



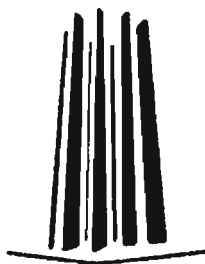
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGÓN"

SISTEMA GENERADOR DE ELECTRICIDAD SOLAR
PARA UN EDIFICIO DE LA ENEP ARAGÓN (A3)

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
(ÁREA MECÁNICA) (ÁREA INDUSTRIAL)
P R E S E N T A N:
AHUANDHAR ISRAEL GARCÍA PAREDES
GUILLERMO CESAR ARAUJO SÁNCHEZ

ASESOR: ING. ADRIÁN PAREDES ROMERO



MÉXICO

2005

m.342414



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

I S R A E L

A mis padres.

Gracias por brindarme el apoyo y alentarme a seguir adelante gracias a ustedes he logrado culminar una meta más en mi vida por ese apoyo que solo ustedes como padres pueden brindar gracias.

A mis hermanos.

Por escucharme ayudarme y acompañarme en esos momentos difíciles y compartir también los momentos felices. Por ese apoyo que de hermanos me brindaron. Gracias.

A mi familia.

En especial a mi tía concepción

Por tener su apoyo y tener fe en mi para poder tener un logro mas en la vida. Por alentarme aun esos momentos difíciles.

A mis profesores.

Por enseñarme y ayudarme en mi formación profesional y también personal

A la universidad.

Por brindarme la oportunidad de superarme en la vida

AGRADECIMIENTOS

M E M O

A mi familia:

A quienes en toda la vida me han guiado siempre con el mejor ejemplo, el amor y el cariño, el respeto y la confianza; les dedico este logro y quiero que lo hagan suyo porque está dedicado a ustedes mis padres y hermanos. Gracias por todo

A mis amigos:

A quienes siempre voy a estar agradecido por todo su apoyo, amistad y compañía cuando mas los necesitaba, por esas palabras de aliento, por ese coraje que infundieron en mi para lograr esto. Fuerza Panda.

A mis profesores:

A los que me apoyaron en este trabajo, y también a aquellos que me enseñaron que la instrucción académica no nada mas es dentro de la escuela, sino en todas partes; a ustedes que lograron hacer esto posible.

A la universidad:

Por haberme dado las armas necesarias para realizar una carrera y ser una persona de provecho, a esta gran institución del saber que forma profesionales.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
-------------------	---

I. ENERGÍA SOLAR

I.1 ANTECEDENTES.....	2
I.2 GENERACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	6
I.3 ENERGÍA RENOVABLE.....	11
I.3.1 Energía solar.....	11
I.3.2 Energía eólica.....	12
I.3.3 Energía de la biomasa.....	13
I.3.4 Energía hidro eléctrica.....	13
I.3.5 Energía mareomotriz.....	14
I.4 ENERGÍA NO RENOVABLE.....	14
I.4.1 Energía fósil.....	14
I.4.2 Energía geotérmica.....	15
I.4.3 Energía nuclear.....	15
I.5 GENERACIÓN Y CAPTACIÓN DE CALOR.....	16
I.6 MÉXICO Y LA ENERGÍA SOLAR.....	18
I.7 UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR.....	20
I.7.1 Calentamiento de agua domestica.....	21
I.7.2 Calentamiento de agua para piscinas.....	22
I.7.3 Calefacción de espacios.....	22
I.7.4 Sistemas de aire.....	23
I.7.5 Almacenamiento de calor.....	23
I.7.6 Acción mecánica.....	24
I.7.7 Refrigeración y acondicionamiento de aire.....	25
I.7.8 Destilación.....	25
I.7.9 Secado.....	25
I.7.10 Cocinado.....	26
I.7.11 Producción de electricidad.....	27
I.7.12 Invernaderos solares.....	28
I.7.13 Usos especiales.....	28

II. INSOLACIÓN SOLAR

II.1 RADIACIÓN SOLAR.....	30
II.1.1 Constante solar.....	32
II.1.2 Día solar promedio.....	32
II.2 ÁNGULOS SOLARES.....	33
II.3 RADIACIÓN DIARIA PROMEDIO SOBRE SUPERFICIES INCLINADAS.....	35
II.4 ESTIMACIÓN SOLAR.....	37
II.5 INSTRUMENTOS PARA MEDIR LA RADIACIÓN SOLAR.....	44

III. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS GENERADORES DE ELECTRICIDAD SOLAR

III.1 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	47
III.2 CELDAS SOLARES.....	48
III.2.1 Módulos solares para energía solar.....	53
III.2.2 Mantenimiento del panel fotovoltaico.....	57
III.3 BATERÍAS DE ACUMULACIÓN.....	57
III.3.1 Mantenimiento de la batería de acumulación.....	63
III.4 INVERSORES.....	64
III.5 CONVERTIDORES.....	68
III.6 MEDIDORES E INTERRUPTORES DE CORRIENTE.....	69
III.7 SISTEMAS DE SEGUIMIENTO DEL SOL.....	70
III.8 APLICACIONES DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	73
III.9 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	73

IV. PROPUESTA DE UN SISTEMA GENERADOR DE ELECTRICIDAD SOLAR PARA EL EDIFICIO A3 EN LA ENEP ARAGÓN

IV.1 PROPUESTA DEL SISTEMA.....	76
IV.2 ESTUDIO ECONÓMICO.....	80
IV.3 VIABILIDAD DE LA PROPUESTA.....	81

CONCLUSIONES.....	84
-------------------	----

GLOSARIO.....	85
---------------	----

APÉNDICE 1.....	90
-----------------	----

FUENTES DE CONSULTA.....	91
--------------------------	----

INTRODUCCIÓN

El sol la estrella mas importante de nuestro sistema y generador principal de vida en nuestro planeta existe desde hace 5000 millones de años.

Este generador natural de energía, puede ser aprovechado por el hombre para generar calor, frío, energía eléctrica y otras aplicaciones importantes para la vida.

Las principales aplicaciones que obtiene el hombre de la energía solar es sobre todo la generación de energía eléctrica y la obtención de calor. Estas aplicaciones son importantes para diversas actividades llevadas a cabo por el hombre para poder subsistir, como por ejemplo: calefacción, iluminación, agricultura, plantas de purificación de agua, construcción, entre otras.

En nuestros días la generación de energía eléctrica es demasiado costosa y además los recursos naturales con que se genera son cada día más escasos. Es por eso que es importante implementar nuevas formas de obtención de energía.

Para obtener esta energía el hombre puede hacer uso principalmente de módulos fotovoltaicos, los cuales están compuestos de células solares o celdas fotovoltaicas que son dispositivos que sirven para convertir la energía solar en energía eléctrica, esta energía obtenida puede ser utilizada directa o indirectamente.

Las celdas fotovoltaicas ofrecen muy diversas ventajas para su aplicación como son: bajo costo de mantenimiento, no contaminantes, generan la energía suficiente para su aprovechamiento, son muy silenciosas, seguras, eficientes, no consumen ningún tipo de combustibles. Además estas celdas funcionan aun en días nublados ya que captan la energía que se filtra a través de las nubes.

Por su alta eficiencia los sistemas solares están cobrando alta demanda en lugares de difícil accesos en comparación con la conexión de redes locales de electrificación. Siendo esta una de las mas gran ventaja que tienen los sistemas solares.



CAPITULO I

“ENERGÍA SOLAR”



I.1 ANTECEDENTES.

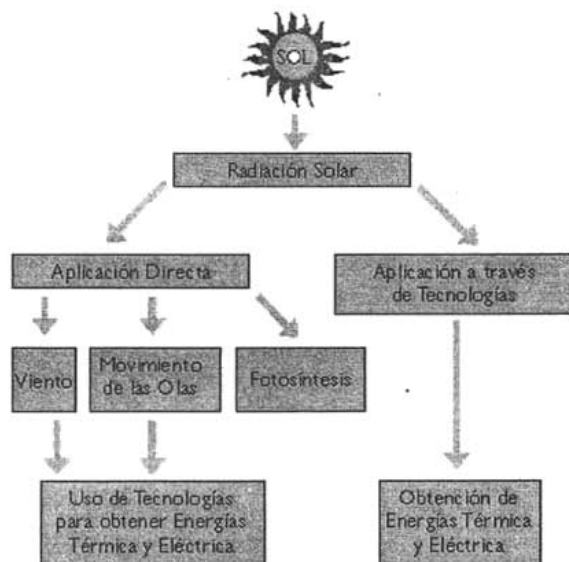
Energía solar.

En los años 70 los países productores de petróleo al subir sus precios, crearon conciencia en los países consumidores de que era necesario buscar otras formas de energía, ya que estas al ser no renovables algún día dejaran de existir.

En la actualidad el mundo se desarrolla con el consumo de energía en sus distintas formas: petróleo, gas, carbón, viento, agua, entre otras; el mundo depende del petróleo en un 46%, del carbón en un 27% y del gas en un 17%; haciendo estas un total del 90% de la energía utilizada. El otro 10 % corresponde al uso de las energías nuclear, hidroeléctrica y otras.

Las emisiones de humos contaminantes siguen aumentando, los árboles se siguen talando sin discriminación y los animales y plantas se extinguen a una velocidad severa.

Es por este factor principalmente por el que el hombre debe buscar nuevas formas para generar energía. La principal o más importante es la energía solar.



Existen algunos materiales llamados fotoeléctricos que tiene la propiedad de absorber fotones de luz y emitir electrones, a este efecto se le llama fotoeléctrico. Cuando los electrones son capturados se genera una corriente eléctrica.

El primero en notar el efecto fotoeléctrico fue el físico francés Edmundo Becquerel, en 1839. El encontró que ciertos materiales producían pequeñas cantidades de corriente eléctrica cuando eran expuestos a la luz.

El primer módulo fotovoltaico fue construido en los Laboratorios Bell en 1954 fue descrito como una batería solar y era más que una curiosidad, ya que resultaba demasiado costoso como para justificar su utilización a gran escala. En la década de los 60, la industria espacial comenzó por primera vez a hacer uso de esta tecnología para proveer la energía eléctrica a bordo de las naves espaciales.

Las celdas solares fueron comercializadas inicialmente en 1955, entre sus principales características encontramos la simplicidad, bajo peso, eficiencia, confiabilidad y ausencia de partes móviles.

A la fecha las celdas que han alcanzado mayor auge son las fabricadas de silicio cristalino, ya que estas tienen una duración aproximada de entre 20 y 30 años.

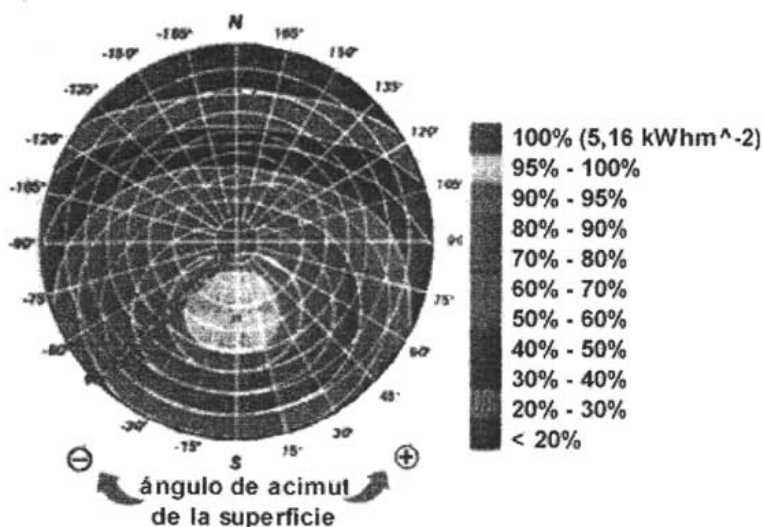
Los laboratorios Nacionales Sandia (Sandia National Laboratories) iniciaron a mediados de los sesenta el trabajo con energías renovables concentrándose primordialmente en los componentes y sistemas fotovoltaicos. Esta labor servía de apoyo en esa época al Programa Nacional Fotovoltaico del departamento de los Estados Unidos y dio como resultado la creación, a mediados de los ochenta, del Centro de Asistencia para el Diseño Fotovoltaico.

Desde principios de la década de los 80, cuando comenzaron a establecerse compañías fotovoltaicas en los Estados Unidos, el National Renewable Energy Laboratory (NREL) estableció los métodos y estándares de prueba y funcionamiento para los módulos fotovoltaicos. Estas actividades ayudaron a las compañías a reducir sus costos y mejorar funcionamiento, eficiencia y confiabilidad.

Para los primeros años de la década de los noventa, ya el REDAC (Renewable Energy Design Assistance Center) de Sandia estaba ayudando a numerosos proyectos de energía renovable en todo el mundo. Fue en este momento cuando se iniciaron relaciones con varias instituciones mexicanas para apoyar los esfuerzos de México interesadas en compartir información y brindar asistencia técnica para el aprovechamiento de las tecnologías de energía renovable.

La luz solar.

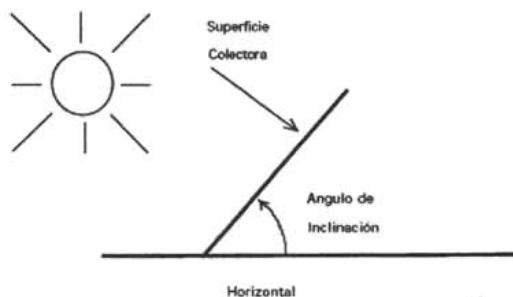
La luz solar es la fuente de energía de todo ecosistema. La radiación solar que se recibe sobre la superficie terrestre varía según el ángulo de incidencia. La radiación solar en los polos se distribuye en un área mayor que en el ecuador. Este fenómeno causa efectos notables en las temperaturas ambientales en las zonas irradiadas; efectivamente, se sabe de la gran diferencia entre las temperaturas del ecuador y de los polos norte y sur.



También existen diferencias en la irradiación, condicionadas en los hemisferios por la inclinación de la tierra sobre su eje en relación con la trayectoria alrededor del sol.

En invierno el hemisferio norte se inclina en dirección contraria al sol, de modo que el ángulo de incidencia de los rayos solares sobre su territorio disminuye, lo cual ocasiona un número menor de horas de luz diurna y un marcado descenso en la temperatura ambiental.

El ángulo de inclinación de la superficie colectora es el que ésta forma con la horizontal, tal como lo ilustra la siguiente figura:



Con las estaciones, la altura del sol respecto a la horizontal cambia al alcanzar el zenit. La diferencia de altura respecto a la horizontal varía con la latitud del lugar. Para las locaciones donde el cambio de altura es apreciable, la variación del ángulo de inclinación permite que los rayos solares incidan casi perpendicularmente sobre la superficie colectora durante todo el año, lo que incrementa el nivel de energía que puede ser transformada.

El ángulo deberá incrementarse cuando la altura del sol sobre el zenit es la menor. En estas locaciones, la duración del día solar promedio, para una misma estación, varía en función del ángulo de inclinación.

Además de su efecto térmico, la luz solar es la materia prima energética principal para llevar a cabo diversos procesos naturales o artificiales los cuales son aprovechados por el hombre.

Uno de los efectos más importantes de la luz es la producción de clorofila, realizada por los organismos fotosintéticos terrestres y marinos (plantas verdes, algas, bacterias y cianobacterias).

Temperatura.

La energía térmica que proviene de la luz solar se conoce en dos formas distintas en la naturaleza, una es la temperatura considerada como la intensidad de energía expresada en grados (centígrados, Fahrenheit, Kelvin) y otra es la cantidad de calor, medido en calorías, contenido por un cuerpo.

Las zonas de temperatura mas baja son aquellas donde se recibe menor radiación solar; este es el caso de los polos donde se encuentran veranos con menor irradiación.

Se calcula que solo aproximadamente el 50% de la energía solar llega a la superficie y de esta cantidad la mitad se dispersa en las nubes, el polvo, el smog y otros factores.

La mayor parte de la energía solar se irradia en forma de ondas electromagnéticas, cuyas longitudes de onda varían. Este espectro de radiación abarca desde los rayos ultravioleta hasta la infrarroja; aproximadamente la mitad de esta energía corresponde al espectro visible que puede captar el ojo humano.

Esta región visible la constituyen los colores violeta, azul, verde, amarillo, naranja y rojo y comprende los componentes que traspasan con cierta facilidad la parte superior de la atmósfera.

Consumo energético humano.

El hombre define a la energía como la capacidad para producir trabajo, en donde su realización consume dicha energía.

Entre las formas más comunes fuentes de energía podemos encontrar la energía solar, energía mecánica, energía eléctrica, energía química, energía calorífica o térmica, energía cinética, energía potencial y la energía nuclear.

La energía que consume el ser humano se divide en dos grandes ramas: la energía para procesos internos, que es la que requiere para sus procesos corporales y la energía para sus

procesos externos, la cual usa en el funcionamiento de sus instrumentos tecnológicos y el mantenimiento de sus patrones culturales.¹

El sol es una fuente muy abundante de energía, de hecho es la más abundante de cuantas existen en la actualidad y se le considera ilimitada además presenta algunas ventajas:

- No contamina el aire.
- No contamina el agua.
- No produce ruidos.
- No produce contaminación térmica.
- No existe la posibilidad de que genere una explosión o un desastre a gran escala.
- Conserva los recursos del planeta.
- Esta disponible para la generación de nuevas tecnologías.

Existe una estrecha relación entre la luz y la electricidad. Desde finales del siglo pasado se conoce el efecto fotoeléctrico, el cual consiste en la generación de electricidad cuando la luz incide en un material adecuado y emisión de luz a partir de una señal eléctrica.

I.2 GENERACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA.

I.2.1 GENERACIÓN DE ENERGÍA.

La generación de energía consiste principalmente en convertir un tipo de energía que se encuentra en la naturaleza, para convertirla en energía que pueda ser aprovechada para realizar algún trabajo.

La energía se genera en plantas de transformación para que pueda ser utilizada para fines específicos. Estas plantas pueden dividirse de la siguiente manera:

- Plantas térmicas.
- Plantas hidráulicas.
- Plantas eólicas.
- Plantas solares.
- Plantas geotermiales.
- Plantas de fuentes novedosas o no tradicionales (pilas).

En forma general cualquier planta de generación de energía debe estar conformada por las siguientes partes:

- Acumulador de energía.

La energía después de haber sido procesada es enviada a los sitios donde se va a consumir y se hace por medio del acumulador de energía.

¹ Guadalupe Ana Maria Vásquez Torre "Ecología y formación ambiental" México 1993

- Convertidor o transformador de energía.

Es el que dentro de la planta se encarga de obtener la energía necesaria para el consumidor.

Es una parte muy compleja de las plantas de energía. Esta constituida por varios sistemas cada uno encargado de una labor sobre un cuerpo diferente.

- Acumulador de energía.

La energía útil obtenida en el convertidor algunas veces es importante guardarla. Esto se logra mediante el acumulador de energía.

- Distribuidor de energía.

Sirve para suministrar la energía hacia el punto de consumo.

- Descargador de energía desechada.

Este sirve para depurar la energía que esta dirigida hacia el consumidor, para que llegue si anomalías.

1.2.2 ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA.

El almacenamiento de energía es actualmente muy limitado y condena a la energía solar a utilizaciones de refuerzo. Falta poder almacenar para el invierno, bajo un volumen reducido, la energía recibida en verano.

Solamente el 10% de la energía total emitida por el sol se encuentra en la parte ultravioleta del espectro. Una gran parte de esta energía no llega a la superficie de la tierra, ya que es absorbida y parcialmente atrapada en la alta atmósfera. La vida vegetal y animal no son por otra parte posibles más que de cara al contorno cercano que filtra esta energía solar. La fotoquímica recurre a reacciones que utilizan las radiaciones en el campo del ultravioleta. Estas reacciones fotoquímicas no podrán utilizar la energía solar, a menos que se ocupen fotosensibilizadores que permitan transferir la energía hacia longitudes de onda mas cortas.

Almacenamiento de la energía solar.

Uno de los objetivos principales del hombre es el de satisfacer sus necesidades.

El procedimiento más simple en el almacenamiento de energía consiste en utilizar el calor sensible de los cuerpos. El fluido térmico que circula dentro de las superficies de los captadores absorbe una cantidad de calor que sirve para calentar otro fluido contenido en un depósito de acumulación.

Existen diferentes formas de almacenamiento de energía solar la cuales pueden llevarse a cabo por medio de 4 elementos principales que pueden ser:

1. Agua.

El agua a temperaturas elevadas no puede utilizarse para almacenamiento en estado líquido, a menos que se emplee un acumulador a presión, de coste elevado.

A baja temperatura, puede almacenarse en recipientes galvanizados, fibra de vidrio o en hormigón estanco, que convenientemente aislados se colocaran en un lugar accesible.

Con relación a las rocas, el agua precisa de un volumen menos importante (calor específico mayor).

2. Piedra machacada o grava que presenten una buena capacidad térmica (bauxita por ejemplo).

Se emplean en los sistemas con captadores a aire caliente y en los sistemas de climatización, ya que su almacenamiento es más fácil que el del agua y además, no precisa intercambiador de calor entre el fluido del captador y el fluido acumulado.

3. Sales fundidas.

Se utiliza el calor de reacción de ciertas sustancias en la zona de temperatura de los insuladotes (35-70° C).

La sal se disuelve formando una solución de sal anhidrida. El ambiente suministra gran cantidad de calor a la reacción ya que el proceso es endotérmico.

Una cantidad igual de calor se recupera cuando se enfría la solución. Cuando se combinan de nuevo las sustancias con el agua, se forman cristales de sal en suspensión.

El valor de los valores de reacción comparada con la capacidad térmica del agua y de las piedras, nos hace ver el interés de este procedimiento ya que el volumen de almacenamiento es mucho más pequeño.

Actualmente quedan ciertos problemas por resolver, tales como la corrosión, la cristalización de las sales, etc.

4. Utilización de calor de reacción de los óxidos minerales.

Se utiliza el calor de hidratación de los óxidos minerales, tales como MgO y CaO. El calor del medio es absorbido descomponiendo el $Mg(OH)_2$ o el $Ca(OH)_2$ en MgO o CaO. El calor se restituye mezclando los óxidos almacenados en una cuba con agua.

La densidad de la energía es muy superior a la de las sales fundidas (10 a 30) y los óxidos pueden almacenarse a temperaturas ambiente durante periodos muy largos.

La descomposición del $\text{Mg}(\text{OH})_2$ tiene lugar hacia los 373°C y la del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hacia los 520°C . la utilización practica de este procedimiento va ligado al desarrollo de sistemas con concentración que permiten alcanzar este nivel de temperaturas.²

Almacenamiento de la energía eléctrica.

Existen diversos métodos para almacenar la energía eléctrica. El sistema de almacenamiento mas conocido es la batería de un automóvil, que se diferencia de una pila por la característica de ser la primera recargable.

Los sistemas de almacenamiento de energía tienen dos aplicaciones principales:

- Posibilitan un uso más eficiente de la energía que se necesita. Para esto la energía se guarda durante periodos de baja demanda y se utiliza en periodos de alta demanda.
- En el caso de fuentes intermitentes de energía, como es el caso de la energía eólica o la energía solar, son muy importantes ya que guardan la energía para ser aprovechada durante periodos de tiempo en donde no se puede aprovechar directamente.

Los sistemas de almacenamiento de energía son: el bombeo de agua o hidrobombeo, almacenamiento por aire comprimido, los volantes giratorios o flywheels, pilas y baterías químicas, pilas de combustible, los sistemas de calor latente y calor sensible y los imanes superconductores.

Centrales reversibles o de bombeo.

Son centrales hidroeléctricas capaces de aprovechar la energía eléctrica sobrante que producen las centrales térmicas. Para ello disponen de un embalse situado en una cota inferior al embalse superior o principal.

Pilas y baterías químicas.

Estas pilas o baterías almacenan energía eléctrica en forma de energía química. Las pilas son básicamente hechas a base de dos electrodos, uno negativo y otro positivo, que al conectarse generan una corriente eléctrica. Los electrodos pueden estar hechos de diversos materiales (níquel, hierro, etc.).

Estos dispositivos no son usados en el almacenamiento de energía eléctrica comercial ya que su potencia es limitada y se pierde mucha energía en el proceso de conversión de energía eléctrica a energía química. Sin embargo, son utilizadas para alimentar a pequeños aparatos electrónicos.

² "La energía solar en la edificación". Charles Chauliaguet, editores técnicos asociados S. A.

Pilas de combustible.

Estas pilas funcionan descomponiendo el agua mediante una corriente eléctrica, el hidrogeno obtenido de esta descomposición se puede almacenar y utilizarse como combustible en una pila, donde se combina con oxigeno para producir corriente eléctrica y agua como subproducto.

Sistemas de aire comprimido.

En estos se guarda el aire a una presión elevada en depósitos bajo tierra, naturales o artificiales. Aquí el aire se comprime en compresores centrífugos y axiales y se almacena; durante las horas pico de uso el aire se expande y mueve un turbogenerador, el cual genera la energía necesaria.

Volantes giratorios.

Estos son dispositivos hechos de material resistente a la tensión y con una distribución tal que soporta grandes velocidades. En estos dispositivos se almacena energía cinética. Conforme aumenta la velocidad de giro, aumenta la energía almacenada.

Sistemas de calor latente.

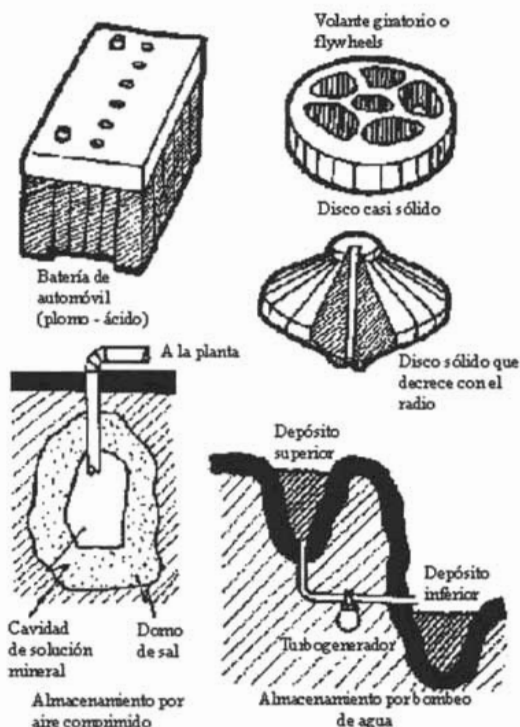
En estos sistemas se aprovecha el calor latente de un medio de almacenamiento para guardar el calor. En el proceso, un fluido de trabajo pasa o transfiere el calor de la fuente de almacenamiento.

Imanes superconductores.

Estos dispositivos están hechos a base de una bobina de material superconductor por la que se hace pasar una corriente elevada, produciéndose un campo magnético que induce una corriente eléctrica.

En México, el Instituto de Investigaciones en Materiales y el Instituto de Física de la UNAM, han producido diversos materiales superconductores de alta temperatura.

Sistema	Eficiencia (%)
Hidrobombeo	66
Aire comprimido	69
Volantes giratorios	78
Calor sensible y latente	65
Magnetos superconductores	90



I.3 ENERGÍA RENOVABLE.

La energía renovable se considera como energía alternativa tanto por su disponibilidad garantizada como por su menor impacto ambiental.

Esta energía es la que puede explotarse ilimitadamente y que no disminuye a medida que se extrae. La energía del sol es un recurso renovable ya que no se acaba mientras se utiliza; existen también otros tipos de energías renovables las cuales se mencionaran a continuación:

I.3.1 ENERGÍA SOLAR.

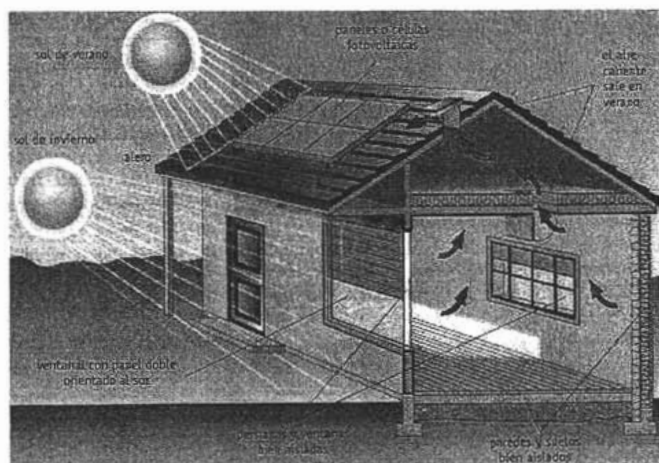
Es la energía que transmite el sol hacia la tierra y que puede ser de varios tipos:

- Termoelectrica. Para producir electricidad con un ciclo termodinámico convencional, a partir de un fluido calentado por el sol.
- Térmica. Para producir agua caliente de baja temperatura para uso domestico sanitario y calefacción.
- Fotovoltaica. Para producir electricidad, a través de placas de semiconductores que se excitan con la radiación solar.

La energía que procede del sol es fuente directa o indirecta de casi toda la energía que usamos. Los combustibles fósiles existen gracias a la fotosíntesis que convirtió la radiación solar en las plantas y animales de las que se formaron el carbón, gas y petróleo. El ciclo del agua que nos permite obtener energía hidroeléctrica es movido por la energía solar que evapora el agua, forma nubes y las lleva tierra adentro donde caerá en forma de lluvia o nieve. El viento también se forma cuando unas zonas de la atmósfera son calentadas por el sol en mayor medida que otras.

El aprovechamiento directo de la energía solar se hace en diferentes formas:

- ✓ Calentamiento directo de locales por el sol. En invernaderos, viviendas y otros locales se aprovecha el sol para calentar el ambiente.
- ✓ Acumulación de calor solar. Se hace con paneles o estructuras especiales colocadas en lugares expuestos al sol, como los tejados de las viviendas, en los que se calienta algún fluido que almacena el calor en depósitos.
- ✓ Generación de electricidad. Se puede generar electricidad a partir de la energía solar por varios métodos. En el sistema termal la energía solar se usa para convertir agua en vapor en dispositivos especiales. Con el vapor se genera electricidad en turbinas clásicas.



1.3.2 ENERGÍA EÓLICA.

Esta energía es la que se genera por medio de las corrientes de aire y vientos en la tierra. Tiene varias formas de aprovechamiento, principalmente para generación de energía. La energía eólica se ha utilizado desde hace mucho tiempo para ayudar a la navegación, para hacer mover las aspas de molinos, y actualmente se usa para mover generadores los cuales producen energía eléctrica.

En la actualidad, sofisticados molinos de viento se usan para generar electricidad, especialmente en áreas expuestas a vientos frecuentes, como zonas costeras, alturas montañosas o islas.

Suelen agruparse en parques eólicos, concentraciones de aerogeneradores necesarias para que la producción de energía resulte rentable.

Este tipo de generadores se ha popularizado rápidamente debido a que la energía eólica:

- Es un tipo de energía renovable a diferencia de la quema de combustible fósil.
- Se considera una energía limpia, ya que no requiere una combustión que produzca residuos contaminantes ni destruir recursos naturales.

Sin embargo, la cantidad de energía producida por este medio es aun una mínima parte de la que se consume por los países desarrollados.

1.3.3 ENERGÍA DE LA BIOMASA.

Esta energía es adquirida por medio de la fotosíntesis, donde las plantas aprovechando la radiación solar realizan sus propios alimentos y el de otros seres vivos formando un eslabón en la cadena alimenticia.

La biomasa incluye la madera, plantas de crecimiento rápido, algas cultivadas, restos de animales, y otros.

La biomasa puede ser usada directamente como combustible. También se puede usar para preparar combustibles líquidos, como el metanol o etanol, los cuales se usan en motores.

Otra posibilidad es usar la biomasa para obtener biogás. Esto se hace en depósitos en los que se van acumulando restos orgánicos, residuos de cosechas y otros materiales que pueden descomponerse en un depósito al que se le llama digestor. En este los restos fermentan por la acción de los microorganismos y la mezcla de gases producidos se pueden almacenar o transportar para ser usados como combustibles.

En la actualidad se están haciendo numerosos experimentos con distintos tipos de plantas para aprovechar de la mejor forma posible esta prometedora fuente de energía.

1.3.4 ENERGÍA HIDROELÉCTRICA.

Es la que se obtiene a partir de corrientes de agua por lo regular caídas, ya sean naturales o artificiales. Para este tipo de energía se construyen las presas.

El aprovechamiento de la energía potencial acumulada en el agua para generar electricidad es una forma clásica de obtener energía. Este tipo de energía se puede transformar a muy

diferentes escalas, sin embargo la aplicación más significativa la constituyen las centrales hidroeléctricas.

El origen de la energía hidráulica este en el propio ciclo hidrológico de las lluvias, y por tanto en la evaporación solar y climatología, que remontan grandes cantidades de agua a zonas elevadas de los continentes alimentando los ríos.

La energía hidroeléctrica que se puede obtener de una zona depende de los cauces de agua y desniveles que tenga, y existe, por tanto, una cantidad máxima de energía que podemos obtener por este procedimiento.

Desde el punto de vista ambiental la energía hidroeléctrica es una de las más limpias, aunque esto no quiere decir que sea totalmente inocua, porque los pantanos que hay que construir suponen un impacto importante. Se destruyen habitats, se modifica el caudal del río y cambian las características del agua como su temperatura, grado de oxigenación y otras.

I.3.5 ENERGÍA MAREOMOTRIZ.

La energía mareomotriz es la aprovechada de las mareas. Mediante un acoplamiento a un alternador se puede generar energía eléctrica.

Para aprovechar las mareas se construyen presas que cierran una bahía y retienen el agua a un lado, dejándola salir en horas intermareales.

Nunca podrá ser una importante fuente de energía a nivel general porque pocas localidades reúnen los requisitos para construir un sistema de este tipo.

Se han desarrollado diversas tecnologías experimentales para convertir la energía de las olas en electricidad, aunque todavía no se ha logrado un sistema que sea económicamente rentable.

I.4 ENERGÍA NO RENOVABLE.

Esta es la energía que se encuentra almacenada por lo regular en el subsuelo. Y todos los recursos no renovables a medida que se van utilizando irán decreciendo poco a poco. Las reservas disponibles de estas energías están controladas por la tecnología y la economía utilizadas para su explotación, al descubrimiento de nuevos yacimientos y al ritmo de explotación de tales yacimientos.

I.4.1 ENERGÍA FÓSIL.

Esta forma de energía se obtiene de la combustión de sustancias que se encuentran en el subsuelo y que se produjeron por grandes cantidades de residuos de seres vivos plantas o animales, los cuales pueden ser:

- Petróleo y sus derivados.
- Gas natural.

- Carbón mineral.

I.4.2 ENERGÍA GEOTÉRMICA.

Esta es la energía extraída del calor del magma de la tierra por medio de vapor, por lo regular de zonas volcánicas que es donde se localiza cerca de la superficie. En este tipo de energía no se involucra la combustión.

La energía geotérmica es la energía interna y cinética asociada al vapor de agua que sale directamente a la superficie en zonas volcánicas y al aumento de temperatura que se produce conforme profundizamos en la superficie terrestre. Se transforma en energía eléctrica o en energía térmica para calefacción.

Desde el punto de vista ambiental, esta energía no es muy aceptable ya que por una parte el agua caliente extraída del subsuelo es liberada en la superficie contaminando térmicamente los ecosistemas, al aumentar su temperatura natural. Por otra parte el agua extraída asciende con sales y otros elementos disueltos que contaminan la atmósfera y las aguas si no es purificada.

I.4.3 ENERGÍA NUCLEAR.

Este tipo de energía se obtiene de algunos elementos químicos por la modificación de sus átomos, en esta modificación se obtiene cierta cantidad de energía. Esta energía tampoco involucra combustión pero tiene residuos que resultan peligrosos al medio ambiente.

En 1956 se puso en marcha, en Inglaterra, la primera planta nuclear generadora de electricidad para uso comercial. En 1990 había 420 reactores nucleares comerciales en 25 países que producían el 17% de la electricidad del mundo.

Las dos formas de adquirir energía por este medio son las siguientes:

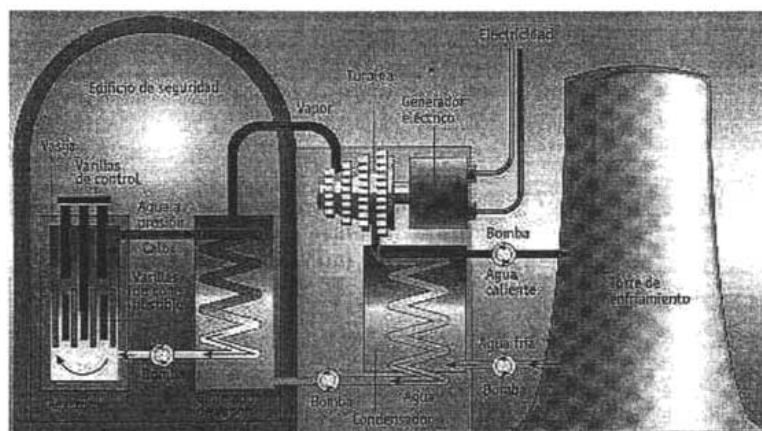
- Fusión. Obtener átomos de mayor tamaño a partir de átomos pequeños.
- Fisión. Obtener átomos pequeños de átomos de gran tamaño.

El sistema mas usado para generar energía nuclear utiliza el uranio como combustible. El mineral de uranio se encuentra en la naturaleza en cantidades limitadas. Es por tanto un recurso no renovable. Suele hallarse casi siempre junto a rocas sedimentarias.

Una central nuclear tiene cuatro partes:

- El reactor en el que se produce la fisión.
- El generador de vapor en el que el calor producido por la fisión se usa para hacer hervir agua.
- La turbina que produce electricidad con la energía contenida en el vapor.
- El condensador en el cual se enfría el vapor, convirtiéndolo en agua líquida.

El agua en este sistema se transforma en vapor a presión que es conducido a una turbina. El giro de la turbina mueve un generador que produce la corriente eléctrica.³



1.5 GENERACIÓN Y CAPTACIÓN DE CALOR.

La energía térmica es la forma de energía que interviene en los fenómenos caloríficos. Cuando dos cuerpos a diferentes temperaturas se ponen en contacto, el caliente comunica energía al frío; el tipo de energía que se cede de un cuerpo a otro como consecuencia de una diferencia de temperaturas es precisamente la energía térmica.

En el caso de los fenómenos caloríficos la transferencia de energía térmica se produce cuando esta se cede no del cuerpo que almacena más energía térmica al cuerpo que almacena menos, sino del de mayor al de menor temperatura.

El carácter energético del calor lleva consigo la posibilidad de transformarlo en trabajo mecánico. Sin embargo, la naturaleza impone ciertas limitaciones a este tipo de conversión, lo cual hace que solo una fracción del calor disponible sea aprovechada en forma de trabajo útil.

Las experiencias de Joule (1818-1889) y Mayer (1814-1878) sobre la conservación de la energía, apuntaban hacia el calor como una forma más de energía. El calor no solo era capaz de aumentar la temperatura o modificar el estado físico de los cuerpos, sino que además podía moverlos y realizar un trabajo. Las máquinas de vapor que tan espectacular desarrollo tuvieron a finales de los siglos XVIII y XIX eran buena muestra de ello. Desde entonces las nociones de calor y energía quedaron unidas y el progreso de la física permitió, encontrar una explicación detallada para la naturaleza de esa nueva forma de energía, que se manifiesta en los fenómenos caloríficos.⁴

³<http://www.iceit.es/asignaturas/ecologia/hipertexto/07Energ>

⁴<http://www.profesorenlinea.cl/fisica/calorenergiatermica.htm>

La teoría cinético molecular llamada así ya que admite que las diferentes partículas que constituyen las sustancias, como pueden ser átomo, molécula, etc., están en continuo movimiento.

Esta teoría advierte que la energía asociada a estos movimientos moleculares, es la responsable de que se efectúen los fenómenos caloríficos.

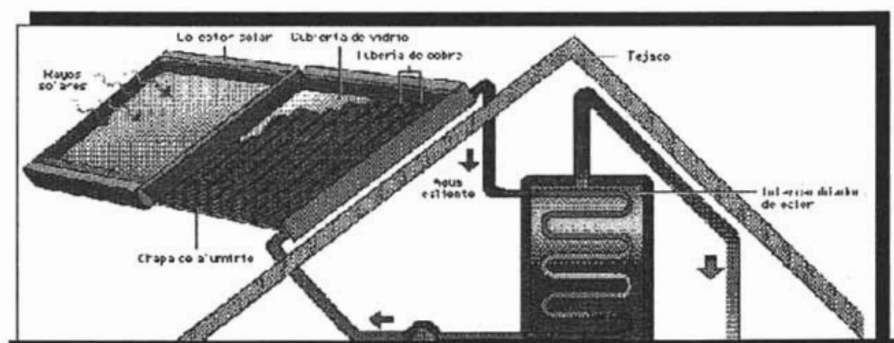
Para medir las temperaturas se utilizan aparatos llamados termómetros, estos dispositivos tienen una gran precisión y permiten una rápida lectura de la temperatura de un cuerpo.

La energía solar se puede utilizar de dos formas diferentes, se puede utilizar la energía calorífica que proporciona y también, la energía eléctrica que se almacena por medio de dispositivos fotovoltaicos o fotoeléctricos.

Para recoger la energía calorífica del sol se utilizan diversos sistemas, entre los cuales mencionaremos los más importantes.

Colectores de placa plana.

Estos captan la radiación solar en una placa de absorción por la que pasa el llamado fluido portador. Los colectores de placa plana tienen una o mas placas cobertoras transparentes para minimizar las pérdidas de calor de la placa d absorción. Estos son capaces de calentar fluidos portadores hasta 82°C .



Colectores de concentración.

Para aplicaciones como aire acondicionado y generación de calor se utilizan los colectores de concentración, los cuales son dispositivos que reflejan y concentran la energía solar incidente sobre una zona receptora pequeña. La intensidad de la energía solar aumenta y las temperaturas del receptor pueden subir hasta cientos o miles de grados.

Hornos solares.

Los hornos solares son aplicaciones muy importantes de estos concentradores de alta temperatura, ya que pueden producir temperaturas de hasta 4000° C. estos hornos son ideales para investigaciones que requieran temperaturas altas en entornos libres de contaminantes.

Receptores centrales.

En este dispositivo se montan reflectores sobre helióstatos controlados por computadora, estos reflejan y concentran los rayos del sol sobre una caldera de agua situada sobre la torre. El vapor generado a través de este proceso, puede ser utilizado en las plantas de energía eléctrica.⁵

1.6 MÉXICO Y LA ENERGÍA SOLAR.

En México al igual que en muchos países latinoamericanos, existen condiciones geográficas y sociales que hacen muy factible el uso de los sistemas fotovoltaicos pues incluso ahora resultan mas económicos que otras alternativas para diversas aplicaciones, sobre todo porque son países que están en regiones con gran insolación anual, aunque por otro lado, existen muchas comunidades rurales aisladas con menos de 1000 habitantes; y en estas comunidades no se cuenta con escuelas o servicios médicos mínimos. En tal caso, la energía solar se puede utilizar para operar televisores con propósitos educativos (apoyados en tecnologías de comunicación modernas), puede usarse además para iluminar salas de operación y refrigerar medicamentos en clínicas rurales. Otra aplicación importante es el bombeo de agua para el riego en zonas semidesérticas.

Esto permitirá un mejor aprovechamiento de los desiertos para la agricultura y la ganadería. Por otro lado, las compañías de teléfonos de México, de Colombia y Brasil han podido ampliar su red rural gracias a la existencia de sistemas fotovoltaicos que permiten alimentar pequeños radioteléfonos. Las compañías de petróleos en México y Venezuela han tenido que recurrir a la energía fotovoltaica para proporcionar electricidad a equipos de monitoreo que operan en plataformas alejadas de la costa.

Vemos entonces, que es grande la lista de aplicaciones para los sistemas de energía fotovoltaica. Y seguirá creciendo en la medida en que se reduzcan los precios actuales.

En Latinoamérica, México ha sido pionero en la investigación y desarrollo de celdas solares desde hace mas de 25 años, periodo en el cual se pudo fabricar tanto celdas de silicio cristalino como módulos fotovoltaicos en el ámbito de planta piloto para su aplicación a celdas, tales como silicio amorfo, telurio de cadmio y otros. Los módulos fabricados por este grupo de investigación fueron los primeros que se instalaron en la región, por dependencias gubernamentales, para proporcionar electricidad a sistemas de educación por televisión, y para iluminar albergues rurales.

⁵ <http://goecities.com/regorogiram/solar/calor.html>

En la actualidad, México, Colombia, Cuba y Brasil son los países latinoamericanos con el mayor crecimiento en la instalación de sistemas de energía solar.⁶

La recolección natural de energía proveniente del sol se logra a través de la atmósfera, los océanos y las plantas de la tierra. La interacción entre estos medios producen fuentes generadoras de energía como por ejemplo: al interactuar la energía del sol con los océanos y la atmósfera se crean vientos utilizados para generar energía eólica en los cuales se utilizan hélices de gran tamaño para producir energía por medio de generadores. Estos generadores producen energía para alimentar una región o red eléctrica determinada.

Aproximadamente el 30% de la energía solar que llega a la atmósfera se utiliza para el ciclo del agua, que produce la lluvia y la energía potencial de las corrientes de montaña y de ríos. La energía producida en estas corrientes marinas se utiliza para generar energía la cual es llamada energía hidroeléctrica. Esta energía se produce al hacer pasar corrientes de agua a través de turbinas.

En 1975 el instituto de ingeniería de la UNAM genero la primera versión de los mapas de irradiación global diaria promedio mensual para México, utilizando datos de insolación de 54 estaciones meteorológicas del sistema meteorológico nacional. Actualmente este modelo es el más consultado en México para estimar las cantidades totales de radiación diarias sobre superficies horizontales.

En términos generales la problemática existente para la evaluación de la irradiación solar, se plantea a nivel de los siguientes puntos:

- Mantenimiento y calibración de equipos de medición.
- Control de calidad.
- Problemas asociados al manejo de datos.
- Falta de técnicos capacitados para la operación de las estaciones solarimétricas.
- Falta de elaboración de manuales especializados.
- Falta de un centro especializado para la concentración de radiación solar.

En México, el Centro de Investigaciones Avanzadas del IPN ha sido pionero del desarrollo fotovoltaico desde hace más de 25 años. Y aunque no se han fabricado módulos fotovoltaicos en serie esto ha servido para demostrar la disponibilidad tecnológica para la producción de las celdas solares. Esta producción se ha realizado con ciertas limitaciones económicas, tecnológicas y otros factores que disminuyen su posible producción en masa.

Otras instituciones como el Laboratorio de de energía Solar y el Instituto de Física de la UNAM ha progresado en la producción de películas delgadas, haciendo uso de distintas técnicas de deposición y análisis de varios compuestos químicos.

Respecto a los equipos periféricos y de control utilizados en los sistemas fotovoltaicos que se han instalado en México, se puede decir que la tecnología actual esta completamente

⁶ Morales Acevedo Arturo. La electricidad que viene del sol, Editorial Iberoamericana

asimilada. Existen empresas nacionales (Conдумex, ahora IEM, Grupo PIM y ACUMEX entre otras) que fabrican comercialmente controladores, centros de carga y demás componentes electrónicos para diferentes capacidades y condiciones de operación.

En la actualidad el 30 % de la población mundial no tiene acceso a la energía eléctrica debido a cuestiones socioeconómicas, geográficas, o por la nula posibilidad de instalar líneas de energía. Algunos científicos hacen la estimación que para dentro de unos 20 años la población crecerá un 30 % y esto ocasionará una mayor demanda de energía eléctrica para lo cual las reservas de energía no renovable se están agotando.

El potencial de aprovechamiento de energía solar en México es uno de los más altos del mundo, alrededor de tres cuartas partes del territorio nacional son zonas con una insolación media del orden de los 5 KWh/m² al día, el doble del promedio en EUA; se tienen instalados entre 10 y 15 MW en sistemas fotovoltaicos dispersos, aplicados en la iluminación doméstica, telefonía rural, bombeo de agua y telecomunicaciones.

La CFE cuenta con una planta híbrida en San Juanico, Baja California Sur, con una instalación de 17 KW fotovoltaicos, 10 KW eólicos y un motogenerador diesel de 80 KW. Además, este organismo estudia la instalación de otra planta híbrida (ciclo combinado-termsolar) al norte del país, con una capacidad termsolar de 40 a 50 MW:

Hoy en día se cuenta con estudios experimentales, en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, para generar electricidad a partir de tecnología termsolar. Esta opción presenta amplias perspectivas de aplicación, principalmente en la región Noroeste del país.

En México la mayoría de las unidades de auto transporte de primera clase utilizan inversores de fabricación nacional para los diversos servicios que brindan a bordo. La actividad en los centros de investigación mexicanos es prácticamente nula en este aspecto, ya que esta fracción de la tecnología fotovoltaica no es vanguardista.

1.7 UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR.

Las principales aplicaciones de la energía solar son de tipo térmico, donde la energía luminosa, mediante diversos mecanismos se aprovecha en forma de calor. Sin embargo, existe una aplicación no foto térmica de mucha importancia que consiste en la producción de electricidad a partir de la radiación solar mediante celdas solares y paneles fotovoltaicos.

La principal manera de obtener la electricidad es mediante el uso de grandes centrales termoeléctricas, en las que la energía térmica liberada por una fuente de energía primaria (madera, carbón, petróleo, gas, combustible nuclear, etc.) se transforma en electricidad a través de procesos que exigen el uso de otros componentes. También las centrales hidroeléctricas son de importancia y trabajan básicamente bajo el mismo principio al utilizar la energía potencial de una caída de agua para obtener energía mecánica que posteriormente se transforma en energía eléctrica.

El uso de los sistemas fotovoltaicos puede ser una fuente bastante provechosa e infinita, por la cual se puede generar energía eléctrica a un costo no muy elevado y con muchas posibilidades de desarrollo debido a su bajo costo de mantenimiento.

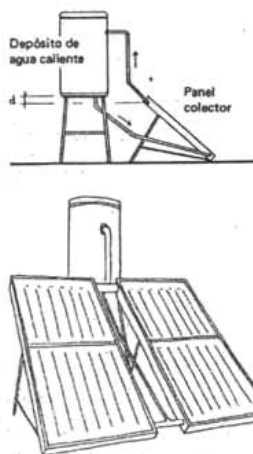
Los sistemas fotovoltaicos no contaminan al convertir la energía proveniente de la radiación solar en energía eléctrica ya que las placas o celdas solares están fabricadas principalmente de arena, y otras mas de otros materiales poco contaminantes.

En las ultimas décadas lo sistemas fotovoltaicos han sido utilizados para generar y proveer energía eléctrica en naves espaciales, vehículos de pasajeros e incluso para el funcionamiento de algunos accesorios que ocupa el hombre en su vida cotidiana (relojes, juguetes, etc.).

Las formas de utilización que el hombre puede darle a los sistemas fotovoltaicos son muy variadas y van a depender de las posibilidades socioeconómicas, así como también de las necesidades de este para la realización de sus actividades.

I.7.1 CALENTAMIENTO DE AGUA DOMESTICA.

El sistema más simple de calentar agua consiste en un panel colector y un depósito. El depósito debe estar emplazado por encima del panel colector. El agua calentada en el colector, que se hace mas ligera se elevara, y el agua mas fría será absorbida del fondo del deposito. Cuanto mayor sea la diferencia de altura (d) mayor será la corriente. Una corriente mayor aumentara la eficiencia de captación y reducirá así mismo la temperatura de captación.



I.7.2 CALENTAMIENTO DE AGUA PARA PISCINAS.

El calentamiento de agua para piscinas requiere grandes cantidades de energía. Una temperatura de piscina adecuado se sitúa entre 21 y 25° C y es adecuado suministrar calor solamente unos pocos grados por encima de esta temperatura. Como la eficiencia de los colectores solares es máxima con una temperatura de captación mínima, su empleo para calentar el agua de las piscinas es rentable, incluso en los lugares en los que el calentamiento de agua o de espacios no este económicamente justificado.

El colector utilizado para este fin es normalmente de construcción más simple que el destinado al calentamiento de agua domestica. Como la temperatura de captación es mas baja, no es necesario instalar un cristal doble.

Para obtener el máximo beneficio de una instalación así, es aconsejable evitar la perdida de calor durante la noche por la superficie de la piscina, mediante algún tipo de cobertura. Lo más simple puede ser una lona de polietileno, enrollada en un extremo de la piscina durante el día.

I.7.3 CALEFACCIÓN DE ESPACIOS.

Hay tres métodos generalmente empleados para aprovechar la radiación solar para la calefacción de espacios:

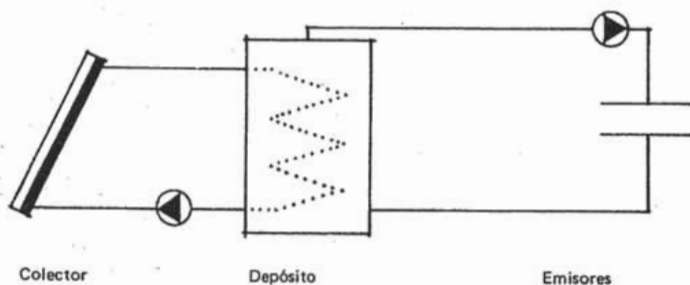
1. El edificio como colector. Se trata de un procedimiento de sentido común en la proyección de edificios. Su base es un edificio térmicamente muy eficiente, con un buen aislamiento colocado fuera de la masa principal de la pared y de los elementos del techo. Tienen grandes ventanales mirando hacia el ecuador, que pueden cerrarse mediante persianas o cortinas pesadas cuando no haya ganancia solar, con el fin de reducir la pérdida de calor.
2. Elementos especiales de construcción. Un elemento envolvente externo del edificio puede diseñarse para que actúe de dispositivo de captación.
3. Colectores de placa plana. En esta categoría deben distinguirse dos tipos básicos:
 - Sistemas de agua.
 - Sistemas de aire.

Algunos colectores que emplean aire como fluido de captación pueden suministrar aire caliente para la calefacción de espacios, a pesar de que la red de distribución, así como el colector mismo, son mucho más voluminosos por necesidad.

Cualquier sistema de calefacción solar constará de cinco componentes principales:

- a) Colector.
- b) Deposito.
- c) Calentador auxiliar.

- d) Sistema de distribución (inclusive emisores).
- e) Mandos (inclusive bombas y ventiladores).



Existen diferentes aplicaciones en donde se deben realizar calentamientos combinados de agua y espacios grandes. Estas aplicaciones son muy poco usadas debidas al costo y a la poca demanda de estos sistemas.

I.7.4 SISTEMAS DE AIRE.

Si hubiese que utilizar aire caliente para la calefacción de espacios grandes, se podría considerar la posibilidad de usar aire como fluido captador. En tres puntos del sistema el calor debe ser transferido del sólido al aire o viceversa:

- I. De elementos calentados por radiación al aire del colector.
- II. De aire caliente al depósito.
- III. Del deposito al aire durante los periodos de recuperación.

El deposito no solo debe disponer de una capacidad térmica alta, sino también de una gran superficie de transferencia. Muchas veces se utiliza piedra triturada o gravilla. El deposito de almacenamiento puede contener sales fusibles en pequeñas cestas, en lugar de gravilla.



I.7.5 ALMACENAMIENTO DE CALOR.

El almacenamiento de exceso de calor producido en verano para ser utilizado en invierno, es económicamente impracticable. Sin embargo, es útil y necesario garantizar un

almacenamiento de calor igual a las necesidades de calor de 2 o 3 días para que el sistema pueda vencer 1 o 2 días de ausencia total de entrada de radiación.

Los depósitos de calor generalmente más utilizados se basan en la capacidad térmica sensible de los materiales.

El calor latente de cristalización de algunas sustancias también puede ser utilizado para el almacenamiento de calor. Las sustancias mas frecuentemente utilizadas son ciertos hidratos de sal inorgánica de bajo coste. Cuando se disuelve de forma apropiada, se absorbe gran cantidad de calor del medio ambiente. Una cantidad similar de calor será liberada cuando la solución se enfríe y la sustancia se enfríe y la sustancia se combine de nuevo con agua, formando cristales de hidrato de sal en suspensión.

Algunas sales para el almacenamiento de calor latente son:

	Temperatura de transición ° C	Calor latente de reacción Wh/Kg
Cloruro calcio	29-39	48
Carbonato sódico	32-36	74
Fosfato sódico	36	73
Nitrato cálcico	40-42	58
Sulfato sódico	32	67
Tiosulfato sódico	49-51	50

I.7.6 ACCIÓN MECÁNICA.

Este sistema tiene importancia para los edificios solamente de una forma indirecta. Se pueden distinguir dos tipos básicos:

- Motores de expansión.
- Motores de vapor.

Los motores de aire caliente o vapor pueden funcionar con temperaturas inferiores a los 100° C. necesitan una fuente (suministro de calor) y un receptor (extracción de calor). El suministro de calor puede obtenerse mediante agua caliente a partir de colectores solares o radiación enfocada directamente sobre el cabezal del cilindro.

El vapor puede ser producido mediante algún tipo de dispositivo concentrador basándose posiblemente en un precalentador de placa plana. Puede ser utilizado para propulsar motores de vapor alternativos ordinarios. Puede producirse vapor a temperatura más alta mediante concentradores más potentes y utilizarlo para propulsar turbinas de vapor.

I.7.7 REFRIGERACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.

La refrigeración mediante energía solar es la única aplicación en la que la demanda máxima de energía coincide con la captación máxima de energía.

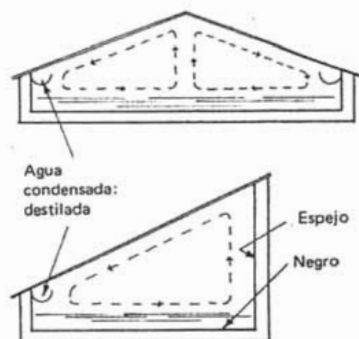
Desde una superficie de alta emisividad puede disiparse mucho calor por radiación al cielo durante la noche. Con unos medios así puede enfriarse gran cantidad de agua durante la noche. Si esta se hace circular por los serpentines de un convector-ventilador o serpentines empotrados en el techo, puede alcanzarse cierto grado de refrigeración de espacios grandes.

I.7.8 DESTILACIÓN.

La destilación es un uso muy atractivo de la energía solar, ya que la demanda energética es en forma de calor de bajo grado.

El sistema mas simple es el destilador tipo caja caliente. En esta el fondo negro de la cubeta absorbe la radiación solar y calienta el agua, que se evaporara. En la mezcla de vapor de aire-agua desarrollara una corriente de convección. La condensación se producirá en el interior de la tapa transparente, que se refrigera por la parte exterior con el aire ambiental. El condensado será recogido por los canales que transcurren a lo largo del borde de la tapa.

Este tipo de destilador puede dar hasta 6 litros de agua por m^2 y día.



I.7.9 SECADO.

El secado de diversas cosechas y productos tradicionalmente se hacia de forma natural, quizá cubriéndolas solo con protección contra la lluvia. Sin embargo se puede utilizar la energía solar para este fin ya que puede ser dominada y controlada.

El secado puede hacerse de dos formas:

- El producto mismo puede ser expuesto al sol en algún tipo de bandeja cubierta.

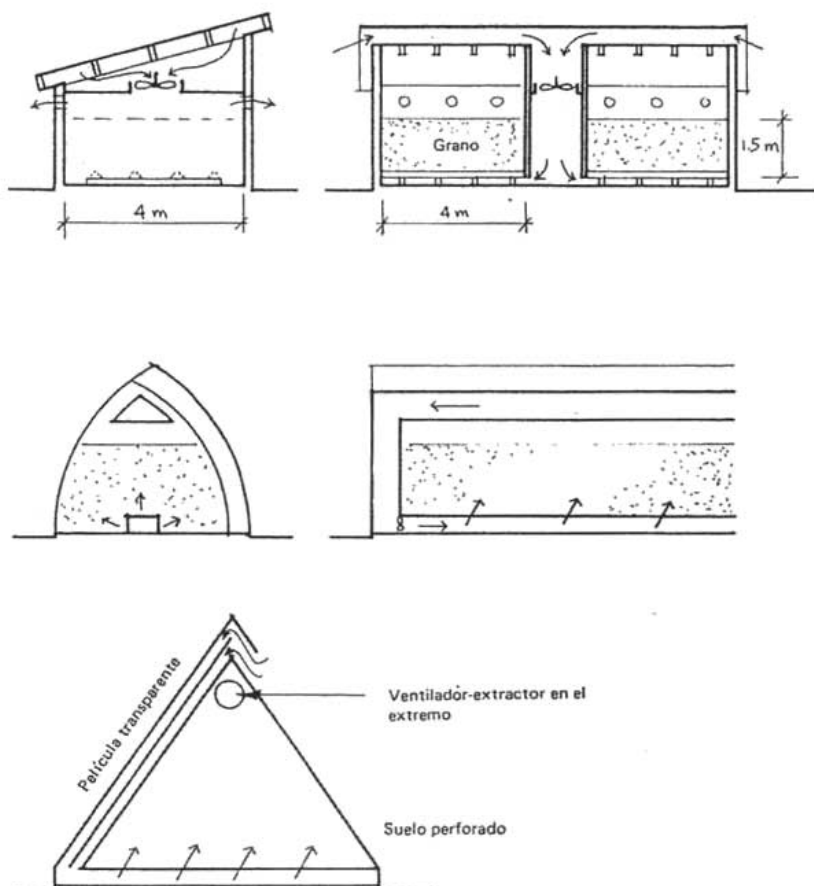
- Puede calentarse aire en algún dispositivo y soplarse a través o por encima del producto a secar.

El secador más simple es una bandeja de poca profundidad inclinada con dos espejos plegables. Este es un dispositivo pequeño y portátil. Las instalaciones mayores y permanentes pueden emplear el segundo de los métodos.

I.7.10 COCINADO.

En la preparación de alimentos pueden distinguirse tres tipo de procesos:

- Al fuego directo.
- Al horno 200-250 °C.
- Hervido 100 °C.



Se han desarrollado dos tipos básicos de cocinas solares:

1. La directa o cocina de enfoque, en la que los alimentos se colocan en el punto focal de un espejo parabólico. Un régimen de concentración entre 20 y 100 dará un rendimiento similar al de fuego abierto.
2. La cocina del tipo de caja u horno, que es una cámara aislada con una ventanilla a un lado, a través de la que penetrará la radiación, posiblemente desde un número de espejos planos o un reflector parabólico. Un régimen de concentración entre 2 y 4 dará mas o menos el mismo rendimiento que un horno domestico medio.

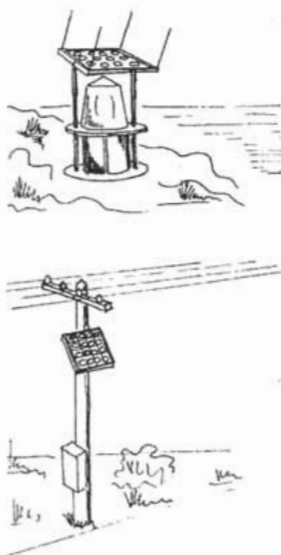
Estas cocinas funcionaran solo, naturalmente, cuando haya suficiente radiación solar directa. Las cocinas del tipo de caja u horno pueden disponer por lo menos de unas posibilidades de almacenamiento a corto plazo.

I.7.11 PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD.

La electricidad puede producirse a partir de la radiación solar por dos métodos:

1. Conversión directa mediante procesos fotoeléctricos o termoelectrónicos.
2. Produciendo acción mecánica, que seguidamente será empleada para propulsar generadores eléctricos convencionales.

Con el reciente y drástico aumento de los gastos de electricidad no es competitivo el uso de la energía solar para producir electricidad. Otra limitante de este sistema es el alto costo de las pilas para almacenamiento de energía.



Con la producción a gran escala de acción mecánica para la generación de electricidad, la dificultad principal parece ser la transferencia de energía de la zona o área de captación muy amplia hacia las turbinas. Esta transferencia de energía puede tener dos formas:

- Óptica.
- Térmica.

La transferencia óptica implicaría el uso de espejos. La transferencia térmica puede implicar la generación de calor en muchos concentradores pequeños, localizados en un área grande y la transferencia de vapor, por medio de tubos bien aislados hacia la turbina.

El problema de almacenamiento también surge con los sistemas termomecánicos de generación de electricidad solar. Instalaciones a gran escala en la actualidad únicamente son factibles si se acoplan a plantas hidroeléctricas. Las turbinas de agua pueden cerrarse con bastante facilidad cuando el suministro solar puede cubrir la demanda. Cualquier excedente de electricidad solar puede ser almacenado.

I.7.12 INVERNADEROS SOLARES.

En relación a aplicaciones agrícolas existen también muchas posibilidades. Con los invernaderos solares se pueden conseguir cosechas más tempranas y más grandes; los secaderos agrícolas gastan mucha menos energía al combinarse con un sistema de energía solar. Otro ejemplo posible son plantas de purificación o desalinización de aguas que no consumen combustibles.

I.7.13 USOS ESPECIALES.

Existen ciertas aplicaciones en las que el calor solar radiante no puede ser reemplazado por ninguna otra forma de calor. Los diversos usos de los hornos caen dentro de esta categoría. El tratamiento de ciertos materiales a altas temperaturas, como por ejemplo tierras raras, óxidos ultrarefractarios o metales, ya se está llevando a cabo en hornos solares a escala industrial. Los hornos solares también ofrecen una oportunidad única para la realización de estudios de choques térmicos.



CAPITULO II

“INSOLACIÓN SOLAR”



Insolación es la cantidad total de radiación solar (directa y reflejada) que se recibe en un punto determinado del planeta sobre una superficie de 1 m^2 , para un determinado ángulo de inclinación entre la superficie colectora y la horizontal del lugar. El termino se deriva de la palabra "insolation" que a su vez se deriva de tres palabras que son: incident solar radiation (radiación solar incidente).

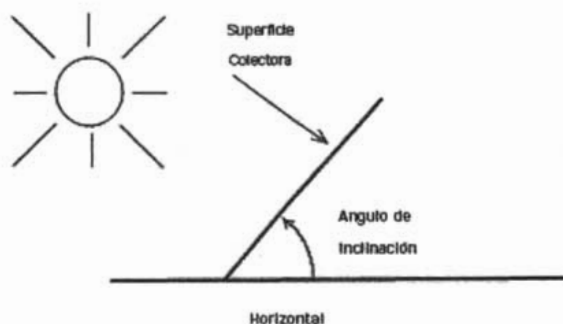
El valor de la insolación para un lugar en específico debe reflejar el valor promedio de la misma. Para esto se realizan mediciones de la radiación solar durante un cierto periodo de tiempo (10 años o más), para conocer así las variaciones cíclicas estacionales.

Se usan diferentes medidas para expresar el valor de la insolación de un lugar. La mas conveniente es el Kilowatt hora por metro cuadrado (KWh / m^2), o su valor equivalente en miliwat.hora por centímetro cuadrado (mWh/cm^2). Si la energía del sol va a ser utilizada para calentar agua, resulta más conveniente usar como unidad las calorías por metro cuadrado (Cal/m^2) o los Btu/ft^2 (British thermal units por pie cuadrado). La reducción de una cantidad a la otra puede hacerse recordando que $1\text{KWh}/\text{m}^2 = 860 \text{ Cal}/\text{m}^2 = 317.02 \text{ Btu}/\text{ft}^2$.

La atmósfera terrestre recibe una cantidad casi constante de energía solar radiante equivalente a $1.37\text{KW}/\text{m}^2$.

Si la superficie colectora se mantiene a un ángulo de inclinación fijo, el valor de la insolación dependerá de las condiciones atmosféricas así como de la posición del sol respecto del horizonte.

El ángulo de inclinación de la superficie colectora es el que esta forma con la horizontal.



Con las estaciones, la altura del sol respecto a la horizontal cambia al alcanzar el cenit. La diferencia de altura respecto a la horizontal varía con la latitud del lugar. Para las locaciones donde el cambio de altura es apreciable, la variación del ángulo de inclinación permite que los rayos solares incidan casi perpendicularmente sobre la superficie colectora durante todo el año, lo que incrementa el nivel de energía que puede ser transformada.

El ángulo deberá incrementarse cuando la altura del sol sobre el cenit es la menor. En estas locaciones, la duración del día solar promedio, para una misma estación, varía en función del ángulo de inclinación.

La posición del sol respecto a la horizontal cambia durante el día y con las estaciones, por este motivo el valor de la insolación al amanecer o al atardecer, así como en el invierno o en días muy nublados es menor que al mediodía o en el verano.

Una forma universal de presentar los valores de insolación es usar, como referencia, un ángulo de inclinación para la superficie colectora que es igual al de la latitud del lugar. Los valores así obtenidos son complementados con mediciones hechas con ángulos de inclinación que varían $\pm 15^\circ$ respecto al valor de referencia.

Irradiación

Se le llama irradiación al valor de la potencia luminosa. Todos los fabricantes de paneles fotovoltaicos determinan la máxima potencia eléctrica de salida usando una fuente con una potencia luminosa de 1 KW/m^2 . A este valor se le conoce con el nombre de SOL.

$$1 \text{ SOL} = 1 \text{ KW/m}^2 = 100 \text{ mW/cm}^2$$

II.1 RADIACIÓN SOLAR

La intensidad de la radiación que llega a los límites más altos de nuestra atmósfera muestra algunas variaciones, pero al valor medio 1353 W/m^2 se le considera la constante solar.

La absorción atmosférica reduce esta intensidad en una medida que depende parcialmente de la longitud del recorrido a través de la atmósfera y parcialmente del estado de la masa de aire (nubosidad, partículas suspendidas). Cuando el sol se encuentra en un ángulo de altitud bajo la intensidad es menor. Con una posición de cenit, la intensidad media sobre un plano horizontal puede acercarse a 1 KW/m^2 (a nivel del mar).

La radiación solar contiene dos componentes principales, las cuales pueden definirse de la siguiente manera:

- Componente directa. Es la radiación atenuada por la atmósfera, que llega a la superficie terrestre sin cambiar de dirección.
- Componente indirecta o difusa. Es la radiación solar que llega a la superficie después de interactuar con la atmósfera a tal grado que pierde su dirección original ya sea por deflexiones, absorciones, emisiones, refracciones entre otros aspectos. Esto se debe a los componentes atmosféricos que absorben o dispersan la luz solar.

Existe otro tipo de radiación llamada radiación terrestre, la cual es la que proviene de objetos que se encuentran en la superficie del planeta como pueden ser, una superficie reflejante, una gran cantidad de agua o algún otro cuerpo reflejante.

Entonces de acuerdo a la siguiente formula, la radiación total es la suma de las radiaciones directa, difusa y terrestre.

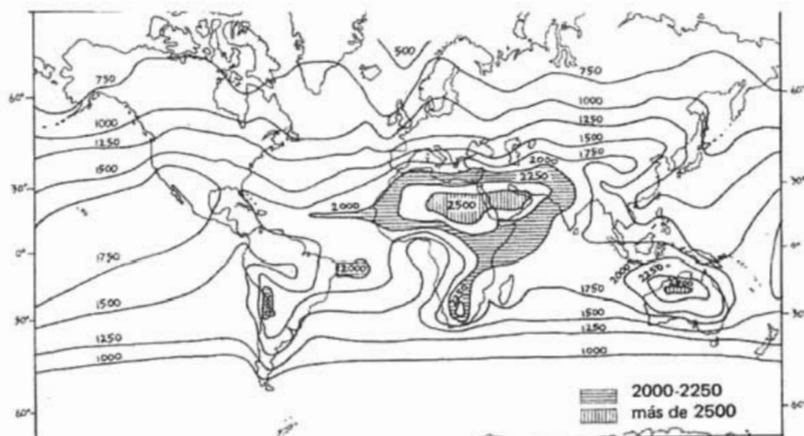
$$\text{Radiación total} = \text{radiación directa} + \text{radiación difusa} + \text{radiación terrestre.}$$

Radiación global.

Esta se refiere a la radiación cuando no existe radiación terrestre y se calcula por la formula:

$$\text{Radiación global} = \text{radiación directa} + \text{radiación difusa}$$

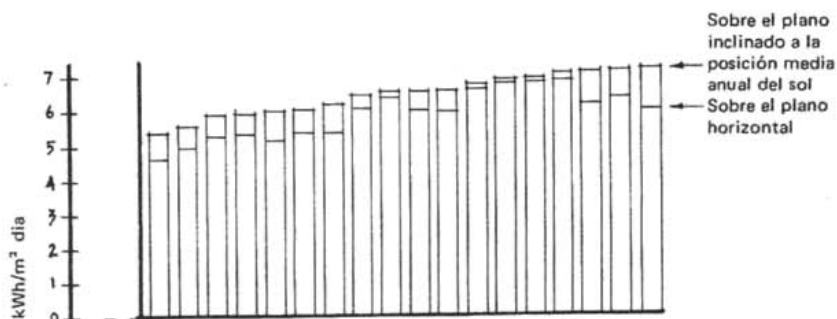
La siguiente figura muestra la intensidad de radiación solar sobre un plano horizontal como función del ángulo de altitud solar, a diferentes alturas.



La cantidad anual total recibida de la radiación solar recibida en un lugar dado depende de su altitud geográfica y de factores climáticos locales.

Existe una variación en la distribución anual de la radiación solar en cualquier punto en particular. En general, en lugares ecuatoriales, el esquema anual es bastante uniforme, mientras que a latitudes más altas hay una punta veraniega pronunciada, según se muestra en la siguiente figura.⁷

⁷ "S.V.Szokolay". ENERGIA SOLAR Y EDIFICACION, EDITORIAL BLUME, Barcelona España 1978



II.1.1 CONSTANTE SOLAR

La constante solar (G_{sc}), es el flujo de energía proveniente del sol, que incide sobre una superficie perpendicular a la dirección de propagación de la radiación solar, ubicada a la distancia media de la tierra al sol.

El valor usado comúnmente para la constante solar G_{sc} es:

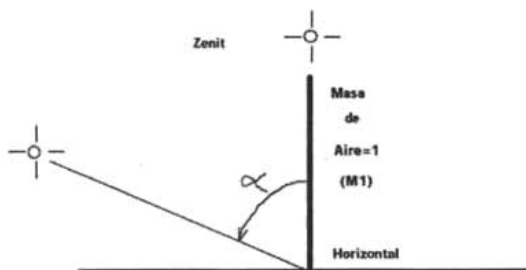
$$G_{sc} = 1353 \text{ W/m}^2 = 1.940 \text{ cal/cm}^2 \text{ min} = 428 \text{ BTU/ft}^2 \text{ hr} = 4871 \text{ MJ/m}^2 \text{ hr}.$$

II.1.2 DÍA SOLAR PROMEDIO

El valor de la irradiación cambia dependiendo de la masa de aire que exista, esta cambia constantemente. Para ayudar en cálculos se define el día solar promedio, que es simplemente el número de horas en un día durante el cual el sol irradia con una potencia luminosa de un SOL.

La posición relativa del sol respecto a la horizontal del lugar determina el valor de la masa de aire. Cuando los rayos solares caen formando un ángulo de 90° respecto a la horizontal, se dice que el sol ha alcanzado su cenit.

Para esta posición la radiación directa del sol atraviesa una distancia mínima a través de la atmósfera. Cuando el sol está más cercano al horizonte, esta distancia se incrementa, es decir, la masa de aire es mayor.



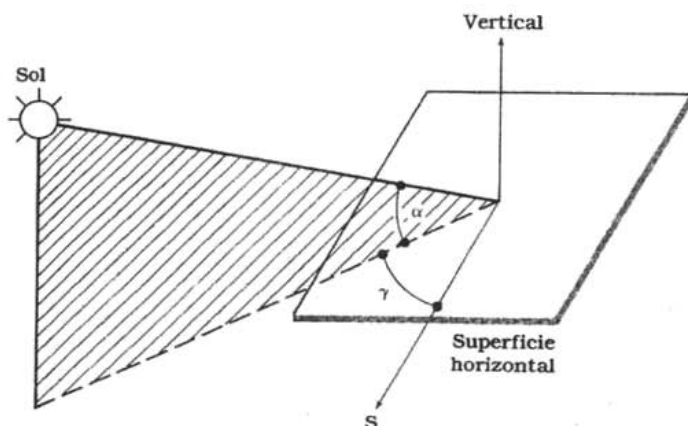
A la posición del cenit se le asigna una masa de aire igual a 1 (M1). Cualquier otra distancia tendrá una masa de aire que puede calcularse usando la expresión:

$$\text{Masa de aire} = 1 / \cos \alpha$$

II.2 ANGULOS SOLARES

Cada día, el sol sigue una trayectoria circular a través del firmamento, alcanzando su plenitud al mediodía.

La posición del sol en el firmamento queda descrita mediante dos variables angulares: la altura solar α y el acimut solar γ , como se muestra en la siguiente figura.



La primera de estas define el ángulo que la visual al sol forma con el horizonte, en tanto que la segunda define la desviación que tienen los rayos del sol con respecto al sur verdadero. El cálculo preciso de estas variables depende fundamentalmente de tres parámetros: la latitud del lugar Φ , la declinación δ y el ángulo horario ω .

La latitud queda definida mediante el ángulo que determina el lugar de interés sobre la tierra, con respecto al plano del ecuador. Este ángulo es positivo cuando se mide hacia el norte del ecuador, y negativo cuando lo es hacia el sur de este.

La declinación define la posición angular del sol al mediodía solar, es decir, el momento en el que el sol esta mas alto en el firmamento con respecto al plano del ecuador

La declinación es un índice de alejamiento que experimenta el sol hacia el norte o hacia el sur del ecuador. Este parámetro que depende del día del año, puede calcularse con la siguiente formula:

$$\delta = 23.45 \sin \left(360 \cdot \frac{284 + n}{365} \right)$$

Donde n es el día del año.

Por otra parte, el ángulo horario es igual a cero al mediodía solar y adquiere un valor de 15° de longitud por cada hora, siendo positivo en las mañanas y negativo por las tardes. Así, $\omega = +30^\circ$ a las 10:00, y -15° a las 13:00.

Una vez determinados la latitud, la declinación y el ángulo horario, la altura y el acimut solares pueden calcularse fácilmente por medio de las siguientes relaciones trigonométricas:⁸

$$\text{Sen } \alpha = \cos \Phi \cos \delta \cos \omega + \text{sen } \Phi \text{ sen } \delta \quad \dots(1)$$

$$\text{Sen } \gamma = \cos \delta \text{ sen } \omega / \cos \alpha \quad \dots(2)$$

A continuación se muestran los valores de los ángulos de declinación (δ) diaria del sol

Día	Enc	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
01	-23°05'	-17°24'	-07°37'	04°30'	15°03'	22°02'	23°07'	18°02'	08°19'	-03°09'	-14°24'	-21°47'
02	-23°00'	-17°07'	-07°14'	04°54'	15°21'	22°10'	23°03'	17°47'	07°57'	-03°32'	-14°43'	-21°56'
03	-22°55'	-16°50'	-06°51'	05°17'	15°39'	22°18'	22°58'	17°32'	07°35'	-03°55'	-15°02'	-22°05'
04	-22°49'	-16°33'	-06°28'	05°40'	15°56'	22°25'	22°53'	17°16'	07°13'	-04°19'	-15°21'	-22°14'
05	-22°43'	-16°15'	-06°05'	06°02'	16°14'	22°32'	22°48'	17°00'	06°51'	-04°42'	-15°39'	-22°21'
06	-22°37'	-15°57'	-05°42'	06°25'	16°31'	22°39'	22°42'	16°44'	06°29'	-05°05'	-15°57'	-22°29'
07	-22°30'	-15°38'	-05°19'	06°48'	16°47'	22°45'	22°36'	16°27'	06°06'	-05°28'	-16°15'	-22°36'
08	-22°23'	-15°20'	-04°55'	07°10'	17°04'	22°50'	22°29'	16°10'	05°44'	-05°51'	-16°33'	-22°42'
09	-22°15'	-15°01'	-04°32'	07°33'	17°20'	22°55'	22°22'	15°53'	05°21'	-06°14'	-16°50'	-22°49'
10	-22°07'	-14°42'	-04°08'	07°55'	17°36'	23°00'	22°15'	15°36'	04°59'	-06°36'	-17°07'	-22°54'
11	-21°58'	-14°22'	-03°45'	08°17'	17°51'	23°05'	22°07'	15°18'	04°36'	-06°59'	-17°24'	-22°59'
12	-21°49'	-14°03'	-03°21'	08°39'	18°07'	23°06'	21°59'	15°00'	04°13'	-07°22'	-17°40'	-23°04'
13	-21°39'	-13°43'	-02°58'	09°01'	18°22'	23°12'	21°51'	14°42'	03°50'	-07°44'	-17°56'	-23°09'
14	-21°29'	-13°23'	-02°34'	09°22'	18°36'	23°16'	21°42'	14°24'	03°27'	-08°07'	-18°12'	-23°12'
15	-21°19'	-13°03'	-02°10'	09°44'	18°51'	23°18'	21°32'	14°05'	03°04'	-08°29'	-18°28'	-23°16'
16	-21°08'	-12°42'	-01°47'	10°05'	19°05'	23°21'	21°23'	13°46'	02°41'	-08°51'	-18°43'	-23°19'
17	-20°57'	-12°22'	-01°23'	10°27'	19°18'	23°23'	21°13'	13°27'	02°18'	-09°13'	-18°58'	-23°21'
18	-20°45'	-12°01'	-00°59'	10°48'	19°32'	23°24'	21°03'	13°08'	01°54'	-09°35'	-19°12'	-23°23'
19	-20°33'	-11°40'	-00°35'	11°08'	19°45'	23°25'	20°52'	12°48'	01°31'	-09°57'	-19°26'	-23°25'
20	-20°21'	-11°18'	-00°12'	11°29'	19°58'	23°26'	20°41'	12°29'	01°08'	-10°18'	-19°40'	-23°26'
21	-20°08'	-10°57'	00°12'	11°50'	20°10'	23°26'	20°29'	12°09'	00°45'	-10°40'	-19°54'	-23°26'
22	-19°55'	-10°35'	00°36'	12°10'	20°22'	23°26'	20°18'	11°49'	00°21'	-11°01'	-20°07'	-23°26'
23	-19°42'	-10°13'	00°59'	12°30'	20°34'	23°26'	20°06'	11°29'	-00°02'	-11°22'	-20°19'	-23°26'
24	-19°28'	-09°52'	01°23'	12°50'	20°45'	23°25'	19°53'	11°08'	-00°26'	-11°43'	-20°32'	-23°25'
25	-19°13'	-09°29'	01°47'	13°10'	20°56'	23°24'	19°41'	10°48'	-00°49'	-12°04'	-20°44'	-23°24'
26	-18°59'	-09°07'	02°10'	13°29'	21°07'	23°22'	19°27'	10°27'	-01°12'	-12°25'	-20°55'	-23°22'
27	-18°44'	-08°45'	02°34'	13°48'	21°17'	23°20'	19°14'	10°06'	-01°36'	-12°45'	-21°07'	-23°20'
28	-18°29'	-08°22'	02°57'	14°07'	21°27'	23°17'	19°00'	09°45'	-01°59'	-13°05'	-21°17'	-23°17'
29	-18°13'	-08°00'	03°21'	14°26'	21°36'	23°14'	18°46'	09°24'	-02°22'	-13°25'	-21°28'	-23°14'
30	-17°57'	-	03°44'	14°45'	21°45'	23°11'	18°32'	09°02'	-02°46'	-13°45'	-21°38'	-23°10'
31	17°41'	-	04°07'	-	21°54'	-	18°17'	08°41'	-	-14°05'	-	-23°06'

Puede también calcularse la longitud del día, o sea, el número máximo de horas de asoleamiento diario. Haciendo $\alpha = 0$ en (1) tenemos:

$$T_d = (2/15) \omega_s \text{ en horas } \text{ ó } T_d = (2/15) \cos^{-1} (-\tan \Phi \tan \delta) \text{ en horas}$$

⁸ "José A. Manrique" Energía solar fundamentos y aplicaciones foto térmicas. México, 1984.

II.3 RADIACIÓN DIARIA PROMEDIO SOBRE SUPERFICIES INCLINADAS

Existen varios modelos para calcular la radiación total diaria promedio sobre una superficie inclinada a partir de datos de radiación promedio sobre un plano horizontal.

Un modelo desarrollado por Liu y Jordan el cual considera que la radiación solar incidente sobre un plano inclinado, H_t , esta formada por tres partes: la radiación directa del sol, la difusa procedente de la bóveda celeste, y la reflejada por el suelo sobre la superficie inclinada.

$$H_t = I_{bh} R_b + I_{dh} R_d + (I_{bh} + I_{dh}) R_p$$

Donde R_b , R_d y R_p son respectivamente, los factores de conversión para las componentes de radiación directa, difusa y reflejada sobre la superficie inclinada. O sea:

$$R_b = \frac{\text{Radiación directa diaria promedio en un mes sobre la superficie inclinada}}{\text{Radiación directa diaria promedio en un mes sobre un plano horizontal}}$$

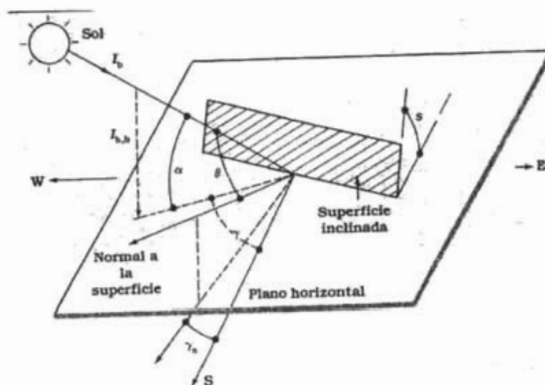
$$R_d = \frac{\text{Radiación difusa diaria promedio en un mes sobre la superficie inclinada}}{\text{Radiación difusa diaria promedio en un mes sobre un plano horizontal}}$$

$$R_p = \frac{\text{Radiación diaria promedio en un mes que es reflejada por el suelo sobre la superficie}}{\text{Radiación global diaria promedio en el mes}}$$

R_b puede estimarse como el cociente de la radiación extraterrestre sobre la superficie inclinada, y la correspondiente a una superficie horizontal para el mes en cuestión.

$$R_b = \frac{\omega' s \sin \delta \sin (\Phi - s) + \cos \delta \cos (\Phi - s) \sin \omega' s}{\omega s \sin \delta \sin \Phi + \cos \delta \cos \Phi \sin \omega s}$$

donde $\omega' s = \min (\omega s, \arccos (-\tan (\Phi - s) \tan \delta))$



Por otra parte, la radiación difusa no solo varía en intensidad dependiendo de los contenidos atmosféricos de vapor de agua, polvo, etc., sino que también varía en distribución angular con

los cambios en las condiciones atmosféricas. Si se supone que la radiación procedente de la bóveda celeste es isotropita, estos es, si se supone que es uniforme en todas las direcciones, entonces puede demostrarse que el cociente de la radiación difusa incidente sobre una superficie inclinada un ángulo s , y la radiación difusa incidente sobre una superficie horizontal es igual a $(1 + \cos s) / 2$. dado que este cociente es independiente de la posición del sol en el firmamento.

$$R_d = \frac{1 + \cos s}{2}$$

Similarmente, dado que la mayoría de los materiales que constituyen el suelo, reflejan la radiación solar de una manera más o menos difusa, aquí se supondrá que la reflexión es perfectamente difusa. En consecuencia, si el suelo localizado frente a la superficie inclinada es muy grande y tiene una reflectancia hemisférica uniforme (o albedo) ρ ante la radiación solar. Si la radiación global diaria promedio en el mes es H_G , la radiación reflejada por el suelo es ρH_G , y la fracción de esta que intercepta la superficie inclinada es:

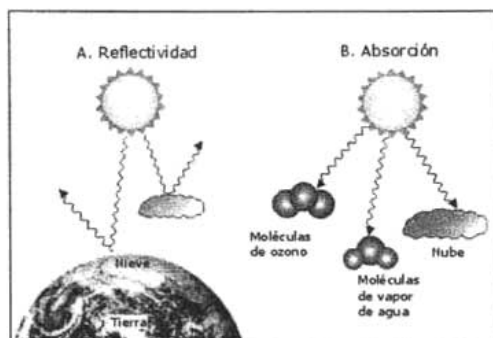
$$I_{pc} = \frac{1 - \cos s}{2}$$

Entonces

$$R_p = \frac{1 - \cos s}{2} \rho$$

Transparencia

La transparencia de la atmósfera tiene una relación importante con la cantidad de insolación que llega a la superficie terrestre. La radiación emitida se agota a medida que pasa a través de la atmósfera. Los diferentes compuestos atmosféricos absorben o reflejan energía de diferentes maneras y en cantidades variadas. La transparencia de la atmósfera se refiere al monto en que la radiación penetra en la atmósfera y llega a la superficie terrestre sin agotarse. Como se indica en la figura, una parte de la radiación que recibe la atmósfera se refleja desde la parte superior de las nubes y desde la superficie terrestre, y otra es absorbida por moléculas y nubes.



La capacidad general de las diferentes superficies de la Tierra de reflejar energía solar a la atmósfera se conoce como albedo. El albedo se define como la fracción (o porcentaje) de la

energía solar incidente que refleja una superficie al espacio. Las diferentes superficies (agua, nieve, arena, etc.) tienen diferentes valores albedo. Para la Tierra y la atmósfera como un todo, el albedo promedio es 30% cuando hay condiciones generales de nubosidad sobre la Tierra. Este índice es mayor en el rango visible de las longitudes de onda.

En la siguiente tabla se muestran algunos valores de albedo para distintas superficies. En la práctica se emplea un valor de 0.20 para suelos comunes, y de 0.70, cuando se encuentran cubiertos de nieve.⁹

ALBEDO DE SUPERFICIES	
SUPERFICIE	ALBEDO
Desierto	0.24 – 0.28
Campos, varios tipos	0.03 – 0.25
Bosque verde	0.03 – 0.10
Pasto, varias condiciones	0.14 – 0.37
Suelo común	0.07 – 0.20
Moho negro	0.08 – 0.14
Arena seca	0.18 – 0.40
Arena húmeda	0.09 – 0.18
Hielo o nieve	0.46 – 0.86
Agua ($\alpha = 47^\circ$)	0.00 – 0.02
Agua ($\alpha = 5.5^\circ$)	0.00 – 0.71

II.4 ESTIMACIÓN SOLAR

Si no hay disponibles datos de radiación, pero se registran las horas de sol, uno puede estimar la radiación diaria total utilizando la expresión dada por Glover y McCulloch:

$$Q = Q_{sc} (0.29 * x \cos \Phi + 0.52 * n/N)$$

*Ometto sugiere el uso de las constantes 0.26 y 0.51 respectivamente

En la que Q = radiación diaria total sobre un plano horizontal (Wh/m^2 día)

Q_{sc} = Constante solar por día

Φ = latitud geográfica

N = Posibles horas de sol por día

n = reales horas de sol por día

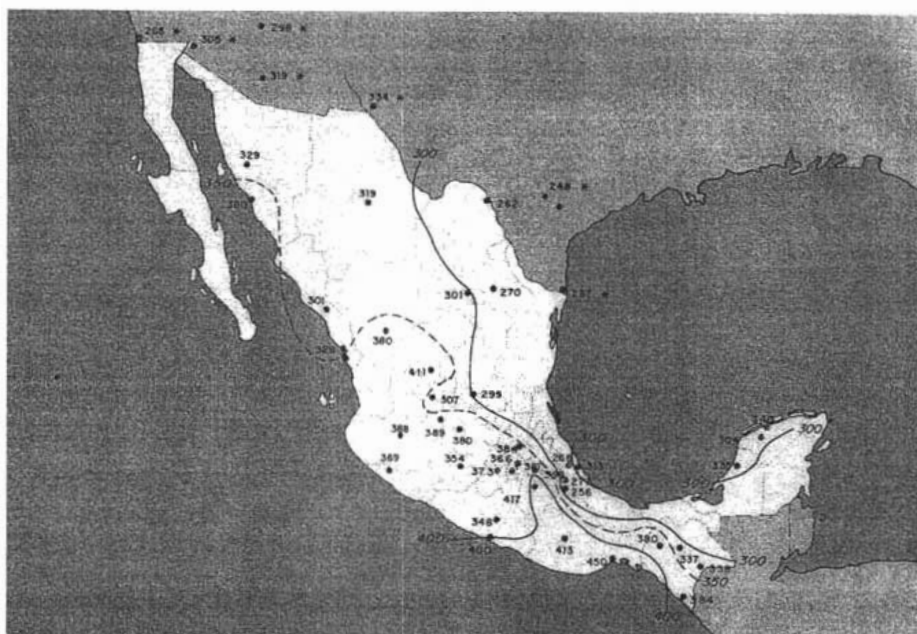
El valor de Q_{sc} puede ser tomado como 9830 Wh/m^2 día y por lo tanto sería, por ejemplo, para latitud 52° (Londres)

$$Q = 9830 (0.29 x \cos 52 + 0.52 n/N) \quad Q = 1755 + 5111 n/N^{10}$$

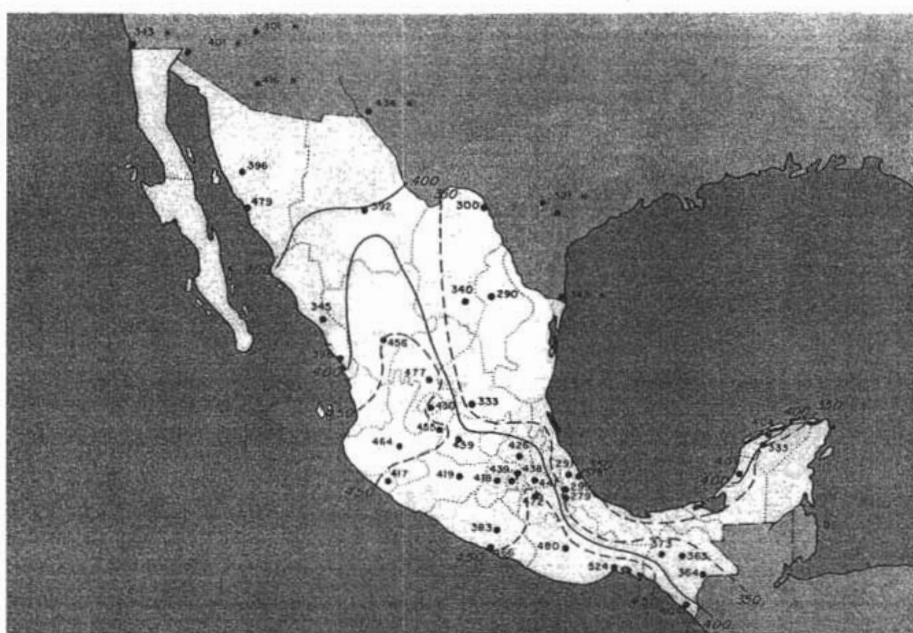
Existen mapas de radiación mensual promedio para todo el mundo. Las siguientes figuras presentan los datos de radiación global mensual y anual para la Republica Mexicana.

⁹ José A. Manrique. "Energía Solar fundamentos y aplicaciones foto térmicas". México 1984

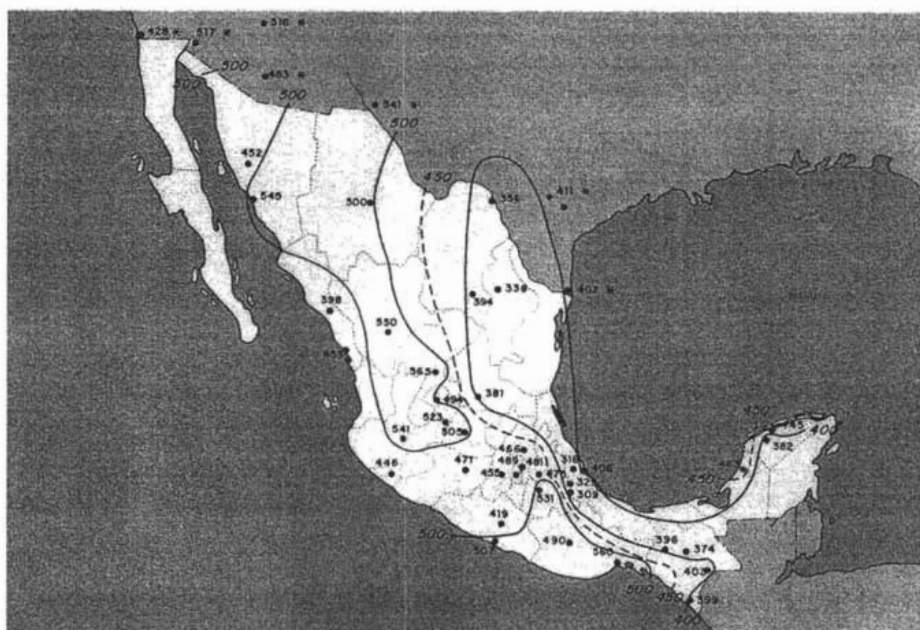
¹⁰ "S.V.Szokolay". ENERGIA SOLAR Y EDIFICACION, EDITORIAL BLUME, Barcelona España 1978



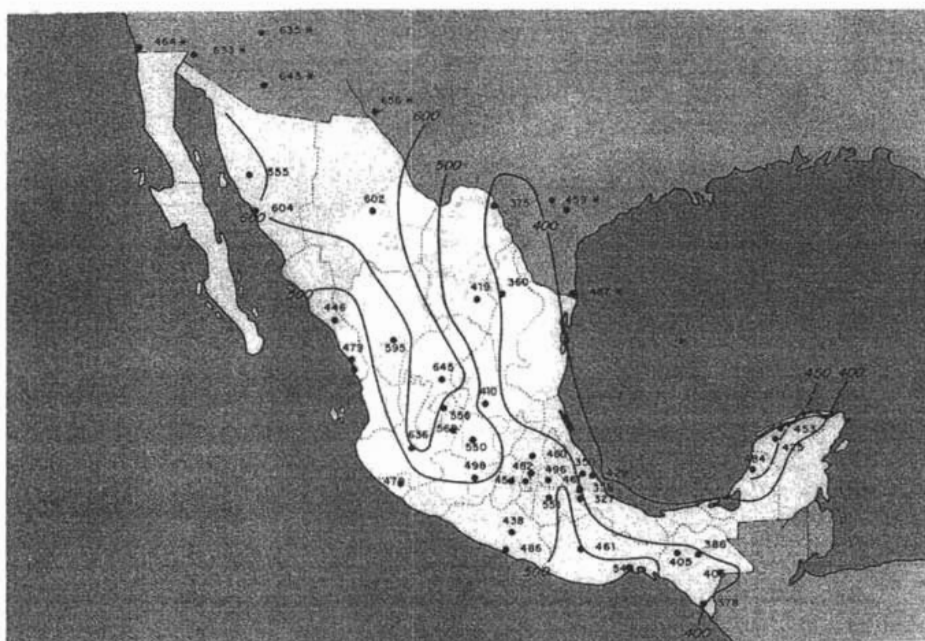
Radiación global diaria promedio en el mes de enero (cal/cm² día)



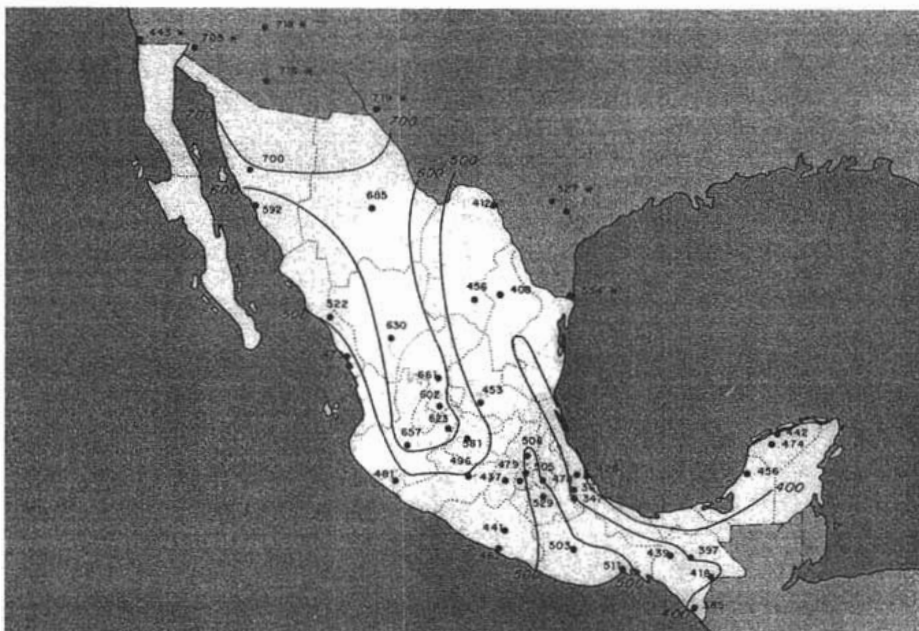
Radiación global diaria promedio en el mes de febrero (cal/cm² día)



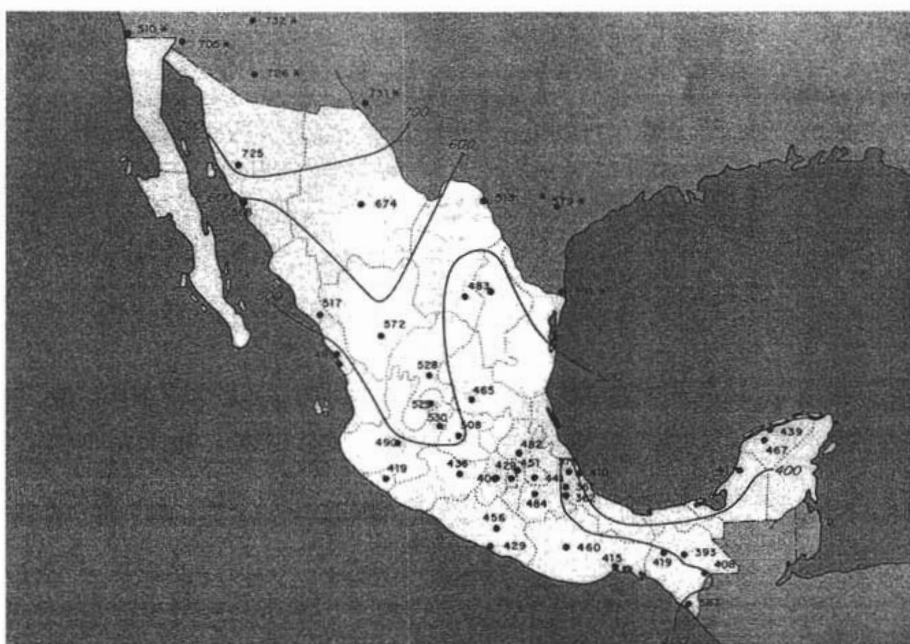
Radiación global diaria promedio en el mes de marzo (cal/cm² día)



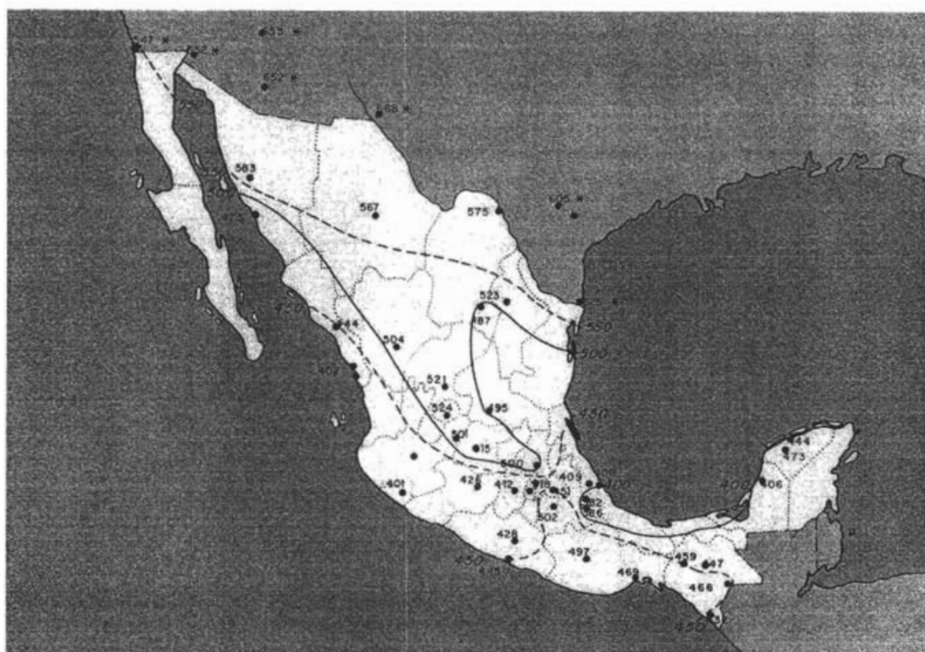
Radiación global diaria promedio en el mes de abril (cal/cm² día)



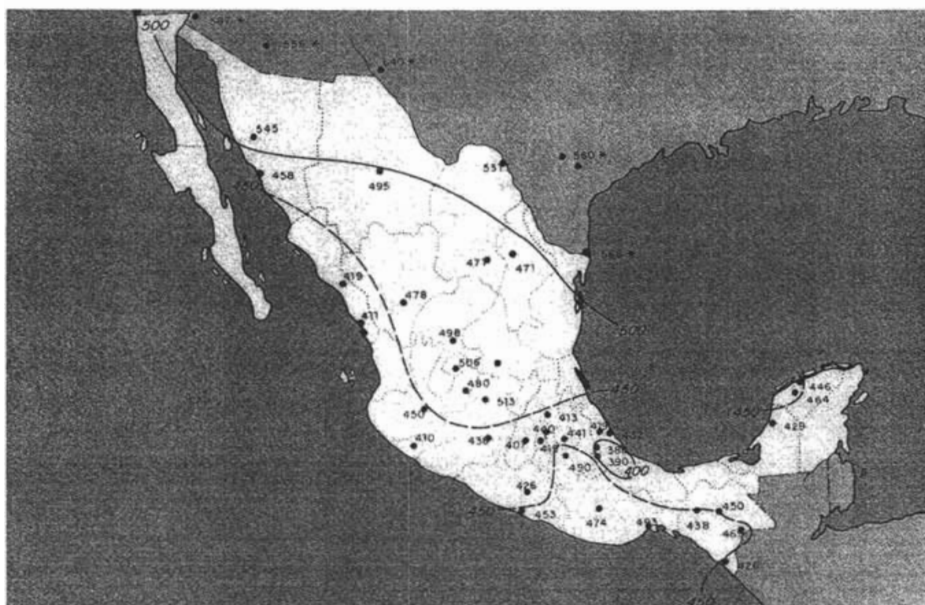
Radiación global diaria promedio en el mes de mayo (cal/cm² dia)



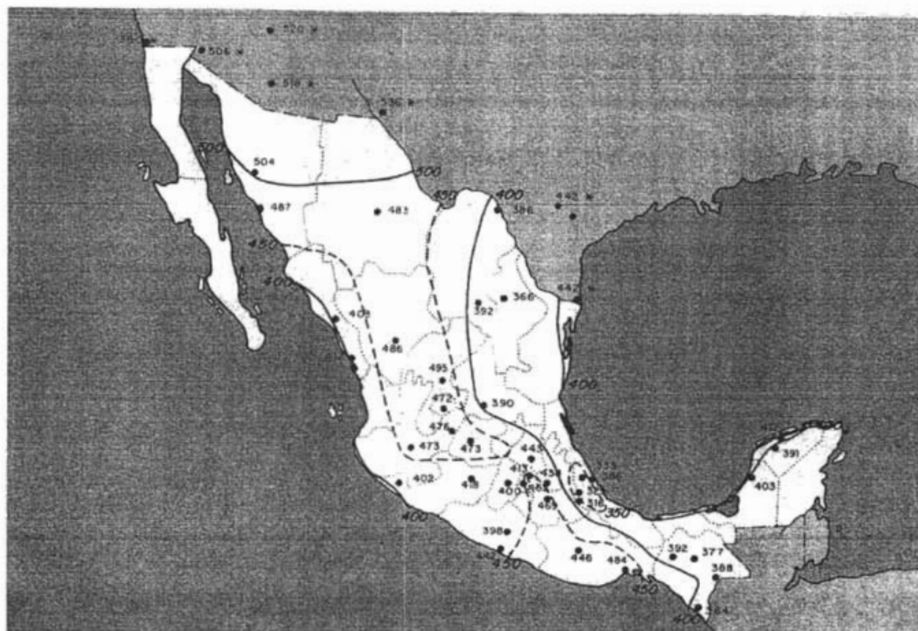
Radiación global diaria promedio en el mes de junio (cal/cm² dia)



Radiación global diaria promedio en el mes de julio (cal/cm² día)



Radiación global diaria promedio en el mes de agosto (cal/cm² día)

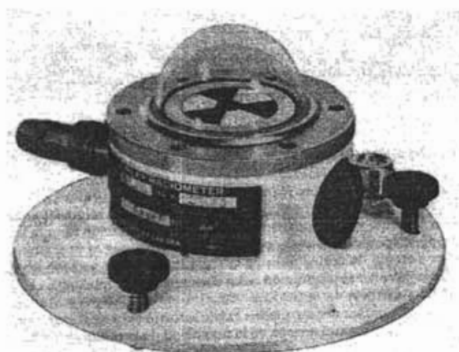


Radiación global diaria promedio en el año ($\text{cal/cm}^2 \text{ día}$)

II.5 INSTRUMENTOS PARA MEDIR LA RADIACION SOLAR

Existen varios métodos para medir la radiación solar. El método mas aceptado es el uso de un piranómetro.

Un piranómetro es un instrumento que sirve para medir la radiación global (directa mas difusa), sobre una superficie horizontal. Este consiste en dos sensores de temperatura, uno de ellos expuesto a la radiación solar y el otro, protegido de la radiación. Por esto habrá una diferencia de temperaturas entre ambos.



Los sensores suelen estar protegidos por una cubierta de vidrio, esta debe contar con características adecuadas para permitir el paso de la radiación y evitar el enfriamiento debido al viento, lo que provocaría un error en la lectura del dispositivo.

Es posible medir la radiación directa como también la radiación difusa con piranómetros. Por ejemplo, uno de ellos se instala horizontalmente y este medirá la radiación global. De la misma forma a otro se le coloca una sombra que puede ser una banda o un disco para obstruir la radiación directa. Entonces el segundo dispositivo medirá la radiación difusa.

La diferencia entre estas dos radiaciones nos dará como resultado la obtención de la radiación directa como se ve en la siguiente formula:

$$\text{Radiación global} - \text{Radiación difusa} = \text{Radiación directa.}$$

Otro instrumento para medir radiación solar es el piroheliómetro. El piroheliómetro es un instrumento que se enfoca directamente al Sol para medir exclusivamente la radiación que proviene de él y de sus alrededores cercanos. Es decir, es un instrumento que mide radiación directa. A diferencia del piranómetro, que suele instalarse fijo, el piroheliómetro debe contar con un sistema de movimiento de relojería para seguir el Sol con gran precisión.



Otro instrumento con el que se puede medir la radiación solar es el llamado bolómetro desarrollado en 1880 por S. P. Langley. Este instrumento está basado en dos tiras o películas finísimas de platino, ennegrecidas formando un puente de Wheatstone. Una de las tiras está protegida de la radiación solar y la otra, expuesta a los rayos solares. En esta última aumenta la temperatura, y en consecuencia, se produce un aumento de la resistencia. Para medir la energía de radiación solar recibida por el bolómetro a través de la tira no iluminada, que hace

las veces de cinta de medición, se hace pasar una corriente eléctrica hasta lograr el mismo desvío o indicación que la tira no iluminada. La intensidad de esta corriente auxiliar se mide con un galvanómetro sensible.

En los aparatos de medida mas modernos, en lugar de las tiras de platino se emplean finas capas semiconductoras, compuestas por lo general de mezclas o combinaciones de oxido de niobio, manganeso, cobalto o bien de superconductores como el nitruro de niobio.

La radiación comúnmente se mide sobre el plano horizontal en el cual se encuentran ubicados los módulos fotovoltaicos. Por lo tanto, es necesario hacer los cálculos de la radiación promedio que incide normalmente sobre el arreglo de los módulos.

Es conveniente que la energía generada por el arreglo fotovoltaico en el mes con mínima radiación promedio, al menos sea igual a la energía demandada (incluyendo las perdidas). Con esto se asegura que en los meses con mayor radiación promedio no habrá deficiencia de energía.

En México el mes en que se recibe menor energía por radiación solar es entre diciembre y enero. Por lo tanto la inclinación más adecuada de los módulos deberá ser a la latitud del lugar mas 15°.

La energía requerida dependerá de la potencia consumida por los aparatos o equipos que se desee hacer funcionar y del tiempo total que estarán en operación cada día.



CAPITULO III

“SISTEMAS FOTOVOLTAICOS GENERADORES DE ELECTRICIDAD SOLAR”



CAPITULO III. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS GENERADORES DE ELECTRICIDAD SOLAR.

III.1 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Los sistemas fotovoltaicos (SFV), son actualmente una de las fuentes de generación de energía calorífica, eléctrica y mecánica. Tomada más en cuenta por su ventaja. Debido a que estos sistemas se pueden utilizar en cualquier lugar sin importar en gran medida la ubicación y condiciones climáticas. Son de gran apoyo en creación de energía. Siendo conformado de diferentes dispositivos los cuales nos ayudan a generar, almacenar, convertir y distribuir la energía.

Para la creación o captura contamos con el panel solar. Ya que estos son en realidad un conjunto de celdas solares que unidas de tal forma en un arreglo eléctrico, nos dan la capacidad de generar energía eléctrica en este caso de una fuente inagotable que es el sol. Para nuestro panel lo que se debe contemplar es tal la ubicación y orientación para aprovechar al máximo la captura de energía solar.

Además de generar la energía también es de gran importancia el almacenarla. Para esto nos apoyamos en las baterías o acumuladores las cuales pueden ser de diversas características (libres de mantenimiento, de electrolito), las baterías. La batería más común utilizada es al de Plomo-Acido. La misma consiste en dos tipos de rejillas o placas (una de plomo, la positiva) y otra de (Dióxido de Plomo, la negativa) sumergidas en una solución de agua con ácido sulfúrico.

El tipo de baterías de plomo -Acido que se utilizan en los sistemas solares fotovoltaicos tienen determinadas características constructivas que le permiten estar largo tiempo sin recibir carga y continúan en buen estado técnico. Además contiene mayor cantidad de electrolito lo que le facilita al usuario alargar los periodos de mantenimiento de la misma. Otra característica muy importante es que se puede descargar hasta en 80% de su capacidad nominal y puede permanecer en este estado un largo tiempo.

Cuando la insolación es pobre en un horario diurno, debido a las malas condiciones climáticas o en el horario nocturno las baterías se encargan de suministrar la corriente eléctrica necesaria, así como de estabilizar el voltaje del sistema y asimilar picos de consumo de corriente. Por el contrario cuando la insolación solar genera más electricidad que la necesaria para el consumo la electricidad excedente es almacenada en la batería.

Y estas deben ser de uso específico para este caso nuestro sistema fotovoltaicos ya que estas deben cumplir con ciertos requerimientos como son los cambios de carga y recarga con mayor frecuencia, a esto se le llama ciclaje de una batería estas cargas y recargas se deberán al empleo diario de la energía requerida. La batería se empleará en el momento que nuestro panel no logre captar más la energía proveniente del sol. Es de donde se tomará la energía almacenada durante el día. El mantenimiento de la batería no será tan frecuente es una de las ventajas.

Convertidor como su nombre lo dice en este caso nos convertirá la energía captada (cd – dc). Esto es para uso ya directamente de los aparatos que se requieran ser conectados. Ya que cumplen con la función de mantener el voltaje y evitar daños. Estos convertidores son solo dispositivos electrónicos y no requieren de mayor mantenimiento, mas que una revisión periódica, para mantenerse en buen funcionamiento.

Los medidores o interruptores de corriente son equipos electrónicos que contienen elementos que permiten controlar o regular la carga del banco de baterías por parte del panel solar evitando que el mismo se sobrecargue cuando la generación es muy superior al consumo previsto debido a una alta insolación. Por el contrario la carga del banco de baterías es baja automáticamente desconecta los equipos de consumo protegiendo las baterías contra los estados prolongados de baja carga que pueden dañarla irreversiblemente.

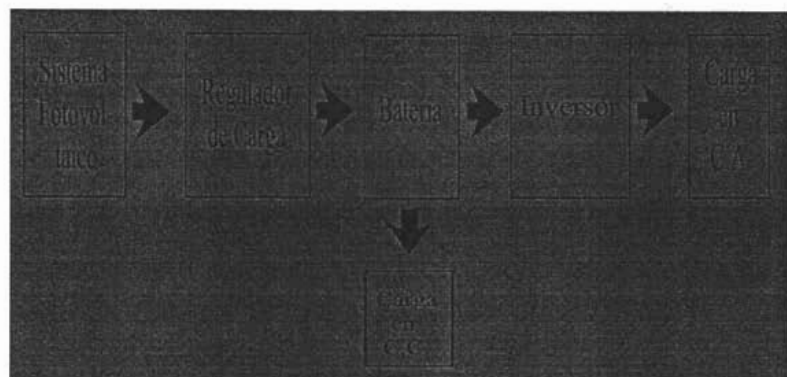


DIAGRAMA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

III.2 CELDAS SOLARES

Las celdas solares son una de las fuentes más limpias de energía. Se pueden encontrar en muchos lugares, como calculadoras, satélites, señales de tránsito, boyas e incluso automóviles. La idea de aprovechar la energía solar es bastante atractiva: en un día soleado, cada metro cuadrado de tierra recibe aproximadamente mil watts de energía. Las celdas solares son llamadas también fotovoltaicas; como esta palabra indica, convierten la luz en voltaje, o potencial eléctrico. Están hechas de materiales semiconductores, el más usado en la actualidad es el silicio.

El silicio tiene características químicas interesantes, especialmente en su forma cristalina. Un átomo de silicio tiene catorce electrones, organizados en tres capas. Las dos capas más cercanas al centro tienen todos los electrones que pueden albergar. En cambio, la capa exterior tiene solamente cuatro electrones, aunque pueda albergar ocho. El átomo intenta siempre llenar esta capa, lo que produce un intercambio de electrones con los átomos vecinos. Así, por cada electrón, el átomo de silicio puede formar un enlace con otros cuatro átomos semejantes. Así se forma una estructura cristalina. (o sea que los átomos están ordenados geométricamente), y como los electrones forman enlaces fuertes entre los átomos, son mantenidos en ese lugar y el material resulta un mal conductor.

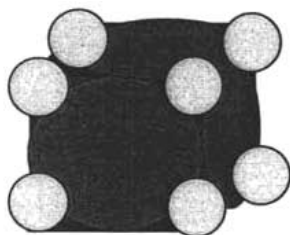


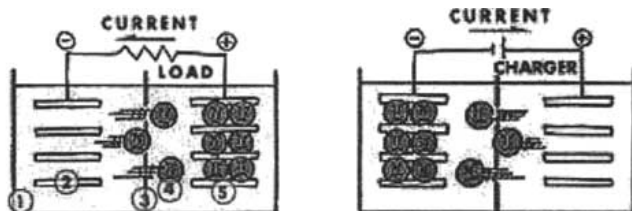
Imagen de una estructura cristalina. (Silicio fósforo).

Para ser usado en las celdas solares, la estructura cristalina es modificada ligeramente. Por lo general se piensa en impurezas (pueden ser átomos de otros materiales los cuales añaden propiedades específicas) en una forma negativa, pero en el caso de las celdas solares son las impurezas las que ayudan a producir electricidad.

Una parte de la celda consiste en silicio con impurezas de fósforo. Son pocos átomos de fósforo, uno por cada millón de átomos de silicio. El fósforo tiene cinco electrones en su capa exterior, no cuatro como el silicio. En la estructura cristalina, el fósforo provee entonces un electrón sobrante. Si se tratara de silicio puro, al añadir cierta cantidad de energía, por ejemplo en forma de calor, algunos electrones se sueltan de sus átomos y vagarían en el cristal, formando una corriente eléctrica; sin embargo son pocos electrones. Por el contrario, con el fósforo se requiere una menor cantidad de energía, pues uno de sus electrones no está sujeto a los átomos cercanos, y aún así se obtendría una mayor cantidad de electrones libres. Este silicio con impurezas de fósforo se denomina Tipo N, por la prevaencia de electrones libres que lo tornan negativo.

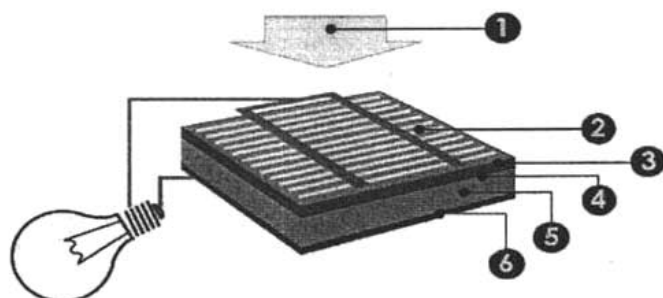
(Los electrones están cargados negativamente y se encuentran en la periferia del átomo; los protones están cargados positivamente y se encuentran en el núcleo; un átomo contiene normalmente la misma cantidad de protones y electrones, y es eléctricamente neutro. Cuando por alguna razón el átomo gana o pierde un electrón, se convierte en un ion, que trata de recuperar su equilibrio eléctrico.)

La otra parte de una celda es silicio tipo P, o positivo. En vez de impurezas de fósforo, contiene impurezas de boro. Los átomos de boro tienen tres electrones en su capa exterior. Mientras que en un cristal de silicio puro los cuatro enlaces posibles están ocupados por los átomos cercanos, en el caso de un átomo de boro los de silicio pueden formar un enlace extra. Esto crea un vacío, un enlace potencial que tiende a ser llenado por los átomos cercanos. Cuando otro átomo forma así un enlace doble, lo hace rompiendo el enlace que tenía con otro átomo, que a su vez busca otro enlace. Así se forma esencialmente un vacío, que se mueve a través de todo el cristal.



Como la celda fotovoltaica posee un campo eléctrico, los electrones liberados de los átomos de fósforo se precipitan hacia los espacios en las capas externas de los átomos de boro. Este flujo de electrones es entonces una corriente eléctrica. No todos los electrones quedan fijos en los espacios producidos por los átomos de boro; si fuera así, la celda no funcionaría. En cambio los electrones se encuentran en el punto de unión, lo que les dificulta el pasar al lado positivo de la celda. Eventualmente se llega a un equilibrio y se obtiene un campo eléctrico separando las zonas negativa y positiva. Este campo actúa como un diodo, que permite a los electrones fluir desde el lado positivo al lado negativo, pero no en sentido contrario.

Cuando la luz, en forma de fotones, llega a la celda solar, su energía libera pares electrón-vacío. Cada fotón con energía suficiente liberará exactamente un electrón, lo que resultará en un nuevo espacio. Si esto ocurre lo suficientemente cerca del campo eléctrico, o si el electrón libre y el espacio pasan cerca de su área de influencia, el campo enviará al electrón al lado negativo y al espacio al lado positivo. Esto aumenta el desequilibrio eléctrico. Ahora bien, si se crea un paso de corriente externo a la celda, los electrones fluirán por el hacia su lado original. Se obtiene entonces una corriente eléctrica, mientras que con la celda se obtiene voltaje. Con ambas obtenemos energía eléctrica.



1.- Luz (fotones)

4.- Capa de desviación

2.- Contacto frontal

5.- Capa positiva

3.- Capa negativa

6.- Contacto posterior

Esquema del sistema Fotovoltaico.

Eficiencias de celda

Monocristalina:	12-15 %
Policristalina:	11-14 %
Amorfa:	6-7 %
teluro de cadmio:	7-8 %

Silicio Monocristalino: Estas celdas se obtienen a partir de barras cilíndricas de silicio Monocristalino producidas en hornos especiales. Las celdas se obtienen por cortado de las barras en forma de obleas cuadradas delgadas (0,4- 0,5 mm de espesor). Su eficiencia en conversión de luz solar en electricidad es superior al 12%. Son por lo tanto, los más caros pero los más efectivos.

Silicio Policristalino: Estas celdas se obtienen a partir de bloques de silicio obtenidos por fusión de trozos de silicio puro en moldes especiales. En los moldes, el silicio se enfría lentamente, solidificándose. En este proceso, los átomos no se organizan en un único cristal. Se forma una estructura policristalina con superficies de separación entre los cristales. Su eficiencia en conversión de luz solar en electricidad es algo menor a las de silicio Monocristalino.

Silicio Amorfo: Estas celdas se obtienen mediante la deposición de capas muy delgadas de silicio sobre superficies de vidrio o metal. Su eficiencia en conversión de luz solar en electricidad varía entre un 5 y un 7%. Son por consiguiente, los más baratos.

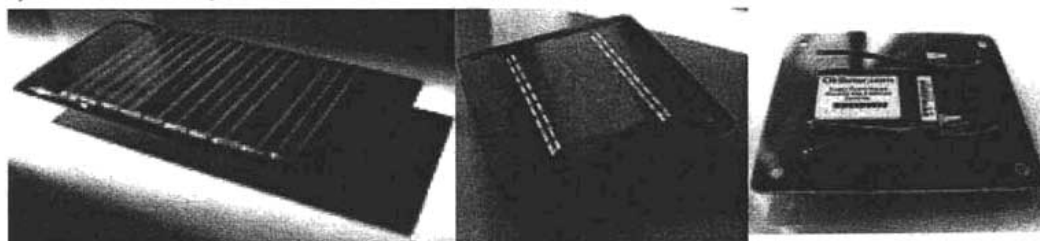
Otras aplicaciones: del silicio semiconductor son la industria de la microelectrónica, donde es empleado como material de base para los chips.

TIPOS DE CELDAS

- a) Celda Solar OK-60.
- b) Módulo Solar Flexible OK-328.
- c) Módulo Solar Flexible OK-314.
- d) Celda Solar OK-610.
- e) Celda Fotovoltaica OK-12.

DESCRIPCIÓN:

- a) CELDA SOLAR, OK-60



El rendimiento: aproximadamente 3 Voltios 40 mA. 2.40" cuadrado x 0.13" silicio epoxy-encapsulado espeso el tablero fotovoltaico el módulo Sólido, Casi-irrompible con las manchas de la fácil soldadura en la espalda. Ideal para los corceles de la batería solar-impulsados y otros proyectos.

b) MÓDULO SOLAR FLEXIBLE, OK-328



Encapsulado de poliéster muy delgado, sumamente flexible conveniente para el uso al aire libre, interiores o protegido. De peso ligero. Pero grande por montar en las superficies. Ideal para baterías híbridas o aplicaciones de la corriente bajas. Puede conectarse en serie o paralelo para voltaje más alto o corriente. Los módulos tienen tiras cobrizas a cada fin para hacer las conexiones de la soldadura. 3 voltios 38 mA. 4.5" x 2.88."

c) MÓDULO SOLAR FLEXIBLE, OK-314



Encapsulado de poliéster muy delgado, Sumamente, módulo fotovoltaico conveniente para el uso al aire libre interior o protegido. De peso ligero. Grande por montar en las superficies. Baterías o aplicaciones de la corriente bajas. Puede conectarse en serie o paralelo para voltaje más alto o corriente. Los módulos tienen las tiras cobrizas a cada fin hacer las conexiones de la soldadura. 3 voltios 19 mA. 4.5" x 1.44."

d) Celda Solar, OK-610



Encapsulado de poliéster muy delgado, Sumamente, los módulos solares se diseñaron para captar 6 y 12 voltios, Puede montarse en las superficies encorvadas. Diseñado para el uso al

aire libre limitado. Durante el tiempo lleno, las condiciones de todos-tiempo son que (Tefzel®/EVA) encapsuló para protección agregada. 7.2 voltios 100 mA. 9.92" x 2.9."

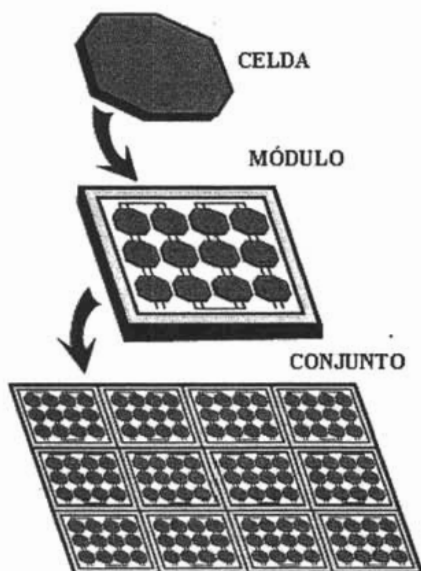
e) CELDA FOTOVOLTAICA, OK-12



El rendimiento aproximado: 0.45 voltios 50 mA 0.79" x 0.4" (20mm x 10mm). 0.01" espesor.

III.2.1 MÓDULOS SOLARES PARA ENERGÍA SOLAR

Se define como un conjunto de celdas o células solares conectadas eléctricamente, montadas en elemento soporte que además les sirve para protegerlas de las condiciones climáticas adversas se le llama módulos solares fotovoltaicos ya que con el efecto solar se genera la energía. Varios módulos pueden ser conectados unos con otros para formar un arreglo. En general, cuanto más grande es el área de un módulo o arreglo, más electricidad será producida. Los módulos y arreglos fotovoltaicos producen corriente directa (CC). Estos arreglos pueden ser conectados tanto en serie como en paralelo para producir cualquier cantidad de voltaje o corriente que se requiera. En el mercado existen una variedad reducida de módulos cuyas potencias de salida varían desde un 1 Wp (Watt-pico) hasta 180 Wp.



Las celdas solares son fabricadas de materiales que tienen la propiedad de convertir la luz solar directamente en electricidad.

La mayor parte de celdas solares utilizadas a nivel comercial son de silicio (símbolo químico: Si). El silicio es conocido como un semiconductor. Este elemento químico se encuentra en todo el mundo bajo la forma de arena, que es dióxido de silicio (SiO_2), también llamado cuarcita.

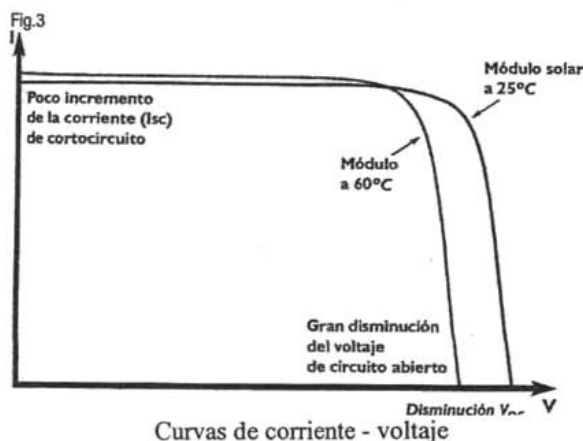
Existe, además, una diferencia en la eficiencia. Por eficiencia se entiende el porcentaje de luz solar que es transformado en electricidad.

Cómo Funciona

Los paneles FV producen electricidad a partir de la luz solar usando celdas de silicón, sin partes móviles. Estos han sido producidos en masas desde 1979. Son tan confiables que la mayoría de los fabricantes suministran una garantía de 10 años, y una expectativa de vida de 20 años. Estos funcionan bien en climas fríos o calientes.

Puede usarse un rastreador solar para inclinar los paneles FV a medida que el sol se desplaza en el cielo. Esto incrementa la ganancia diaria de energía hasta en un 55%. Con más horas pico de luz solar. El rastreo funciona mejor en climas soleados y despejados. Es menos efectivo en climas nublados o en los días invernales cortos.

La corriente y el voltaje entregados por un modulo varían con la temperatura ambiente y la intensidad de la luz incidente. Las curvas típicas de corriente y voltaje de un modulo se muestran en la figura, estas variaciones son importantes para el diseño optimo de un SFV. Además causan problemas para la comparación entre módulos, por lo que se ha definido el Watt-pico como aquel watt de potencia entregado por un modulo FV cuando este recibiendo una insolación de 1000 W/m^2 a una temperatura ambiente de 25°C . por lo tanto no es posible comparar directamente la potencia instalada de un SFV con un generador convencional. Es necesaria la energía de un determinado periodo de tiempo.

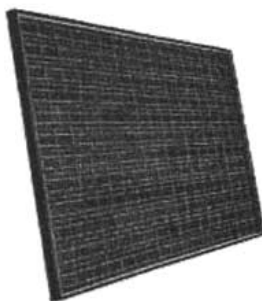


Tipos de Módulos Solares



Módulos Fotovoltaicos SYSCOM de silicio monocristalino, con 40 celdas conectadas en serie, diodos de bloqueo integrados, para utilizarse en sistemas con un voltaje máximo de hasta 600 V, peso ligero.

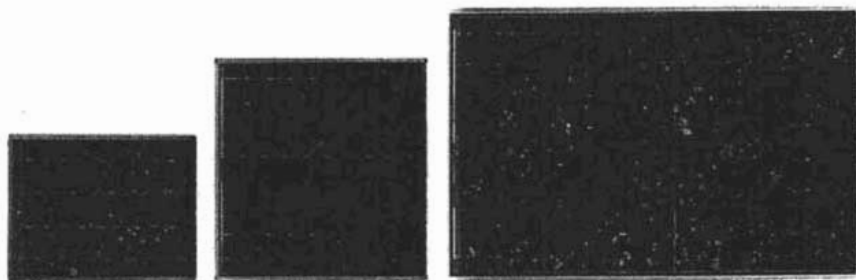
MÓDULOS FOVOTOVOLTAICOS	SYSCO				
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	GE50	KC50	AP75	OEM10	SW120
POTENCIA (WATTS)	50	50	75	10	120
VOLTAJE	16.7	16.7	17.0	16.4	16.7
VOLTAJE EN CIRCUITO ABIERTO	3.0	3.0	4.4	0.61	7.18
CORRIENTE EN CORTO CIRCUITO	21.50	-	21.0	21.0	21.0
POTENCIA	-	-	-0.35W / °C	-	-
VOLTAJE EN CIRCUITO ABIERTO	21.5	21.5	- 80 mV / °C	-	-
CORRIENTE EN CORTO CIRCUITO	3.1	3.1	+ 5 mA / °C	-	-
VOLTAJE MAXIMO DEL SISTEMA	600VDC				
TEMPERATURAS DE OPERACIÓN	-40 +90° C				
DIMENSIONES	858 x 660 x 35 mm	639 x 652 x 54 mm	120 x 53 x 3.5 mm	385 x 375	59.93 x 25.2
PESO	7.56 kg.	5 kg.	7.5 kg.	2.0 kg.	25 kg.
PRECIO	\$4,998.00	\$4,998.00	\$6,762.00	\$1,837.5.00	\$9,072.00



RWE SCHOTT Solar módulo fotovoltaico con mayor potencia de salida, su construcción en silicio policristalino EFG, único de estos módulos y el encapsulado utilizado para proteger la alta calidad de las celdas, los hacen más resistentes a los rayos ultra violeta del sol incrementando su resistencia de tres a cinco veces más.

Su marco de aluminio anodizado de uso rudo los hace ideales para aplicaciones como protección catódica, bombeo de agua en lugares remotos, sistemas de telemetría, sistemas de radiocomunicaciones, iluminación doméstica y pública en zonas rurales. Disponibles en 5 y 300 watts.

Módulos fotovoltaicos	RWE SCHOTT SOLAR	
CARACTERISTICAS ELÉCTRICAS	ASIF05.16	ASE300DG/
POTENCIA (WATTS)	5	300
VOLTAJE (V)	16.8	17.0
AMPERAJE (AMPERES)	0.3	17.7
VOLTAJE EN CIRCUITO ABIERTO (VOC)	22.8	20.0
CORRIENTE EN CORTO CIRCUITO (ISC)	0.4	19.5
POTENCIA	-0.24 W / ° C	-1.4 W / ° C
VOLTAJE EN CIRCUITO ABIERTO (VOC)	-81 mV / ° C	-76 mV / ° C
CORRIENTE EN CORTO CIRCUITO (ISC)	+0.4 mA / ° C	+20 mA / ° C
VOLTAJE MÁXIMO DEL SISTEMA	50 VDC	600VDC
TEMPERATURAS DE OPERACIÓN	-40 +90 ° C	
DIMENSIONES (cms)	33X30X2.1	190X120X5
PESO	1.2KG.	46KG.
PRECIO	\$661.50	\$23,898.00



La serie SX de módulos fotovoltaicos de BP SOLAR, esta diseñada y fabricada para un rendimiento a los niveles más altos, contruidos con 36 celdas de silicio policristalino conectadas en serie y enmarcadas en aluminio robusto de bajo perfil anodizado capaz de soportar ráfagas de viento con la fuerza de un huracán. Ideales para alimentar sistemas de repetición, receptores de señal vía satélite, bombas de agua, vehículos recreacionales, sistemas de telemetría, alumbrado público y doméstico para lugares remotos comunidades rurales y casas de campo.

MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	BP SOLAR					
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	BPSX-10M	BPSX-20M	BPSX-30M	BPSX-350U	BP-365	BP-380
POTENCIA (WATTS)	10	20	20	50	65	80
VOLTAJE (V)	16.80	16.80	16.80	16.80	17.60	17.60
AMPERAJE (AMPERES)	0.59	1.19	1.78	2.97	3.69	4.55
VOLTAJE EN CIRCUITO ABIERTO (VOC)	21.10	21.00	21.00	21.00	22.10	22.10
CORRIENTE EN CORTO CIRCUITO (ISC)	0.65	1.29	1.94	3.23	3.99	4.80
POTENCIA	-0.005 W / °C	-0.010 W / °C	-0.015 W / °C	-0.025 W / °C	-0.325 W / °C	-0.4 W / °C
VOLTAJE EN CIRCUITO ABIERTO (VOC)	-80 mV / °C	-80 mV / °C	-80 mV / °C	-80 mV / °C	-80 mV / °C	-80 mV / °C
CORRIENTE EN CORTO CIRCUITO (ISC)	+0.42 mA / °C	+1.08 mA / °C	+1.26 mA / °C	+2.09 mA / °C	+2.09 mA / °C	+52 mA / °C
VOLTAJE MÁXIMO DEL SISTEMA	600 VDC					
TEMPERATURAS DE OPERACIÓN	-40 ... +90°C					
DIMENSIONES (mm)	272x419x50	416x502x22	502x588x22	537x835x50	502x1111x50	537x1204x50
PESO	1.92 Kg.	2.7 Kg.	3.83 Kg.	5.8 Kg.	7.2 Kg.	7.92 Kg.
PRECIO	\$2,068.50	\$3,601.50	\$4,410.00	\$4,998.00	\$5,439.00	\$7,077.00

III.2.2 MANTENIMIENTO DEL PANEL FOTOVOLTAICO

El mantenimiento básico del panel solar fotovoltaico comprende las acciones siguientes:

- * Limpiar sistemáticamente la cubierta frontal de vidrio del panel solar fotovoltaico (se recomienda que el tiempo entre una limpieza y otra se realice teniendo en cuenta el nivel de suciedad ambiental (se aconseja cada dos meses). La limpieza debe efectuarse con agua y un paño suave; de ser necesario, emplee detergente.
- * Verificar que no haya terminales flojos ni rotos, que las conexiones estén bien apretadas y que los conductores se hallen en buenas condiciones. En caso de detectar anomalías, contacte al personal especializado.
- * Comprobar que la estructura de soporte esté en buenas condiciones. En caso de que esta no se encuentre protegida contra el intemperie (es decir, que no sea de aluminio, acero inoxidable o galvanizado), dar tratamiento con pintura antióxido.
- * Podar sistemáticamente los árboles (en caso de que existan estos), que puedan provocar sombra en el panel solar fotovoltaico. No ponga objetos cercanos que puedan dar sombra, como los tanques de agua y las antenas. En el caso de los árboles se debe prever su poda cuando sea necesario.

III.3 BATERÍAS DE ACUMULACIÓN.

Los acumuladores, en un arreglo solar tienen una doble función: Estos deben de proveer de potencia a la carga cuando no haya luz solar disponible y amortiguar las variaciones de energía; la función de los módulos solares es recargar diariamente estas baterías o acumuladores.

El tipo de acumuladores utilizados en los arreglos fotovoltaicos son los llamados de ciclo profundo, pueden ser como los tradicionales de plomo ácido o las baterías selladas libres de mantenimiento. No se deben usar acumuladores automotrices ya que no están diseñados para este propósito. Los acumuladores de ciclo profundo para los sistemas fotovoltaicos están diseñados para ser descargados lentamente durante muchas horas, sin ser recargados completamente por varios días o semanas, sin que por ello sufran daños y se reduzca su vida útil.

Es importante conocer el funcionamiento de un regulador o controlador de carga, por que éste es necesario cuando se utilizan las baterías. El controlador de carga es un dispositivo electrónico que regula el estado de carga entre límites preestablecidos. El voltaje de las baterías se mide y se toma como factor principal para estimar el estado de carga, además del voltaje, algunos controladores miden la temperatura de la batería. Es muy importante el uso de un controlador de carga para incrementar la vida útil de su banco de baterías. Existen algunos que incluso desconectan la carga cuando la batería está por descargarse (desconexión por bajo voltaje LVD).

Factores que desfavorecen el uso de las baterías.

Factores a favor	Factores en contra
Empleo constante en días no soleados.	Elevado costo inicial
Cargas de corriente elevadas para el arranque.	Requerimientos adicionales de espacio
Gran demanda de voltaje.	Extremos cuidados de cambios climáticos extremos.
Capacidad de almacenar de energía generada en exceso a la demandada, reduciendo así las pérdidas de energía.	Perdidas de energía debidas a la de las baterías.

Características de diferentes baterías

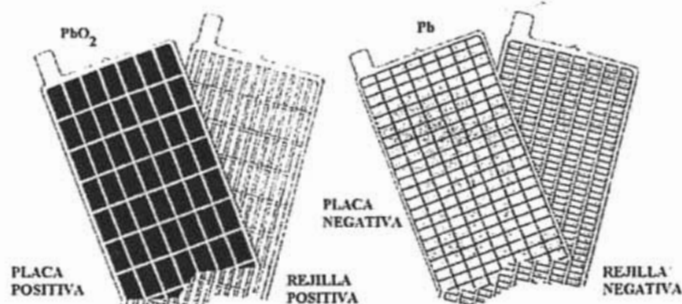
TIPO	COSTOS APROXIMADOS (US \$/ KWh)	CICLOS DE VIDA	DE PROFUNDIDAD DE DESCARGA	AUTODESCARGA NORMAL
Plomo-Antimonio. (carro)	70	150-250	10 %	7 - 50 % / mes
Plomo-Acido (fotovoltaico)	80	1000-2000	10-30%	3 - 4 % / mes
Plomo -puro (fotovoltaico)	140	1000-3000	30-50%	2 % / mes
Plomo-Calcio (fotovoltaico)	200	2000-6000	20-70%	1 % / mes
Níquel-Cadmio	300-1000	3000-10000		5 % / mes

Las celdas de Níquel-Cadmio tienen un voltaje nominal de 1.2 V. Mientras que las de Plomo-ácido tienen 2 V. de tal manera que para tener un batería de 12 V. se requieren 10 celdas de plomo-cadmio y 6 de plomo- ácido.

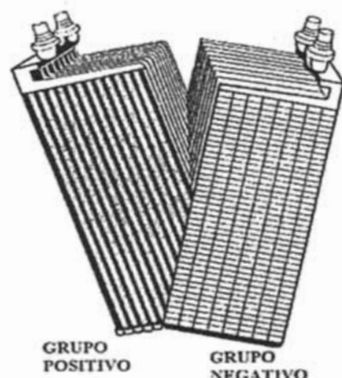
Una desventaja de las celdas de plomo-Cadmio es que son más costosas que las de plomo ácido. Estas últimas tienen la desventaja de que son las baterías Standard en muchas aplicaciones, los materiales de su fabricación son de fácil obtención teniendo una vida útil si se saben diseñar para sistemas fotovoltaicos.

Construcción de las baterías de plomo ácido.

Las baterías están compuestas de celdas, las cuales tiene 2 placas una positiva (+) y otra negativa (-), sumergidas en electrolito (esta es una solución de agua con ácido sulfúrico). La construcción de más frecuente de los electrodos en la de la placa plana. Cada placa positiva tiene un marco de plomo que contiene peroxido de plomo (PbO_2) la placa negativa contiene plomo metálico esponjoso (Pb).

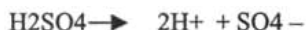


Con el fin de suministrar corrientes elevadas, cada celad costa de varias celdas positivas conectadas en paralelo al igual que las negativas (por ejemplo 11 positivas intercaladas entre 12 negativas).



Reacciones de una baterías de plomo ácido.

En el electrolito, las moléculas de H_2SO_4 se disocian formando moléculas de sulfuro:



Cuando la celda se conecta en una carga externa, el Pb en el electrolito negativo reacciona con los iones de SO_4 . Produciéndose PbSO_4 y liberando 2 electrones que retornan de la carga externa, formando PbSO_4 2 moléculas de H_2O

Reacciones de las baterías de plomo-ácido.

	DESCARGANDO $\rightarrow$	CARGANDO $\leftarrow$
ELECTRODO +	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- \rightarrow$	$\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
ELECTRODO -	$\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow$	$\text{PbSO}_4 + 2\text{e}^-$
REACCIÓN NETA: Electrolito: H_2SO_4 y H_2O	$\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2 + \text{SO}_4^- \rightarrow$	$2\text{Pb} + \text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

El resultado final de la descarga es el transporte de 2 electrones de la placa negativa a la placa positiva pasando por el circuito externo, la disminución del electrolito de 2 moléculas H_2SO_4 y la formación de 2 moléculas de H_2O , al igual que cambios en las placas.

Resumiendo:

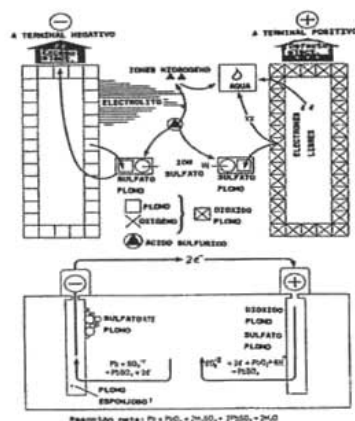
Durante la descarga, el electrolito se empobrece en ácido

Durante la descarga, ambas placas sufren un cambio parcial en sulfato de plomo.

Durante la carga, el electrolito queda más fuerte en ácido.

Durante la carga, el material de la placa positiva vuelve a ser peróxido de plomo.

Durante la carga, el material de la placa negativa vuelve a ser plomo puro en forma de plomo esponjoso.



Requerimientos de baterías para SFV

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

Batería de arranque automotriz (batería de carro)

Batería de atracción

Vertía estacionaria

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

Capacidad de ciclaje puesto que no solamente deben soportar en ciclo diario de carga-descarga sino que también deben soportar ciclos más profundos y prolongados durante los periodos en los cuales la generación del SFV es eficiente para atender la demanda.

Bajísimo mantenimiento por que los SFV se instalan en lugares remotos.

Baja autodescarga.

Alta capacidad de reserva para periodos de baja radiación.

Eficiencia de carga tan elevada como posible.

Demanda de potencia de algunos aparatos.

Los equipos se consiguen en el mercado son principalmente AC. Actualmente se consiguen inversores DC-AC que permiten alimentarlos fácilmente a partir de las baterías de un SFV. También se considera dispositivos AC eficientes en el consumo de energía, lo cual sumado a la amplia variedad de los mismos y facilidades de mantenimiento, hacen que esta posibilidad vaya penetrando rápidamente en el mercado de los SFV.

Pero la otra oferta de equipos DC asociada con los SFV está aumentando. Estos equipos son generalmente de consumo inferior a los equivalentes AC corrientes pero también tienen costos superiores.

La principal recomendación sin embargo es siempre hacer uso racional y eficiente de la energía. Lo anterior significa instalar el equipo apropiado para cada necesidad y en su operación tener el equipo encendido el tiempo requerido.

Equipos DC	Voltaje	Equipos AC	Voltaje
Iluminación		Iluminación	
Lámpara eficiente	15-20	Bombillos corrientes	60
Baños	20-40	Baños	60
Cuarto	20-40	Cuarto	60
Cocina	40-60	Cocina	60-100
Comedor	40-60	Comedor	60
Sala	40-60	Sala	60
		Iluminación eficiente	
		Lámpara L (varias potencias)	
Electrodomésticos		Electrodomésticos	
Radio cassette	15	Radio	70
TV 14"	70	TV 19"	100
Ventilador	25	Nevera 12 pies	300
		Maquina de coser	100

Principales características de diferentes tipos de baterías.

APLICACIÓN / Tipo de batería	CICLOS DE VIDA	PERDIDA DE AGUA	AUTODESCARGA
Arranque (batería carro)	Pobre	Baja	Baja
Tracción	Buena	Alta	Alta
Estacionaria	Moderna	Baja	Baja
Fotovoltaica	Buena	Baja	Baja

Para baterías de arranque, que se emplean frecuentemente, no es recomendable descargarlas más allá de un 15 %. Sin embargo que lo bancos de baterías se diseñan para una autonomía superior a 5 días, estas baterías pueden descargarse un 50 % y en estas condiciones una batería de automóvil dura 2 años o menos. Es importante observar que si el criterio de diseño es una autonomía superior a 5 días, la descarga diaria es poco profunda independientemente de si la batería es de descarga superficial o de descarga profunda. Si como alternativa se usa una batería de descarga profunda (como las de atracción o Níquel-Cadmio) apropiada, la duración de la batería puede alcanzar 10 Años.

Profundidad de descarga máxima recomendada*

TIPO	DESCARGA MÁXIMA RECOMENDADA (%)
Plomo – Antimonio	80
Plomo / Arranque	15 - 50
Plomo - Calcio	60
Níquel-Cadmio	90

*Observar siempre las recomendaciones del fabricante.

**para baterías de tracción.

Otros factores que afectan la vida de las baterías son los siguientes:

La temperatura media recomendada ésta entre 15 y 30 ° C. temperatura por en sima de las temperatura de referencia de 20 ° C tiene a acortar la vida de la batería mientras que temperaturas inferiores tiendes a aumentarla.

Sin embargo, las bajas temperaturas puede causar la congelación del electrolito. Como esta compuesto por agua y ácido sulfúrico, el riesgo de congelamiento se tiene para temperaturas inferiores a 0 ° C y para baterías descargadas, en las cuales el electrolito es principalmente agua. Por lo tanto se puede establecer la profundidad de descarga máxima permitida en un batería para evitar el riesgo de congelación.

La pérdida de agua es también es un factor nocivo para la vida de las baterías. Este se debe a la evaporación y a la descomposición electrolítica. Exagerada electrolisis del agua conduce a un calentamiento interno de las placas y a su degradación.

III.3.1 MANTENIMIENTO DE LA BATERÍA DE ACUMULACIÓN.

La batería de acumulación es el elemento de los sistemas solares fotovoltaicos de pequeña potencia que representa mayor peligro para cualquier persona necesitada de manipularla (aunque sea para un mantenimiento básico), tanto por sus características eléctricas como por las químicas. Por tanto, antes de brindar las reglas de mantenimiento básico se exponen los riesgos fundamentales que pueden ocurrir, así como algunas recomendaciones y consideraciones que deben tenerse en cuenta para evitar accidentes.

Riesgos del electrolito

El electrolito utilizado en las baterías de acumulación de plomo-ácido (comúnmente usadas en estos sistemas) es ácido diluido, el cual puede causar irritación e incluso quemaduras al contacto con la piel y los ojos.

Si por alguna razón el electrolito hace contacto con los ojos se deben enjuagar inmediatamente con abundante agua durante un minuto, manteniendo los ojos abiertos. Si el contacto es con la piel, lave inmediatamente con abundante agua la zona afectada. En ambos casos, después de esta primera acción neutralizadora, solicite rápidamente atención médica.

Mantenimiento básico

El mantenimiento básico de la batería de acumulación comprende las siguientes acciones:

- * Verificar que el local de ubicación de las baterías de acumulación esté bien ventilado y que las baterías se encuentren protegidas de los rayos solares.
- * Mantener el nivel de electrolito en los límites adecuados (adicione solamente agua destilada cuando sea necesario para reponer las pérdidas ocasionadas durante el gaseo). Se recomienda, en la práctica, que siempre el electrolito cubra totalmente las placas, Entre 10 y 12 mm por encima del borde superior. En caso de que la caja exterior de la batería de acumulación sea transparente y posea límites de nivel del electrolito, este se situará entre los límites máximo y mínimo marcados por el fabricante.
- * Limpiar la cubierta superior de la batería y proteja los bornes de conexión con grasa antioxidante para evitar la sulfatación.
- * Comprobar que los bornes de conexión estén bien apretados.
- * Demostrar que el uso de las baterías sea el adecuado y que su estructura de soporte esté segura y en buen estado.

Estos serían por mencionar algunos ya que cumplen con las características de nuestras necesidades:

ACUMULADORES DE CICLO PROFUNDO

Baterías plomo-acido

Ideales para Sistemas de Energía Solar.

E-3600. Batería 6 volts, 184 Amp /Hora. Instálelas dos en serie para sistemas de 12 V.

Obtenga mayor eficiencia (30 Kg.).\$1,018.50



NC-24. Batería 12 volts 75 Amp / Hora ciclo profundo.\$1,008.00

NC-27. Batería 12 volts 100 Amp / Hora.\$1,081.50

NOTA: Baterías sin activar, requieren ácido sulfúrico al 1.265+ 0.003 de gravedad específica.

ACIDO. 1.5 Galones de Ácido sulfúrico para llenar una batería, viene en un empaque de cartón laminado y bolsa de plástico.\$220.50

Baterías libres de mantenimiento

PV-27DC. Batería 12 volts 86 Amp / Hora libre de mantenimiento. Con servicio superior de ciclo profundo, totalmente sellada.

Electrolito de GEL de alta tecnología marca EXIDE.\$2,131.50

PV-30H. Batería 12 volts 95 Amp / Hora libre de mantenimiento.

Con servicio superior de ciclo profundo, totalmente sellada.

Electrolito de GEL de alta tecnología marca EXIDE.\$2,436.00



ASBP110A. Acumulador 12V 110Ah ciclo profundo.\$2,173.50

III.4 INVERSORES

Los inversores son componentes básicos de los sistemas de generación de electricidad medianos y grandes. Estos convierten la energía CD de bajo voltaje de las baterías en energía CA de alto voltaje (generalmente 120 ó 240VCA), como sea necesaria. También existen pequeños inversores que pueden ser utilizados en autos que permiten que los radios, televisores, computadoras, etc., operen en CA.

La gran mayoría de los inversores que ofrecemos son de este tipo. De esta manera, usted tiene un inversor que le ofrece una aceptable forma de onda con la potencia que usted necesita, aun precio razonable. En resumen, para seleccionar su inversor, usted tomará en cuenta los siguientes parámetros.

1.-Potencia Nominal: Se mide en watts y debe ser superior a la suma de todas las cargas que se pretenda conectar simultáneamente al inversor.

2.-La Capacidad de Arranque (picos): El diseño electrónico de los inversores permite suministrar de 2 a 1.8 veces su capacidad nominal en watts por un corto período de tiempo.

3.-El Voltaje de entrada deberá ser igual al voltaje de su banco de baterías. En la mayoría de los casos, 12 Volts.

4.-El Voltaje de salida normalmente es de 117 Volts CA, aunque en algunos países y también en ciertos casos se requiere de 220 / 240 Volts CA.

5.-Tamaño y peso: Aunque en la mayor parte de las aplicaciones para energía solar no se busca un tamaño reducido, pues siempre tenemos lugar, en aplicaciones móviles si debemos pensar en el tamaño y en el peso.

6.-Protección: Buscar aquellos inversores que tengan adecuada protección contra sobrecargas, lo mismo en la entrada que en la salida.

7.-Disipación: De alguna manera todos los inversores tienen pérdidas por transformación de energía. Lógicamente, aquellos que son más eficientes, tienen menor pérdida, y cuestan más. En todos los casos la pérdida de energía se convierte en energía calorífica, que tenemos que disipar en forma segura, para evitar accidentes y daños al equipo.

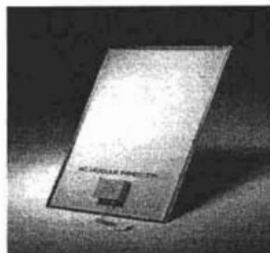
En los inversores de tamaño mediano y grande viene integrado un disipador, al cual tenemos que proporcionar espacio suficiente para ventilación

Los inversores son empleados para convertir corriente continua (CC) de la batería en corriente alterna (CA) de la red:

* En los sistemas conectados a la red, con el fin de adaptar la electricidad solar generada por el panel, de modo que ésta pueda ser introducida en la red. La mayoría de paneles solares generan CC. Algunos cuentan con un inversor integrado en su parte posterior (es el caso de los llamados módulos de CA).

*En los sistemas solares autónomos, con el fin de adaptar la electricidad proveniente del panel solar y de la batería, para así alimentar a los artefactos eléctricos que no operan directamente con la corriente del sistema.

*En los sistemas de emergencia, para suministrar CA a artefactos eléctricos que normalmente se alimentan de la red.



(Los denominados módulos de CA cuentan con un inversor en la parte posterior del panel solar).

Los inversores se encuentran disponibles en diversos tipos y tamaños. Algunos inversores registran eficiencias muy altas, lo cual es recomendable. Si usted tiene previsto mantener el inversor en stand-by la mayor parte del tiempo, asegúrese de adquirir uno que registre un bajo consumo stand-by. Si tiene previsto mantener el inversor operativo la mayor parte del tiempo, elija uno con una alta eficiencia.

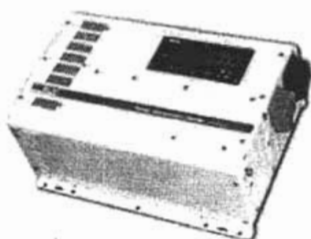
En las aplicaciones de energías alternativas, por general, se usa los inversores, porque se requiere un mayor banco de baterías.

El inversor tiene dos funciones:

* Proteger equipos electrónicos delicados (computadoras, televisores, equipo medico, etc.) tienen entonces mejores funciones de protección que por ejemplo un "Nivelmatic" o un "cortapicos". Algunos equipos tienen incorporados funciones de elevación de tensión.

* Generar desde el banco de baterías la energía con 110 V (voltios) alternos mientras la luz pública no está en condiciones válidas (alta o baja tensión, alta o baja frecuencia, "brown out", apagón, etc.).

Los inversores no necesitan mantenimiento. (Ver también los detalles técnicos de funcionamiento).



Modelo	Watts capacidad	de	Voltaje de entrada	Voltaje de salida	Forma de onda	Precio
Vector	400		12	115	Semi-senoidal	\$ 850.50
BKT- 500	500		12	115	Semi-senoidal	\$ 1,344.00
PSE-1260	600		12	115	Semi-senoidal	\$ 1,450.00
DR1512	1500		12	127	senoidal	\$ 2,800.00
DR1524	1500		24	127	Senoidal	\$ 3,200.00
DR2412	2400		12	127	senoidal	\$ 5,200.00
DR2424	2400		24	127	senoidal	\$ 5,600.00
PSE12250	2400		12	115	Semi-senoidal	\$ 4,950.00



ESPECIFICACIONES GENERALES: Onda senoidal modificada, 115V RMS a la salida, 60Hz voltaje de entrada 10-15V, alarma de bajo voltaje 10.6V, desconexión, eficiencia 80-90%.

INVERSORES DE 10 - 15 VDC a 115 VAC ONDA SINUSOIDAL MODIFICADA										
MODELO	POTENCIA		ENTRADA		SALIDA		BATERÍA BAJA			
	CONTINUA (WATTS)	IMPULSO (WATTS)	VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN (VDC)	VOLTAJE (VAC)	FREQ.	TIPO DE CONECTOR	ALARMA	DESCONEXIÓN	EFICIENCIA	PRECIO
SI-50HP	50	50	12 - 15 VDC	115 V	60Hz	Encendedor	10.6 V	10.0 V	85 - 90%	\$472.50
SI-175HP	175	250	12 - 15 VDC	115 V	60Hz	Encendedor	10.6 V	10.0 V	85 - 90%	\$693.00
SI-400HP	400	800	12 - 15 VDC	115 V	60Hz	Bornes	10.6 V	10.0 V	85 - 90%	\$840.00
SYSKOM600	600	1000	12 - 15 VDC	115 V	60Hz	Terminales	10.7V	10.0 V	85 - 90%	\$1,942.50
PSE-12125A	1250	2500	12 - 15 VDC	115 V	60Hz	Terminales	10.7V	10.0 V	85 - 90%	\$4,830.00
SYSKOM1250	1500	2000	12 - 15 VDC	115 V	60Hz	Terminales	10.7V	10.0 V	85 - 90%	\$4,410.00
PSE-12175A	1750	3500	12 - 15 VDC	115 V	60Hz	Terminales	10.7V	10.0 V	85 - 90%	\$6,142.50
SYSKOM1750	1750	3500	12 - 15 VDC	115 V	60Hz	Terminales	10.7V	10.0 V	85 - 90%	\$5,502.00
PSE-12275A	2400	4500	12 - 15 VDC	115 V	60Hz	Terminales	10.7V	10.0 V	85 - 90%	\$10,489.50
SYSKOM2750	2750	5000	12 - 15 VDC	115 V	60Hz	Terminales	10.7V	10.0 V	85 - 90%	\$10,290.00

INVERSORES DE CD A 120 VAC ONDA SINUSOIDAL MODIFICADA										
MODELO	POTENCIA		ENTRADA		SALIDA		EFICIENCIA	DESCONEXIÓN	PRECIO	
	CONTINUA (WATTS)	IMPULSO (WATTS)	VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN (VDC)	VOLTAJE (VAC)	FREQ.	TIPO DE CONECTOR				
DR2412	2400	4200	12 - 15 VDC	120 V	60Hz	Terminales	94 %	11.0 V	\$21,157.50	
DR2424	2400	6200	25.2 VDC	120 V	60Hz	Terminales	95 %	22.0 V	\$25,672.50	
DR3624	3600	7500	25.2 VDC	120 V	60Hz	Terminales	95 %	22.0 V	\$25,819.50	
PSE-24250A	2750	5000	25.2 VDC	120 V	60Hz	Terminales	85 - 90%	22.0 V	\$11,434.50	
PSE24150A	1500	3000	24 VDC	120V	60Hz	Terminales	85 - 90%	22.0V	\$7,245.00	

NOTA: Los inversores XANTRX de la serie DR tienen aplicación como inversor - cargador de baterías con voltaje de alimentación de 120 VAC.



12-115. Inversor de corriente de 200 Watts, onda cuadrada.\$1,050.00

III.5 CONVERTIDORES



Convertidor CD. 24 VCD a 12VCD. Voltaje de entrada: 17 a 32VDC.

Voltaje de salida: 13.6 VDC. Voltaje de rizo (ripple): 10mV.

Posee una eficiencia del 90% lo cual se refleja en un calentamiento mínimo, lo que permite ubicarlo en lugares de escasa ventilación.

Compacto, robusto, ligero y fácil de instalar.

Cubierta de aluminio anodizado resistente a la corrosión, impactos, agua y polvo.

No tiene agujeros de ventilación que permitan la entrada de objetos extraños o agua.

Sin fusibles externos que se puedan alterar o dañar.

Tecnología SDM (montaje en superficie), resistente a vibraciones.

Protección contra fluctuaciones de voltaje, sobrecargas y sobrecalentamiento, exceso de voltaje de salida y corto circuito.

DD24-12 216. 18 Amp.\$1,522.50

DD24-12 240. 20 Amp\$1,575.00



Convertidor CD. 24 VCD a 12VCD. Voltaje de entrada: 17 a 32VDC. Voltaje de salida: 13.6

VDC. Voltaje de rizo (ripple): 10mV. Posee una eficiencia del 90% lo cual se refleja en un

calentamiento mínimo, lo que permite ubicarlo en lugares de escasa ventilación. Compacto,

robusto, ligero y fácil de instalar. Cubierta de aluminio anodizado resistente a la corrosión,

impactos, agua y polvo. No tiene agujeros de ventilación que permitan la entrada de objetos

extraños o agua. Sin fusibles externos que se puedan alterar o dañar. Tecnología SDM

(montaje en superficie), resistente a vibraciones. Protección contra fluctuaciones de voltaje,

sobrecargas y sobrecalentamiento, exceso de voltaje de salida y corto circuito.

DD24-12 216. 18 Amp.\$1,522.50

DD24-12 240. 20 Amp\$1,575.00

SDC-15. Entrada de 20-30VCD. Salida regulada de 13.8VCD. 12Amps. de salida
intermitentes.\$1,050.00

SDC-23. Entrada de 20-30VCD. Salida regulada de 13.8VCD. 20Amp. de salida continuos y

23 Amps de salida intermitente.\$1,323.00

SDC-150D-12. Entrada de 72-144VCD. Salida ajustable de 11-16 VCD. Eficiencia 77%.

Salida de corriente 12.5 Amps. Continuos. Dimensiones: 199 x 110 x 50mm.

Peso: 0.850 Kg.\$1,743.00

SDC-150C-12. Entrada de 36 a 72VCD. Salida ajustable de 11-16 VCD. Eficiencia 77%.

Salida de corriente 12.5 Amps. Continuos. Dimensiones: 199 x 110 x 50mm.

Peso: 0.850 Kg.\$2,541.00



SUN-V6. Convertidor de voltaje CD-CD, para alimentar pequeñas cargas en sistemas fotovoltaicos, voltaje de entrada 12 VCD, 1.5 Amps. 6 voltajes diferentes a la salida: 3, 4, 5, 6, 7.5, 9 y 12 VCD.\$330.00

III.6 MEDIDORES E INTERRUPTORES DE CORRIENTE

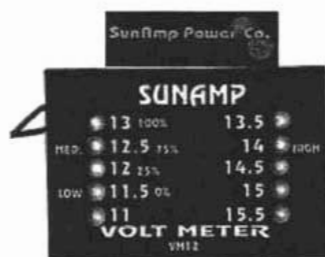
Modulo auto interruptor por bajo voltaje 12 vcd



El LVDM-1215 es un módulo interruptor para hasta 15 Amp. De corriente con un switcheo interconstruido de estado sólido. Automáticamente desconecta cuando el voltaje de las baterías es bajo, no permitiendo que se dañen éstas por descargas profundas. Fácil de instalar, puede ser usado también para manejar un relevador externo para corrientes grandes.\$750.00

Medidor de baterías

Existen medidores de carga . El diseño mas simple es aquel que involucra una sola etapa de control. El regulador monitorea constantemente la tensión de batería.

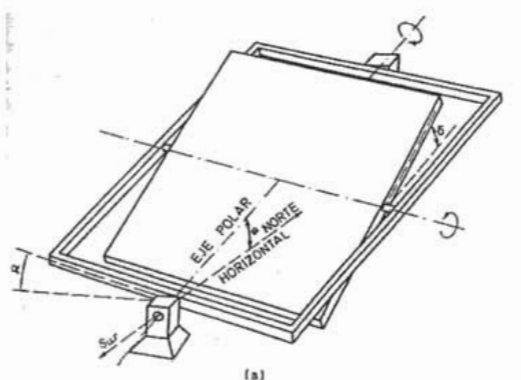


BCM-12. Medidor de capacidad de batería 12V. Provee una indicación de la reserva de la capacidad de almacenaje de la batería. Mide el voltaje y muestra el porcentaje de carga de la batería. Aplicaciones en sistemas fotovoltaicos, carros eléctricos (golf), back ups de computadoras, etc.....\$720.00

III.7 SISTEMAS DE SEGUIMIENTO DEL SOL

El sistema de seguimiento solar es la elección del sistema de arrastre y control que mueve el colector y lo mantenga continuamente apuntando al sol. Para el arrastre puede elegirse muy diversos medios, que pueden ser hidráulicos, mecánicos y electromecánicos. Pueden utilizarse sistemas simples de relojería para pequeños, montajes de eje polar. Sin embargo el empleo de un motor eléctrico y un reductor de velocidad por cada eje de giro es el sistema mas habitual.

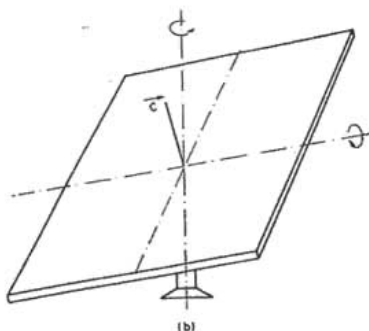
En algunos casos más sencillos, como en el caso de eje polar y que no requiere de gran precisión, puede usarse un motor síncrono que gira a la velocidad del sol medio. Sin embargo lo mas usual, es el empleo de de un sistema de bucle cerrado como el que se muestra en la figura. Los captore de la orientación del sol y del colector proporcionan una señal proporcional al ángulo (de elevación) a partir de la cual el controlador genera una señal de error. Esta actúa sobre el sistema de control del motor que general las señales oportunas. Que convenientemente amplificadas moverán el motor y por tanto el colector.



Montaje polar.

Este esquema puede agruparse en dos tipos de sistemas:

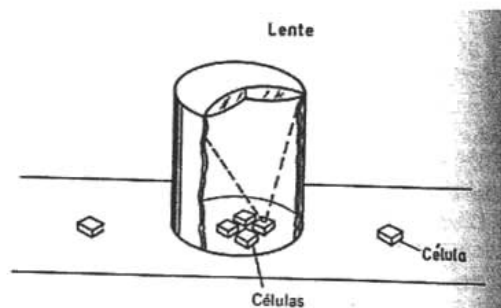
Los sistemas que ocupan fotosensores para obtener la señal de error de puntería.



Montaje acimutal-elevación.

Los que calculan la posición del sol en función de datos astronómicos, geográficos del lugar y la hora del día.

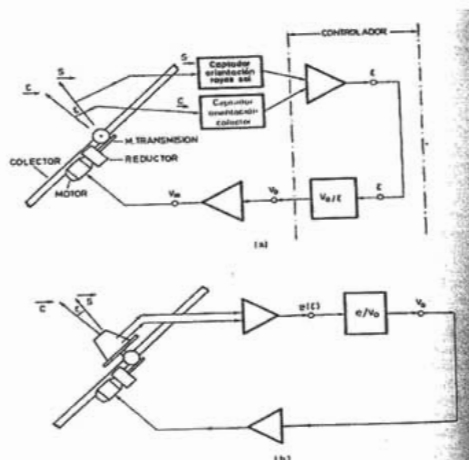
En el primer caso, el sensor suele estar constituido por pares de elementos fotosensibles (fotorresistencias, fototransistores, fotocélulas.) colocados de tal manera que proporcionan una salida nula cuando la orientación del panel coincide con la del sol y una señal positiva o negativa proporcional a la desviación, en caso de que no se de tal coincidencia. En estos casos el fotosensor va solidamente unido al colector y se mueve con el de tal manera que su función sustituye a la de los captadores de orientación del sol y del colector. El fotosensor cuenta con 4 células solares colocados en una cruz centrada el en foco de una lente, y dos células mas exteriores. Al producirse una desviación del sol con respecto al eje del sensor, la imagen solar se desplaza hacia alguna de las células de modo que los niveles de corriente de cada una de ellas se alteran, lo que permite generar la señal de error.



Fotosensor empleando células solares

Las células actúan por parejas para generar las señales diferentes que controlan los motores de movimiento si el sistema se para o pierde al sol por cualquier circunstancia, la imagen del sol desaparece por completo

Las células actúan como parejas para generar dos señales diferentes que controlan los motores de movimiento de acimut y de elevación. Si el sistema se para o pierde al sol por cualquier circunstancia la imagen del sol desaparece por completo de las células. En este caso las células exteriores para que el colector recupere la puntería.



Control típico de seguimiento solar

En el caso de seguimiento por coordenadas calculadas, una forma de proceder puede consistir en un calculador (generalmente un micro o miniordenador) que tenga en memoria o que calcule la posición instantánea del sol en la esfera celeste y a partir de estos datos, los días del año, la hora local y las coordenadas geográficas del lugar, calcule los ángulos de acimut y de elevación del sol en cada momento.

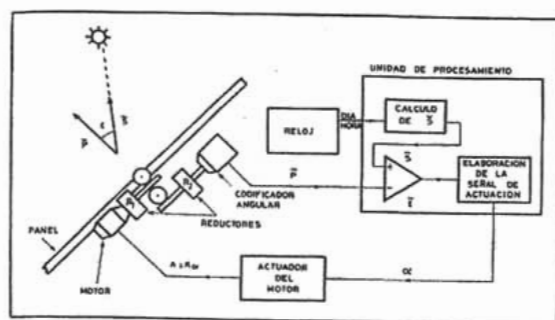


Diagrama de bloques de control de panel solar

Los sistemas que utilizan fotosensores son los adecuados para los pequeños y medianos colectores individuales, puesto que proporciona un sencillo seguimiento de localización y seguimiento del sol. Los sistemas de coordenadas calculadas que utilicen un micro o miniordenadores resultan ventajosos. Una ventaja inherente es que nunca pierden el sol

III.8 APLICACIONES DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.

Aplicación de electrificación rural: Existen muchas zonas rurales y viviendas aisladas donde llevar energía eléctrica por medio de la red general sería demasiado costoso y por lo tanto no cuentan con este servicio. En este caso, la instalación de un generador fotovoltaico es ampliamente rentable.

Comunicaciones: Los generadores fotovoltaicos son una excelente solución cuando hay necesidad de transmitir cualquier tipo de señal o información desde un lugar aislado, por ejemplo, reemisores de señales de TV, plataformas de telemetría, radioenlaces, estaciones meteorológicas.

Ayuda en la navegación: Aquí la aplicación puede ser relativa a la navegación misma o a sus señalizaciones, como alimentar eléctricamente faros, boyas, balizas, plataformas y embarcaciones.

Agricultura y ganaderías: Iluminación de cruces de carretera peligrosos y túneles largos. Alimentación de radioteléfonos de emergencia o puestos de socorro lejos de líneas eléctricas. Señalizaciones de pasos a desnivel o cambio de vías en los ferrocarriles.

Transporte terrestre: Se está teniendo una atención muy espacial en estos sectores. Mediante generadores fotovoltaicos podemos obtener la energía eléctrica necesaria para granjas que conviene que estén aisladas de las zonas urbanas por motivos de higiene. Sin embargo, la aplicación más importante y de futuro es el bombeo de agua para riego y alimentación de ganado que normalmente se encuentra en zonas no pobladas. Otras aplicaciones pueden ser la vigilancia forestal para prevención de incendios.

Aplicaciones en la industria: Una de las principales aplicaciones en este campo es la obtención de metales como cobre, aluminio y plata, por electrólisis y la fabricación de acumuladores electroquímicos.

Difusión cultural: Televisión escolar para zonas aisladas. Difusión de información mediante medios audiovisuales alimentados eléctricamente mediante generadores fotovoltaicos.

III.9 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.

VENTAJAS

- No consume combustible
- No produce contaminación ambiental

- Es silencioso
- Tiene una vida útil superior a 20 años
- Es resistente a condiciones climáticas extremas: (granizo, viento, temperatura y humedad)
- No posee partes mecánicas, por lo tanto no requiere mantenimiento, excepto limpieza del panel
- Permite aumentar la potencia instalada mediante la incorporación de nuevos módulos

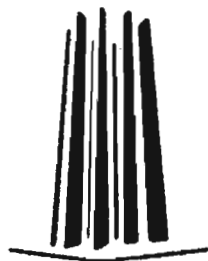
DESVENTAJAS

- Costoso en la inversión inicial.
- Energía de entrega sujeta a la variación solar.
- Mantenimiento con personal capacitado.



CAPITULO IV

“PROPUESTA DE UN SISTEMA GENERADOR DE ELECTRICIDAD SOLAR PARA EL EDIFICIO A3 EN LA ENEP ARAGÓN”



CAPITULO IV. PROPUESTA DE UN SISTEMA GENERADOR DE ELECTRICIDAD SOLAR PARA EL EDIFICIO A3 EN LA ENEP ARAGÓN

Un sistema fotovoltaico se puede emplear para satisfacer las necesidades del ser humano, estas necesidades pueden ser: la obtención de energía eléctrica y energía calorífica, siendo estos los usos principales empleados para estos sistemas.

Los sistemas fotovoltaicos empleados para generar energía eléctrica en la actualidad han tenido un auge muy importante, ya que son empleados para llevar energía eléctrica a lugares en donde no es posible o difícilmente se pueden introducir las líneas de energía eléctrica convencionales.

La situación geográfica de México resulta muy conveniente para el aprovechamiento de la energía solar mediante los sistemas fotovoltaicos, debido a su cercanía con el eje ecuatorial, garantizando su eficiencia en un alto porcentaje anual; sabiendo que aun en días nublados el sistema va a generar la energía necesaria para cubrir nuestra necesidad que en este caso será principalmente la iluminación.

Lo sistemas solares resultan mas eficientes en comparación con otros, como son los eólicos, termoeléctricos, nucleares y en algunos casos hasta mas efectivos y económicos que los sistemas de suministro de electricidad local.

El sistema que se propone nos debe proporcionar la energía eléctrica necesaria para iluminar y conectar equipo auxiliar (proyector de acetatos, cañón, computadora, equipos de sonido entre otros) cuando estos se requieran.

El edificio cuenta con 18 salones por sus tres niveles, con un total de 216 lámparas mas 27 lámparas extras de los tres pasillos.

El edificio seleccionado tiene un total de 243 lámparas, contemplando los tres niveles de construcción.

Cantidad (lámparas)	Potencia (watts)	Energía en W/día
243	40 W	9720 W/día

En la tabla anterior se puede notar que tenemos un gasto de energía requerida igual a 9.72 KW. Pero considerando que se va a requerir la energía durante un plazo de 8 horas diarias nuestra potencia requerida se convierte a 77,760 Wh/día.

En algunos casos la inversión inicial se amortiza al principio, ya que el costo de la conexión a la red eléctrica seria superior al de la instalación de un sistema solar fotovoltaico.

Pero en la mayoría de los casos un sistema fotovoltaico tiene un costo por KWh producido mucho mayor del costo del KWh comprado en la red eléctrica.

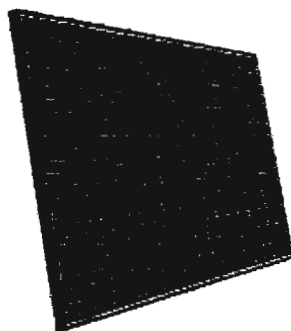
Para poder obtener un costo por KWh producido de un sistema fotovoltaico, comparado con el costo del KWh comprado de la red, es necesario intervenir con contribuciones financieras superiores al 70-80% de la inversión.

En cualquier caso, el desarrollo del sistema fotovoltaico va unido a una drástica reducción de los costos actuales.

IV.1 PROPUESTA DEL SISTEMA

Para la propuesta optamos por el modulo fotovoltaico RWE SCHOTT que es un modulo con mayor potencia de salida, constituido de silicio policristalino siendo uno de los módulos con un encapsulado para proteger la celda de alta calidad, aprovechando este encapsulado para protegerlo de los rayos ultravioleta 5 veces mas que otros módulos convencionales, descansando en un marco de aluminio para mayor protección a los efectos nocivos del medio ambiente. Este modulo además de ser empleado en lugares remotos para el bombeo y la creación de electricidad ha tenido mucha aceptación en el mercado por su alto desempeño y eficiencia.

Las características del modulo seleccionado se presentan en la siguiente tabla:



Módulos fotovoltaicos	RWE SCHOTT SOLAR
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	ASE300DG/
POTENCIA (WATTS)	300
VOLTAJE (V)	17.0
AMPERAJE (AMPERES)	17.7
VOLTAJE EN CIRCUITO ABIERTO (VOC)	20.0
CORRIENTE EN CORTO CIRCUITO (ISC)	19.5
POTENCIA	-1.4 W / ° C
VOLTAJE EN CIRCUITO ABIERTO (VOC)	-76 mV / ° C
CORRIENTE EN CORTO	+20 mA / ° C

CIRCUITO (ISC)	
VOLTAJE MÁXIMO DEL SISTEMA	600VDX
TEMPERATURAS DE OPERACIÓN	-40 +90 ° C
DIMENSIONES (cms)	190X120X5
PESO	46KG.
PRECIO	\$ 23,898 Pesos.

Convertidor.

El convertidor es un dispositivo que sirve para alimentar cargas pequeñas en los sistemas fotovoltaicos, estos pueden tener diversas características como pueden ser diferentes voltajes de salida, alarmas de bajo voltaje, desconexión y eficiencia.

Hay algunos que suelen ser pequeños ligeros y fáciles de instalar y que además cuentan con un bajo costo. Por lo regular no tienen agujeros de ventilación que permitan la entrada de objetos y tampoco cuentan con fusibles externos que puedan ser dañados por el medio ambiente. La mayoría de estos son resistentes a vibraciones, sobrecargas y sobrecalentamientos.

Para la propuesta se eligió el convertidor modelo SUN-V6. Este es un convertidor de voltaje CD-CD, para alimentar pequeñas cargas en sistemas fotovoltaicos, voltaje de entrada 12 volts de CD, 1.5 ampers y brindándonos la característica de 6 voltajes diferentes a la salida: 3, 4, 5, 6, 7.5, 9 y 12 VCD con un costo de \$ 330.00 pesos.



Modulo Autointerruptor.

Por la importancia de nuestro banco de baterías se requiere de este aparato; el cual sirve para desconectar la carga cuando el voltaje de las baterías es bajo, no permitiendo que se dañen estas por descargas profundas.

Para la protección requerida se usara el dispositivo de la marca Sun Amp Power Co. Modelo LVDM-1215, que es un modulo interruptor para hasta 15 amp. De corriente con un switcheo interconstruido de estado sólido. Fácil de instalar, que puede ser usado también para manejar un relevador externo para corrientes grandes y teniendo un costo de \$ 750.00 pesos.



Sabiendo que el SFV¹¹ trabaja con energía solar, es necesario almacenar esta energía para las noches o en días de poca captación y así cubrir las exigencias eléctricas. Es necesario contar con un banco de baterías, las cuales deben de proporcionar una doble función que sería la de proveer potencia cuando se requiera y amortiguar las variaciones de dicha energía.

Las baterías o también llamados acumuladores empleados para estos sistemas pueden ser de diferentes tipos. Existen baterías convencionales y selladas; estas últimas llamadas de libre mantenimiento, cuentan con características únicas las cuales pueden ser de uso o de ciclo continuo de carga y descarga.

El banco de baterías esta constituido siempre en base a las necesidades de cada sistema.



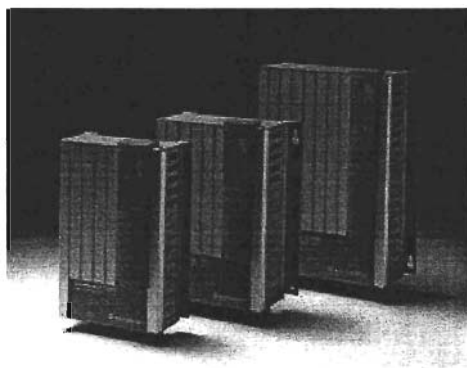
En el sistema planteado para este caso, se hará la implementación de un banco de baterías con acumuladores modelo NC-27, teniendo un voltaje de salida de 12 volts, 100 Amp/hora, y un costo de \$1,081.50 por unidad. Esta batería es de ciclo profundo, lo cual indica que puede descargarse hasta un 80% de su capacidad sin sufrir ningún daño.

El sistema propuesto requiere de un voltaje de salida de 127 volts C.A., y se tiene una entrada de 12 volts C.D., para lo cual es necesario incluir un inversor el cual se encargará de transformar dicho voltaje y proporcionar el adecuado para ser suministrado para su uso en la

¹¹ SFV. – Sistema Fotovoltaico.

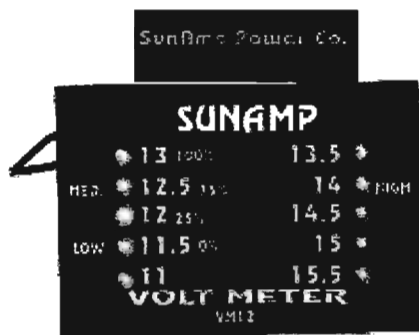
red, además de proporcionarnos la seguridad de que todo lo que este conectado a nuestra red no sufrirá daño alguno variaciones o fluctuaciones de energía.

El inversor seleccionado es un "Nivelmatic" modelo DR-2412 con una capacidad de 2400 Watts, con voltaje de entrada de 12 volts y 127 volts de salida, con un costo de \$5,200.00 pesos. Cubriendo muchos de los aspectos requeridos como son costo, mantenimiento, eficiencia y calidad.



Medidor de baterías.

Para tener un mejor control de nuestras baterías, proponemos la implementación de un controlador de carga. El cual se encargará de realizar una indicación de la capacidad de almacenaje de cada batería este será el modelo BCM-12 de la marca Sun Amp Co. Para aplicaciones Fotovoltaicas con un costo de \$ 720.00 pesos por cada uno.



ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

IV.2 ESTUDIO ECONÓMICO.

Como se mencionó se requiere cubrir una demanda de energía para el edificio propuesto. El consumo es de 77,760 Wh/día.

Sabiendo que los paneles deben cubrir una carga de 100 amp. requeridos por la batería, se requiere de una cantidad de 6 paneles en paralelo para de las características antes mencionadas para poder suministrar la carga necesaria a nuestro banco de baterías.

Para aumentar la corriente (ampers) deben conectarse en paralelo

Corriente suministrada por panel solar (Amp)	Numero de paneles conectados en paralelo	Corriente total suministrada (Amp)
17.7 Amp	6	106.2 Amp

El costo total de los paneles solares será de \$ 143,388.00 pesos.

La energía obtenida por el panel no se empleara directamente, para ello la presencia del inversor es necesaria para proporcionar el voltaje adecuado al banco de baterías, así el costo de este dispositivo es de \$ 330.00 pesos.

Para no dañar nuestro banco de baterías es necesario incluir el modulo de auto interrupción, el cual tiene un costo de \$ 750.00 pesos.

Como la potencia requerida del sistema es igual a 77, 760 Wh / día. Utilizaremos la siguiente formula para calcular los requerimientos de corriente del sistema.

$$P = V \times I$$

Despejando tenemos la siguiente ecuación.

$$I = P/V$$

Por lo tanto:

$$I = 77,760 / 127 = 612.28 \text{ Amp. que será la corriente requerida por el sistema}$$

Para cumplir con este requerimiento de corriente, el banco de baterías será constituido por un grupo de 8 baterías de características antes mencionadas conectado en paralelo.

Corriente suministrada por cada batería (ampers)	Numero de baterías	Corriente total suministrada. (ampers)
100 Amp.	8	800 Amp.

El costo individual de las baterías es de \$1,081.50 pesos.

Nota: se propone el uso de 8 baterías tomando en cuenta las pérdidas en conexiones y la conexión de aparatos externos al sistema.

Para verificar el estado de nuestro banco de acumuladores es necesario instalar por cada uno un medidor de baterías, para así conocer la carga y descarga de cada una. Teniendo el costo por cada medidor de \$720.00 pesos, obtendremos un costo total de \$ 5760.00 pesos.

Finalmente se hará uso de un inversor que se encargara de proporcionar el voltaje de salida de 127 volts. Requeridos por nuestro sistema teniendo un costo de \$5,200.00 pesos.

El costo de la propuesta sugerida será como se muestra en la siguiente tabla.

Elemento	Cantidad	Precio
PANEL FOTOVOLTAICO	6	\$143,388.00
CONVERTIDOR	1	\$330.00
MODULO AUTO INTERRUPTOR	1	\$750.00
BATERÍAS	8	\$8,652.00
MEDIDOR DE BATERÍAS	8	\$5760.00
INVERSOR	1	\$5,200.00
GASTOS DE INSTALACIÓN	1	\$12,000.00
MANTENIMIENTO	ANUALMENTE (\$ 2,000)	\$30,000.00
COSTO TOTAL		\$206,080.00

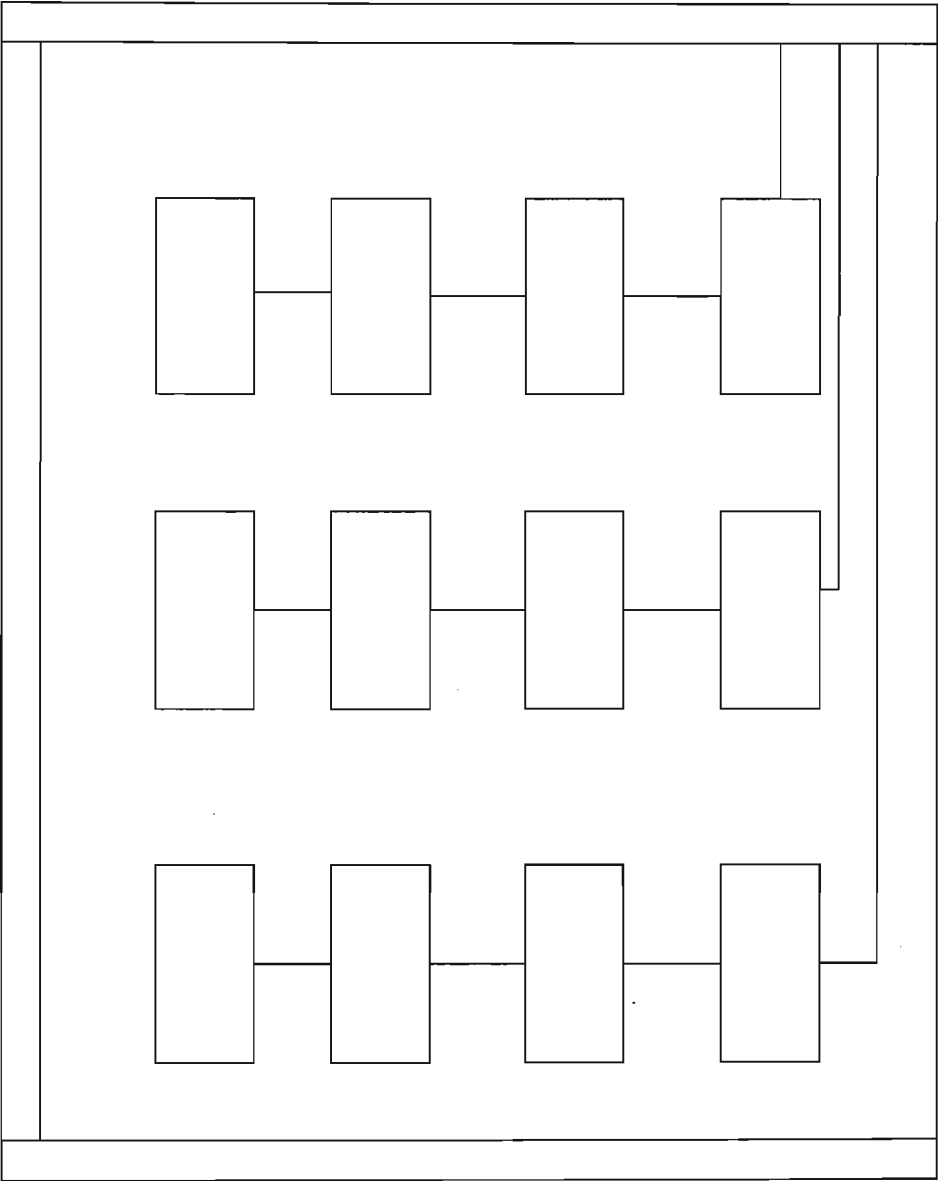
IV. 3 VIABILIDAD DE LA PROPUESTA.

El tiempo de vida de nuestra propuesta fluctúa entre los 15 y los 20 años, para hacer una comparación entre costos del sistema propuesto y el sistema de red eléctrica local que se esta utilizando actualmente se tomara el tiempo mínimo de vida útil del sistema que será de 15 años.

Actualmente la CFE (Comisión Federal de Electricidad) tiene un costo tarifario de 2.50 pesos por cada kilowatt hora suministrada.

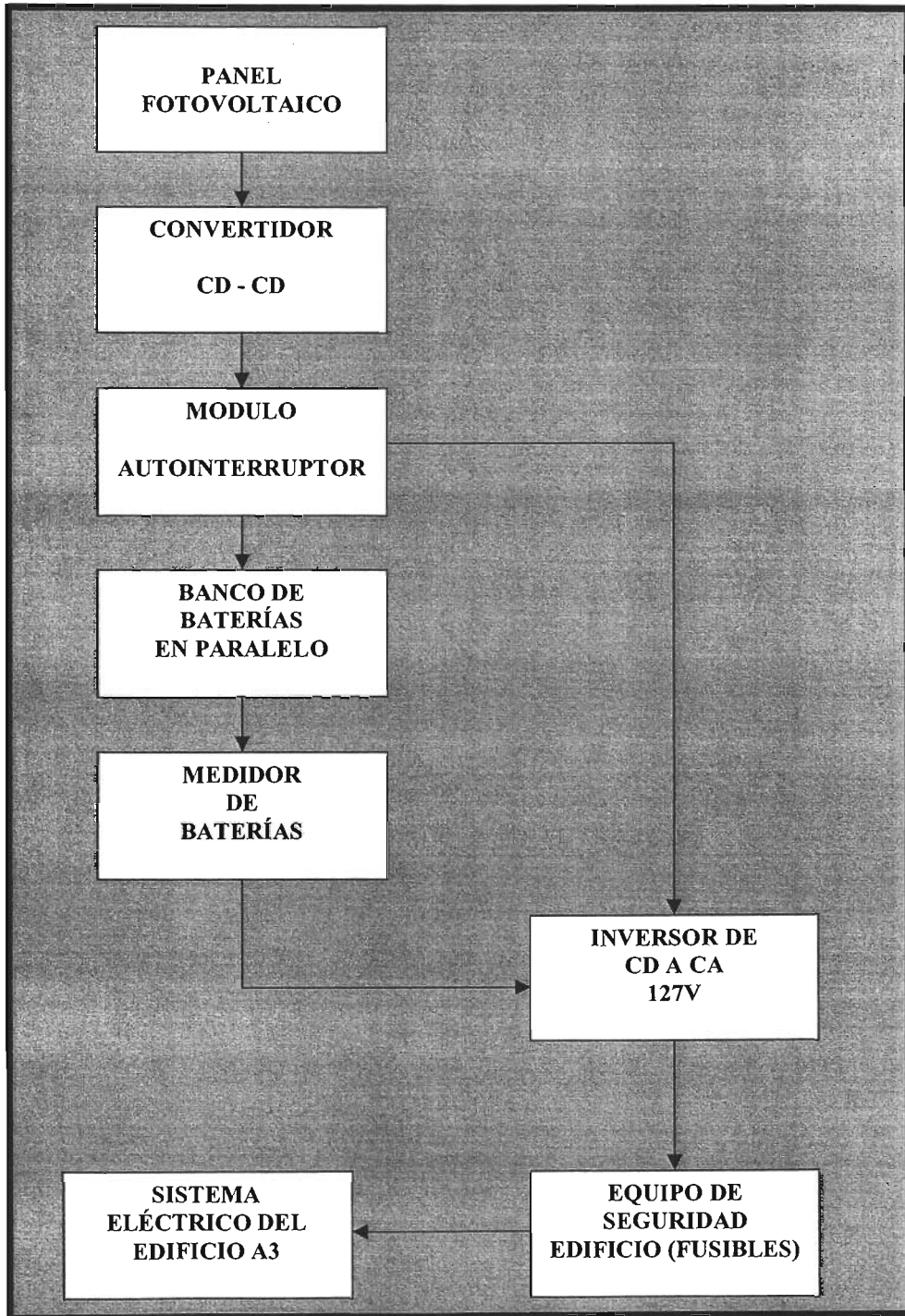
Como nuestro consumo diario es como se menciona anteriormente de 77.7 KW / día. Se obtiene un costo total al día es de \$ 195.00 pesos, anualmente obtendremos un costo de \$ 71, 175.00 pesos.

Con la propuesta el costo total anual del servicio eléctrico seria de \$13,738.66 pesos.



NUMERO DE LÁMPARAS POR SALÓN EN EL EDIFICIO

SISTEMA FOTOVOLTAICO SUGERIDO PARA EL EDIFICIO



CONCLUSIONES

Es muy importante reducir el gasto de combustibles y de otras fuentes de energía no renovables en el planeta, ya que éstas se van agotando de manera muy rápida. Buscar una manera más eficiente y limpia para generar electricidad, logrando también así crear conciencia en el ser humano.

Siendo la energía solar poco aprovechada en comparación con otras fuentes de energía, la implementación de sistemas de captación solar resultan muy adecuados, los cuales por sus características nos brindan el mejor aprovechamiento para tener electricidad y calor para el beneficio del ser humano.

Por eso la propuesta que hacemos en este trabajo es la de un sistema que no contamine y que además, cubra una de las necesidades más importantes del hombre que en este caso es la energía eléctrica. De esta manera no depender tanto de la red local de electrificación. Por la situación actual la cual presenta algunas fallas como los cortes momentáneos, la distribución de la red (tendidos de cables), y los gastos de instalación en lugares de difícil acceso.

Sabiendo que la inversión de la propuesta puede resultar tal vez algo elevada, puede convenir sabiendo que los componentes de estos brindan un tiempo de vida mas alto, el bajo mantenimiento y el ahorro. en comparación con el sistema de red local puede justificar dicha inversión.

La propuesta mencionada se ha implementando no solo en la industria, sino también en los hogares y principalmente lugares donde por su situación ya sea geográfica y/o económica no es posible introducir sistemas de red eléctrica locales.

Para la implementación del sistema se deben tomar en cuentas valores como pueden ser insolación solar, duración del día solar promedio, actualmente se cuenta con la información de organismos los cuales recolectan los datos para un mejor aprovechamiento de estos sistemas sin importar su uso.

Con la realización del trabajo se pretende que con el paso del tiempo tanto las industrias como la gente en general, haga uso de la energía solar como un medio eficiente, no contaminante para no depender solamente de las actuales fuentes de energía no renovables que con el pasar del tiempo dichas fuentes de energía no suplirán la demanda de energía en un futuro.

Con el tiempo los hogares y la economía de los países que tomen la iniciativa de implementar estos sistemas, podrán reducir sus costos de generación de energía o hasta en algunos casos, evitarse gastos para la generación de energía eléctrica.

GLOSARIO

Acumulador:

Elemento de instalación capaz de almacenar la energía eléctrica, transformándola en energía química. Se compone de diversas baterías conectadas entre sí en serie o en paralelo.

Amperio-hora:

Unidad usada para especificar la capacidad de una batería.

Balance of System (BOS):

Representa el resto de componentes del sistema, añadidos a los módulos fotovoltaicos.

Baterías:

Acumulan la energía que reciben de los paneles. Cuando hay consumo, la electricidad la proporciona directamente la batería y no los paneles.

Diodo de bloqueo:

Diodo que impide que se invierta la corriente en un circuito. Normalmente es usado para evitar la descarga de la batería.

Caja de Conexiones:

Elemento donde las series de módulos fotovoltaicos son conectados eléctricamente, y donde puede colocarse el dispositivo de protección, si es necesario.

Célula Fotovoltaica:

Unidad básica del sistema fotovoltaico donde se produce la transformación de la luz solar en energía eléctrica.

Central Fotovoltaica:

Conjunto de instalaciones destinadas al suministro de energía eléctrica a la red mediante el empleo de sistemas fotovoltaicos a gran escala.

Concentrador:

Dispositivo que mediante distintos sistemas, concentra la radiación solar sobre las células fotovoltaicas.

Contador:

Un contador principal mide la energía producida (kWh) y enviada a la red, para que pueda ser facturada a la compañía a los precios autorizados. Un contador secundario mide los pequeños consumos de los equipos fotovoltaicos (kWh) para descontarlos de la energía producida.

Controlador de Carga:

Componente del sistema fotovoltaico que controla el estado de carga de la batería.

Convertidor Continua - Continua:

Elemento de la instalación encargado de adecuar la tensión que suministra el generador fotovoltaico a la tensión que requieran los equipos para su funcionamiento.

Dimensionado:

Proceso por el cual se estima el tamaño de una instalación de energía solar fotovoltaica para atender unas necesidades determinadas con unas condiciones meteorológicas dadas.

Integración en edificios (BIPV):

Término que se refiere al diseño e integración fotovoltaica en el desarrollo de edificios, normalmente reemplazando los materiales que convencionalmente se emplean en los edificios.

Efecto Fotovoltaico:

Conversión directa de la energía luminosa en energía eléctrica.

Eficiencia:

En lo que respecta a células solares es el porcentaje de energía solar que es transformada en energía eléctrica por la célula. En función de la tecnología y la producción técnica, éste varía entre un 5% y un 30%.

Electrolito:

En el caso de las baterías empleadas en sistemas fotovoltaicos, es una solución diluida de ácido sulfúrico en la que se verifican los distintos procesos que permiten la carga y descarga de la batería.

Fotón:

Cada una de las partículas que componen la luz.

Fotovoltaico (FV):

Relativo a la generación de fuerza electromotriz por la acción de la luz.

Generador:

Conjunto de todos los elementos que componen una instalación fotovoltaica, necesarios para suministrar energía a las distintas aplicaciones. Transforma la energía del Sol en energía eléctrica y carga las baterías.

Inclinación:

Ángulo que forma el panel fotovoltaico con una superficie perfectamente horizontal o a nivel.

Inversor:

Transforma la corriente continua que suministran las baterías o los paneles en corriente alterna para su uso en diferentes electrodomésticos o aplicaciones, tanto en sistemas aislados como en sistemas conectados a red.

Kilovatio (kW):

Unidad de potencia equivalente a 1000 vatios.

Módulo o Panel Fotovoltaico:

Es el conjunto formado por las distintas células fotovoltaicas interconectadas, encapsuladas y protegidas por un vidrio en su cara anterior y por un marco por los laterales. El módulo está provisto de terminales para su conexión a la instalación.

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT):

Temperatura a la que trabaja una célula en un módulo bajo las Condiciones de Operación Estándar, que es de 20° Centígrados de temperatura ambiente, irradiación de 0.8 kW/m² y velocidad media del viento de 1 m/s, con el viento orientado en paralelo al plano de la estructura y todos los lados de la estructura totalmente expuestos al viento

Orientación:

Ángulo de orientación respecto al Sur Solar de la superficie de un panel. El Sur geográfico (o real) no debe confundirse con el magnético, que es el que señala la brújula.

Punto de máxima potencia de un Panel:

Potencia que suministra un panel fotovoltaico cuando el producto de la tensión por la intensidad es máximo.

Radiación Solar:

Cantidad de energía procedente del sol que se recibe en una superficie y tiempo determinados.

Regulador:

Véase Controlador de Carga.

Rendimiento:

Es la relación que existe entre la energía que realmente transforma en energía útil y la que requiere un determinado equipo para su funcionamiento.

Silicio:

Elemento químico del que básicamente se componen las células de un panel solar. Es de naturaleza prácticamente metálica, gris oscuro y de excelentes propiedades semiconductoras.

Sistema Aislado o Remoto:

Sistema fotovoltaico autónomo, no conectado a red. Estos sistemas requieren baterías u otras formas de acumulación. Suelen utilizarse en lugares remotos o de difícil acceso.

Sistema Conectado a Red:

Sistema fotovoltaico en el que actúa como una central generadora de electricidad, suministrando energía a la red.

Sistema Híbrido:

Sistema fotovoltaico que incluye otras fuentes que generan electricidad, tales como generadores eólicos o grupos electrógenos.

Tensión de un Circuito Abierto:

Es la diferencia de potencial medida entre dos extremos de un circuito eléctrico, cuando éste está abierto y sin carga.

Tensión Nominal:

Diferencia de potencial específica, para la que se diseña un equipo o una instalación. Se llama nominal porque la tensión puede variar por distintas circunstancias durante la operación.

Vatio (W):

Unidad de potencia eléctrica, que equivale a un julio por segundo.

Vatio Pico:

Unidad de potencia que hace referencia al producto de la tensión por la intensidad (potencia pico) del panel fotovoltaico en unas condiciones estándares de medida (STC).

Voltaje:

Anglicismo del término Tensión.

Voltio (V):

Unidad de potencial eléctrico y fuerza electromotriz, equivalente a la diferencia de potencial que hay entre dos puntos de un conductor cuando al transportar entre ellos un coulomb, se realiza el trabajo de un julio.

APÉNDICE 1

Insolación global en México

Insolación global media inclinación a la latitud en México en kWh/m²-Día¹²

Estado	Ciudad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Mín	Max	Med
Aguascalientes	Aguascalientes	4.5	5.2	5.9	6.6	7.2	6.3	6.1	5.9	5.7	5.1	4.8	4.0	4.0	7.2	5.6
Baja California	La Paz	4.4	5.5	6.0	6.6	6.5	6.6	6.3	6.2	5.9	5.8	4.9	4.2	4.2	6.6	5.7
Baja California Sur	Mexicali	4.1	4.4	5.0	5.6	6.6	7.3	7.0	6.1	6.1	5.5	4.5	3.9	3.9	7.3	5.5
Baja California Sur	S. José del Cabo	5.0	5.6	5.8	5.9	6.9	6.1	5.8	6.2	5.8	5.8	5.2	4.4	4.5	6.3	5.7
Campeche	Campeche	4.8	5.7	6.0	5.3	5.4	4.9	4.9	5.3	5.2	5.4	5.0	4.3	4.4	6.0	5.2
Chiapas	Arriaga	5.1	5.4	5.5	5.9	5.6	5.2	5.9	5.5	5.1	5.3	5.1	4.7	4.7	5.9	5.4
Chiapas	Juan Aldana	4.4	5.1	4.9	4.5	4.5	4.1	4.4	4.5	4.1	4.3	4.4	4.2	4.1	5.1	4.5
Chiapas	San Cristóbal	4.0	4.3	4.5	4.5	4.8	4.7	5.4	5.3	4.6	4.2	3.9	3.7	3.7	5.4	4.5
Chiapas	Tapachula	5.4	4.9	4.8	4.6	4.7	4.7	5.2	5.1	4.6	4.1	4.3	4.1	4.1	5.4	4.7
Chiapas	Tuxtla	3.8	4.4	4.6	4.8	5.3	5.1	5.4	5.3	4.9	4.4	4.1	3.7	3.7	5.4	4.7
Chihuahua	Chihuahua	5.8	6.4	6.8	6.9	6.9	6.4	6.4	6.5	6.8	6.8	6.0	5.2	5.3	8.9	5.9
Chihuahua	Guachochi	3.3	3.5	3.9	4.4	5.1	5.3	5.4	5.6	5.7	5.1	4.9	4.4	3.3	6.9	6.4
Chihuahua	Cd. Juárez	6.0	7.2	7.3	7.3	6.9	6.5	6.3	6.5	6.8	7.4	6.6	5.9	5.9	7.4	6.7
Coahuila	Piedras Negras	3.1	3.6	4.2	4.5	4.8	6.0	6.7	6.3	4.9	4.1	3.3	2.9	2.9	6.7	4.5
Coahuila	Saltillo	3.8	4.2	4.8	5.1	5.6	5.9	5.9	5.6	5.2	4.4	3.6	3.3	3.3	5.9	4.8
Colima	Colima	4.4	5.1	5.3	5.8	6.0	5.2	4.9	5.0	4.6	4.4	4.4	3.9	3.9	6.0	4.9
Colima	Talahua	4.4	5.1	5.3	5.8	6.0	5.2	4.9	5.0	4.6	4.4	4.4	3.9	3.9	6.0	4.9
Durango	Durango	4.4	5.4	6.5	7.0	7.5	6.8	6.0	5.6	5.7	5.1	4.8	3.9	3.9	7.5	5.7
Guanajuato	Guanajuato	4.4	5.1	6.1	6.3	6.6	6.0	6.0	5.9	5.8	5.2	4.8	4.6	4.4	6.6	5.6
Guerrero	Acapulco	4.8	5.3	6.1	5.9	5.6	5.1	5.3	5.4	4.9	5.2	5.0	4.7	4.7	6.1	5.3
Guerrero	Aguas Blancas	5.8	5.9	6.0	5.8	5.8	5.4	5.6	5.8	5.5	5.6	5.5	5.5	5.4	6.0	5.7
Guerrero	Chilpancingo	4.1	4.5	4.9	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	4.7	4.4	4.1	3.8	3.8	5.2	4.7
Hidalgo	Pachuca	4.6	5.1	5.6	6.8	6.0	5.7	5.9	5.8	5.3	4.9	4.6	4.2	4.2	6.8	5.4
Jalisco	Colotlán	4.6	5.7	6.5	7.5	8.2	6.6	5.8	5.6	5.8	5.3	4.9	4.1	4.1	8.2	5.9
Jalisco	Guadalajara	4.6	5.5	6.3	7.4	7.7	5.9	5.3	5.3	5.2	4.9	4.8	4.0	4.0	7.7	5.6
Jalisco	L. de Moreno	4.5	5.3	6.1	6.7	7.2	6.1	5.8	5.6	5.5	5.0	4.7	4.0	4.0	7.2	5.5
Jalisco	Puerto Vallarta	5.2	5.7	6.0	5.8	5.7	5.5	5.6	5.7	5.5	5.6	5.2	4.7	4.7	6.0	5.5
México	Chapingo	4.5	5.1	5.6	5.8	5.9	5.4	5.2	5.2	5.0	4.7	4.6	3.9	3.9	5.9	5.1
Michoacán	Morelia	4.2	4.9	5.5	5.8	5.9	5.2	5.0	5.1	4.9	4.6	4.3	3.7	3.7	5.9	4.9
Nayarit	Tepic	3.9	4.3	4.8	5.5	6.1	5.3	4.9	5.3	4.4	4.4	4.0	3.8	3.9	6.1	4.8
Nuevo León	Monterrey	3.2	3.6	4.1	4.3	4.8	5.5	6.1	5.6	5.0	3.8	3.3	3.0	3.0	6.1	4.4
Oaxaca	Oaxaca	4.9	5.7	5.8	5.5	6.0	5.4	5.9	5.6	5.0	4.9	4.8	4.4	4.4	6.0	5.3
Oaxaca	Salina Cruz	5.4	6.3	6.6	6.4	6.1	5.0	5.6	5.9	5.2	5.9	5.7	5.2	5.0	6.6	5.8
Puebla	Puebla	4.9	5.5	6.2	6.4	6.1	5.7	5.8	5.8	5.2	5.0	4.7	4.4	4.4	6.4	5.5
Querétaro	Querétaro	5.0	5.7	6.4	6.8	6.9	6.4	6.4	6.4	6.3	5.4	5.0	4.4	4.4	6.9	5.9
Quintana Roo	Chetumal	3.9	4.7	5.4	5.7	5.3	4.7	4.9	5.0	4.5	4.4	4.0	3.7	3.7	5.7	4.7
Quintana Roo	Cozumel	3.9	4.6	5.3	5.7	5.2	4.8	4.9	4.9	4.6	4.4	4.0	3.8	3.8	5.7	4.7
San Luis Potosí	Río Verde	3.6	4.0	4.6	4.9	5.4	5.6	5.8	5.8	5.1	4.3	3.7	3.3	3.3	5.8	4.7
San Luis Potosí	San Luis Potosí	4.3	5.3	5.8	6.4	6.3	6.1	6.4	6.0	5.5	4.7	4.2	3.7	3.7	6.4	5.4
Sinaloa	Culiacán	3.6	4.2	4.8	5.4	6.2	6.2	5.4	5.1	5.2	4.6	4.2	3.4	3.4	6.2	4.9
Sinaloa	Los Mochis	4.9	5.4	5.8	5.9	5.8	5.8	5.3	5.5	5.5	5.8	4.9	4.3	4.3	5.9	5.4
Sinaloa	Mazatlán	3.9	4.8	5.4	5.7	5.7	5.6	4.8	4.9	4.7	5.0	4.5	3.9	3.9	5.7	4.9
Sonora	Ciudad Obregón	5.8	6.4	6.8	6.9	6.9	6.7	6.4	6.5	6.8	7.3	6.0	5.2	5.3	7.26	6.5
Sonora	Guaymas	4.5	5.7	6.5	7.2	7.3	6.8	5.9	5.8	6.3	5.9	5.1	5.6	4.5	7.3	6.0
Sonora	Hermosillo	4.0	4.6	5.4	6.6	8.3	8.6	6.9	6.6	6.7	6.0	4.7	3.9	3.9	8.6	6.0
Tamaulipas	Soto la Marina	3.4	4.2	4.9	4.9	5.1	5.3	5.4	5.4	4.9	4.6	3.7	3.2	3.2	5.4	4.6
Tamaulipas	Tampico	3.3	4.1	4.7	6.4	5.0	4.9	4.9	4.9	4.6	4.6	3.7	3.2	3.2	6.4	4.5
Tlaxcala	Tlaxcala	4.6	5.1	5.5	5.4	5.6	5.2	5.3	5.2	5.1	4.9	4.7	4.0	4.0	5.6	5.1
Yucatán	Mérida	3.7	4.0	4.6	5.2	5.7	5.5	5.7	5.5	5.0	4.2	3.8	3.4	3.4	5.7	4.7
Zacatecas	Zacatecas	4.9	5.7	6.6	7.5	7.8	6.2	6.2	5.9	5.4	4.8	4.8	4.1	4.1	7.8	5.8

¹² Actualización de los Mapas de Irradiación Global solar en la República Mexicana (R. Almanza S., E. Cajigal R., J. Barrientos A. 1997). Reportes de insolación de México. Southwest Technology Development Institute, NMSU, 1999

FUENTES DE CONSULTA

Morales Acevedo Arturo.

La electricidad que viene del sol una fuente de energía limpia.
Editorial Iberoamericana.
México 1996.

Szokolay S. V.

Energía solar y edificación.
Editorial Blume.
Barcelona España 1978.

Varios autores coordinación de José Mompin Poblet.

Energía solar fotovoltaica.
Editorial Marcombo Boixareu Editores.
Barcelona-México 1985.

Farrington Daniels.

Uso directo de la energía solar.
H. Blume ediciones.
Madrid España 1978.

Chauliagnet Charles.

La energía solar en la edificación.
Editores técnicos asociados S. A.
España 1978.

Vásquez Torre Guadalupe Ana Maria.

Ecología y formación ambiental.
Editorial Mc Graw Hill.
México 1993.

José A. Manrique.

Energía solar fundamentos y aplicaciones foto térmicas.
Editorial Harla Harper & Row Latinoamericana.
México 1984.

Hans Rau.

Energía solar aplicaciones prácticas.

MARCOMBO BOIXAREU EDITORES.

Barcelona, España 1984.

<http://www.unesa.net/unesa/html/sabereinvestigar/largoviaje/transporteal...>

<http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/119/htm/se..>

<http://www.geocities.com/regorogiram/solar/calor.html>

<http://www.profesorenlinea.cl/fisica/calorenergiatermica.htm>

http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/119/htm/sec_15.htm

<http://www1.ceit.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/07Energ/150EnSolar.htm>

<http://www.re.sandia.gov/wp/wpGuia/factibilidad.html>

<http://catalogo.syscom.com.mx/energia-solar.htm>

http://www.epcom.net/epcom_espanol/energia_solar.htm

<http://www.alsol.com.mx/productos2.php>