

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**ÁREA DE ENERGÍA, INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS
NATURALES NO RENOVABLES CARRERA DE TECNOLOGÍA
EN ELECTRÓNICA**

TEMA
**“CONSTRUCCIÓN DE UN PANEL
SOLAR Y SU APLICACIÓN COMO
ENERGÍA ELÉCTRICA
ALTERNATIVA.”**

MEMORIA TÉCNICA PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO ELECTRÓNICO

AUTOR:
Oscar Geovanny Jiménez Sarango

DIRECTOR:
Lic. Gabriel Cabrera

ASESOR:
Ing. Franco Pineda

Loja - Ecuador
2006

CERTIFICACIÓN

Lic. Gabriel Cabrera
DIRECTOR

Ing. Franco Pineda
ASESOR

CERTIFICAN:

- Haber dirigido y asesorado el presente trabajo de investigación. La misma que cumple con todos los requisitos exigidos por el Área de Energía, Industrias y los Recursos Naturales no Renovables.

Por lo expuesto queda autorizada su presentación para los fines correspondientes

Loja, Marzo del 2006

LIC. Gabriel Cabrera
DIRECTOR DE TESIS

ING. Franco Pineda
ASESOR

A U T O R I A

La responsabilidad de la presente investigación, consultas, conceptos, ideas, opiniones, cálculos, resultados y conclusiones vertidos en este trabajo teórico–práctico, son de exclusiva responsabilidad del autor.

OSCAR GEOVANNY JIMÉNEZ SARANGO

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia del agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja, la misma que me brindado su aporte para mi formación profesional a través del Área de Energía, Industrias y los Recursos Naturales no Revocables y a la carrera de Tecnología en Electrónica.

Mi sincero agradecimiento al Lic. Gabriel Cabrera, Director; e Ing. Franco Pineda, Asesor del presente trabajo de investigación. Así como también al Ing. Oscar Montero ex catedrático de esta prestigiosa Área, e Ing. Jaime Jaramillo, los que acertadamente se permitieron darme sugerencias para mejorar mi trabajo y así obtener el título de Tecnólogo en Electrónica

El Autor.

DEDICATORIA

Al culminar el presente trabajo con mucho esfuerzo y sacrificio quiero dedicar esta meta cumplida en mi vida, a mi esposa y mis hijos y a toda mi familia quienes supieron apoyarme día a día, como también al Ing. Oscar Montero el cual me supo enrumbar para el inicio y culminación de este proyecto, y a todos los docentes de Tecnología en Electrónica quienes supieron compartir sus conocimientos de una forma desinteresada para mi formación.

Oscar Jiménez

CERTIFICACIÓN

Lic. Gabriel Cabrera
DIRECTOR

CERTIFICAN:

•

Haber dirigido y asesorado el presente trabajo de investigación. La misma que cumple con todos los requisitos exigidos por el Área de Energía, Industrias y los Recursos Naturales no Renovables.

Por lo expuesto queda autorizada su presentación para los fines correspondientes

Loja, Marzo del 2006

LIC. Gabriel Cabrera
DIRECTOR DE TESIS

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I INTRODUCCIÓN-----	1
II REVISIÓN DE LITERATURA-----	2
II.1 El sol-----	2
II.1.1 Ángulos básicos terrestres y solares-----	3
II.1.2 Otros ángulos solares-----	4
II.1.3 La constante solar-----	4
II.2 Radiación solar-----	5
II.2.1 Radiación solar a nivel de la superficie terrestre-----	5
II.2.2 Componentes de la radiación solar-----	8
II.3 Energía solar fotovoltaica-----	10
II.3.1 Funcionamiento-----	11
II.3.2 Ventajas-----	12
II.4 Sistemas fotovoltaicos-----	13
II.4.1 Instalación solar fotovoltaica-----	13
II.4.2 Aplicaciones fotovoltaicas-----	16
II.5 Celdas solares-----	17
II.5.1 Fabricación de las celdas-----	17
II.5.2 Curvas de características eléctricas de un panel solar fotovoltaico-----	18
II.5.3 Tipo de celdas fotovoltaicas-----	19
II.6 Fabricación de los módulos solares-----	25

II.6.1	El Panel Solar-----	25
II.7	Regulador de Carga-----	27
II.8	Baterías-----	28
II.8.1	Requerimientos de baterías para sistemas fotovoltaicos-----	29
II.9	Inversor de corriente continua-----	32
II.10	Análisis económico-----	33
II.11	Materiales-----	35
II.11.1	Panel solar-----	35
II.11.2	Regulador fotovoltaico-----	37
II.11.3	Batería-----	39
II.11.4	Luminarias-----	40
II.11.5	Inversor-----	41
II.11.6	Otros-----	42
II.11.6.1	Base para la instalación del panel solar-----	42
II.11.6.2	Inclinómetro-----	42
II.11.6.3	Canaletas-----	43
II.11.6.4	Cable concéntrico-----	43
II.11.6.5	Varilla de cobre-----	43

III	METODOLOGÍA UTILIZADA-----	44
III.1	Desarrollo-----	44
III.1.1	Cálculo promedio de irradiación solar durante un año-----	45
III.1.2	Cálculo del cableado del panel solar al regulador-----	47
III.1.3	Cálculo de conductor para la iluminación-----	48
III.1.4	Cálculo de Conductor para batería----	48
III.2	Instalación-----	49
IV	RESULTADOS-----	53
IV.1	Tablas de pruebas en vacío del panel solar-----	55
IV.2	Tabla de descarga de la batería-----	58
IV.3	Tabla de carga de la batería-----	59
V	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES-----	61
VI	RESUMEN-----	67
VII	BIBLIOGRAFÍA-----	67
VIII	ANEXOS-----	68
VIII.1	Esquema de instalación-----	69
VIII.2	Mapa de ubicación dentro del área-----	70
VIII.3	Proformas-----	71
VIII.4	CD del software utilizado para el cálculo	

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El tema fue escogido considerando la escasez de energía eléctrica en los sectores apartados de nuestro país. El presente trabajo es experimental basándose en lo que en un futuro próximo se constituirá en otra forma de energía, aprovechando la energía solar; ya sea para la utilización en el campo de las telecomunicaciones, sector residencial, agrícola, etc.

Como hemos acotado anteriormente en nuestro país existen lugares en donde la energía eléctrica es inaccesible o inalcanzable, por los costos de implementación de las redes eléctricas en lugares apartados, he allí la importancia y necesidad de la utilización de otra fuente de energía, en este caso la energía proporcionada por el sol.

El objetivo de utilizar un panel fotovoltaico es obtener la energía eléctrica a un bajo costo y de fácil mantenimiento del sistema de generación, de esta forma el acceso a la energía eléctrica de los sectores rurales sería mucho más fácil; por otra parte resulta sumamente costoso a las empresas distribuidoras de energía eléctrica llegar con las líneas de subtransmisión a los lugares donde el número de abonados es muy reducido y no justifiquen los costos de inversión.

La principal característica de este proyecto gravita en la importancia de lograr un ahorro económico en los habitantes de los sectores apartados, al reemplazar la energía eléctrica producida por plantas térmicas que tienen un costo elevado de mantenimiento, por el de un sistema fotovoltaico que aprovecha la energía que brinda la naturaleza (energía solar).

Un mérito principal de este proyecto es la demostración práctica de las teorías analizadas, el método que se realizó fue experimental y directo, y además tiene gran flexibilidad que permite adaptarlo a los sectores rurales donde no se dispone de un sistema de red eléctrica.

Por todo lo indicado creo que es conveniente la utilización de paneles fotovoltaicos en el sector rural y así cooperar en el desarrollo de la agroindustria en donde se cree que es factible esta aplicación, así contribuir al desarrollo de nuestra provincia y país.

Los objetivos perseguidos en este proyecto se enfocaron principalmente en la simplificación del trabajo y la economía que representa, ya que es una inversión que con el tiempo compensa dichos gastos.

I. INTRODUCCIÓN

La energía solar se produce por la influencia de los rayos luminosos hacia una superficie, que esta conformada por foto celdas.

Las fotos celdas son módulos que están constituidas por silicio el elemento más abundante en la tierra. Este proceso se da mediante el efecto fotovoltaico el cual permite que la energía solar se transforme en energía continua.

Los paneles solares son conjunto de foto celdas que están unidas ya sean en paralelo o en serie dependiendo de las necesidades requeridas, los paneles solares están fabricados herméticamente y cubiertos por una capa fina de vidrio o acrílico, estas capas que cubre al panel solar no producen reflejo.

Los sistemas fotovoltaicos están constituidos también por un regulador y un conjunto de baterías las cuales sirve de reserva para al utilización de la energía en hora que no haya presencia solar.

II. REVISIÓN LITERARIA

II.1 EL SOL

El sol es una esfera de $1,4 \times 10^6$ Km. de diámetro en cuyo seno se desarrolla ininterrumpidamente un proceso de fusión.

Su temperatura superficial es de 6000°K y la temperatura de la zona interna de la masa en reacción se estima de varios millones de grados. Entre este núcleo y la superficie, tiene lugar fenómenos de convección y radiación, estando este último localizado en la zona de los rayos gamma y X, creciendo su longitud de onda hacia el exterior, a medida que su temperatura disminuye. En consecuencia, el sol no se comporta como un cuerpo negro a una temperatura constante, sino que su radiación es la resultante de varias capas, a distintas temperaturas, que emite y absorben radiaciones de distintas longitudes de onda.

Sin embargo y para los efectos de cálculos y estimaciones relacionadas con el aprovechamiento de la energía solar a nivel terrestre, es suficiente considerar el sol como un cuerpo negro irradiando a una temperatura de 6000°K .

II.1.1 Ángulo Básico terrestre y solar.- En la figura 1,2 se representa los ángulos fundamentales que se derivan de las posiciones relativas de sol y la tierra.

La posición relativa de un punto cualquiera P de la superficie terrestre respecto de los rayos del sol, pueden determinarse en cualquier momento si se conocen la altitud, el ángulo de horario h del punto y de la declinación D del sol.

La latitud es la distancia angular, norte o sur, de un plano P, a partir del Ecuador. Varía por lo tanto entre 0° y 90° . El ángulo horario es el comprendido entre las proyecciones sobre el plano del Ecuador del meridiano del punto considerado y de la recta que une los centros de la tierra y el sol. Los valores de este ángulo varían desde 0 a 24.

Finalmente, la declinación del sol indica la distancia angular, norte o sur, del sol sobre o bajo el Ecuador. La declinación varía sinusoidalmente, con las máximas de $23^\circ 5'$ y las mínimas a $-23^\circ 5'$.

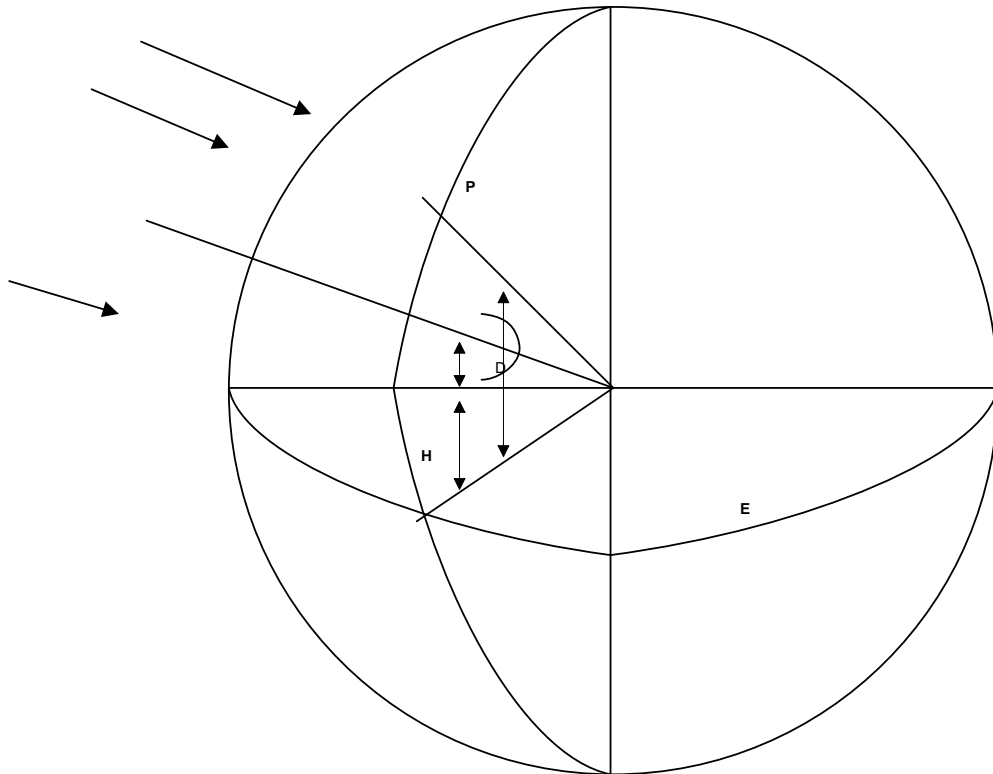


Fig. 1,2

II.1.2 Otros ángulos solares.- Además de los otros ángulos solares anteriormente descritos hay otros de los cuales tres fundamentalmente se utilizan en cálculos relacionados con la radiación solar. Estos ángulos son azimut (γ) altura (B) y el cenit (ψ).

II.1.3 El constante solar.- Se puede definir la “constante solar” como la energía recibida del sol por unidad de superficie normal a la dirección de los rayos y por unidad de tiempo a la distancia media entre el sol y la tierra. Se habla de distancias medias, $1,5 \times 10^8$ Km.

II.2 RADIACIÓN SOLAR

II.2.1 Radiación a nivel de la superficie de la tierra.- La barrera que a la atmósfera terrestre supone para la radiación solar, es la causa de las principales variaciones que esta sufre, tanto en cantidades como en calidad. Las principales son debidas a la dispersión atmosférica producida por las moléculas de aire, vapor de agua, polvo; y las segundas están causadas por la absorción variable por el CO_2 , O_3 y H_2O .

En estas condiciones, la radiación correspondiente a la zona de corta longitud de onda, es absorbida en gran parte por el nitrógeno y el oxígeno en la ionósfera, mientras que el ozono es el responsable de la absorción de la radiación ultravioleta.

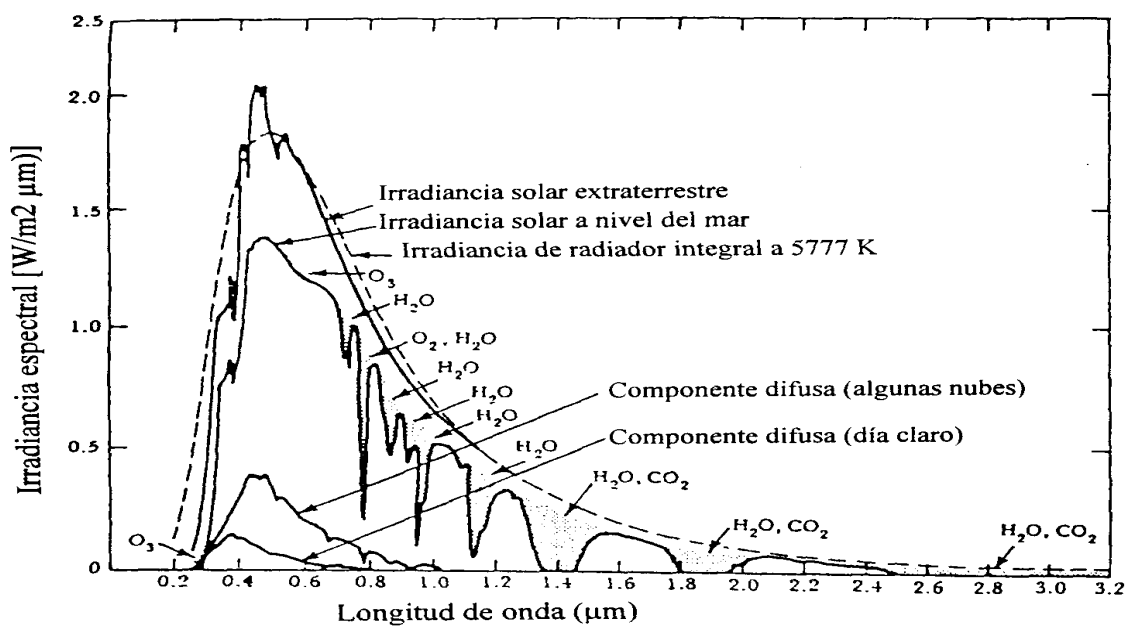
Por lo tanto, y para el tipo de aplicaciones que nos ocuparan solo se considera la radiación de longitud de onda comprendida entre 0,3 y 2,5 micras, la cual hasta llegar a la superficie terrestre, atravesando la atmósfera, sufrirá variaciones cuantitativas.

La radiación solar es una forma de transmisión de energía mediante ondas electromagnéticas, la gama entera de estas ondas es subdividida en varias clases de acuerdo a su longitud y frecuencia dando lugar al espectro

electromagnético el cual va desde las ondas eléctricas de baja frecuencia, gran longitud hasta los rayos cósmicos de onda ultra, corta y de muy alta frecuencia.

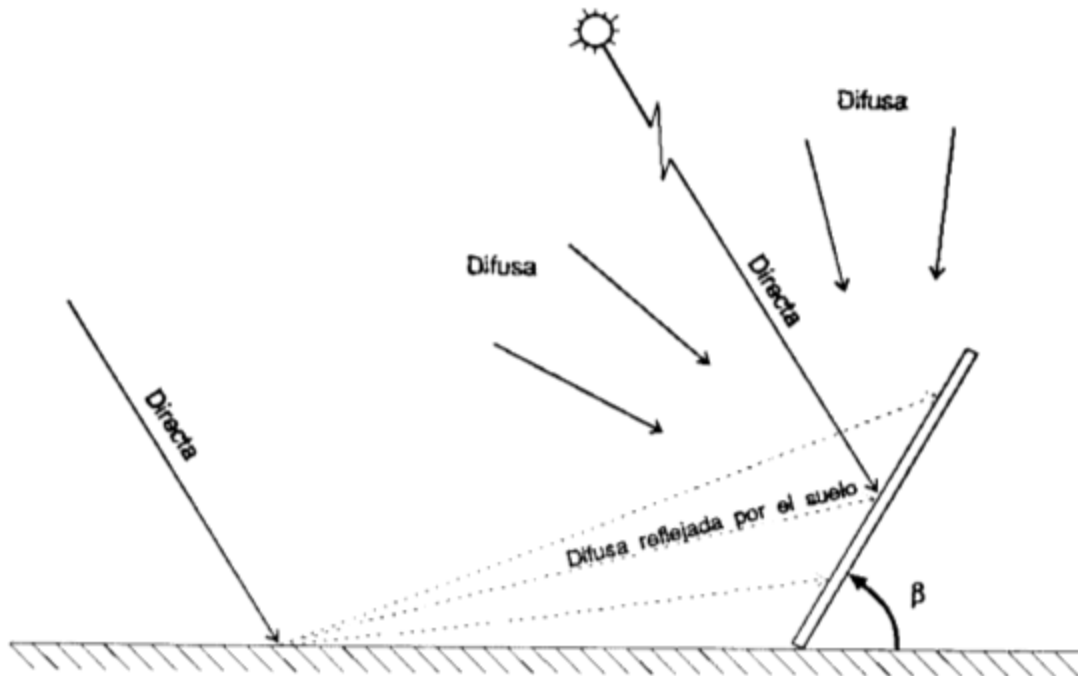
- Las reacciones de fusión nuclear que se producen en el Sol, llega hasta la Tierra en un proceso de transferencia de energía en forma de radiación electromagnética
- Los fenómenos atmosféricos y climáticos impiden poder cuantificar de manera precisa esta disponibilidad energética.

Espectro de la radiación solar



LONG. ONDA (mm)	TIPO
ENTRE 10^7 Y 10^9	RADIO
ENTRE 10^5 Y 10^7	ONDAS DE RADIO AM
ENTRE 10^3 Y 10^5	ONDA DE RADIO (ONDA CORTA)
ENTRE 10 Y 103	ONDA DE RADIO FM
ENTRE 10^{-1} Y 10	MICROONDAS
ENTRE 7.5×10^{-4} Y 10^{-1}	ONDAS INFRARROJAS
ENTRE 3.5×10^{-4} Y 7.5×10^{-4}	LUZ VISIBLE
ENTRE 10^{-5} Y 3.5×10^{-4}	ONDAS ULTRAVIOLETAS
ENTRE 10^{-9} Y 10^{-5}	RAYOS X
MENORES QUE 10^{-9}	RAYOS GAMA

II.2.2 COMPONENTES DE LA RADIACIÓN SOLAR



- Radiación directa, procedente del disco solar
- Radiación difusa, recibida del resto de la bóveda celeste
- Radiación de albedo, o radiación reflejada por el suelo
- La radiación solar recibida viene dada por la suma de estas tres componentes.
- La radiación solar se mide con los denominados radiómetros
- La radiación global se mide sobre una superficie horizontal con un instrumento denominado piranómetro.

- La radiación difusa se mide también sobre una superficie horizontal con el piranómetro.
- La radiación directa se mide sobre una superficie normal a los rayos solares, mediante un instrumento denominado pirheliómetro.
- La energía incidente sobre una superficie, por unidad de tiempo y de área, se denomina irradiancia, I (W/m^2)
- La energía incidente, por unidad de área, durante un determinado período de tiempo, se denomina irradiación, H , y se obtiene de la anterior integrando respecto al tiempo (J/m^2) o (Wh/m^2).
- *Constante Solar*, I_{cs} , definida como la cantidad total de energía procedente del sol, en todas las longitudes de onda, por unidad de tiempo que llega a una superficie normal a los rayos solares, y a la distancia media de la tierra al sol. Mediciones recientes valoran a esta constante en $1367 W/m^2$.

II.3 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La energía solar es la energía radial emitida por el sol y recibida en la tierra en forma de ondas electromagnéticas.

El sol emite continuamente radiación a todo el espacio. La tierra intercepta aproximadamente 1.7×10^{14} Kw., de tal manera que la tierra es un gran colector solar.

La constante solar ISC esta definida como la cantidad de energía solar que por unidad de tiempo incide perpendicularmente sobre una superficie de área colocada fuera de la atmósfera terrestre a una distancias del sol igual a la distancia promedio sol – tierra.

La energía es directa o indirectamente el origen de todas las fuentes de energía de que hoy disponemos, exceptuando la energía nuclear, geométrica y mareomotriz, Los combustibles fósiles son energía solar acumulada en forma de energía química. Otras formas de energía como la hidroenergía, la energía de viento (eólica) y la biomasa son formas de la energía solar.

La energía solar, la energía que emplean los sistemas fotovoltaicos, varían de un lugar a otro (dependen de factores geográficos), dependen de la época del año y de las condiciones de la atmósfera local.

Como características podemos mencionar que, en este tipo de energía. La energía solar se transforma en energía eléctrica sin partes móviles, sin ciclos termodinámicos y sin reacciones químicas.

Esta generación eléctrica es de duración prácticamente ilimitada, no requiere mantenimiento, no produce contaminación ni hace ruido.

II.3.1 Funcionamiento.- El efecto fotoeléctrico permite transformar directamente energía solar (ya sea directa o difusa) en energía eléctrica continua. Para ello, se suelen utilizar semiconductores, y en especial el silicio (el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre que se obtiene de la arena).

El elemento base es la célula solar. Suelen ser de silicio monocristalino, policristalino o amorfo. Los conjuntos de células se orientan hacia el Sur para aprovechar más la radiación solar, y son conectadas a un sistema de almacenamiento (baterías) y de conversión de la corriente.

Se trata pues de una fuente de energía que puede aprovecharse en cualquier aplicación: red eléctrica, consumo en lugares aislados de zonas rurales.

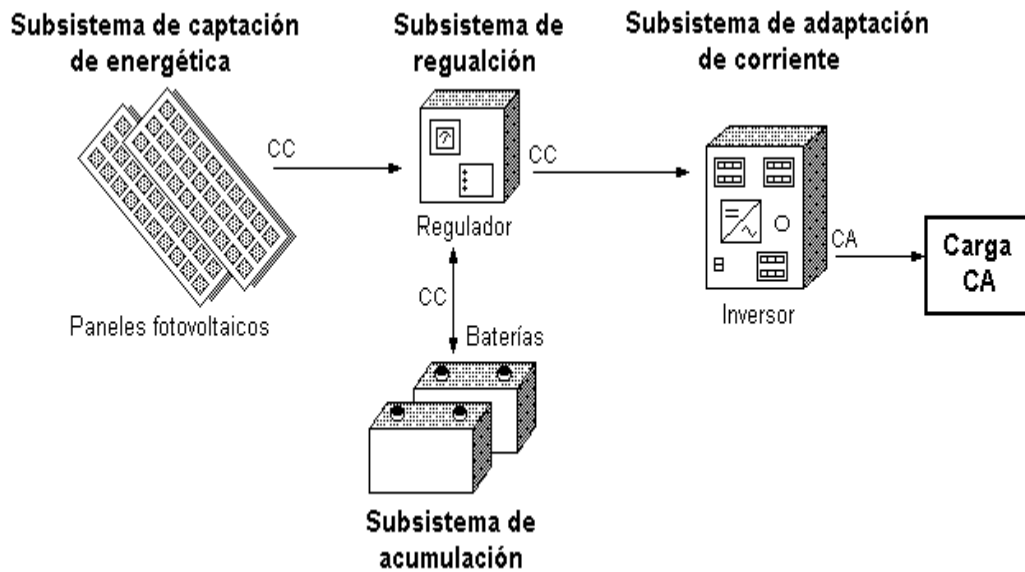
II.3.2 Ventajas.- La energía solar fotovoltaica tiene la particularidad de ser la única fuente de energía renovable que puede instalarse de forma masiva en el centro de zonas urbanas. De hecho, son muchos los paneles fotovoltaicos que se integran en edificios, proporcionando energía eléctrica de manera segura, ecológica y autónoma.

Es interesante notar que cualquier usuario puede obtener su propia energía de forma independiente, con el apoyo para la generación en las horas sin sol de otro sistema complementario por ejemplo (diesel, eólico), o acumulando la energía sobrante en baterías.

Podría también intercambiar energía con la red eléctrica.

También son ventajas muy interesantes la limpieza, la seguridad, el silencio, la sencillez, el mínimo mantenimiento.

II.4 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS



II.4.1 Instalación Solar Fotovoltaica.- Un SFV (sistema foto-voltaico) es una fuente de potencia eléctrica en la cual las celdas solares transforman la energía solar directamente en electricidad DC. Los SFV pueden ser colocados en todo lugar donde haya suficiente Energía solar. Los SFV no requieren combustibles y por tratarse de dispositivos de estado sólido, carecen de partes móviles, y por consiguiente, son pobres en mantenimiento. Tampoco producen ruido, ni emisiones toxicas ni contaminación ambiental, ni polución electromagnética.

La confiabilidad es elevada y se emplean desde hace 40 años en lugares inhóspitos tales como en el espacio, desiertos, selvas, regiones remotas, etc.

Los SFV se pueden diseñar para operaciones automáticas o funcionamiento en sistemas híbridos o alternativos con sistemas de generación convencionales. También puede operar aislados de redes o interconectados a ellas. La capacidad de los SFV varía desde algunos Wp (Wp watt pico) hasta decenas de MWp.

La energía solar, que emplean los SFV, varía de un lugar a otro (depende de factores geográficos), depende de la época del año y de las condiciones de la atmósfera local. La información de la energía solar en diferentes lugares de un país es recolectada por el servicio meteorológico. Esta información se puede procesar para obtener la información energética necesaria para los SFV.

Debido a la rotación de la tierra, la intensidad de la radiación solar es máxima hacia el mediodía y disminuye hacia los amaneceres y atardeceres.

Para captar la máxima cantidad de radiación solar, la superficie debería seguir el movimiento del sol, de tal suerte que los rayos solares incidieran perpendicularmente sobre la superficie.

Ahora, si el dispositivo solar ha de estar fijo y debe residir la máxima cantidad de radiación solar, para superficies cerca del Ecuador la mejor posición es colocar la superficie horizontalmente.

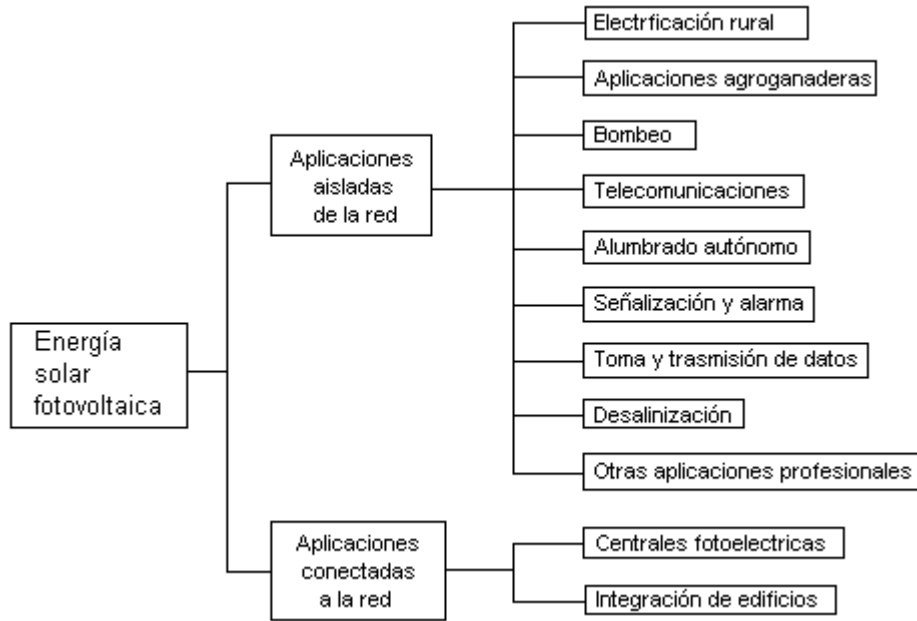
En la practica, los módulos solares se suelen instalar en el hemisferio norte (sur) con una inclinación igual a la de la latitud del lugar pero no inferior de 10° a 15° y mirando hacia el sur (norte.)

Es importante observar que el brillo solar, magnitud que frecuentemente miden los servicios meteorológicos, no es energía solar, aunque ésta si está relacionada con el brillo.

Los componentes de un SFV puede incluir un conjunto de módulos o paneles solares, regulador de carga, banco de baterías, convertidor de voltaje además de elementos de montaje.

La configuración final depende de la carga, algunas de las cargas pueden ser alimentadas directamente. Cargas que demandan corrientes elevadas o su operación requiera suministro de energía durante la noche o en condiciones de baja radiación, pueden ser alimentados desde el banco de baterías. Cargas críticas pueden ser condicionados de potencia. Cargas AC que requieren un inversor.

II.4.2 Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica



II.5 LAS CELDAS SOLARES

Células solares- Célula solar convencional: lleva una capa de silicio positiva y otra negativa que forman un campo eléctrico. La energía de la luz incidente activa los portadores de carga positiva y también los de carga negativa. La corriente fluye al unir los dos polos desde el exterior y se descarga a través de unos dedos metálicos.

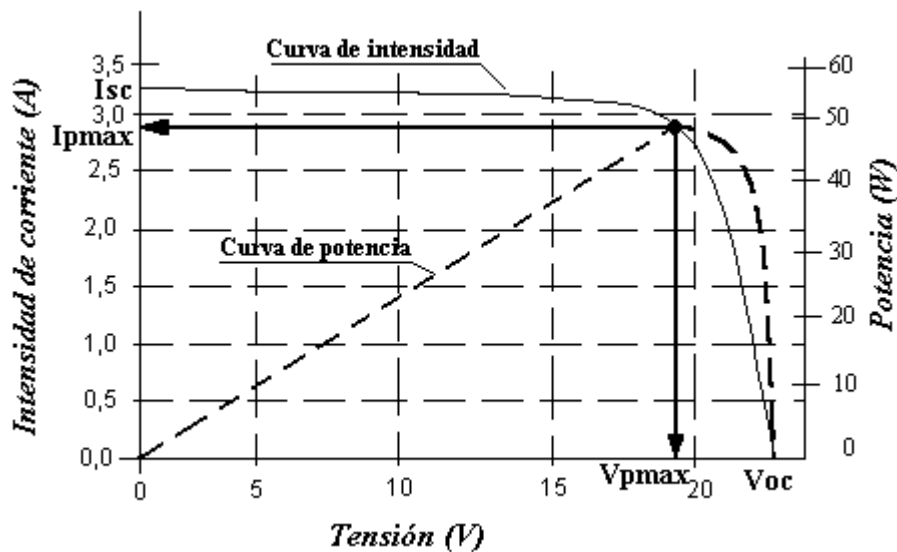
- *Célula electroquímica*: En ella, la luz estimula los portadores de carga en una película de colorante. El dióxido de titanio facilita que la carga negativa fluya a la capa conductora de una capa de vidrio. El colorante compensa la falta de carga con una solución de yodo y así se crea la corriente.

II.5.1 Fabricación de la celda.- Consiste esencialmente en las siguientes capas: una capa conductora en la parte superior, una película antirreflectiva o una superficie tratada, una película delgada de Si-n de 0.3 μm (llamada colector), la juntura, un substrato Si-p de 250 μm (0.25mm) un contacto inferior.

Parámetros que definen el funcionamiento de una célula fotovoltaica

- Corriente de corto circuito I_{SC} (valor típico \approx 10-35 mA/cm² de célula)
- Tensión de circuito abierto V_{OC} (0,6 – 1V por célula)
- Potencia máxima P_{MAX} ($P_{MAX}=I_{MAX} * V_{MAX}$)
- Factor de forma $P_{MAX} = I_{SC} * V_{OC} * FF$
- Eficiencia η : expresado en %
- P_{SOL} : Potencia luminosa por unidad de área que se recibe del sol en forma de fotones (en condiciones estándar, 100mW/cm²)
- A: Área de la célula

II.5.2 Curva de características eléctricas de un panel solar fotovoltaico



II.5.3 Tipos de células fotovoltaicas

Rendimientos

- Células de silicio monocristalino: diodo de unión P-N sensible a la iluminación (15%)
- Células de silicio policristalino (7-8%)
- Células de arseniuro de galio (27-28%)
- Células bifaciales (30%)
- Células de silicio amorfo (5-6%)

Las celdas solares son dispositivos de conversión directa de transformación la potencia del sol en potencia eléctrica DC. Puesto que la potencia $P=IxV$, entonces es necesario comprender como se genera la

corrientes y el voltaje en la celda. A su vez la intensidad de cargas en movimiento en una dirección determinada. Entonces es necesario comprender como se genera las cargas y como son dirigidas en una dirección determinada. Las cargas están ya en el material pero en los semiconductores en estado ligado. Bajo la acción de la luz, las cargas se vuelven libres, capaces de formar una corriente. Las cargas son dirigidas en una dirección determinada para formar una corriente gracias a la acción de un campo eléctrico creado en las celdas.

Los semiconductores son materiales cuya resistividad eléctrica esta entre 10^{-4} y 10^{10} W-cm. mientras que la resistividad de los materiales varían entre 10^{-4} y 10^{-6} W-cm. Materiales semiconductores son por ejemplo, Si, Ge, P, As; compuestos químicos como CuAlS_2 , CuInS_2 ; etc. A muy bajas temperaturas, los semiconductores se comportan como aislantes, mientras que a altas temperaturas se pueden llegar a comportar como metales.

Aunque las celdas solares pueden fabricarse de diferentes materiales, consideraremos el silicio, por ser el material mas frecuentemente empleado. De los 14 electrones, los 10 primeros se encuentran frecuentemente ligados al núcleo, mientras que los 4 exteriores, denominados electrones de valencia, están menos fuertemente ligados al núcleo y en capacidad de interactuar con los otros átomos y juegan un papel importante en el efecto fotovoltaico.

Para formar un cristal, gran número de átomos de Si se enlazan a través de sus electrones de valencia. En un sólido cristalino, cada átomo de Si comparte uno de los 4 electrones de valencia en un enlace covalente con cada uno de los 4 átomos vecinos. El sólido consiste de unidades de 5 átomos de Si: el átomo original mas 4 átomos vecinos con los cuales comparte sus electrones de valencia. Los enlaces entonces se encuentran saturados.

En este caso, no hay electrones libres y si a bajas temperaturas se aplica un campo electrónico al cristal de Si, la conductividad es cero (no hay corriente eléctrica) A temperatura ambiente, la conductividad no es cero ya que por efecto térmico se rompen enlaces que dejan electrones libres y huecos, que contribuyen a la conductividad del material. En este caso, el número de huecos es igual al número de electrones libres y se habla de un semiconductor intrínseco o tipo "tipo i".

Si se introduce un átomo de Al o B que tiene 3 electrones de valencia, facilitara un electrón para saturar un enlace covalente con un Si vecino. Este "hueco" se comparte con una carga positiva y es relativamente libre de moverse por el cristal. El semiconductor es denominado "tipo p".

En los átomos libres, los electrones ocupan niveles discretos de energía. Al formarse el sólido, la densidad de átomos es del orden de 10^{22} átomos/cm. cúbicos y los átomos se aproximan entre si. Debido a la proximidad, los niveles están tan próximos que forman una continua banda.

Cuando un fotón interactúa con un cristal, por ejemplo Si-i, hay una cierta probabilidad de que sea absorbido por un electrón de la banda de valencia. Si la energía absorbida por el electrón es superior a E_g , el electrón “brinca” a la banda de conducción convirtiéndose en un electrón de conducción y dejando en la banda de valencia un “hueco”. Se produce entonces un par de electrón hueco.

Los electrones excitados pierden rápidamente su energía en interacción con la red del sólido mediante la emisión de fotones (termalización), decayendo a la base de banda de conducción. En la base de banda de conducción, el electrón es capaz de difundirse a en el sólido a distancias del orden de 10mm. La longitud de difusión depende de varios factores, como son la clase de semiconductor, pureza química y grado de cristalinidad. De la base de banda de conducción, los electrones regresan a la banda de valencia mediante la emisión de un fotón, sin antes no son por ejemplo, recolectados y conducidos

por un circuito externo. Este efecto de recombinación debe ser reducido en la celda solar por que reduce la corriente y eficiencias de la misma.

Cuando dos materiales p y n se producen una juntura pn, los electrones se encuentran en exceso en el semiconductor N migran hacia el semiconductor P y los huecos del semiconductor P al semiconductor N. De esta manera, se establece un campo eléctrico a la interfase de la juntura. Este campo eléctrico en la juntura es responsable de establecer la corriente eléctrica a partir de los electrones que en su difusión en el sólido alcanzan la región de la juntura donde se encuentra el campo eléctrico.

El potencial asociado depende de la concentración de impurezas y de portadores intrínsecos. Para Si, con niveles de impureza de 10^{15} elevado a la $15/\text{cm}^3$ tanto en el n como en el p, si tienen potenciales de 550mV.

Mediante la absorción de fotones, se forman pares de electrón-hueco tanto en el semiconductor tipo p como en el n. Debido a la difusión, los portadores de carga minoritarios en cada semiconductor alcanzan la juntura, en donde el campo eléctrico existente se encarga de desplazarlos a la región donde estos electrones y huecos son portadores de cargas mayoritarias: la región p se carga positivamente mientras la n negativamente, dando lugar a una fuerza

electromotriz y en un circuito exterior acoplado, a una corriente. De esta manera se tiene el efecto fotovoltaico, fundamento de las celdas solares.

El campo eléctrico en la interfase de la juntura pn muestra la estructura de banda de energía para una juntura pn, los procesos que producen el efecto fotovoltaico y los mecanismos de pérdidas. Hay sin embargo dos mecanismos de pérdidas inherentes que limitan la conversión de energía solar en eléctrica: el exceso de energía de los fotones que se transforma en calor por la termalización de los electrones y los fotones que no son absorbidos por el material, por poseer energía inferior al ancho de banda.

II.6 FABRICACIÓN DE LOS MÓDULOS SOLARES

II.6.1 El panel solar

- Cubierta exterior de vidrio, debe permitir al máximo el paso de la radiación solar
- Encapsulante, de silicona o de EVA (etilen-vinil-acetato)
- Lamina de protección posterior, evita el ataque de los agentes meteorológicos
- Marco metálico, le da rigidez e impermeabilidad al panel
- Cableado y bornes de conexión, protegidos de la intemperie en cajas estancas
- Diodo de protección, contra sobrecargas y circulación inversa de corriente

Los módulos de celdas de Si-sc y Si-sc se fabrican a partir de las celdas individuales.

El proceso consiste de varias etapas. En la primera se toman las características IV de cada una de las celdas y se clasifican en grupos de así formar después los módulos de características IV similares.

Las celdas son interconectadas conectando la parte de una de ellas con la inferior de la siguiente para tener un arreglo en serie. El arreglo final de las celdas en el modulo tiene entonces grupos en serie para elevar el voltaje y grupos en paralelo para aumentar la corriente.

Las conexiones, su calidad, configuración y redundancia, son importantes. Las conexiones pueden ser soldadas o soldadas con soldadura de punto. En esta ultima, el contacto es mejor. Las conexiones suelen tener exceso en longitud para evitar la rotura o desprendimiento de las soldaduras durante la diaria expansión-contracción térmica. Es conveniente que las celdas tengan por lo menos dos conexiones entre celdas ya que si hubiera una sola y fallara, abriría el circuito, dañando el modulo.

Las celdas son frágiles y no deben ser expuestas ni a esfuerzos mecánicos ni a la acción de la humedad y el viento. Por consiguiente es necesario encapsularlas. Normalmente, como cubierta superior se emplea vidrio templado con un bajo contenido de hierro a fin de disminuir la absorción de la luz. Finalmente se coloca un substrato que puede ser de metal o material de resina epoxica o nuevamente vidrio. Posteriormente, el conjunto es laminado y curado térmicamente.

Los sistemas fotovoltaicos pueden producir más electricidad de la que las baterías pueden almacenar. Sobre cargando las baterías aumentando la pérdida de electrolito, disminuyendo así la vida útil de las baterías. También es potencialmente peligroso.

Los reguladores de carga tienen un circuito que controla la tensión y regula la corriente hacia la batería de los módulos. Cuando la batería se descarga, el regulador conecta nuevamente los modelos. Estos reguladores son simples pero tiene el problema que no toda la energía generada es empleada.

Los reguladores funcionan desviando la potencia hacia otra carga. Si la carga es una simple resistencia, estos reguladores disipan energía lo cual es mejor que sobrecargar la batería o destruir la electrónica. Pero también es posible emplear esta energía excedente en otros usos.

Adicionalmente, Los reguladores de los SFV pueden diseñarse para proteger las baterías de las descargas profundas, que afectan la vida útil de las mismas.

Las baterías o acumuladores puede ser:

- Plomo - ácido (Pb-ácido)
- Níquel - Cadmio (Ni-Cd)
- Níquel - Hierro (Ni - Fe)
- Níquel - Zinc (Ni -Zn)
- Zinc - Cloro (Zn - Cl)

Las baterías se componen de celdas, las cuales contienen 2 placas, un positivo y una negativa, sumergidas en electrolito. El electrolito es una solución de agua con ácido sulfúrico. La construcción mas frecuente de los electrodos es la placa plana. Cada placa positiva tiene un marco que contiene peroxido de plomo. La placa negativa contiene plomo metálico esponjoso.

Con el fin de suministrar corrientes elevadas, cada celda concite de numerosas placas positivas conectadas en paralelo al igual que placas negativas conectadas en paralelo.

Las placas en cada celda están sumergidas en electrolito. La razón entre el peso de un volumen dado de electrolito y un volumen igual de agua es de gravedad específica. Las celdas se conectan en serie para formar una batería de voltaje determinado.

II.8.1 REQUERIMIENTOS DE BATERÍAS PARA SISTEMA FOTOVOLTAICO

Las baterías de plomo-ácido son generalmente fabricadas para tres aplicaciones:

- Baterías de arranque automotriz
- Baterías de tracción
- Baterías estacionarias

Las baterías para aplicaciones fotovoltaicas constituyen una nueva aplicación con los siguientes requerimientos:

- Capacidad y ciclaje puesto que no solamente pueden soportar un ciclo de cargas y descarga sino que también deben soportar ciclos más profundos y prolongados durante los periodos en los cuales la generación del SFV es insuficiente para atender la demanda.
- Bajísimo mantenimiento por que los SFV se instalan a lugares remotos.

- Baja auto descarga.
- Alta capacidad de reservar para periodos de baja radiación.
- Eficiencia de carga tan elevada como posible.

Algunos suministradores de SFV proveen sus sistemas con baterías apropiadas. Varias de estas baterías se fundamentan en placas de gruesas grillas, pequeñas cantidades de antimonio para mejorar el ciclo de vida y reducción de las pérdidas de agua y auto descarga, vasos con gran capacidad de reserva de electrolito para disminuir la frecuencia del mantenimiento y una gran capacidad a bajas intensidades de descargas.

Los fabricantes frecuentemente recomiendan cargar las baterías a una tasa no superior a $C/5$ (por ejemplo, para una batería de 50 Ah significa 10 A, para otra de 200 Ah significa 40 A). Tasas de carga moderadas son alrededor de $C/20$ y muy lentas (carga de goteo), del orden de $C/100$.

En SFV, las tasas de descarga suelen ser inferiores a $C/100$ debido a que los bancos de baterías se dimensionan frecuentemente para autonomías del orden de 100 horas a más, mientras que las tasas de carga son del orden $C/30$.

II.9

INVERSOR DE CC/CA

Es una medida eficaz para obtener un sistema de potencia de 120 voltios 60hz alimentado por la batería fotovoltaica de 12v. Mediante este inversor se puede obtener una potencia de hasta 150w, con picos de 300w. Este equipo contara con un tomo de corriente alterna (AC) para que se pueda enchufar cualquier unidad del equipo que funcione con CA siempre que su capacidad de potencia no exceda de la del inversor.

II.10 ANÁLISIS ECONÓMICO

En el presente capítulo realizamos un breve análisis económico del panel solar tomando en cuenta que los equipos adquiridos existen en el mercado nacional y tiene una garantía de 25 años.

El panel solar tiene un costo de 260 dólares el cual tiene una potencia de 32 W en su nivel óptimo. En este equipo podemos instalar paneles solares en serie o paralelo si se necesitara mayor potencia.

El regulador fotovoltaico soporta un amperaje de 20 A., este equipo está en capacidad de soportar más paneles solares en paralelo, cuyo costo aproximado es de 99 dólares.

Se ha implementado también una batería de plomo ácido el cual cumple las función de acumulador y reserva de energía para su utilización cuando no haya presencia solar, este equipo tiene un costo de 30 dólares con una capacidad de almacenamiento de 35 A/h.

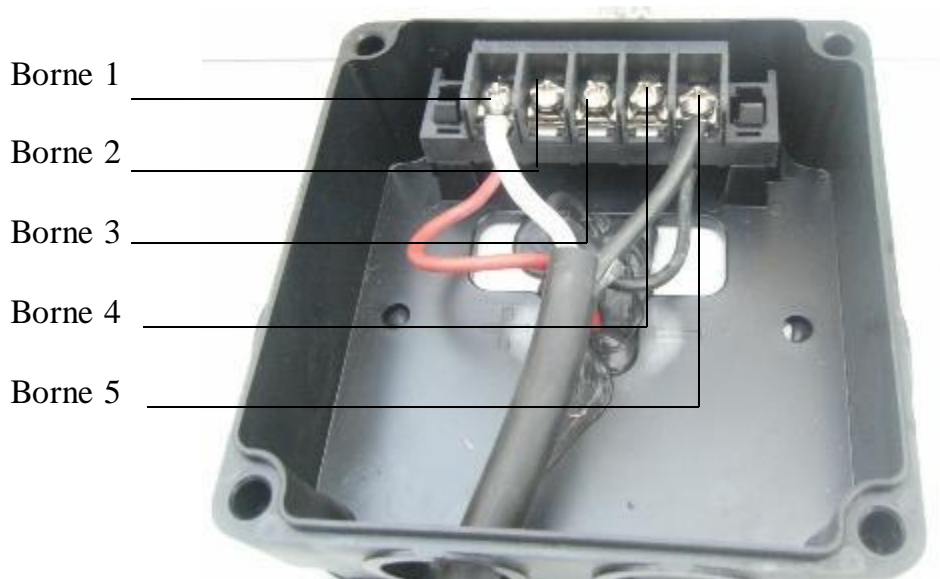
Un inversor, el cual convierte los 12 voltios-corriente continua en 120 voltios-corriente alterna, este equipo tiene un costo de 80 dólares con este equipo se puede colocar cargas a 120 voltios-corriente alterna dependiendo de la capacidad del panel solar.

En la implementación del panel solar, se encuentra instalada una carga de 7 W(foco), 18W(lámpara fluorescente) luz amarilla 12 voltios corriente continua .El foco tiene un costo de 7 dólares, y la lámpara fluorescente de 35 dólares. Con la adquisición de carga continua, no es necesario un inversor.

A todo esto se completa con la instalación de un marco de hierro que hace de soporte del panel solar el cual tiene un costo de 20 dólares, cables eléctrico concéntrico con un costo de 0.60 centavos el metro, canaletas con un costo de 1 dólar por canaleta, y una varilla de cobre con un costo de 5 dólares.

El panel solar, en conjunto tiene un costo referencial de **560 dólares**. Dentro de anexos dejamos constancia de las proformas de equipos utilizados en la implementación del panel solar que los encontramos con facilidad en nuestro medio.

II.11.1 PANEL SOLAR



Parte posterior del panel solar

En esta fotografía podemos observar que la caja posterior del panel solar existen unos bornes para la conexión en serie y paralelo con otros paneles solares dependiendo las necesidades. Para la conexión en serie, se colocaría un Jumper entre el borne 4 -5 y 1-2 en los dos paneles solares. Y para la conexión en paralelo se colocaría un Jumper del panel solar entre los bornes 1-2 solo de un panel solar.

<i>CARACTERÍSTICAS</i>	PANEL SOLAR
Físicas	
Longitud	1366,1mm
Anchura	343,5 mm
Espesor	33,8 mm
Numero de celdas en serie	11
Eléctricas	
Tensión nominal	12 V
Potencia máxima	32 W
Corriente de cortocircuito	2.4 A
Tensión de circuito abierto	23,8 v
Corriente de opresión	1,94 A
Constructivas	
Células	Si Monocristalino, texturadas y con capas antireflexiva
Contactos	Contactos redundantes, múltiples, en cada
Laminado	EVA (etilen-vinil acetato)
Cara frontal	
Carga Posterior	Protegido con teldar de varias capas
Marco	Aluminio Anodizado

II.11.2

REGULADOR



CARACTERÍSTICAS	REGULADOR FOTOVOLTAICO
Longitud	172 mm
Alto	105 mm
Profundo	24 mm
Peso	600 gr.
Eléctricas	
Tensión nominal	bitensión: selecciona automáticamente 12/24 V
Intensidad Máxima de Consumo	20A
Intensidad Máxima de Generación	20 A
Sobrecarga Admisible	25%
Autoconsumo	<20mA
Perdida máxima generación consumo	2 W
Constructivas	
Tipo de Regulación	Serie, controlador por microprocesadores con rele de estado sólido
Selección de baterías	SLI mod/Abierta tubular/gel tubular
sistemas de regulación	Carga profunda/flotación/igualación
Visualización del modo de carga	Profunda, flotación e igualación, mediante led
Desconexión por consumo de baja tensión	Si
Alarmas locales	Alta y baja tensión de batería, sobrecarga, cortocircuito, mediante LED's
Indicadores de estado de carga	Batería llena, media y vacía
Protección contra polaridad inversa	sí, temporizador (líneas generación y consumo)
Protección contra corto circuito	Si, instantáneo (línea consumo)
Protección contra sobre tensiones	Si, mediante Varistores (línea, generación, batería y consumo)
Protección contra desconexiones de batería	si
Tropicalización de los circuitos	sí

Rango de temperatura de funcionamiento	0-50°C
Rearme desconexión cortocircuito / sobrecarga	reset manual

II. 11.3 BATERÍA



CARACTERÍSTICAS	
Modelo	NS40Z
Marca	ETNA
Capacidad	35 A/h
Número de Celdas	6
Tipo de Electrolito	Ácido sulfúrico

II. 11.4 LUMINARIAS



CARACTERÍSTICAS	Fluorescente	Amarilla
Potencia	18 W	7 W
Amperaje	1,60 A	0,5
Voltaje	12 V	12 V

Tiempo e vida útil	6000 h	6000 h
--------------------	--------	--------

II.11.5

INVERSOR



II.11.6

OTROS

II.11.6.1 Base para instalar el panel solar



CARACTERISTICAS

II.11.6.2

Potencia	150 W
Tensión de entrada	12 -22V CC
Tensión de salida	120 V CA
Rendimiento Máximo	100%
Consumo en Vacío	0,05 A
Frecuencia nominal	60 hz

Inclinómetro



El inclinómetro nos permite ubicar el ángulo que necesitamos que este inclinada el panel solar para su mejor rendimiento (norte o sur en grados.)

II.11.6.3 Canaletas

Nos permite cubrir el cable para conservadas la estética de la instalación y el lugar donde se va ubicar para estos equipos, en esta ocasión se a utilizado canaletas 12X20 con sus respectivos accesorios.

II.11.6.4 Cable concéntrico

Es un tipo de cable eléctrico que sus dos hilos de cobre están cubiertos por una capa fina de plástico y a su vez por una chaqueta de plástica especial de un grosor resistente a la intemperie, este tipo de cable es el adecuado para las

instalaciones de paneles solares teniendo en cuenta que estar expuestos al intemperie. En esta ocasión utilizamos el cable 2X14 para la instalación.

II.11.6.5 Varilla de cobre

La varilla de cobre se instala con a finalidad de proteger cualquier tipo de descargas eléctricas las cuales podrían producir daños el los equipos instalados.

III METODOLOGÍA UTILIZADA

III.1 DESARROLLO

El presente trabajo práctico se llevo ha cavo primero realizando un estudio mediante la utilización de una base de datos “FVEXPERT” con la cual nos permite observar los promedios de irradiación durante el año. Datos recolectados de las estaciones meteorológicas de nuestro país. Esta base de datos cuenta con un sistema de cálculo y diseño para la obtención de la mayor eficiencia en el uso de la energía eléctrica producida por la radiación solar.

Partiendo de este estudio se llevaron ha cabo las pruebas prácticas las cuales han sido realizadas en días y horas escogidas al azar, ya que así podemos determinar si su funcionamiento será satisfactorio y continuo, puesto que el sistema fotovoltaico estará en continuo funcionamiento.

En la presente práctica se han tratado de realizar las pruebas con la mayor precisión posible. Para que así en futuras instalaciones de centrales fotovoltaicas se tenga una fuente de información, fundamentada y real, para la obtención de mejores resultados y por ende un buen rendimiento.

III.1.1 CÁLCULO PROMEDIO DE IRRADIACIÓN SOLAR DURANTE UN AÑO

La presente práctica se la ha llevado a cabo mediante la utilización de una base de datos en la cual nos permite realizar el análisis de la inclinación del panel solar ha 0°, 5°, 10°,15°,20°.

GRADOS W/m2	0	5	10	15	20
ENERO	309	300	290	278	263
FEBRERO	321	315	308	299	289
MARZO	317	317	317	310	304
ABRIL	365	372	376	376	376
MAYO	385	397	404	408	412
JUNIO	347	358	365	372	375
JULIO	382	390	398	402	405
AGOSTO	390	394	398	398	398
SEPTIEMBRE	392	392	392	384	380
OCTUBRE	357	354	343	336	321
NOVIEMBRE	372	361	350	335	317
DICIEMBRE	352	341	327	309	292
TOTAL	4289	4291	4268	4207	4132

Estos resultados me permitieron deducir que la mayor eficiencia del panel solar logramos ubicándole con una inclinación de 5°

La presente práctica se realizó utilizando el programa "FVEXPERT" nos han permitido visualizar la inclinación ideal para su mayor eficiencia del sistema fotovoltaico. Y analizar también el porcentaje de eficiencia al año que podemos lograr.

Y por ende podemos concluir que la inclinación ideal en nuestro medio es 5°, con esta inclinación podemos obtener la mayor radiación solar en el panel y por supuesto su mayor eficiencia. Hemos procedido también al cálculo del cableado eléctrico el cual nos ha permitido observar que el utilizado en la instalación es el adecuado, porque no se presenta pérdida alguna.

III.1.3 CÁLCULO DE EL CABLEADO DESDE EL PANEL SOLAR AL REGULADOR

S = Sección del cable en mm^2

V = caída en % tensión del circuito/100

I = intensidad máxima prevista en amperios

S	I	L	V
----------	----------	----------	----------

1.7	1,94	5.5	0.2
V	I	L	S
0.2	1,94	5.5	2.1
I	S	V	L
72,2	2.1	0.2	5.5

Con estos resultados podemos observar que el cable que se va a utilizar es ideal, Debido a que no va a generar perdidas.

III.14 CÁLCULO DE CONDUCTOR PARA ILUMINACIÓN

S	I	L	V
1.6	1.5	3	0.1
V	I	L	S
0.1	1.5	3	2.1
I	S	V	L
1.9	2.1	0.1	3

III.1.5 CÁLCULO DEL CONDUCTOR PARA BATERÍA

S	I	L	V
2.1	2.9	2	0.1
V	I	L	S
0.1	2.9	2	2.1
I	S	V	L
2.9	2.1	0.1	2

III.2 INSTALACIÓN

Se procedió a la instalación del panel solar tomando en cuenta todos los materiales necesarios para dicha instalación.

Primero procedimos a colocar la base para el panel solar la cual esta diseñada para que tenga una inclinación de 5° al norte la cual nos dará la mayor eficiencia para la captación de la radiación solar.



Se colocó seguidamente el regulador solar en un lugar visible y accesible para el respectivo mantenimiento y poder evaluar su rendimiento, esto se puede lograr visualizando los leds que tiene este equipo, el cual nos permite observar si la batería está cargada (led verde) o en proceso de carga (led amarillo) o a su vez vacía (led rojo), podemos ver que el panel solar en correcto funcionamiento (led amarillo) o si se produjo algún problema en la instalación (led rojo) para lo cual localizamos un botón de reset, el cual se lo ejecutará después de haber reparado el problema.



Panel solar

Estado de batería

Luego se procedió a instalar la carga en esta ocasión se instalaron la lámpara de 18w de luz blanca y el foco de 7 w de luz amarilla estas luminarias esta dispuestas a trabajar siempre y cuando se habrá el interruptor de prendido y apagado. Y el convertidor de energía, estos equipos funcionan a 12 voltios corriente continua.

Inversor



foco



lámpara



interruptor



Se

instaló la batería, la cual se la ubico a la altura de una ventana para que la emanación de los gases no se concentren dentro del laboratorio, y también se pueda dar mantenimiento.



Finalmente se instalo el panel solar, en la parte posterior del panel se procede a conectar los cables donde nos indica donde va el positivo y el negativo, por consiguiente procedemos a colocar en la base y verificando que la inclinación se la adecuado utilizando el inclinómetro. En la instalación se utilizo el cable concéntrico 2 X16 con los colores negro y blanco donde se puso el color blanco para el positivo y el color negro para el negativo y finalmente se procedió a colocar la instalación a tierra.



IV.

RESULTADOS

Previo a la exposición de resultados, expongo la capacidad del panel solar y la carga a la que puede ser sometido dicho equipo dejando constancia de que el panel solar es el único limitante en este sistema instalado, como ya expuse anteriormente, la capacidad es de 32 W con un amperaje máximo de 1.94 A.

El regulador está capacitado para soportar 20 A.

CUADRO DE CARGA QUE PUEDE ABASTECER EL PANEL SOLAR				
Número	Equipo	Máximo de energía (A/h)	Número de Horas promedio	Carga (W/h)
1	panel solar	1.94 100 % de capacidad	10	232.8
2	panel solar	1.455 75% de capacidad	10	174,6
3	panel solar	0.97 50 % de capacidad	10	116.4

Vamos Hacer referencia del panel solar instalado con respecto a su capacidad.

Tomando en cuenta un promedio de 10 hora de luz solar, para ello podemos visualizar en el número uno esta en su máxima potencia, podemos tomar como carga una lámpara fluorescente de 18 W mas un foco 7 W corriente continua y una carga de 12 W a corriente alterna sumando toda esta carga nos dan como resultado 37 W/h con la cual

no permite tener un promedio de 6,29
horas.

En el número dos cuando el panel solar esta
en un 75% tendremos un capacidad de
174,6 W para lo cual podemos tenemos
como referencia la misma carga anterior de
37 W/h, logramos un promedio de carga de
4.7 horas.

*Y finalmente en el número tres podemos
visualizar una carga de 116.4 W/h en un
50% de su rendimiento del panel solar,
con este cantidad ubicando la misma*

*carga de 37 W/h teniendo un promedio
de 3.15 horas de carga.*

HORA	VOLTAJE	TEMPERATURA	CLIMA
08H00	20.18 V	16.5 °C	Nublado
09H00	20,76 V	17 °C	Nublado con lluvia
12H00	21.73 V	18.5 °C	Nublado
13H00	21.95 V	19 °C	Nublado
14H00	22,32 V	19 °C	Nublado
17H00	19.95 V	17.5 °C	Despejado
18H00	17.42 V	17 °C	Nublado
18H30	3,28 V	17 °c	Nublado

Datos tomados el día 06-06-2005

HORA	VOLTAJE	TEMPERATURA	CLIMA
7H00	21.9 V	16 °C	Despejado
9H00	21,27 V	18 °C	Despejado
11H00	21,45 V	19 °C	Despejado
12H00	21 V	21 °C	Despejado
14H00	22.07 V	21.5 °C	Soleado
16H00	20.84 V	22.5 °C	Despejado
17H00	20.36 V	21 °C	Despejado
18H00	17.30 V	20 °C	Despejado
19H00	3,76 V	19.5 °C	Despejado

Datos tomados el día 07-06-2005

HORA	VOLTAJE	TEMPERATURA	CLIMA
6H00	16.97 V	13 °C	Despejado
8H00	22.10 V	14 °C	Despejado
10H00	20.86 V	19.5 °C	Despejado
12H00	21.03 V	22.5 °C	Soleado
13H00	20.87 V	24 °C	Soleado
15H00	21 V	26 °C	Soleado
17H00	19.81 V	24.5 °C	Despejado
18H00	19 V	23 °C	Despejado
18H30	3,41 V	22 °C	Despejado

Datos tomados el día 08-06-2005

Como conclusión de las tablas de prueba en vacío del panel solar, diríamos que el voltaje que se produce depende del lugar y la incidencia de los rayos solares que tenga sobre este.

En lo que respecta al tiempo de almacenamiento que se empleo para la carga de la batería con el panel solar y así alcanzar su amperaje máximo fue de 36H00 horas de radiación solar. Logrando esto en un día común de nuestra ciudad. Dándonos como promedio hora de producción de 0.972 A y

por día 11.6 A. Se pudo observar que este sistemas solar no es necesario que el solo este radiante porque su producción empieza con el inicio de la luz del día que por supuesto es generado por el sol.

IV.2 TABLA DE DESCARGA DE LA BATERÍA

TIEMPO	VOLTAJE		INTENSIDAD		POTENCIA		OBSERVACIONES
	C.C	C.A	C.C.	C.A.	C.C.	C.A.	
20:00	12.47	115					Sin Carga
20:05	12.32	115	1.4	0.10	18	12	Grabadora y lampara
21:00	12.32	115	1.4	0.10	18	12	Grabadora y lampara
22:00	12.27	115	1.4	0.10	18	12	Grabadora y lampara
23:00	12.26	115	1.4	0.10	18	12	Grabadora y lampara
0:00	12.21	115	1.4	0.10	18	12	Grabadora y lampara
1:00	12.13	115	1.4	0.10	18	12	Grabadora y lampara

09-06-2005

IV.3 TABLA DE CARGA DE LA BATERÍA

HORA	TEMPERATURA	VOLTAJE	CLIMA
6:00	16°	15	Nublado
7:00	17°	17	Nublado
8:00	17°	16	Nublado
9:00	19°	20	Nublado
10:00	19.5°	21.5	Nublado
11:00	20°	20.94	Nublado
12:00	21.5°	20.94	Nublado
13:00	23°	20.94	Nublado
14:00	23.5°	20	Nublado
15:00	23.5°	20.25	Nublado
16:00	22°	20.5	Nublado
17:00	20°	19.5	Nublado
18:00	17°	13.5	Nublado

06-10-2005

Habiendo realizado las respectivas prácticas, aplicando una carga a la batería como se demuestra en el cuadro teniendo en cuenta una perspectiva real a la cual va ha ser sometido este práctica, pudiendo constatar en las

tablas de resultados que las variaciones de voltaje, están en un margen al cual se lo puede considerar bueno.

Teniendo en cuenta que la carga aplicada para esta prueba es real y ideal para su rendimiento normal, como podemos observar en los resultados obtenidos, pudiendo verificar que exactamente a la 15:20 minutos la batería estuvo en su nivel máximo, con lo cual se pudo comprobar que este sistema fotovoltaico puede trabajar sin ningún problema aplicándole la carga que se le aplicado en esta prueba.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En las diferentes etapas que se le da a la energía eléctrica ya sea en el campo industrial o residencial, se tiene el desarrollo y adelanto de los pueblos.

El proyecto presenta una inversión, pero que a lo largo del tiempo compensa dicha inversión.

De los materiales usados podemos decir que se pueden encontrar todos los materiales en nuestro medio.

Que en las pruebas realizadas de eficiencia energética se comprobó que nuestra ciudad es un excelente lugar para implementar este sistema de energía alternativa.

Que los resultados obtenidos mediante la utilización del software, se pueden comprobar que son reales y por ende se puede decir que nuestro país es excelente para implementar este tipo de energía alternativa.

El presente proyecto es una excelente alternativa para los sectores donde se carece de redes eléctricas.

Que es una manera de producir energía eléctrica segura y ecológica sin producir contaminación.

El proyecto es una forma de obtener energía eléctrica rápida, fácil y segura.

Que para una mejor eficiencia del proyecto se debe utilizar lámparas y equipos a 12v en corriente continua, para ello se dejará instalado una lámpara de 20W, en la cual el balasto ya esta adecuado para trabajar a 12v CC, y el tubo fluorescente se lo pueden remplazar con uno normal que se adquiere en cualquier centro de venta de equipos eléctricos.

El acumulador fotovoltaico se lo ha adecuado con una batería de plomo ácido que nos ha dado excelentes resultados, la cual se la puede adquirir en nuestro medio fácilmente, sin necesidad de utilizar una batería fotovoltaica, la cual aumentaría el costo de la inversión, y no esta ha disposición en nuestro medio.

Para un mejor funcionamiento del proyecto no se debe utilizar lámparas, equipos a 110v. Debido a que para ello se necesitó utilizar un convertidor de corriente con lo cual generará pérdidas y por ende disminuir el tiempo de utilidad diaria.

Se recomienda también que el mantenimiento al panel solar una vez al mes limpiándole con una brocha y papel periódico húmedo para evita la acumulación del polvo u otros agentes externos que produzca el apocamiento de la protección del panel y así disminuir el rendimiento el sistema fotovoltaico.

El mantenimiento de la batería se debe hacer una vez al mes, revisando el nivel de agua y que los bornes estén bien apretados y limpios.

La batería estará bien protegida por el regulador fotovoltaico, de la descarga profunda que puede ocasionar el usuario, así disminuyendo el tiempo de vida útil de la batería.

Una de las ventajas que ofrece nuestro proyecto, es que el mantenimiento no necesariamente lo debe realizar una persona capacitada técnica o académicamente, pudiendo realizar una persona con conocimientos básicos.

VI.

RESUMEN

Una de las principales características al realizar el presente trabajo teórico práctico, es la implementación de una central fotovoltaica, la cual se puede utilizar en lugares apartados, en donde el acceso de una línea monofásica es sumamente limitada ya sea por su costo, distancia o por no ser rentable a la empresa eléctrica, en el cual hemos podido poner en práctica los conocimientos adquiridos en las aulas en todo el periodo de formación estudiantil.

El trabajo práctico puede adaptarse a nuestro medio, en lo que respecta a la revisión de literatura describimos paso a paso y cada uno de los componentes que conforman este sistema fotovoltaico, empezando a describir la función principal que desempeña el sol, la construcción de una célula fotovoltaica, procesamiento de los materiales más utilizados, los principales tipos de células que existen, concepto de un acumulador, características y tipos existentes.

En el capítulo correspondiente a materiales y métodos del cual podemos decir que es el más importante ya que aquí se hace una fusión de lo teórico y lo práctico; como es el cálculo de la mayor eficiencia de eficacia del sistema fotovoltaico. Para lo cual se realizó la utilización de un software, así

mismo se describe los procedimientos para su implementación, materiales utilizados, como su cantidad y conexión.

Los resultados obtenidos nos han dado una gran satisfacción acerca de nuestro trabajo, los cuales nos permiten hacer algunas sugerencias del uso que se debe dar ha este sistema, sin excederse en su capacidad de trabajo. Las conclusiones obtenidas se han ido recopilando de las diferentes prácticas realizadas, las mismas que nos han ayudado ha dar una pauta concreta para la implementación de la minicentral, como de materiales utilizados para un mejor rendimiento.

VII.

BIBLIOGRAFÍA

- Información técnica de varias firmas SSI-ARCO SOLAR POWER, SOLAREX Y PHOTOWATT.
- G. Cook L. Billman y R. Adcock, Photovoltaic Fundamentals, SERI – US Government Printing Office (1991) Springfield, USA.
- Qualification Test Procedure for Photovoltaic Modules, Commission of the European Communities, Specification EUR/CEC N° 502 (Issue 1, 1984) Ispra, Italia.
- Blok V Solar Cell Module Design and test Specification for Residential Applications, Jet Propulsion Laboratory, Document 5101 – 162 (1981) Pasadena USA.
- W.H. Bloss et al., “Photovoltaic: Solar electricity”, en World Solar Summit 1993 Paris.

VIII.

ANEXOS