



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Construcción de un banco de pruebas de baterías solares con sistema de protección y visualización.

Autor:

Eycker Fernando Mendoza Vargas

Tutor

Ing. Reinaldo Moreira Zambrano

Unidad Académica:

Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y Otras Modalidades.

Carrera:

Tecnología Superior en Electromecánica..

El Carmen, 05 de Agosto de 2026.

CERTIFICACION DEL TUTOR

Ing. Reinaldo Carlos Moreira Zambrano; docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y Otras Modalidades, en calidad de Tutor.

CERTIFICO:

Que el presente proyecto integrador con el título: “Construcción de un banco de pruebas de baterías solares con sistema de protección y visualización.” ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opciones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de su autor:

Eycker Fernando Mendoza Vargas

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

El Carmen, 05 de Agosto de 2026.


Ing. Reinaldo Moreira, Magi

TUTOR

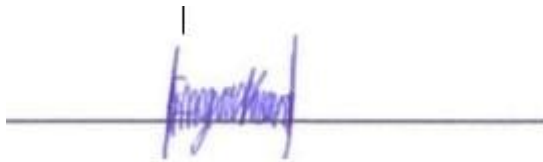
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien suscribe el presente:

Eycker Fernando Mendoza Vargas

Estudiante de la Carrera de **Tecnología Superior en Electromecánica.**, declaro bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: “Construcción de un banco de pruebas de baterías solares con sistema de protección y visualización.”, previa a la obtención del Título de Tecnólogo en Electromecánica, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

El Carmen, 03 de Agosto 05 de Agosto de 2026.



Eycker Fernando Mendoza Vargas



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: "Construcción de un banco de pruebas de baterías solares con sistema de protección y visualización." de su autore: Eycker Fernando Mendoza Vargas de la Carrera "Tecnología Superior en Electromecánica.", y como Tutor del Trabajo el Ing. Reinaldo Moreira Zambrano

El Carmen, 05 de Agosto de 2026.

Ing. Bladimir Mora. Mg
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

Ing. Reinaldo Moreira. Mg
TUTOR(A)

Ing. Jonathan Jiménez. Mg
PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL

Ing. Josue Ortiz. Mg
SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a mi padre, por ser un pilar de fortaleza y por el apoyo constante que me ha brindado en cada paso de este camino. A la ayuda de mi madre, quien, siempre estuvo apoyándome, es mi mayor inspiración y este logro es, en gran parte, fruto de los valores que sembró en mí.

A mis hermanos, por su compañía, su aliento y por estar siempre presentes en los momentos de mayor desafío. A mis amigos, por compartir conmigo las jornadas de estudio y por su apoyo moral incondicional. Finalmente, expreso un agradecimiento especial a los compañeros, familia, que siempre estuvieron ayudándome una ayuda cuando sentía que ya no podía siempre estuvieron dándome consejos a que siga y no me rinda.

Eycker Mendoza

DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios, por guiar mi camino, darme fortaleza en los momentos difíciles y permitirme cumplir este sueño tan importante en mi

Dedico este trabajo de titulación a mi padre, por su apoyo incondicional, su esfuerzo y por ser el ejemplo de fortaleza que me ha permitido llegar hasta aquí. Por siempre ayudarme y apoyarme cuando no tenía para las prácticas el siempre me ayudo cuando necesite de su ayuda.

A mi madre le agradezco por siempre estar hay para dándome fuerza con su amor incondicional, apoyándome día a día para llegar hasta lo último, ayudándome a conseguir este sueño que tanto anhela ella . A mis hermanos, por ser mis compañeros de vida y brindarme su aliento en todo momento. A mis amigos, por las vivencias compartidas y el apoyo moral que hizo este camino más ameno.

Eycker Mendoza

RESUMEN

El presente proyecto de titulación aborda la necesidad de contar con un equipo que permita observar el comportamiento de baterías utilizadas en sistemas fotovoltaicos durante los procesos de carga y descarga. La evaluación de estas baterías permite conocer su respuesta al almacenar energía y al suministrarla a una carga. El objetivo del proyecto es construir un banco de pruebas con un sistema de visualización y protección eléctrica. Para ello, se plantea integrar un panel solar con un controlador de carga, un banco de baterías y un inversor. La información disponible en el controlador permitirá observar las condiciones de funcionamiento del sistema durante las pruebas. El desarrollo del banco permitirá estudiar el proceso de carga mediante energía solar y la descarga producida al conectar una carga al inversor. Las pruebas se orientarán al registro de las variables que puedan medirse con los equipos incorporados. El sistema también podrá utilizarse como recurso para prácticas relacionadas con baterías y almacenamiento de energía en instalaciones fotovoltaicas.

PALABRAS CLAVE

Banco de pruebas, baterías solares, sistema fotovoltaico, controlador de carga, inversor, visualización.

ABSTRACT

This graduation project addresses the need for equipment that allows the behavior of batteries used in photovoltaic systems to be observed during charging and discharging processes. Evaluating these batteries makes it possible to determine how they respond when storing energy and supplying it to a load.

The objective of the project is to build a test bench with an electrical protection and display system. The proposed setup integrates a solar panel, a charge controller, a battery bank, and an inverter. The information provided by the controller will allow the operating conditions of the system to be observed during the tests.

The test bench will make it possible to study the charging process using solar energy and the discharge produced when a load is connected to the inverter. The tests will focus on recording the variables that can be measured using the installed equipment. The system may also be used as a teaching resource for laboratory activities related to batteries and energy storage in photovoltaic installations.

KEYWORDS

Test bench, solar batteries, photovoltaic system, charge controller, inverter, display system.

ÍNDICE

CERTIFICACION DEL TUTOR.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA.....	V
RESUMEN	VI
PALABRAS CLAVE	VI
ABSTRACT	VII
KEYWORDS	VII
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS	IX
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMA.....	2
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. METODOLOGÍA	5
1.4.1. Procedimiento	5
1.4.2. Técnicas.....	6
1.4.3. Métodos	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. DEFINICIONES.	7
2.2. ANTECEDENTES.....	9
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS.....	10
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA	12
3.1. DESARROLLO	13

3.1.1. Descripción de la propuesta.....	13
3.1.2. Etapas	19
3.1.3. Presupuesto	22
3.2. RESULTADOS	23
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	27
4.1. CONCLUSIONES.....	27
4.2. RECOMENDACIONES.....	27
BIBLIOGRAFÍA	29
ANEXOS	31

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Panel Solar.</i>	14
<i>Ilustración 2. Controlador de carga.</i>	15
<i>Ilustración 3. Banco de baterías.</i>	15
<i>Ilustración 4. Inversor.</i>	16
<i>Ilustración 5. Circuito eléctrico implementado.</i>	19
<i>Ilustración 6. Proyecto implementado.</i>	20
<i>Ilustración 7. Finalización del banco de pruebas.</i>	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Detalle del presupuesto gastado.....	22
Tabla 2 Resultados de pruebas realizadas	24

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El crecimiento de los sistemas fotovoltaicos ha ampliado el uso de baterías como medio de almacenamiento. En estas instalaciones, la batería conserva parte de la energía generada por el panel solar y permite utilizarla cuando la producción disminuye o cuando se requiere alimentar una carga sin conexión directa a la red eléctrica. Su estado influye en la autonomía disponible y en la respuesta del sistema durante el funcionamiento.

Con el uso, las baterías pueden perder capacidad y reducir su tiempo de descarga. También pueden presentar variaciones de voltaje que no siempre se identifican mediante una inspección visual o una medición aislada. Para conocer su comportamiento es necesario observarlas durante procesos de carga y descarga realizados bajo condiciones definidas.

En los espacios de formación técnica, este tipo de evaluación permite relacionar el funcionamiento de las baterías con las mediciones obtenidas durante una prueba. Cuando no se dispone de un equipo destinado a este propósito, las comprobaciones suelen limitarse a valores momentáneos y no muestran la evolución de la batería mientras almacena o entrega energía.

Ante esta necesidad, se plantea la construcción de un banco de pruebas para baterías solares. El sistema permitirá observar su comportamiento durante los ensayos, incluirá protección eléctrica y mostrará las variables disponibles durante el

proceso. Su aplicación facilitará el estudio de baterías utilizadas en sistemas fotovoltaicos y el análisis de su respuesta frente a una carga conectada.

1.1. PROBLEMA

Las baterías empleadas en sistemas fotovoltaicos presentan cambios en su comportamiento a medida que acumulan ciclos de carga y descarga. Estas variaciones pueden reflejarse en una menor autonomía o en una caída más rápida del voltaje cuando se conecta una carga. Sin embargo, una medición puntual con un multímetro no permite observar por completo cómo responde la batería durante su funcionamiento.

La conexión directa de baterías, paneles e inversores puede generar daños cuando se cometen errores de polaridad o se superan los valores admitidos por los componentes. Por esta razón, las pruebas deben realizarse mediante un sistema que regule la carga y permita observar las variables disponibles durante el ensayo.

Los sistemas de energías solar dependen de un almacenamiento eficiente. Las baterías sin un control adecuado sufren degradación acelerada por sobrecargas, descargas profundas o desequilibrio entre celdas, además de presentar riesgos de seguridad.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La construcción del banco de pruebas permitirá disponer de un equipo destinado a observar el comportamiento de baterías utilizadas en sistemas fotovoltaicos. Al emplear el mismo panel, controlador e inversor, será posible realizar pruebas bajo condiciones semejantes y reducir las diferencias producidas por el uso de circuitos distintos.

El controlador regulará la energía entregada por el panel y mostrará los valores disponibles durante el proceso de carga. Durante la descarga, el inversor permitirá conectar una carga de corriente alterna y observar la variación del voltaje del banco de baterías.

El banco también permitirá reducir el riesgo de conexiones directas realizadas sin regulación. Las funciones de protección dependerán de las características reales del controlador y del inversor instalados, por lo que deberán comprobarse mediante sus especificaciones técnicas.

En el ámbito académico, el equipo podrá utilizarse para relacionar las mediciones observadas con el proceso de carga y descarga de una batería. Su aplicación ayudará a comprender el funcionamiento básico de un sistema fotovoltaico con almacenamiento mediante una práctica construida con componentes de uso común.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Construir un banco de pruebas para observar el comportamiento de un sistema de almacenamiento formado por dos baterías en sistemas fotovoltaicos durante los procesos de carga y descarga, incorporando las funciones de visualización y protección disponibles en el controlador de carga y el inversor.

1.3.2. Objetivos específicos

Diseñar el esquema eléctrico y la distribución física del banco de pruebas.

Construir el banco de pruebas mediante la conexión del panel solar, el controlador de carga, el banco de baterías y el inversor, verificando el funcionamiento de la visualización incorporada en el controlador.

Realizar pruebas de carga y descarga del banco de baterías, registrando las variables mostradas por el controlador y el tiempo de funcionamiento de una carga conectada al inversor.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Procedimiento

El proyecto inició con la revisión de información sobre baterías utilizadas en sistemas fotovoltaicos y sobre el funcionamiento de los equipos disponibles para el montaje. Esta etapa permitió establecer cómo se realizarían las pruebas de carga y descarga de las baterías.

Posteriormente, se elaboró el esquema de conexión del banco de pruebas. El diseño consideró el uso de un panel fotovoltaico, un controlador de carga, dos baterías y un inversor.

Una vez establecido el diseño, se realizó el montaje físico de los componentes y se verificó la polaridad de las conexiones. El panel se conectó al controlador de carga, mientras que las baterías se conectaron al mismo equipo para recibir la energía generada. El inversor se utilizó para alimentar una carga de corriente alterna durante el proceso de descarga.

La visualización de las variables se efectuó mediante la pantalla del controlador de carga. Se registraron los valores disponibles en el equipo durante cada prueba.

Finalmente, se realizaron pruebas con las baterías. Durante cada ensayo se observó su comportamiento en el proceso de carga y al alimentar una carga conectada al inversor.

1.4.2. Técnicas

Para el desarrollo de la investigación se empleó la técnica de observación directa, que permitió identificar el funcionamiento de las baterías solares y los requerimientos necesarios para el diseño del banco de pruebas. También se utilizó la medición de parámetros eléctricos, como voltaje, corriente y potencia, con el propósito de evaluar el rendimiento de las baterías durante las pruebas de carga y descarga. Además, se aplicó la experimentación mediante la construcción y puesta en funcionamiento del prototipo, lo que permitió verificar el desempeño del sistema de protección y visualización, así como comprobar el cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto.

1.4.3. Métodos

Para el desarrollo de esta investigación se empleó el método descriptivo, ya que permitió analizar las características, el funcionamiento y el comportamiento de las baterías solares, así como los componentes necesarios para la construcción del banco de pruebas. Este método facilitó la identificación de las variables involucradas y la recopilación de información técnica sobre los sistemas de protección, los dispositivos de medición y los elementos de visualización que forman parte del proyecto.

Asimismo, se utilizó el método experimental, debido a que fue necesario diseñar, construir y evaluar un prototipo funcional del banco de pruebas. Los resultados obtenidos hicieron posible verificar el correcto funcionamiento del sistema.

Mediante el cual se interpretaron los datos obtenidos durante las pruebas realizadas al prototipo. A través de este análisis se pudo identificar el desempeño del banco de pruebas, detectar posibles mejoras y establecer conclusiones sobre su funcionamiento y utilidad para el diagnóstico y mantenimiento de baterías solares.

La construcción de un banco de pruebas de baterías solares con sistema de protección y visualización requiere la aplicación de métodos que permitan desarrollar el proyecto de manera organizada, garantizando que cada una de las etapas del diseño, construcción y evaluación contribuya al cumplimiento de los objetivos planteados.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES.

Un sistema fotovoltaico autónomo es una instalación que genera energía eléctrica sin depender de la red de distribución. Generalmente está compuesto por módulos fotovoltaicos, un controlador de carga, un banco de baterías y un inversor. Los módulos convierten la radiación solar en electricidad; el controlador administra la energía enviada a las baterías; estas almacenan la energía y el inversor permite utilizarla para alimentar cargas de corriente alterna (Quevedo Pesántez et al., 2023; Guerra Chávez et al., 2025).

Las baterías conectadas en paralelo forman un banco de almacenamiento que mantiene el voltaje nominal de una batería y aumenta la capacidad total disponible,

expresada en amperios-hora. Esta configuración permite almacenar una mayor cantidad de energía para alimentar las cargas cuando la generación fotovoltaica es insuficiente. En un sistema académico implementado en la ESPOCH se utilizaron dos baterías de 12 V y 200 Ah conectadas en paralelo para disponer de un banco de 12 V y 400 Ah (Guerra Chávez et al., 2025).

Un controlador de carga solar es un dispositivo electrónico que regula el flujo de energía entre los módulos fotovoltaicos y las baterías. Su función consiste en controlar las condiciones de carga y evitar situaciones que puedan afectar la vida útil de las baterías, como la sobrecarga o la descarga profunda. Dependiendo de su diseño, el controlador también puede supervisar variables como el voltaje y la corriente del banco de baterías (Kastillo Estévez y Nasimba Tipán, 2017; Guerra Chávez et al., 2025).

Un inversor es un convertidor electrónico encargado de transformar la corriente continua suministrada por las baterías en corriente alterna, con niveles de voltaje adecuados para alimentar equipos eléctricos convencionales. Dentro de un sistema fotovoltaico autónomo, el inversor constituye la etapa de acondicionamiento de la energía antes de su entrega a las cargas de corriente alterna (Tumbaco Chumo y Parrales Moreira, 2010; Guerra Chávez et al., 2025).

Las pruebas realizadas en un banco de baterías pueden incluir el registro del voltaje, la corriente y el tiempo de funcionamiento durante los procesos de carga y descarga. Estas variables permiten describir el comportamiento del banco bajo condiciones determinadas. No obstante, la estimación del estado de carga y de la capacidad

disponible requiere considerar la energía entregada, la corriente y el tiempo de operación, por lo que no debe realizarse únicamente a partir de una medición de voltaje (Fernández et al., 2005).

2.2. ANTECEDENTES

El presente proyecto se desarrolló en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), dentro de la carrera de Tecnología en Electromecánica, en el laboratorio destinado a las prácticas relacionadas con sistemas eléctricos y energías renovables. Este espacio académico está orientado a fortalecer la formación teórico-práctica de los estudiantes mediante el desarrollo de actividades experimentales que permitan comprender el funcionamiento de los diferentes equipos utilizados en instalaciones eléctricas y sistemas fotovoltaicos.

Antes de la ejecución del proyecto, la institución contaba con algunos equipos básicos para el estudio de sistemas fotovoltaicos, entre ellos paneles solares, inversores y baterías. Sin embargo, no disponía de un banco de pruebas diseñado específicamente para realizar ensayos controlados, monitorear el estado de las baterías ni evaluar su funcionamiento bajo diferentes condiciones de carga y descarga.

La necesidad de construir un banco de pruebas surgió como respuesta a estas limitaciones, con el propósito de contar con un sistema organizado, seguro y funcional que permitiera realizar prácticas académicas. La implementación de un

sistema de protección y visualización facilita el monitoreo de las variables eléctricas durante las pruebas y contribuye al fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje.

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

En España, Fernández Barquilla (2013) desarrolló en la Universidad Politécnica de Madrid un banco de ensayos para integrar baterías en un sistema fotovoltaico conectado a la red. El banco estuvo compuesto por un subsistema de adquisición de datos, uno de control y otro de energía, formado por módulos fotovoltaicos, inversores y baterías. Las pruebas comprobaron que el sistema podía monitorizar la energía generada por la instalación y el consumo eléctrico de una vivienda utilizada como carga real. Este trabajo presenta una instrumentación más avanzada que el proyecto actual, ya que incorpora analizadores eléctricos, comunicación de datos y control centralizado.

En Colombia, Rúa-Ramírez et al. (2021) construyeron un banco didáctico para el estudio de sistemas fotovoltaicos autónomos en la Universidad Santo Tomás, seccional Tunja. El equipo permite desarrollar seis prácticas, modificar las conexiones en serie o paralelo de paneles y baterías, y variar la inclinación de los módulos. Para comprobar su funcionamiento se midieron el voltaje y la corriente de dos paneles bajo distintas condiciones ambientales, con lo cual se obtuvieron sus curvas de corriente-voltaje y potencia-voltaje. Aunque este banco incluye baterías, su evaluación se concentra principalmente en el rendimiento de los paneles solares;

el presente proyecto se orienta a observar el comportamiento del banco de baterías durante la carga y la alimentación de una carga eléctrica.

En Ecuador, Pinda Román (2021) implementó en la Universidad Técnica del Norte, provincia de Imbabura, un módulo de laboratorio para estudiar paneles fotovoltaicos y pilas de combustible mediante componentes reales. El módulo permite visualizar las curvas de corriente, voltaje y potencia de las fuentes de generación. Las pruebas mostraron resultados próximos a las curvas proporcionadas por los fabricantes, por lo que el equipo quedó disponible como recurso para la formación de los estudiantes de la carrera de Electricidad. Su relación con el presente proyecto se encuentra en el uso de un módulo físico para realizar mediciones y prácticas; no obstante, el trabajo de Pinda Román se concentra en las fuentes de generación y no en el comportamiento de las baterías.

En la provincia de Manabí, Marcillo Parrales y Mantuano Holguín (2025) implementaron en la Universidad Estatal del Sur de Manabí, cantón Jipijapa, un banco solar para realizar prácticas en el laboratorio de Electrónica y Robótica. Durante la comprobación del sistema se registraron voltajes, corrientes y potencias en las entradas y salidas de sus componentes, además del consumo de las baterías, bajo condiciones de radiación solar. Este trabajo es el antecedente geográficamente más cercano y coincide con el uso académico de paneles, controlador, baterías e inversor. La diferencia está en el alcance: el banco de la UNESUM estudia el funcionamiento general del sistema fotovoltaico, mientras que el presente proyecto

registra la respuesta del banco de baterías al alimentar una carga mediante el inversor.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

La propuesta consiste en la construcción de un banco de pruebas para comprobar el comportamiento de dos baterías utilizadas en sistemas fotovoltaicos. El sistema emplea un panel solar para suministrar energía, un controlador de carga para regular la conexión con la batería y un inversor para alimentar una carga de corriente alterna durante la descarga.

Las pruebas se realizarán con las baterías conectadas en paralelo, manteniendo condiciones similares de conexión y carga. Los valores disponibles en la pantalla del controlador permitirán observar el proceso de carga y registrar la información mostrada durante cada ensayo. Durante la descarga se medirá el tiempo en que las baterías mantienen en funcionamiento la carga conectada al inversor.

La protección del banco dependerá de las funciones incorporadas en el controlador y el inversor. Estas deberán identificarse mediante las especificaciones técnicas de los equipos antes de afirmar qué condiciones eléctricas pueden detectar o limitar. El banco no incluirá sensores externos ni un sistema independiente de adquisición de datos, salvo que estos componentes se incorporen posteriormente al prototipo.

3.1. DESARROLLO

El desarrollo comenzó con la definición del esquema eléctrico del banco de pruebas. Se estableció la conexión entre el panel solar, el controlador de carga, las dos baterías conectadas en paralelo y el inversor.

Posteriormente, se distribuyeron los componentes sobre la estructura del banco, procurando que las conexiones fueran visibles y accesibles durante las pruebas. Antes de energizar el sistema se verificaron la polaridad de los conductores y la correspondencia entre los terminales de cada equipo.

Una vez completado el montaje, se comprobó el funcionamiento del controlador. Durante esta etapa se observaron los valores presentados en su pantalla y se verificó que el panel suministrara energía al sistema. Luego se conectó una carga al inversor para comprobar la respuesta de las baterías durante la descarga.

Se registraron los valores mostrados por el controlador y el tiempo de funcionamiento de la carga.

3.1.1. Descripción de la propuesta

Descripción 1: Actividades realizadas para el cumplimiento de la propuesta del Objetivo Específico 1.

Para el diseño del banco de pruebas se elaboró el esquema eléctrico y se definió la ubicación de los componentes sobre la estructura. El sistema quedó conformado

por un panel solar, un controlador de carga, dos baterías conectadas en paralelo y un inversor.

El panel solar convierte la radiación recibida en energía eléctrica de corriente continua. Esta energía se conduce hacia el controlador de carga, encargado de regular el suministro al banco de baterías.

En el sistema construido, el panel se utiliza como fuente para el proceso de carga. La energía entregada puede variar según la radiación disponible durante la prueba.

Ilustración 1.

Panel Solar.



El controlador de carga SOLAR CHARGE CONTROLLER (PWM) recibe la energía producida por el panel solar y regula su transferencia hacia el banco de baterías. La pantalla incorporada permite observar los valores e indicadores disponibles durante

el funcionamiento del sistema. Las funciones de protección utilizadas dependen de las características propias del modelo instalado.

Ilustración 2.

Controlador de carga.



El banco de almacenamiento está formado por dos baterías de 12.4 conectadas en paralelo. Esta configuración mantiene el voltaje nominal del sistema y aumenta la capacidad disponible para almacenar energía.

Durante la carga, el controlador regula la energía proveniente del panel. En la descarga, el banco alimenta el inversor para suministrar energía a una carga de corriente alterna.

Ilustración 3.

Banco de baterías.



El inversor de marca TRUPER sus características recibe la energía de corriente continua almacenada en el banco de baterías y la convierte en corriente alterna. Esta salida permite conectar una carga de prueba y observar el comportamiento del banco durante la descarga. La potencia admitida y las protecciones disponibles corresponden a las especificaciones del equipo utilizado.

Ilustración4.

Inversor.



El inversor de corriente tiene la función de convertir la corriente continua (CC) de 12 V proveniente de las baterías en corriente alterna (CA) de 120 V, permitiendo alimentar equipos eléctricos convencionales que funcionan con corriente alterna.

Asimismo, el inversor cuenta con sistemas de protección contra sobrecarga, cortocircuito, sobrecalentamiento y bajo voltaje de la batería, lo que ayuda a proteger tanto el equipo como los dispositivos conectados y garantiza un funcionamiento seguro del sistema fotovoltaico.

Descripción 2: Actividades realizadas para describir la propuesta del Objetivo Específico 2.

Antes del montaje se revisó el estado físico del panel solar y se limpió su superficie. También se inspeccionaron las baterías y se midió el voltaje de cada una antes de establecer la conexión en paralelo. Esta comprobación permitió verificar que ambas presentaran valores próximos antes de unir sus terminales.

La conexión se realizó uniéndolos los terminales positivos de las baterías y, por separado, sus terminales negativos. De esta forma, ambas unidades funcionaron como un solo banco de almacenamiento.

Antes de energizar el sistema se comprobó la polaridad de los conductores y el ajuste de los terminales. También se verificó la compatibilidad del controlador y del inversor con el voltaje de funcionamiento del montaje.

La información del sistema se observó mediante la pantalla incorporada en el controlador de carga. Por tanto, la visualización quedó limitada a las variables e indicadores disponibles en este equipo.

La regulación de la carga fue realizada por el controlador. Las funciones de protección utilizadas durante el funcionamiento corresponden a las incorporadas por el fabricante en el controlador y el inversor.

Descripción 3: Actividades realizadas para describir la propuesta del Objetivo Específico 3.

Para evaluar el funcionamiento del banco se realizaron pruebas de carga y descarga con las baterías conectadas en paralelo. Antes de iniciar cada prueba se registró el voltaje del conjunto.

Durante la carga se observó la información mostrada por el controlador y se comprobó que el panel suministrara energía. Posteriormente, se conectó una carga de corriente alterna al inversor para observar la respuesta del banco durante la descarga.

En cada prueba se registraron los valores disponibles en el controlador y el tiempo durante el cual se mantuvo en funcionamiento la carga conectada. La información obtenida permitió describir la respuesta del banco durante el ensayo.

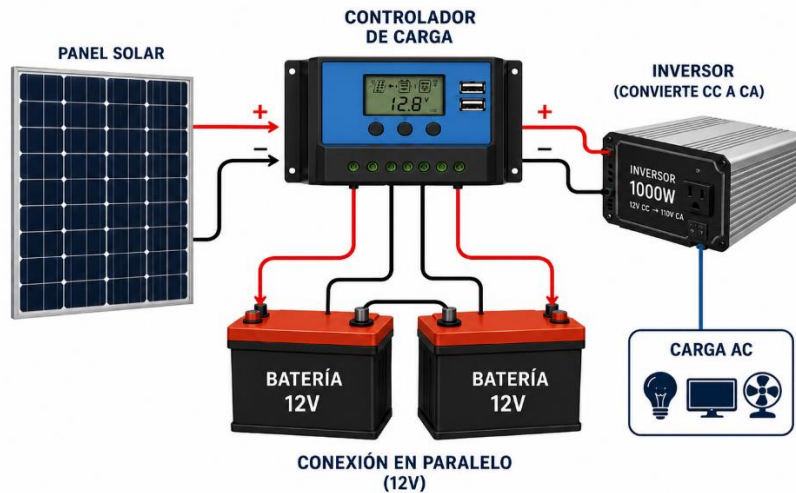
3.1.2. Etapas

Etapa 1: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 1.

En la primera etapa se elaboró el esquema eléctrico del banco de pruebas. Se definió la conexión entre el panel solar, el controlador de carga, el banco de baterías y el inversor.

Ilustración 5.

Circuito eléctrico implementado.



Antes de conectar las baterías en paralelo, se inspeccionó su estado físico y se midió el voltaje de cada una. Esta comprobación permitió verificar que presentaran valores próximos antes de unir sus terminales positivos y negativos.

Posteriormente, se estableció la ubicación de los componentes sobre la estructura. La distribución se definió considerando el espacio disponible y el recorrido del cableado. También se procuró mantener accesibles los terminales necesarios para revisar las conexiones durante las pruebas.

Etapas 2: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 2.

En la segunda etapa se instalaron los componentes de acuerdo con la distribución previamente establecida. El panel solar se conectó a la entrada correspondiente del controlador de carga y las baterías se conectaron en paralelo para formar el banco de almacenamiento. El inversor se alimentó desde este banco.

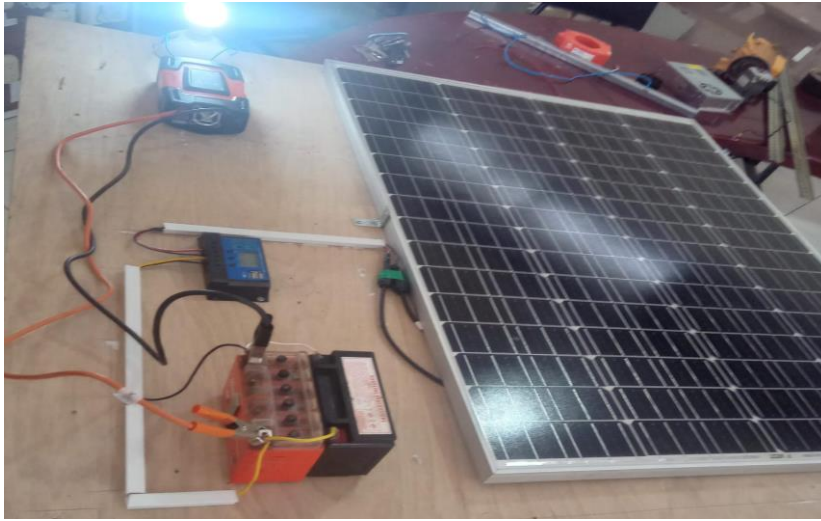
Durante el montaje se verificó la polaridad de los conductores antes de energizar el sistema. También se revisó el ajuste de los terminales y la compatibilidad de los equipos con el voltaje de funcionamiento del banco.

El controlador se configuró según el tipo de batería utilizado, empleando las opciones disponibles en el equipo. Su pantalla se utilizó para observar los valores e indicadores mostrados durante el funcionamiento.

La regulación de la carga quedó a cargo del controlador. Las funciones de protección utilizadas corresponden a las incorporadas por el fabricante en este dispositivo y en el inversor.

Ilustración 6.

Proyecto implementado.



Etapla 3: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 3.

En la tercera etapa se realizaron pruebas de carga y descarga con las baterías conectadas en paralelo. Antes de iniciar cada ensayo se registró el voltaje del banco.

Durante la carga se comprobó que el panel suministrara energía al controlador y se observaron los cambios mostrados en su pantalla. Posteriormente, se conectó una carga de corriente alterna al inversor para iniciar la descarga.

Durante cada prueba se registraron las variables disponibles en el controlador y el tiempo de funcionamiento de la carga conectada. Los datos obtenidos permitieron describir el comportamiento conjunto del banco de baterías.

Debido a la conexión en paralelo, las mediciones corresponden al conjunto. Las pruebas realizadas no permiten determinar por separado la capacidad ni el estado de cada batería.

3.1.3. Presupuesto

Para la elaboración de la propuesta, se analizaron los recursos empleados; el presupuesto ejecutado incluye exclusivamente los materiales adquiridos de forma específica del banco de pruebas. Cabe destacar que la mayor parte de los componentes principales tales como panel solar, tabla de pleibon y cables, fueron suministrados en calidad de préstamo por la institución universitaria para el desarrollo de este proyecto técnico. Esta colaboración resultó fundamental para la viabilidad y ejecución de la implementación.

Tabla 1

Detalle del presupuesto gastado

No	Materiales	Costo
1	Controlador de carga	14,50\$
2	Inversor	65,00\$
3	Tornillos perforantes	1,25\$
4	Soportes triangulares	2,00\$
5	Baterías usadas	20,00\$
6	Boquilla	2,00\$
7	Foco	1,00\$
8	Canaleta	1,00\$
Total		106,75\$

Es importante señalar que todo el trabajo, incluyendo el diseño, las pruebas necesarias, fue completamente desarrollado por quienes hicieron el proyecto. Un trabajo que, durante la formación técnica, no se le puso precio a lo que costaba llevarlo a cabo. Fue un esfuerzo de mucha satisfacción proceso en el cual hubo esfuerzo impotencia, pero sobre todo mucha `practica.

3.2. RESULTADOS

Resultado correspondiente al objetivo específico 1

Se elaboró el esquema eléctrico del banco de pruebas y se definió la ubicación de los componentes sobre la estructura. La distribución permitió instalar el panel solar, el controlador de carga, las baterías conectadas en paralelo y el inversor, manteniendo accesibles los terminales y el cableado utilizado en el montaje.

Antes de conectar las baterías, se midió el voltaje de cada unidad para comprobar que presentaran valores próximos. Posteriormente, se unieron sus terminales positivos y negativos, formando un solo banco de almacenamiento. Debido a esta configuración, las mediciones realizadas corresponden al comportamiento conjunto de las dos baterías.

La estructura permitió mantener los componentes sujetos durante las pruebas y facilitó la observación de las conexiones eléctricas.

Resultado correspondiente al objetivo específico 2

Se completó el montaje eléctrico del banco de pruebas de acuerdo con el esquema establecido. El panel solar se conectó al controlador de carga y las baterías en paralelo se conectaron a los terminales correspondientes. El inversor se alimentó desde el banco de baterías para disponer de una salida de corriente alterna.

Después de revisar la polaridad y el ajuste de los terminales, se energizó el sistema. La pantalla del controlador mostró la información disponible sobre el funcionamiento

del panel y el estado del banco de baterías. También se comprobó que el inversor pudiera alimentar la carga utilizada en la prueba.

Las funciones de regulación y protección correspondieron a las incorporadas en el controlador y el inversor. No se implementó un sistema externo de adquisición de datos ni una interfaz programada.

Resultado correspondiente al objetivo específico 3

Se realizaron pruebas de carga con las baterías conectadas en paralelo. Durante este proceso se observó la información mostrada por el controlador y se registró el voltaje del banco. También se verificó que el panel suministrara energía mientras existía radiación solar.

Para la prueba de descarga se conectó una carga de corriente alterna al inversor. Se registró el voltaje antes de iniciar el ensayo y se observó su variación durante el funcionamiento de la carga. El tiempo durante el cual el banco mantuvo el equipo conectado fue de cinco a diez minutos.

Los valores registrados durante la prueba fueron los siguientes:

Tabla 2

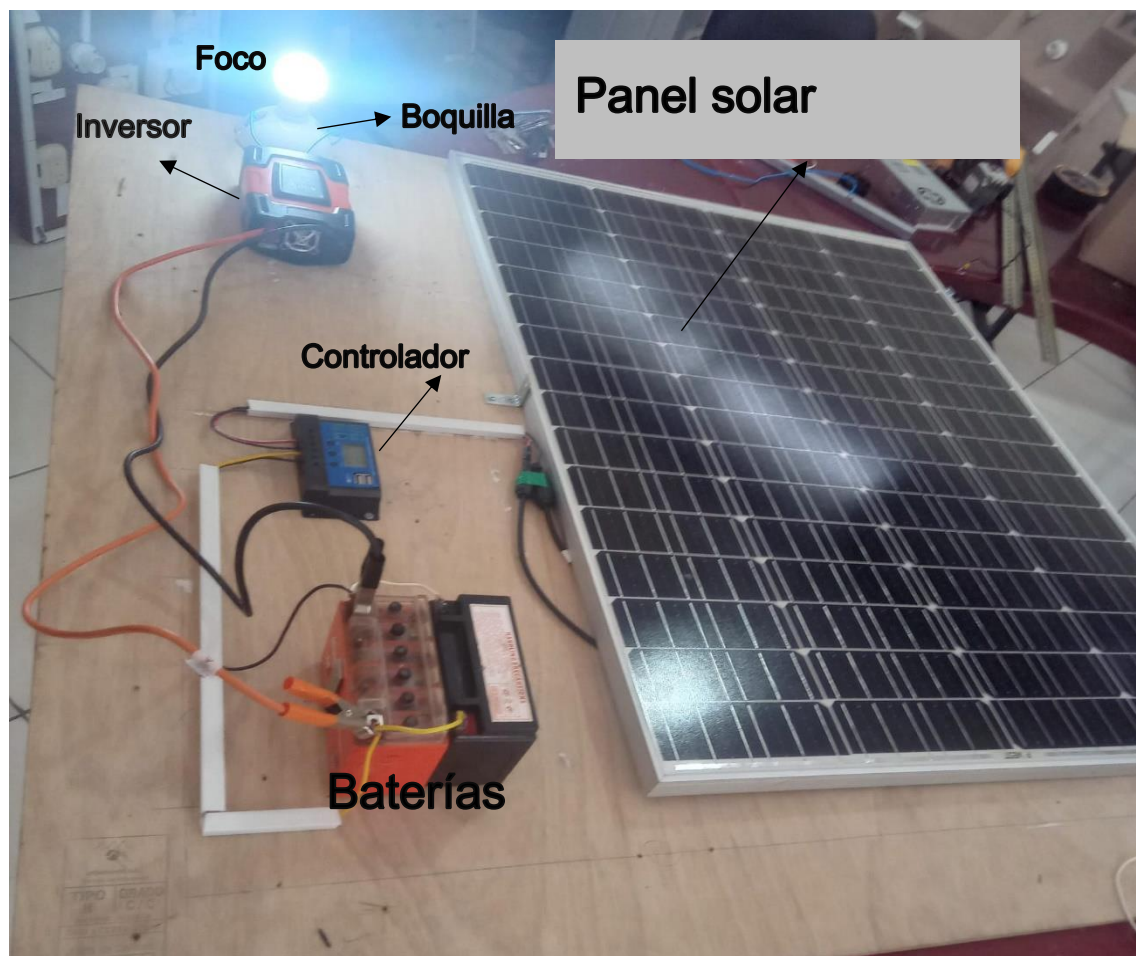
Resultados de pruebas realizadas

Parámetro	Valor obtenido
Voltaje inicial del banco	12.4 V
Voltaje durante la carga	12.6 V

Voltaje al conectar la carga	12.6 V
Voltaje final	11.8 V
Potencia de la carga conectada	74 W
Tiempo de funcionamiento	5 a 10 M

Ilustración 7.

Finalización del banco de pruebas.



CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

El diseño del banco de pruebas permitió definir la ubicación de los componentes y la conexión eléctrica del sistema. Las dos baterías se conectaron en paralelo para trabajar como un solo banco de almacenamiento, por lo que el voltaje nominal se mantuvo y la capacidad disponible correspondió a la suma de ambas unidades.

La construcción permitió integrar el panel solar con el controlador de carga y conectar el inversor al banco de baterías. La pantalla del controlador permitió observar la información disponible durante la carga. Las funciones de protección utilizadas correspondieron a las incorporadas en EL controlador e inversor instalados en el montaje.

Las pruebas permitieron observar el comportamiento del banco durante la carga y mientras alimentaba una carga conectada al inversor. El voltaje varió desde **12.4V** hasta **11.8 V**, y el tiempo de funcionamiento registrado fue de cinco a diez minutos.

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo periódico al banco de pruebas, verificando el estado del panel solar, el controlador de carga, las baterías, el

inversor, el sistema de protección y las conexiones eléctricas, con el fin de garantizar un funcionamiento seguro y prolongar la vida útil de los componentes.

Es importante utilizar baterías compatibles con las especificaciones del banco de pruebas y evitar sobrecargas o descargas profundas que puedan afectar su rendimiento. Asimismo, se recomienda comprobar el correcto funcionamiento de los fusibles y demás elementos de protección antes de iniciar cada prueba.

Como trabajo futuro, se recomienda incorporar un sistema de almacenamiento de datos en una memoria SD o en una plataforma en la nube, permitiendo registrar el historial de las pruebas realizadas y facilitar el análisis del comportamiento de las baterías a lo largo del tiempo.

Finalmente, se recomienda ampliar las capacidades del banco de pruebas mediante la implementación de monitoreo remoto a través de Wi-Fi, una aplicación móvil o una interfaz web, así como la incorporación de nuevos sensores que permitan medir temperatura, potencia y eficiencia del sistema fotovoltaico, fortaleciendo su utilidad en aplicaciones académicas, de investigación y mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Fernández, H., Martínez I., A., Guzmán A., V., y Giménez, M. I. (2005). Modelaje y simulación de una batería de plomo-ácido mediante fuentes dependientes de voltaje-corriente y bloques de funciones aritméticas. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 9(33), 35–41.

Fernández Barquilla, M. (2013). *Integración de baterías en sistemas fotovoltaicos conectados a red* [Proyecto fin de carrera, Universidad Politécnica de Madrid]. Archivo Digital UPM. <https://oa.upm.es/21485/>

Guerra Chávez, D. T., Boderro Bravo, J. B., Caicedo Benavides, F. U., y Guerra Chávez, J. D. (2025). Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico con seguidor solar para aplicar en entornos educativos. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 12(1), 45–56. <https://doi.org/10.26423/rctu.v12i1.884>

Kastillo Estévez, I. A., y Nasimba Tipán, G. S. (2017). *Diseño e implementación del controlador de carga y descarga de una batería dentro de un sistema autónomo de iluminación pública a partir de fuentes de energía renovable* [Trabajo de titulación, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio Digital EPN. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17371>

Mantuano Holguín, M. N. (2025). *Implementación de un banco de panel solar como energía alternativa para el desarrollo de prácticas en el laboratorio de electrónica y robótica de la carrera de Tecnologías de la Información*

[Trabajo de titulación, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Digital UNESUM. <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/7326>

Pinda Román, D. F. (2021). *Implementación de un módulo de pruebas a nivel de laboratorio para el estudio de paneles solares fotovoltaicos y pilas de combustible* [Trabajo de titulación, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Digital UTN. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11600>

Quevedo Pesántez, F. D., Ortega Cárdenas, V. E., y Idrovo Ortiz, L. H. (2023). Generación de energía fotovoltaica en viviendas rurales en la provincia del Cañar. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 10(2), 35–49. <https://doi.org/10.26423/rctu.v10i2.748>

Rúa-Ramírez, E., Mendoza-Jiménez, I., Torres-Suarez, E., Flórez-Serrano, E., y Serrano-Rico, J. (2021). Banco de pruebas didáctico para aprendizaje y medición del rendimiento de paneles solares fotovoltaicos. *Revista UIS Ingenierías*, 20(2), 1–10. <https://doi.org/10.18273/revuin.v20n2-2021001>

Tumbaco Chumo, C. R., y Parrales Moreira, R. I. (2010). *Diseño del control y simulación de un sistema de generación de energía eléctrica basado en módulos de paneles fotovoltaicos de un sistema monofásico desconectado de la red y baterías como unidad de almacenamiento* [Tesis de grado,

Escuela Superior Politécnica del Litoral]. DSpace ESPOL.

<https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/16720>

ANEXOS

Montando los mariales como baterías, inversor, controlador, panel solar y cableado.



El proyecto en función.



[illegible]

32

Uleam	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-05-IT-001-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE LAS CARRERAS TÉCNICAS Y TECNOLÓGICAS	VERSIÓN: 3

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Extensión El Carmen de la carrera de Electromecánica de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Eycker Fernando Mendoza Vargas, legalmente matriculado/a en la carrera de Electromecánica, período académico 2026(1 cumpliendo el total de 144 horas, cuyo tema del proyecto es ' 'Constmcción de un banco de pruebas de baterías solares con sistema de protección y visualización".

El presente trabajo de titulación ha sido desarrollado en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 24 de julio de 2026.

Lo certifico,


Ing. Reinaldo Moreira, Mag