyecto se propone y simula una estación de carga de bicicletas eléctricas con energía solar sin conexión a red. La estación consiste en un arreglo fotovoltaico conectado a un inversor (CC/CA) con el fin de dar seguimiento de su punto de máximo potencia, asociados a los puertos de carga provistos para la carga de baterías de bicicletas.

La contribución de este trabajo es la formulación de estrategias de control para un novedoso sistema solar de carga de bicicletas eléctricas bajo un enfoque de buscar sistemas de carga alternativos para prolongar la vida útil de las baterías de una bicicleta eléctrica. (Rodrigo Milán, 2019)

Se ha estudiado que a medida que aumenta la contaminación en el planeta es necesario utilizar otro tipo de alternativas para preservar el medio ambiente, por medio de un transporte que no tenga consecuencias que afecten al mismo.

La información recopilada en cuanto al funcionamiento de una bicicleta eléctrica con sistemas de carga alternativos sirve de guía para determinar minuciosamente que voltaje se obtiene con los paneles solares y de sensores piezoeléctricos, así como también que durabilidad tiene las baterías con este tipo de sistemas de carga.

1.2. Planteamiento del problema

En el Ecuador, se ha logrado identificar un alto grado de contaminación vehicular tanto privada como el servicio de transporte público en cuanto a la cantidad de vehículos por lo que se ha elaborado un prototipo utilizando una bicicleta eléctrica con la implementación de paneles solares para ayudar a disminuir los ciclos de carga de la batería eléctrica así también ayudando al medio ambiente y utilizando un tipo de energía fotovoltaica.

1.3. Justificación

La implementación del proyecto es alargar la vida útil de las baterías de una bicicleta eléctrica con ayuda de sistemas de carga alternativos, para incursionar en el ámbito de nuevas tecnologías y mejorar el rendimiento de las mismas.

Una de las principales ventajas es mejorar e incrementar la vida útil de las baterías de una bicicleta eléctrica, con el fin de utilizar energía fotovoltaica que ayude a proporcionar la carga respectiva a dichas baterías, así como también con sensores piezoeléctricos para contribuir a la energía fotovoltaica.

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo general*

- Implementar sensores piezoeléctricos y paneles solares en una bicicleta eléctrica para reducir los ciclos de carga por medio de energía fotovoltaica.

1.4.2. *Objetivos específicos*

- Realizar una investigación del funcionamiento de los paneles solares y sensores piezoeléctricos que se requieren tomando en cuenta el tipo y

sus características necesarias para ser implementados.

- Dimensionar los componentes adecuados que brinden el voltaje necesario para el sistema de carga alternativo en una bicicleta eléctrica.
- Investigar los equipos controladores de carga, su aplicación y su disponibilidad en el mercado.
- Determinar el ángulo de inclinación óptimo de los paneles solares en función del área geográfica y fechas definidos para la experimentación.
- Implementar un sistema de carga alternativo que provea la suficiente energía fotovoltaica y una energía piezoeléctrica por medio de sensores piezoeléctricos y paneles solares que requiere la batería de una bicicleta eléctrica y así reducir sus ciclos de carga.
- Realizar pruebas y determinar el tiempo de carga de las baterías a través del sistema desarrollado.

1.5. Alcance

El alcance de este proyecto es implementación sensores piezoeléctricos y paneles solares en una bicicleta eléctrica para reducir los ciclos de carga, por lo tanto para la implementación del sistema de carga se necesitará sensores piezoeléctricos, paneles solares, baterías secas, inversor de corriente, estructura para la ubicación de los paneles de forma que puedan ser movibles ya que nos permitirán ubicarlos en un ángulo acorde al ángulo en el que se encuentre el sol a los tecnólogos en mecánica automotriz, nos ayuda a mejorar el funcionamiento de las baterías así como también a incursionar en nuevas tecnologías que en algún momento pueden ser aplicadas en los automóviles de la misma manera que este prototipo, permitiendo adquirir mayores conocimientos en el tema y en los tipos alternativos de carga que se pueden utilizar.

El prototipo de pruebas se implementa los sensores y paneles solares acorde a las necesidades del motor eléctrico de la bicicleta con accionamiento teniendo como objetivo final la realizar las pruebas pertinentes para ver si el sistema de carga alternativo es funcional o no.

Capítulo II

2. Marco teórico

2.1. Beneficios de usar la bicicleta para la salud

La salud física es un estado de bienestar en el que el cuerpo funciona de manera óptima. Significa que el cuerpo está libre de enfermedades y que funciona normalmente. Mantenerse sano es fundamental para disfrutar de otros aspectos de la salud como el emocional y el espiritual. (alemán, 2014)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que los adultos entre las edades de 18 y 64 años participen en actividades recreativas, viajen (caminar, andar en bicicleta, andar en bicicleta) o participar en programas deportivos o de ejercicio. Asimismo, recomiendan que esta población realice al menos 150 minutos de ejercicio aeróbico moderado por semana, o 75 minutos de ejercicio aeróbico intenso en ausencia. (OMS, 2015)

Figura 1

Beneficios de usar la bicicleta



Nota. Los beneficios de usar bicicleta no son solo físicos, sino que además son beneficiosos para el medio ambiente. Tomado de (CAR-CVS, 2018).

2.2. Uso y aplicaciones de la bicicleta eléctrica

Hoy en día, las bicicletas eléctricas juegan un papel importante en el mundo como medio de transporte en un radio de 30 km. Las bicicletas eléctricas han demostrado tener un valor incalculable como medio de transporte alternativo y respetuoso con el medio ambiente, ya que pueden moverse por la ciudad sin producir ruido o humo en los motores de combustión, y su uso se ha incrementado drásticamente. (Guías prácticas, s.f.)

Figura 2

Uso de la bicicleta eléctrica



Nota. en la imagen se puede observar una modelo de bicicleta eléctrica. Tomado de (Guías prácticas, s.f.).

Una de las principales ventajas de utilizar una bicicleta eléctrica es que se trata de un medio de transporte libre de contaminación porque permite desplazarse por la ciudad sin producir ruido ni humo por el motor de combustión interna.

Las bicicletas eléctricas son ideales para tráfico intenso o en carreteras difíciles. Con una bicicleta eléctrica, puedes pedalear con más suavidad porque está sostenida por un motor. Tipo electromecánico. Por lo tanto, es ideal para desplazarse o ir a cualquier lugar sin sudar o ducharse después de andar en bicicleta. (Guías prácticas, s.f.)

Figura 3

Bicicleta eléctrica amigable con el medio ambiente



Nota. Las bicicletas eléctricas son un medio de transporte saludable para el medio ambiente. Tomado de (Tomas, 2021).

Las bicicletas eléctricas no solo se utilizan para el transporte personal, sino que también se utilizan en servicios profesionales como la entrega urgente, la entrega urgente en el centro de la ciudad y los suburbios.

Hay un modelo de bicicleta eléctrica mejorado con una computadora de control incorporada que se puede conectar a un teléfono inteligente para realizar varias funciones como enrutamiento, ubicación de ruta y control de carga de la batería.

2.2.1. La bicicleta eléctrica en Ecuador

Las bicicletas eléctricas han dado un paso decisivo hacia una movilidad rápida, económica, divertida y ecológica. Con una autonomía de vuelo de 60 km con una sola carga, sin ruidos, vibraciones, combustión o emisiones nocivas, puedes moverte libremente. Excelente para gas, estudiantes, ejecutivos, personas mayores o cualquier persona que simplemente disfrute de viajar en la ciudad de manera cómoda y segura, evitando áreas concurridas. (Ekos, 2016)

Figura 4

La bicicleta eléctrica fabricada en Ecuador



Nota. La bicicleta fue fabricada en Cuenca-Ecuador. Tomada de (Ekos, 2016)

2.3. Componentes eléctricos de una bicicleta

2.3.1. Batería

Los voltios son la potencia de la batería. Podemos encontrar versiones de 24, 36, 48 y 72. Cuanto mayor sea el voltaje, mayor será la potencia. La mayoría de las bicicletas eléctricas utilizan una batería de 36 V porque es asequible. Las baterías de 72V, en cambio, son mucho más caras y su gran capacidad puede convertir nuestras bicicletas eléctricas en motocicletas. Demasiada potencia puede superar el límite de

velocidad del motor (32 km / h) para bicicletas en Europa en 25 km / h). h (Estados Unidos). (Marin, 2017)

Figura 5

Batería eléctrica



Nota. Una batería eléctrica para la bicicleta se encuentra en varias versiones. Tomado de (Marin, 2017)

Amperios-hora indican autonomía: la distancia que podemos recorrer con un solo motor. Cuanto mayor sea el amperaje, mayor será el rango. Para las bicicletas eléctricas, depende mucho del nivel de asistencia al pedaleo que usemos, el peso de la bicicleta, nuestro peso, la presión de los neumáticos, la forma en que conducimos y el tipo de camino que tomamos relativamente. Hagamos que la duración de la batería de la bicicleta eléctrica varíe mucho de 20km a 70km (llano, cuesta abajo, cuesta arriba).

El más común es el 10AH vatios-hora es una combinación de voltios y amperios-hora. Este indicador le permite comparar baterías con diferentes voltajes y corrientes al elegir una. La batería de 2 voltios 20Ah proporciona los mismos 80 vatios hora que la batería de 8 voltios 10Ah. Funciona igual. (Marin, 2017)

Capacidad de la batería de la bicicleta eléctrica

Por lo tanto, para determinar la capacidad de la batería de su bicicleta, puede utilizar vatios / hora multiplicados por voltios y amperios, como hemos visto. Por ejemplo, una batería de 2 V 8 Ah tiene un tamaño de 192 vatios / hora, mientras que una batería de 36 V 10 Ah tiene el doble de capacidad que 360 vatios / hora. (Marin, 2017)

Relación precio / autonomía en las bicicletas eléctricas

Una vez que sepa qué tipo de bicicleta necesita, debe considerar la relación precio / rango. Queremos que la batería, el componente más caro de una bicicleta eléctrica, nos lleve tanto como sea posible. Si sigue los consejos para el cuidado de la batería, puede hacer que la batería dure más. (Marin, 2017)

Cuánto dura una batería de bicicleta eléctrica.

La batería puede estar gastada. Con el tiempo, la batería almacena menos energía (y se carga más rápido), lo que reduce su rango operativo.

Este proceso químico abrasivo, que comienza en el momento de la fabricación, aumenta con el uso. El número de recargas indicado por el fabricante es un indicador, pero también debe tenerse en cuenta que este no es el único indicador válido, ya que el tiempo también es un factor. La vida útil media de una bicicleta eléctrica es de entre 2 y 4 años, según el uso.

A partir de este momento, comienzan a perder su autonomía. No significa que tenga que cambiar de inmediato, pero acorta el ciclo de carga y pierde la capacidad de almacenar energía.

Este desgaste lo notan por primera vez los ciclistas que presionan con fuerza el acelerador, aceleran rápidamente y al mismo tiempo no presionan con fuerza. Este tipo de operación provoca una descarga severa y profunda de la batería, lo que resulta en más daños. (Marin, 2017)

Cómo cuidar una batería de una bicicleta eléctrica

Además de las instrucciones del fabricante de la batería, recomendamos pautas generales de cuidado de la batería para bicicletas eléctricas.

Se recomienda utilizar el cargador proporcionado por el fabricante para este tipo de batería. Esto es perfecto para este modelo. Cabe señalar que la batería se deteriorará con el tiempo, incluso cuando no esté en uso. No se recomienda no utilizar una fuente de alimentación de respaldo, ya que será inútil si no se carga.

Los tiempos de carga y descarga completos deben realizarse de forma regular cuando así lo indique el fabricante.

Como siempre se recomienda, la exposición a la luz solar directa y el sobrecalentamiento no mejoran la duración de la batería.

Idealmente, utilizará la batería de su bicicleta eléctrica para complementar su pedaleo, en lugar de utilizarla como una bicicleta de baja velocidad. Debido a su conciencia social sostenible y al bajo coste por kilómetro de las bicicletas eléctricas, este modelo de movilidad está evolucionando en España. Su uso ya está muy extendido en otros países como Alemania.

Las baterías de bicicletas eléctricas son el mayor razonamiento sobre el precio de una bicicleta y es esencial comprender cómo funciona al elegir otra bicicleta. Depende no solo del costo sino también de la distancia. (Marin, 2017)

2.4. Motor y tipos

Los motores de tamaño medio de Bosch, Brose, Yamaha, TQFlyon, Panasonic, Bewo y Shimano Steps tienen un peso perfectamente equilibrado ya que el motor y la batería están integrados en el centro y la parte inferior del cuadro. En tales casos, la fuerza se distribuye a la rueda trasera a través del disco de transmisión.

La rueda delantera y trasera son convencionales, por lo que las tareas de mantenimiento son idénticas a las de las bicis normales. (Biobike, 2020)

Figura 6

Mondraker prime



Nota. Mondraker PRIME con motor central Bosch Performance CX Gen4 y batería integrada de 625 Wh. Tomado de (Biobike, 2020)

Un factor muy importante que determina el funcionamiento de una bicicleta eléctrica es la eficiencia del motor. En este sentido, un motor de motor central es más eficiente y tiene la misma potencia porque está mejor diseñado, aprovecha mejor las relaciones de transmisión mecánicas, funciona a menos revoluciones y tiende a emitir menos calor. Obtenga una mayor duración de la batería.

No es de extrañar que encuentre un sistema Bosch con una batería de 500 Wh que puede viajar 150 km con una sola carga en buenas condiciones. Otro factor que afecta el consumo de energía es cómo estos motores comienzan a funcionar cuando pisa el pedal, como veremos a continuación. (Biobike, 2020)

2.5. Controlador del sistema

El controlador es una caja electrónica que distribuye los amperios extraídos de la batería al motor de acuerdo con varios parámetros, algunos de los cuales son programables. Es un artilugio que nunca verá a menos que esté en medio de una bicicleta o se dé una bofetada terrible.

Finalmente, el controlador determina la potencia real, tanto máxima como continua. Puede usar un motor de 1000 vatios, pero si el controlador produce solo 250 vatios, no puede ir más lejos. (Biobike, 2020)

2.6. Potencia en continuo, pico de potencia y potencia real

Es común encontrar una bicicleta eléctrica aprobada que tenga un controlador que funcione a potencia continua, la potencia máxima y real es de 36 V y puede proporcionar una corriente máxima de 15 A. Haciendo una simple multiplicación ($V \times A = W$) podemos deducir que el controlador de bicicleta homologado proporcionará una potencia máxima de 50W.

Los fabricantes de bicis eléctricas han acuñado el término «potencia en continuo» para definir la potencia en la que el sistema puede operar indefinidamente sin sobrecalentar el motor. Pero muchos de estos sistemas pueden (y de hecho lo hacen constantemente) circular permanentemente con asistencias que rozan el pico de potencia.

La línea difusa que separa la potencia en continuo (un término que depende de la interpretación de cada fabricante) con la potencia de pico (un término de física pura). (Biobike, 2020)

Figura 7

Brushless motor controlador



Nota. Brushless DC. Motor controlador. Tomado de (Biobike, 2020)

2.6.1. Motores HUB genéricos

Estos son todos los motores integrados en los cubos de las ruedas delanteras y traseras. Este es el motor más común. Se incluyen en bicicletas de gama media y en la mayoría de los kits de conversión. Son motores sin escobillas y pueden tener un reductor (transmisión) o salida de rotor directo (accionamiento directo). El controlador generalmente está fuera del motor y el sistema de asistencia al pedal se basa en un sensor de movimiento en la mayoría de los casos.

Algunas de las marcas incorporan en sus modelos un selector de potencia de hasta 6 niveles y algunas otras tienen la opción de instalar un acelerador. Generalmente operan a 36V, reservando los 48V a motores que superan los 500 W nominales. (Biobike, 2020)

Figura 8

Motor HUB



Nota. Motor HUB se pueden poner en la rueda posterior o delantera. Tomado de (Biobike, 2020)

2.6.2. Motor HUB Gocycle.

Este pequeño motor de 24 V está montado en las ruedas delanteras de Gocycles. Opere con los botones del manillar o pedaleando.

El caballo de fuerza no es tan rápido como muchos motores de tamaño mediano con sensor de torque, pero una vez que el motor está en funcionamiento, la agilidad y la potencia de esta bicicleta exceden con creces las necesidades de un entorno urbano. (Biobike, 2020)

Figura 9

Motor HUB Gocycle



Nota. Motor HUB Gocycle impulsado por una manivela. Tomado de (Biobike, 2020)

2.6.3. Motores centrales

Como ya hemos dicho, son motores asociados a bicicletas de alta gama y generalmente poseen prestaciones superiores a muchos motores HUB, sobre todo relativas a la autonomía. (Biobike, 2020)

2.6.4. Motor Bosch

Este motor central irrumpió en 2013 de una forma que pocos son capaces de hacer. Sus 250W de potencia nominal operan a 36V, obteniendo una efectividad y un par de salida que puede llegar hasta los 75 Nm en continuo.

Aquí te presentamos los diferentes modelos que hay actualmente de este exitoso motor:

- Con unos ahorros de 40 y 50 Nm de torque respectivamente, los motores Bosch Active y Active Plus están enfocados a un uso urbano y largas rutas. Por primera vez, Bosch prescindió del piñón de tracción e instaló un plato convencional compatible con freno contra pedal.
- El Bosch Performance Cruise tiene un par superior: 65 Nm. Se diseñó para un uso offroad y deportivo.
- La estrella de la familia es el nuevo Bosch Performance CX Gen4, una bestia capaz de arrancarle a tu bici unos increíbles 75 Nm en continuo. Actualmente lo podemos encontrar en bicis muy técnicas, sobre todo de montaña. (Biobike, 2020)

Figura 10

Motor Bosch



Nota. El nuevo motor Bosch performance line CX. Tomado de (Biobike, 2020).

2.6.5. *Motor Yamaha*

Yamaha entró de lleno en el mercado europeo hace unos años a través de gigantes como Haibike, Lapierre y BHEmotion. Después de un boom de ventas, muchos otros fabricantes lo tomaron rápidamente para impulsar sus bicicletas eléctricas. La idea detrás de este motor es proporcionar la mayor agresividad posible.

Por lo tanto, a la mayoría solo se les permite andar en bicicletas eléctricas de montaña. Ahora puedes encontrarlo en bicicletas urbanas, trekking e incluso bicicletas plegables. Y si aún no lo sabe, Yamaha es uno de los pocos sistemas básicos que acepta más cadenas en su transmisión.

Existen actualmente cuatro variantes de este motor concebidos para distintos usos: el Yamaha PW-SE, PW-TE, PW-45 y el PW-X. Este último es ligeramente más pequeño y con un par de salida de 80 Nm. (Biobike, 2020)

Figura 11

Motor Yamaha



Nota. El motor central de alta gama que arroja 500W. Tomado de (Biobike, 2020)

2.6.6. Motor Brose

Al pico por encima de 90 Nm, la compra de una de las promesas que silenciadores, pero por desgracia no hay ninguna palabra sobre el par de este motor siempre ofrece. La respuesta es lenta y rápida, pero creo que es comparable a la par CX rendimiento y Yamaha. Es un motor alemán de venir a España de la mano de Bhemotion y Neomouv.

Existen cuatro variantes disponibles para todo tipo de usuarios. El Drive C y el Drive T están diseñados para uso urbano. El Drive TF se integra en bicis eléctricas de alta velocidad que superan los 45 kmh. Te recordamos que estas bicis deben ser homologadas como ciclomotores ligeros LT1.

Los motores Brose más agresivos y para Off-Road los encontramos en las Gamas Drive S Alu y Drive S Mag. Este último destaca por su increíble peso: menos de 3 kilos. (Biobike, 2020)

Figura 12

Motor Brose



Nota. El motor broce más agresivos y para Off-Road. Tomado de (Biobike, 2020)

2.6.7. Motor BH 1E 36V

La gama de productos BH Atón incorpora un nuevo motor desarrollado por ingenieros de la marca Álava. Es más compacto y ligero que la mayoría de sus competidores. Centrado en aplicaciones deportivas, se integra en bicicletas de montaña y bicicletas eléctricas.

Con un potente par de 80 Nm, también tiene una sensibilidad de respuesta óptima gracias a tres sensores: cadencia, velocidad y par. Por otro lado, permite el uso de grupos de transmisión tradicionales (discos dobles o cajas de cambios internas). (Biobike, 2020)

Figura 13

Motor BH 1E 36V



Nota. El motor BH 1E 36V más potente con un par de 80Nm. Tomado de (Biobike, 2020)

2.6.8. Motor Shimano steps

Hay cinco variaciones de este motor, según el uso previsto. Los registros de peso se mantienen con la variante E6100 de 2,88 kg. Centrado en el uso urbano y de

senderismo, este motor de cubo altamente discreto es extremadamente confiable y tiene un rango excelente: un 20% más amplio que sus hermanos E6000 y E5000.

Aportando 60 Nm de par, la integración con la caja de cambios Alfine SGS505 / 705 y SGC6060 es asombrosa y el modelo que la integra permite cambiar de marcha electrónicamente. Las series E8000 y E7000 comienzan en 70 Nm y 60 Nm, respectivamente, y, al igual que los diversos modelos Mondraker y Mérida, se encuentran en bicicletas eléctricas de alto rendimiento. (Biobike, 2020)

Figura 14

Motor Shimano



Nota. Un motor shimano registra un peso de 2.88 Kg. Tomado de (Biobike, 2020)

2.6.9. Motor HPR 120S-TQ FLYON

Ese desarrollo conjunto entre las empresas TQ y Haibike generó la mayor de las expectativas en la última edición de Eurobike. Se trata del mayor avance en muchos años en diseño y, sobre todo, en rendimiento. Con unos prodigiosos 120 Nm de par,

este sistema de propulsión te promete salir derrapando en prácticamente cualquier situación.

A pesar del peso aportado por este potente motor y su batería de gran capacidad, todos los motores de la gama FLYON estarán instalados en cuadros de carbono, así que el peso total del conjunto se ve reducido significativamente. (Biobike, 2020)

Figura 15

Motor HPR 120S-TQ FLYON



Nota. Un motor HPR 120S-TQ FLYON. Tomado de (Biobike, 2020)

2.6.10. Motor Fazua

Este ligerísimo sistema de accionamiento eléctrico copa un nicho de mercado al que auguramos un gran desarrollo en los próximos años. Con su 3,3 kg de peso total del conjunto (incluida la batería) la idea detrás del invento es que logres acercarte a las mismas sensaciones que experimentas en una bici convencional.

En cuanto al torque y la autonomía que proporciona su batería (50 Nm y 250 Wh respectivamente), este sistema anda muy limitado en comparación con sus rivales, pero la ligereza del motor es imbatible: poco más de 1 kilo. (Biobike, 2020).

Figura 16

Motor Fazua



Nota. Su 3,3 kg de peso total del conjunto. Tomado de (Biobike, 2020)

2.6.11. Motor Impulse

Presentado en 2011 y actualmente en su versión 2.2, este motor se diseña e integra en bicicletas eléctricas de la marca Kalkhoff. Actualmente cuenta con tres variantes: EVO, EVO Next y EVO RS. Esta última también tiene su versión High Speed que proporciona asistencia hasta los 45 km/h y 80 Nm de par de salida. (Biobike, 2020)

Figura 17*Motor Impulse*

Nota. Su versión actual es 2.2. Tomado de (Biobike, 2020)

2.6.12. Motor Pollini

Aprovechando su experiencia fabricando componentes para scooters, la marca italiana Pollini ha desarrollado un compacto motor capaz de desarrollar nada menos que 70 Nm de par.

Sus reducidas dimensiones y su liviano peso (2,85 kg) lo convierten en una estupenda opción para integrarse en bicicletas eléctricas de carretera. Por ahora solo los podemos ver circulando en nuestro país gracias a nuestro fabricante manchego de e-bikes de alta gama más universal: Berria. (Biobike, 2020)

Figura 18*Motor Pollini*

Nota. Su versión actual es más liviana que la anterior con un peso de 2.85Kg. Tomado de (Biobike, 2020)

2.6.13. Motor Bafang

Con un par que supera los 80 Nm, este silencioso motor incorpora un sensor de torque y dos sensores de velocidad, dando así una asistencia muy dinámica y reactiva. (Biobike, 2020)

Figura 19*Motor Bafang*

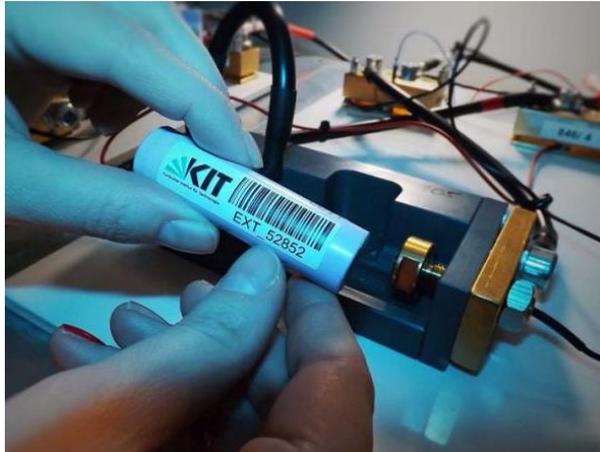
Nota. Su supera los 80 Nm. Tomado de (Biobike, 2020)

2.7. Sistema de carga.

Hoy el medio de transporte que cumple dos características fundamentales es la bicicleta. Porque su uso no solo es incontaminado, sino también beneficioso para nuestra salud. Además, las bicicletas eléctricas son fáciles de usar, duraderas y sin complicaciones, incluso para las personas mayores que no pueden permitirse el lujo de llevar bicicletas regulares y, en ocasiones, para ciclistas experimentados.

Para las bicicletas eléctricas uno de los problemas que plantean es el tiempo de carga, pero es cierto que casi todas las bicicletas del mercado ofrecen suficiente autonomía para el uso urbano diario.

Esto fue estudiado por el Instituto de Tecnología de Karlsruhe (KIT) y Coboc GmbH y Co. KG, un fabricante de bicicletas eléctricas que desarrollaron conjuntamente un sistema de carga rápida para bicicletas eléctricas. El sistema se basa en una batería de iones de litio de muy larga duración que utiliza altas corrientes de carga de hasta 10A y 230V. (Somos Electricos, 2021)

Figura 20*Sistema de carga*

Nota. Este sistema de carga utiliza altas corrientes de carga de hasta 10A y 230V.
Tomado de (Somos Electricos, 2021).

2.8. Sistemas alternativos de carga**2.8.1. Formas de obtención de energía**

Cada vez está más alabrada la extensión de no retorno de la alteración climática en nuestro planeta. Por eso está en nuestras manos compendiar la ocurrencia ambiental en nuestro planeta, reduciendo las emisiones contaminantes y de flato importancia invernadero. Una manera para conseguirlo es embeber electricidad generada a separar de fuentes de energías renovables.

Las fuentes de empaque renovable son aquellas energías que se obtienen de fuentes limpias e inagotables. Además, reducen la ocurrencia medioambiental, ya que no originan emisiones contaminantes ni flato de importancia invernadero. (Emasp, 2020)

2.8.2. Energía fotovoltaica

La energía solar se puede aprovechar de muchas formas, algunas muy conocidas y otras, futuristas: paneles fotovoltaicos para viviendas y grandes instalaciones, fijos y móviles, con materiales flexibles y de bajo coste, sistemas térmicos y termodinámicos, de concentración, tinta y tejas solares, sistemas híbridos, placas instaladas en el espacio u hojas artificiales.

Diversas empresas y grupos de investigación, algunos de ellos en España, trabajan para generalizar estos sistemas y aprovechar esta fuente de energía limpia e inagotable, incluso de noche. (Fernandez, 2012)

Los paneles fotovoltaicos son los más conocidos para conseguir energía solar. Se basan en células fotoeléctricas que transforman los rayos solares en electricidad. Estas placas pueden ser fijas, las típicas de los tejados, o dinámicas, gracias a los seguidores solares. Estos dispositivos mejoran el rendimiento de los paneles al seguir la trayectoria del Sol.

Los paneles se pueden instalar para autoconsumo en viviendas particulares o comunitarias, o a gran escala, como los denominados huertos solares, que venden su electricidad a la red. (Fernandez, 2012)

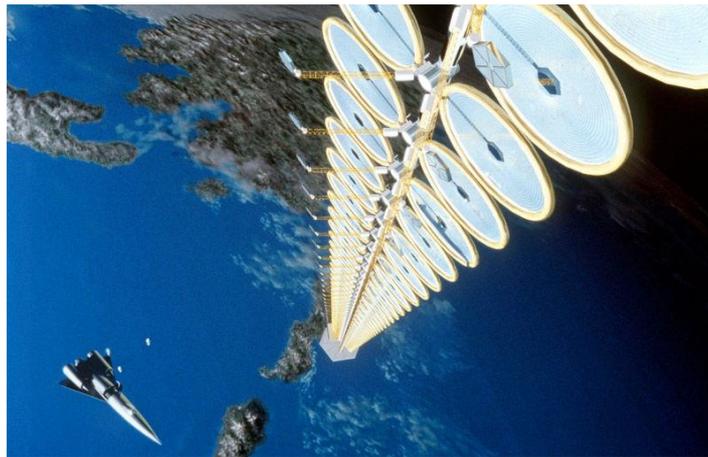
La tecnología fotovoltaica avanza cada vez más y estos clásicos paneles de silicio se podrían reemplazar en unos años. Los expertos hablan de hasta cuatro generaciones para referirse a la evolución de los paneles.

La denominada "energía solar de bajo coste" podría dar lugar a paneles delgados y flexibles como una lámina y muy baratos de producir, basados en materiales muy diversos, como los paneles plásticos. Algunas empresas empiezan a colocar estos materiales en otras partes de las viviendas, como las ventanas solares. (Fernandez, 2012)

Los paneles fotovoltaicos no tienen por qué estar de forma necesaria en tierra firme. Diversos proyectos, algunos de ellos españoles, proponen ubicar sistemas fotovoltaicos en el agua y en el aire para aprovechar aún más la energía solar. (Fernandez, 2012)

Figura 21

Paneles fotovoltaicos



Nota. Este sistema de carga utiliza los rayos solares. Tomado de (Fernandez, 2012)

2.8.3. Térmica: aprovecha el calor

El vigor embaldosar térmica aprovecha los rayos solares para repujar electricidad y flujo. Se puede disfrutar como calefacción, para excitar el refresco en viviendas, piscinas, para bullir alimentos o limpiar productos. Además de los sistemas domésticos, se utiliza en gran flora termo solares (España tiene algunas de las más potentes del mundo).

Los sistemas térmicos convencionales funcionan de día. La tecnología embaldosar termodinámica, rendimiento del grupo de la térmica y el obús de flujo, aprovecha según sus defensores el flujo del viento, la borrasca y el sol, todavía de

noche, y consigue refresco caliente de modo más apto que ambas tecnologías.

(Fernandez, 2012)

Figura 22

Paneles solares



Nota. Este sistema de carga utiliza un rendimiento del grupo térmico. Tomado de

(Solar-energia, 2020)

2.8.4. Concentrar los rayos solares

La "Concentración de Energía Solar" (CSP) consiste en un gran número de espejos que siguen al sol y concentran su ardor en un punto. Se genera así vapor que impulsa un alternador para adornar electricidad. Estas instalaciones funcionan también de noche, ya que noticias del ardor se almacena en potingue o sal derretida. España es pionera en esta tecnología, con manto vegetal como una construida a las filtraciones de Sevilla. Este sistema incluso se puede explotar a estrecha escala: la micro-CSP.

(Fernandez, 2012)

Su croquis es en gran medida más conocido y de dimensiones más reducidas y se puede instalar en el tejado de un gran edificio, fábricas o centros comerciales. La tecnología fotovoltaica de concentración (CPV) se base en células solares con materiales más eficientes que el silicio convencional.

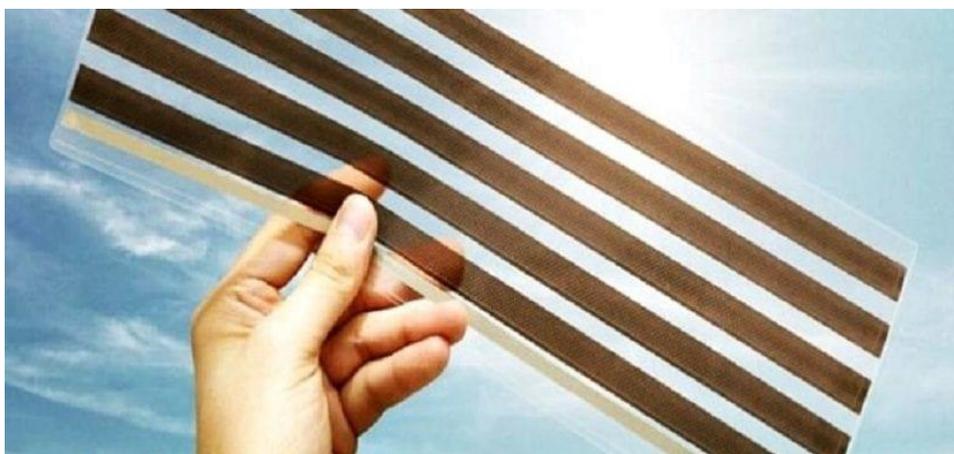
Al ser más caros, se instalan células muy pequeñas y espejos, lentes, prismas, etc., que concentran los rayos solares sobre las células para asociar su potencia. EE.UU., Alemania y España son los países más avanzados del aeróstato en oriente ámbito. (Fernandez, 2012)

2.8.5. Tinta solar

Diversas empresas y grupos de averiguación trabajan en la sazón de la "tinta solar". Utilizan nuevos materiales, basados en la nanotecnología, que pueden pintarse o imprimirse en superficies y que convierten los rayos solares en electricidad. Los consumidores podrían tinter sus techos, paredes o ventanas y ocasionar su propia energía. (Fernandez, 2012)

Figura 23

Tinta solar



Nota. Este sistema de carga utiliza tinta solar. Tomado de (Renovables verdes, s.f.)

2.8.6. Tejas solares

Las tejas solares se parecen a las convencionales en guisa o color, sin embargo, incluso producen electricidad o calor. Funcionan como los paneles fotovoltaicos clásicos, sin embargo, con nuevos sistemas y materiales, como el silicio escarceo o monocristalino, para ser flexibles y patrocinar esa guisa.

Diversas empresas estadounidenses y europeas comercializan, incluso en España, varios modelos utilizados ya en ciudades como Venecia. Su máximo coste y su ganancia inferior al de los paneles convencionales les hace romanza recomendable cuando el placer es prioritaria. (Fernandez, 2012)

Figura 24

Tejas solares



Nota. Este sistema de carga tiene tejas solares. Tomado de (Sector electricidad, 2019)

2.8.7. Sistemas híbridos

Empresas de todo el planeta prueban varios modelos híbridos que unen lo mejor de la fotovoltaica y la térmica para ser más eficientes. En la Villa Olímpica de Beijing (China) se pudo ver uno de estos modelos. Otra ilusión híbrida es la articulación de la fotovoltaica con otros sistemas renovables, como la eólico-solar. (Fernandez, 2012)

2.8.8. Energía hidráulica

La afectación hidráulica o afectación hídrica se obtiene de la conveniencia de las energías cinética y virtual del ordinario del elixir o los saltos de elixir naturales. En el proceso, la afectación virtual, durante la desviación del elixir, se convierte en cinética y mueve una dinamo para exprimir esa afectación. (Twenergy, 2019)

Figura 25

Hidroeléctrica



Nota. Es una presa de agua. Tomado de (Twenergy, 2019)

Esta altura puede obtenerse aprovechando los medios tal y como surgen en la naturaleza, por arquetipo una golilla o catarata natural, o perfectamente mediante la casa de presas.

Desde hace siglos existen pequeñas explotaciones en las que la habitual de un río mueve un rotor de palas y genera un arqueo aplicado, por arquetipo, en molinos rurales. Sin embargo, el aprovechamiento más global hoy en día la constituyen las centrales hidroeléctricas de las presas. (Twenergy, 2019).

Figura 26

Reservorio de agua en la hidroeléctrica



Nota. Para que una hidroeléctrica funcione con normalidad el caudal del agua debe ser muy grande. Tomado de (Twenergy, 2019)

En la conveniencia del vigor hidráulico influyen dos factores: el beneficio y la cúspide del brinco. Para disfrutar mejor el licor, se construyen presas para acompasado el beneficio en rango del hito del año.

La información sirve además para crecer el brinco. Otra guisa de incrementar la cúspide del brinco es derivando el licor por una muesca de desnivel pequeña (pequeño que la del abismo del río), consiguiendo un incidente máximo entre la muesca y el abismo del río.

Cuando se quiere tallar vigor, noticiario del licor almacenada se deja arribar de la información para que mueva una productora engranada con un dinamo de vigor eléctrica. Así, su vigor supuesto se convierte en vigor cinética llegando a las salas de máquinas.

El agua pasa por las turbinas a gran velocidad, provocando una comprobación de molinete que hace poco se transforma en vigor eléctrica por entorno de los generadores. (Twenergy, 2019)

2.8.9. *Energía mareomotriz*

Se obtiene a través de un generador con aspas que se introduce en el mar; puede estar sobre el suelo del fondo del mar o anclado. Con este método, se aprovechan el movimiento del agua y las corrientes que provocan las mareas al subir y bajar. (Twenergy, 2019)

2.8.10. *Energía undimotriz*

Aprovecha el arqueo de las olas. Aunque para producir oriente individuo de vehemencia asimismo se depende de la climatología, las empresas que generan la vehemencia undimotriz eligen mares en los que es diario la agitación en máximo o pequeña medida. Para resistir producir electricidad, se instalan unas boyas sobre la

cubierta del mar, estas están unidas a artilugio que se encuentra en la vaquilla del mar.

Así, las boyas transmiten el arqueo de las olas a las turbinas y estas generan electricidad. Otros métodos para sembrar vehemencia undimotriz son a través de “el ofidio marino”, o Pelamis. Consiste en generadores que se encuentran en la cubierta del mar, recibiendo el énfasis de la agitación de forma directa. (Twenergy, 2019)

2.8.11. *Engería maremotérmica*

La pedantería maremotérmica aprovecha las distintas temperaturas del agua de los océanos. El agua del océano, especialmente en los trópicos, tiene tres capas térmicas. Entre los primeros 100 y 200 metros la temperatura es de unos 25 a 30 °, entre 200 y 400 metros la temperatura varía y actúa como una pared térmica antiguamente de lograr a las capas más profundas.

A los 1.000 metros la temperatura del agua es de 4° y a los 5.000 metros de 2°. Se utiliza la bebida de los primeros 100 y 200 metros para, con el báculo de un intercambiador de calor, exaltar un puro que consigue una circunscripción de ebullición, el cual se transforma en vapor que mueve una turbina, así genera electricidad.

Una vez generada, el vapor se enfría al borne con la bebida fría de las capas del agua del océano más profundas utilizando otro intercambiador de calor, y se reinicia el ciclo. (Twenergy, 2019)

2.8.12. Energía minihidráulica

El funcionamiento de la energía minihidráulica es el mismo que el de la energía hidráulica, sin embargo, en levante fortuna la vehemencia se suele arribar gracias a los caudales de los ríos.

Esta guisa de arribar vehemencia se utiliza desde hace más de un siglo, utilizándose en las zonas más remotas, sin embargo, en España se ha ido abandonando. Se alcahuetería de una guisa de autoabastecimiento. (Twenergy, 2019)

Figura 27

Mini hidroeléctrica



Nota. Una mini hidroeléctrica funciona para dar energía en pocas cantidades. Tomado de (Twenergy, 2019)

2.8.13. Energía Cinética

La energía cinética es el número de pedantería que se necesita para zarandar una dimensión que estaba en reposo. En el evento de las energías renovables, la pedantería cinética es cardinal para demorar causar ardor o electricidad.

En la energía hidráulica, la energía cinética va unida a la energía aparente. El número de energía cinética que contiene el agua depende del flujo de agua y de su aceleración al pasar por la presa.

De otro modo, la energía aparente es aquella que se encuentra en el agua y se convierte en energía cinética al pasar a través de la presa. El número de energía aparente que tiene el agua depende de la categoría a la que se encuentre, cuanto más categoría más energía aparente, por lo que creará un máximo número de energía cinética.

Ambas energías juntas crearán la energía mecánica, que hará girar las turbinas para generar electricidad o calor. Descubre más comunicado sobre la explotación de las energías renovables. (Twenergy, 2019)

2.9. Paneles solares

Un panel solar es un dispositivo que aprovecha la energía del sol para generar calor o electricidad. Según estos dos fines podemos distinguir entre colectores solares, que producen agua caliente (generalmente de uso doméstico) utilizando la energía solar térmica, y paneles fotovoltaicos, que generan electricidad a partir de la radiación solar que incide sobre las células fotovoltaicas del panel.

En el colector o captador solar hay un líquido que absorbe la radiación solar en forma de calor, este líquido pasa posteriormente a un compartimento de almacenamiento de calor. Los paneles constan de una placa receptora y unos conductos por los que circula dicho líquido.

El líquido caliente se hace pasar a un intercambiador de calor, donde cede su calor calentando el agua de posterior uso doméstico. Cuando sale del intercambiador de calor el líquido está frío y se recircula de nuevo al colector solar. (Autosolar, s.f.)

Las células de silicio son las más comunes y más utilizadas. El rendimiento de las células fotovoltaicas depende de la estructura tridimensional interna que tengan estas láminas de silicio. Según esta estructura podemos clasificarlas del siguiente modo:

- **Células de silicio monocristalino:** constituido por un solo cristal de grandes dimensiones que es cortado en finas láminas, generalmente de azul uniforme. Son las más avanzadas, el coste de fabricación es superior y proporcionan un superior rendimiento bajo determinadas condiciones.
- **Células de silicio policristalino:** están constituidas por varios cristales, tienen un color azul no uniforme, aunque las últimas técnicas de fabricación ya otorgan de mayor uniformidad al aspecto de la célula.
- **Células de silicio amorfo:** no está formada por cristales. Es la más barata pero también las que menores rendimientos ofrecen, se utilizan, por ejemplo, en dispositivos como calculadoras o relojes y tienen la particularidad de que pueden producir electricidad (en poca cantidad) aunque no estén expuestas directamente a la radiación solar de manera perpendicular. (Autosolar, s.f.)

2.9.1. Panel solar fotovoltaico

El primer tipo de panel del que vamos a hablar es el panel solar fotovoltaico; el encargado de transformar la energía procedente del sol en electricidad. Y sí, también

este tipo de panel es el que se encontraba sujeto al llamado impuesto al sol y sobre el que giraba toda la controversia sobre la legislación al respecto.

Con cada vez unos precios más reducidos, los módulos fotovoltaicos se presentan como una gran alternativa limpia para generar la electricidad (o parte de ella) en nuestras casas, hospitales, comercios, escuelas, etc.

Por lo general, este tipo de paneles están compuestos por unas células fotovoltaicas de silicio (con símbolo Si, por si entre nuestros lectores hay algún químico) que, a través de un proceso llamado efecto fotoeléctrico, permiten transformar la energía lumínica en energía eléctrica. (Endef, 2021)

Figura 28

Paneles solares monocristalinos



Nota. Este tipo de paneles funcionan con los rayos solares. Tomado de (Endef, 2021)

De manera sencilla y resumida, este proceso se da cuando los fotones (una de «las partículas que componen» la luz) impactan sobre el panel solar, concretamente, contra el silicio del que está compuesto.

Al impactar, los fotones bombardean a los átomos de silicio, rompiendo los electrones y liberando algunos de ellos que serán los que generen la corriente eléctrica. (El proceso es mucho más complejo que este, pero para los principiantes, esta explicación es más que suficiente para entender el funcionamiento).

De igual manera, dentro de los paneles solares fotovoltaicos existen varios tipos, en función de cómo estén compuestas las células fotovoltaicas. La explicación de cada uno de ellos vendrá en artículos posteriores; por razones obvias, entender el funcionamiento y especificaciones de cada tipo deja de ser materia de «dummies». (Endef, 2021)

Igualmente, para introducirlos y que no te quedes con la duda, hoy en día, los paneles solares fotovoltaicos más comunes son:

- Monocristalinos (silicio)
- Policristalinos (silicio)
- Otros no compuestos por silicio como Thin Film o los Orgánicos.

2.9.2. Panel solar térmico

Placa solar con la que nos podemos encontrar, es la pared solar térmico (asimismo llamado recaudador solar). Esta pared permite el cambio de la energía originario del sol en energía térmica, es decir, en calentamiento.

Independientemente de que se utilicen a cota franquista o a cota industrial, los paneles térmicos presentan múltiples usos, tales como la climatización de piscinas, la provisión del agua para uso sanitario (ACS = agua caliente sanitaria), calentamiento de vapor, etc. (Endef, 2021)

Figura 29*Panel solar térmico*

Nota. Este tipo de paneles funcionan generalmente con vapor. Tomado de (Endef, 2021)

Como era de esperar, los colectores solares asimismo existen de diversos tipos, aunque los podemos anexar en tres grandes grupos:

- **Colector de baja temperatura o captador solar plano no protegido:** Alcanzando hasta un máximo de 50°C, este tipo de paneles se utilizan principalmente para la calefacción y para el ACS en sistemas doméstico.
- **Colector de media temperatura:** Estos colectores son, básicamente, igual que los anteriores, pero incorporando una cubierta transparente que evite la pérdida de calor del panel. Gracias a esta cubierta, se consigue que el panel pueda llegar hasta los 90°C.
- **Colector de alta temperatura:** Añadiendo otra cubierta más entre la anterior y el convertidor (un elemento clave en el panel térmico), se

genera vacío entre las 2 cubierta, de manera que, igualmente, la temperatura pueda llegar a alcanzar hasta 150°C. Se utilizan, generalmente, para producir vapor capaz de mover turbinas que permitan la generación eléctrica. (Endef, 2021)

2.9.3. Panel solar híbrido

El panel solar híbrido no es más que una mezcla de un panel fotovoltaico cercano a uno térmico. Con las 2 tecnologías aunadas en un solamente panel, saliente individuo de tecnología permite plantar electricidad y flujo simultáneamente.

Si adecuadamente es efectivo que asimismo se comercio de un individuo de panel solar desconocido para muchos, la progreso que estos han tenido en las últimas primaveras ha sido muy positiva dadas las ventajas que presentan versus los paneles fotovoltaicos y térmicos por separado.

La jefa concentrada que estos paneles presentan es la hucha del lado precisado para explotar la vehemencia pavimentar; como resulta obvio, el reconcentrar dos paneles en solamente uno, hace que el lado adonde localizar los paneles sea la mitad. (Endef, 2021)

Figura 30*Panel solar híbrido*

Nota. Este tipo es una combinación de los paneles ya mencionados. Tomado de (Endef, 2021)

Por ello, saliente individuo de paneles se presenta como la opción perfecta para todos aquellos lugares adonde, igualmente de demandarse agua caliente sanitaria, el lado en superficie sea leve como, por ejemplo, un hotel, una piscina climatizada o un vivero entre otros. Si quieres resistir aún más nota sobre estas innovadoras placas solares, en saliente entroncamiento sobre paneles solares híbridos encontrarás una espaciosa crónica dedicado-única y sólo a ellos.

Aunque asimismo somos pocos los fabricantes de saliente individuo de paneles, el crecimiento en el signo de empresas especializadas en la vehemencia pavimentar que están empezando a retozar por el florecimiento es cada vez mayor; hoy en día, en España solamente existe un ente dedicado a saliente individuo de panel con más de un norma robusto y comercializado bajuno la remiendo ECOMESH. (Endef, 2021)

2.9.4. Paneles solares monocristalinos top solar

Este tipo de panel solar es de 20W-12V Con un controlador de carga de 10A algunas de las características más relevantes de este tipo de paneles monocristalinos son:

- efecto para el sistema de carga de baterías de 12 voltios fuera de la red y una variedad de aplicaciones de CC, diseñado para mantener baterías de 12 voltios en coches, caravanas, cabinas, barcos, marina, puertas operadas con pilas, alimentación de respaldo y uso de energía remoto.
- Kits de panel solar, el paquete incluye panel solar de 20 W, controlador regulador de cargador solar de 12 V/24 V y dos cables de 6.5 pies con pinzas de cocodrilo y terminal de junta tórica para conexión de carga de batería, fácil de fijar e instalar.
- Con el controlador de cargador solar de 10 A, puede evitar que la batería se sobrecargue, sobretensión, descarga y cortocircuito, protección de polaridad inversa, la batería está totalmente protegida.
- Pequeño en tamaño y ligero de llevar, es fácil de llevar para acampar u otras actividades al aire libre. Fácil de instalar con agujeros perforados en la parte posterior de los paneles para un montaje rápido y seguro.
- Construido con vidrio templado resistente y marco de aluminio, 25 años de garantía de salida transferible y 1 año de garantía de material y mano de obra. (Amazon, s.f.)

Figura 31

Panel solar Topsolar monocristalino



Nota. Esta imagen muestra los paneles a utilizar. Tomado de (Amazon, s.f.)

2.10. Baterías utilizadas en el sistema implementado

Básicamente existe dos tipos de baterías son las que pertenecen al grupo de las selladas, las cuales son iguales a las aireadas considerando los materiales activos y reacciones de carga y descarga. A pesar de ello, se evidencian ciertas características que las hacen distintas.

Una de estas diferencias es que, si bien es cierto que los acumuladores sellados tienen el mismo electrolito que las baterías aireadas de plomo ácido, la gran diferencia radica en que este electrolito no aparece en forma líquida, sino más bien está inmovilizado. Considerando esta particular diferencia, pudiéramos afirmar que existen dos tipos de baterías selladas, contemplando únicamente el método utilizado para inmovilizar el electrólito. (Ecofener, 2019)

2.10.1. Batería AGM

Las baterías AGM son baterías de ácido reguladas por válvula VRLA (Valve Regulated Lead Acid) que son del tipo selladas, herméticas, libres de mantenimiento y de electrolito inmovilizado.

Las baterías AGM son literalmente la evolución de las de gel. Mejor conocidas como los acumuladores de electrolito absorbido, o en electrolito en material absorbente o baterías secas, las AGM (Absorption Glass Material) utilizan placas que se intercalan correctamente entre mallas absorbentes de fibra de vidrio, saturadas en un 90% con el electrolito, quedando así confinado y difundándose en ellas por acción capilar.

Incluso, estas mallas de fibra de vidrio que la componen proporcionan un soporte bastante firme a las placas, lo cual la acredita como una de las baterías más resistentes a choque vibraciones.

Este tipo de características constructivas de las baterías AGM le otorga una serie de cualidades que destaca sobre el resto de las baterías solares. Por ejemplo, su resistencia interna que se ubica en lo más bajo se traduce en una mayor capacidad para entregar y absorber corriente. Sus características también otorgan a las baterías AGM la capacidad de ser algo más resistentes a descargas profundas que las de GEL. (Ecofener, 2019)

Figura 32*Baterías secas*

Nota. Esta es una batería seca o una batería AGM. Tomado de (Ecofener, 2019)

2.10.2. Batería de gel

Las baterías de gel también son baterías de ácido reguladas por válvula VRLA (Valve Regulated Lead Acid) que son del tipo selladas, herméticas, libres de mantenimiento y de electrolito inmobilizado.

En su caso, éstas son fabricadas a partir de celdas similares a las de las baterías de electrolito líquido y el recipiente que los contiene suele ser opaco. Este electrolito que las compone es una solución de ácido sulfúrico presente en forma de gel, consecuencia de la adición de una sílice especial.

En el momento de la carga de estas baterías, se producen minúsculas grietas en el gel, abriendo paso a la recombinación de gases liberados durante el gaseo. Los gases no recombinados podrían provocar un aumento de la presión en el interior de la batería, por tal motivo, cada una de las celdas dispone de una válvula de regulación de presión, permitiendo alivianar la presión generada por una excesiva carga.

Su diseño hermético e inmovilización del electrolito en la estructura del gel hacen posible que esta batería pueda colocarse casi en cualquier posición sin riesgo de pérdida del electrolito. Esto las hace ideales para poder aprovechar espacios destinados a las baterías de servicio en caravanas, barcos y otros vehículos que incorporen una o varias baterías de servicio. (Ecofener, 2019)

Figura 33

Batería de Gel



Nota. Esta es una batería de gel mucho más pesada que una batería AGM. Tomado de (Ecofener, 2019)

2.10.3. AGM o Gel

Sin duda que todo dependerá de nuestro proyecto y claro, de nuestro presupuesto. Nuestra elección siempre deberá ser en función de nuestras necesidades para el buen funcionamiento de nuestro sistema de energía solar.

Como ya habéis visto las diferencias entre los dos tipos de baterías no son tantas y por tanto en muchas ocasiones la decisión de la batería a instalar entre AGM y GEL será más que nada por capacidad (Ah) y precio, ya que, a calidades iguales de baterías, los resultados que obtendremos con una u otra batería serán muy similares.

Eso sí, hay muchas diferentes calidades de baterías en el mercado y una mejor calidad nos dará siempre una mayor vida útil de la batería, con lo que hay veces que invertir un poco más en una batería de calidad, va a hacer que a la larga nos resulte mucho más económico.

Puedes echar un ojo a nuestra sección de baterías solares y ver las AGM y GEL que disponemos. También puedes contactar directamente con nuestro departamento de atención al cliente de ecofener para asesorarte y te guiaremos en todo lo que necesites. (Ecofener, 2019)

Figura 34

Baterías de Gel y Secas



Nota. Las dos baterías son útiles en el proyecto. Tomado de (Ecofener, 2019)

2.11. Sistema de controlador de carga por PWM

Los sistemas solares fotovoltaicos aislados, autónomos o tipo isla tienen como parte fundamental el sistema de regulación o control, que puede estar compuesto por uno o varios reguladores de voltaje o controladores de carga.

Los reguladores de voltaje o controladores de carga para sistemas solares fotovoltaicos cumplen la función de proteger a la batería o bancada de baterías de plomo ácido de ciclo profundo, iones de litio u otras tecnologías de acumuladores, de sobrecargas, por parte del panel solar fotovoltaico, y de descargas profundas, de los consumos en corriente directa que salgan de su etapa de consumo.

El control del flujo de energía se realiza mediante el control de los parámetros de intensidad (I) y voltaje (V) al que se inyecta en la batería. Este flujo de energía depende del estado de carga de la batería o bancada de baterías, y de la energía generada por el campo fotovoltaico. El regulador de carga o controlador solar revisa constantemente el estado de carga de las baterías para hacer el llenado óptimo y así alargar su vida útil. (Renova, s.f.)

El controlador por lo general utiliza tres estados de carga:

- Fase BULK: la batería está descargada y toda la corriente producida en el campo fotovoltaico es inyectada en las baterías, incrementándose la tensión en la batería a medida que ésta se va llenando.
- Fase ABSORCIÓN: cuando la tensión de la batería alcanza la tensión de absorción (en las baterías de plomo-ácido abiertas 14,4V y en las baterías AGM y en las baterías GEL 14,1V), el regulador de carga solar mantiene la tensión ligeramente por debajo de dicho valor y va reduciendo la corriente hasta que la batería está prácticamente llena.
- Fase de FLOTACIÓN: en esta fase la tensión se reduce a la tensión

de flotación (generalmente 13,5 V) y la corriente inyectada se reduce hasta que la batería se llena por completo.

El regulador de carga solar o controlador es un dispositivo que protege la batería contra sobrecargas, cargándola según le resulte más conveniente en cada momento.

(Renova, s.f.)

Figura 35

Controlador de carga



Nota. Esta imagen muestra como es el funcionamiento del controlador de carga.

Tomado de (Amazon, s.f.)

2.12. Efecto piezoeléctrico

Los materiales piezoeléctricos pueden convertir la tensión mecánica en electricidad, y la electricidad en vibraciones mecánicas. El cuarzo es un ejemplo de un cristal piezoeléctrico natural. Los cristales de cuarzo están semblanza de átomos de

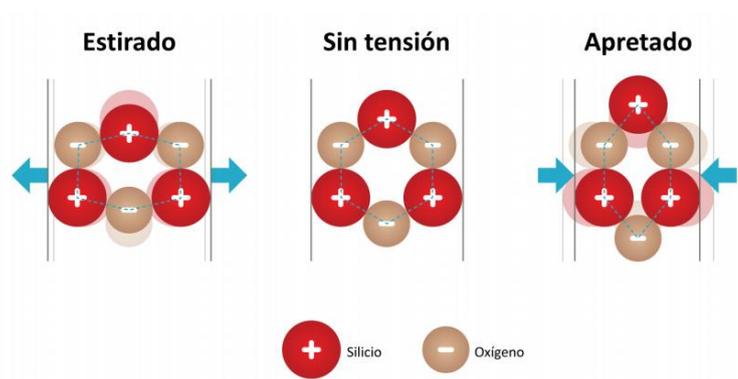
silicio y oxígeno en un cliché repetitivo. En el cuarzo, los átomos de silicio tienen una contribución positiva y los átomos de oxígeno tienen una contribución negativa. (Nisenet, s.f.)

Normalmente, cuando el cristal no está soez ninguno quídám de estrés externo, las cargas se dispersan uniformemente en las moléculas a través del cristal, Pero cuando el cuarzo se estira o exprime, la organización de los átomos cambia ligeramente.

Este avatar parecer que las cargas negativas se acumulen en un puesto y las cargas positivas se acumulen en el puesto opuesto. Cuando haces un contorno que conecta un postrero del cristal con el otro, puedes beneficiarse esta disconformidad supuesto para barbechar frecuente. Entre más aprietas el cristal más fornido será la frecuente eléctrica. Por el contrario, expedir una frecuente eléctrica a través del cristal cambia su forma. (Nisenet, s.f.)

Figura 36

Efecto del sensor piezoeléctrico



Nota. Esta imagen muestra la deformación del cristal para poder obtener energía. Tomado de (Nisenet, s.f.)

Capítulo III

3. Desarrollo del proyecto

3.1. Análisis de la carga eléctrica del sistema

La carga eléctrica para el sistema implementado lo constituye el equipo cargador de las baterías de litio, cuyas características se describen a continuación:

Tabla 1

Parámetros de carga eléctrica

Parámetro	Valor	Unidades
Voltaje de alimentación	100-240	Voltios [V]
Potencia máxima de entrada	130	Vatios [W]
Voltaje de salida	54.6	Voltios [V]
Corriente máxima de salida	2	Amperios [A]

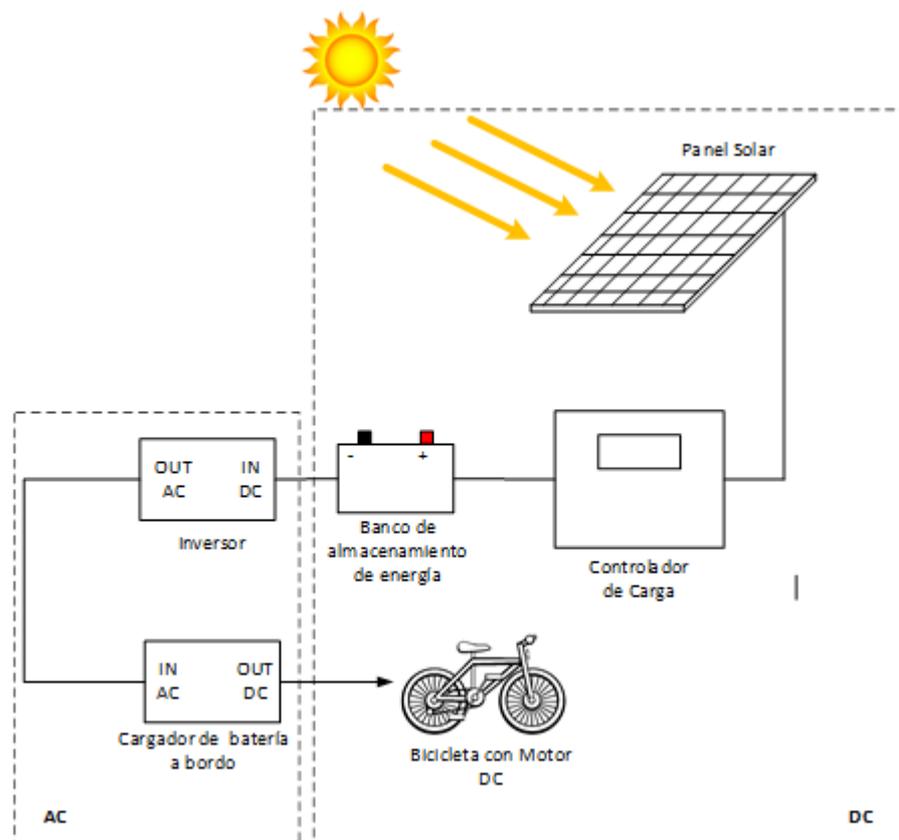
Nota. Se ver los parámetros de carga.

Conforme lo expuesto en la tabla número 1 y considerando que los sistemas de paneles solares generalmente manejan voltajes nominales de 12 y 24V se determina que se debe contemplar un sistema de almacenamiento de energía y un inversor capaz de entregar el voltaje y la potencia requeridos. La figura 37 muestra un diagrama del sistema final implementado en la que se puede observar 2 etapas de energía una DC y otra de AC.

La corriente continua obtenida a través de los paneles solares se almacena en las baterías, esta energía alimenta al inversor el cual provee corriente alterna de 120 V, 60 Hz y una potencia máxima de 120 W, con lo cual se garantiza que el suministro de potencia este dentro del rango máximo de la demanda requerida.

Figura 37

Esquema de conexión del sistema implementado



Nota. Esta imagen muestra las conexiones realizadas en el sistema implementado.

3.2. Dimensionamiento de los paneles solares

Para el dimensionamiento de paneles solares se debe establecer los parámetros de demanda y la generación por los paneles, estos valores se relacionan mediante la siguiente expresión:

$$\text{Num. Paneles} = \frac{\text{Energía demandada}}{\text{Energía generada por el panel}}$$

Nota: la fórmula determina el número de paneles a utilizar. Tomado de (Dominguez, s.f.)

En el desarrollo del proyecto se tiene ciertas restricciones por ejemplo el peso total y el número de paneles que se van a incorporar, puesto que incorporar demasiado peso no sería eficiente. Por lo que se analiza que el sistema de paneles solares abastezca la carga de las baterías secas.

En función a las restricciones expuestas, además de la disponibilidad en el mercado, se seleccionan paneles solares de 20W, cuyas dimensiones son:

405x340X25 mm.

$$\text{Energía demandada} = 40W$$

$$\text{Energía generada por el panel} = 20W$$

$$\text{Num. Paneles} = \frac{48 W}{20 W}$$

$$\text{Num. Paneles} = 2$$

Se opta por la instalación de 2 paneles solares con una conexión en paralelo con lo cual se consigue aumentar la corriente de generación. La figura 38 muestra la placa de datos de los paneles, mientras que en la figura 39 se muestra los paneles solares instalados en la bicicleta

Figura 38

Datos del panel solar implementado

Monocrystalline Silicon Solar Panel		TOPSOLAR
Peak Power(Wp):	20	
Power Tolerance Range(%):	±5	
Open Circuit Voltage/Voc(V):	21.8	
Max.Power Voltage/Vmp(V):	18.0	
Short Circuit Current/IsC(A):	1.23	
Max.Power Current/Imp(A):	1.11	
Maximum System Voltage(VDC):	1000	
Dimensions(mm):	405x340x25	
Above specifications at standard test conditions(STC): 1000W/m ² , AM 1.5, cell temperature 25°C.		

Nota. Valores de los paneles incorporados en el sistema.

Figura 39

Prueba de los paneles en los soportes.



Nota: Los paneles solares fueron medidos y los soportes se realizaron movibles para obtener los ángulos de incidencia.

3.3. Análisis de voltajes generados por los sensores piezoeléctricos

Los sensores piezoeléctricos generan un pequeño voltaje que se basa en la deformación del cristal que produce la carga eléctrica proporcionada a la presión aplicada del mismo este tipo de carga suministrada por el sensor puede ser positivo o negativo.

Según la deformación del sensor se va a obtener más picos de voltajes hay que tomar en cuenta que en este caso el sensor va a accionado únicamente al momento de pedalear la bicicleta con el fin de ayudar a suministrar carga a las baterías de almacenamiento del sistema.

En este caso el sensor piezoeléctrico dio valores tanto positivos como negativos que en vez de ayudar a la carga del sistema y mejor su autonomía es un elemento que genera pérdidas de descarga por los valores negativos del mismo.

3.4. Análisis y dimensionamiento del banco de baterías

Para el análisis de las baterías a utilizar se utiliza la siguiente relación:

$$Cap_{banco} = \frac{E_{carga\ total} \times (Dia_{ausencia} + 1)}{Volt_{nominal} \times P_{Dmax} \times \eta_{BD} \times \eta_{inv}}$$

Donde:

$$E_{carga\ total} = \text{Demanda de energía}$$

$$Dia_{ausencia} = \text{Número de días de ausencia de sol}$$

$$Volt_{nominal} = \text{Voltaje nominal de las baterías}$$

$$P_{Dmax} = \text{Eficiencia de profundidad de descarga (80\%)}$$

$$\eta_{BD} = \text{Eficiencia de la conversión de energía química en eléctrica (90\%)}$$

$$\eta_{inv} = \text{Eficiencia del inversor (80\% – 85\%)}$$

En cuanto a los parámetros de la relación anterior se define:

La demanda de energía es de 120W, lo cual constituye la capacidad nominal del inversor. Es recomendable que los equipos electrónicos / eléctricos trabajen a un valor inferior de su máxima capacidad para garantizar la eficiencia y durabilidad de los mismos por lo que se define la demanda de 110W.

Los días de ausencia es un parámetro a considerar cuando se requiere un funcionamiento por las noches o cuando se prevé días con total ausencia de sol,

para el presente proyecto se considera 0 puesto que las pruebas son ejecutadas en relación a la incidencia del solar.

Las eficiencias de la fórmula se pueden manejar en función de los valores expresados a menos que se disponga de otros valores expresados por el fabricante.

En consecuencia, de lo expuesto la relación estaría dada por:

$$Cap_{banco} = \frac{100 (0 + 1)}{12 \times 0.08 \times 0.90 \times 0.85}$$

$$Cap_{banco} = \frac{110}{7.344}$$

$$Cap_{banco} = \frac{110}{7.344}$$

$$Cap_{banco} = 14.97 Ah$$

En consecuencia, se utilizarán 2 baterías de 12V de 7.2 Ah conectadas en paralelo con lo que se obtiene 12v y un total de 14.4 Ah.

3.5. Dimensionamiento y selección del gabinete eléctrico

Para poder dimensionar el gabinete se recopiló las medidas respectivas de todos los componentes que va a tener dentro de ella como las medidas de las dos baterías secas, el inversor de corriente, el controlador de carga de los paneles y dejar el espacio suficiente para poder pasar los cables de las conexiones correspondientes para cada uno de los componentes.

Tomando en cuenta la posición de cada uno de los componentes y para que su funcionamiento sea estable, además de ellos las conexiones deben estar sin ninguna obstrucción.

A la caja se le realizó las aperturas necesarias para poder adecuar el inversor por su salida a la toma de corriente para que el sistema que tenía dentro pueda funcionar sin ninguna dificultad además de ellos se incorporó dos interruptores para controlar las luces puestas en el triciclo y el inversor de carga.

Con todas las modificaciones realizadas al gabinete quedó apto para contener y proteger todo el circuito interno del sistema incorporado en la bicicleta.

Figura 40

Dimensionamiento de la caja



Nota. La caja se seleccionó de acuerdo a los materiales que van dentro de la misma.

3.6. Instalación de los paneles en la soportaría diseñada

Se diseñó una soportaría que permite modificar el ángulo de inclinación de los paneles de tal manera que se puede maximizar el ángulo de incidencia de la radiación solar así permitiendo aprovechar al máximo los rayos solares.

Figura 41

Instalación de los paneles en triciclo



Nota. Se puede ver la colocación de los paneles.

Figura 42

Paneles instalados en el triciclo



Nota. Los paneles fueron instalados en paralelo para aprovechar su energía al máximo.

3.7. Instalación de los componentes eléctricos dentro del gabinete

Para la instalación de los componentes eléctricos se utilizó canaleta ranurada para el orden y distribución de cableado, la fijación de los elementos se lo realizó de tal manera que se permita el acceso a la

Figura 43

Instalación del circuito del sistema de carga



Nota. Se puede ver el funcionamiento del circuito.

Figura 44

Instalación completa del sistema de carga



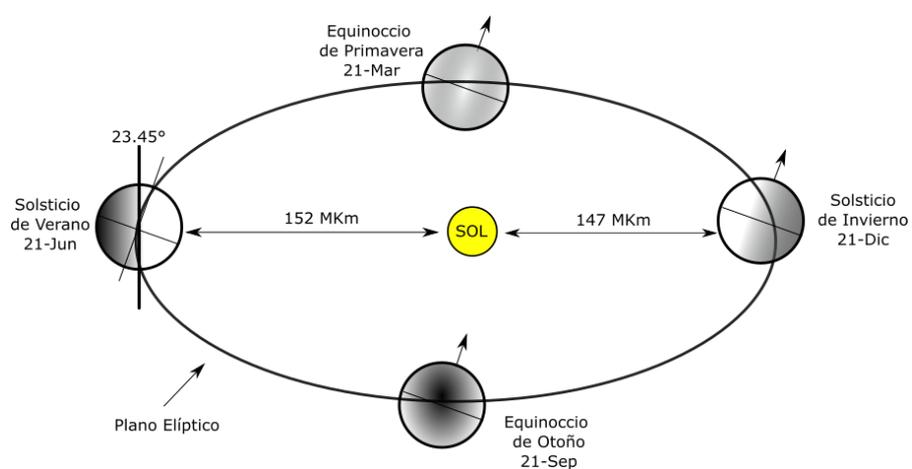
Nota. Las baterías se conectaron en paralelo hacia el controlador de carga para que salga de ahí al inversor de corriente y pueda cargar el sistema.

3.8. Determinación del ángulo de inclinación de los paneles solares

Para conseguir la mejor captación de luz y sacar el máximo rendimiento de los paneles solares es importante que se encuentren bien orientados y con el grado de inclinación más adecuado a la temporada de uso de la instalación fotovoltaica. (Damiasolar, 2015)

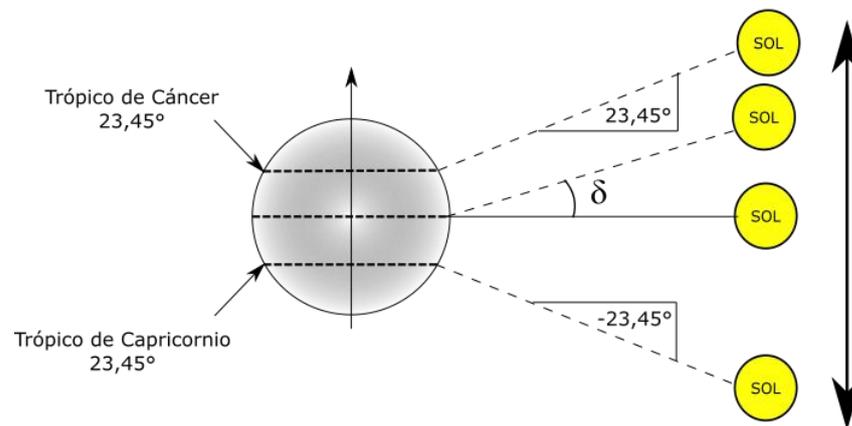
3.8.1. *Altitud y Angulo Solar al medio día solar*

El 21 de junio es el solsticio de verano donde el sol alcanza su máxima altura (hemisferio norte). Al mediodía los rayos del sol formarán 90° sobre el trópico de Cáncer y no existirá sombra sobre esa latitud.

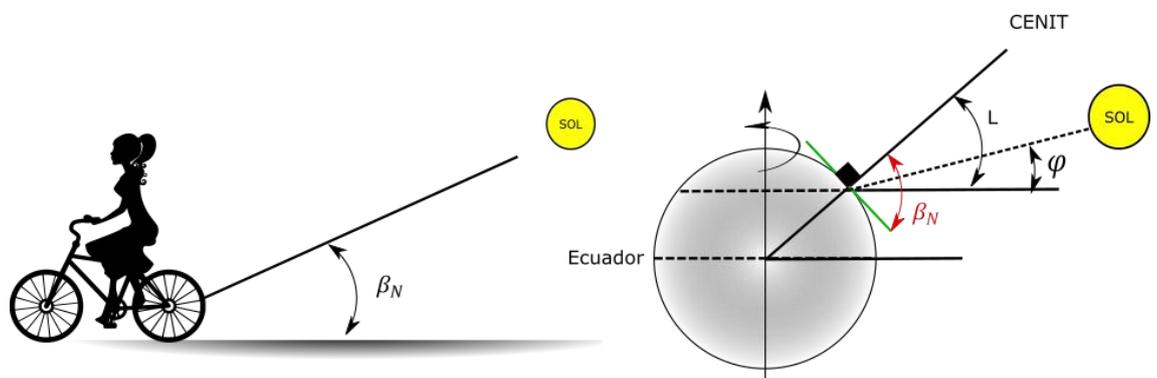


El ángulo de inclinación de la tierra respecto al plano elíptico varía entre 21.5° a 23.5° con un periodo de 41000 años.

El objetivo principal es determinar el ángulo de inclinación del panel fotovoltaico para maximizar el aprovechamiento de la radiación solar.



Donde



$$\varphi = 23,45 \operatorname{sen} \left[\frac{360}{365} (n - 81) \right]$$

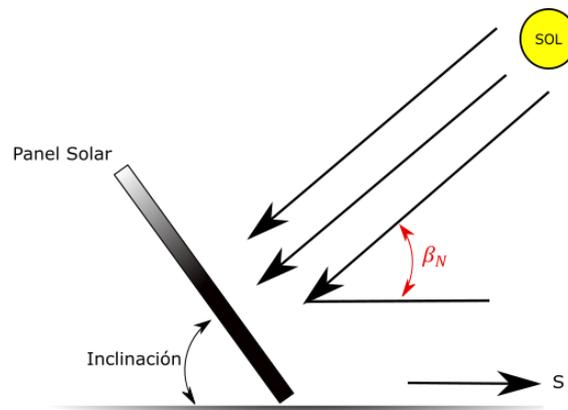
Donde:

Tabla 2

Valores n para los primeros días del mes

NÚMEROS DE DÍAS PARA EL PRIMER DÍA DE CADA MES			
ENERO	$\eta=1$	JULIO	$\eta=182$
FEBRERO	$\eta=32$	AGOSTO	$\eta=213$
MARZO	$\eta=60$	SEPTIEMBRE	$\eta=244$
ABRIL	$\eta=91$	OCTUBRE	$\eta=274$
MAYO	$\eta=121$	NOVIEMBRE	$\eta=305$
JUNIO	$\eta=152$	DICIEMBRE	$\eta=335$

Nota. Se toman en cuenta los varores dependiendo el mes en el que se encuentra.



$$\beta_N = 90 - L + \varphi$$

$$\text{Inclinación} = 90 - \beta_N$$

Las pruebas se llevan a cabo a partir del 01 de septiembre de 2021, en la ciudad de Quito por lo tanto deducimos los valores para las variables:

$$\eta = 244$$

$$L = -0,225219$$

Por tanto:

$$\varphi = 23,45 \operatorname{sen} \left[\frac{360}{365} (n - 81) \right]$$

$$\varphi = 23,45 \operatorname{sen} \left[\frac{360}{365} (244 - 81) \right]$$

$$\varphi = 65,79$$

$$\beta_N = 90 + 0,225219 + 65,79$$

$$\beta_N = 156,0152$$

$$\text{Inclinación} = 90 - \beta_N$$

$$\text{Inclinación} = 90 - 156,0152$$

$$\text{Inclinación} = -66,0152$$

3.9. Análisis de características de carga del banco de baterías

El sistema cuenta con equipo controlador de carga PWM, el diagrama de conexión se puede observar en la figura 43.

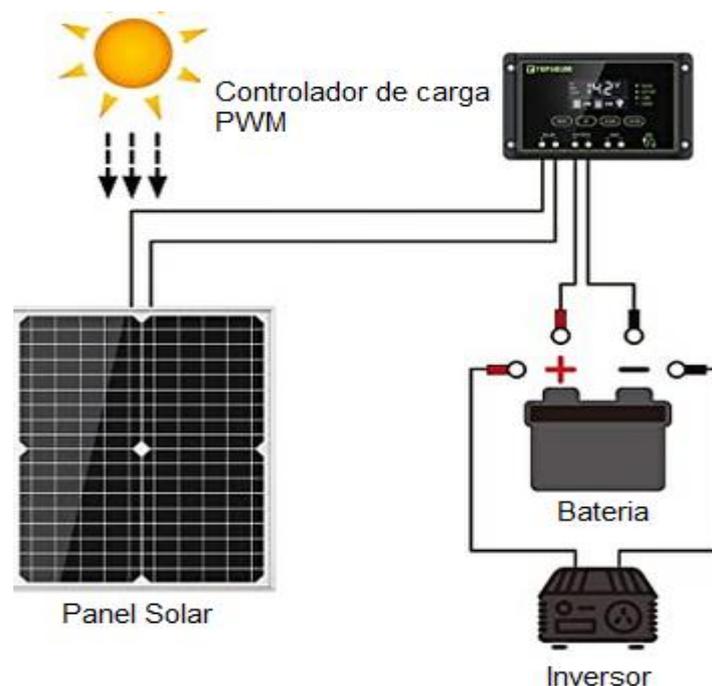
De acuerdo al apartado 2.4.6 del presente documento donde se explica el funcionamiento de este tipo de cargadores, es importante recalcar que se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los voltajes nominales de los paneles y baterías deben ser los mismos, en caso de que no se cumpla esta condición el controlador de carga sugerido es de tipo MPPT.
- La corriente total de los paneles no debe superar la máxima admitida por el controlador.

Para este caso se está trabajando con 2 paneles solares de 12V conectados en paralelo con lo que se garantiza la concordancia entre los voltajes nominales. La corriente máxima del controlador es 10 A mientras que los paneles tienen un pico máximo de 1.6 A, que al estar conectados en paralelo se tiene un pico de 3.2 A, cumpliendo de esta manera las 2 restricciones citadas anteriormente.

Figura 45

Esquema de funcionamiento del sistema completo



Nota. Consta el circuito completo para generar carga al sistema

A continuación, se especifican los valores de operación del controlador utilizado.

Tabla 3

Características del controlador de carga

Controlador de Carga TOPSCC – 10 A	
Voltaje	12V / 24V auto adaptable
Max. Corriente de carga	10 A
Max. Corriente de descarga	10 A
MAX. Entrada de voltaje de Panel solar	12 v < 25 V / 24 V < 50V
Voltaje de flotación	
(Voltaje al que permanece la batería una vez que está completamente cargada)	13.7 V (Ajustable 13-15V)
Voltaje de corte / cut-off (Voltaje al que se considera que la batería está completamente descargada)	10.7 V (Ajustable 9.5 – 11.5 V)
Voltaje de descarga de recuperación	12.6 V (Ajustable 11.5 – 13V)
Corriente de consumo en modo standby	< 10mA
Salida USB	5V / 2A

Controlador de Carga TOPSCC – 10 A

Terminales de conexión	10-14 AWG
Temperatura de operación	-35°C – 60 °C
Dimensiones y peso	142*90*37 mm / 198g

Nota. Características del control de carga implementado en el sistema.

3.10. Pruebas de funcionamiento del sistema

Para las pruebas de carga de las baterías se establece una rutina y un horario para garantizar la repetibilidad del experimento, el cual consiste en la descarga de las baterías al alimentar el cargador del sistema motriz de la bicicleta, el experimento se lo realizo durante 5 días consecutivos en el sector Sur de la ciudad de Quito en las horas comprendidas entre las 10:00 y 14:00.

Los valores mostrados a continuación corresponden a los valores mostrados por el controlador de carga en los intervalos de tiempo definidos.

Figura 46

Día de pruebas



Nota. Los valores de las pruebas se reflejan en la tabla número 4.

Tabla 4

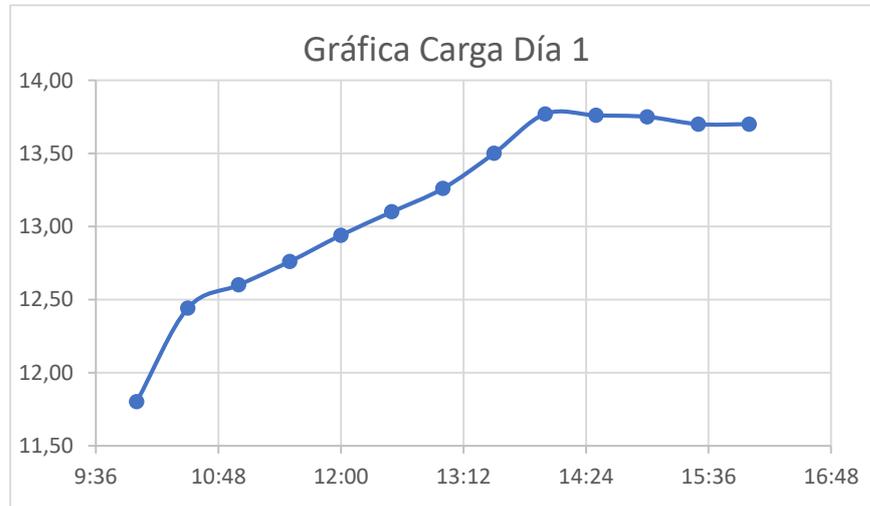
Valores de los voltajes y tiempos de carga del sistema

Hora	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Promedio
	Voltajes					
	7/8/2021	8/8/2021	9/8/2021	10/8/2021	11/8/2021	
10:00	11,80	11,60	11,58	11,75	11,62	11,67
10:30	12,44	12,38	12,40	12,41	12,30	12,39
11:00	12,60	12,57	12,62	12,57	12,55	12,58
11:30	12,76	12,70	12,74	12,73	12,72	12,73
12:00	12,94	12,89	12,88	12,89	12,88	12,90
12:30	13,10	13,00	12,98	13,05	13,00	13,03
13:00	13,26	13,15	13,20	13,19	13,15	13,19
13:30	13,50	13,43	13,37	13,38	13,40	13,42
14:00	13,77	13,60	13,51	13,55	13,60	13,61
14:30	13,76	13,68	13,66	13,69	13,65	13,69
15:00	13,75	13,72	13,73	13,71	13,64	13,71
15:30	13,70	13,70	13,74	13,71	13,66	13,70
16:00	13,70	13,77	13,75	13,72	13,68	13,72

Nota. Datos proporcionados de las pruebas realizadas

Figura 47

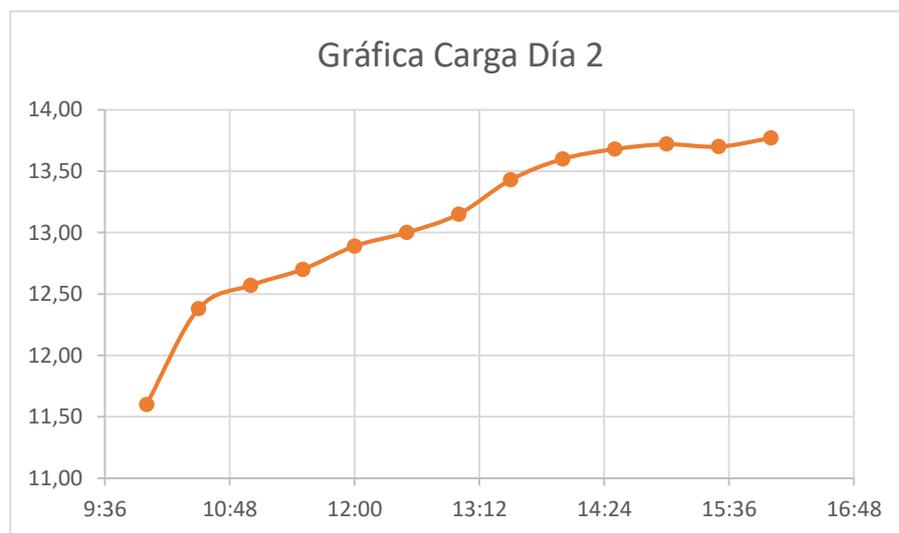
Gráfica del primer día de pruebas



Nota. Gráfica obtenida con los valores del primer día de prueba

Figura 48

Gráfica del segundo día de pruebas.



Nota. Gráfica obtenida con los valores del segundo día de prueba

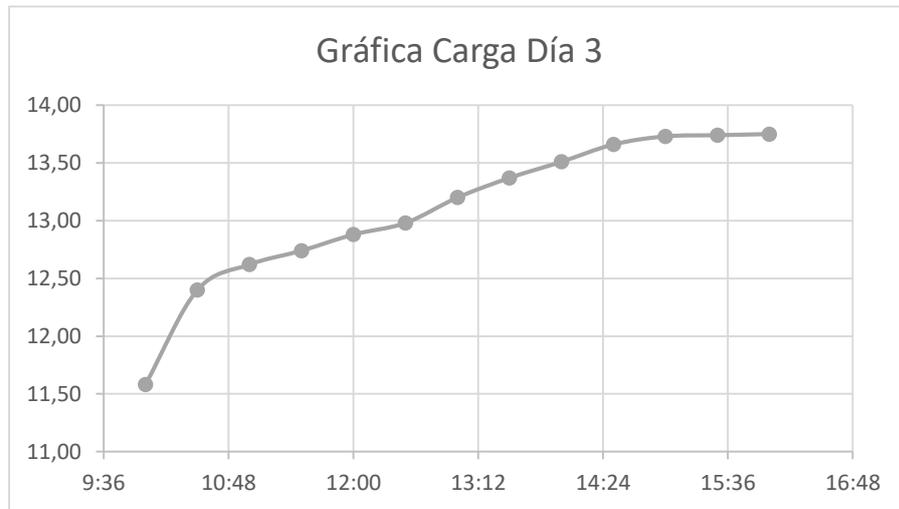
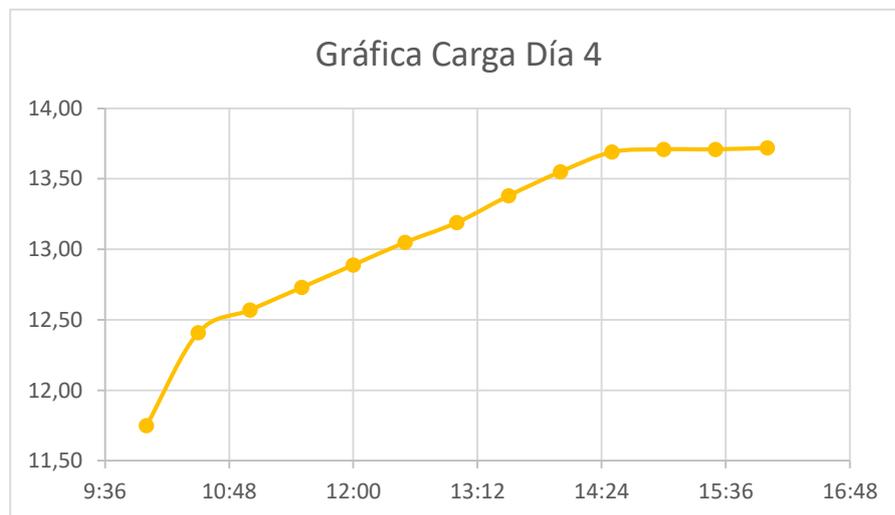
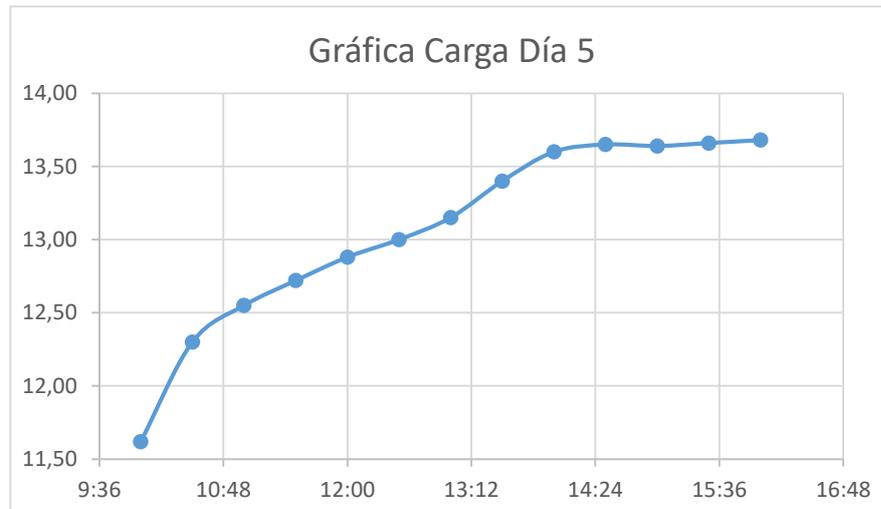
Figura 49*Gráfica del tercer día de pruebas**Nota.* Gráfica obtenida con los valores del tercer día de prueba**Figura 50***Gráfica del cuarto día de pruebas**Nota.* Gráfica obtenida con los valores del cuarto día de prueba

Figura 51

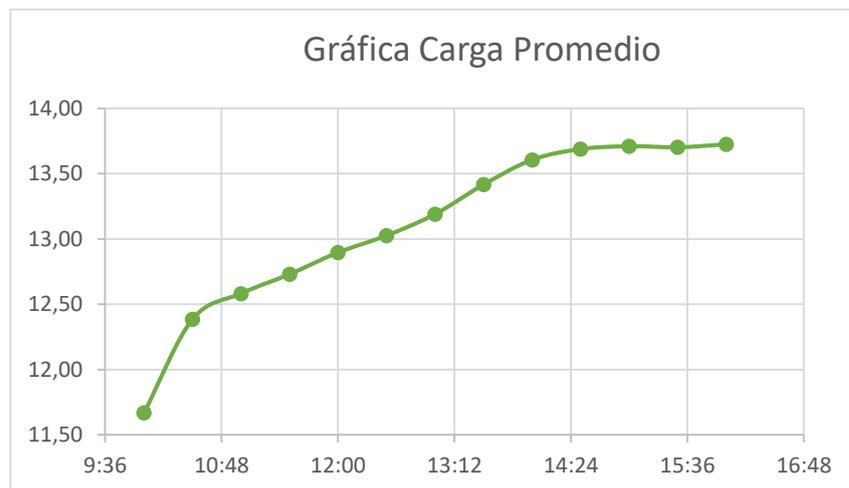
Gráfica del quinto día de pruebas.



Nota. Gráfica obtenida con los valores del quinto día de prueba

Figura 52

Gráfica promedio de los días de prueba



Nota. Todas las gráficas reflejan el nivel de carga y descarga dependiendo el día de la prueba.

Capítulo IV

4. Marco administrativo

4.1. Recursos Humanos

En la tabla 4 se puede identificar a los colaboradores en el desarrollo del proyecto de titulación, así como también su respectivo aporte.

Tabla 5

Recursos humanos

NOMBRE	APORTE
Vega Avalos Maydelinne Lisbeth	Dimensionamiento e instalación del sistema de carga alternativa del proyecto
Ing. León Almeida Jaime	Director y supervisor general de tesis
Ing. Cristian Chuchico Arcos	Sistema de alimentación fotovoltaico

Nota. Se puede identificar los participantes para la elaboración del proyecto.

2.1. Recursos tecnológicos

Los recursos tecnológicos que facilitaron el dimensionamiento e instalación del proyecto de titulación, para la parte escrita y practica se detallan a continuación en la tabla número 6.

Tabla 6*Recursos tecnológicos*

Orden	Recursos tecnológicos	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	Microsoft Office	1	\$50.00	\$50.00
2	Servicio de internet	1	\$30.00	\$30.00
			Total:	\$80.00

Nota. Podemos identificar los recursos tecnológicos que se ocuparon para realizar el proyecto.

2.2. Recursos materiales

Como elementos utilizados en el proyecto de titulación se detallan a continuación en la tabla número 7.

Tabla 7*Recursos Materiales*

Orden	Recursos Materiales	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Paneles Solares	2	\$ 300.00	\$ 600.00
2	Sensores piezoeléctricos	6	\$ 1.00	\$ 6.00
3	Caja	1	\$ 37.00	\$ 37.00
4	Baterías secas	2	\$ 20.00	\$ 40.00

Orden	Recursos Materiales	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
5	Inversor de corriente	1	\$ 40.00	\$ 40.00
6	Pernos	10	\$ 0.10	\$ 1.00
7	Cable número 18	2	\$ 3.00	\$ 6.00
8	manguera	1	\$ 3.00	\$ 3.00
9	Interruptores	2	\$ 1.00	\$ 2.00
10	Enchufe	1	\$ 1.00	\$ 1.00
11	Toma corriente	1	\$ 1.00	\$ 1.00
12	Canaletas plásticas	1	\$ 2.00	\$ 2.00
13	Bicicleta Shimano	1	\$1000	\$ 1000
14	Sistema eléctrico	1	\$ 550	\$ 500
			Total:	\$ 2239.00

Nota. En la tabla se puede identificar los recursos utilizados

2.3. Presupuesto

Una vez considerados todos los recursos que ayudaron a realizar el proyecto de titulación, se consigue un presupuesto más detallado y real que se describe a continuación en la tabla número 8.

Tabla 8*Presupuesto*

Orden	Recurso	Valor Total
1	Recursos Tecnológicos	\$ 80.00
2	Recursos Materiales	\$ 2239.00.00
3	Imprevistos	\$ 200.00
	Total:	\$ 2519.00

Nota. En la tabla podemos identificar el presupuesto el cual se utilizó para que el llevar a cabo el proyecto.

Capítulo V

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

Se realizó la investigación del funcionamiento de los paneles solares y sensores piezoeléctricos que se requieren tomando en cuenta el tipo y sus características necesarias para ser implementados.

Se dimensionó los componentes adecuados que brinden el voltaje necesario para el sistema de carga alternativo en una bicicleta eléctrica.

Se determinó el sistema controlador de carga más adecuado para llevar a cabo el proyecto.

Se pudo determinar el ángulo de inclinación óptimo de los paneles solares en función de los datos geográficos de la ciudad de Quito y las fechas comprendidas en el mes de agosto que fue donde se efectuó la experimentación.

Se implementó un sistema de carga alternativo que provee la suficiente energía fotovoltaica que requiere la batería de una bicicleta eléctrica aumentando el tiempo de autonomía y el recorrido de la bicicleta.

No se incorporó los sensores piezoeléctricos ya que los mismos debido a la deformación causada pueden brindar valores de voltaje positivos o negativos; cuando el voltaje es negativo actúa como una carga para el sistema lo que reduce la eficiencia del mismo.

Se llevaron a cabo varias pruebas en un periodo de tiempo y registro de datos definidos, garantizando la repetibilidad del experimento; así se pudo determinar el tiempo de carga de las baterías a través del sistema desarrollado.

5.2. Recomendaciones

Los niveles energía demandados por el sistema eléctrico de la bicicleta son relativamente altos por lo que para satisfacer dicha demanda se requiere incorporar paneles solares de mayor capacidad, por ende, son de mayor tamaño y más costosos, por lo que se debería evaluar un costo – beneficio para el desarrollo de un proyecto de mayor envergadura.

Se puede incorporar baterías de gel para incrementar la eficiencia del sistema, sin embargo, se debe considerar que estas baterías son mucho más pesadas y alterarían el sistema dinámico de la bicicleta.

Incorporar un sistema que evite la generación de voltajes negativos de los sensores piezoeléctricos.

El sistema se puede evaluar con un controlador de carga MPPT para determinar la eficiencia del mismo respecto al controlador de carga PWM instalado actualmente.

Las pruebas de funcionamiento de la bicicleta eléctrica estarán siempre sujetas al estado físico del sujeto de prueba, por lo que en el análisis de resultados se debe considerar este factor.

Bibliografía

- Aleman, M. (24 de enero de 2014). *Vivir mejor. org*. Recuperado el 28 de agosto de 2021, de <https://www.vivirmejor.org/que-es-salud-fisica>
- Amazon. (s.f.). Recuperado el 28 de julio de 2021, de <https://www.amazon.com/-/es/Topsolar-monocristalino-controlador-extensi%C3%B3n-Terminal/dp/B07RZBVTGR>
- Autosolar. (s.f.). Recuperado el 29 de julio de 2021, de <https://autosolar.es/blog/aspectos-tecnicos/que-es-un-panel-solar>
- Biobike. (2020). Recuperado el 29 de julio de 2021, de <https://www.biobike.es/2020/02/20/los-mejores-motores-de-2020-para-bicicleta-electrica/>
- CAR-CVS. (2018). Beneficios de usar la bicicleta.
- Damiasolar. (2015). Recuperado el 14 de agosto de 2021, de https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/orientacion-e-inclinacion-de-las-placas-solares_1
- Dominguez, M. A. (s.f.). *Repositorio Institucional*. Recuperado el 27 de agosto de 2021, de <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/791/1/Norma%20Rosario%20flores%20Rivera%2C%20Miguel%20%C3%81ngel%20Dom%C3%ADnguez%20Ram%C3%ADrez%20Maestr%C3%ADa%20en%20Energ%C3%ADas%20Renovables.pdf>
- Ecofener. (Enero de 04 de 2019). *Ecofener*. Recuperado el 3 de septiembre de 2021, de <https://ecofener.com/blog/diferencias-baterias-agm-y-gel/>
- Ekos. (6 de 09 de 2016). Recuperado el 20 de agosto de 2021, de <https://www.ekosnegocios.com/articulo/la-primera-bicicleta-electrica-del-ecuador-hecha-en-cuenca>.
- Emasp. (2020). Recuperado el 25 de agosto de 2021, de <https://emasp.org/blog/fuentes-de-energia-renovable-producir-electricidad/>

- Endef.* (2021). Recuperado el 24 de agosto de 2021, de <https://endef.com/tipos-de-paneles-solares/>
- Fernandez, A. (2012). *Consumer*. Recuperado el 2 de septiembre de 2021, de <https://www.consumer.es/medio-ambiente/siete-formas-de-conseguir-energia-solar.html>
- Guías prácticas.* (s.f.). Recuperado el 25 de agosto de 2021, de <https://www.guiaspracticas.com/bicicletas-electricas/aplicaciones-de-las-bicicletas-electricas>
- Marin, D. (08 de 12 de 2017). *Electrobicis*. Recuperado el 26 de julio de 2021, de <https://www.electrobicis.com/noticias/kits-bicicleta-electrica/elegir-una-bateria-una-bicicleta-electrica/>
- Nisenet.* (s.f.). Recuperado el 23 de agosto de 2021, de https://www.nisenet.org/sites/default/files/catalog/uploads/spanish/12194/electricsqueeze_images_13nov13_sp.pdf
- OMS. (14 de febrero de 2015). *La actividad física en adultos*. Recuperado el 27 de agosto de 2021, de <https://www.who.int/home/cms-decommissioning>
- Renova.* (s.f.). Recuperado el 27 de agosto de 2021, de <https://www.renova-energia.com/categoria-producto/controladores-de-carga-pwm/>
- Renovables verdes.* (s.f.). Recuperado el 21 de agosto de 2021, de <https://www.renovablesverdes.com/avances-que-revolucionaran-las-energias-renovables-paneles-flotantes-y-tinta-solar/>
- Sector electricidad.* (2019). Recuperado el 27 de julio de 2021, de <https://www.sectorelectricidad.com/23425/las-tejas-solares-que-permiten-que-cada-casa-sea-una-central-electrica-autosostenible/>
- Solar-energía.* (2020). Recuperado el 21 de agosto de 2021, de <https://solar-energia.net/que-es-energia-solar/diferencia-energia-solar-termica-fotovoltaica>

Somos Electricos. (Septiembre de 2021). Recuperado el 12 de septiembre de 2021, de <https://somoselectricos.com/kit-coboc-desarrollan-conjuntamente-sistema-carga-rapida-bicicletas-electricas/>

Tomas, J. (06 de 07 de 2021). *Hibridos y Electricos*. Recuperado el 29 de julio de 2021, de <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/bicicletas-electrica/aplicaciones-rutas-bicicleta-electrica-ciclismo-strava/20210603142548045673.html>

Twenergy. (2019). Recuperado el 3 de septiembre de 2021, de <https://twenergy.com/energia/energia-hidraulica/que-es-la-energia-hidraulica-426/#:~:text=La%20energ%C3%ADa%20hidr%C3%A1ulica%20o%20energ%C3%ADa,turbina%20para%20aprovechar%20esa%20energ%C3%ADa.>

Anexos