

INTRODUCCION.

En este trabajo voy a hacer un estudio sobre la **energía solar fotovoltaica**, un tipo de energía renovable que es una solución potencial a futuro de la situación actual de nuestro mundo contaminado. Ya es momento de preguntarnos qué es lo que estamos haciendo día a día con nuestro ambiente, por qué no somos capaces de esperar hasta la próxima esquina para botar el papel que tenemos en el basurero que está en esa esquina, por qué tenemos que usar aerosoles y lacas que dañan la capa de ozono, por qué no podemos dejar de fumar y comenzar a pensar en nuestros hijos y en las próximas generaciones, por qué no dejarles un lugar donde puedan respirar y jugar, donde la contaminación ya no sea un problema y donde aún haya recursos suficientes para vivir, es decir, recursos renovables y bien utilizados como lo puede llegar a ser la energía solar y la energía solar fotovoltaica.

La energía es la base de la civilización industrial, sin ella, la vida moderna dejaría de existir. Durante la década de 1970 el mundo empezó a ser consciente de la vulnerabilidad de los recursos energéticos (conjunto de medios con los que los países del mundo intentan cubrir sus necesidades de energía). A largo plazo es posible que las prácticas de conservación de energía proporcionen el tiempo suficiente para explorar nuevas posibilidades tecnológicas. Mientras tanto el mundo seguirá siendo vulnerable a trastornos en el suministro de petróleo que después de la II Guerra Mundial se ha convertido en la principal fuente de energía. Profundizaremos un poco más en esto durante el desarrollo del trabajo.

La *energía renovable* es también llamada alternativa o blanda, y engloba una serie de fuentes energéticas que en teoría no se agotarían con el paso del tiempo. Estas fuentes serían una alternativa a otras tradicionales y producirían un impacto ambiental mínimo, pero que en el sentido estricto de la palabra, ni son renovables (como en el caso de la geotermia), ni se utilizan de forma blanda. Existen diferentes tipos de energías renovables: la energía solar, la hidroeléctrica (que se genera haciendo pasar una corriente de agua a través de una turbina), la eólica (derivada de la solar, ya que se produce por un calentamiento diferencial del aire y de las irregularidades del relieve terrestre), la geotérmica (producida por el gradiente térmico entre la temperatura del centro de la tierra y la de la superficie), la hidráulica (derivada de la evaporación del agua) y la procedente de la biomasa (que se genera a partir del tratamiento de la materia orgánica), pero en este trabajo nos concentraremos en la energía solar fotovoltaica ya que es muy prometedora con respecto a solucionar el grave problema de contaminación que nos afecta mundialmente. Esta contaminación es producida por residuos o productos secundarios gaseosos, sólidos o líquidos, que pueden poner en peligro la salud del hombre y la salud y bienestar de plantas y animales, así como también atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables. Entre los contaminantes atmosféricos emitidos por fuentes naturales, sólo el radón (un gas radiactivo), es considerado un riesgo importante para la salud: es un subproducto de la desintegración radiactiva de minerales de uranio contenidos en ciertos tipos de roca que se filtra en los sótanos de las casas construidas sobre ella, esto conlleva a un representar un riesgo de cáncer de pulmón. Pero como hemos estudiado y aprendido a lo largo de este curso de *Ciencia y Civilización*, el gran enemigo del hombre es el hombre, analizando la situación y mirando a nuestro alrededor nos podemos dar cuenta que año a año son producidos por los países industriales millones de toneladas de contaminantes. El nivel suele expresarse en términos de concentración atmosférica (microgramos de contaminantes por metro cúbico de aire) o, en el caso de los gases, en partes por millón, es decir, el número de moléculas de contaminantes por millón de moléculas de aire. Muchos de los contaminantes, provienen de fuentes fácilmente identificables: el dióxido de azufre, por ejemplo, procede de las centrales energéticas que queman carbón o petróleo. Otros se forman por la acción de la luz solar sobre materiales reactivos previamente emitidos a la atmósfera. Por ejemplo, el ozono, un peligroso contaminante que forma parte del *smog*, se produce por la interacción de hidrocarburos y óxidos de nitrógeno bajo la influencia de la luz solar. El ozono ha producido también graves daños en las cosechas. Por otra parte, el descubrimiento en la década de 1980 de que algunos contaminantes atmosféricos, como los clorofluorocarbonos (CFC), están produciendo una disminución de la *capa de ozono* protectora del planeta, ha conducido a una supresión paulatina de estos productos y a una investigación de nuevas tecnologías que

impliquen un mayor aprovechamiento de los recursos naturales renovables, como es el caso de la energía solar. Sobre este tema ahondaremos un poco más en el desarrollo del trabajo.

La **energía solar** es la energía radiante producida en el Sol como resultado de reacciones nucleares de fusión que veremos en el capítulo dedicado a éste. Llega a la Tierra a través del espacio en los llamados fotones, que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestres. La intensidad de la radiación solar en el borde exterior de la atmósfera, si se considera que la Tierra está a su distancia promedio del Sol, se llama constante solar, y su valor promedio es de 2 cal/min/cm cuadrados. Sin embargo, esta cantidad no es constante, ya que parece ser que varía un 0,2% en un período de 30 años. La intensidad de energía real disponible en la superficie terrestre es menor que la constante solar, debido a la absorción y a la dispersión de la radiación que origina la interacción de los fotones con la atmósfera. La intensidad de energía solar disponible en un punto determinado de la Tierra depende, de forma complicada pero predecible, del día, del año, de la hora y de la latitud. Además, la cantidad de energía solar que puede recogerse depende de la orientación del dispositivo receptor. La recogida natural de la energía solar se produce en la atmósfera, los océanos y las plantas de la Tierra. Las interacciones de la energía del Sol, los océanos y la atmósfera, por ejemplo, producen vientos, utilizados durante siglos para hacer girar los molinos. Los sistemas modernos de energía eólica utilizan hélices fuertes, ligeras, resistentes a la intemperie y con diseño aerodinámico que, cuando su unen a generadores, producen *electricidad* para usos locales y especializados o para alimentar la red eléctrica de una región o comunidad.

Casi el 30% de la energía solar que alcanza el borde exterior de la atmósfera se consume en el ciclo del agua, que produce la lluvia y la energía potencial de las corrientes de montaña y de los ríos. La energía que generan esta agua en movimiento al pasar por las turbinas modernas se llama hidroeléctrica, como ya vimos anteriormente.

Gracias al proceso de fotosíntesis, la energía solar contribuye al crecimiento de la vida vegetal (biomasa) que junto con la madera y los combustibles fósiles que desde el punto de vista geológico derivan de plantas antiguas, puede ser utilizada como combustible. Otros combustibles como el alcohol y el metano también pueden extraerse de la biomasa.

Asimismo, los océanos representan un tipo natural de recogida de energía solar. Como resultado de su absorción por los océanos y por las corrientes oceánicas, se producen gradientes de temperatura. En algunos lugares, estas variaciones verticales alcanzan los 20°C en distancias de algunos cientos metros. Cuando hay grandes masas a distintas temperaturas, los principios termodinámicos predicen que se puede crear un ciclo generador de energía que extrae energía de la masa con mayor temperatura y transferir una cantidad a la masa con temperatura menor. La diferencia entre estas energías se manifiesta como energía mecánica que puede conectarse a un generador para producir electricidad. Estos sistemas, llamados sistemas de conversión de energía térmica oceánica, requieren enormes intercambiadores de energía y otros aparatos en el mar para producir potencias del orden megavatios.

La energía solar es un término que abarca diversas tecnologías de energías renovables. Su característica común es que, al contrario que el petróleo, gas, carbón y las formas actuales de energía nuclear, es inagotable. Se puede dividir en tres grandes grupos:

- Aplicaciones para calefacción y refrigeración.
- *Generación de Electricidad.*
- Producción de combustibles a partir de la biomasa.

La forma más sencilla de generación eléctrica solar, es el empleo de un conjunto de dispositivos artificiales llamados colectores solares que calientan agua para producir vapor que a su vez hace girar una turbina, estas instalaciones producen unos 200 megavatios de potencia. La energía, una vez recogida, se utiliza en procesos térmicos o fotoeléctricos, o *fotovoltaicos*. En los procesos térmicos, la energía solar se utiliza para calentar el líquido que luego se almacena o distribuye. En los procesos fotovoltaicos, se convierte en energía eléctrica sin

ningún dispositivo mecánico intermedio, las células solares hechas con obleas finas de silicio, arseniuro de galio u otro material semiconductor en estado cristalino, convierten la radiación en electricidad de forma directa. Por medio de la conexión de muchas células en módulos con eficiencias de conversión superiores al 30%, los costos de la electricidad fotovoltaica se han reducido mucho. Las células fotovoltaicas se emplean hoy en satélites artificiales, pasos a nivel sin guarda o bombas de irrigación; sin embargo, serán necesarios algunos avances para reducir los costos antes de que sea posible un uso más amplio. La explotación comercial de otros métodos parece pertenecer a un futuro más lejano. La conversión térmica oceánica genera electricidad en plataformas situadas en el mar, el agua fría de las profundidades que asciende a la superficie caliente mueve una turbina. Otra idea que también tiene un carácter bastante especulativo es la de emplear satélites artificiales para enviar electricidad a la Tierra en forma de microondas.

DESARROLLO.

Antecedentes históricos.

La leña fue la primera fuente de energía para el ser humano, y la más importante durante la mayor parte de su historia. Era muy asequible porque en muchas partes del mundo crecían grandes bosques. En los tiempos antiguos también se usaban algunas otras fuentes de energía que sólo se encontraban en algunos lugares específicos: asfalto, carbón y turba de depósitos superficiales, y petróleo procedente de filtraciones de yacimientos subterráneos.

La situación cambió en la edad media cuando la leña comenzó a utilizarse para fabricar carbón vegetal, que se empleaba para obtener metales a partir de sus menas. A medida que se talaban los bosques y disminuía la cantidad de leña disponible, en los comienzos de la Revolución Industrial, el carbón vegetal fue sustituido en la obtención de metales por el coque procedente de carbón. El carbón, que también empezó a usarse para propulsar las máquinas de vapor, se fue convirtiendo en la fuente de energía dominante a medida que avanzaba la Revolución Industrial.

Actualmente, las naciones industrializadas son las que utilizan la mayor parte de la energía mundial. En 1990 el consumo de energía en Estados Unidos, Europa, los países de la antigua URSS y Japón era más o menos tres cuartas partes del total mundial. El uso de energía por persona varía mucho según los países, por ejemplo, en Estados Unidos es cuatro veces y media superior al promedio mundial, mientras que en China es sólo una cuarta parte de dicho promedio. Tal como vimos en clases, no son los países de mayor extensión y con mayor cantidad de habitantes los que consumen mayores cantidades de energía, ya que India y China, grandes países con alto número de habitantes, son un ejemplo de los países que consumen menos energía per cápita en el mundo. Chile también se encuentra ubicado entre estos países de poco consumo. En 1990 el petróleo y el gas natural supusieron casi las dos terceras partes del consumo primario de energía en todo el mundo. El carbón también fue una fuente importante, mientras que la energía nuclear, la energía **solar** y otras energías alternativas tuvieron menor peso. Actualmente y muy lentamente, la energía solar empieza a cobrar mayor importancia, debido a su carácter renovable y también por los problemas mundiales de contaminación.

Contaminación.

Al respecto, cabe señalar que la concentración de contaminantes se reduce al dispersarse éstos en la atmósfera, proceso que depende de factores climatológicos como la temperatura, la velocidad del viento, el movimiento de sistemas de altas y bajas presiones y la interacción de éstos con la topografía local, por ejemplo, las montañas y los valles. La temperatura suele decrecer con la altitud, pero cuando una capa de aire frío se asienta bajo una capa de aire caliente produciendo una inversión térmica, la mezcla atmosférica se retarda y los contaminantes se acumulan cerca del suelo. Las inversiones pueden ser duraderas bajo un sistema estacionario de altas presiones unido a una baja velocidad del viento.

Un período de tan sólo 3 días de escasa mezcla atmosférica puede llevar a concentraciones elevadas de

productos peligrosos en áreas de alta contaminación y, en casos extremos, producir enfermedades e incluso la muerte. Los efectos de la exposición a largo plazo a bajas concentraciones de contaminantes no están bien definidos, no obstante, los grupos de riesgo son los niños, los ancianos, los fumadores, los trabajadores expuestos al contacto con materiales tóxicos y quienes padecen enfermedades pulmonares o cardíacas. Otros efectos adversos de la contaminación atmosférica son los daños que puede sufrir el ganado y las cosechas.

A menudo, los primeros efectos de la contaminación son de naturaleza estética y no son necesariamente peligrosos. Estos efectos incluyen la disminución de la visibilidad debido a la presencia de diminutas partículas suspendidas en el aire, y los malos olores, como la pestilencia a huevos podridos producida por el sulfuro de hidrógeno que emana de las fábricas de papel y celulosa.

El creciente consumo de carbón y petróleo desde finales de la década de 1940 ha llevado a concentraciones cada vez mayores de dióxido de carbono. El efecto invernadero resultante, que permite la entrada de la *energía solar*, pero reduce la reemisión de rayos infrarrojos al espacio exterior, genera una tendencia al calentamiento que podría afectar al clima global y llevar al deshielo parcial de los casquetes polares. Es concebible que un aumento de la cubierta nubosa o la absorción del dióxido de carbono por los océanos pudieran poner freno al efecto invernadero antes de que se llegara a la fase del deshielo polar. No obstante, los informes publicados en la década de 1980 indican que el efecto invernadero es un hecho y que las naciones del mundo deberían tomar medidas inmediatamente para ponerle solución. La solución que más promete es la de utilización de energía solar en la vida diaria, y esto se hace cada vez más posible ya que los precios de los paneles solares y de los paneles fotovoltaicos han disminuido considerablemente en los últimos tiempos y en la actualidad el precio de éstos es sólo unos 2 centavos de dólar mayor que el del petróleo y gas natural.

La generación de **energía solar fotovoltaica** es la manera más inteligente de producir electricidad. Las energías regenerativas son el futuro. La energía fotovoltaica se desarrolla con un gran potencial hacia una tecnología clave del siglo 21. De todas las energías renovables, la solar es la que ofrece el potencial más prometedor. Es inagotable a escala humana y alcanza para cubrir una gran parte de la demanda energética mundial. La tecnología de la energía fotovoltaica convence hoy día a más gente mundialmente. La generación de electricidad solar es económica y no contaminante. Gracias a la modularidad de las aplicaciones se pueden realizar tanto plantas eléctricas con una potencia de unos milivatios como también centrales eléctricas de cientos de kilovatios. La transformación de la radiación solar en energía eléctrica tiene un amplio espectro de aplicaciones aisladas de la red y conectadas a la red.

• POTENCIA DE UN SISTEMA FOTOVOLATICO.

La potencia máxima de un módulo fotovoltaico se mide en vatio pico. Esta característica está definida para condiciones estándar de medida, que vienen determinadas por unos niveles de radiación definidos (1.000 W/m²), temperatura (25°).

En Alemania, por ejemplo, se puede contar con un rendimiento energético anual de 700 hasta 900 kWh/kWp. Con una instalación de energía fotovoltaica conectada a la red y dimensionada con 2 kWp se cubre la mitad de consumo promedio de corriente eléctrica de una familia de 3 personas. A la vez se reduce con una sola instalación fotovoltaica estándar el volumen de dióxido de carbono (el gas que más incide en el efecto invernadero) en 700 kg por año.

Los beneficios establecidos por muchas ciudades, comunidades y empresas generadoras son subvenciones de hasta un 70% del costo total y/o una bonificación elevada por la electricidad solar en un período garantizado.

Una fuente fotovoltaica (generalmente llamada Celda Solar), consiste en obleas de materiales semiconductores con diferentes propiedades electrónicas. En una celda policristalina, el volumen principal de material es silicón alterado (dopado) con una pequeña cantidad de boro, que le da una característica positiva o tipo-p. Una delgada oblea en el frente de la celda es alterada con fósforo para darle una característica negativa

o tipo-n. La interfase entre estas 2 obleas contienen un campo eléctrico y es llamada Unión.

El potencial de reducción de CO2 de celdas solares policristalinas.

Rendimiento [kWh/kWp]	700	750	800	850	900	950	1000
Pot. de reducción [kg] celdas policristalinas	263,7	282,53	301,37	320,21	339,04	357,88	376,71
Pot. de reducción [kg] celdas monocristalinas	163,32	169,34	180,63	191,92	203,21	214,5	225,79

Las celdas solares policristalinas tienen un potencial de reducción de costos más grandes debido a las peculiaridades del mercado. Los módulos policristalinos son de alta calidad. Estos posibilitan un diseño flexible de módulos debido a su formato cuadrático ofreciendo así también un aprovechamiento óptimo de la superficie existente. En contraposición a los módulos monocristalinos no existen distancias forzadas entre las celdas.

La luz consiste en partículas llamadas fotones, cuando la luz choca sobre la celda solar, cada uno de los fotones es absorbido en la región de unión liberando electrones de cristal de silicio. Si el fotón tiene suficiente energía, los electrones serán capaces de vencer el campo eléctrico de la unión y moverse a través del silicio y hasta un circuito externo. Cuando fluyen a través de un circuito externo, pueden proporcionar energía para hacer un trabajo (cargar baterías, mover motores, encender lámparas, etc.). El proceso fotovoltaico es completamente de estado sólido contenido en sí mismo. No tiene partes móviles ni materiales consumibles o emisores.

Virtualmente, cualquier necesidad de energía eléctrica puede satisfacerse mediante un adecuado diseño del sistema de energía fotovoltaica. Esto incluye energía para iluminación, bombeo, radiocomunicación, electrificación doméstica, protección catódica, etc. La única limitación es el costo del equipo y ocasionalmente el tamaño del arreglo fotovoltaico, aunque éste raramente es un factor problema.

El costo de esto depende directamente de la aplicación, a rasgos generales, los sistemas que contengan 100watts o más de energía fotovoltaica, tienen un costo que ronda entre los \$10 y \$15 dólares por watt FT. Sistemas pequeños pueden ser más caros por watt de base. El costo del módulo solar ronda entre 1/3 y medio del costo total. Cada watt del arreglo fotovoltaico produce entre 4 y 6 watts-hora (en México) de energía por día, dependiendo de la temporada y de la localización. En condiciones muy nubladas u oscuras (invierno en Alaska) se producirá menos energía y en condiciones más iluminadas se producirá más energía que la del promedio estimado. Usando costos típicos de amortización y vida del equipo, el costo del ciclo de vida generado mediante energía fotovoltaica generalmente anda en rangos de \$0.30 a \$1.00 dólares/Kwh. Este costo generalmente limita la demanda de aplicaciones de energía fotovoltaica a las áreas donde no existe el servicio de energía eléctrica convencional. Ocasionalmente, aplicaciones de baja potencia pueden ser de costo-efectivo solamente a unos pasos de la línea de energía.

La energía solar no es difícil de usar, aunque las celdas fotovoltaicas y los módulos requieren de avanzada tecnología, su uso es muy simple. Los módulos solares generan bajo voltaje (no obstante, arreglos de módulos solares pueden interconectarse para altos voltajes) sin partes móviles o desmontables. Una vez instalado un arreglo fotovoltaico, generalmente no requiere otro mantenimiento más que una limpieza ocasional (no indispensable). La mayoría de los sistemas solares contienen bancos de baterías, los cuales requieren del agregado de agua de vez en cuando, al igual que el mantenimiento requerido por la batería del automóvil.

¿Cómo son clasificados y certificados los módulos?

Los módulos solares son clasificados de acuerdo a una serie de condiciones bien definidas que se conocen como Condiciones Estándar de Prueba (CPE). Estas condiciones incluyen: temperatura de la celda fotovoltaica (25°C ó 77°F), intensidad de la radiación (1kw/m²) y la distribución del espectro de luz (masa del aire 1.5 ó AM 1.5, esto es el espectro de la luz solar que se ha filtrado pasando a través de 1.5 densidades atmosféricas de la tierra). Estas condiciones corresponden al mediodía de un día soleado con el sol alrededor de 60° en el horizonte y la cara de los módulos directamente al sol, una temperatura del aire de 0°C. En la producción, los módulos fotovoltaicos son probados en una cámara conocida como flash simulador. Este aparato contiene un flash y filtros diseñados para imitar la luz del sol lo más cercano posible con una desviación +/-1%. Debido a que el flash ilumina el área en sólo 50 milisegundos, la celda no presenta un incremento apreciable en su temperatura. Esto permite que las características eléctricas del módulo sean medidas a una temperatura (la temperatura de medio ambiente de fábrica en el módulo), la cual normalmente es estimada en 25°C, permitiendo un mínimo de ajustes para la corrección de la temperatura estándar 25°C.

La mayoría de los fabricantes proporcionan únicamente la potencia nominal promedio y su tolerancia (usualmente +/-10%) para un cierto tipo de módulo. Los módulos solares son certificados por cierto número de características, incluyendo seguridad, durabilidad y salida por diferentes agencias alrededor del mundo. Las agencias más importantes de clasificación son: U.L., F.M. y la Comisión de las Comunidades europeas (C.E.C.).

Más de 2 billones de personas en el mundo no tienen acceso a la electricidad. Para esta gente, la energía fotovoltaica solar es probablemente la fuente de energía más económica hoy en día. Sin embargo, si nos planteáramos la pregunta ¿Cuándo la energía solar fotovoltaica competirá con las fuentes de energía tradicionales en países con amplia infraestructura eléctrica (como los Estados Unidos)?; esto probablemente no sucederá hasta dentro de cinco a diez años. Se espera que al finalizar el siglo, la energía fotovoltaica sea económicamente viable en un número considerable de aplicaciones conectadas actualmente a la red. En la actualidad, está creciendo el uso de la energía solar en mercados de escala intermedia, tales como el automotriz.

La energía solar es usada por particulares, empresas, gobiernos y organizaciones no lucrativas. Cualquiera que requiera electricidad y no tenga acceso a la red eléctrica, es un usuario potencial de la energía fotovoltaica.

Las crisis de energía de los setenta (crisis de abastecimiento de petróleo), promovió un interés intenso para encontrar alternativas, situación que llegó a su punto crucial a finales de los 70 bajo la administración de Jimmy Carter en USA. En ese tiempo el petróleo era caro y el gobierno de Estados Unidos estaba sustentando la energía fotovoltaica directamente con un presupuesto R&D de \$150 millones de dólares, e indirectamente con unas deducciones fiscales del 40% para instalaciones de sistemas solares residenciales de más de \$10.000 dólares. Estos factores dieron como resultado una inversión y crecimiento substancial en la industria fotovoltaica y un crecimiento dramático en la industria termosolar.

Para mediados de los ochenta, todos estos factores se habían invertido. El petróleo se abarató, el fondo R&D fue reducido y las deducciones fiscales residenciales fueron eliminadas. El número de sistemas se redujo dramáticamente y la industria se contrajo debido a que el 90% de los fabricantes de sistemas termosolares abandonaron el mercado.

En la Industria fotovoltaica, las ventas nunca fueron muy dependientes de las deducciones fiscales, pero las compras del gobierno fueron retrasadas y los reducidos fondos R&D frenaron los esfuerzos de reducción del costo. La mayoría de las compañías petroleras que habían invertido fuertemente en la energía fotovoltaica, liquidaron o cerraron definitivamente sus operaciones. El efecto total fue un período vacío para la energía solar. Durante los 80 la industria fotovoltaica hizo grandes mejoras en el costo (los módulos hoy en día cuestan sólo un tercio de lo que se vendieron hace diez años en dólares reales) y desarrollaron una variedad de

mercados económicos. Al mismo tiempo, los 80 trajeron una renovada conciencia del impacto ambiental por la producción de energía. En particular el accidente de Chernobyl, despertó en los europeos la conciencia hacia la necesidad de generar electricidad mediante métodos más limpios y seguros. Todos estos factores se han combinado para crear un mercado fotovoltaico en expansión.

– En contra de lo que la mayoría de la gente piensa, los módulos fotovoltaicos generan más energía a bajas temperaturas. Esto debido a que los módulos realmente son aparatos electrónicos que funcionan con luz, no con calor. Como la mayoría de los aparatos electrónicos, los módulos funcionan más eficientemente en temperaturas frías. En climas templados, los módulos generan menos energía en invierno que en verano, pero esto se debe a que los días de invierno son más cortos que los de verano; además, es mayor la posibilidad de días nublados en invierno. Los módulos solares siguen generando electricidad en días nublados, sin embargo su salida disminuye. En promedio la salida varía linealmente alrededor del 10% por debajo de la intensidad normal del sol. Incluso si se instala un módulo fotovoltaico en el sitio de una ventana, sin necesidad de los rayos directos del sol, puede generar de un 50 a un 70% de su capacidad nominal. La sombra generada por una nube corresponde tan sólo a un 5 ó 10% de la intensidad del sol, por lo tanto la salida del módulo se verá disminuida proporcionalmente. Los niveles de iluminación en interiores, en una oficina con luz brillante y uniforme son dramáticamente inferiores comparados con los niveles de luz en exteriores. Los módulos fotovoltaicos están diseñados para su uso en exteriores, y generalmente no producen energía útil con estos niveles de iluminación, como son las celdas utilizadas en calculadoras, son optimizados para estas condiciones y su desempeño es pobre a la luz directa del sol.

A pesar de que un sistema fotovoltaico puede ser tan simple como un módulo y una carga (como un abanico conectado al módulo) la mayoría de los sistemas fotovoltaicos están diseñados para abastecer energía cuando se necesita, y se incluyen baterías para almacenar la energía generada por el arreglo de módulos fotovoltaicos y utilizarla posteriormente. Los sistemas con baterías requieren de aparatos electrónicos que controlen el cargado o limiten la descarga de las baterías (controladores de carga). Dado que los módulos fotovoltaicos y las baterías son equipos de corriente directa (CD), los sistemas más grandes usualmente incluyen convertidores CD/CA para proporcionar energía CA en voltajes y frecuencias estándar. Esto permite el uso de aparatos convencionales (como computadora, licuadora, TV, video, lámparas, etc.). En la parte eléctrica, aparatos de protección como diodos, fusibles, switches de seguridad y tierras físicas son requeridos para cumplir con los estándares de seguridad de la industria eléctrica. En general, los sistemas fotovoltaicos requieren de una estructura metálica para apoyar y elevar los módulos solares, y de alambrado para conectar entre sí los módulos y demás componentes.

Se dice las celdas solares son ineficientes, en realidad esto es cuestión de comparación. La moderna celda solar conocida como *single junction mass* tiene alrededor del 13% de eficiencia. Esto es un poco más de la mitad del máximo teórico de eficiencia para estos aparatos. Las celdas multijunction teóricamente pueden lograr una eficiencia de hasta un 50% y en laboratorio se ha logrado fabricar celdas con eficiencia superior al 30%. El reto es aumentar la eficiencia y a la vez reducir el costo.

En vista de que el "combustible" es gratis (el sol) la eficiencia no es problema limitante en los sistemas fotovoltaicos. Usualmente disponemos de un espacio más amplio del necesario para instalar nuestros equipos y generar la energía que se requiere. El costo es, en la mayor parte de los casos, el factor limitante hoy en día.

Al comparar la energía fotovoltaica con otros métodos de generación de energía, es importante utilizar el mismo punto de referencia. Tomando en consideración que los combustibles fósiles originalmente obtuvieron su energía a partir del sol, nos damos cuenta que esta energía solar fue aprovechada en menos de una fracción del 1%. En esta comparación los sistemas fotovoltaicos ganan.

En general, si ya se tiene energía eléctrica a un bajo costo, como pudiera ser la red eléctrica convencional, la energía fotovoltaica no es directamente competitiva. Por ejemplo, no tiene sentido electrificar completamente una residencia a través de energía solar en una área urbana y desconectarla de la red eléctrica convencional

(aunque técnicamente es posible y lo han hecho en sus casas algunos activistas ecológicos). Por otra parte, si la energía eléctrica no está al alcance donde se requiere, la energía fotovoltaica puede ser muy conveniente, incluso aunque la línea de energía eléctrica esté cerca. Donde se tiene la línea de electricidad presente, existen aplicaciones típicas para residencias, como puede ser iluminación decorativa o de seguridad, en donde se tendría que tender una línea de electricidad y un sistema fotovoltaico proporcionaría una alternativa a bajo costo, fácil y segura. En lugares donde no se cuenta con tendido eléctrico (cabañas de campo, por ejemplo), un sistema fotovoltaico puede ser usado para satisfacer las necesidades más comunes de electricidad (excepto calentar, lo cual puede lograrse mediante gas, madera o un sistema termosolar), y es muy competitivo con otras fuentes de electricidad.

En general, los módulos fotovoltaicos son los componentes de mayor vida en el sistema. Los módulos de máxima calidad de la serie MEGA MSX-, tienen una vida útil promedio de al menos 30 años. Están diseñados para soportar los rigores del medio ambiente, incluyendo fríos árticos, calores del desierto, humedades tropicales, vientos huracanados de más de 200 km/hra y granizo de una pulgada.

Las baterías en el mejor de los casos (siempre y cuando tengan un controlador de recarga aprobado) durarán hasta 7 años. Las pequeñas baterías de plomo ácido tienen una vida útil que ronda entre los 3 a 5 años.

Algunos tipos de módulos fotovoltaicos (los que utilizan una capa delgada de silicio, también llamados de silicio amorfo) tienen un pronóstico de disminución en su salida de potencia durante los primeros meses de operación, proceso que se reduce paulatinamente y después de un tiempo se detiene, la salida del módulo en este tiempo se torna relativamente estable. El efecto citado es relativo dependiendo de qué serie de módulos sean utilizados, de hecho, hay algunos que mantienen en un 80% de su potencia nominal, en tanto, hay otros que no experimentan esta degradación.

La cubierta superior de vidrio en los módulos es de lo más confiable y nos asegura una larga vida. Es vidrio templado de bajo contenido de hierro y laminado con una capa plástica. Esta construcción es de gran duración y alta resistencia al impacto.

Si el vidrio se hace añicos o es perforado, el módulo eventualmente fallará debido a la penetración del agua dentro de la celda solar, causando corrosión. Probablemente tome años antes de que el módulo quede totalmente desahuciado y no produzca energía. Por otra parte si el módulo es dañado severamente en alguna de las dos líneas de conexión eléctrica, entre cualquier par de celdas, estas no proporcionarán corriente y el módulo no tendrá potencia a la salida.

En conclusión con una fuerza excedida cualquier cosa se quiebra. La protección más efectiva contra el vandalismo y otras catástrofes es la adquisición de un seguro contra accidentes.

La demanda mundial de módulos fotovoltaicos.

La energía solar fotovoltaica es hoy en día mucho más que una simple tecnología no contaminante para la generación de electricidad. Esta se desarrolla mundialmente hacia un mercado creciente internacional.

La demanda de módulos fotovoltaicos aumenta mundialmente en un 15 % por año. El aumento pronosticado de la demanda anual mundial se elevará hasta el año 2010 de 90 megavatios a más de 600 megavatios. Con todo esto se aumentará sobre todo el porcentaje de exportación, el cual hace hoy día el 50 % de la producción europea. La demanda interna aumenta sobre todo ahí donde están disponibles programas de fomento económico.

Las perspectivas son el resultado de la evolución demográfica, la disponibilidad y la distribución geográfica de recursos fósiles de energía, de necesidades ecológicas y de la relación entre el precio y rendimiento de otras fuentes de energía. Para un mercado fotovoltaico creciente a largo plazo habla el hecho de que hoy día 2

billones de personas no cuentan con energía eléctrica mundialmente. La demanda de sistemas autónomos para viviendas aisladas, bombeo solar y telecomunicación representa un potencial que puede ser estimado en unos miles de megavatios de potencia.

El potencial de sistemas conectados a la red de distribución es alto. Si se considera solamente la superficie utilizable del techo de los edificios (es decir, sin las fachadas de edificios y las superficies destalonadas), se podría instalar en Alemania unos 800 km cuadrados de módulos solares con la potencia de unos 10.000 MWp. Estas instalaciones generarían 70 TWh energía eléctrica o un 15 % del consumo total en Alemania. Para los países del OECD (Organización para la Cooperación Económica y Desarrollo) se estima el potencial en unos 9.000 km cuadrados, o sea, alrededor de 1 millón de MWp.

Sistemas conectados a la red

En Europa los sistemas conectados a la red juegan un papel central. Mientras en el mercado mundial solo tienen un porcentaje de 10 % cuentan en el mercado europeo con una cuota arriba de 22 %.

La mayor parte de la corriente solar es producida hoy día por personas privadas, dueños de viviendas unifamiliares y multifamiliares, personas con perspicacia que tienen la perspectiva del futuro en sus manos. Por medio de una bonificación elevada la corriente solar puede ser competitiva ya que con una instalación así se amortizan los costos iniciales durante la vida útil. La imagen que se tenía sobre la corriente solar costosa está deformada. En la captación de energía de recursos fósiles por medio de métodos convencionales surgen considerables costos consiguientes para la salud de seres humanos y el medio ambiente a causa de las emisiones. De estos costos se hace cargo la comunidad de tal manera que no aparecen en el precio real de la corriente eléctrica convencional.

Las reivindicaciones de la población debido a la protección del medio ambiente, la protección del clima y una economía sostenible, inducen a los gobiernos nacionales y la Comunidad Europea a presentar programas de fomento. En Europa, Estados Unidos y Japón ofrecen apoyo público para pequeñas plantas de 1 a 5 kWp de potencia. En el marco de los programas para la energía fotovoltaica en los tejados se han instalado por ejemplo, alrededor de 3.000 plantas en Alemania.

Hoy día la energía solar fotovoltaica se aplica cada vez más para soluciones arquitectónicas en proyectos de construcción innovadores. Los proyectos más grandes son internacionalmente el Carissa Pains, EE.UU (6,5 MWp) y Serre, Italia (3,3 MWp). Precisamente los proyectos grandes son los que demuestran la capacidad de rendimiento de la energía fotovoltaica.

Sistemas aislados de la red

Las aplicaciones para los sistemas independientes son:

- Abastecimiento de corriente en países en vías de desarrollo sin área cubierta por la red de distribución eléctrica.
- Productos de consumo (relojes, calculadoras)
- Aplicaciones en sectores de tiempo libre.
- Sistemas profesionales para aplicaciones autónomas (telecomunicación, señalización de carreteras y autopistas).

Los sistemas independientes dominan con una cuota de 90 % del mercado mundial. La energía solar fotovoltaica muestra sus ventajas sobre todo en aplicaciones descentralizadas.

Estos sistemas son particularmente económicos en países en vías de desarrollo que gozan de una alta radiación solar. Son utilizados especialmente ahí donde no existen sistemas de redes interconectadas o donde debido a

la distancia, la conexión a la red se hace muy costosa. Hoy día tienen que vivir 2/3 de la población sin corriente eléctrica en regiones sin una infraestructura desarrollada, la demanda energética es estimada en unos 16.000 megavatios.

Sistemas independientes son particularmente atractivos para el abastecimiento de una vivienda con una potencia de 20–100Wp, así como también en sistemas más grandes para el bombeo de agua o telecomunicaciones. Para el abastecimiento de pueblos enteros se utilizan redes de corriente independientes. Estos son hoy día más económicos que los generadores pequeños de diesel, los cuales presentan costos para la producción de corriente arriba de 0,50 DM/kWh.

La corriente solar presenta un papel clave en el desarrollo económico de éstas regiones rurales. A pesar de que algunas organizaciones mundiales apoyan proyectos con energía fotovoltaica en estas regiones, son todavía necesarios modelos de financiamientos.

USOS Y APLICACIONES PARA SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR.

Agricultura.

La electricidad solar es fuente de poder para los dispositivos automatizados en puertas, el bombeo de agua destinada al consumo de ganado e incluso para proporcionar energía a las baterías que mueven el equipo de trabajo para el campo.

Alumbrado.

Los módulos fotovoltaicos proveen electricidad para una variedad importante de aplicaciones, entre las que se incluyen la iluminación de panorámicos publicitarios, el alumbrado de seguridad y para casa habitación.

Casas rurales y de campo.

El uso de electricidad solar para casas habitación en zonas alejadas de la mancha urbana aumenta rápidamente. Los módulos fotovoltaicos anticontaminantes y de bajo mantenimiento proporcionan luz, recreación y comunicación a una cantidad creciente de hogares ubicados en el medio rural de las naciones industrializadas en todo el mundo. En los países en vías de desarrollo, existe también la tendencia a utilizar la energía solar para proveer de iluminación a los habitantes de las zonas apartadas.

Empresas de Servicio.

Las aplicaciones para empresas proveedoras de servicios van desde estaciones centrales generadoras de energía fotovoltaica, hasta estructuras solares adquiridas e instaladas de acuerdo a los requerimientos de servicio de clientes remotos, como una alternativa viable para sustituir costosas líneas de energía. En este caso, la estructura solar satisface las necesidades de escuelas o casas habitación, que pagan el servicio a las empresas proveedoras.

Energía solar portátil.

En zonas geográficas de las características del Himalaya o la Antártica, los montañistas pueden reducir enormemente su carga llevando solamente una cantidad reducida de baterías recargables.

Instalaciones Remotas y Parques.

Las instalaciones remotas de muchos parques y otro tipo de instituciones que operan desde lugares apartados, con frecuencia tienen su única alternativa de electricidad en la energía solar. Los módulos fotovoltaicos

proveen electricidad para fines de iluminación, envío de información y las telecomunicaciones.

Instrumentación, telemetría.

Una gran cantidad de dispositivos computarizados y movidos a través de energía fotovoltaica son utilizados para trabajos de telemetría. Se usan para aplicaciones tan diversas como medición y monitoreo en la industria de gas y combustible; y en los aeropuertos sirven para monitorear las condiciones meteorológicas y la dirección y velocidad del viento.

Irrigación y Bombeo de agua.

Los módulos fotovoltaicos también pueden ser utilizados en la generación de energía para sistemas de bombeo, que proveen agua potable y de riego en amplias zonas lo mismo en países desarrollados que en vías de desarrollo. Los paneles de módulos solares representan una alternativa más limpia, silenciosa y de bajo costo ante los sistemas convencionales de energía diesel.

Medicina.

A través de los sistemas de energía solar, los centros médicos ubicados en zonas apartadas de las zonas urbanas de todo el mundo, tienen en la actualidad herramientas adicionales para alumbrado, esterilización y refrigeración de antídotos, vacunas y medicamentos. Lo anterior facilita el tratamiento efectivo de enfermedades y padecimientos para poder salvar vidas.

Protección catódica.

En la industria petrolera y del gas, los módulos diseñados específicamente para protección catódica, proveen de una alternativa económica y confiable para dar mantenimiento a miles de kilómetros de tubería sumamente costosa.

Recreación.

Las actividades recreativas han logrado importantes mejorías gracias a la energía solar para alumbrado, asistencia a la navegación y mantenimiento de las baterías para el funcionamiento de aparatos de radio y televisión.

Sistemas de Seguridad.

En cualquier parte que se necesite la electricidad, pueden establecerse módulos diseñados especialmente para satisfacer requerimientos múltiples y complejos. Un ejemplo de este tipo es el que aparece en la fotografía: en el Mar Adriático, el sistema provee de energía para los equipos de transmisión de información, la estación repetidora y los detectores de fuego y humo; también a los dispositivos de alumbrado, de asistencia a la navegación y de emergencia.

Telecomunicaciones.

Desde la parte más alta de la Cordillera de los Andes hasta los sitios más remotos de la geografía australiana, los sistemas fotovoltaicos autónomos representan un medio económico y confiable para ampliar las redes de telecomunicaciones mundiales hacia nuevos sitios y más personas.

Transporte.

Está comprobado que los módulos fotovoltaicos resultan indispensables para proveer energía a los

mecanismos remotos de señalamiento en la transportación terrestre, marítima y aérea. Las aplicaciones incluyen señales ferroviarias, iluminación para faros y boyas flotantes para asistencia a la navegación, además de las comunicaciones en entrenamientos tácticos de aviación y radares para control del tráfico aéreo.

Guía Técnica para instalación de módulos fotovoltaicos.

¿De qué tamaño tiene que ser un sistema de energía solar?

Para determinar el tamaño adecuado de un sistema de energía solar, es necesario conocer cuál será el consumo de corriente.

A continuación mencionamos los cuatro pasos que deben seguirse para descubrir cuál será el tamaño más adecuado de su sistema, de acuerdo a sus requerimientos particulares:

- Calcular el consumo total en watts, en base a las aplicaciones de energía y sus consumos de corriente.
- Balancear el sistema fotovoltaico según el consumo de watts–horas en cada aplicación y determinar cuántas horas se usa cada aplicación por día
- Buscar la latitud geográfica del área donde se instalará el sistema con el mapa de radiación solar; ésto permitirá estimar la producción de corriente al día.
- Con la información de los pasos 2 y 3 se puede determinar el tamaño adecuado para su sistema de energía solar.

¿Dónde instalar su sistema de energía solar?

Es de gran importancia elegir el sitio perfecto para instalar sus módulos fotovoltaicos. Para que den la eficiencia más alta, se requiere instalar los módulos en un lugar con luz directa del sol por un tiempo más largo posible. Cada objeto que puede provocar sombra a la superficie del módulo reduce la potencia del módulo. El módulo tiene que ser instalado con la superficie en dirección sur.

Hechos muy importante a saber son:

- ¡Sí!, un módulo fotovoltaico puede generar energía en días nublados también.
- La elevación del lugar donde se instala no tiene ninguna relación con la eficiencia del sistema.

Si usted escoge un lugar para los módulos, asegúrese que tienen luz directa a las superficies de los módulos. La luz filtrada a través del follaje de los árboles u otras cosas, va a disminuir mucho la eficiencia del módulo. La sombra de una red de alumbrado puede bajar la eficiencia hasta en un 20%.

Instalación de los módulos fotovoltaicos

La instalación de los módulos se hace con preferencia en un sitio afuera del camino principal, como el techo, por ejemplo.

Otra posibilidad para montar los módulos es una pared con un lado expuesto al sol.

Si su casa recibe mucha sombra, se puede montar el módulo afuera de la casa, en un poste. Asegúrese de que se mantiene al menos un espacio de una pulgada entre el módulo y el soporte para que se mantenga un flujo de aire.

El ángulo de inclinación

Los módulos fotovoltaicos siempre tienen que ajustar sus superficies hacia el sur.

Con la siguiente tabla se puede descubrir el ángulo perfecto de acuerdo con su ubicación. Un ángulo más pequeño significa que el módulo está puesto plano, un ángulo más grande se deduce en el hecho que el módulo está puesto más vertical.

A continuación, aparece la tabla de ángulos de inclinación:

Su altitud en grados	El ángulo de inclinación
0 a 9 grados	15 grados
10 a 20 grados	$L + 5^\circ$
21 a 45 grados	$L + 10^\circ$
46 a 65 grados	$L + 15^\circ$
66 a 75 grados	80°
	L = latitud

Ajuste su módulo directamente al sol. Incline el módulo de tal manera que el ángulo de inclinación (de la tabla), esté correcto en la hora del mediodía. Si no quiere ajustar la instalación por cada estación del año, use el ángulo de inclinación de invierno. Este ángulo es más plano. Así su sistema estará ajustado perfectamente durante los meses de los días más cortos del año.

Los ángulos de inclinación se miden como un ángulo entre la superficie del módulo y la horizontal. Si tiene un ángulo pequeño, el módulo está puesto plano al suelo. Por otra parte, el módulo está más entercado mientras más grande es el ángulo de inclinación.

Calcule su producción de corriente por día y módulo y consulte el mapa de radiación solar y la latitud geográfica de su área de ubicación. Si conoce su latitud geográfica puede sacar el ángulo de inclinación aproximado.

¿Cómo definir el tipo y la capacidad de la batería a instalar?

El almacenaje de las baterías difiere de las convencionales automotrices. Si ha usado una batería automotriz en un sistema fotovoltaico, pudiera perder energía después de los primeros 15 ciclos de carga y descarga. Aun la mejor batería no puede durar más de 75 ciclos. Una batería automotriz está fabricada para dar arranques cortos de energía reestablecida por el alternador.

– Ciclado profundo para estabilidad de potencia: una batería de ciclado profundo puede mantener una potencia estabilizada de 300 a 1500 ciclos de carga y descarga. Es la más eficiente para almacenar y mandar energía en un sistema de fotovoltaico independiente. Las baterías de ciclado profundo tienen las placas reforzadas y están más sólidamente contruidos para soportar numerosos ciclos.

– *Capacidad de las baterías.* "Los días de autonomía" es un término usado para indicar el número de días en que puede utilizar la energía almacenada en su sistema, debido a las inclemencias del tiempo (neblina, lluvia, condiciones nebulosas), causan poca o nula actividad solar.

Típicamente, se consideran tres días de autonomía factibles en un banco de baterías. En contraste, si usted vive en zonas tropicales necesitará más días de autonomía y menos si vive en zonas desérticas.

Para calcular los días de autonomía, estime cuántos días continuos de lluvia, nieve o nublados hay en su área de ubicación. Por ejemplo, la familia de Filiberto vive en un área donde las tormentas generalmente duran de uno a tres días. El sistema de la familia de Filiberto requerirá tres días de autonomía.

Paso 1. Estimación aproximada de la capacidad de la batería.

Use esta fórmula para obtener un aproximado de la capacidad del banco en baterías:

Presupuesto de la energía ajustada por los días de autonomía. Ejemplo: 1000 watts X 3 = 3000 watts por hora, en su estimación.

Paso 2. Capacidad útil medida en watt/hora.

Usted no puede descargar sus baterías sin alguna pérdida del ciclo de vida. Usando un 70% de la descarga límite da un estimado de la batería. Use esta fórmula:

La medida de Batería útil de la familia de Filiberto sería: $3000 \text{ watts} / 0.7 = 4286 \text{ watts}$ por hora de batería útil.

Paso 3. Usted necesitará convertir la medida de la capacidad útil a amperes hora debido a que el almacenaje de energía está especificado en amperes hora no en watts hora.

Capacidad útil medida en watts horas entre el voltaje DC del sistema = Capacidad útil en amperes hora. La familia de Filiberto tiene un sistema de 24 VDC: $4286 \text{ watt hora} / 24 =$ medida de capacidad requerida por la batería.

Las baterías son el corazón de cada sistema eléctrico solar. Se recomienda adquirir la mejor batería disponible. Sólo baterías del mismo tipo, capacidad y edad (misma remesa), pueden ser puestas juntas para construir un banco de fuerza. Elija sus baterías cuidadosamente y dele a su sistema una gran y eficiente vida.

Instalación de baterías y seguridad

Usted debe proteger su batería, así el sistema funcionará bien y seguro. Mantenga las baterías alejadas de las áreas de tráfico: gente y animales. Coloque su banco de baterías en un lugar bien protegido para cubrirlo de las lluvias, nieve o escombros. Mantenga la batería ventilada.

La temperatura para el mejor desempeño de la batería es de 25°C.

En climas templados, guarde las baterías en una caja aislada fuera de su casa. El clima templado varía de 4.5°C (40°F) en invierno y 24°C (75°F) en verano.

En climas extremos, aisle sus baterías colocándolas en un recipiente sepultado.

PRECAUCION: las baterías pueden despedir gas de hidrógeno altamente inflamable cuando se están recargando. Evite colocarlas cerca de boilers, chimeneas, estufas, calentadores, muebles o cualquier lugar donde existan flamas o chispas eléctricas. Las baterías contienen ácido sulfúrico. Evite el contacto con sus ropas, piel o en los ojos. Si esto ocurre, lave sus ojos o piel con abundante agua. **ENSEGUIDA LLAME AL MEDICO.**

Para reducir el riesgo de choques eléctricos o incendio, no use joyería que sea de metal alrededor de las baterías.

Tipos de cables.

Se propone usar solamente cables de cobre en la instalación de sistemas de energía solar. Existen dos diferentes tipos de cables: sólido y trenzado.

El cable sólido es el mejor tipo para el uso en 110 VAC. Este tipo se usa para hacer la conexión desde el inversor hasta la aplicación de AC. Sin embargo, los cables sólidos no se recomiendan para el uso con DC, porque los sistemas con bajo voltaje requieren cables de diámetros más grandes. En un sistema de 12 o 24 VDC el cable sólido de diámetro grande es difícil de trenzar y tendría que ser empalmado al alambre trenzado de cada conexión.

El alambre trenzado es más flexible y debe ser utilizado en aplicaciones de 12 y 24 VDC; es fácil de instalar en conexiones de enchufes y se usa mucho en aplicaciones de tipo automotriz, lancha, y casas con bajo voltaje.

Calibre del cable.

Con el fin de garantizar un uso seguro y eficiente de su sistema se requiere escoger el cable del calibre

correcto para cada aplicación. Un cable demasiado delgado causa una resistencia inútil y el resultado es la pérdida de potencia que además puede calentarse a un nivel peligroso.

Un sistema híbrido: la solución perfecta.

La combinación de un sistema de energía solar con un generador (un sistema híbrido) podría ser una alternativa económica en vez de invertir en un sistema solar de gran autonomía. Así el sistema de energía solar no tiene que ser tan grande para que cubra la necesidad de potencia durante las horas medias y/o una gran autonomía para días con mal tiempo. Un generador de gasolina, propano o diesel en combinación con un cargador de baterías puede proveer potencia cuando los módulos fotovoltaicos no operan de manera óptima o las baterías tienen un nivel de baja carga.

Si el sistema de energía solar está dimensionado para servir en condiciones promedios, el generador puede ayudar durante las horas de uso extremo o durante un período de mal tiempo. Si las baterías están descargadas, el generador dará la potencia necesaria para las aplicaciones y además cargará las baterías.

La carga del sistema

La dimensión de un sistema de energía solar depende de la cantidad de potencia que se requiere (watts), la cantidad de tiempo en uso (horas) y la cantidad de la energía disponible del sol en el área particular (horas de sol por día). El usuario puede controlar las dos primeras variables, mientras que la tercer variable depende del sitio.

Antes de hacer el diseño para un sistema eficiente de energía solar se debe verificar cada carga y determinar cómo se puede hacer más, con un consumo menor de energía.

Cocinar, calentar y enfriar.

Los aparatos eléctricos convencionales para cocinar, así como los calentadores ambientales y de agua, usan una cantidad prohibitiva de electricidad. La estufa eléctrica consume hasta 1500 watts por cada quemador. Por eso el gas natural o propano envasado en tanques, es una alternativa más económica para cocinar.

La potencia para un horno microondas es similar a la de una estufa eléctrica, pero se puede cocinar más rápido con microondas y por eso la cantidad de kilovatio-horas no es tan grande. El gas propano y la leña son alternativas económicas para la calefacción de una casa. Un buen diseño y un aislamiento eficiente reduce la necesidad de calefacción en la casa de una manera excesiva.

El aire acondicionado necesita una capacidad extremadamente alta pero no está totalmente fuera de lo posible en un sistema de fotovoltaico. Una gran ventaja de los sistemas de enfriamiento es el hecho de que durante el período del calor el sistema fotovoltaico es capaz de proveer la mayor energía de sus de sus módulos.

Iluminación.

La iluminación de una casa necesita un estudio porque existen tantas posibilidades de diseño, tipo, dimensión y voltaje de las diferentes lámparas a instalar. La iluminación perfecta de una casa no es necesariamente ideal para otra vivienda.

La primera decisión a tomar es si la iluminación va a ser en bajo voltaje, o con el sistema convencional.

Para una casa pequeña la iluminación en corriente directa es la mejor alternativa. Se pueden instalar cables de calibres pequeños; además, el sistema no necesita un inversor, esto baja el costo.

Aparte de las lámparas convencionales existen lámparas de capacidad regular en bajo voltaje. El usuario puede seleccionar su lámpara preferida de una gran variedad tubos fluorescentes, los cuales tienen una capacidad de iluminación tres a cuatro veces mayor por watt en comparación a las lámparas de tipo incandescente.

Otras aplicaciones.

Una lavadora requiere un inversor de gran capacidad. Existen unas lavadoras que se manejan con un inversor de 1,200 watt, pero para asegurar una vida útil más larga, será recomendable usar un inversor con una capacidad de 2,000 watt o más. La lavadora necesita aproximadamente 250 watt-horas por cada carga. Existe gran variedad de pequeñas aplicaciones que tienen medios de potencia de consumo durante el uso. Son aplicaciones que requieren la potencia por poco tiempo como por ejemplo la plancha, el secador de manos, la licuadora y el tostador entre otros. Un sistema con un inversor de tamaño razonable y con suficientes baterías puede usar estas aplicaciones.

Los equipos electrónicos como aparatos de sonido, televisión, videocassettera o la computadora demandan bajas capacidades de energía y se pueden utilizar mediante sistemas pequeños.

Encuesta sobre la energía solar fotovoltaica.

Antes de comenzar a hacer este trabajo, no tenía idea de lo que era la energía fotovoltaica, después de buscar mucha información y leer harto, aprendí lo que es, sin embargo, me quedó la curiosidad por saber si yo era la única joven de mi edad que no sabía lo que es, y debido a esto, me dediqué a hacer una encuesta entre mis compañeros de primer y segundo año, para saber qué tanto saben sobre energía. Para no perjudicar a nadie, no daré nombres sino sólo respuestas.

Pregunta: ¿Qué es la energía fotovoltaica?

Rpta: *La energía para revelar las fotos.*

Rpta: *Como de voltajes.*

Rpta: *La energía producida por los fotones que desprende el sol, medidas en unidad de de volts.*

Rpta: *La energía que desprende el flash.*

Rpta: *de la luz, de la fotosíntesis.*

Rpta: *la energía de la luz.*

Rpta: *la energía de las plantas.*

Rpta: *de la luz voltaica*

Rpta: *la luz que necesitan las plantas para la fotosíntesis.*

Rpta: *la de las pilas.*

Después de realizar esta mini encuesta, me di cuenta de que la energía solar fotovoltaica es un tipo de energía muy poco conocido y por esta razón me motivé aún más a hacer este trabajo, ya que ni siquiera yo misma sabía lo que era la energía fotovoltaica, ahora sé bastante al respecto y me gustaría que esta información fuera transmitida a mucha gente ya que si realmente somos capaces de tomar conciencia ambiental, nos daremos cuenta de que el único futuro prometedor es el futuro de una sociedad industrial fotovoltaica, es decir, una sociedad que use las energías renovables, especialmente la solar, para todos, o por lo menos, para la mayoría de las aplicaciones eléctricas, ya que quizás es la única solución que le queda a este planeta.

FASat-Bravo: el microsatélite experimental que cuenta con un sistema fotovoltaico.

El FaSat–Alfa fue el primer satélite hecho por Chile que intentó salir al espacio, sin embargo, no tuvo éxito ya que no pudo desacoplarse del cohete Ciclón de Ucrania, con el que despegó desde el Cosmódromo ruso de Plesetsk el 29 de agosto de 1995.

Pese a su trágico destino, el primer satélite chileno dejó un legado científico de trabajo e investigación que permitió lanzar al espacio durante junio del año 1998 el nuevo enviado cósmico: el FASat–Bravo, una experiencia que la FACH llevó a cabo sin problemas mayores desde el cosmódromo de Baikonur.

En este nuevo satélite está contenida toda la herencia de su antecesor. Por eso es que se implementó para realizar todos los experimentos en el espacio que se habían planteado para el FASat–Alfa: transferencia de datos, sistema de imágenes terrestres, y el experimento de mayor importancia, el monitoreo de la Capa de Ozono.

El ozono es un gas que se encuentra presente en toda la atmósfera terrestre hasta 120 kilómetros de altura, aunque su mayor parte se encuentra concentrado a alturas de 20 y 50 kms. Este gas es relativamente escaso, pero es de vital importancia ya que previene que los rayos ultravioletas penetran a la Tierra. Además de absorber la radiación UV, el ozono emite una radiación calórica actuando así como un elemento regulador de la temperatura ambiente del planeta. Desgraciadamente, este gas es susceptible de ser destruido por el uso de los Clorofluoro–carbonos (CFC) que han sido usados por años en refrigeración, envases de spray y embalajes de espuma. Como producto del uso de este químico es que se produjo el conocido hoyo en la capa de ozono. Por todas estas razones es que el FASat–Bravo tiene entre sus objetivos medir la intensidad de la radiación solar ultravioleta dispersada por la atmósfera, en una banda estrecha de longitudes de onda cercanas a los 300 nanómetros (se trata de una distancia molecular que se utiliza para medir longitudes de onda. Un nanómetro corresponde a 10 elevado a menos 9 metros). Por otro lado, se ha demostrado que gracias a estas mediciones sería posible determinar la cantidad total de ozono en un amplio sector geográfico, a una altitud sobre los 25 kilómetros. Este rango de altitudes es de especial interés científico por dos razones: primero porque en él ocurre la máxima razón de mezcla del ozono (35 km.) y porque además, se espera que en esa zona (40 km.) el mayor impacto negativo sobre la disminución de la capa. Es muy importante que Chile pueda medir el espesor de la capa de ozono desde un satélite propio por varios motivos: hay que controlar, permanentemente, la intensidad y extensión geográfica del orificio en la capa para prevenir a la gente en caso de que el agujero se extienda sobre zonas densamente pobladas. De esta forma, se podrían tomar medidas preventivas con la anticipación necesaria. En segundo lugar, la medición del satélite es altamente conveniente, ya que permite cubrir un área geográfica muy extensa, mientras que las mediciones hechas desde la Tierra cubren solamente una zona en particular. Y por último, es importante que Chile pueda hacer estas mediciones por sus propios medios y que no dependa de otros países ya que fomenta necesariamente la investigación y desarrollo nacional en materia de conservación del medio ambiente.

Paneles Solares: para generar su electricidad, FASat–Bravo cuenta con un sistema fotovoltaico compuesto por cuatro paneles solares con celdas de ARSIONURO DE GALIO (GaAs). Los expertos optaron por este tipo de celda, debido a que permiten obtener un gran rendimiento y constituyen la más moderna tecnología en esta área. Cada panel solar está formado por 168 celdas de 2 x 4 centímetros. La potencia entregada por los paneles es de 35 watts y resulta insuficiente para alimentar a la plataforma y a cada uno de los experimentos, por ello, los diferentes experimentos son operados en forma alternada de acuerdo a prioridades fijadas con anterioridad. La energía eléctrica obtenida, puede ser usada directamente, y también puede ser almacenada para los períodos de eclipse, en los que el satélite no recibe la energía solar; este sistema se activa en forma automática sin intervención terrestre. Del mismo modo, el sistema de potencia se encarga de regular y acondicionar la tensión para satisfacer cada subsistema. Además, es posible aislar una zona ante una posible falla eléctrica.

RESUMEN.

Los sistemas para producción de electricidad denominados sistemas fotovoltaicos posibilitan la

transformación de la energía que contiene la radiación solar en energía eléctrica. Estos sistemas se caracterizan por un grado de autonomía respecto al clima, lugar geográfico y otros condicionantes que pocas fuentes energéticas pueden alcanzar, siendo especialmente bajo su impacto ambiental. Las localizaciones geográficas caracterizadas por recibir un alto nivel de radiación solar son las más propicias para su utilización.

Frente a las energías convencionales, la energía solar fotovoltaica presenta la característica de ser una fuente ilimitada de energía (es decir, es renovable). Se caracteriza además por su carácter ubicuo (aunque no con la misma intensidad en todos los lugares ni en todo momento), pudiendo ser aprovechada en cualquier parte de la superficie del planeta.

Esta ubicuidad posibilita un rango de aplicaciones extremadamente amplio, limitado apenas por la potencia necesaria. Esta versatilidad e independencia de la red eléctrica queda reflejada en el amplio rango de aplicaciones que puede cubrir la energía solar fotovoltaica y que representa la posibilidad de aumentar el grado de autoabastecimiento y que supone además reducir los costos de distribución para las zonas más aisladas.

La sensibilidad social con los problemas del medio ambiente y los tremendos impactos ambientales que sobre el entorno producen otras fuentes de energía (lluvia ácida, efecto invernadero, residuos radiactivos, accidentes nucleares) son otro factor que propicia su uso.

CONCLUSION.

La generación centralizada de electricidad a partir de energía solar está en desarrollo. En el concepto de receptor central, o torre de potencia, una matriz de reflectores montados sobre heliostatos controlados por computadora reflejan y concentran los rayos del Sol sobre una caldera de agua situada sobre la torre. El vapor generado puede usarse en los ciclos convencionales de las plantas de energía y generar electricidad, sin embargo, no debemos confiarnos plenamente en esto ya que también debemos pensar que algunas fuentes de energía solar, como lo es la energía hidroeléctrica y la combustión de leña (que en la década del 80 contribuyeron más del doble de la energía nuclear al suministro mundial de energía), están limitadas por la disponibilidad de lugares aptos para presas y de tierras para cultivar árboles, por lo que el desarrollo futuro de la energía solar dependerá de una amplia gama de avances tecnológicos. Debido a esto, podemos pensar que existen otros caminos, quizás el más importante de ellos es *la conservación de la energía*. Existen tres tipos de medidas para esto: el primer tipo es el llamado de *recorte*, es decir, prescindir del uso de energía. El segundo tipo es la *reforma*, que consiste en cambiar los hábitos de vida y la forma de producción de bienes y servicios. El tercer tipo de medidas implica un uso más eficiente de la energía para adaptarse a su mayor costo. Esta última alternativa es más fácil de aceptar para los gobiernos y la sociedad en general.

Hacia 1908 mucha gente se había dado cuenta de que el aumento de la eficiencia energética podía contribuir positivamente al balance mundial de energía a corto y mediano plazo, y de que la llamada conservación productiva debería considerarse una solución adicional tan importante como las fuentes de energía antes descritas. En la década de 1970 comenzaron a producirse ahorros sustanciales y parece posible aumentarlos hasta un 30% o un 40% sin afectar de modo drástico la vida humana. Hay, sin embargo, numerosos obstáculos: un importante freno para la conservación productiva es su carácter altamente fragmentado y poco espectacular, ya que exige que cientos de millones de personas tomen medidas tan prosaicas como apagar las luces cuando no las necesitamos (y aún peor aquí en Chile en la actualidad: no poder hacer uso de la electricidad a determinadas horas) o mantener una presión correcta en los automóviles. Otra barrera ha sido la económica: en 1990 el precio de la gasolina en Estados Unidos sólo era algo mayor que en 1970, si se tiene en cuenta la inflación. Ese precio es 3 veces menor que en Europa. Los precios excesivamente bajos de la energía hacen que sea difícil de convencer a la población para invertir en eficiencia energética. Un tercer obstáculo es la falta de información y subvenciones para que los consumidores energéticos realicen inversiones en conservación energética, lo cual sería de gran utilidad en este momento aquí en Chile debido a la sequía que nos afecta y que no sabemos cuándo se verá solucionada, sería bastante recomendable comenzar a utilizar

estas técnicas de aprovechamiento ya mencionadas para así no tener que vernos sometidos continuamente a los famosos apagones.

Energía solar en el espacio

Un proyecto futurista propuesto para producir energía a gran escala propone situar módulos solares en órbita alrededor de la Tierra. En ellos la energía concentrada de la luz solar se convertiría en microondas que se emitirían hacia antenas terrestres para su conversión en energía eléctrica. Para producir tanta potencia como cinco plantas grandes de energía nuclear (de mil millones de vatios cada una), tendrían que ser ensamblados en órbita varios kilómetros cuadrados de colectores, con un peso de más de 4000 t; se necesitaría una antena en tierra de 8 m de diámetro. Se podrían construir sistemas más pequeños para islas remotas, pero la economía de escala supone ventajas para un único sistema de gran capacidad.

Dispositivos de almacenamiento de energía solar

Debido a la naturaleza intermitente de la radiación solar como fuente energética durante los períodos de baja demanda debe almacenarse el sobrante de energía solar para cubrir las necesidades cuando la disponibilidad sea insuficiente. Además de los sistemas sencillos de almacenamiento como el agua y la roca, se pueden usar, en particular en las aplicaciones de refrigeración, dispositivos más compactos que se basan en los cambios de fase característicos de las sales eutécticas (sales que se funden a bajas temperaturas). Los acumuladores pueden servir para almacenar el excedente de energía eléctrica producida por dispositivos eólicos o fotovoltaicos. Un concepto más global es la entrega del excedente de energía eléctrica a las redes existentes y el uso de éstas como fuentes suplementarias si la disponibilidad solar es insuficiente. Sin embargo, la economía y la fiabilidad de este proyecto plantea límites a esta alternativa.

A lo largo del trabajo, me pude dar cuenta de que un sistema de energía solar es la solución ideal para abastecer de electricidad de una manera limpia y silenciosa a cualquier parte, en particular si no existe una conexión con la red de corriente. Si se trata de una cabaña de montaña o en el campo siempre es posible encontrar el sistema perfecto que cumple con esta necesidad.

La energía solar nos da la oportunidad de vivir en el campo con su belleza virgen, lejos de la civilización, sin renunciar a las comodidades de la vida en la ciudad y sin una prolongación costosa de la red de corriente o un generador ruidoso e indigno de confianza. Ya existen miles de casas que usan la energía solar como fuente alternativa para satisfacer sus necesidades de corriente en todo el mundo.

La energía solar es la solución perfecta para acondicionar las casas de campo con electricidad. Es más barata que hacer una prolongación de la red de corriente; es más digna de confianza y más segura. Si se hace la comparación con un generador, la solución con energía solar es silenciosa y no requiere tanto mantenimiento.

Este sistema de energía solar para la casa no hace ruido, no contamina y es muy fácil de instalar, y si está diseñado e instalado correctamente se puede disfrutar de las mismas condiciones de comodidad tanto en la ciudad como en el campo, lo único de lo que se va a prescindir si un sistema de energía solar es instalado, es del recibo mensual de la compañía de electricidad y los apagones frecuentes, especialmente en esta crisis energética en que nos encontramos debido a la sequía.

USEMOS LA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA Y VIVAMOS EN UN MUNDO MEJOR !!

BIBLIOGRAFIA.

- Enciclopedia Microsoft Encarta.
- Internet, páginas web: Energía solar fotovoltaica Solon AG.com

INDICE.

- Introducción.1
- Desarrollo: Antecedentes históricos6
- Contaminación.7
- Energía solar fotovoltaica8
- Potencia de un sistema fotovoltaico9
- ¿Cuánto cuesta un sistema fotovoltaico? 11
- ¿Es difícil de usar? ..11
- ¿Cómo son clasificados y certificados los módulos?..12
- ¿Puede la energía solar funcionar en días nublados?..14
- La demanda mundial de módulos fotovoltaicos.17
- Sistemas conectados a la red18
- Sistemas aislados de la red..19
- Usos y aplicaciones para sistemas de energía solar FV..20
- Guía técnica para instalación de módulos FV.24
- Encuesta sobre la energía solar fotovoltaica31
- FASat-Bravo32
- Resumen..34
- Conclusión .35
- Bibliografía..38
- Indice.. 38

1



¿Cuál es la potencia de un sistema fotovoltaico???



¿Cuánto
cuesta?



¿Es difícil de usar ?

¿Puede la energía solar funcionar en días nublados?



