



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**TEMA:**

**“CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA ALTERNATIVA FOTOVOLTAICA APROPIADO PARA REALIZAR PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”**

Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Tecnólogos en Electricidad.

**AUTORES:**

Buitrón Esparza Luis Antonio

Encalada Mármol Diego Javier

**DIRECTOR:**

Ing. Ramiro Flores

**IBARRA- ECUADOR**

**2012**

## **ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR**

En calidad de Director del Trabajo de Grado titulado, **“CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA ALTERNATIVA FOTOVOLTAICA APROPIADO PARA REALIZAR PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”**. presentado por los estudiantes Buitrón Esparza Luis Antonio y Encalada Mármol Diego Javier, de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología, Escuela de Educación Técnica para el título de Tecnólogos en Electricidad, doy fe de que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que el Honorable Consejo Directivo de la facultad designe.

-----  
Ing. Ramiro Flores

DIRECTOR DE TESINA

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de grado le dedico. A ti Dios que me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa, de manera especial a mi madre con mucho amor y cariño le dedico todo mi esfuerzo y trabajo.

**LUIS ANTONIO**

Dedico este trabajo de grado a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

**DIEGO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestra gratitud, principalmente está dirigida al Dios por habernos dado la existencia y permitido llegar al final de la carrera.

A los docentes que nos han acompañado durante el largo camino, brindándonos siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando nuestra formación.

Igualmente a nuestro asesor Ing. Ramiro Flores quien nos ha orientado en todo momento en la realización de este trabajo de grado.

**LUIS ANTONIO y DIEGO**

# ÍNDICE

<b>ACEPTACIÓN DEL TUTOR</b> .....	<b>1</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>II</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>III</b>
<b>INDICE</b> .....	<b>IV</b>
<b>INDICE DE GRAFICOS</b> .....	<b>VII</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>VII</b>
<b>RESUMEN.</b> .....	<b>VIII</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>IX</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>X</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Planteamiento del Problema.....	2
1.3. Formulación del Problema.....	2
1.4. Delimitación.....	2
1.4.1. Delimitación espacial.....	2
1.4.2. Delimitación temporal.....	3
1.5. Objetivos:.....	3
1.5.1. Objetivo general.....	3
1.5.2. Objetivos específicos.....	3
1.6. Justificación de la investigación.....	3
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>5</b>
<b>2. MARCO TEORICO</b> .....	<b>5</b>
2.1. Fundamentación teórica.....	5
2.2. Energía Solar.....	5
2.3. La radiación solar.....	5
2.3.1. Tipos de Radiación.....	6
2.3.1.1. Radiación Directa.....	6
2.3.1.2. Radiación Difusa.....	6
2.4. HPS (horas de sol perfecto) .....	7
2.5. Energía Solar Fotovoltaica.....	9
2.6. Célula Fotovoltaica .....	9
2.7. Definición de un sistema autónomo.....	10
2.8. Módulos fotovoltaicos.....	11
2.8.1. Partes de un módulo fotovoltaico.....	12
2.8.2. Potencia del módulo fotovoltaico.....	13
2.9. Regulador de Carga.....	14
2.9.1. Descripción de las Funciones del Regulador de Carga.....	15
2.10. Acumulador o baterías de ciclo profundo.....	16

2.11.	Inversores de carga cc/ca.....	18
2.12.	Cálculo de un sistema fotovoltaico aislado de la red.....	20
2.13.	Equipo de medida.....	21
2.14.	Inclinación de los módulos fotovoltaicos.....	21
2.15.	Aplicaciones.....	22
2.15.1.	Lugares aislados.....	22
2.15.2.	Otras aplicaciones.....	22
2.16.	Fundamentación legal.....	23
2.17.	Guía de Práctica.....	24
2.17.1.	La práctica.....	25
2.17.2.	Finalidad de la práctica.....	25
2.17.3.	Objetivos.....	25
2.17.4.	Organización de la práctica.....	25
2.17.5.	Organización del tiempo.....	26
2.17.6.	Posicionamiento teórico.....	26
2.18.	Glosario de Términos.....	27
2.19.	Subproblemas, Interrogantes de investigación.....	28
<b>CAPITULO III.....</b>		<b>29</b>
<b>3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>		<b>29</b>
3.1.	Tipos de investigación.....	29
3.1.1.	Investigación Documental.....	29
3.1.2.	Investigación Práctica.....	29
3.2.	Métodos de Investigación.....	30
3.2.1.	Método Deductivo.....	30
3.2.2.	Método Teórico.....	30
3.2.3.	Método Tecnológico.....	31
3.3.	Técnicas e instrumentos.....	32
3.3.1.	Análisis documental.....	32
3.3.2.	Observación.....	32
3.3.3.	Esquema de la propuesta.....	33
<b>CAPÍTULO IV.....</b>		<b>34</b>
<b>4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....</b>		<b>34</b>
4.1.	INTRODUCCIÓN.....	34
4.2.	Diseño del sistema fotovoltaico.....	34
4.3.	Cálculo de selección del panel.....	35
4.4.	Calculo de la batería:.....	36
4.5.	Cálculo y selección del regulador de carga.....	37
4.6.	Selección del inversor.....	38
<b>CAPITULO V.....</b>		<b>40</b>
<b>5. PROPUESTA ALTERNATIVA.....</b>		<b>42</b>
5.1.	Título de la propuesta.....	42
5.2.	Justificación e Importancia.....	42
5.3.	Fundamentación.....	42
5.4.	Objetivos.....	43
5.4.1.	Objetivo General.....	43
5.4.2.	Específicos.....	43

5.5.	Desarrollo de la propuesta.....	43
5.5.1.	Diseño del tablero didáctico.....	43
5.5.2.	Guía de funcionamiento para utilizar el sistema fotovoltaico. ....	45
5.5.3.	Descripción de los elementos.....	51
5.5.4.	DIAGRAMAS DE CONEXIÓN .....	53
5.5.5.	Guía de Práctica N.- 1 .....	54
5.5.6.	Guía de Práctica N.- 2 .....	59
<b>CAPITULO VI</b>	.....	<b>42</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>40</b>
6.1.	CONCLUSIONES.....	40
6.2.	RECOMENDACIONES .....	41
6.3.	BIBLIOGRAFIA.....	63
6.4.	Anexos. ....	65
6.4.1.	Anexo 1 .....	65
6.4.2.	Anexo 2 .....	66
6.4.3.	Anexo 3 .....	67

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Tipos de radiación.....	7
GRÁFICO 2: Irradiancia y horas solares pico(insolación) durante un día soleado.....	8
GRÁFICO 3: Configuración AC.....	11
GRÁFICO 4: Configuración DC+AC.....	11
GRÁFICO 5: Esquema ilustrativo de la composición de un panel.....	12
GRÁFICO 6: Partes de un módulo fotovoltaico.....	12
GRÁFICO 7: Regulador de carga phocos 20A.....	14
GRÁFICO 8: Acumulador coopower 100AH.....	16
GRÁFICO 9: Inversores de carga CC/CA cotek 350W.....	18
GRÁFICO 10: Datos del lugar: Ibarra, latitud geográfica: 0°21`.....	36
GRÁFICO 11: Tablero didáctico.....	44
GRÁFICO 12: Diagrama de una (ISF).....	45
GRÁFICO 13: Forma de conexión del panel solar.....	46
GRÁFICO 14: Diagrama de conexión del regulador de carga.....	47
GRÁFICO 15: Conexiones en el regulador de voltaje.....	47
GRÁFICO 16: conexión de la batería en el tablero didáctico.....	48
GRÁFICO 17: ON OF del inversor de C.C a CA.....	49
GRÁFICO 18: Botonera ON-OFF 120V.....	49
GRÁFICO 19: Cargas de iluminación para el circuito.....	50
GRÁFICO 20: Tomacorrientes para aplicar cargas.....	50
GRÁFICO 21: Aparatos de medición.....	50
GRÁFICO 22: Botón de pánico.....	51
GRÁFICO 23: Diagrama de conexión de un sistema fotovoltaico.....	53
GRÁFICO 24: Diagrama de conexión de un sistema fotovoltaico con cargas 110V.....	56
GRÁFICO 25: Diagrama de conexión de un sistema fotovoltaico con carga de 12 V.....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Potencia requerida casa de campo normal.....	20
TABLA 2: Cálculo de paneles y baterías.....	20
TABLA 3: Ángulos de inclinación, función de la latitud del lugar.....	21
TABLA 4: Precios preferentes energía renovables en (cusd/kwh).....	24
TABLA 5: Cargas aplicadas en la I.S.F.....	34
TABLA 6: Datos técnicos del panel solar.....	35
TABLA 7: Datos técnicos de la batería.....	37
TABLA 8: Datos técnicos del regulador phocos de carga seleccionado.....	38
TABLA 9: Datos técnicos del inversor cotek.....	39

## RESÚMEN

El presente trabajo de grado estuvo enfocado a construir un tablero didáctico para la obtención de energía alternativa fotovoltaica, equipado con elementos de protección y medición, para práctica de laboratorio, de los estudiantes de la especialidad de electricidad de la “Universidad Técnica del Norte”. Para elaborar el marco teórico se utilizó varias técnicas de estudio, durante la revisión bibliográfica e información científica que fue extraída de varios textos y de Internet en relación a la conceptualización e información sobre la generación eléctrica a través de su elemento principal, el panel fotovoltaico compuesto por células fotoeléctricas las cuales son las encargadas de recibir la radiación solar y transformarla en energía eléctrica y los demás componentes necesarios para realizar la construcción del tablero didáctico, mediante el dimensionamiento del sistema fotovoltaico, como propuesta alternativa se desarrolló una guía práctica para el correcto funcionamiento del tablero didáctico y guías de práctica para que apliquen los estudiantes, los equipos que sirvió para la construcción del tablero fueron los siguientes: panel solar de 75 W regulador de carga de 20 A, el cual tiene como misión evitar situaciones de carga y sobre descarga de la batería, acumulador de energía de 105Ah, se encarga de acumular la energía eléctrica generada por el panel fotovoltaico, inversor de carga 350W, transforma la corriente continua que sale de la batería en corriente alterna estos están montados a un tablero metálico revestido con pintura electrostática al horno. Para aplicar cargas en corriente continua y corriente alterna se sumaron también al tablero los siguientes elementos: boquillas y tomacorrientes, los aparatos de maniobra, medición y protección como voltímetro, contador de energía, botoneras, interruptor de pánico, se sumaron a la eficiencia del trabajo de los equipos a utilizarse. Tecnológicamente el proyecto de investigación contribuye con el medio ambiente y también con el aprendizaje práctico de los estudiantes de la especialidad de electricidad.

## SUMMARY

This degree work was focused to build a training board to obtain alternative energy photovoltaic equipped with protective devices and measurement to lab practice the "Técnica del Norte University". To establish the theoretical framework used many study techniques during the literature review and scientific information which was extracted from several texts and internet related to conceptualisation and information on electricity generation through its parent the photovoltaic panel composed by photoelectric cells which are responsible for receiving and transform solar radiation into electrical energy and other components necessary for building the educational board by sizing the photovoltaic system as alternative proposal was developed a practical guide for the proper functioning board training and practice guidelines that apply to students the equipment used to build the board were: 75 W solar panel charge controller 20 A which is intended to prevent load situations and download Battery 105AH battery power, is responsible for accumulating the power generated by the solar panel, inverter 350W load which converts the direct current from the battery into alternating current these are mounted to a board with paint coated metal Electrostatic baked. To apply loads in DC and AC also joined the board the following: nozzles and outlets switchgear metering and protection as a voltmeter energy meter pushbutton switch panic joined work efficiency of equipment used. Technologically the research project contributes to the environment and also with the practical learning of students in the specialty of electricity.

# INTRODUCCIÓN

La tecnología fotovoltaica tiene una serie de ventajas exclusivas en relación con las tecnologías de generación de electricidad convencionales. Los sistemas fotovoltaicos se pueden diseñar para una variedad de aplicaciones y pueden ser usados ya sea de manera centralizada o para la generación de energía distribuida. El sistema fotovoltaico no tienen partes móviles, son de tipo modular, fácilmente ampliables e incluso, en otros casos, transportables. La radiación solar es gratuita, no emite ningún ruido o contaminación.

Los paneles fotovoltaicos no requieren el uso de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo o el gas natural en el proceso de producción de energía.

Pensando en una necesidad de todos los estudiantes se decidió diseñar y construir un tablero didáctico para la obtención de energía eléctrica alternativa fotovoltaica, el cual va centrado a la necesidad de complementar el taller, para prácticas de Electricidad en la Escuela de Educación Técnica de la Universidad Técnica del Norte.

El elemento principal para la obtención de energía fotovoltaica es la célula fotovoltaica, también denominada célula fotoeléctrica o célula solar, la cual está construida principalmente de silicio (extraído de la arena común). Los paneles solares están conformados por cientos de estas células, que conexiados adecuadamente suministran voltajes suficientes para poder recargar baterías. Tienen utilidad en múltiples campos, desde el ámbito doméstico, hasta en los satélites artificiales.

# CAPÍTULO I

## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Antecedentes.

La energía solar es la energía obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol.

La radiación solar que alcanza la Tierra puede aprovecharse por medio de captadores que mediante diferentes tecnologías (células fotovoltaicas, colectores térmicos) pueden transformarla en energía eléctrica o térmica, es una de las llamadas energías renovables o energías limpias.

La investigación está encaminada a la obtención de energía eléctrica de forma no contaminante, tomando en cuenta el cuidado del medio ambiente influida por los valores ambientales ya que en el Ecuador actualmente, debido a la creciente demanda energética y a que la implementación de centrales hidroeléctricas que suplan dicha demanda conlleva mucho tiempo en su construcción, ha incrementado su dependencia de la quema de combustibles por todo ello, es urgente apostar por los recursos energéticos renovables entre los cuales es la Energía Solar, un recurso limpio, de fácil instalación, con una vida prolongada y que se adapta perfectamente al ámbito rural y urbano.

Como estudiantes de la universidad es de interés el desarrollo tecnológico del país, y siendo conscientes con el ambiente debido a los cambios climáticos que se han venido dando en los últimos años, se requirió en aportar un material técnico práctico, como es un

tablero didáctico para la obtención de energía eléctrica alternativa fotovoltaica equipado con sistemas de medición para el taller de electricidad de la Universidad Técnica del Norte.

## **1.2. Planteamiento del Problema.**

La energía solar fotovoltaica se basa en la captación de radiación solar y su transformación en energía eléctrica por medio de celdas fotovoltaicas, que su principal elemento el silicio, es muy abundante, no siendo necesario explotar yacimientos de forma intensiva.

Al no producirse ningún tipo de combustión, no se generan contaminantes atmosféricos, esta energía evita, cables, postes, no se requieren extensos tendidos eléctricos, su impacto visual es reducido y con ausencia total de ruidos, además no necesita suministro de combustible ni presencia de otros tipos de recursos como agua, viento.

Por todo esto la necesidad de un tablero didáctica para la demostración de la obtención de energía alternativa fotovoltaica.

## **1.3. Formulación del Problema.**

¿Cómo construir un tablero didáctico para la obtención de energía eléctrica alternativa fotovoltaica, apropiado para realizar prácticas en el laboratorio de electricidad de la Universidad Técnica del Norte?

## **1.4. Delimitación.**

### **1.4.1. Delimitación espacial.**

La investigación se desarrolló en la provincia de Imbabura, Cantón Ibarra, Parroquia el Sagrario, en la “Universidad Técnica del Norte” Facultad de Educación Ciencia y Tecnología, taller de Electricidad.

#### **1.4.2. Delimitación temporal.**

El presente trabajo de grado se desarrolló durante el periodo 2011-2012, desde el 28 de Octubre del 2011 al 17 de Julio del 2012.

#### **1.5. Objetivos:**

##### **1.5.1. Objetivo general.**

Construcción de un tablero didáctico para la obtención de energía eléctrica alternativa fotovoltaica, apropiado para realizar prácticas en el laboratorio de electricidad de la Universidad Técnica del Norte.

##### **1.5.2. Objetivos específicos.**

Fundamentar teóricamente los elementos que conforma un tablero didáctico para la obtención de energía fotovoltaica.

Realizar el montaje de componentes, que forman parte del tablero didáctico fotovoltaico.

Elaborar una guía de funcionamiento, para que los estudiantes puedan realizar prácticas en el tablero didáctico.

#### **1.6. Justificación de la investigación.**

La utilización de un sistema fotovoltaico a lo largo de su historia ha experimentado un incremento importante, debido principalmente a una mejora del nivel de vida y del bienestar. La utilización indiscriminada de combustibles en las transformaciones energéticas, ha causado graves daños al medio ambiente.

La expectativa que causa es que la radiación obtenida del sol puede luego ser utilizada para alimentar electrodomésticos de un hogar, iluminar, mantener equipos de comunicaciones, etc. Las células

fotovoltaicas que producen energía eléctrica pueden camuflarse o suplantar todo el tejado de una casa.

Este viene a ser un recurso didáctico que permitirá tanto a los estudiantes como a los profesores afianzar sus conocimientos mediante la demostración en el tablero didáctico.

Se lo consideró un trabajo de grado factible por dos razones principales la primera es que nuestro país, se encuentra situado sobre condiciones superables la línea ecuatorial, posee gran potencial solar comparable al de los países europeos, donde el uso de la energía solar ha tenido un crecimiento vertiginoso en los últimos años y la segunda razón es que se cuenta con los tres recursos principales que son el humano, económico y material.

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEORICO.

#### 2.1. Fundamentación teórica.

El presente trabajo de investigación tiene el objetivo de incentivar al estudiante que conozca la energía alternativa fotovoltaica desde una visión práctica, como energía útil, sustentable y servirá como instrumento de apoyo y trabajo para afianzar los conocimientos de los estudiantes de la especialidad de Ingeniería en mantenimiento eléctrico.

#### 2.2. Energía Solar.

La energía solar, como recurso energético terrestre, está constituida simplemente por la porción de la luz solar que emite el sol y que es interceptada por la Tierra.

**Térmica.** Se denomina “térmica” la energía solar cuyo aprovechamiento se logra por medio del calentamiento de algún medio. La climatización de viviendas, calefacción, refrigeración, secado, etc., son aplicaciones térmicas.

**Fotovoltaica.** Es la energía solar aprovechada por medio de celdas fotoeléctricas, capaces de convertir la luz en un potencial eléctrico y sin pasar por un efecto térmico.

#### 2.3. La radiación solar.

La energía solar mantiene a la gran mayoría de los organismos vivos conocidos, proporcionando todo el calor y la luz que nuestro planeta recibe.

Así, ha sido y sigue siendo el principal factor en moldear el curso de la evolución en la Tierra.

Se conoce por radiación solar al conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol. La radiación solar distribuye sus longitudes de onda desde el infrarrojo hasta el ultravioleta. No toda la radiación alcanza la superficie de la Tierra, pues las ondas ultravioletas, más cortas, son absorbidas por los gases de la atmósfera fundamentalmente por el ozono.

La magnitud de radiación solar que llega a la Tierra puede ser medida y su unidad es el  $W/m^2$  (vatio por metro cuadrado).

La radiación que atraviesa la superficie del sol tiene una potencia de alrededor de  $60 MW/m^2$ , llegando al tope de la atmósfera terrestre sólo algo más de  $1,3 kW/m^2$ ; este valor es conocido como constante solar  $I_{cs}$  y se la define como la energía proveniente del sol que, por unidad de tiempo, es recibida en la unidad de área por una superficie perpendicular a la radiación ubicada en el espacio a la distancia media sol tierra.

### **2.3.1. Tipos de Radiación.**

La diferencia entre los diferentes tipos de radiaciones está en cómo inciden los rayos solares en la tierra.

#### **2.3.1.1. Radiación Directa.**

A la radiación que llega a la superficie de la tierra sin haber sufrido cambio en su trayectoria lineal desde el disco solar.

<http://www.solartronic.com/download/radiacion.pdf>:

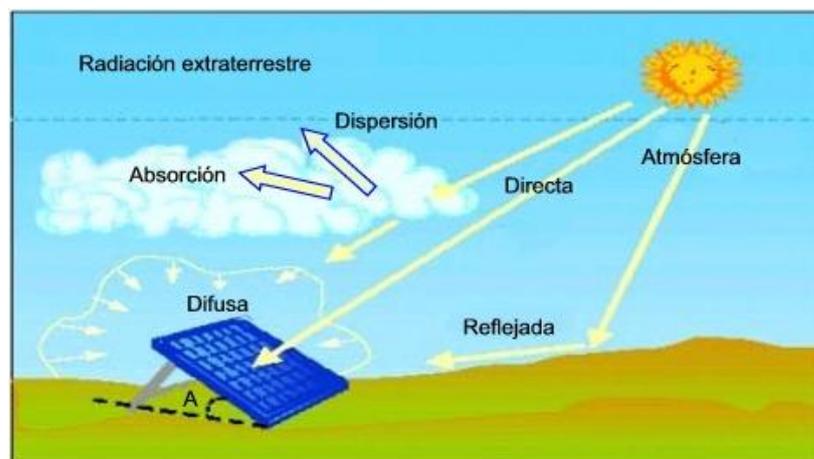
#### **2.3.1.2. Radiación Difusa.**

La radiación que es dispersada por la atmosfera.

Cuando la atmósfera terrestre difumina o desvía los rayos solares, la llamamos radiación difusa. Éste desvío de los rayos solares, se produce por el choque directo con ciertas moléculas y partículas contenidas en el aire, por este motivo, los rayos solares no tienen una dirección directa.

<http://www.solartronic.com/download/radiacion.pdf>:

Gráfico 1: Tipos de Radiación



Fuente: <http://www.ecopotencia.com/incidencia.html>

#### 2.4. HPS (horas de sol perfecto)

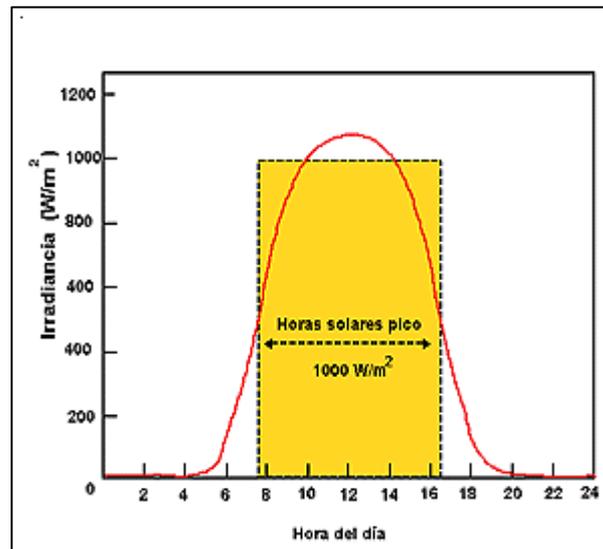
Para poder diseñar un sistema fotovoltaico, se debe conocer con cuánta energía solar existe en el lugar donde se va a instalar. En la mayor parte de los lugares del mundo se conoce cuánta energía solar promedio está disponible.

Este promedio se mide en Horas de sol perfecto o HSP (PSH en inglés).

Una hora perfecta de sol representa una hora de sol luminoso, sin nubes. Por lo tanto, si una región tiene un HSP de 4, significa que se puede contar con un promedio de 4 horas de sol radiante, sin nubes, por día.

Una hora perfecta de sol equivale a una radiación de 1000 w (vatios) por m<sup>2</sup> durante una hora.

Gráfico 2: Irradiancia y horas solares pico (insolación) durante un día soleado



[http://solar.nmsu.edu/wp\\_guide/energia.html](http://solar.nmsu.edu/wp_guide/energia.html)

Por lo tanto el HSP se obtiene sumando toda la energía recibida en el día y dividiendo esta suma por 1000 w/m<sup>2</sup>.

El área definida por el rectángulo (irradiación en base a HPS) es aproximadamente igual al área definida por la curva horaria de irradiación real a lo largo de todo el día.

Desgraciadamente, no todos los días no todos los días tienen la misma cantidad de luz solar.

Para obtener la HSP de una región específica, es necesario obtener las cifras de cada día durante un año y sacar el promedio. Por ejemplo, en la región amazónica del Ecuador, las HSP son 3, ciertos días es 5 y otros 1, pero el promedio es 3.

## 2.5. Energía Solar Fotovoltaica.

Es una energía renovable, la cual consiste en transformar la energía solar en energía eléctrica a través del panel o modulo solar fotovoltaico, su elemento principal es la célula fotovoltaica.

## 2.6. Célula Fotovoltaica

Para Moro Vallina Miguel; (2010) dice: **“Célula fotovoltaica también denominada célula fotoeléctrica o célula solar más común es la célula de silicio cristalino. El silicio es un material semiconductor.”** (pág.32)

Célula fotovoltaica consiste en transformar directamente la energía lumínica del Sol en energía eléctrica por medio de las celdas fotovoltaicas.

La célula fotovoltaica, elemento encargado de transformar la energía solar en eléctrica, se basa en un fenómeno físico denominado efecto fotovoltaico, que consiste en la producción de una fuerza electromotriz por acción de un flujo luminoso que incide sobre la superficie de dicha célula.

La célula fotovoltaica más común consiste en una delgada lámina de un material semiconductor compuesto principalmente por silicio de cierto grado de pureza, que al ser expuesto a la luz solar absorbe fotones de luz con suficiente energía como para originar el "salto de electrones", desplazándolos de su posición original hacia la superficie iluminada. Al desprenderse estos electrones con su carga negativa (n) originan la aparición de huecos o lagunas con cargas positivas.

[http://www.gstriatum.com/energiasolar/articulosenergia/98\\_celulafotovoltaica\\_energiasolar.html](http://www.gstriatum.com/energiasolar/articulosenergia/98_celulafotovoltaica_energiasolar.html)

Como los electrones tienden a concentrarse del lado de la placa donde incide la luz solar, se genera un campo eléctrico con dos zonas bien diferenciadas: la negativa, de la cara iluminada donde están los electrones y la positiva en la cara opuesta donde están los huecos o lagunas. Si ambas zonas se conectan eléctricamente mediante conductores adheridos a cada una de las caras de la placa el desequilibrio eléctrico origina una fuerza electromotriz o diferencia de potencial, creando una corriente eléctrica para igualar las cargas. Dicha corriente, obviamente continua, se genera en un proceso constante mientras actúe la luz solar sobre la cara sensible de la lámina.

Aproximadamente proveen 0,5 voltios cada una de las fotocélulas, las cuales pueden conectarse en serie o en paralelo.

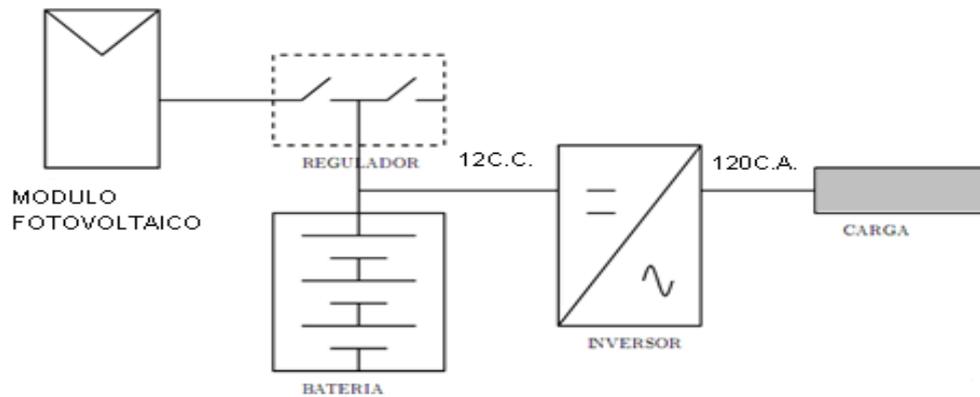
## **2.7. Definición de un sistema autónomo**

Un sistema fotovoltaico autónomo (SFA) produce energía eléctrica para satisfacer el consumo de cargas eléctricas no conectadas a la red, empleando un sistema de acumulación energético para hacer frente a los períodos en los que la generación es inferior al consumo.

Los componentes de una instalación fotovoltaica autónoma son los siguientes:

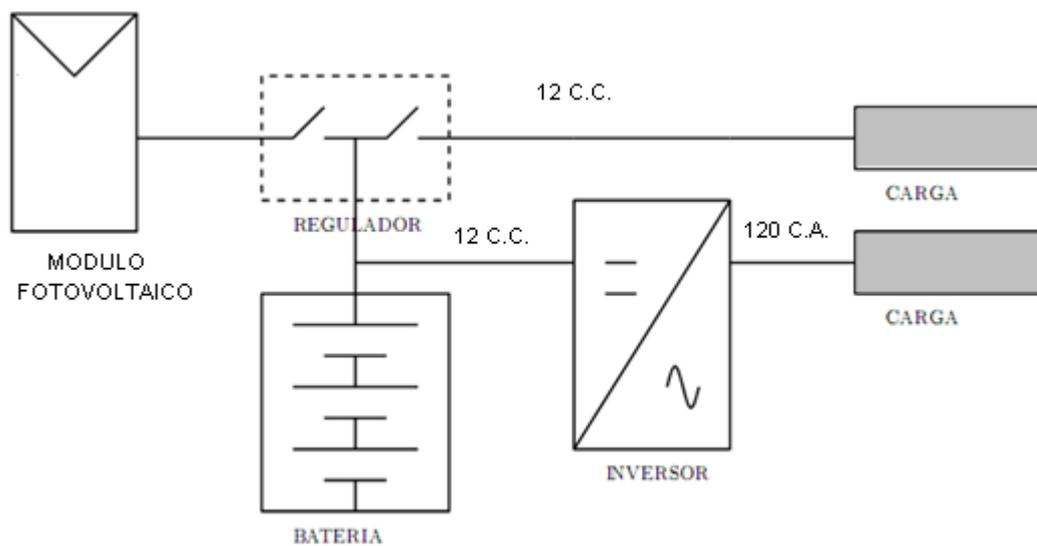
- Módulo o panel fotovoltaico
- Regulador de carga
- Batería
- Inversor

Gráfico 3: Configuración AC



Fuente: Autores

Gráfico 4: Configuración DC+AC

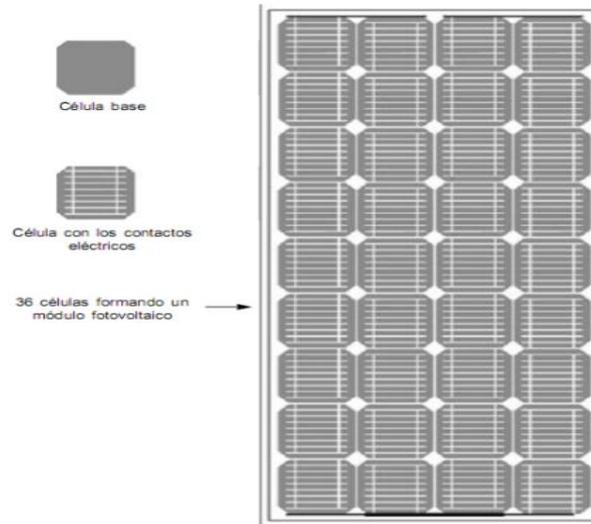


Fuente: Autores

## 2.8. Módulos fotovoltaicos

Para EVE Ente Vasco De la Energía; 2000, argumenta: **“En el panel se asocian eléctricamente un determinado número de células solares y se protege todo el compacto sellándolo al vacío”**. (Pág. 15)

Gráfico 5: Esquema ilustrativo de la composición de un panel

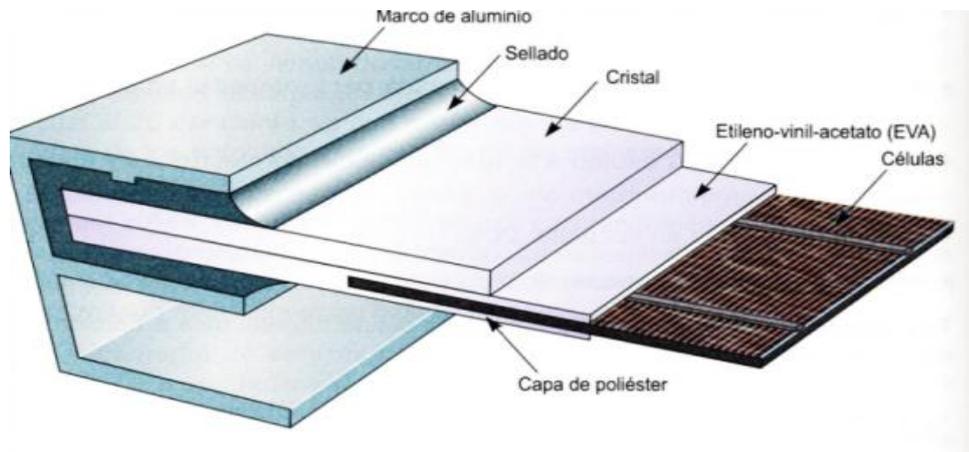


Fuente: Ente Vasco De la Energía

### 2.8.1. Partes de un módulo fotovoltaico

El módulo fotovoltaico está compuesto por las siguientes partes:

Gráfico 6: Partes de un módulo fotovoltaico



Fuente: Moro Vallina Miguel

Cubierta o vidrio frontal: Es anti reflejante para optimizar la captación de los rayos solares.

Encapsulado: Para proporcionar solidez a las células, estas se insertan en un material transparente que las aísla eléctricamente. El

encapsulado debe permitir al igual que la cubierta frontal la transmisión de la radiación solar y no degradarse con la luz ultravioleta.

Cubierta posterior: Normalmente, la protección posterior en su cara interna es de color blanco para mejorar el rendimiento del módulo, ya que refleja la radiación que incide entre los huecos que dejan las células.

Marco: El marco de aluminio también tiene la función de facilitar la fijación adecuada de todo el conjunto a una estructura de soporte a través de orificios convenientemente ubicados.

Conexiones: Se sitúan en la parte posterior del módulo, en una caja que los protege del polvo. Estas cajas deben tener como mínimo una protección IP 54. En el momento del montaje, se debe evitar totalmente que entre agua en la caja, lo que se logra mediante el uso de prensaestopas, vengán provistos con cables y conectores, diferentes para cada polo, para hacer la instalación más fácil y rápida. De este modo, la conexión entre los módulos se puede efectuar de forma directa.

### **2.8.2. Potencia del módulo fotovoltaico.**

La capacidad energética nominal de los módulos fotovoltaicos se indica en vatios pico (Wp), lo cual indica la capacidad de generar electricidad en condiciones óptimas de operación.

La capacidad real de un módulo fotovoltaico difiere considerablemente de su capacidad nominal, debido a que bajo condiciones reales de operación la cantidad de radiación que incide sobre las celdas es menor que bajo condiciones óptimas. Por ejemplo, un módulo de 55 Wp es capaz de producir 55 W más o menos un 10 % de tolerancia cuando recibe una radiación solar de 1.000 vatios por metro cuadrado (W/m<sup>2</sup>) y sus celdas poseen una temperatura de 25°C,

en condiciones reales, este mismo módulo produciría una potencia mucho menor que 55 W.

En el mercado, se pueden encontrar módulos fotovoltaicos de baja potencia, desde 5 Wp; de potencia media, por ejemplo 55 Wp; y de alta potencia, hasta 160 Wp. En aplicaciones de electrificación rural suelen utilizarse paneles fotovoltaicos con capacidades comprendidas entre los 50 y 100 Wp.

La vida útil de un panel fotovoltaico puede llegar hasta 30 años, y los fabricantes generalmente otorgan garantías de 20 o más años. El mantenimiento del panel solamente consiste de una limpieza del vidrio para prevenir que las celdas fotovoltaicas no puedan capturar la radiación solar.

La elección apropiada del tipo y capacidad del módulo fotovoltaico depende de las características propias de la instalación fotovoltaica, tales como radiación solar existente y consumo energético requerido.

Al ser el panel solar el principal componente de un sistema fotovoltaico autónomo, este es el encargado de recibir o captar la energía solar ya sea de forma directa o difusa (días nublados) y luego convertirla en energía eléctrica, para ser dirigida al regulador de voltaje.

## 2.9. Regulador de Carga.

Gráfico 7: Regulador de Carga Phocos 20A



Fuente: Autores

Para un funcionamiento satisfactorio de la instalación fotovoltaica en la unión de los paneles solares con la batería ha de instalarse un sistema de regulación de carga, este sistema es siempre necesario.

El regulador tiene como función fundamental impedir que la batería continúe recibiendo energía del panel solar, una vez que ha alcanzado la carga máxima.

Otra función del regulador es la prevención de la sobre descarga, con el fin de evitar que se agote en exceso la carga de la batería, siendo éste un fenómeno, que como ya se ha dicho, puede provocar una sensible disminución en la capacidad de carga de la batería en sucesivos ciclos.

Varios reguladores incorporan una alarma sonora o luminosa previa a la desconexión para que el usuario pueda tomar medidas adecuadas, como reducción del consumo, u otras.

Los reguladores más modernos integran las funciones de prevención de la sobrecarga, y que además suministra información del estado de carga de la batería.

<http://energiasolarfotovoltaica.blogspot.com/2006/01/el-regulador-de-carga.html>.

### **2.9.1. Descripción de las Funciones del Regulador de Carga.**

El controlador de carga protege a la batería contra posible sobrecarga del módulo solar y evita que sea fuertemente descargada durante los consumos.

El controlador de carga se ajusta automáticamente al sistema de voltaje de 12V o 24V.

El controlador de carga tiene varias funciones de seguridad y de visualización.

<http://www.phocos.com/>.

Una vez que se ha generado la energía eléctrica a través del panel solar esta continua hacia el regulador de carga el cual es el encargado de estabilizar y regular para que la batería no se sobrecargue o sobre descargue.

## 2.10. Acumulador o baterías de ciclo profundo.

Gráfico 8: Acumulador Coopower 100Ah



Fuente: Autores

Batería se encargan de acumular la energía eléctrica generada por el sistema de generación fotovoltaico para poder disponer de ella en las horas del día que no luzca el sol. Las más recomendadas para este tipo de instalaciones son las estacionarias de plomo ácido, con vasos de 2V cada uno, que se dispondrán en serie y/o paralelo para completar los 12, 24 o 48 Vcc que sea adecuado en cada caso. Este tipo de baterías pueden permanecer largos periodos de tiempo cargadas y soportar descargas profundas esporádicamente.

Para definir el tamaño necesario de las baterías es necesario tener en cuenta un par de parámetros:

Profundidad de descarga máxima, qué es el nivel máximo de descarga que se le permite a la batería antes de la desconexión del regulador, para proteger la duración de la misma. Las profundidades de descarga máximas que se suelen considerar para un ciclo diario (profundidad de descarga máxima diaria) están en torno al 15-20%.

<http://www.sfe-solar.com/calculo-sistemas-fotovoltaicos-aislados-autonomos/>

Para el caso del ciclo estacional, qué es el número máximo de descarga de la batería sin recibir los módulos radiación solar suficiente, están en torno a 4-10 días y un profundidad de descarga del 70% aproximadamente.

En instalaciones fotovoltaicas no se buscan descargas agresivas, sino más bien progresivas, por esta razón las baterías a utilizar suelen ser con descarga de 100 horas, pues cuanto más intensa es la descarga de una batería menos energía es capaz de suministrar.

Las baterías para sistemas fotovoltaicos generalmente son de ciclo profundo, lo cual significa que pueden descargar una cantidad significativa de la energía cargada antes de que requieran recargarse.

En comparación, las baterías de automóviles están construidas especialmente para soportar descargas breves pero superficiales durante el momento de arranque; en cambio, las baterías fotovoltaicas están construidas especialmente para proveer durante muchas horas corrientes eléctricas moderadas. Así, mientras una batería de automóvil puede abastecer sin ningún problema 100 amperios durante 2 segundos, una batería fotovoltaica de ciclo profundo puede abastecer 2 amperios durante 100 horas.

Además, se suelen especificar con tiempos de descarga de 100 horas por que al hablar de tiempos de autonomía de 5 o más días la

descarga se produciría, por ejemplo,  $24 \times 5 = 120\text{h}$ , y por defecto, se escogen entonces las 100 horas.

Para Sardón Juana; 2003, dice: **“Las baterías se caracterizan por su capacidad, que representa la carga eléctrica que son capaces de almacenar. Como la unidad de carga eléctrica en el Sistema Internacional de Unidades es el Culombio (C), que tiene un valor muy pequeño, se suele emplear como unidad el amperio-hora (Ah), equivalente a 3600 C”**. (Pág.119)

Una vez que el regulador ha estabilizado el voltaje la batería será la encargada de guardar y acumular la energía y entregar 12 voltios para aplicar en cargas necesarias para el usuario.

### **2.11. Inversores de carga cc/ca.**

Gráfico 9: Inversores de carga cc/ca Cotek 350W



Fuente: Autores

En otras aplicaciones, la utilización incluye elementos que trabajan en corriente alterna.

Puesto que tanto los paneles como las baterías trabajan en corriente continua, es necesaria la presencia de un inversor que transforme la corriente en alterna.

Allan y Gill Brigewater; 2009, define: **“El inversor transforma la corriente continua que sale del conjunto de baterías en corriente**

**alterna estándar, que es el tipo de electricidad que la mayoría de nosotros emplea para alimentar los aparatos existentes en nuestras casas". (pág.58)**

Para EVE Ente Vasco De la Energía; 2000, dice: **"Se trata de un dispositivo, cuya finalidad es la de adaptar las propiedades de la corriente eléctrica generada o acumulada a las de la corriente eléctrica requerida total o parcialmente por los consumos". (pág.38)**

Finalmente al recibir el inversor corriente continua de la batería, este es el encargado de cambiar a corriente alterna y proporcionar un voltaje de salida de 120V que servirán para cargas que existe en el hogar, por ejemplo televisor pequeño, radio, etc.

Aspectos importantes que habrán de cumplir los inversores para instalaciones autónomas son:

Deberán tener una eficiencia alta, pues en caso contrario se habrá de aumentar innecesariamente el número de paneles para alimentar la carga. No todos los inversores existentes en el mercado cumplen estas características.

Estar adecuadamente protegidos contra cortocircuitos y sobrecargas.

## 2.12. Cálculo de un sistema fotovoltaico aislado de la red.

Tabla 1: Potencia requerida casa de campo normal

Cantidad A	Equipo B	Potencia W C	Potencia W Subtotal D = (A x C)	Horas / día de uso E	Energía Wh F = (D x E)
4	Lámpara fluores.	15	60	4	240
1	Radiograbadora	10	10	4	40
1	Televisor	60	60	2	120
Total =				Wh / día	400

<http://www.codeso.com/Calculo02.html>

Tabla 2: Cálculo de paneles y baterías

El consumo diario promedio es de:	400	Wh/d
Un panel de 110 W produce con 3,5 horas sol / día:	385	Wh/d
Para la generación de la energía se necesita:	1,04	Paneles
Hay que almacenar (sistema 12 V) la cantidad de:	33	Ah
Se necesita baterías estacionarias 12 V 100 Ah la cantidad (sin reserva o respaldo):	0,33	Baterías
Se necesita baterías estacionarias 12 V 100 Ah la cantidad (con una reserva o respaldo de 1 día*):	0,67	Baterías
Se necesita baterías estacionarias 12 V 100 Ah la cantidad (con una reserva o respaldo de 3 días*):	1,33	Baterías

<http://www.codeso.com/Calculo02.html>

### EXPLICACION:

Se multiplica la potencia del panel 110 W con el factor de soleación diaria promedio 3,5 h = 385 Wh/d.

Se divide la energía requerida 400 Wh/d por la energía diaria del panel 385 Wh/d = 1,04 paneles.

Se divide la energía requerida 400 Wh/d por la tensión del sistema 12 V = 0,33 Ah capacidad de baterías.

Se divide la capacidad requerida 33 Ah por la capacidad de una batería 100 Ah = 0,33 baterías.

### 2.13. Equipo de medida

Para garantizar que el sistema fotovoltaico esté funcionado correctamente, se recomienda tener una medida de la producción del sistema fotovoltaico. El contador registra la cantidad de energía eléctrica consumida en (kWh) kilovatios hora producida por el sistema.

### 2.14. Inclinación de los módulos fotovoltaicos

Cuando se realiza la instalación de un sistema fotovoltaico se requiere conocer la latitud geográfica del lugar donde se vaya a ubicar, y se utilizó herramientas informáticas como es el: googleearth.

Como norma general los módulos fotovoltaicos deben orientarse: hacia el sur si la instalación se encuentra en el hemisferio norte, y si se ubica en el hemisferio sur habrá que orientarlo hacia el norte.

Tabla 3: Ángulos de inclinación, función de la latitud del lugar

Latitud del lugar	Angulo en Invierno	Anulo en Verano
0 a 5 grados	15 grados	15 grados
15 a 25 grados	Latitud	Latitud
25 a 30 grados	Latitud + 5 grados	Latitud – 5 grados
30 a 35 grados	Latitud + 10 grados	Latitud – 10 grados
35 a 40 grados	Latitud + 15 grados	Latitud – 15 grados
Más de 40 grados	Latitud + 20 grados	Latitud – 20 grados

Fuente: Pareja M.

## **2.15. Aplicaciones**

Entre los distintos campos de aplicaciones en los que tiene mucho que aportar la energía fotovoltaica se cita:

### **2.15.1. Lugares aislados**

Donde resulta especialmente difícil o costoso llevar el tendido eléctrico.

Instalación Descentralizada: En la que cada vivienda o aplicación está alimentada por un generador fotovoltaico independiente.

### **2.15.2. Otras aplicaciones**

- Bombeo de agua para regadíos.
- Electrificación básica de viviendas aisladas unifamiliares habitadas de forma esporádica.
- Electrificación de granjas y pequeñas industrias rurales.
- Pequeñas islas.
- Postes S.O.S.
- Navegación aérea y marítima, faros y boyas.
- Señalización de carreteras y ferrocarriles.
- Iluminación pública.
- Conexión a la red

Entre los diversos sistemas de aplicación que presentan mejores perspectivas son la electrificación de lugares aislados, fundamentalmente doméstica y agrícola, así como los sistemas de bombeo. En el sector de comunicaciones se espera una cierta estabilización o pequeño crecimiento en relación a otras utilidades; también se espera un importante aumento de aplicaciones comerciales.

## **2.16. Fundamentación legal**

Para el trabajo de grado se tomó en cuenta la regulación del **CONELEC -004-11**, se citó el **artículo 63 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico**, donde establece que el Estado fomentará el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales.

Que, la seguridad energética para el abastecimiento de la electricidad debe considerar la diversificación y participación de las energías renovables no convencionales, a efectos de disminuir la vulnerabilidad y dependencia de generación eléctrica a base de combustibles fósiles;

Que, es de fundamental importancia la aplicación de mecanismos que promuevan y garanticen el desarrollo sustentable de las tecnologías renovables no convencionales, considerando que los mayores costos iniciales de inversión, se compensan con los bajos costos variables de producción, lo cual a mediano plazo, incidirá en una reducción de los costos de generación y el consiguiente beneficio a los usuarios finales;

Que, como parte de la equidad social, se requiere impulsar el suministro de la energía eléctrica hacia zonas rurales y sistemas aislados, en donde no se dispone de este servicio, con la instalación de centrales renovables no convencionales.

Tabla 4: Precios Preferentes Energía Renovables en (cUSD/kWh)

<b>Centrales</b>	<b>Territorio continental</b>	<b>Territorio insular de galápagos</b>
Eólicas	9.13	10.04
Fotovoltaicas	40.03	44.03
Solar termoeléctrica	31.02	34.12
Corrientes marinas	44.77	49.25
Biomasa y biogás < 5 mw	11.05	12.16
Biomasa y biogás > 5 mw	9.60	10.56
Geotérmicas	13.21	14.53

Fuente: [www.conelec.gob.ec](http://www.conelec.gob.ec)

En una parte del fragmento de la Reglamentación 004/11 se habla de compensar los valores iniciales de inversión que son altos, es por ello que uno de los objetivos fundamentales de esta regulación es establecer los precios a reconocerse por la energía generada mediante recursos energéticos no convencionales expresadas en centavos de dólar americano. También es importante la aplicación de este tipo de energía alternativa ya que no es contaminante y puede aplicarse tanto en zonas rurales como urbanas.

### **2.17. Guía de Práctica**

La Guía de Práctica es un documento orientador que permite unificar criterios básicos para la planificación, organización y ejecución de la práctica durante el proceso de formación de los estudiantes de electricidad.

Se ha elaborado con la finalidad de que la ejecución de la Práctica se desarrolle con mayor eficiencia y calidad a través de las personas que directamente están involucradas en este trabajo: docentes, estudiantes.

### **2.17.1. La práctica**

Es considerada como un proceso de construcción de conocimientos pedagógicos, en el cual el estudiante practicante articula las propuestas teóricas con su propio desempeño, con el del docente de aula y el de sus compañeros practicantes, lo que le permitirá observar y actuar.

### **2.17.2. Finalidad de la práctica**

La práctica tiene por finalidad poner al estudiante y futuro profesional en contacto permanente con una de las energías alternativas que están proceso de crecimiento como es la energía fotovoltaica y ampliar con la realidad educativa que se imparte en la especialidad de Electricidad.

### **2.17.3. Objetivos**

Poner en contacto e involucrar a los estudiantes con la realidad educativa, un sistema fotovoltaico para que identifique, analice y optimice las funciones y acciones esenciales al trabajo realizado.

Reconceptualizar la teoría desde la Práctica y viceversa, dando así mayor importancia a los aprendizajes que va construyendo en su formación profesional.

### **2.17.4. Organización de la práctica**

La primera etapa comprende los primeros conceptos e introducción al tema de la energía alternativa fotovoltaica.

La segunda etapa se trabaja fundamentalmente los componentes que conforman el tablero didáctico y sus conceptos.

La tercera etapa de práctica, se recomienda que el practicante actúe como un profesional con las obligaciones, responsabilidades, seguridad industrial que su tarea implica.

#### **2.17.5. Organización del tiempo**

El tiempo destinado a la práctica según el plan de estudios es variable y su organización dependerá de las acciones y acuerdos que se tomen los docentes y los estudiantes. Respetando el Plan de Estudios, la práctica se puede ser realizada.

#### **2.17.6. Posicionamiento teórico**

Después de haber analizado la documentación bibliográfica, opiniones, argumentos sitios web y definiciones de importantes autores, como: Miguel Moro Vallina, Allan y Gill Brigewater, EVE Ente Vasco de la Energía, Sardón Juana, la Regulación del CONELEC-004-11. Ayudó a poder entender de una mejor manera y visión más amplia la obtención de energía tecnológica alternativa como es la Energía fotovoltaica y todos los elementos que conforman este sistema.

Con la implementación de un tablero didáctico para la obtención de energía fotovoltaico apropiado para práctica de electricidad ayudara tanto a los estudiantes como a los docentes a conocer, e impartir respectivamente sobre una energía alternativa importante como es la energía solar fotovoltaica y mediante prácticas de esta energía, podrán realizar instalaciones y mediciones en el tablero didáctico.

## 2.18. Glosario de Términos

**Célula fotovoltaica.-** Es un dispositivo electrónico que permite transformar la energía luminosa (fotones) en energía eléctrica (flujo de electrones libres) mediante el efecto fotoeléctrico, generando energía solar fotovoltaica.

**Radiación solar.-** Es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol.

**Silicio.-** Es un elemento químico metaloide, número atómico 14 y situado en el grupo 14 de la tabla periódica de los elementos formando parte de la familia de los carbonoides de símbolo Si.

**Módulo fotovoltaico.-** Se utilizan para producir electricidad.

**Controlador de carga.-** Es un dispositivo que se encarga de proteger la batería.

**Acumulador.-** Es un dispositivo que almacena energía eléctrica.

**Baterías Ciclo profundo.-** Las baterías de ciclo profundo guardan energía de modo que las fuentes de la corriente eléctrica las recarguen.

**Inversores de carga.-** Se encarga de tomar la corriente directa de la batería y la convierte en corriente alterna para alimentar la carga.

**Contador de energía.-** Es un equipo que se emplea para medir la energía suministrada a los clientes.

**Latitud geográfica.-** Se refiere a los grados de circunferencia en el globo terrestre desde donde el observador está situado hasta el ecuador.

**Electrificación.-** Aplicación de la electricidad a los hogares

**CONELEC.-** Consejo Nacional de Electricidad.

**Semiconductor.-** Es un elemento que se comporta como un conductor o como aislante dependiendo de diversos factores, como por ejemplo el campo eléctrico o magnético, la presión, la radiación que le incide, o la temperatura del ambiente en el que se encuentre.

**H.P.S.-** Hora de sol perfecto.

**C.C.-** Corriente continua.

**C.A.-** Corriente alterna.

**Wp.-** Vatio pico del panel fotovoltaico.

**SFA.-** Sistema fotovoltaico autónomo.

**CONELEC.-** Consejo Nacional de Electricidad.

## **2.19. Subproblemas, Interrogantes de investigación.**

¿Cómo ensamblar el tablero didáctico con todos los elementos que requiere el sistema fotovoltaico?

¿Cómo realizar la elaboración de una guía práctica para el correcto funcionamiento del sistema fotovoltaico?

## **CAPITULO III**

### **3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.**

#### **3.1. Tipos de investigación.**

En el desarrollo de la presente investigación se utilizó la investigación documental en combinación con la investigación práctica, por cuanto se analizará detalladamente los aspectos más principales a continuación:

##### **3.1.1. Investigación Documental**

La investigación documental como parte esencial de un proceso de investigación científica, constituyéndose en una estrategia donde se observa y reflexiona sistemáticamente sobre realidades (teóricas o no) usando para ello diferentes tipos de documentos. Indaga, interpreta, presenta datos e informaciones sobre un tema determinado de cualquier ciencia

La investigación documental permitió la profundización de conocimientos relacionados al tema con el desarrollo de la teoría para poder desarrollar nuestro trabajo de grado.

##### **3.1.2. Investigación Práctica.**

Este tipo de investigación también recibe el nombre de empírica. Se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren.

Se puso en práctica los conocimientos técnicos obtenidos a través de las tecnologías para la realización de esta investigación para la obtención de resultados que contribuyan con la problemática.

Esta investigación es práctica ya que al construir el tablero didáctico para la obtención de Energía eléctrica fotovoltaico permitirá a los estudiantes de electricidad realizar prácticas para que de esta manera afiancen sus conocimientos.

### **3.2. Métodos de Investigación**

Se utilizaron los métodos deductivo, teóricos y tecnológico en la investigación, considerando que estos son válidos en la ejecución del trabajo investigativo que se llevó a cabo.

#### **3.2.1. Método Deductivo.**

Es aquél que parte los datos generales aceptados como valederos, para deducir por medio del razonamiento lógico, varias suposiciones, es decir; parte de verdades previamente establecidas como principios generales, para luego aplicarlo a casos individuales y comprobar así su validez.

Por medio de este método ayudó a elegir los equipos más convenientes para la construcción del sistema didáctico fotovoltaico para la obtención de energía alternativa solar.

#### **3.2.2. Método Teórico.**

Son aquellos que permiten revelar las relaciones esenciales del objeto de investigación, son fundamentales para la comprensión de los hechos y para la formulación de la hipótesis de investigación

Este método permitió que a través de las bases teóricas se logre comprender la investigación realizada sobre la energía alternativa fotovoltaica.

Este método permitió que a través de la base a la información, describir, explicar y determinar las causas del problema que se aborda,

dentro de estos se considera el Analítico-Sintético, ya que, basándose en el análisis de resultados, se trate de explicar los aspectos principales para la obtención de energía alternativa fotovoltaica.

### **3.2.3. Método Tecnológico.**

El método tecnológico involucra procesos de investigación, conocimiento y acción que se interrelacionan y desarrollan. Esta actividad hace mucho ha dejado de ser espontánea, para constituirse en un orden formal de las operaciones y en el tratamiento de la actividad misma.

Este proceso supone ciertas pautas de organización del trabajo. Supone el diseño y la proyección como metodología. Es decir, el hacer tecnológico tiene como rasgo metodológico más general, la planificación previa de alguna cosa.

El proceso de diseño abarca las actividades y eventos que transcurren entre el reconocimiento de un problema y la especificación proyectual de una solución para el mismo, que sea funcional, económica y satisfactoria. El diseño es el proceso por el cual el tecnólogo aplica sus conocimientos aptitudes y puntos de vista a la creación de dispositivos, estructuras y procesos. Es la actividad principal de la práctica técnico-tecnológica actual. El proyecto constituye el instrumento en el cual el diseño se plasma y se sistematiza. Es decir, el diseño es al proyecto en tecnología, lo que la investigación es a las teorías en la ciencia.

Este método ayudo mediante la observación, investigación, conocimiento acerca de la obtención de energía fotovoltaica, asimilando tecnología para determinar las características del funcionamiento del tablero didáctico para la obtención de energía fotovoltaica y de todos sus elementos que lo constituyen.

### **3.3. Técnicas e instrumentos**

#### **3.3.1. Análisis documental.**

El análisis documental es la operación que consiste en seleccionar las ideas informativamente relevantes de un documento a fin de expresar su contenido sin ambigüedades para recuperar la información en él contenida.

Mediante la recolección de diversos tipos de información como son: textos, revistas, sitios web, regulación legal (CONELEC), se pudo extraer información relacionada con el tema de trabajo de grado, el cual lo sirvió para definir diferentes elementos que conforman el tablero, también para la realización de una guía de prácticas para los estudiantes de electricidad.

Es un método práctico y tangible ya que permitió apreciar en forma directa los elementos que conforman un sistema fotovoltaico y su funcionamiento, para poder realizarlo en un tablero didáctico.

#### **3.3.2. Observación**

Luego de haber realizado el ensamblaje del tablero didáctico y el montaje de todos los elementos, se pudo observar como es la obtención de energía eléctrica a través del panel fotovoltaico expuesto a la radiación solar durante un determinado tiempo, y para comprobar la generación de electricidad se realizó diferentes mediciones con el multímetro, para luego esa energía ser acumulada en la batería pasando antes por el regulador de carga. En otras aplicaciones se utiliza corriente alterna por lo cual se decidió también emplear un inversor de carga el cual tiene la función de convertir la corriente continua en corriente alterna la misma que es utilizada en nuestros hogares ya sea en los electrodomésticos o iluminación.

### **3.3.3. Esquema de la propuesta**

Para la realización de la propuesta se toma en cuenta lo siguiente:

- Título de la propuesta.
- Justificación e Importancia
- Fundamentación de la propuesta
- Objetivos de la propuesta
- Desarrollo de la propuesta
- Guía de funcionamiento para utilizar el sistema fotovoltaico.
- Guías de prácticas

## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. INTRODUCCIÓN

Los resultados finales del desarrollo e implementación del tablero didáctico para la obtención de energía fotovoltaica se presentan en este capítulo, además se mencionan sugerencias para implementar este tipo de energía renovable.

#### 4.2. Diseño del sistema fotovoltaico

A partir de la carga y de las horas de uso se diseñó un sistema fotovoltaico de la siguiente manera:

Tabla 5: Cargas aplicadas en la I.S.F

NUMERO	CARGAS APLICADAS	CONSUMO/ UNITARIO	CONSUMO TOTAL
4	focos fluorescentes	20W	80w
1	radio pequeño	30w	30
TOTAL DE CARGA NECESARIA			110Watts

Fuente: Autores

Total horas uso: 2 horas a diario

Consumo de energía por cada día:

$$110\text{watts} \times 2 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} = 220 \frac{\text{W-h}}{\text{dia}} = 0.22 \frac{\text{kw-h}}{\text{dia}}$$

### 4.3. Cálculo de selección del panel

**Ar**=potencia del panel (Wp)

**Ed**= Consumo de energía (kwh/día.)=0.22

**Id=HPS:** 3.5 horas pico de sol radiante sin nubes por día

**1200=** Es este porcentaje de aprovechamiento del recurso solar en el panel solar fotovoltaico.

$$Ar = 1200 \times \frac{(Ed)}{(Id)}$$

$$Ar = \frac{1200 \times \left(\frac{0.22 \text{ kwh}}{\text{día}}\right)}{3.5(\text{HPS})}$$

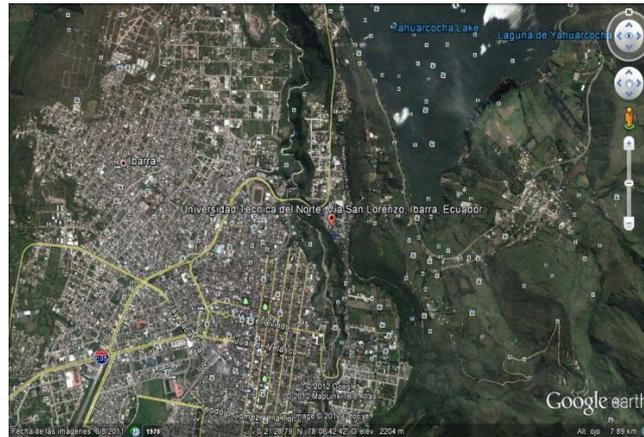
$$Ar = 75,4 \text{ Wp}$$

**Entonces se seleccionó un módulo marca Hengji solar de 75wp**

Tabla 6: Datos técnicos del panel solar

MODELO	HJMO76M-12
Clasificación Eléctrica	At STC (AM1.5,1000w/m2, 25 °C
Potencia Máxima	75Wp
Tensión de circuito abierto	21.7 V
Voltaje Máximo	17.4 V
Corriente Máxima	4.35 A
Tolerancia de Potencia	+/- 5%

Gráfico 10: Datos del Lugar: Ibarra, Latitud geográfica: 0°21`



Fuente: Autores

De acuerdo a la tabla N°1 y conociendo la latitud de la ciudad de Ibarra indica la inclinación del panel fotovoltaico es de 15° como recomendación durante todo el año.

#### 4.4. Cálculo de la batería:

**E** = Consumo energético = 220Wh/día

**AUT**= días de autonomía solar = 2

**V**= voltaje nominal de operación = 12VDC

**Pd**= Porcentaje de descarga de la batería = 55%

$$\text{Selección de batería} = \frac{(E \times AUT)}{(V \times Pd)}$$

$$\text{Selección de batería} = \frac{(220 \times 2)}{(12 \times 0.55)} = 66.6 \text{ Ah}$$

Se selecciona una batería de 105 ah marca coopower.

Tabla 7: Datos técnicos de la batería:

Coopower	VRLA/ Batería
	Ácido de plomo sellada
	Libre de mantenimiento
	Batería recargable
Voltaje	12 V.
Amperaje	105 Ah.

#### 4.5. Cálculo y selección del regulador de carga

El controlador se selecciona según la máxima corriente que pasa por los cables:

1. Panel - batería = 75 Watt y Batería de 12 V =  $75/12 = 6.25$  A
2. Batería – carga = 110Watt a 12V = 9.1 A

Entonces el controlador seleccionado debe soportar una corriente mínima de 9.1 a (la mayor intensidad de corriente).

Se selecciona el controlador marca phocos que soporta una corriente hasta 20A.

Tabla 8: Datos Técnicos del regulador phocos de carga seleccionado

Voltaje nominal	12 / 24 V, reconocimiento automático
Voltaje de carga profunda	14.5 / 29.0 V (25°C), 2 h
Voltaje de ecualización	14.8 / 29.6 V (25°C), 2 h
Voltaje de flotación	13.7 / 27.4 V (25°C)
Función de Desconexión por Bajo Voltaje	11.4-11.9 / 22.8-23.8 V controlado por el estado de carga, 11.0 / 22.0 V controlado por el voltaje
Voltaje de reconexión de carga	12.8 / 25.6 V
Compensación de temperatura	-4 mV/cell*K
Máx. corriente de panel solar	5 / 8 / 10 / 15 / 20 A de acuerdo con el número de modelo @ 50°C
Máx. corriente de carga	5 / 8 / 10 / 15 / 20 A de acuerdo con el número de modelo @ 50°C
Dimensiones	80 x 100 x 32 mm (w x h x d)
Peso	180gr
Máx. tamaño de cable	16 mm <sup>2</sup> (AWG #6)
Autoconsumo	4 mA
Escala de temperatura ambiental	-40 a + 50°C
Caja de protección	IP 22

#### 4.6. Selección del inversor

Carga energética de 110 W.

P máxima de 220 Watt en 2 horas (día de funcionamiento).

Voltaje de entrada 12VCD

Voltaje de salida 110VCA

Frecuencia de 60 Hz

**Se selecciona un inversor coteck que suministra hasta 350 watts**

<b>Modelo N°.</b>	<b>SK350-112</b>
Voltaje de entrada	10.5-15 VDC, 39 A
Voltaje de salida	120VAC,
Frecuencia	50/60 GHz
Salida de Potencia	350 W

Tabla 9: Datos técnicos del inversor coteck

## **CAPITULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **5.1. CONCLUSIONES.**

Una vez concluida la investigación, se ha definido todos los componentes que conforman un tablero didáctico para la obtención de energía eléctrica alternativa fotovoltaica y la función que cumple cada uno de estos.

También al realizar el dimensionamiento de los componentes que forman parte de un sistema fotovoltaico luego del análisis y estudio para poder montar de una manera adecuada en el tablero didáctico, para las prácticas de la obtención de energía eléctrica alternativa.

Con las guías de funcionamiento y las prácticas de laboratorio se puede realizar el correcto conexionado del sistema fotovoltaico con sus respectivos diagramas y explicación correspondiente.

En la fundamentación legal, se explica la regulación 004-11 del CONELEC, para generación de energía fotovoltaica, y los costos de generación de diferentes energías.

Se concluye que la investigación corresponde a la modalidad de un proyecto de tipo factible, porque se basó en una investigación documental y práctica, por lo que se realiza una propuesta y se la aplica.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda a los estudiantes realizar las prácticas sin alterar los pasos que se describen en la guía de prácticas ya que una errónea conexión puede dañar cualquier equipo que forma parte del tablero, así mismo realizarla bajo la supervisión de un docente a cargo.

Realizar una propuesta alternativa, como es: guía de funcionamiento del tablero didáctico, dimensionamiento de un sistema fotovoltaico, guías de práctica con las cuales ayudara a resolver todas las interrogantes de los estudiantes de la especialidad y asimilar los conocimientos impartidos por los docentes.

En las prácticas tomar muy en cuenta al momento de realizar las conexiones la polaridad de los elementos de todo el circuito eléctrico para que no existan daños en los dispositivos utilizados en el tablero didáctico.

En caso de falla o conexión errónea de parte de los estudiantes, presionar el botón de pánico el mismo que se encargara de abrir el circuito dejando sin alimentación el sistema.

Planificar talleres, conferencias para la capacitación y actualización de energías alternativas no convencionales para estar acorde a la realidad y avance tecnológico, de esta manera ser profesionales actuales y competitivos, para que en el caso de que se requiera poder poner en práctica lo aprendido.

## **CAPITULO VI**

### **6. PROPUESTA ALTERNATIVA**

#### **6.1. Título de la propuesta.**

“ELABORACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA, GUÍA DE FUNCIONAMIENTO DEL TABLERO Y DE PRÁCTICAS”.

#### **6.2. Justificación e Importancia**

Este viene a ser un recurso didáctico que permite tanto a estudiantes como profesores de la “Universidad Técnica del Norte” afianzar sus conocimientos mediante el montaje del sistema fotovoltaico, siendo este un aporte tecnológico ya que este tipo de generación eléctrica es importante en desarrollo científico de una forma no contaminante.

#### **6.3. Fundamentación**

La energía solar fotovoltaica se basa en la captación de radiación solar y su transformación en energía eléctrica por medio del panel fotovoltaico, luego esta energía pasa a través del regulador de voltaje para ser almacenada en el acumulador o batería, para que el inversor reciba 12v (c.c.) y tener un voltaje de salida de 120v (c.a.), para poder alimentar a los diferentes aparatos eléctricos a utilizar en el tablero didáctico.

Es un material didáctico aportado al taller de electricidad con el fin de mejorar los conocimientos del estudiante, ambientalmente ayuda con el entorno ambiental al ser una forma de energía no contaminante, tecnológicamente se demostró en el tablero como la energía solar es transformada en energía eléctrica.

## **6.4. Objetivos**

### **6.4.1. Objetivo General**

Elaboración de un tablero didáctico para la obtención de energía eléctrica fotovoltaica, diseño del sistema fotovoltaico.

### **6.4.2. Específicos**

Demostrar didácticamente la conversión de energía solar en energía eléctrica a través de los paneles solares.

Conocer los elementos constituyentes de un sistema de conversión de energía solar a energía eléctrica.

Realizar la conexión de dispositivos de manera adecuada.

Elaboración de una guía de funcionamiento del tablero didáctico y de prácticas de laboratorio.

## **6.5. Desarrollo de la propuesta**

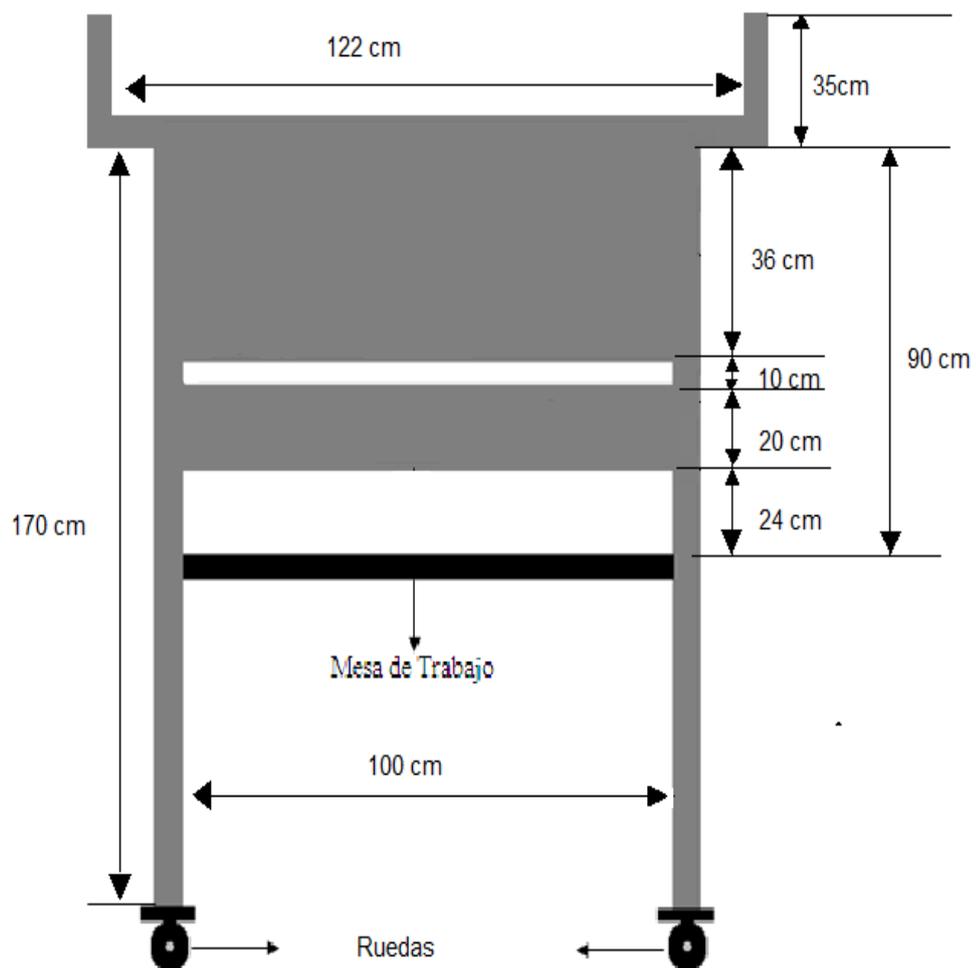
### **6.5.1. Diseño del tablero didáctico**

El tablero está construido conforme a la mayoría de modelos que se encuentran en el laboratorio de Electricidad, de la Escuela de Educación Técnica, se caracteriza principalmente ya que esta ensamblado de material metálico resistente revestido con pintura electrostática al horno, brindando un soporte y estabilidad a los elementos que forman parte del sistema fotovoltaico, consta con un tablero de madera con recubrimiento que sirve de apoyo para el resto de elementos del sistema, como son la batería o acumulador de energía y el Inversor de cc a ca.

Este proyecto está diseñado para que los estudiantes conozcan cómo se obtiene la energía fotovoltaica mediante las diversas practicas

a realizarse en el tablero didáctico, basados en una guías didácticas que se realizó tomando en cuenta siempre la seguridad del estudiante y del laboratorio ya que esta implementado con protecciones eléctricas reduciendo así cualquier falla del estudiante.

Gráfico 11: Tablero didáctico



Fuente: Autores

## 6.5.2. Guía de funcionamiento para utilizar el sistema fotovoltaico.

### Sistema fotovoltaico (SFV)

Instalación de módulos fotovoltaicos que tiene asociados otros componentes, proyectada para generar potencia eléctrica a partir de la energía de la radiación solar.

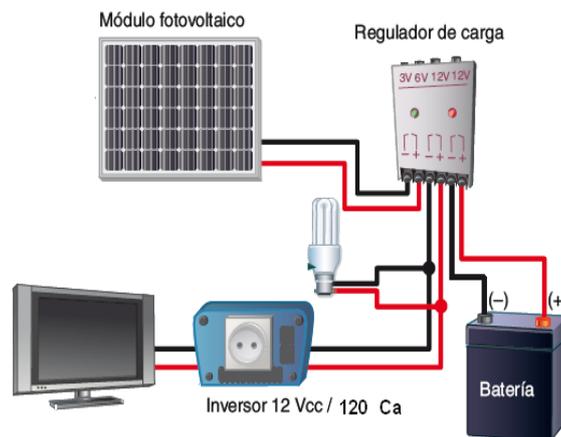
### Sistema fotovoltaico autónomo

Es el que funciona sin estar conectado a una red de energía eléctrica ni con sistema auxiliar de otra fuente energética.

### Elementos de una Instalación solar fotovoltaica (ISF)

De manera general una instalación solar fotovoltaica se ajusta a un esquema mostrado a continuación:

Gráfico 12: Diagrama de una (ISF)



Fuente: Autores

### Módulo solar

La conexión del módulo solares fotovoltaico está realizada por la parte posterior de el mismo en una caja de conexiones preparadas para el fin esta caja de conexiones contiene dos diodos de protección

(diodos de bypass), que solo dejaran pasar la corriente en un sentido y se opondrán a la circulación de la misma en el sentido contrario tienen varias misiones

El estudiante tendrá que conectar con la polaridad correcta los cables dirigidos al módulo solar. Para evitar voltaje en los cables, conecte primero el controlador y luego el módulo solar como se indica en el siguiente gráfico:

Gráfico 13: Forma de Conexión del Panel Solar



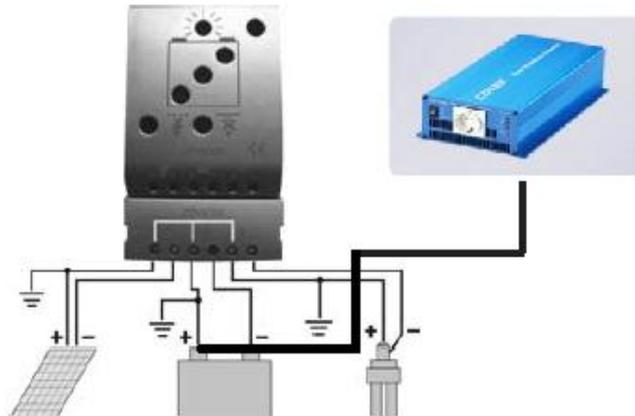
Fuente: Autores

### **Regulación de carga**

Para un correcto funcionamiento de la instalación, hay que instalar un sistema de regulación de carga entre la unión entre los paneles solares y las baterías. Este elemento recibe el nombre de regulador y tiene como misión evitar situaciones de carga y sobre descarga de la batería con el fin de alargar la vida útil.

El regulador por lo tanto trabaja en las dos zonas. En la parte relacionada con la carga, su misión es garantizar una carga suficiente al acumulador y evitar las situaciones de sobre descarga y en la parte de descarga se ocupará de asegurar el suministro eléctrico diario suficiente y evitar la descarga excesiva de la batería.

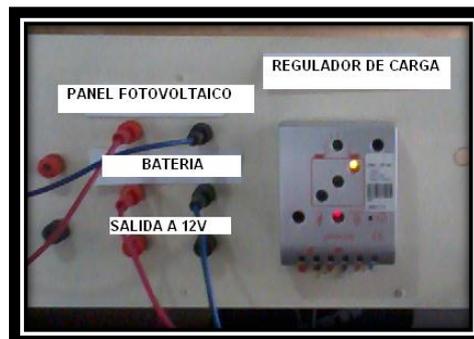
Gráfico 14: Diagrama de conexión del regulador de carga



Fuente: Autores

El practicante tendrá que realizar las siguientes conexiones en el regulador de carga que se encuentra empotrado en el tablero como se muestra en la siguiente imagen:

Gráfico 15: Conexiones en el regulador de voltaje



Fuente: Autores

Conecte con la polaridad correcta los cables dirigidos a los consumos. Para evitar voltaje en los cables, conecte primero el cable a la carga y luego al controlador.

Conecte el cableado a la batería con la polaridad correcta. Para evitar voltaje en los cables, conecte primero el controlador y luego la batería.

## **Batería**

Tres son las misiones que tiene la batería en las instalaciones fotovoltaicas

Almacenar energía durante un determinado número de días.

Proporcionar una potencia instantánea elevada.

Fijar la tensión de trabajo de la instalación.

Para realizar la conexión de la batería en la parte frontal del tablero tiene conectores y un interruptor para el encendido y apagado del paso de corriente a la batería como se indica a continuación:

Gráfico 16: Conexión de la batería en el tablero didáctico

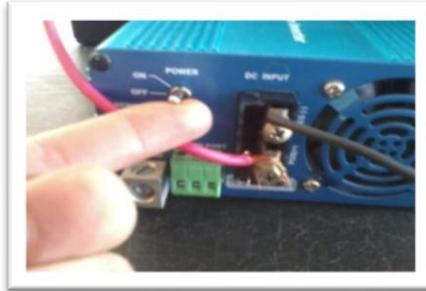


Fuente: Autores

## **Inversor**

Para poner en funcionamiento el equipo en la parte posterior del equipo tiene un interruptor el cual se acciona y subministra voltaje de salida de 120v como se indica a continuación.

Gráfico 17: ON OF DEL inversor de C.C a Ca



Fuente: Autores

El inversor también consta en la parte frontal del tablero una botonera de encendido y apagado una vez que se realicen la conexión se activara este, y se da el paso de corriente de 120Vca al circuito, como se indica en la imagen siguiente:

Gráfico18: Botonera ON-OFF 120V



Fuente: Autores

El tablero tiene 1 boquilla para aplicar carga de 12Vcc y 3 boquillas 120Vac como se muestra a continuación:

Gráfico 19: Cargas de iluminación para el circuito



Fuente: Autores

También cuenta con tomacorrientes para aplicar cargas 120Vca.

Gráfico 20: Tomacorrientes para aplicar cargas



Fuente: Autores

Para realizar mediciones el tablero está dotado de un multímetro y un contador de energía como se muestra en la siguiente imagen:

Gráfico 21: Aparatos de medición



Fuente: Autores

El botón de pánico se deberá activar en caso de existir alguna emergencia o cortocircuito en el sistema:

Gráfico 22: Botón de pánico



Fuente: Autores

### 6.5.3. Descripción de los elementos

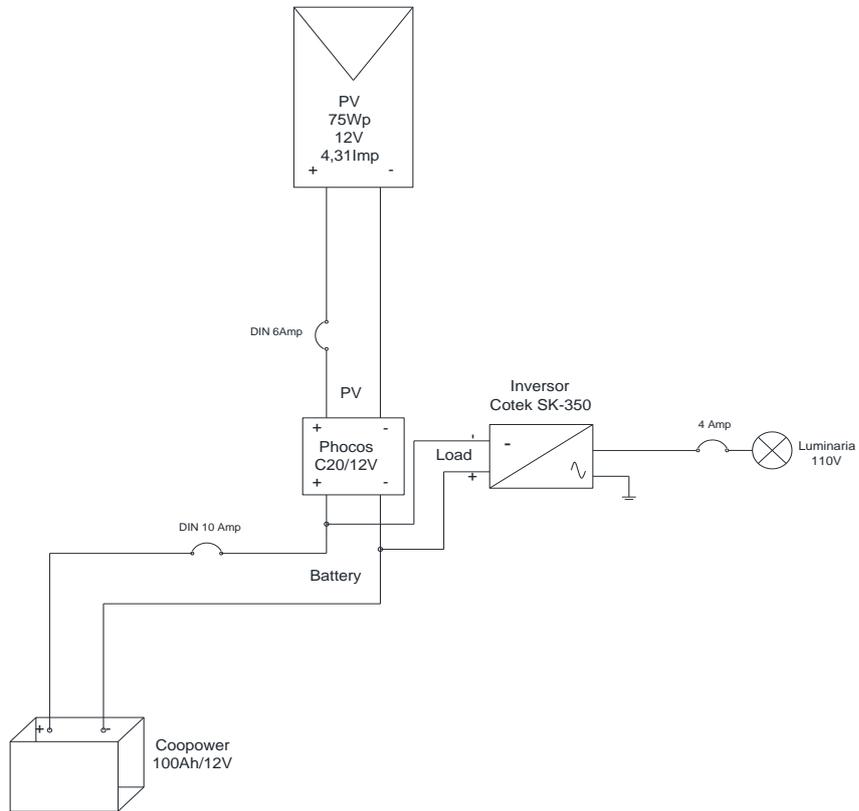
Los elementos que se utilizaron en la elaboración de este proyecto son los siguientes:

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO
1	Estructura metálico con soporte de panel solar y base de madera los demás equipos.
1	Panel solar.
1	Regulador de carga
1	Inverso de carga
1	Batería de ciclo profundo
1	Contador de energía eléctrica
1	Botón de pánico
1	Multímetro

20	Pares de cables con bananas tipo macho (Plufs)
16	Pares (plubs) tipo hembra
4	Boquillas
1	Botonera encendido apagado 110Vca
1	Botonera encendido apagado 12 v cc
2	Tomacorrientes 110v
3	Lámparas fluorescentes 120 Vca
1	Lámpara Incandescente 12 Vcc

## 6.5.4. DIAGRAMAS DE CONEXIÓN

Gráfico 23: Diagrama de conexión de un sistema fotovoltaico



Fuente: Autores

### 6.5.5. Guía de Práctica N.- 1



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**F.E.C.Y.T**

**Escuela de Educación Técnica**

**Especialidad Electricidad**

**Tema.-** Realizar la conexión del sistema fotovoltaico, con conexión, de 3 lámparas fluorescentes y tomacorrientes a 110V incluido una carga adicional, medición de voltaje y energía consumida en el circuito eléctrico.

#### **1.- Objetivos.**

1.1.- Diseñar el circuito para la conexión del sistema, fotovoltaico, para 3 lámparas fluorescentes, 120v.

1.2.- Utilizar los elementos adecuados para la práctica.

1.3.- Demostrar el funcionamiento del sistema fotovoltaico, mediante el montaje del circuito eléctrico, realizar mediciones de voltaje.

## 2.- Equipos y Materiales

ITEM	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	CANTIDAD
1	Estructura metálico con soporte de panel solar y base de madera los demás equipos.	1
2	Panel solar.	1
3	Regulador de carga	1
4	Inverso de carga	1
5	Batería de ciclo profundo	1
6	Contador de energía eléctrica monofásico	1
7	Botón de pánico	1
8	Multímetro	1
9	Pares de cables con bananas tipo macho (Plufs)	20
10	Boquillas	3
11	Lámparas fluorescentes c.a	3

## 3.- Conceptos Básicos.

**Panel solar.-** Un panel solar es un módulo que aprovecha la energía de la radiación solar.

**Regulador de carga.-**El regulador de tensión controla constantemente el estado de carga de las baterías y regula la intensidad de carga de las misma.

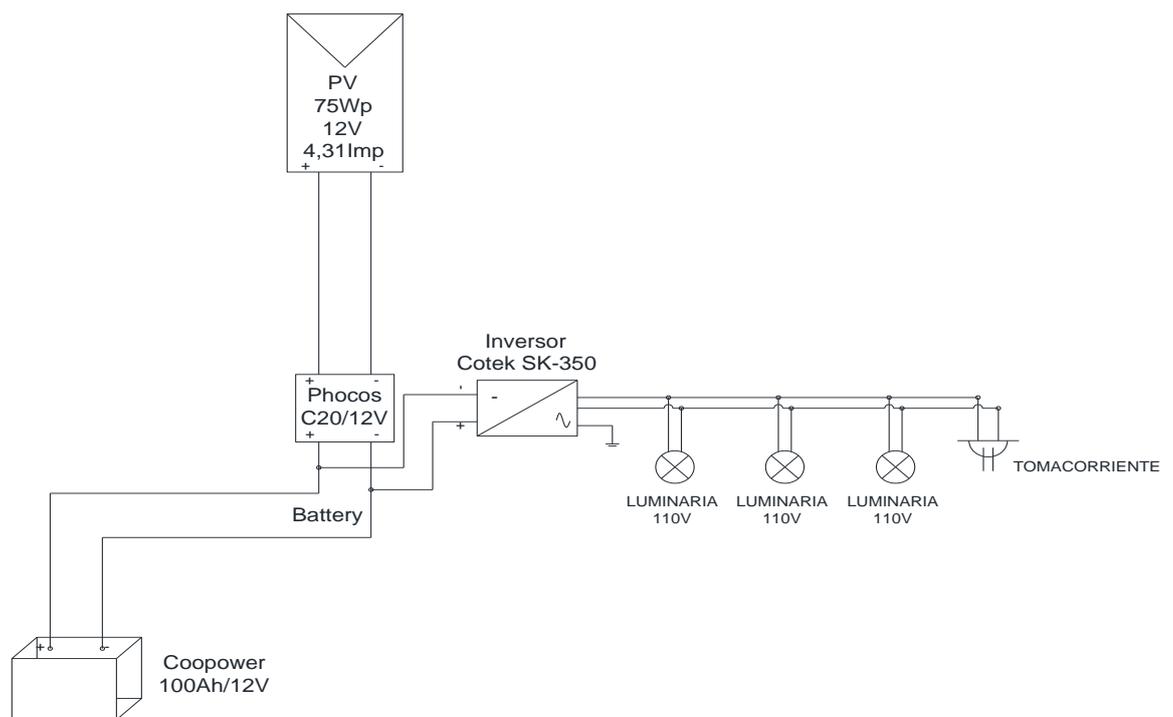
**Inverso de carga.-** Circuito de Inversor Convertidor de 12 Vc.c a 120 Vc.a muy estable con ajuste preciso para la frecuencia de salida, la cual es de 60 Hz

**Batería de ciclo profundo.-** Las baterías de ciclo profundo guardan energía de modo que las fuentes de la corriente eléctrica las recarguen por medio de los alternadores, paneles solares, molinos de viento, etc.

**Corriente alterna.-** Se denomina corriente alterna (abreviada CA en español) a la corriente eléctrica en la que la magnitud y el sentido varían cíclicamente. La forma de oscilación de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una oscilación sinusoidal.

#### 4.- Diagramas Eléctricos.-

Gráfico 24: Diagrama de conexión de un sistema fotovoltaico con cargas 110v



Fuente: Autores

#### 5.- Pasos para realizar la práctica N.- 1

5.1.- Revisar que los equipos no se encuentren energizados verificar que el botón de pánico se encuentre circuito abierto (OFF).

5.2.- Realice el montaje del circuito eléctrico demostrado en los diagramas anteriores y revisar minuciosamente.

5.3.- Active los interruptores ON OFF de la botonera 120V del circuito de alimentación, verifique el voltaje de entrada con el voltímetro (deberá ser 12Vcc), tome en cuenta las luces que la luz indicadores del

regulador de carga en la parte superior de color verde y la luz que indica la carga de la batería.

5.4.- Realice mediciones de voltajes de salida tanto en el regulador de carga como en el inversor de carga 120Vc.a.

5.5.- Una vez verificado lo anterior, proceda al encendido de las lámparas fluorescentes.

5.6.- Realice mediciones de energía con el contador monofásico.

**6.- Análisis de resultados.**

Voltaje de entrada del panel solar .....

Voltaje de entrada del regulador de carga .....

Voltaje de salida del regulador de carga .....

Voltaje de salida inversor de carga .....

**7.- Recomendaciones.**

7.1.....  
.....

7.2.....  
.....

7.3.....  
.....

**8.- Cuestionario.**

¿Cuál es la definición de panel solar?

¿Cuál es la función que cumple el regulador de carga?

¿Qué tipo de energía alternativa se puede acumular en las baterías de ciclo profundo?

¿Qué función cumple el inversor de carga en el sistema fotovoltaico?

¿Qué tipo de oscilación es la más frecuente de la corriente alterna?

## 6.5.6. Guía de Práctica N.- 2



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**F.E.C.Y.T**

**Escuela de Educación Técnica**

**Especialidad Electricidad**

**Tema.-** Realizar la conexión del sistema fotovoltaico, con conexión, de una lámpara a 12V, medición de voltaje y energía consumida en el circuito eléctrico.

### **1.- Objetivos.**

1.1.- Diseñar el circuito para la conexión del sistema, fotovoltaico, para una lámpara de 12Vcc.

1.2.- Utilizar los elementos adecuados para la práctica

1.3.- Demostrar el funcionamiento del sistema fotovoltaico, mediante el montaje del circuito eléctrico, realizar mediciones de voltaje.

## 2.- Equipos y Materiales

ITEM	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	CANTIDAD
1	Estructura metálico con soporte de panel solar y base de madera los demás equipos.	1
2	Panel solar.	1
3	Regulador de carga	1
4	Batería de ciclo profundo	1
5	Contador de energía eléctrica monofásico	1
6	Botón de pánico	1
7	Multímetro	1
8	Pares de cables con bananas tipo macho (Plufs)	20
9	Boquilla	1
10	Lámpara 12Vcc	1

## 3.- Conceptos Básicos.

**Panel solar.-** Un panel solar es un módulo que aprovecha la energía de la radiación solar.

**Regulador de carga.-**El regulador de tensión controla constantemente el estado de carga de las baterías y regula la intensidad de carga de la misma.

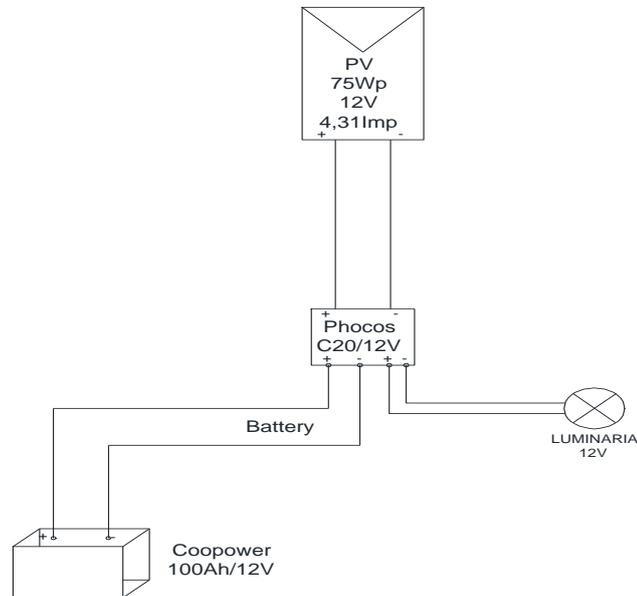
**Batería de ciclo profundo.-** Las baterías de ciclo profundo guardan energía de modo que las fuentes de la corriente eléctrica las recarguen por medio de los alternadores, paneles solares, molinos de viento, etc.

**Contador de energía.-**El medidor de energía, conocido también como contador, es un equipo que se emplea para medir la energía suministrada.

**Corriente continua.-** La corriente continua o corriente directa (CC en español) es el flujo continuo de electrones a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial.

#### 4.- Diagramas Eléctricos.

Gráfico 25: Diagrama de conexión de un sistema fotovoltaico con carga de 12 V



Fuente: Autores

#### 5.- Pasos para realizar la práctica N.- 2

5.1.- Revisar que los equipos no se encuentren energizados verificar que el botón de pánico se encuentre circuito abierto (OFF).

5.2.- Realice el montaje del circuito eléctrico demostrado en los diagramas anteriores y revisar minuciosamente.

5.3.- Active los interruptores ON OFF de la botonera 12Vcc del circuito de alimentación, verifique el voltaje de entrada con el voltímetro (deberá ser 12Vcc), tome en cuenta las luces que la luz indicadoras del regulador de carga en la parte superior de color verde y la luz que indica la carga de la batería.

5.4.- Realice mediciones de voltajes de salida en el regulador de carga

5.5.- Una vez verificado lo anterior, proceda a energizar la boquilla con su respectiva lámpara a 12vcc.

5.6.- Realice mediciones de energía con el contador monofásico.

**6.- Análisis de resultados.**

Voltaje de entrada del panel solar .....

Voltaje de entrada del regulador de carga .....

Voltaje de salida del regulador de carga .....

**7.- Recomendaciones.**

7.1.....

.....

7.2.....

.....

7.3.....

.....

**8.- Cuestionario.**

¿Cuál es la definición de panel solar?

¿Cuál es la función que cumple el regulador de carga?

¿Qué tipo de energía alternativa se puede acumular en las baterías de ciclo profundo?

¿Defina es corriente continua?

## **6.6. BIBLIOGRAFIA**

### **LIBROS**

1. BRIDGEWATER; BRIDGEWATER Allan; Gill (2009) Energías alternativas Handbook 1ra Edición. Editorial Paraninfo S.A. Ciudad Madrid. España
2. EVE (2000) La energía solar fotovoltaica en el país vasco 1ra Edición. Editorial Ente Vasco de la Energía. Ciudad Bilbao.
3. MORO VALLINA Miguel (2010) Instalaciones Solares Fotovoltaicas 1ra Edición. Editorial Paraninfo S.A. Ciudad Madrid España.
4. PAREJA Aparicio (2010) Energía Solar Fotovoltaica: Cálculo de una instalación aislada. 1ra Edición. Editorial Marcombo. Ciudad Madrid España.
5. SARDÓN Juana (2003) Energías Renovables para el desarrollo 1ra Edición. Editorial Thomson. Ciudad D. F. México.

### **LINCOGRAFÍA**

- a. [http://www.gstriatum.com/energiasolar/articulosenergia/98\\_celulafotovoltaica\\_energiasolar.html](http://www.gstriatum.com/energiasolar/articulosenergia/98_celulafotovoltaica_energiasolar.html).
- b. <http://energiasolarfotovoltaica.blogspot.com/2006/01/el-regulador-de-carga.html>.
- c. <http://www.phocos.com/>.
- d. <http://www.sfe-solar.com/calculo-sistemas-fotovoltaicos-aislados-autonomos/>.
- e. [www.conelec.gob.ec](http://www.conelec.gob.ec).

- f. <http://www.wind-works.org/FeedLaws/Ecuador/CONELEC%20004-11%20ERNC.pdf>.
- g. [http://solar.nmsu.edu/wp\\_guide/energia.html](http://solar.nmsu.edu/wp_guide/energia.html)
- h. <http://www.solartronic.com/download/radiacion.pdf>:
- i. <http://www.solartronic.com/download/radiacion.pdf>:
- j. <http://solete.nichese.com/radiacion.html>:
- k. Fuente: <http://www.ecopotencia.com/incidencia.html>

## 6.7. Anexos.

### 6.7.1. Anexo 1

#### Matriz de Coherencia:

<b>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>
¿Cómo construir un tablero didáctico para la obtención de energía eléctrica alternativa fotovoltaica, apropiado para realizar prácticas en el laboratorio de electricidad de la Universidad Técnica del Norte?	Construcción de un tablero didáctico para la obtención de energía eléctrica alternativa fotovoltaica, apropiado para realizar prácticas en el laboratorio de electricidad de la universidad técnica del norte.
<b>SUBPROBLEMAS/ INTERROGANTES</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>
¿Qué elementos conforman un sistema fotovoltaico?  ¿Cómo ensamblar el tablero didáctico con todos los elementos del sistema fotovoltaico?  ¿Cómo realizar la elaboración de una guía práctica para el correcto funcionamiento del tablero didáctico fotovoltaico?	Fundamentar teóricamente los elementos que conforma un tablero didáctico para la obtención de energía fotovoltaico.  Realizar el montaje de componentes, que forman parte del tablero didáctico fotovoltaico.  Elaborar una guía de funcionamiento, para que los estudiantes puedan realizar prácticas en el tablero didáctico.

## 6.7.2. Anexo 2

Montaje del tablero didáctico:



### 6.7.3. Anexo 3

Conexión de los elementos del tablero:



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## ACTA ENTREGA – RECEPCION

### CLAUSULA I.-

En la ciudad de Ibarra, a los Veinte días del mes de Noviembre del año 2012, comparecen:

Los señores:

Nº	Nº CEDULA	NOMBRES
1	100329127-3	BUITRÓN ESPARZA LUIS ANTONIO
2	100284956-8	ENCALADA MÁRMOL DIEGO JAVIER

Graduados de la carrera Tecnología en Electricidad; en calidad de donantes de: **UN TABLERO DIDÁCTICO PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA ALTERNATIVA FOTOVOLTAICA APROPIADO PARA REALIZAR PRÁCTICAS EN EL LABRATORIO DE ELECTRICIDAD.** Con los siguientes elementos:

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO
1	Estructura metálico con soporte de panel solar y base de madera los demás equipos.
1	Panel solar.
1	Regulador de carga
1	Inverso de carga
1	Batería de ciclo profundo
1	Contador de energía eléctrica
1	Botón de pánico

1	Multímetro
14	Cables con bananas tipo macho (Plufs)
14	Pares (plufs) tipo hembra
4	Boquillas
1	Botonera encendido apagado 110Vca
1	Botonera encendido apagado 12 v cc
2	Tomacorrientes 110v
3	Lámparas fluorescentes 120 Vca
1	Lámpara Incandescente 12 Vcc

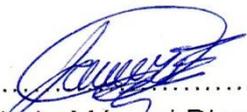
#### CLAUSULA II:

La donación del tablero es para uso exclusivo como material didáctico para prácticas de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico.

A partir de la presente fecha, queda bajo responsabilidad y custodia del Doctor Gustavo Gonzales P encargado del laboratorio de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico.

Entregue Conforme:

  
 Buitrón Esparza Luis A.  
 100329127-3

  
 Encalada Mármol Diego J  
 100284956-8

Recibí Conforme

  
 Dr. Gustavo Gonzales P.  
 100117227-7





## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

#### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

#### A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100329127-3		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Buitrón Esparza Luis Antonio		
<b>DIRECCIÓN:</b>	ILUMAM		
<b>EMAIL:</b>	tonioforever@hotmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	062946128	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0997908303

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	“CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA ALTERNATIVA FOTOVOLTAICA APROPIADO PARA REALIZAR PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”
<b>AUTOR (ES):</b>	Buitrón Esparza Luis A./ Encalada Mármol Diego Javier
<b>FECHA: AAAAMMDD</b>	2012/11/16
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Tecnólogo en Electricidad
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. Ramiro Flores

## 2.-AUTORIZACION DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Buitrón Esparza Luis Antonio, con cedula de identidad Nro. 100329127-3, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago la entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad técnica del Norte, la publicación de la obra en el repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo de la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 143.

## 3.-CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto es original y que es (son) el(los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, al 30 día del mes de Diciembre del 2012

**EL AUTOR:**

(Firma).....

**Nombre:** Buitrón Esparza Luis Antonio  
**C.C:** 100329127-3

**ACEPTACIÓN:**

(Firma).....

**Nombre:** ING. BETTY CHÁVEZ  
**Cargo:** JEFE DE BIBLIOTECA

**Facultado por resolución de Consejo Universitario** \_\_\_\_\_



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**CESION DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**Buitrón Esparza Luis Antonio, con cedula de Identidad Nro.** 100329127-3, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominada: **“CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA ALTERNATIVA FOTOVOLTAICA APROPIADO PARA REALIZAR PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE EN EL AÑO LECTIVO 2011-2012”** que ha sido desarrolla para optar por el título de Tecnólogo (s) en Electricidad, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

(Firma).....

**Nombre:** Buitrón Esparza Luis Antonio  
**Cédula:** 100329127-3

**Ibarra al 30 del mes de Noviembre del 2012.**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

#### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

#### A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100284956-8		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	ENCALADA MARMOL DIEGO JAVIER		
<b>DIRECCIÓN:</b>	ILUMAM		
<b>EMAIL:</b>	dj_encalada@hotmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	062946388	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0980513277

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	“CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA ALTERNATIVA FOTOVOLTAICA APROPIADO PARA REALIZAR PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”
<b>AUTOR (ES):</b>	Buitrón Esparza Luis A./ Encalada Mármol Diego Javier
<b>FECHA: AAAAMMDD</b>	2012/11/16
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Tecnólogo en Electricidad
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. Ramiro Flores

## 2.-AUTORIZACION DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Encalada Mármol Diego Javier, con cedula de identidad Nro. 100284956-8, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago la entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad técnica del Norte, la publicación de la obra en el repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo de la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 143.

## 3.-CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto es original y que es (son) el(los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, al 3 día del mes de Diciembre del 2012

**EL AUTOR:**

(Firma).....

**Nombre:** Encalada Mármol Diego Javier  
**C.C:** 100284956-8

**ACEPTACIÓN:**

(Firma).....

**Nombre:** ING. BETTY CHÁVEZ  
**Cargo:** JEFE DE BIBLIOTECA

**Facultado por resolución de Consejo Universitario** \_\_\_\_\_



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**CESION DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Encalada Mármol Diego Javier, con cedula de Identidad Nro. 100284956-8, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominada: **“CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA ALTERNATIVA FOTOVOLTAICA APROPIADO PARA REALIZAR PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE EN EL AÑO LECTIVO 2011-2012”** que ha sido desarrolla para optar por el título de Tecnólogo (s) en Electricidad, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

(Firma).....

**Nombre:** Encalada Mármol Diego Javier

**Cédula:** 100284956-8

**Ibarra 30 del mes de Noviembre del 2012.**