

**Análisis de Eficiencia en Conversión/Almacenamiento de Energía Solar y Adquisición de  
Datos de Paneles Solares del Laboratorio de Física y Electrónica de la UNAD (Sede  
Nacional JCM) en el Marco de su Uso como Laboratorio Remoto**

Julio Cesar Castro

Universidad Nacional Abierta y a Distancia  
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería  
Programa de Ingeniería Electrónica  
Bogotá, Colombia  
Noviembre de 2020

**Análisis de Eficiencia en Conversión/Almacenamiento de Energía Solar y Adquisición de Datos de Paneles Solares del Laboratorio de Física y Electrónica de la UNAD (Sede Nacional JCM) en el Marco de su Uso como Laboratorio Remoto**

Julio Cesar Castro

Trabajo de Grado Presentado como Requisito para Optar al Título de:

Ingeniero Electrónico

Director (a):

Nombre Asesor Trabajo Grado

Manuel Julián Escobar

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería

Programa de Ingeniería Electrónica

Bogotá, Colombia

Noviembre de 2020

## **Declaración de Derechos de Propiedad Intelectual.**

Los autores de la presente propuesta manifestamos que conocemos el contenido del Acuerdo 06 de 2008, Estatuto de Propiedad Intelectual de la UNAD, Artículo 39 referente a la cesión voluntaria y libre de los derechos de propiedad intelectual de los productos generados a partir de la presente propuesta. Asimismo, conocemos el contenido del Artículo 40 del mismo Acuerdo, relacionado con la autorización de uso del trabajo para fines de consulta y mención en los catálogos bibliográficos de la UNAD.

## Agradecimientos

Expreso mis agradecimientos a:

En primer lugar quería agradecer el apoyo recibido por parte de mis hijos y esposa que siempre han estado apoyándome cediéndome parte del tiempo de compartir en el hogar a mi lado, desde que empezara a estudiar esta bonita pero dura carrera como es la de ingeniero electrónico, y que siempre me han sabido inyectar moral en mis peores momentos, no solo vividos a causa de mis estudios sino como consecuencia de la vida diaria con el trabajo a cuestras, agradezco también a Dios pues fue el que me guio en cada paso que di.

Quiero mostrar mi más sincero agradecimiento a mis compañeros de clase y a los tutores de la UNAD, que han hecho que este duro trance como es la carrera se llevara de forma más amena, porque no solo la escuela de ECBTI nos ha servido para formarme como ingeniero, sino que en ella he encontrado muchas cosas más. Me ha formado como ingeniero con ética, ha hecho que madurara y he encontrado unos conocimientos imborrables de mi mente.

*Las cosas fáciles en la vida las olvidamos rápidamente, pero lo que nos ha costado siempre es una marca imborrable en nuestro cuerpo y mente. Hay que perseverar y, sobre todo, tener metas fijadas hacia adelante para realizar alguna cosa con éxito y que esa cosa hay que alcanzarla, cueste el sudor y lágrimas.*

*Julio Castro*

## Resumen

El presente proyecto se estudió la eficiencia de equipos de laboratorio ensamblados como sistema convertidor de energía solar controlado, suministrados a la UNAD, se presentó en el contexto de una futura implementación como laboratorio remoto educativo.

Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) han facilitado el surgimiento de nuevas tendencias de aprendizaje, acompañadas de nuevos tipos de laboratorios en telemetría o telecontrol de equipos y dispositivos, brindándose acceso a laboratorio a través de internet. La implementación de este tipo de laboratorios se puede entrenar para labores de inspección de los paneles solares evaluando eficiencia operativa, o de prevención de fallas y promoción del uso de paneles solares, de positivo impacto en la solución al calentamiento global.

La investigación y uso de las celdas solares es apenas incipiente en nuestro país. En concreto en la UNAD se ha tenido por años un equipo de control de paneles e hidrogeno, paneles en sí y baterías sin llegarles a dar el mínimo uso. Este proyecto impulsa la investigación y uso de una tecnología que requiere atención e investigación: actualmente se supone que debería ser capaz de convertir la energía solar en electricidad con una eficiencia de más del 30%, pero la eficiencia es de un 20%.

La ejecución del proyecto se llevará a cabo en la sede de la UNAD José Celestino Mutis con un análisis de eficiencia de las unidades de control, conversión y baterías de almacenamiento, en contexto de la aplicación de un laboratorio remoto de energía solar. Pruebas de acceso remoto se realizarán como validación de las características de eficiencia del sistema.

**Palabras claves:** Eficiencia, Laboratorio, Energía, Virtual, Renovable, Celdas Solares, Sistema Fotovoltaico.

## **Abstract**

This project is a study of the efficiency of assembled laboratory equipment as a controlled solar energy converter system, in the context of a future implementation as a remote educational laboratory.

Information and communication technologies (ICT) have facilitated the emergence of new learning trends, accompanied by new types of laboratories in telemetry or telecontrol of equipment and devices, providing access to the laboratory through the internet. The implementation of this type of laboratory can train for inspection of solar panels, evaluating operational efficiency, or preventing failures and promoting the use of solar panels, with a positive impact on the solution to global warming.

Research and use of solar cells are only just beginning in our country. Specifically, at UNAD there has been a panel control equipment, panels themselves and batteries for years without giving them the minimum use. This project encourages research and use of a technology that requires attention and research: it is currently supposed to be able to convert solar energy into electricity with an efficiency of more than 30%, but the efficiency is 20%.

The execution of the project will be carried out at the headquarters of the UNAD José Celestino Mutis with an efficiency analysis of the control units, conversion and storage batteries, in the context of the application of a remote solar energy laboratory. Remote access tests will be carried out as validation of the obtained system efficiency characteristics

**Keywords:** Efficiency, Laboratory, Energy, Virtual, Renewable.

## Contenido

### Introducción

1. Planteamiento del problema .....	1
2. Justificación.....	2
3. Objetivos.....	4
3.1 Objetivo general .....	4
3.2 Objetivos específicos .....	4
4. Marco Referencial .....	5
4.1 Energía, desarrollo y crecimiento.....	5
4.1.1 Mejoras, materiales e implementación. ....	7
4.2 Eficiencia en la práctica factores determinantes .....	10
5. Diseño metodológico .....	15
5.1 Fase 1, diseño metodológico .....	17
5.2 Fase 2, población y muestra .....	20
5.3 Fase 3. Revisión bibliográfica y análisis de datos.....	20
6. Resultados y análisis.....	25
6.1 Practica uno .....	25
6.2 Practica Dos.....	32
6.3 Practica tres.....	37
7. Conclusiones y recomendaciones .....	57

<b>7.1 Conclusiones .....</b>	<b>57</b>
<b>7.2 Recomendaciones .....</b>	<b>59</b>
<b>8. Bibliografía.....</b>	<b>60</b>
<b>9. Anexos.....</b>	<b>63</b>



## Lista de figuras y graficas

### Figuras

Figura 1 Paneles solares más eficientes disponibles. (Top 10 Solar Panels - Latest Technology 2020). .....	6
Figura 2. Característica del panel fotovoltaico a 1000 W/m con diferentes temperaturas. ....	11
Figura 3 Elemento panel (A) sensor radiación (B) brújula y medidas de largo-ancho.....	25
Figura 4 (A) brújula (B) curva sensor radiación.....	25
Figura 5 Especificaciones técnicas panel solar Hecker solar.....	26
Figura 6 Paneles auxiliares medidas ancho y largo. ....	26
Figura 7 Tipos de conexión salidas voltaje panel auxiliar .....	27
Figura 8 Medida generación voltaje dentro de instalaciones.....	27
Figura 9 Medida generación corriente dentro de instalaciones. ....	28
Figura 10 Medida voltaje con proyección solar por ventanas. ....	28
Figura 11 Medida corriente con proyección solar por ventanas. ....	29
Figura 12 Medida voltaje zona exterior instalaciones. ....	29
Figura 13 Medida corriente zona exterior instalaciones. ....	30
Figura 14 Voltaje baterías módulo nexa training.....	30
Figura 15 Voltaje y amperios suministrados con nubosidad. ....	32
Figura 16 Voltaje de baterías después de 1 hora de conectar paneles directos.....	33
Figura 17 Conexión modulo nexa training. ....	34
Figura 18 Verificación funcionamiento software. ....	34
Figura 19 Verificación salidas voltaje modulo alimentación directo. ....	35

Figura 20 Voltaje después de ser alimentadas por paneles solares.....	36
Figura 21 Manual operación y regulador carga.....	36
Figura 22 Cargador electrónico 12 voltios, 2 amperios, 12 voltios.....	37
Figura 23 Baterías pruebas.....	38
Figura 24 Pistola temperatura Fluke.....	38
Figura 25 Conexión baterías serie con cargador.....	39
Figura 26 Revisión voltaje baterías inicio.....	39
Figura 27 Medición corriente baterías inicio.....	40
Figura 28 Medición temperatura inicio.....	40
Figura 29 Medición voltaje después de 4 minutos.....	41
Figura 30 Medición corriente después de 4 minutos.....	41
Figura 31 Medición temperatura después de 4 minutos.....	42
Figura 32 Medición voltaje después de 100 minutos.....	42
Figura 33 Medición corriente después 100 minutos.....	43
Figura 34 Medición temperatura después de 100 minutos.....	43
Figura 35 Opción Solar-Lab en Red.....	50
Figura 36 Descripción panel programación Node-RED.....	52
Figura 37 FRED en la Nube Programa.....	53
Figura 38 Interfaz Diseño Solar-Lab.....	54

## **Graficas**

Grafica 1 Panel Solar comportamiento de Voltaje contra el Amperaje .....	33
Grafica 2 Comportamiento Voltajes Baterías y Cargador .....	45
Grafica 3 Comportamiento Corriente Baterías .....	46
Grafica 4 Temperaturas Ambiente y Baterías.....	46

## **Tablas**

Tabla 1 Estructura y composición básica de los PV en la industria hoy día .....	9
Tabla 2 Salida y Puesta del sol año.....	13
Tabla 3 Tipos de batería utilizadas en sistemas solares. (2020) .....	14
Tabla 4 Comportamiento de diferentes baterías al ser cargadas.....	44
Tabla 5 Promedio moda y media datos.....	45

## **Lista Anexos**

Anexo 1 Descripción baterías .....	63
Anexo 2 Enlaces videos explicativos.....	63

## Lista de símbolos y abreviaturas

### Símbolos

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
$W$	Unidad Potencia	$W = 1 \text{ J/s}$	<i>Vatio o watts</i>
$v$	Unidad de voltaje	V	<i>Voltio</i>
$S$	Unidad de tiempo	S	<i>Segundos</i>
$kW_p$	Unidad de potencia pico en PV	$kW_p$	<i>Kilovatio pico</i>
$m^2$	Unidad área	$m^2$	<i>Metro cuadrado</i>

## Abreviaturas

Abreviatura    Término

---

*PV*            Sistemas fotovoltaicos

*CA*            Corriente alterna

*CC*            Corriente continua

RETIE        Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.

SSA           Sistema solar aislado

MPPT        Máximum power point tracking “Máximo poder punto seguido”

UOC         Voltaje de circuito abierto

## Introducción

En este proyecto se empleó un laboratorio remoto con un software utilizado para ayudar a los estudiantes-usuarios, a aprender sobre el flujo de energía y eficiencia del sistema enfocado en energías renovables en este caso la utilización de paneles solares con sensores incluidos de temperatura y sensor de irradiación, lo que hace posible implementar interesantes proyectos relacionados con el suministro de energía autárquica.

Las características del producto nos servirán para utilizar sistemas fotovoltaicos para cargas de CA de hasta 700 W que incluye software para PC para el control del sistema y la adquisición de datos, material extensivo de instrucción y experimentación, con el componente más fundamental del sistema la posibilidad del monitoreo remoto a través de la red LAN en diferentes sitios de Colombia con acceso a internet

La extensión del sistema modular solar fue conectada con cables y acoplamientos de liberación rápida permitiendo una fácil instalación y desmontaje de los paneles solares, esta unidad de módulo paneles solares son de tipo policristalino, con ángulo ajustable de inclinación incluyo un kit de sensores PV que consta de sensor de temperatura, sensor de irradiación y brújula para alineación de módulos.

Con estos PV obtenemos la corriente continua generada por los módulos solares para carga las baterías del sistema mediante un regulador de carga. La electrónica de potencia, que incluye un inversor y un convertidor de CC, proporciona al usuario 12 V CC y 230 V CA.

El software que incluye estas herramientas se utiliza para visualizar datos y controlar el sistema. Las mediciones a nivel de sistema y componente se muestran, pudiendo recuperarse para posteriormente exportarse fácilmente para su luego procesamiento. Además, se pueden definir los valores límite para la regulación de la batería, todo esto se pudo evidenciar a través de



este trabajo donde los estudiantes podrán ver en tiempo real, el comportamiento de este sistema de verificación de la eficiencia de los paneles solares, este resumen del sistema permitirá ver la vista de diagrama de flujo, temperatura ambiente, humedad ambiente, visualización de voltaje y corriente para componentes individuales, análisis de eficiencia, balance general de salida del sistema, Cadena de eficiencia del sistema (diagrama de Sake), curva de tiempo, visualización gráfica de las medidas y mediciones libremente configurables.

## **Planteamiento del problema**

Hoy día no contamos con espacios (físico-virtuales), donde podamos hacer lecturas de datos reales, en funcionamiento de paneles solares sin desplazarnos grandes distancias a sitios bien sea dentro de la ciudad o fuera de esta comprendiendo el territorio colombiano. Aún en los mejores casos puede haber limitaciones en el tiempo disponible de uso; ahí la ventaja de un laboratorio remoto donde los estudiantes pueden acceder 24 horas al día, evaluando las variables de voltaje, corriente, temperatura, eficiencia y potencia que se puedan necesitar, optimizando los puestos de estudio haciéndola una herramienta necesaria, ya que podrían acceder en línea muchos usuarios.

Los paneles solares han existido a lo largo de varios años, pero aún no hicieron una contribución importante en los últimos años, aunque las plantas de energía solares han surgido no desarrollan toda la capacidad, debemos estudiar cómo aplicar el mejor método para gestionar de manera centrada la eficiencia energética en los paneles solares por laboratorios remotos.

Varias determinaciones de investigadores están tratando desarrollar nuevos tipos de colectores solares para incrementar la eficacia de conversión de energía o reducir los costos. Es así como en el mundo científico se han realizado investigaciones para encontrar nuevos materiales fotosensibles que posean unas mejores características que permitan incrementar ostensiblemente la eficiencia de los paneles a un bajo costo.

Actualmente existen en el mundo proyectos en ejecución (algunos ya construidos y operativos) de experimentación remota enfocados a educación en física o ciencias básicas, pero carecen aún de uso masivo. La pregunta es ¿Tiene el sistema de conversión solar controlada presente en el laboratorio de física de la Sede Nacional JCM una eficiencia aceptable como para ser usado como laboratorio remoto con posterior uso masivo formativo

## **Justificación**

Esta investigación se hizo con el fin de analizar la eficiencia de los paneles del laboratorio como parte de un sistema de conversión energía de contexto formativo y acceso remoto. Más allá de que el valor de la energía proveniente del sol disminuyo rápidamente, todavía es bastante más prominente que el valor de las tecnologías energéticas comunes. Por esto se necesitó del estudio de experimentos en laboratorios remotos de los paneles solares.

Entendemos que la energía del sol es en última instancia es algo positivo, pero ¿los objetivos de este habitualmente justifican los mecanismos de desarrollo? todo esto concluye en el proyecto del laboratorio remoto que se constituye en una herramienta vital para el crecimiento de la UNAD desde el punto de vista de infraestructura física enfocada a la enseñanza de las ciencias físicas e ingenierías.

Los beneficios del laboratorio remoto en esencia beneficiarán a todos los estudiantes de la UNAD que habitamos en el país, además aportara en especial a las futuras generaciones para encontrarán una forma de verificar-estudiar las variables físico, químicas y electrónicas para el estudio de energías solares

Con el inicio del proyecto de educación a distancia presentado por la UNAD, el desarrollo y la construcción de laboratorios remotos debería florecer como en muchas universidades del mundo. Combinado con métodos de enseñanza modernos, utilizando tecnología de red informática avanzada, tecnología de comunicación y la experimentación remota, cualquier

estación de trabajo en la red se puede utilizar para enseñar y simular experimentos independientemente de las restricciones de tiempo y lugar.

De esta manera, no solo se puede mejorar en gran medida la calidad y el nivel de enseñanza, sino que se pueden compartir recursos limitados, promoviendo así el desarrollo de la enseñanza y la investigación.

Con un énfasis de introducirnos en las tecnologías que acogen el termino internet de las cosas IoT, El principal beneficio de usar IoT en energía solar es que puede ver exactamente lo que está sucediendo con todos sus activos desde un panel de control central. Al conectar sus dispositivos a una red en la nube, puede identificar dónde se originó el problema y enviar datos en tiempo real para evaluar soluciones o comportamientos en diferentes sitios.

## Objetivos

### 3.1 Objetivo general

Validar la adquisición de datos y estado de instrumentación en un estudio de la eficiencia de los paneles solares (y sus equipos de control asociados) en el laboratorio de física y electrónica en la UNAD (Sede Nacional JCM) para posterior implementación como laboratorio remoto en procesos de aprendizaje e investigación

### 3.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado de paneles, baterías y sistema de control.
- Diseñar protocolo de operación de sistema de conversión solar con acceso remoto.
- Analizar los resultados obtenidos de las actividades y modelos pilotos implementados, en el control de la eficiencia de los paneles solares en el transcurso de la operación.
- Desarrollar un modelo a escala de laboratorio remoto para evaluar las características en hardware, protocolos de comunicación y software

## **Marco Referencial**

La ciencia aplicada en especial la solar fotovoltaica se convirtió en una opción sustancial para los elementos utilizados como fuentes comunes son los combustibles fósiles. Las indagaciones recientes se centran en técnicas para incrementar la efectividad de los sistemas solares fotovoltaicos (PV) para emprender las crecientes pretensiones de la demanda mundial de electricidad (Rajvikram & Sivasankar, 2019).

### **4.1 Energía, desarrollo y crecimiento**

Esta energía es primordial para el avance económico y el desarrollo. Con el rápido desarrollo, avance y el impulso para expandir la economía, la sociedad pide más electricidad. Junto con la constatación de que la producción de energía insostenible tiene la posibilidad de tener un efecto amenazador en nuestro medio ambiente. (Alaa, Wan, & Shyam, 2018), no obstante, una sección sustancial de la energía solar incidente se está perdiendo debido a la reflexión en el diseño aire / vidrio, así como a la acumulación de polvo en los módulos. (Sayem, Abdel, Pervez, & Surkatti, 2019).

Este problema llevó a los estudiosos a hacer células solares con transparencia (TSC), que resuelven el inconveniente convirtiendo alguna lámina de vidrio en una célula solar fotovoltaica, estas células posibilitan la energía al tomar y usar energía de luz no deseada por medio de ventanas en inmuebles y automóviles, lo que lleva a un uso eficaz del espacio arquitectónico (Alaa, Wan, & Shyam, 2018).

Hoy en día, las fábricas o generadores de energía fotovoltaica se piensan son fuentes de generación de energía eléctrica agradables con el medio ambiente, debido a que reducen considerablemente la emisión del dióxido de carbono a la atmósfera (Chen y Yan,2015).

La proporción de energía eléctrica creada por una central solar dependerá, primordialmente, de la radiación solar incidente, la temperatura ambiente y la polución o basura que se encuentre en estos paneles solares (Benavides, Jurado y González, 2018).

Lo que nos con transporta a que mientras se comience a desarrollar cada vez más esta conformación de producción de energía tanto en Colombia como en todo el mundo se necesiten millones de unidades de paneles solares fotovoltaicos para lograr contemplar la demanda.











 <b>Most Efficient Solar Panels Available 2019</b>				
Manufacturer	Model	Max power (W)	Cell Type	Efficiency %
SUNPOWER	Maxeon 3	400W	N-type IBC	22.6
 LG	Neon R	370W	N-type IBC	21.4
SUNPOWER	Maxeon 2	360W	N-type IBC	20.4
 LG	Neon 2	345W	N-type Mono	20.1
 REC Solar	N-Peak	330W	N-Type Mono Half-cut	19.8
 Q CELLS	Q.Peak Duo	330W	P-Type Mono Half-cut	19.8
 WINAICO	WSP-MX	335W	P-Type Mono PERC	19.4
 Jinko Solar	Eagle 60M	325W	P-Type Mono Half-cut	19.3
JASOLAR	JAM60S03	325W	P-Type Mono Half-cut	19.3
 LONGI Solar	LR6-60HPH	320W	P-Type Mono Half-cut	19.3
 SUMEC Phono Solar	Twin Plus	320W	P-Type Mono Half-cut	19.3
 Trinasolar	Honey M Plus	315W	P-Type Mono	19.2

Figura 1 Paneles solares más eficientes disponibles. (Top 10 Solar Panels - Latest Technology 2020). Recuperate de: <https://www.cleanenergyreviews.info/blog/most-efficient-solar-panels>

#### **4.1.1 Mejoras, materiales e implementación.**

No obstante, los paneles solares fotovoltaicos tienen 3 enormes problemas:

El primero es que su tiempo de vida útil no supera los 20 años (Tobajas, C. 2018).

Otro punto considerable es el agua que se requiere para la limpieza de los paneles, cuyo porcentaje varía grandemente en relación de la ubicación del sistema.

Por último, es que están contruidos-acoplados de materiales que están conformados por metales pesados, tierras extrañas y algunos elementos corrosivos que al exponerse con medio ambiente y al pasar de los años una vez finalizado su periodo de vida, tienden a degradarse y reaccionar con el aire y la humedad provocando la aparición de lixiviados y sustancias corrosivas lo que llevaría a estos desechos a ser considerados como un residuo de carácter riesgoso (Guzmán, 2017).

Por lo cual en este apartado planteamos hacer una repotenciación de los paneles solares progresando en la eficiencia de las celdas solares, la eficiencia en las celdas solares se le llama, el porcentaje de capacidad transformada en energía eléctrica de la luz solar, esta expresión puede calcularse relacionando la potencia máxima de la energía eléctrica generada ( $P_m$ ), con la luminiscencia de luz ( $W/m^2$ ) bajo algunas circunstancias específicas (STC) y el área superficial en  $m^2$  está dado por cálculos matemáticos (Noguera, Pinto, y Villareal, 2018).

Los nuevos elementos fotosensibles que se usan en los últimos años se han venido llevando a cabo una secuencia de indagaciones para conocer materiales que tengan características fotovoltaicas y utilizarlos en la creación de novedosas celdas solares. Estos los podemos conceptuar en varios tipos. De estos materiales podemos encontrar el dióxido de titanio ( $TiO_2$ ), el cual, por estipulaciones termodinámicas, su composición no es apta para el oxígeno, facilita una mejor absorción de luz solar y consecuentemente la celda puede ceder una más grande



proporción de electrones al semiconductor, dando como resultado una más grande concentración de energía eléctrica (Tuesta, Gutarra, 2004). En la que se basa los paneles solares.

Otro material que empezó a tomar fuerza en poner en funcionamiento de celdas solares es el Cobre (Cu), determinado por su color rojizo con sus colores brillantes y su adaptación de ser maleable, dúctil y un muy buen conductor, Existe otro componente llamado perovskita “el material que duplica la eficiencia de los paneles solares” los perovskitas son elementos cristalinos formados por moléculas de elementos metálicos y no metálicos, formados por enlaces iónicos y/o covalentes. Son frágiles y con baja ductilidad. Tiene la posibilidad de ser buenos aislantes eléctricos y térmicos debido a la carencia de electrones conductores a temperatura ambiente.

Poseen altas temperaturas de fusión y, así mismo, una seguridad subjetivamente alta en la mayoría de los medios agresivos por causa de la seguridad de sus enlaces fuertes (Zhengqi & Ahalapitiya 2018). Este material provoca que no se pierda corriente que se disipa con apariencia de calor.

Este es un material que podría sustituir al silicio y duplicar la eficacia de los paneles sin incrementar significativamente el valor de estos. el récord a esta fecha 2014 es del 20,1%, desarrollado por el Instituto Coreano de Tecnología Química en noviembre del mismo año. En solo tres años, la eficacia ha aumentado en un aspecto de cinco. En contraste, el trabajo de avance de células solares más adelantado se ha realizado a lo largo de décadas y la eficiencia ha estado cerca del 25%. Los perovskitas tienen numerosas causas para su atención, y sus fuentes de elementos son demasiado abundantes. Los investigadores tienen la posibilidad de unir fácilmente estos elementos hacer películas con construcciones enormemente cristalinas; hay bastante que buscar y gustar de las células solares fundamentadas en perovskita. Son sencillas y baratas de

producir, proponen elasticidad que podría desbloquear una extensa selección de métodos y sitios de instalación, y en los últimos años han alcanzado eficiencias energéticas cercanas a las de las celdas tradicionales fundamentadas en silicio.

Tabla 1

*Estructura y composición básica de los PV en la industria hoy día*

Tipos de panel	Eficiencia	Área por $kW_p$	Aplicación	Componente	Observaciones
Mono-cristalino celda silicio	15-18%	7-9 $m^2$	Residencial / Comercial	Hecho de láminas de silicio cortadas de un cristal homogéneo en el que todos los átomos de silicio están dispuestos en la misma dirección	Afectado por pequeñas sombras, más caro, pero más eficiente
Policristalino	13-16%	8-9 $m^2$	Residencial / Comercial	El silicio en bruto se funde y se vierte en un molde cuadrado. A continuación, se enfría y se corta en láminas perfectamente cuadradas	La menor tolerancia al calor de estas celdas hace que cuenten con una eficiencia inferior a la alternativa monocristalina.
Otros Celdas flexibles Capas transparentes	6-12%	0.1-10 $m^2$	Comercial / Utilitario	Otros materiales de capa fina con componentes de indio y selenio (CiS), cobre-indio galio y selenio (CIGS) y cadmio y telurio (CdTe)	Aunque estas celdas son relativamente con poca materia prima se reduce el costo de producción, queda

---

Celdas orgánicas	cierta inseguridad sobre su durabilidad
------------------	---

---

Fuente: elaboración propia

#### **4.2 Eficiencia en la práctica factores determinantes**

En la vida real, la eficiencia operativa del panel es dependiente de una secuencia de causantes externos que se enumeran a continuación, lo que tienen la posibilidad de ayudar a reducir enormemente la eficiencia tanto del panel como del sistema en general:

- Temperatura de la celda
- Sombreado
- Orientación e inclinación del panel
- Época del año
- Polvo y suciedad

#### **Temperatura**

El calor excesivo puede reducir significativamente la salida de un sistema fotovoltaico, puede parecer contrario a la intuición, pero la eficiencia del panel solar se ve contaminada negativamente por los aumentos de temperatura. Las unidades fotovoltaicas se prueban a una temperatura de 25 grados C (STC), aproximadamente 77 grados F, y supeditada a su ubicación instalada, el calor puede disminuir la eficiencia de salida en un 10-25%. A medida que se incrementa la temperatura del panel solar, su corriente de salida acrecienta exponencialmente,

mientras que la salida de voltaje se aminora linealmente. De hecho, la reducción de voltaje es tan predecible que puede usarse para medir con precisión la temperatura.

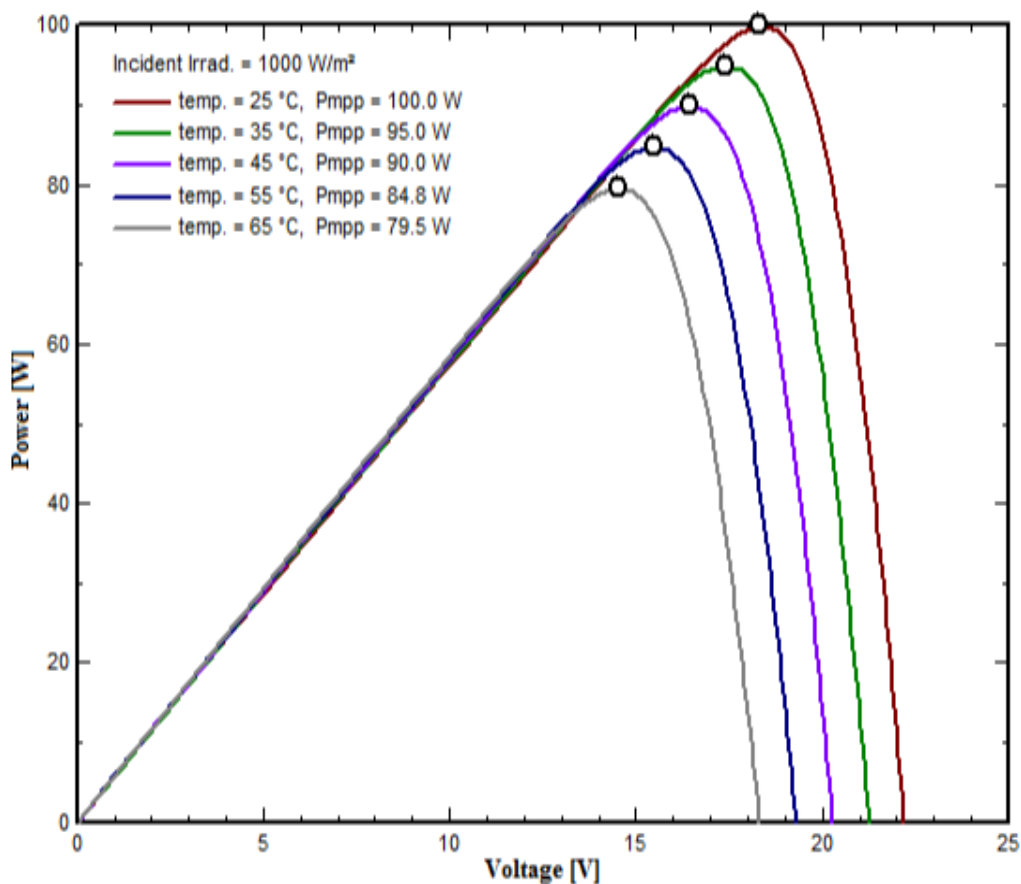


Figura 2 Muhammad, I. (2016). Característica del panel fotovoltaico a 1000 W/m con diferentes temperaturas. Recuperado de [https://www.researchgate.net/figure/The-characteristic-of-PV-panel-at-constant-1000-Wm-solar-irradiance-with-different-PV\\_fig1\\_309600416](https://www.researchgate.net/figure/The-characteristic-of-PV-panel-at-constant-1000-Wm-solar-irradiance-with-different-PV_fig1_309600416)

## Sombra

La sombra obviamente afectará la salida de los paneles solares. Dependiendo de su configuración, un poco de sombra puede incluso derribar todo un sistema solar. Los micro inversores ofrecen una posible solución a los problemas de sombreado

## **Orientación del panel**

La colocación y orientación de los paneles solares es tan importante, un panel solar aprovechará la mayor cantidad de energía cuando los rayos del Sol golpeen su superficie perpendicularmente. Aquí hay dos medidas a considerar: **azimut e inclinación**.

Azimut es una palabra elegante para la dirección de los paneles, mientras que la inclinación es una medida de su ángulo desde la horizontal.

En Colombia, por medio gracias a su localización geográfica muy cercana a la línea del Ecuador, la ubicación de los paneles no es importante porque la posición del sol es vertical y poco inclinada. No obstante, la orientación el sol sale del Este, se oculta por el Oeste y recorre el cielo hacia el Sur. Por esa razón es preferible la mejor orientación, para maximizar la obtención solar es el SUR, porque es la orientación que más horas de luz recibe. Orientaciones Sudeste y Suroeste también son correctas.

En general, es de conocimiento común en la industria solar que estos paneles orientados al sur deben inclinarse entre un ángulo de 30 y 40 grados. Este ángulo varía y es casi igual a la latitud de su hogar (qué tan al norte está en relación con el ecuador).

El grado de inclinación de los paneles será la misma que la latitud, en caso de que la latitud sea inferior a diez grados se mantendrá los mismos 10 grados de inclinación para cualquiera de estas latitudes

## **Época del año**

“Irradiación solar”. La dependencia energética es alta como la cantidad de energía percibida varía según la época del año, la hora del día y factores climáticos (nubes, lluvias, etc.).

Tabla 2

*Salida y Puesta del sol año*

NOMBRE: <b>BOGOTA</b>							
INDICADOR: <b>SKBO</b>							
COORDENADAS: 04 42 05,96 N 074 08 49,01 W							
FECHA	SR	SS	FECHA	SR	SS		
<b>JAN</b>	1	06:06	17:54	<b>JUL</b>	2	05:53	18:11
	8	06:08	18:00		9	05:54	18:12
	15	06:10	18:01		16	05:55	18:12
	22	06:11	18:04		23	05:56	18:12
	29	06:11	18:06		30	05:56	18:11
<b>FEB</b>	5	06:11	18:07	<b>AUG</b>	6	05:56	18:09
	12	06:11	18:08		13	05:56	18:07
	19	06:10	18:09		20	05:55	18:04
	26	06:08	18:08		27	05:55	18:02
<b>MAR</b>	5	06:06	18:08	<b>SEP</b>	3	05:53	18:00
	12	06:04	18:07		10	05:52	17:55
	19	05:59	18:06		17	05:50	17:52
	26	05:58	18:04		24	05:45	17:48
<b>APR</b>	2	05:55	18:03	<b>OCT</b>	1	05:43	17:45
	9	05:52	18:02		8	05:42	17:42
	16	05:49	18:01		15	05:41	17:40
	23	05:47	18:01		22	05:40	17:38
	30	05:45	18:01		29	05:41	17:37
<b>MAY</b>	7	05:43	18:01	<b>NOV</b>	5	05:42	17:37
	14	05:42	18:01		12	05:43	17:37
	21	05:42	18:02		19	05:45	17:37
	28	05:42	18:03		26	05:48	17:39
<b>JUN</b>	4	05:43	18:05	<b>DEC</b>	3	05:51	17:41
	11	05:44	18:06		10	05:55	17:43
	18	05:46	18:08		17	05:58	17:46
	25	05:51	18:09		24	05:59	17:50
				30	06:03	17:53	

Nota: Recuperado de Salida y Puesta del sol año 2020 Bogotá según meses y semanas (aerocivil.gov.co)

### Polvo y suciedad

La suciedad derivada del polvo y el smoke de las localidades donde se instalan representa un grave inconveniente que perjudica a la eficacia de las plantas solares, por lo cual su conocimiento resulta imprescindible para todo el desarrollo de cálculo de posibilitar un emprendimiento en esta área. Los estudios sobre los inconvenientes procedentes de la suciedad

son necesarios para saber las pérdidas de esta industria, programar el mantenimiento, calcular el ciclo de vida de los elementos y considerar la rentabilidad.

Tabla 3  
*Tipos de batería utilizadas en sistemas solares. (2020)*

<b>Tipo Batería</b>	<b>Mantenimiento</b>	<b>Ciclos</b>	<b>Uso</b>	<b>Años Vida</b>
Plomo Acido	sí (revisa nivel agua)	500	Aplicaciones de baja potencia	3-5
AGM	No	1000	Todo tipo	8-10
GEL	No	500-1000	Todo tipo	4-8
Trojan	sí (revisa nivel agua)	1200	Todo tipo	10
OPZ_S	sí (revisa nivel agua)	2600	Vivienda e industria	15-20
TPZ-S	sí (revisa nivel agua)	1500	residencial	8-10
OPZV	NO	2500	Todo tipo	15
Litio	No	4000	Todo tipo	15-20

## Diseño metodológico

Para el desarrollo de los objetivos propuestos se formuló una metodología integrada por tres fases, a saber:



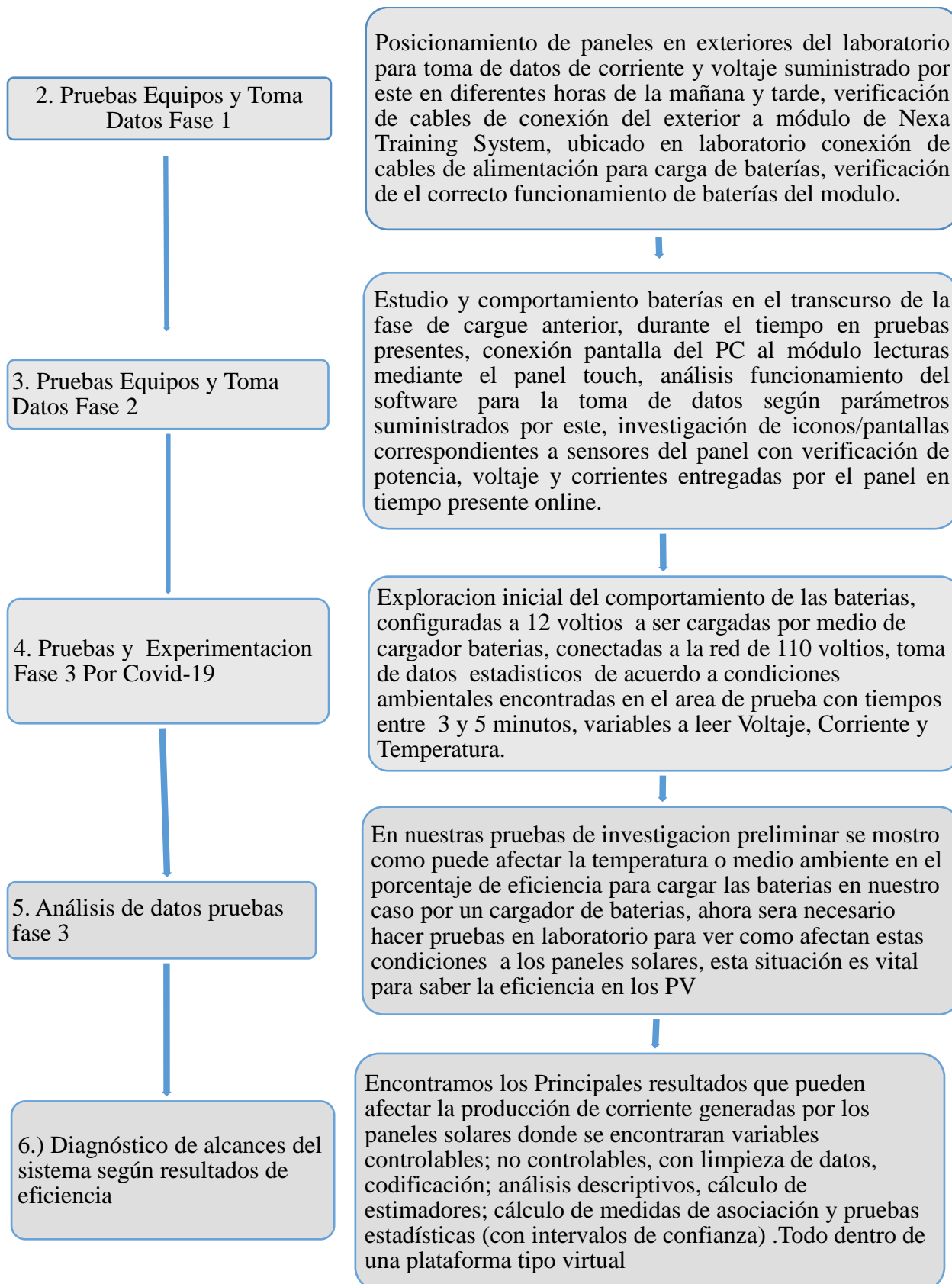
1.Exploración u Observación

Reconocimiento visual de los equipos que se pudieron encontrar en el laboratorio para la ejecución de pruebas, lectura e información bien se ha encontrada en las instalaciones o en internet con los respectivos representante de cada marca de los equipos con los que se cuenta o similares, al igual se explorara lo que las personas encontrarían en la plataforma que se presente de una manera innovadora y llamativa para entender el procesos de conversión de variables físicas a eléctricas presentadas en este tipo de investigación.

Diseño

Para el estudio de la eficiencia de paneles solares en un laboratorio remoto, surge la idea pues se cuenta con materiales y herramientas que se encuentran en la UNAD, que nos permiten profundizar en la experiencia práctica mediante la simulación e investigación observando las variables como son: temperatura, intensidad lumínica, corriente, voltaje, potencia, analizando dichos valores para tener planteamientos más precisos y bien estructurados, soportando dichos valores en tablas o graficas





## **5.1 Fase 1, diseño metodológico**

### **Tipo de investigación**

El tipo de investigación para el presente proyecto se contextualiza en un enfoque mixto donde la Investigación explicativa: permite explicar determinado fenómeno en este caso el comportamiento de los paneles solares frente a la generación de energía, donde la combinación del análisis y la síntesis permite establecer una serie de proposiciones coherentes sobre el objeto de estudio (Hernández Sampieri et al., 2010). Adicionalmente la investigación de tipo descriptivo se lleva a cabo en el Análisis del comportamiento, propiedades o características del objeto de estudio, por medio de la sistematización para favorecer trabajos posteriores y de mayor amplitud (Hernández Sampieri et al., 2010).

Para lo anteriormente descrito se exploraron los fundamentos teóricos de acuerdo su estado actual , con la finalidad de explicar la eficiencia de los paneles solares, para lograr la implementación de estos dentro del laboratorio de la sede José Celestino Mutis, a través de herramientas que incluyen hardware-software y que permiten la comprobación de su eficiencia, al ser utilizados como fuentes de generación de corriente, donde se pueden aprovechar estos elementos para el entendimiento a nivel académico-estudiantil.

Ya que se pueden evaluar las características de variables muy conocidas en el ambiente de energías renovables por medio de la virtualidad donde se podrán observar en un momento y lugar preciso su comportamiento en una instalación o sistema fotoeléctrico autónomo.

## **Métodos y materiales**

### **Método bibliográfico**

Estudio documental: se recolectan datos de fuentes secundarias. Documentos visuales, audiovisuales y públicos

### **Método experimental**

Analizar en campo: relacionando o experimentando. Para comprobar el modelo de los paneles solares en su correspondiente observación en cuanto al tema de generación de corriente y verificando el comportamiento en el cargué de las baterías.

## **Materiales**

- Módulos solares policristalinos 2 x 200 Wp / con Angulo ajustable de inclinación

Referencia NeMo\_P200\_1

Modelo 008

Marca Hecker Solar

- Sensor de Temperatura Módulos Panel

- Sensor de Irradiación Módulos Panel

Modelo 3.3

Marca Global-Strahlug

- Brújula para alineación de módulos

- Unidad de Tecnología del Sistema conformada por: (Regulador de Carga Solar Baterías de Ciclado Profundo y Conversor de DC a AC)

Modelo PR3030

Marca Steca

- Multímetro.

Modelo MA410 y TM-135

Marca Extech y Techman

- Baterías de respaldo 2 conseguidas de auto para pruebas pues el regulador indica descarga de las ya instaladas, se llevarán por emergencia Covid19 (no uso de laboratorios permitido para verificar carga de estas, posibilidad de estar dañadas por demasiado tiempo sin ser utilizadas)

Modelo 31H y 24800

Marca Mack

- Pistola temperatura laser

Referencia

Modelo 62 Mini

Marca Fluke

## **Procedimientos**

- Lectura de manuales.
- Conexionado del sistema y medición de variables eléctricas.
- Encendido de unidad de control conectada a paneles y baterías.
- Técnica de estudios de casos de sistemas solares educativos y de acceso remoto.
- Técnica estudios correlacionales sobre las variables del sistema.

## **5.2 Fase 2, población y muestra**

### **Población**

Paneles solares del laboratorio de la sede José Celestino Mutis Propiedad de la UNAD, hardware y software del control potencia para salidas en sistema de conversión energía en esta misma sede.

### **Muestra**

Paneles solares PV-MODUL NEMO\_P200\_1 marca Hecker solar, nexa training system de la empresa Heliocentris y Solar Hydrogen extensión

## **5.3 Fase 3. Revisión bibliográfica y análisis de datos**

### **Revisión bibliográfica**

La recopilación bibliográfica para contraste con datos experimentales se hará en bases de datos como ScienceDirect, SciELO, EBSCO, entre otras preferiblemente en inglés o chino tradicional.

De forma cronológica en relación del año, peculiaridades de inicio en la tecnología y materiales que sean empleados en esta fabricación, así como su asignación, durabilidad y por su puesto eficacia hoy en día. La presentación de los datos se realizará disponiendo los mismos en tablas simples o de doble entrada.

Se determinarán medidas o parámetros indicadores, revisando publicaciones de la última década poniendo de relieve las características que destaquen en el grupo de los datos recogidos.

Foco en palabras claves como diseño, eficiencia, medioambiente, producción, fiabilidad entre otras.

### **Análisis Estadístico**

Se hará un análisis descriptivo simple, debido a que, en los sistemas electrónicos, la muestras siguen el comportamiento de la población, cuando las condiciones son las mismas. Por último, vendría el análisis estadístico formal en medidas de dispersión como moda o media, junto toda aquella aproximación pertinente para organización de medidas y resultados.

Empleando estos análisis de los pasos anteriores, podremos hacer la ejecución de experiencias que ayudaron a orientar las acciones futuras en el contexto de un laboratorio remoto de energía solar

#### **A. Diseño de pruebas en campo para análisis de eficiencia**

Luego de la etapa exploratoria, se procede a diseñar un protocolo de análisis de eficiencia. Estos protocolos fueron diseñados para asistir al laboratorio una vez al mes.

Primer mes “febrero” se reconocieron los elementos y probaron módulos PV e inicio de conocimiento módulo nexa training system.

Segundo mes “marzo” inicio de pruebas de módulo nexa training system con conexión a módulos PV y carga de baterías, encendido panel touch PC y lectura de datos por software

Tercer mes suspensión temporal y cambio protocolo por Covid 19

Este protocolo de análisis final adaptado a la circunstancia Covid19 se describe a continuación:

- Análisis cuantitativo de las pruebas exploratorias.
- Con base en este análisis cuantitativo, establecer las características cualitativas de las pruebas.
- Ajuste del diseño de las pruebas a las posibilidades técnicas disponibles según condiciones de cuarentena de la ciudad, elaborando los protocolos correspondientes.
- Ejecución de las pruebas diseñadas.
- Análisis cuantitativo estadístico de resultados.
- Redacción concepto de desempeño.

## **B. Protocolos de las pruebas**

### **Prueba 1**

Medición generación voltaje y corriente en paneles solares en días soleados.

VARIABLES MEDIDAS: Voltaje en los terminales de baterías del módulo nexa

Training system, verificación en sombra y con irradiación solar

VARIABLES NO CONTROLADAS: Humedad, temperatura, lúmenes

VARIABLES CALCULADAS: Eficiencia en suministro de corriente de para cargar baterías

MATERIALES: comprobación de los paneles que cuenta el laboratorio y cuales sirven.

## **Prueba 2**

Medición de baterías en módulo nexa training comprobando si retienen la carga.

VARIABLES para medir directamente en el módulo nexa training system.

Encendido del PC y comprobación del software mediante la pantalla panel touch

Comprobación definitiva si las baterías sirven “si o no”

## **Prueba 3**

Al momento de hacer estas pruebas se debe contar con el siguiente protocolo:

Ingresar con tapabocas.

Se hará una pequeña aspersion con effersan que es un desinfectante concentrado multipropósito registrado por la EPA, en manos, zapatos y alrededor de la persona

Se tomará la temperatura con termómetro digital infrarrojo.

Se hará una pequeña encuesta donde se conste si los pasos anteriores se hicieron anexando además si tuvo contacto con alguna persona que diera positivo en los últimos días, terminando con datos como tos, pérdida de apetito, pérdida de olfato o dolor de cabeza.

Ya terminando este protocolo se harán las siguientes pruebas:

- Toma de voltaje batería 1 y batería 2 para su evaluación pues son baterías de segunda que pueden estar en condición de prestación para pruebas en la Solar extensión



- Evaluación batería 1, Su amperaje nominal es de 750, con una capacidad de arranque de 710 amperios en condiciones estables, es decir a un mínimo de 22° y media de reserva eléctrica. (90 minutos).
- Evaluación batería 2, Su amperaje nominal es de 580, con una capacidad de arranque de 540 amperios en condiciones estables, es decir a un mínimo de 22° media de reserva eléctrica. (63 minutos).

### **Medida AH: Amperios Hora.**

Como ya vimos antes, es una magnitud muy útil debido a que nos facilita hacernos un concepto de la capacidad de la batería. entre otras cosas ejemplo, una batería de 45AH, sería teóricamente capaz de proveer 45A durante una hora.

La capacidad nominal es la capacidad delimitada en condiciones normalizadas de las condiciones básicas de las que ella es dependiente. Estas circunstancias están establecidas en numerosas normas nacionales e internacionales, como las IEC, IEEE, DIN, BS, JIS, etc. Entre otras cosas, en la norma IEC 60896, las condiciones normalizadas que se sujetan para una batería estacionaria son las siguientes:

Descarga en 10h hasta 1,8 VPC (Volt por celda) a una temperatura ambiente de 20°C. En cambio, en la norma IEEE 450, las condiciones para el mismo producto son 8h hasta 1,75 VPC a 25°C.

Posteriormente se cargarán mediante el cargador de baterías electrónico comprobando con multímetro, cuanta corriente entrega a cada una y mirar si, el valor está por debajo o arriba del entregado, por los modulo solares que se encuentran en el laboratorio JCM.

## Resultados y análisis

### 6.1 Practica uno

En esta sección se presentan los resultados producto de los experimentos y la determinación de los componentes que se utilizaran en el laboratorio

Paso 1: Medidas de los paneles para funcionamiento y accesorios

#### Panel 1

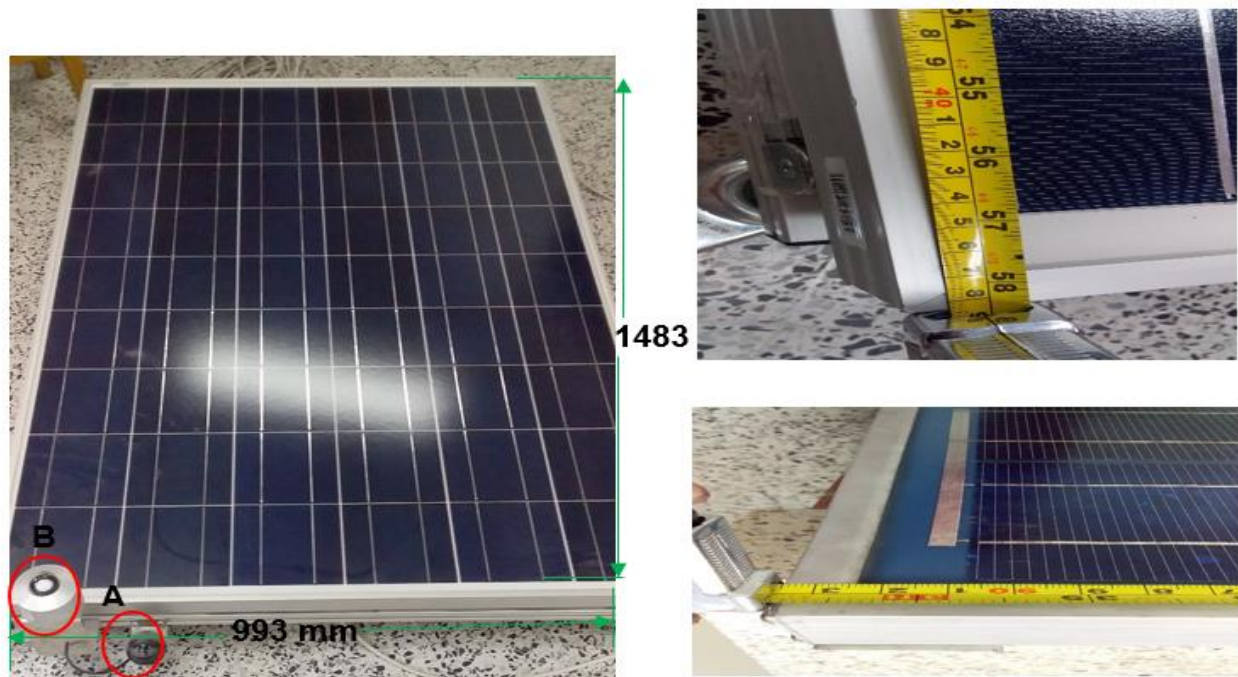


Figura 3 Elemento panel (A) sensor radiación (B) brújula y medidas de largo-ancho. Fuente: Propia

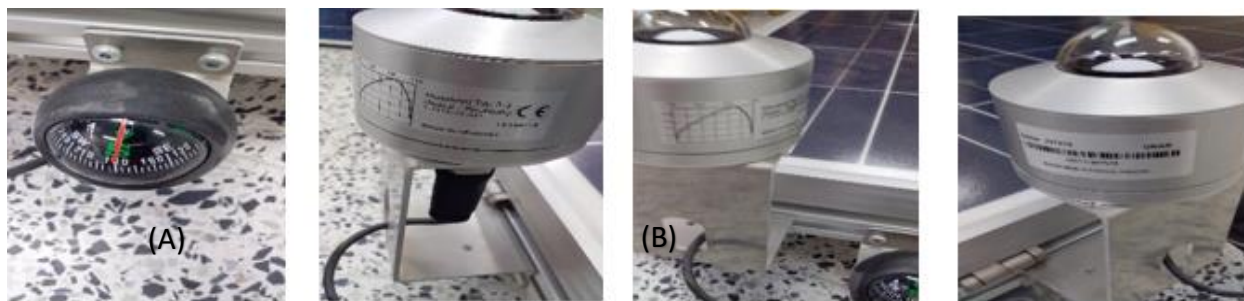
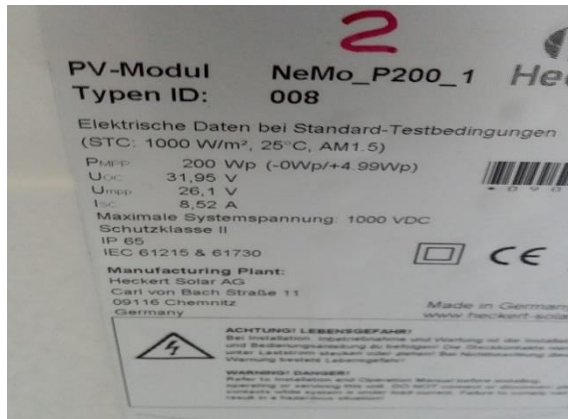


Figura 4 (A) brújula (B) curva sensor radiación Fuente: Propia

Especificaciones técnicas panel



Seguidor de punto de máxima potencia (PMPP)	200 Wp
Uoc	31.95 V
Umpp	26.1 V
Isc	8.52 A

Figura 5 Especificaciones técnicas panel solar Hecker solar. Fuente: Propia

Panel 2

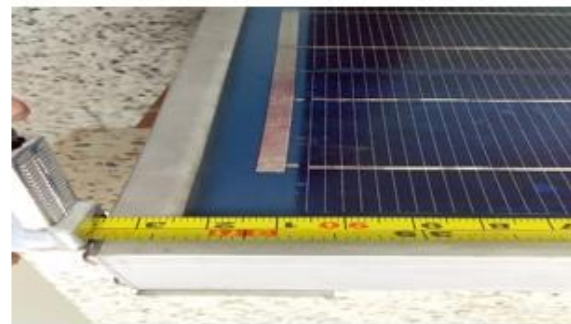
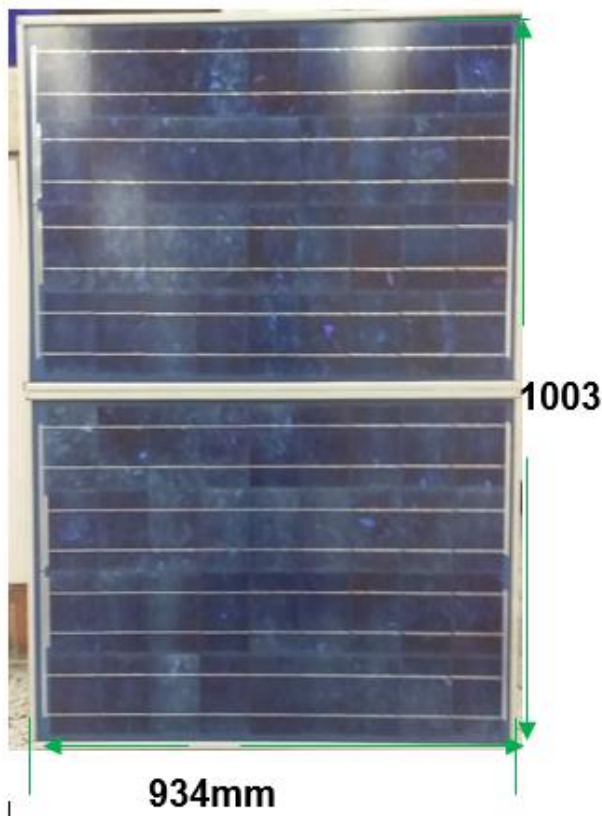


Figura 6 Paneles auxiliares medidas ancho y largo. Fuente: Propia



Conexiones traseras en la caja donde se puede obtener salidas de 6 y 12 voltios

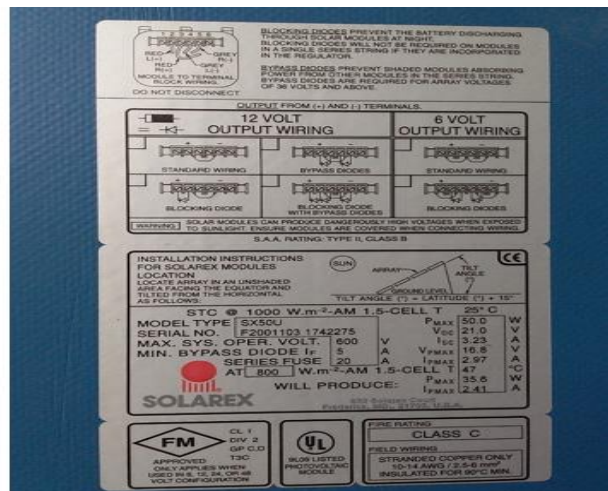


Figura 7 Tipos de conexión salidas voltaje panel auxiliar . Fuente: Propia

## Inicio de pruebas panel 1

Siendo el día 8 de febrero de 2020 a las 8:49 AM se sacó panel solar de 200 Wp de bodega y se puso en suelo sobre base sin Angulo de inclinación y en zona donde solo podía ingresar luz, pero sin llegar proyección directa de los paneles solares



Figura 8 Medida generación voltaje dentro de instalaciones. Fuente: Propia

En esta prueba se obtuvo una salida de **23 voltios** con un amperaje de **0.03 A**



*Figura 9* Medida generación corriente dentro de instalaciones. Fuente: Propia

A las 8:59 AM se ubica panel solar en espacio de laboratorio donde pueda recibir parte de los rayos solares y aprovechar los fotones que se puedan absorber.



*Figura 10* Medida voltaje con proyección solar por ventanas. Fuente: Propia



En esta prueba se obtuvo una salida de **29.8 voltios** con un amperaje de **0.85 A**



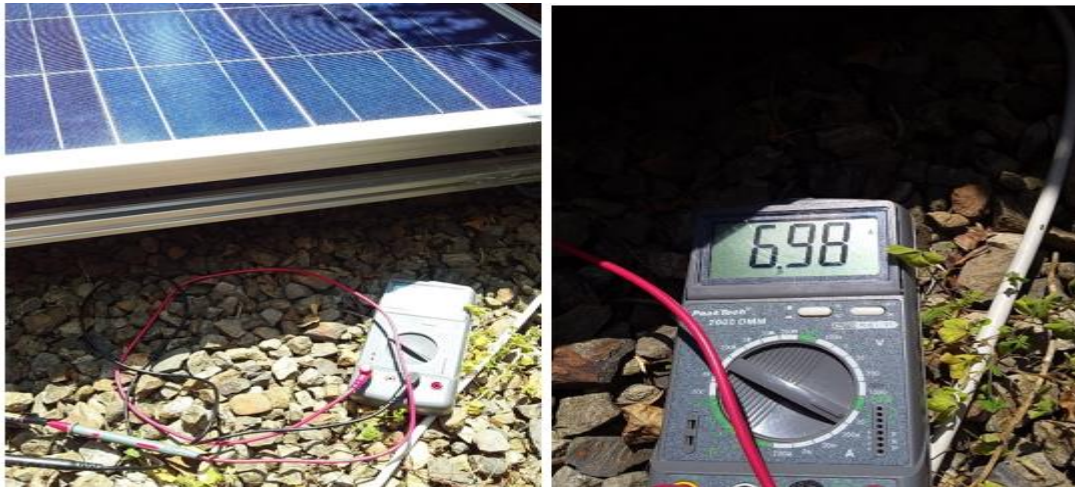
*Figura 11* Medida corriente con proyección solar por ventanas. Fuente: Propia

Se procedió a sacar paneles del laboratorio para dejar en patio donde los rayos proyectaran sobre toda la superficie del panel nuevamente se dejó sin grado de inclinación y se hicieron las siguientes mediciones siendo las 10:42 AM.



*Figura 12* Medida voltaje zona exterior instalaciones. Fuente: Propia

En esta prueba se obtuvo una salida de **30.9 voltios** con un amperaje de **6.98 A**

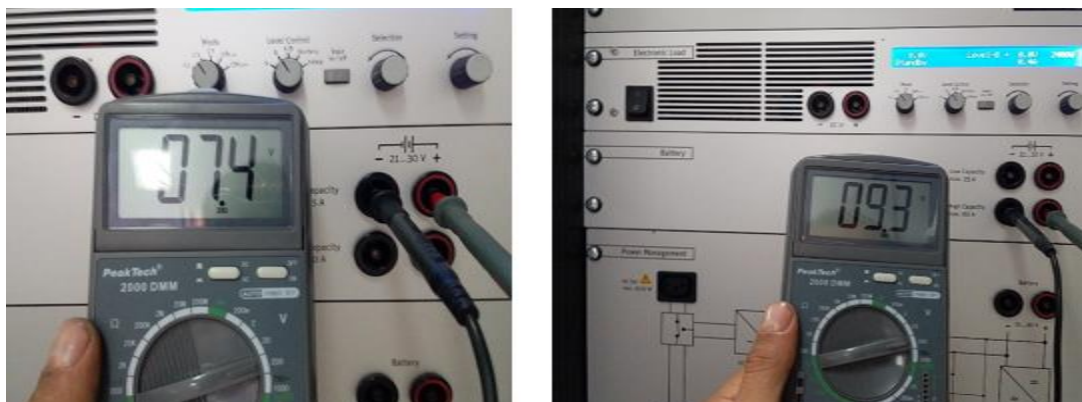


*Figura 13* Medida corriente zona exterior instalaciones. Fuente: Propia

Con las pruebas realizadas podemos concluir que el panel se encuentra en condiciones perfectas de trabajo para la instalación que deseamos hacer.

Se comienzan con evaluación del equipo Nexa Training System de Heliocentris sistema de entrenamiento nexa®: sistema de entrenamiento de pila de combustible de 1.2 kW

Lo primero que se procede a revisar es el estado de las baterías para saber si se encuentran en buen estado



*Figura 14* Voltaje baterías módulo nexa training. Fuente: Propia

En la línea de carga baterías baja capacidad **24 V, 7.2 Ah** tenemos una lectura correspondiente a **7.4** voltios esta lectura corresponde a 2 baterías conectadas en serie, que tenemos dentro del módulo lo que nos indica que las baterías están bastante descargadas bien se ha por tanto tiempo sin haber sido utilizados o la profundidad de descarga llego a estar muy alto.

En la línea de carga baterías alta capacidad **24 V, 18 Ah** tenemos una lectura correspondiente a **9.3** voltios esta lectura corresponde a 2 baterías en serie, dando las mismas conclusiones mencionadas en el párrafo anterior, por lo que se pone la descripción técnica de las baterías

**Life expectancy:**

**Cycle Use :**

100% depth of discharge 200 cycles

80% depth of discharge 225 cycles

50% depth of discharge 500 cycles

**Standby Use :** 3~5years

Con esto se podría decir teóricamente que las baterías no servirían hoy en día pues el equipo cuenta con más de 5 años de no ser usado, habría que hacer parte práctica de carga de estas por medio de los paneles solares o del módulo externo de carga que viene con el equipo y verificar si verdaderamente da la entrega de amperios hora o la capacidad de retención de carga que dice la ficha técnica



## Otros.

Para la Próximas pruebas ya que contamos con el módulo de expansión solar de Heliocentris y tenemos **15 m** de cable para conecta el panel solar en la zona exterior al módulo de entrenamiento pondremos a cargar las baterías o mediante el módulo de suministro de voltaje conectado a la red

## 6.2 Practica Dos

En la segunda fase de pruebas que se hicieron el día 15 de marzo de 2020 en un horario de 14:00pm a 17:00pm se obtuvieron los siguientes resultados teniendo un día bastante sombrío

**Paso 1:** Siendo las 14:24 se procede hacer conexión de panel solar Nemo\_P200 \_1 a equipo control Nexa® Training System y poner a cargar las 2 baterías de baja capacidad WP7.2-12 conectadas a 24 voltios



Voltaje entregado

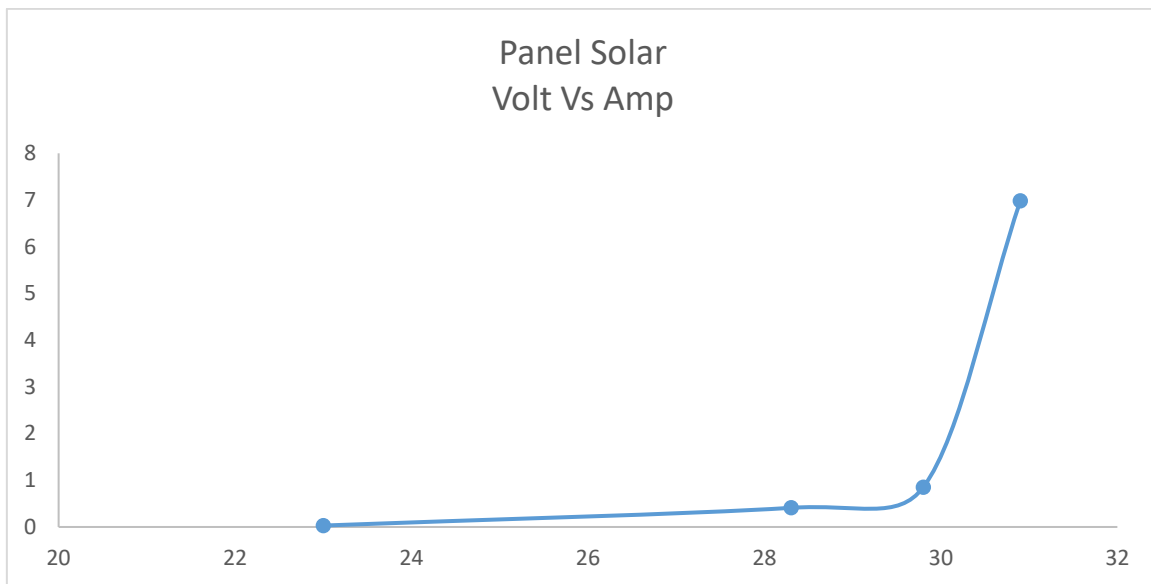


Amperaje suministrado



Figura 15 Voltaje y amperios suministrados con nubosidad. Fuente: Propia

En esta etapa se puede concluir que a pesar de las condiciones de la nubosidad logra entregar 0.4A a 28.3v, en pleno sol hora 9:00am del día 08/02/2020 sobre este hemos tenido **6.98A a 30.9 voltios.**



*Grafica 1* Panel Solar comportamiento de Voltaje contra el Amperaje. Fuente: Propia

Medición de salida baterías de baja capacidad WP7.2-12, 7.59V, en la etapa anterior 08/02/2020 se tomó una lectura de 7.4 lo que comienza a indicar que la batería no carga y menos sostiene la carga por periodos extendidos en tiempo de días.



*Figura 16* Voltaje de baterías después de 1 hora de conectar paneles directos. Fuente: Propia

**Paso 2:** Conexión de la entrada externa suministro voltaje 24 voltios a unidad de gestionado de energía, conexión salida de panel solar a módulo de baterías para poner a cargar alimentación y encendido modulo carga electrónica



*Figura 17* Conexión modulo nexa training. Fuente: Propia

**Paso 3:** Encendido de sistema de control y panel touch. Se pudo corroborar que el software arranca bien, aunque demorado y posee software basado en plataforma XP, el panel touch responde, aunque de manera muy exacta sobre los iconos, función de lectura y configuración parámetros bien, se puede concluir que si las baterías de baja carga no tienen suficiente corriente, que repito ya tenemos conectado el panel solar a estas no encenderá el sistema de control principal del touch.



*Figura 18* Verificación funcionamiento software. Fuente: Propia

**Paso 4:** Pruebas gestionado de energía, al estar alimentado directamente de la fuente de 24 voltios externa pues las baterías siguen sin tener la suficiente energía para alimentar otros componentes, el relevo que aparece en el plano eléctrico externo solo es accionado por el software y suministra a su salida 24Vdc



*Figura 19* Verificación salidas voltaje modulo alimentación directo. Fuente: Propia

**Paso 5:** Medición de baterías de baja capacidad y alta capacidad, después de tener las cargando 90 minutos con el panel solar y directamente con la fuente externa a 24 voltios, se puede concluir y tener un poco de certeza que las baterías si reciben carga pero el gran detalle es que, la carga se comienza bajar a los pocos segundos lo cual no debería ser así, en la línea de baja capacidad tuvimos 13.7 voltios y en la de alta capacidad 12 .1 voltios sigue siendo bajo deberíamos llegar a 24 voltios y mantener la carga.



Figura 20 Voltaje después de ser alimentadas por paneles solares. Fuente: Propia

**Paso 6:** conexión de panel solar a modulo extensión solar de hidrogeno, se pudo empezar haciendo conexión del panel solar al módulo, pero presenta una falla en la siguiente etapa se mirará la falla presentada pues se presume que debe ser por baja batería, este módulo lleva bastante tiempo sin ser utilizado más de 5 años



Figura 21 Manual operación y regulador carga. Fuente: Propia



## Próximas actividades

Se procederá a verificar carga de las baterías modulo Solar Hydrogen Extension, se cargarán las baterías durante un periodo prolongado, conexión cable modulo extensión solar e hidrogeno a PC.

### 6.3 Practica tres

Estas pruebas fueron realizadas por cuestiones de la pandemia del Covid-19 en un tiempo de 100 minutos en horas del mediodía así la muestra se tomó aproximadamente entre 3 y 6 minutos cada una

#### Paso 1

Alistamiento de materiales, elementos de medición y sensores para las pruebas.

“Ver anexos para descripción de elementos y materiales”

Cargador baterías 12 voltios carga normal



Figura 22 Cargador electrónico 12 voltios, 2 amperios, 12 voltios. Fuente: Propia

Baterías (1) Modelo 31H



Bateria (2) Modelo 24800

*Figura 23* Baterías pruebas. Fuente: Propia

Pistola temperatura

*Figura 24* Pistola temperatura Fluke. Fuente: Propia

## Paso 2

Conexión de baterías en paralelo con el cargador para pruebas proceso de carga



Figura 25 Conexión baterías serie con cargador. Fuente: Propia

## Paso 3

Inicio medición de variables como voltajes, corrientes y temperatura.

Batería 1 voltaje



Batería 2 voltaje



Figura 26 Revisión voltaje baterías inicio. Fuente: Propia



Corriente Bateria1



Corriente Bateria 2

*Figura 27* Medición corriente baterías inicio. Fuente: Propia

Temperatura Bateria 1



Temperatura Bateria 2

*Figura 28* Medición temperatura inicio. Fuente: Propia

#### Paso 4

Inicio medición de variables transcurridos tiempos de 4-6 minutos en voltajes, corrientes y temperatura.

Batería 1 voltaje



Batería 2 voltaje



Figura 29 Medición voltaje después de 4 minutos. Fuente: Propia

Corriente Bateria1



Corriente Bateria 2



Figura 30 Medición corriente después de 4 minutos. Fuente: Propia



Temperatura Bateria 1



Temperatura Bateria 2



Figura 31 Medición temperatura después de 4 minutos. Fuente: Propia

### Paso 5

Terminación de pruebas después de 100 minutos se anexa tabla 4 de estas variables.

Batería 1 voltaje



Batería 2 voltaje



Figura 32 Medición voltaje después de 100 minutos. Fuente: Propia

Corriente Bateria1



Corriente Bateria 2



Figura 33 Medición corriente después 100 minutos. Fuente: Propia

Temperatura Bateria 1



Temperatura Bateria 2



Figura 34 Medición temperatura después de 100 minutos. Fuente: Propia

## Análisis de resultados

Se ha tomo una muestra respectiva del comportamiento de carga de las baterías de las cuales al 31H que era de 1200 amperios horas tiene un voltaje final adecuado de operación de 13.2 voltios que con el tiempo puede descargarse , la batería de 24800 amperios hora no recibe suficiente carga sino llego solo hasta 10.69 por lo que sus condiciones de operación son regulares ya que con el tiempo esta tiende a descargarse más rápido, las baterías sirven para pruebas de estas en el equipo Solar Hydrogen Extension, para cuando autoricen las pruebas se hará el correspondiente cambio y probar el controlador de este sistema, se aclara que para este equipo son de ciclado profundo “PV” diferente a estas que son tipo vehicular

Tabla 4

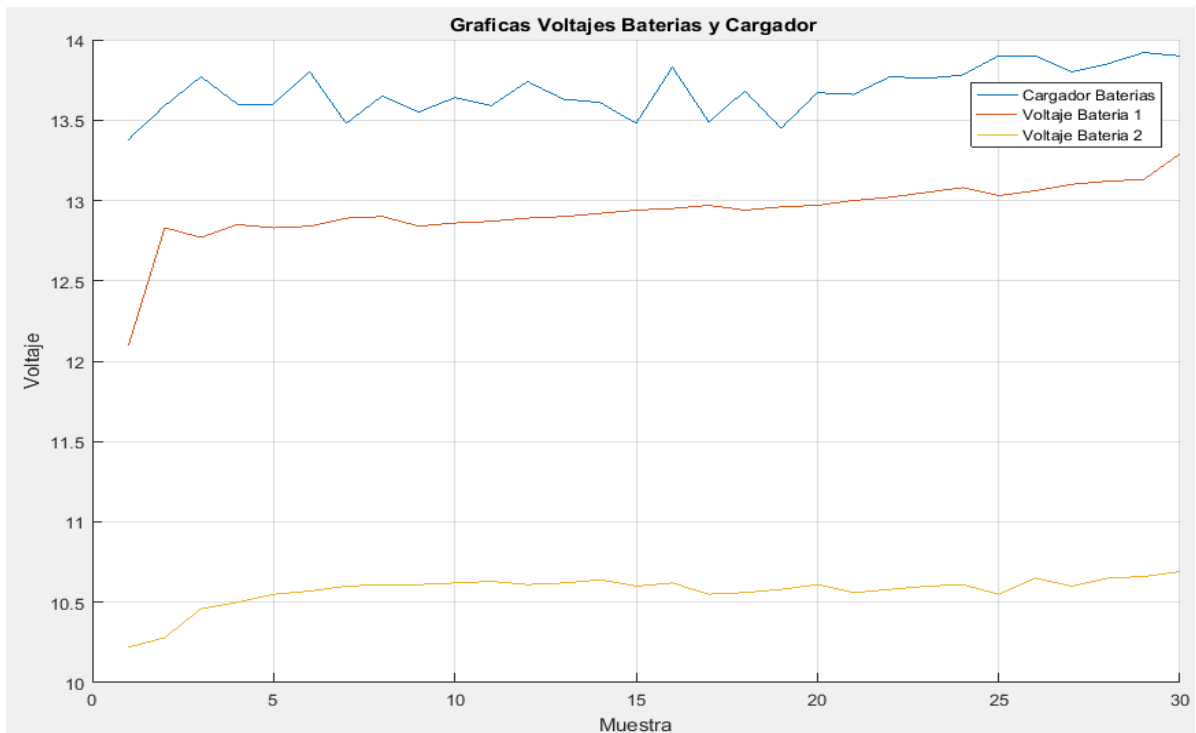
*Comportamiento de diferentes baterías al ser cargadas*

<b>Prub</b>	<b>Cagdo Bateri (V)</b>	<b>Bate 1 (V)</b>	<b>Bate 2 (V)</b>	<b>Corrien tBate 1 (Amp)</b>	<b>Corrien tBate 2 (Amp)</b>	<b>Temp eAmbi e (°C)</b>	<b>Temp e Bater 1 (°C)</b>	<b>Temp Bater 2 (°C)</b>	<b>Hora 0-24)</b>	<b>Tim pMint</b>	<b>Tim pHora</b>
1	0	12.10	10.22	2.59	0.21	19.4	19.4	19.4	11:57	0	0.00
2	13.38	12.80	10.28	2.31	0.16	18.8	19.4	19.2	12:01	4	0.07
3	13.59	12.77	10.46	2.61	0.21	18.8	19.2	19.6	12:06	9	0.15
4	13.77	12.85	10.50	2.49	0.22	18.8	19.4	19.6	12:12	15	0.25
5	13.60	12.83	10.55	2.44	0.20	18.8	19.2	19.6	12:18	21	0.35
6	13.60	12.84	10.57	2.44	0.19	18.6	18.8	19.6	12:24	27	0.45
7	13.80	12.89	10.60	2.06	0.21	18.6	19.2	19.8	12:30	33	0.55
8	13.48	12.90	10.61	2.22	0.18	18.6	18.8	19.8	12:35	38	0.63
9	13.65	12.84	10.61	2.03	0.16	19.2	19.6	19.8	12:40	43	0.72
10	13.55	12.86	10.62	1.64	0.18	18.8	19.2	19.8	12:45	48	0.80
11	13.64	12.87	10.63	2.09	0.20	18.8	18.8	19.8	12:51	54	0.90
12	13.59	12.89	10.61	2.10	0.19	19.0	19.2	20.2	12:56	59	0.98
13	13.74	12.90	10.62	2.17	0.19	18.8	19.0	20.8	13:02	65	1.08
14	13.63	12.92	10.64	2.22	0.12	18.8	19.2	20.4	13:07	70	1.17
15	13.61	12.94	10.60	1.83	0.13	19.0	19.6	20.4	13:13	76	1.27
16	13.48	12.95	10.62	2.55	0.20	18.8	19.2	20.2	13:18	81	1.35
17	13.83	12.97	10.55	2.44	0.18	19.0	19.2	20.2	13:24	87	1.45
18	13.49	12.94	10.56	2.34	0.15	18.8	19.6	19.6	13:31	94	1.57
19	13.68	12.96	10.58	2.36	0.16	18.8	19.2	19.6	13:38	101	1.68
20	13.45	12.97	10.61	2.22	0.19	18.8	19.0	19.8	13:45	108	1.80

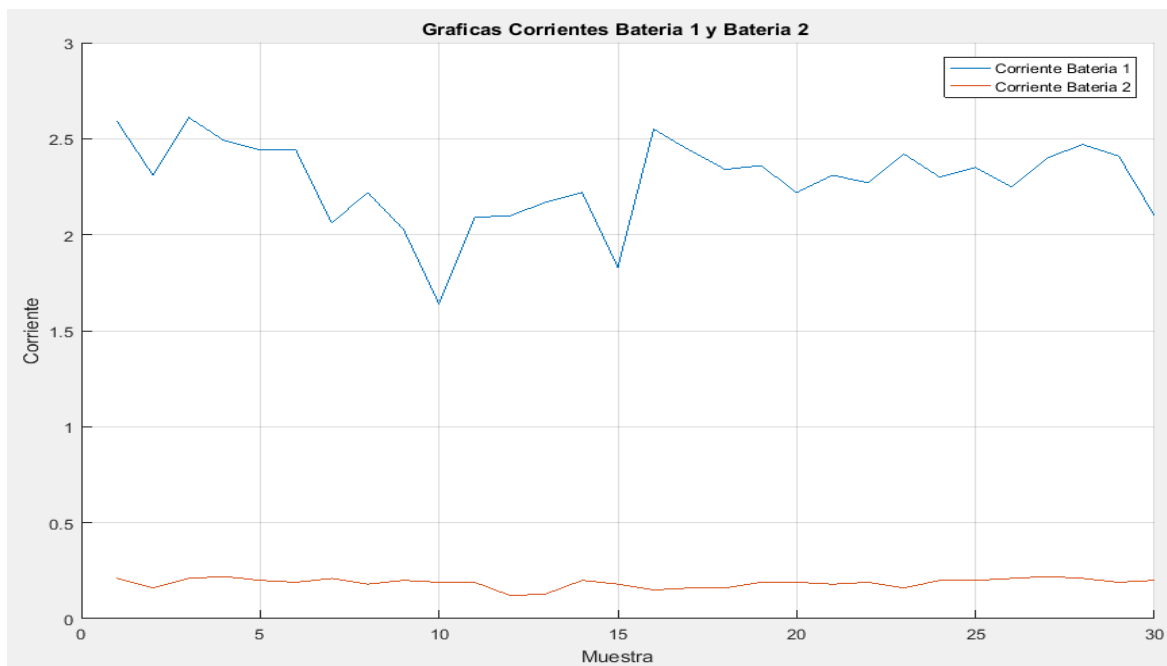
21	13.67	13.00	10.56	2.31	0.19	18.8	19.2	19.6	13:52	115	1.92
22	13.66	13.02	10.58	2.27	0.18	18.8	19.2	20.6	13:58	121	2.02
23	13.77	13.05	10.60	2.42	0.19	18.8	19.2	20.2	14:04	127	2.12
24	13.76	13.08	10.61	2.30	0.16	18.8	19.4	20.2	14:09	132	2.20
25	13.78	13.03	10.55	2.35	0.20	18.8	19.4	20.2	14:16	139	2.32
26	13.90	13.06	10.60	2.25	0.20	19.4	19.4	20.4	14:21	144	2.40
27	13.80	13.10	10.65	2.40	0.21	19.4	19.4	20.4	14:25	148	2.47
28	13.83	13.12	10.65	2.47	0.22	19.4	19.4	20.2	14:29	152	2.53
29	13.92	13.13	10.66	2.41	0.21	19.6	19.6	20.4	14:33	156	2.60
30	13.94	13.29	10.69	2.10	0.19	19.8	19.8	20.4	14:37	200	3.33

Tabla 5  
Promedio moda y media datos

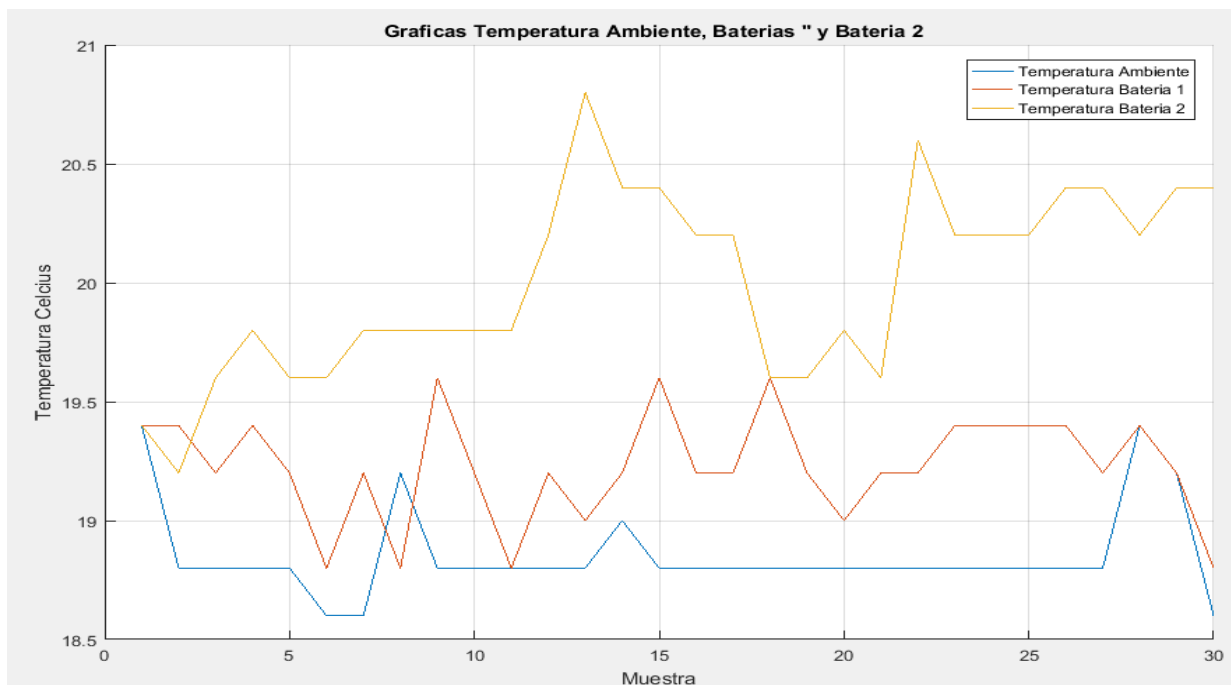
<b>Promedio o Media</b>	13,219666	13	10,573	2,281	0,186	18,953333	19,273333	19,993333
<b>Moda</b>	13,59	12,84	10,61	2,44	0,19	18,8	19,2	19,6



Grafica 2 Comportamiento Voltajes Baterías y Cargador. Fuente: Propia



Grafica 3 Comportamiento Corriente Baterías. Fuente: Propia



Grafica 4 Temperaturas Ambiente y Baterías. Fuente: Propia

## **Análisis estadístico de datos**

### **Descripción e inferencia a partir de datos.**

De las muestras tomadas en el lapso comprendido entre 4 y 6 minutos los datos son muy concluyentes, ya que dependiendo del tipo de batería como las condiciones en las que se encuentren tendrán ciertas condiciones fisicoquímica-eléctricas, para nuestro caso se asume las siguientes observaciones:

Como se puede evidenciar en la gráfica comportamiento voltajes baterías y cargador, la batería 1 tiene un voltaje constante de carga entre 12.9 a 13.4 VDC con una corriente oscilante entre los valores de carga de 1.6 a 2.6 amperios mostrados en la gráfica 3 comportamiento corriente Baterías, con una temperatura ver figura 4 que no sube más de  $\frac{1}{2}$  grado centígrado a la temperatura ambiente en el sitio pues la batería es 100% factible para ser utilizada en reemplazo de las baterías que se encuentran en el Solar Hydrogen Extensión del laboratorio José Celestino Mutis.

La batería 2 ver figura 1, tenemos un voltaje constante de carga entre 10.2 a 10.7 VDC con una corriente ver figura 3 oscilante entre valores de carga de 0.1 a 0.3 amperios, con una temperatura ver figura 4 que sube más de 1 grado centígrado a la temperatura ambiente, esta batería se diría que no serviría para equipos donde se necesitara alto amperaje de entrega como voltaje pero como la necesidad para el laboratorio de la UNAD está en mejores condiciones que las instalas en el equipo Solar Hydrogen Extension, pues se necesita verificar el software del equipo no teniendo un consumo exagerado razón por la cual sirven.



Es de recalcar que estas pruebas simuladas por la pandemia del Covid-19 concluyen que los paneles al entregar un corriente de 6.8 amperios son más que eficiente para ser conectados a baterías configuradas a 24 voltios DC con su respectivo convertidor a 230 voltios AC

### **Velocidad de carga estimada de las baterías / Tiempo de carga**

Como pudimos ver, los tiempos de carga de un cargador de baterías de 12 voltios a 2 amperios pueden ser muy altos si escogemos los modelos de más capacidad. Pero como en nuestro caso son de solo 800 y 580 amperios en un tiempo de 2 hora es que más que suficiente para ser cargadas, nuevamente de tener presente que, si la batería fuera una fuente de energía perfecta y se comportara de manera lineal, los tiempos de carga y descarga se podrían calcular de acuerdo con las corrientes de flujo de entrada y salida pero esto no es posible debido a las pérdidas intrínsecas y la eficiencia que es siempre inferior al 100% que dependiendo del tiempo de descarga a sí mismo va aumentar el tiempo de carga mediante el cargador de baterías o paneles solares

### **Potencia suministrable desde baterías hacia dispositivos**

Las baterías con las que contamos como son de ciclado corto se debe tener muy presente los amperes-hora y minutos de reserva. la batería no debe estar con un índice constante de descarga menor 10,5 voltios. Para la parte de potencia también puede entregar 800 amperios por un corto periodo de menos de 30 segundos, pero como se dijo el párrafo anterior duraría mucho más en volverse a carga, dependiendo el consumo en amperios si es un consumo estándar de 10 amperios hora tendremos una auto suficiencia de 180 minutos.

Es de recalcar que estas pruebas simuladas por la pandemia del Covid-19 concluyen que los paneles al entregar un corriente de 6.8 amperios son más que eficiente para ser conectados a baterías configuradas a 24 voltios dc con su respectivo convertidor a 230 voltios AC el cual genera una potencia de 700W en Solar Hydrogen Extension

### **Diagnóstico de alcances: Análisis de autonomía para implementación Solar-Lab con acceso remoto**

Ilustración de los posibles esquemas de sistemas susceptibles para implementarse en segunda fase.

Como primera implementación se solicita hacer las pruebas en laboratorio del José Celestino mutis para ver como adquirir y a condicionar las señales de este módulo al PC o si el software que viene con este equipo funciona 100% correctamente y ser implementado

La segunda opción se muestra en un modelo explicado abajo en diagrama de bloques en el proceso a seguir para diseñar un sistema de adquisición de datos para la instrumentación propuesta, así como un sistema de comunicación para envió de la información al computador se muestra a continuación

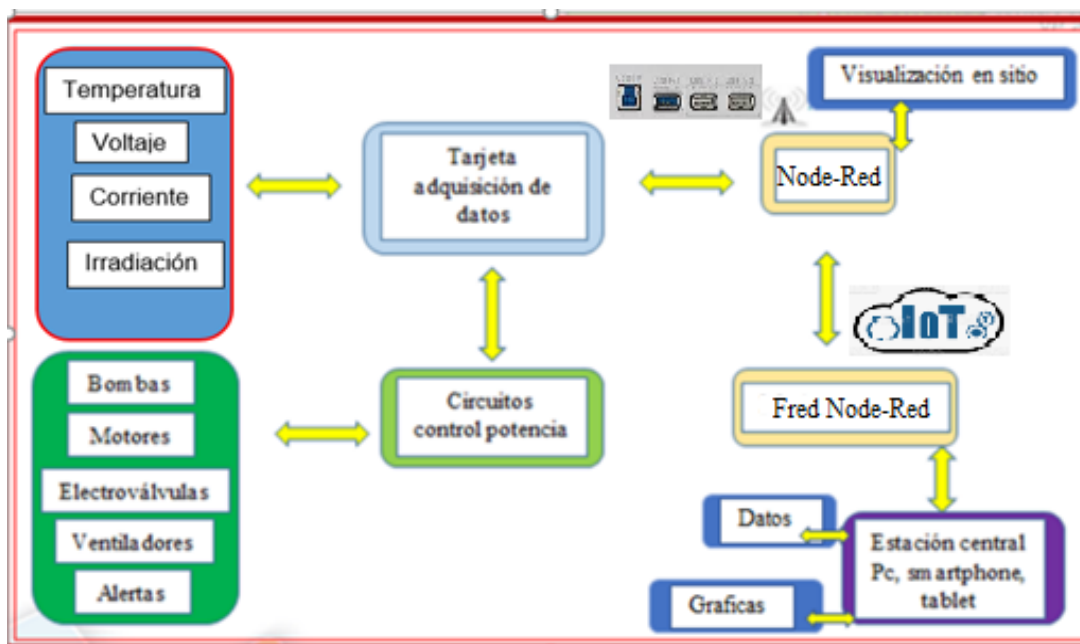


Figura 35 Opción Solar-Lab en Red. Fuente: Propia

En nuestro proyecto de Solar-Lab, bosquejo 1 las lecturas de los instrumentos de medición de las variables “sensores” y la comunicación para envío de la información al computador, lo podríamos hacer por medio de una placa de adquisición de datos de etapa previa como Arduino Uno o Mega que servirá como una placa de control y tiene la opción de aplicar vía protocolo ZigBee de estándar abierto con amplificación de la señal con tarjeta modem Xbee la información al Pc con el software LabVIEW el cual servirá como receptor de información, control de esta y por supuesto de visualización, en el área de visualización en sitio podemos utilizar App Inventor y diseñar un aplicativo para visualización y control en la Tablet o celular.

El software que se tomó para la simulación pudiendo mostrar no solo la viabilidad de nuestro proyecto sino también la funcionalidad es Node-RED y FRED, los cuales son software basados en Java de fácil implementación donde el acceso se puede tener vía puerto serial o Wifi por protocolos MQTT a continuación se detalla dichos programas:

¿Qué es Node Red? - Node red es una herramienta basada en flujo de código abierto y una plataforma IoT y un panel de control desarrollado por IBM y escrito en Node.js. Fue creada por Nick O'Leary y Dave Conway-Jones del grupo de Servicios de Tecnologías Emergentes de IBM en el año 2013. Su objetivo es dar solución a la complejidad que surge cuando queremos integrar nuestro hardware con otros servicios.

Node-red le permite aplicaciones fácilmente al unir funciones de caja negra ( nodos ) mediante una interfaz web y requiere muy poco o ningún conocimiento de programación.

Node-RED es una herramienta de programación para conectar dispositivos de hardware, API y servicios en línea de formas nuevas e interesantes.

Proporciona un editor basado en navegador que facilita la conexión de flujos entre sí utilizando la amplia gama de nodos de la paleta que se pueden implementar en su tiempo de ejecución con un solo clic.

Características.

Node-RED proporciona un editor de flujo basado en navegador que facilita la conexión de flujos mediante la amplia gama de nodos de la paleta. Luego, los flujos se pueden implementar en el tiempo de ejecución con un solo clic.

Las funciones de JavaScript se pueden crear dentro del editor usando un editor de texto enriquecido, Edición de flujo basada en navegador, tiene una biblioteca incorporada que le permite guardar funciones, plantillas o flujos útiles para su reutilización.

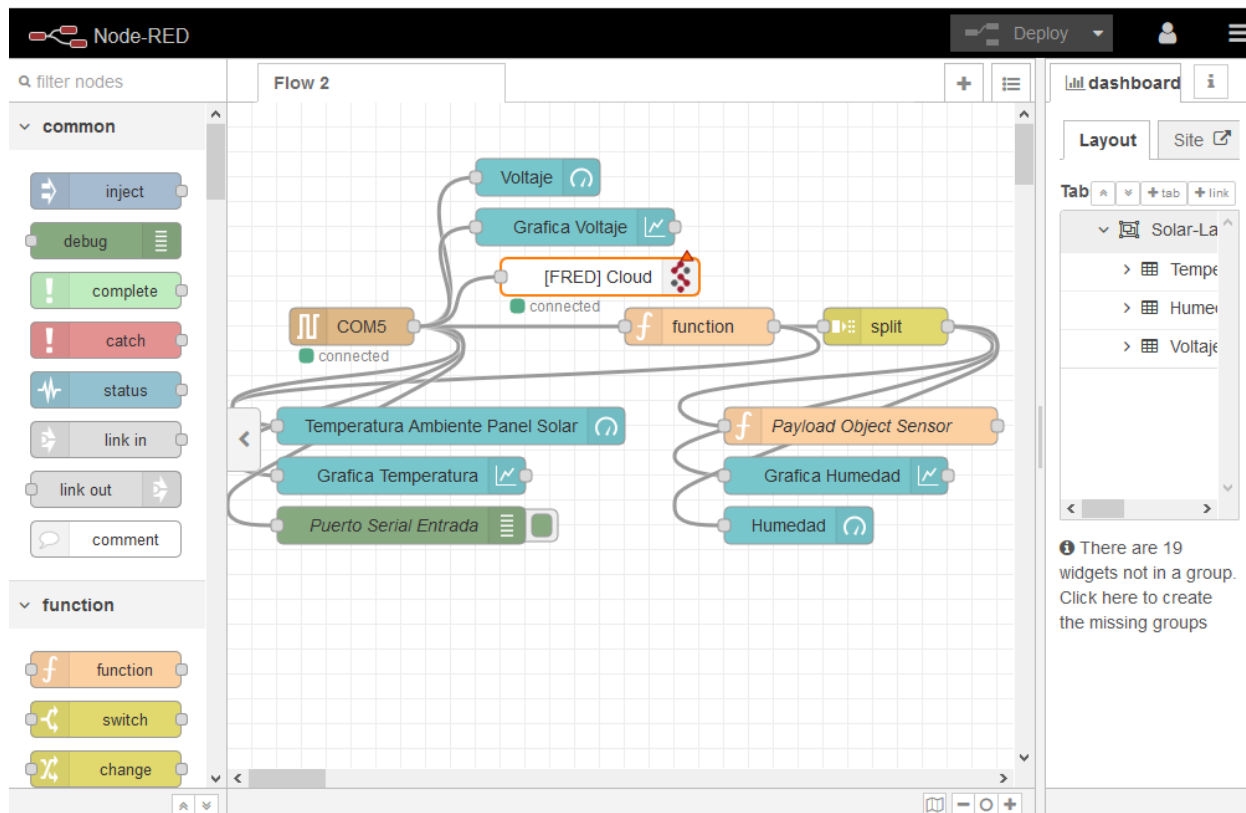


Figura 36 Descripción Panel Programación Node-RED. Fuente Propia

## FRED una plataforma de flujo de datos alojada para IoT construida con Node-RED

El Front-End para Node-RED es un servicio que aloja múltiples procesos Node-RED. El sistema FRED es esencialmente un proxy "inteligente" que crea y gestiona procesos Node-RED y comunicaciones "proxy" entre clientes, dispositivos y servicios conectados. Como el propio Node-RED, se implementa utilizando Node.js

El servicio FRED se puede utilizar para conectar dispositivos a servicios en la nube, coordinar la comunicación entre dispositivos, integrar servicios entre sí o para crear nuevas API y aplicaciones web. Para hacer esto, admite la capacidad de ejecutar flujos para múltiples usuarios;

todos los flujos deben tener un acceso justo a la CPU, la memoria y los recursos de almacenamiento. Proporciona acceso seguro a los editores de flujo y al tiempo de ejecución del flujo. En el diseño del sistema FRED, el objetivo es aprovechar el trabajo de la comunidad de código abierto tanto en la plataforma Node-RED como en los nodos a medida que evolucionan.

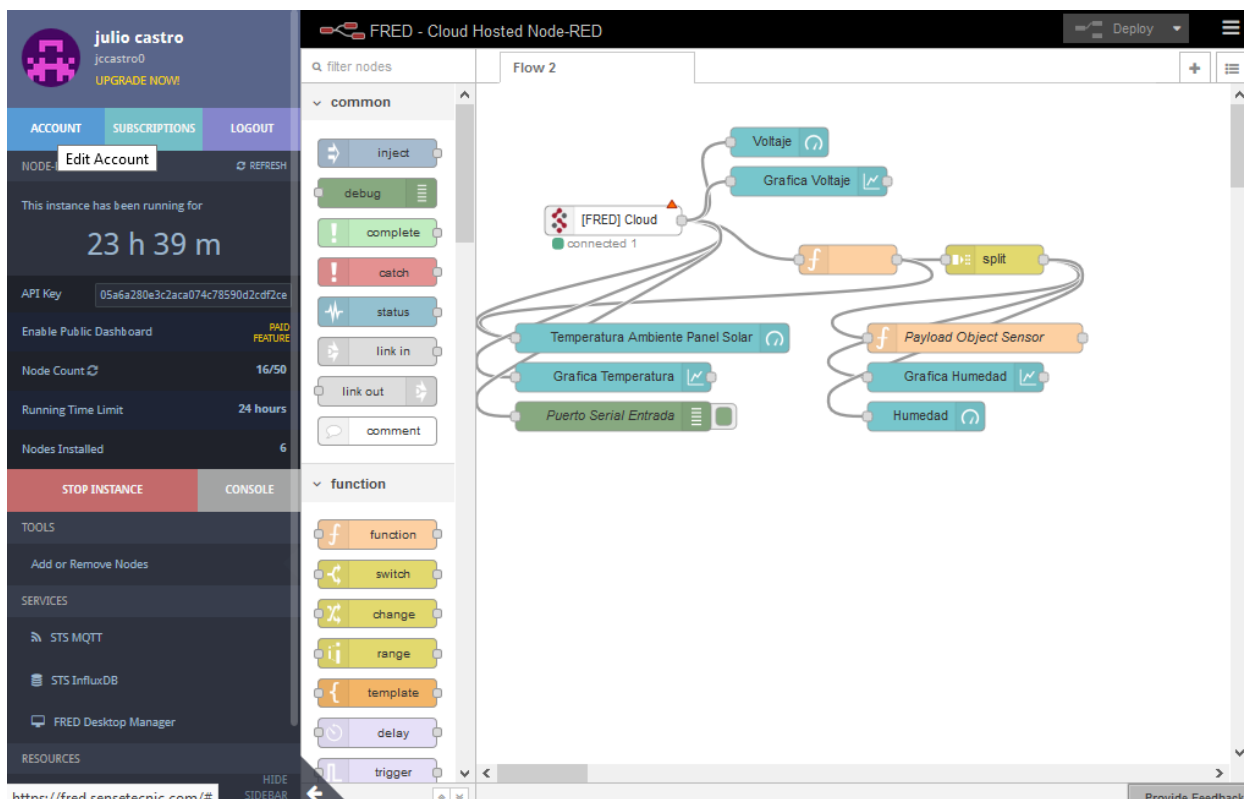


Figura 37 FRED en la Nube Programa Fuente Propia

El presente diseño es un prototipo que se vera en dashboard de Node-RED, se describe a continuación que es y se deja imagen para su entendimiento

Este módulo proporciona un conjunto de nodos en Node-RED para crear rápidamente un tablero de datos en vivo. Pudiendo tener varias páginas de visualización llamadas pestañas y cada pestaña tiene un nombre, En una página, los nodos de visualización se pueden organizar en grupos.

Cuando arrastre un nodo al lienzo de flujo, deberá editarlo para apuntar a una pestaña de visualización y un grupo de visualización.

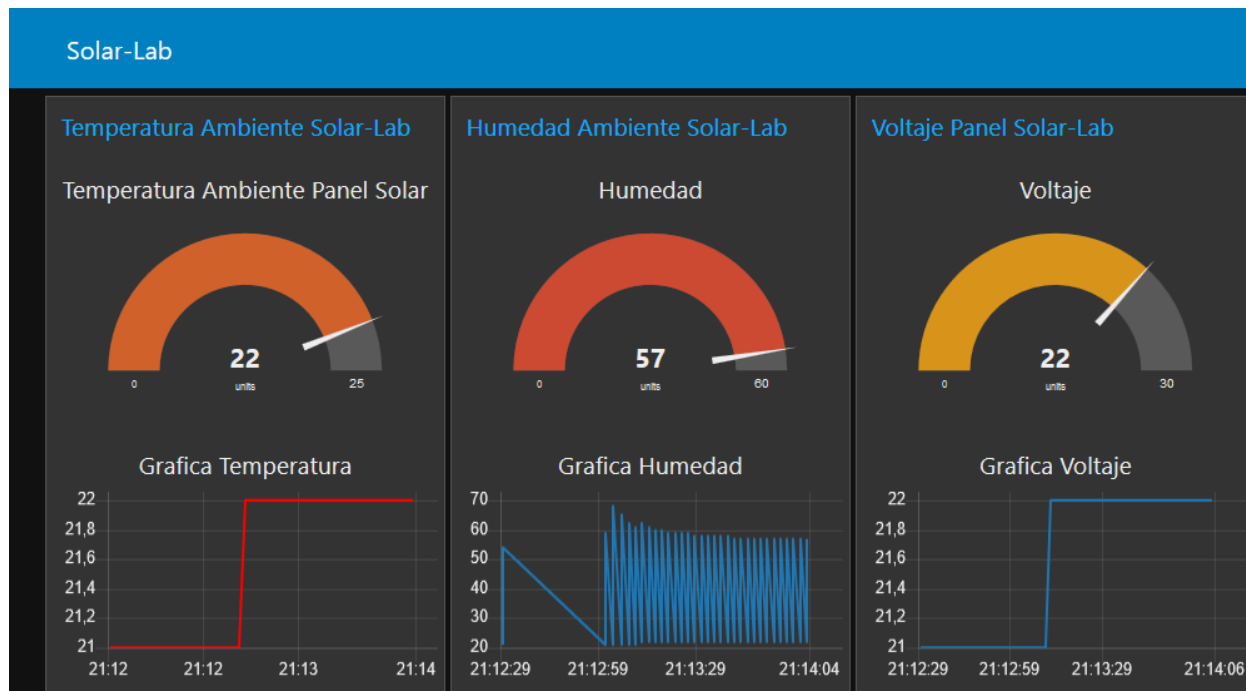


Figura 38 Interfaz Diseño Solar-Lab. Fuente Propia

### **Eficiencia de aprovechamiento energético general de cada sistema.**

Para el aprovechamiento energético se puede implementar dentro del laboratorio como fase de prueba en el sistema de alumbrado de este dónde se requeriría un transformador para bajar el voltaje de 220 a 110 voltios AC y conectar al cuadro de potencia de suministro principal

### **Autonomía de los sistemas y periféricos posibles para el laboratorio.**

La autonomía del sistema se podría calcular dependiendo del consumo contando el número de lámparas o tecnología utilizada, si es con balastos o de tipo led instalas en el laboratorio y calcular el consumo por vatios de estos como prueba física los otros periféricos son conexiones

del Pc a la red para evidenciar en tiempo real las lecturas de las variables generadas en los sistemas fotovoltaicos autónomos.

¿Cuánta energía solar obtendríamos con nuestros paneles y baterías?

1. Debemos tener presente es que los paneles solares se utilizan comúnmente para cargar baterías, no para cargar un dispositivo directamente.

La capacidad de la batería se mide en amperios hora nuestro caso, 800 Ah. y 580 Ah, necesitamos convertir esto a Watt Horas multiplicando la cifra Ah por el voltaje de la batería 12V lo que nos da

Batería (1)  $800 \text{ ah} * 12\text{V} = 9600\text{W}$

Batería (2)  $580 \text{ ah} * 12\text{V} = 6960\text{W}$

3 lámparas de 100 W, 300 vatios en total. Corriente =  $300\text{W} \div 12\text{V} = 25\text{Am}$

Si témenos presente nuestros paneles cada uno da un promedio de 6.5 amperios a pleno sol, tendremos un total de 13 amperios por lo tanto nuestras baterías empezarán el proceso de descarga para sostener el consumo solicitado

2. Calcule los requisitos de capacidad de la batería:

Si encendiéramos a las 7:00 de la noche, 1 se cierra a las 12:00 de la noche, 2 se enciende a las 8:00am de la mañana y se cierra a las 11:00 de la mañana. Debe satisfacer las necesidades de



iluminación de los días de lluvia continua durante 2 días. (2 días más la iluminación de la noche anterior al día lluvioso, totalizando 3 días) Batería =  $25A \times 8h \times (2+ 1) \text{ día} = 25A \times 24h = 600 \text{ ah}$

Además, para evitar que la batería se sobrecargue y se descargue en exceso, la batería generalmente se carga aproximadamente al 90%; la descarga restante es aproximadamente el 20%. Por lo tanto, 600 ah es solo alrededor del 70% del estándar real en la aplicación.

3. Calculamos la demanda máxima del panel de la batería (WP): El tiempo de iluminación acumulado de las luces del laboratorio debe ser de 8 horas (h) por día;  
Suponiendo que los paneles solares reciben un promedio de 5 horas (h) de luz efectiva por día, y teniendo muy en cuenta la reserva del 20% para la batería y paneles solares

## Conclusiones y recomendaciones

### 7.1 Conclusiones

#### Practica 1

Se evidenció que los equipos que fueron utilizadas en el comienzo de nuestro proyecto de laboratorio remoto, que se basa en paneles solares, al probar los paneles en su sistema generación es totalmente funcional con sus voltajes y corrientes debidas a la proyección solar del momento y conocimos el equipo de control Nexa® Training System de la empresa Heliocentris en la que basaremos todo el desarrollo funciona adecuadamente al ser conectado a los paneles solares.

Se encontró que las baterías esta fuera de rango de operación razón por la cual se requiere probar y cargar por tiempos más extendidos para tener certeza de si sirven para continuar con estas dentro del proyecto o ser solicitadas para sus reemplazos.

#### Practica 2

Encontramos que el software en la que basaremos todo el desarrollo del proyecto que es la interacción de este mediante el PC y el Panel Touch que suministra un display de sistema de control, que está en el módulo de control Nexa® Training System funciona correctamente, aunque el touch es demasiado sensible y presente cierta lentitud al momento de ejecutar los iconos correspondientes programa pudiendo tener daño en memoria RAM.

Se tuvo la gran certeza que las baterías no sirven pues por más de 2 horas que se pusieron a cargar, toma la corriente generada por el panel solar o el mismo cargador de baterías que bien

incluido con el sistema, pero no llegan al 100% de su carga, además a los pocos segundos comienza a descargarse, lo que indica que las baterías no retienen la carga, se requiere cambio para continuar con el proyecto

### **Practica 3**

Por cuestiones del Covid-19 se postergo las pruebas en el laboratorio el José Celestino Mutis, en tanto se hicieron simulaciones con baterías que se encontraron en casa con cargador de baterías, se evidenció que entre más se ha la capacidad de amperios hora de las batería más requiere corriente para ser cargadas y por lo tanto su temperatura aumentara un mínima cantidad hablamos de menos de 1 grado centígrado aproximadamente ya al completar su carga total, una de estas está por debajo del promedio de utilidad de voltaje 11.8 voltios necesario para funcionamientos donde se requiere una entrega de alta potencia en consumo, pero como son para verificar el funcionamiento del Solar Hydrogen Extensión y el funcionamiento del controlador Steca 3030 son más que suficientes para comprobar el software de este.

Se logró llevar acabo el desarrollo de software en pruebas mediante simulación con tarjetas sensores de lectura de variables de temperatura, humedad y voltaje donde es posible para cada estudiante verlas en tiempo real bien sea dentro del laboratorio JCM mediante red wifi o en cualquier sitio del territorio colombiano o fuera de este para en tiempo real observar e interpretar las gráficas de dichas variables.

## 7.2 Recomendaciones

- Cotizar baterías correspondientes a este equipo para tener acceso al módulo Solar Hydrogen Extensión pues este controlador al detectar la baja carga de las baterías no permite leer algunos parámetros.
- Tener más disponibilidad el laboratorio en el José Celestino Mutis para pruebas del equipo preferiblemente sábados todo el día.
- Apoyo de estudiantes en la rama de ingeniería de sistemas o telecomunicaciones para avanzar en la parte virtual de la página donde podamos ver las señales emitidas por el Panel Solar.

## Bibliografía

Ajvikram, M & Sivasankar, G. Solar Energy. (2019). Experimental study conducted for the identification of best heat absorption and dissipation methodology in solar photovoltaic panel. Retrieved from <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1016/j.solener.2019.09.0>

Alaa, H., Wan, H. y Shyam.P. (2018). A review of transparent solar photovoltaic technologies. Retrived from <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1016/j.rser.2018.06.031>

Benavides, D., Jurado, F., & González, L. (2018). Date analysis and tools applied to modeling and simulation of PV system in Ecuador. ENFOQUE UTE, 1-12. Retrived from [http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/public/journals/1/html\\_v9n4/art001.html](http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/public/journals/1/html_v9n4/art001.html)

Bolivar, J. (2018) “El Problema De Las 'Energías Renovables' (Por Kim Hill).” Recuperado de, [www.partage-le.com/2016/01/el-problema-de-las-energias-renovables-por-kim-hill/](http://www.partage-le.com/2016/01/el-problema-de-las-energias-renovables-por-kim-hill/).

Chen, P., & Yan, B. (2015). A Comparative Study on MPPT for Photovoltaic Generation Systems. IEEEExplore, 1-6. Retrived from <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7361610>

Guzmán, C. A. (2017). Análisis del impacto ambiental de diferentes tipos de paneles solares según los materiales utilizados y los componentes tóxicos generados. Retrieved from <http://search.ebscohost.com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&db=edsbas &AN=edsbas.E12C20B5&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la Investigación. (6. Edición). Recuperado de <https://docs.google.com/viewer?aq=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbmxb250YWR1cmlhcHVibGljYTk5MDUxMHxneDo0NmMxMTY0NzkxNzliZmYw>

Husain, A & Hasan, W & Shafie, S (2018). " Areview of transparent solar photovoltaic technologies," Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier, vol. 94 (C), páges 779-791. Retrieved from <https://ideas.repec.org/a/eee/rensus/v94y2018icp779-791.html> Zhengqi, S & Ahalapitiya, H. (2018). Perovskites-Based Solar Cells: A Review of Recent Progress, Materials and Processing Methods. Retrived from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5978106/>

Noguera, O., Pinto, R. & Villareal, J. (2018). La eficiencia de los nuevos materiales fotosensibles usados en la fabricación de paneles solares. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/itec/v15n1/1692-1798-itec-15-01-00007.pdf>

Planeta Verde (2019). Ventajas y desventajas de las energías renovables. Recuperado de, <https://www.planetaverde.net/ventajas-y-desventajas-de-las-energias-renovables>.

Renovables Verdes (2019). Cómo afectan los problemas medioambientales a las energías renovables. Recuperado de, <https://www.renovablesverdes.com/las-energias-renovables-y-los-problemas-ambientales/>

Salvador, E. (2018). Libro blanco de las energías renovables. pp 50-244. Recuperado de [http://www.salvadorescoda.com/tecnico/solar/Libro\\_Blanco\\_E\\_Renovables\\_Salvador\\_Escoda\\_18.1.pdf](http://www.salvadorescoda.com/tecnico/solar/Libro_Blanco_E_Renovables_Salvador_Escoda_18.1.pdf).

Sayem.M., Abdel. M., Pervez.H, y Surkatti. R. (2019). Recent developments in multifunctional coatings for solar panel applications: A review. Retrived from <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2018.09.015>

Tobajas, C. (2018). Energía solar fotovoltaica. Retrieved from [http://search.ebscohost.com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&db=edselb&AN=edselb.5349504&lang=es&site=eds-live&scope=site](http://search.ebscohost.com/bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&db=edselb&AN=edselb.5349504&lang=es&site=eds-live&scope=site)

Tuesta, E. & Gutarra, Abel. (2004). Aplicaciones electrocrómicas y fotocatalíticas del dióxido de titanio Recuperado de <http://www.bibliotecacentral.uni.edu.pe/pdfs/REVCUNI/2004/art0003.pdf>

## **Anexos**

### **Anexo 1.**

#### **Batería (1) 31H1200M**

C. Arranque -18°C(CCA) 800, Ancho 171, Alto 238, largo 329, Polo Positivo Izquierda ,  
Tipo de Caja 30H, Terminal Estándar, Autonomía (MIN) 185, Garantía 15 meses Marca Mac  
Silver

#### **Batería (2) 24800M**

C. Arranque -18°C(CCA) 580, Ancho 173, Alto 220, largo 260, Polo Positivo Izquierda Tipo  
de Caja 24, Terminal Estándar, Autonomía (MIN) 120, Garantía 15 meses, Marca Mac  
Silver

### **Anexo 2.**

Node-Red, Arduino, Dht 11 via serial port, visibilidad computador y celular laboratorio  
Solar\_Lab <https://www.youtube.com/watch?v=XIpBN8rj-Ak>

(IoT) FRED: Interfaz para Node-RED/Cloud Cómo funciona Guía programación, ver en laptop  
y celular <https://www.youtube.com/watch?v=-Cr3rOFQTcA&t=125s>



## RESUMEN ANALÍTICO ESPECIALIZADO - RAE

1. Información General	
<b>Tema</b>	Ingeniería Electrónica aplicada en energías renovables concerniente a paneles solare con monitoreo IoT, para analizar la eficiencia de estos paneles como medio de ecuación en laboratorios virtuales.
<b>Título</b>	Análisis de Eficiencia en Conversión/Almacenamiento de Energía Solar y Adquisición de Datos de Paneles Solares del Laboratorio de Física y Electrónica de la UNAD (Sede Nacional JCM) en el Marco de su Uso como Laboratorio Remoto
<b>Autor(es)</b>	Julio Cesar Castro
<b>Director</b>	Manuel Julián Escobar Diaz
<b>Fuente Bibliográfica</b>	<p>ajvikram, M &amp; Sivasankar, G. Solar Energy. (2019). Experimental study conducted for the identification of best heat absorption and dissipation methodology in solar photovoltaic panel. Retrieved from <a href="https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1016/j.solener.2019.09.0">https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1016/j.solener.2019.09.0</a></p> <p>Alaa, H., Wan, H. y Shyam.P. (2018). A review of transparent solar photovoltaic technologies. Retrived from <a href="https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1016/j.rser.2018.06.031">https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1016/j.rser.2018.06.031</a></p> <p>Sayem.M., Abdel. M., Pervez.H, y Surkatti. R. (2019). Recent developments in multifunctional coatings for solar panel applications: A review. Retrived from <a href="https://doi.org/10.1016/j.solmat.2018.09.015">https://doi.org/10.1016/j.solmat.2018.09.015</a></p> <p>Chen, P., &amp; Yan, B. (2015). A Comparative Study on MPPT for Photovoltaic Generation Systems. IEEEExplore, 1-6. Retrived from <a href="https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7361610">https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7361610</a></p> <p>Benavides, D., Jurado, F., &amp; González, L. (2018). Date analysis and tools applied to modeling and simulation of PV system in Ecuador. ENFOQUE UTE, 1-12. Retrived from <a href="http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/public/journals/1/html_v9n4/art001.html">http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/public/journals/1/html_v9n4/art001.html</a></p> <p>Tobajas, C. (2018). Energía solar fotovoltaica. Retrieved from <a href="http://search.ebscohost.com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&amp;db=edselb&amp;AN=edselb.5349504&amp;lang=es&amp;site=eds-live&amp;scope=site">http://search.ebscohost.com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&amp;db=edselb&amp;AN=edselb.5349504&amp;lang=es&amp;site=eds-live&amp;scope=site</a></p> <p>Guzmán, C. A. (2017). Análisis del impacto ambiental de diferentes tipos de paneles solares según los materiales utilizados y los componentes tóxicos generados. Retrieved from <a href="http://search.ebscohost.com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&amp;db=edsbas&amp;AN=edsbas.E12C20B5&amp;lang=es&amp;site=eds-live&amp;scope=site">61http://search.ebscohost.com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&amp;db=edsbas&amp;AN=edsbas.E12C20B5&amp;lang=es&amp;site=eds-live&amp;scope=site</a></p> <p>Noguera, O., Pinto, R. &amp; Villareal, J. (2018). La eficiencia de los nuevos materiales fotosensibles usados en la fabricación de paneles solares. Recuperado de <a href="http://www.scielo.org.co/pdf/itec/v15n1/1692-1798-itec-15-01-00007.pdf">http://www.scielo.org.co/pdf/itec/v15n1/1692-1798-itec-15-01-00007.pdf</a></p> <p>Tuesta, E. &amp; Gutarra, Abel. (204). Aplicaciones electrocrómicas y fotocatalíticas del dióxido de titanio Recuperado de <a href="http://www.bibliotecacentral.uni.edu.pe/pdfs/REVCUNI/2,2004/art0003.pdf">http://www.bibliotecacentral.uni.edu.pe/pdfs/REVCUNI/2,2004/art0003.pdf</a></p> <p>Salvador, E. (2018). Libro blanco de las energías renovables. pp 50-244. Recuperado de <a href="http://www.salvadorescoda.com/tecnico/solar/Libro_Blanco_E_Renovables_Salvador_Escoda_18.1.pdf">http://www.salvadorescoda.com/tecnico/solar/Libro_Blanco_E_Renovables_Salvador_Escoda_18.1.pdf</a>.</p> <p>Husain, A &amp; Hasan, W &amp; Shafie, S (2018). " Areview of transparent solar photovoltaic technologies," Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier, vol. 94 (C), páges 779-791. Retrieved from <a href="https://ideas.repec.org/a/eee/rensus/v94y2018icp779-791.html">https://ideas.repec.org/a/eee/rensus/v94y2018icp779-791.html</a></p> <p>Zhengqi, S &amp; Ahalapitiya, H. (2018). Perovskites-Based Solar Cells: A Review of Recent Progress, Materials and Processing Methods. Retrived from <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5978106/">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5978106/</a></p> <p>Planeta Verde (2019). Ventajas y desventajas de las energías renovables. Recuperado de, <a href="https://www.planetaverde.net/ventajas-y-desventajas-de-las-energias-renovables.62">https://www.planetaverde.net/ventajas-y-desventajas-de-las-energias-renovables.62</a></p> <p>BOLIVAR, J. (2018) "El Problema De Las 'Energías Renovables' (Por Kim Hill)." Recuperado de, <a href="http://www.partage-le.com/2016/01/el-problema-de-las-energias-renovables-por-kim-hill/">www.partage-le.com/2016/01/el-problema-de-las-energias-renovables-por-kim-hill/</a>.</p> <p>Renovables Verdes (2019). Cómo afectan los problemas medioambientales a las energías renovables. Recuperado de, <a href="https://www.renovablesverdes.com/las-energias-renovables">https://www.renovablesverdes.com/las-energias-renovables</a>.</p>

## RESUMEN ANALÍTICO ESPECIALIZADO - RAE

	renovables-y-los-problemas-ambientales/ Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. (2010). <i>Metodología de la Investigación</i> . (6. Edición). Recuperado de <a href="https://docs.google.com/viewer?a=v&amp;pid=sites&amp;srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbXJ250YWR1cmlhcHVibGljYTk5MDUxMHxneDo0NmMxMTY0NzIxNzliZmYw">https://docs.google.com/viewer?a=v&amp;pid=sites&amp;srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbXJ250YWR1cmlhcHVibGljYTk5MDUxMHxneDo0NmMxMTY0NzIxNzliZmYw</a>
<b>Año</b>	2020
<b>Resumen</b>	<p>El presente proyecto se estudió la eficiencia de equipos de laboratorio ensamblados como sistema convertidor de energía solar controlado, suministrados a la UNAD, se presentó en el contexto de una futura implementación como laboratorio remoto educativo.</p> <p>Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) han facilitado el surgimiento de nuevas tendencias de aprendizaje, acompañadas de nuevos tipos de laboratorios en telemetría o telecontrol de equipos y dispositivos, brindándose acceso a laboratorio a través de internet. La implementación de este tipo de laboratorios se puede entrenar para labores de inspección de los paneles solares evaluando eficiencia operativa, o de prevención de fallas y promoción del uso de paneles solares, de positivo impacto en la solución al calentamiento global.</p> <p>La investigación y uso de las celdas solares es apenas incipiente en nuestro país. En concreto en la UNAD se ha tenido por años un equipo de control de paneles e hidrogeno, paneles en sí y baterías sin llegarles a dar el mínimo uso. Este proyecto impulsa la investigación y uso de una tecnología que requiere atención e investigación: actualmente se supone que debería ser capaz de convertir la energía solar en electricidad con una eficiencia de más del 30%, pero la eficiencia es de un 20%.</p> <p>La ejecución del proyecto se llevará a cabo en la sede de la UNAD José Celestino Mutis con un análisis de eficiencia de las unidades de control, conversión y baterías de almacenamiento, en contexto de la aplicación de un laboratorio remoto de energía solar. Pruebas de acceso remoto se realizarán como validación de las características de eficiencia del sistema.</p>
<b>Palabras Claves</b>	Eficiencia, Laboratorio, Energía, Virtual, Renovable, Celdas Solares, Sistema Fotovoltaico.
<b>Contenidos</b>	Planteamiento del problema Justificación

## RESUMEN ANALÍTICO ESPECIALIZADO - RAE

Objetivos : General y específicos  
Marco referencial  
Diseño Metodología  
Resultados y Análisis  
Practica 1 planificación  
Practica 2 ejecución  
Practica 3 seguimiento, Pruebas y mejora software  
Conclusiones

### 2. Descripción del problema de investigación

Hoy día no contamos con espacios (físico-virtuales), donde podamos hacer lecturas de datos reales, en funcionamiento de paneles solares sin desplazarnos grandes distancias a sitios bien sea dentro de la ciudad o fuera de esta comprendiendo el territorio colombiano. Aún en los mejores casos puede haber limitaciones en el tiempo disponible de uso; ahí la ventaja de un laboratorio remoto donde los estudiantes pueden acceder 24 horas al día, evaluando las variables de voltaje, corriente, temperatura, eficiencia y potencia que se puedan necesitar, optimizando los puestos de estudio haciéndola una herramienta necesaria, ya que podrían acceder en línea muchos usuarios.

Los paneles solares han existido a lo largo de varios años, pero aún no hicieron una contribución importante en los últimos años, aunque las plantas de energía solares han surgido no desarrollan toda la capacidad, debemos estudiar cómo aplicar el mejor método para gestionar de manera centrada la eficiencia energética en los paneles solares por laboratorios remotos.

Varias determinaciones de investigadores están tratando desarrollar nuevos tipos de colectores solares para incrementar la eficacia de conversión de energía o reducir los costos. Es así como en el mundo científico se han realizado investigaciones para encontrar nuevos materiales fotosensibles que posean unas mejores características que permitan incrementar ostensiblemente la eficiencia de los paneles a un bajo costo.

Actualmente existen en el mundo proyectos en ejecución (algunos ya construidos y operativos) de experimentación remota enfocados a educación en física o ciencias básicas, pero carecen aún de uso masivo. La pregunta es ¿Tiene el sistema de conversión solar controlada presente en el laboratorio de física de la Sede Nacional JCM una eficiencia aceptable como para ser usado como laboratorio remoto con posterior uso masivo formativo

### 3. Objetivos

#### 3.1 Objetivo general

Validar la adquisición de datos y estado de instrumentación en un estudio de la eficiencia de los paneles solares (y sus equipos de control asociados) en el laboratorio de física y electrónica en la UNAD (Sede Nacional JCM) para posterior implementación como laboratorio remoto en procesos de aprendizaje e investigación

#### 3.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado de paneles, baterías y sistema de control.
- Diseñar protocolo de operación de sistema de conversión solar con acceso remoto.
- Analizar los resultados obtenidos de las actividades y modelos pilotos implementados, en el control de la eficiencia de los paneles solares en el transcurso de la operación.
- Desarrollar un modelo a escala de laboratorio remoto para evaluar las características en hardware, protocolos de comunicación y software

## RESUMEN ANALÍTICO ESPECIALIZADO - RAE

### 4. Metodología

Se toma como base la norma NTC-ISO-IEC 27001, la que utiliza el ciclo PDCA: Planear – Hacer- Verificar - Actuar. Dividido en las siguientes etapas: Planificación, Ejecución, Seguimiento, Mantenimiento y Mejora y la metodología a emplear para realizar el análisis y formular un plan para gestionar los riesgos.

Planificar:

- Definir el alcance del SGSI
- Definir políticas de seguridad
- Definir la metodología de evaluación del riesgo
- Realizar inventario de activos
- Valoración de activos
- Identificar amenazas
- Identificar los riesgos
- Resumen de riesgos
- Seleccionar objetivos de control

Ejecución:

- Definir un plan de tratamiento de riesgos
- Definir documento de declaración de aplicabilidad
- Proponer un Plan de Continuidad
- Sugerir documentación

Seguimiento:

- Proponer procedimientos de monitorización y revisión

Mantenimiento y Mejora

- Sugerir acciones preventivas y correctivas sobre el SGSI

### 5. Referentes teóricos

La recogida de datos se hará en bases de datos como Science direct, SciELO, EBSCO, entre otras preferiblemente en inglés o chino tradicional, que podría ser un inconveniente pequeño en esta recolección de datos se seleccionada en estos idiomas, puesto que son las potencias de estos países las que desarrollan y fabrican paneles solares.

La ordenación y presentación del dato se hará una labor previa de depuración de las anomalías que hayan podido observarse. De manera cronológica dependiendo el año, características de inicio en la tecnología y materiales que sean utilizado en esta fabricación, así como su distribución, durabilidad y por su puesto eficiencia hoy. La presentación de los datos se realizará disponiendo los mismos en tablas simples o de doble

### 6. Referentes conceptuales

Se reseña diferentes conocimientos que ayudan a un adecuado análisis y comprensión para el análisis en la eficiencia de los paneles solares, como posible implementación de un laboratorio remoto basado en La metodología desarrollada, fue abstraída de los autores como ajvikram, M & Sivasankar, G. Solar Energy. (2019), Sayem.M., Abdel. M., Pervez.H, y Surkatti. R. (2019), Noguera, O., Pinto, R. & Villareal, J. (2018). donde se plantea las secuencias o fases que se requieren en el desarrollo de estos productos, desde la idea y la investigación, hasta el desarrollo técnico del mismo diseño de nuevas tecnologías, entre los que se encuentra el conocimiento para el cambio de la forma en que se viene haciendo, su misión, organigrama, la distribución a nivel mundial del uso de estos donde se dirección, para el uso de IoT, y de manera auto noma será ubicado el Centro de Adquidisisicon de datos en un marco para base de otros estudiante que puedan hacer una realización del proyecto a nivel Colombia usando las herramientas o técnicas que se aplicaron específicamente en cada una de estos libros y articulo que reúne los diferentes conocimientos y habilidades adquiridos durante las lecturas estudiadas teniendo definido un diseño conceptual, diseño metódico, diseño para el ensamble y pueta en ejecución del Solar\_Lab

## RESUMEN ANALÍTICO ESPECIALIZADO - RAE

### 7. Resultados

se presentan los resultados producto de los experimentos y la determinación de los componentes que se utilizarán en el laboratorio para medidas de los paneles en su funcionamiento y accesorios, concientizando la funcionalidad de estos para el desarrollo del proyecto, para proseguir con el plan y ver la importancia de implementar un laboratorio remoto virtual en un sistema de aprendizaje basado en la adquisición de datos de forma segura y en tiempo real seguridad de la información.

Se identificaron los activos más útiles en el centro JCM para los datos que se pueden tener en la indicación de variables como, temperatura, humedad, luminosidad, voltaje , corriente y por último la más importante el análisis de la eficiencia de estos paneles en el desarrollo de energía renovables y su importancia para la entidad en el marco de un suso como laboratorio remoto.

Se propuso un software para el análisis, tratamiento de los datos acorde con las necesidades de la entidad y estudiantes inscritos a nivel nacional .

Las políticas de seguridad fueron seguidas y se utilizó proceso de implementación por Covid-19.

Se vio la necesidad de fortalecer la enseñanza y mecanismos en realización de las tecnologías basados en monitoreo IoT para desarrollar en otros estudiantes el aprendizaje autónomo par estar acorde a nivel mundial en desarrollo tecnológicos.

Se evidencio los documentos que se encontraron de estos paneles, sensores, centrales de conversión entre otros requieren de muy poco mantenimiento o actualización relacionados con aplicaciones de conversión de energía .

La propuesta final se vio y probó de manera a escala pequeña demostrando que es posible hacerlo directamente en el laboratorio José Celestino Mutis para el análisis de la eficiencia de los paneles solares

### 8. Conclusiones

#### Practica 1

Se evidenció que los equipos que fueron utilizadas en el comienzo de nuestro proyecto de laboratorio remoto, que se basa en paneles solares, al probar los paneles en su sistema generación es totalmente funcional con sus voltajes y corrientes debidas a la proyección solar del momento y conocimos el equipo de control Nexa® Training System de la empresa Heliocentris en la que basaremos todo el desarrollo funciona adecuadamente al ser conectado a los paneles solares.

Se encontró que las baterías esta fuera de rango de operación razón por la cual se requiere probar y cagar por tiempos más extendidos para tener certeza de si sirven para continuar con estas dentro del proyecto o ser solicitadas para sus reemplazos.

#### Practica 2

Encontramos que el software en la que basaremos todo el desarrollo del proyecto que es la interacción de este mediante el PC y el Panel Touch que suministra un display de sistema de control, que está en el módulo de control Nexa® Training System funciona correctamente, aunque el touch es demasiado sensible y presente cierta lentitud al momento de ejecutar los iconos correspondientes programa pudiendo tener daño en memoria RAM.

Se tuvo la gran certeza que las baterías no sirven pues por más de 2 horas que se pusieron a cargar, toma la corriente generada por el panel solar o el mismo cargador de baterías que bien incluido con el sistema, pero no llegan al 100% de su carga, además a los pocos segundos comienza a descargarse, lo que indica que las baterías no retienen la carga, se requiere cambio para continuar con el proyecto

#### Practica 3

Por cuestiones del Covid-19 se postergo las pruebas en el laboratorio el José Celestino Mutis, en tanto se hicieron simulaciones con baterías que se encontraron en casa con cargador de baterías, se evidenció que entre más se ha la capacidad de amperios hora de las batería más requiere corriente para ser cargadas y por lo tanto su temperatura aumentara un mínima cantidad hablamos de menos de 1 grado centígrado aproximadamente ya al completar su carga total, una de estas está por debajo del promedio de utilidad de voltaje 11.8 voltios necesario para funcionamientos donde se requiere una entrega de alta potencia en consumo, pero como son para verificar el funcionamiento del Solar Hydrogen Extensión y el funcionamiento del controlador Steca 3030 son más que suficientes para comprobar el software de este.

Se logró llevar acabo el desarrollo d software en pruebas mediante simulación con tarjetas sensores de lectura de variables de temperatura, humedad y voltaje donde es posible para cada estudiante verlas en tiempo real bien sea dentro del laboratorio JCM mediante red wifi o en cualquier sitio del territorio colombiano o fuera de este para en tiempo real observar e interpretar las gráficas de dichas variables.