



El Sol emite luz visible, una forma de radiación electromagnética que nuestros ojos pueden percibir, pero también rayos infrarrojos y ultravioletas, que resultan invisibles pero cuyos efectos podemos sentir en la piel. Esta variedad de radiaciones y, sobre todo, su intensidad nos hacen comprender que el Sol es una estrella, es decir, un cuerpo celeste dotado de una potente fuente interna de energía, y no un planeta como la tierra, que se limita a reflejar la luz recibida.

Ocupa una posición periférica de nuestra galaxia, a unos 27000 años luz del centro, en torno al cual gira a una velocidad de alrededor de 225 km/s. Así pues, cumple una revolución completa en 200 o 250 millones de años (igual a 1 año cósmico).

A diferencia de la mayor parte de las estrellas de la Vía láctea, que frecuentemente pertenecen a sistemas binarios o múltiples, el nuestro es un astro solitario.

Su radio es aproximadamente de 690000 km, más de cien veces superior al radio terrestre, pero de todas formas es una estrella bastante pequeña en comparación con súper gigantes como Betelgeuse, en Orión, que tiene un radio 1100 veces mayor. Pero existen estrellas de dimensiones todavía mas reducidas. Por su elevada temperatura interior (15 millones de grados), se puede afirmar que el Sol está constituido de gases ionizados.

El aprovechamiento de la energía solar parece ser la alternativa más prometedora, pues permite diversas formas de captación y transformación. Así, las células fotovoltaicas convierten la luz solar en energía eléctrica; los colectores absorben calor directamente y lo transfieren a otro medio como el agua; las centrales heliotérmicas utilizan baterías de espejo para concentrar los rayos, solares sobre un colector central, donde se forma el vapor que acciona la turbina generándose electricidad.

Ahora bien, la capacidad de los rayos solares se encuentra muy disminuida en la superficie terrestre, por lo que se están realizando investigaciones sobre la posibilidad de sintetizar inmensos paneles que, situados en órbita geoestacionaria, radiarían la energía captada a la tierra.

La disponibilidad de los recursos energéticos es uno de los factores más importantes en el desarrollo tecnológicos de las naciones. A su vez, el desarrollo tecnológico determina la utilización de ciertos tipos de energía y, por lo tanto, la disponibilidad de ese recurso.

Los recursos energéticos son usados por el hombre para satisfacer algunas de sus necesidades básicas en forma de calor y trabajo.

Todas estas formas de energía han sido producidas por el hombre, sin embargo, existe una fuente de energía inagotable que no ha sido aprovechada al máximo; la energía solar. Este tipo de energía será estudiado a través de todo el desarrollo del trabajo.

HISTORIA DE LA OBSERVACIÓN CIENTÍFICA.

Durante la mayor parte del tiempo que los seres humanos han estado sobre la Tierra, el Sol ha sido considerado un objeto de especial importancia. Muchas culturas antiguas adoraron al Sol y muchas más reconocieron su importancia en el ciclo de la vida. Aparte de su relevancia posicional para señalar, por

ejemplo, solsticios, equinoccios y eclipses (véase Arqueología astronómica), el estudio cuantitativo del Sol data del descubrimiento de las manchas solares; el estudio de sus propiedades físicas no comenzó hasta mucho más tarde.

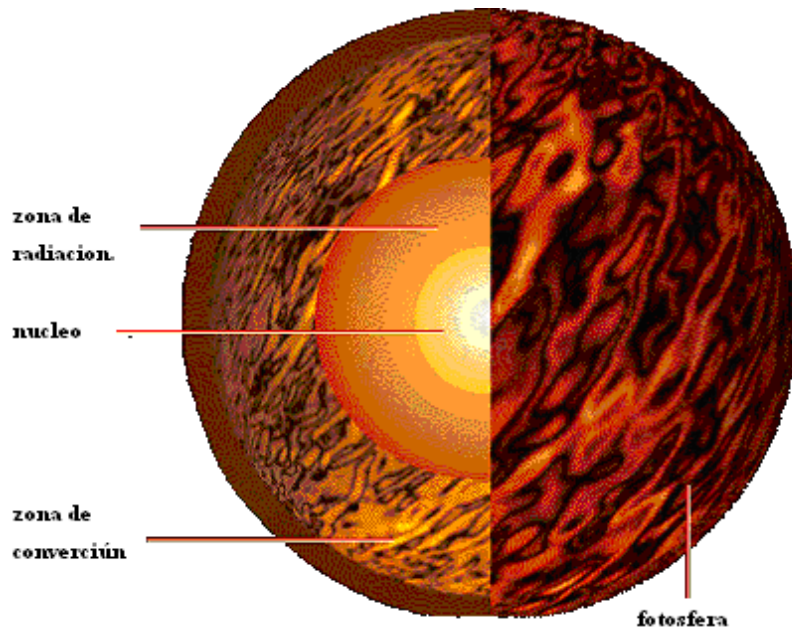
Los astrónomos chinos observaron manchas solares a simple vista ya en el año 200 a.C. Pero en 1611, Galileo utilizó el telescopio, recién inventado, para observarlas de modo sistemático. El descubrimiento de Galileo significó el comienzo de una nueva aproximación al estudio del Sol, que pasó a ser considerado un cuerpo dinámico, en evolución, y sus propiedades y variaciones pudieron ser, por tanto, comprendidas científicamente.

El siguiente avance importante en el estudio del Sol se produjo en 1814 como resultado directo del invento del espectroscopio por el físico alemán Joseph von Fraunhofer (véase Espectroscopia). Un espectroscopio divide la luz en las longitudes de onda que la componen, o colores. Aunque el espectro del Sol había sido observado ya en 1666 por el matemático y científico inglés Isaac Newton, la precisión del trabajo de Fraunhofer sentó las bases para los primeros intentos de una explicación teórica detallada de la atmósfera solar.

Parte de la radiación de la superficie visible del Sol (la fotosfera) es absorbida por el gas, algo más frío, que hay sobre ella. Sin embargo, sólo se absorben longitudes de onda de radiación particulares, que dependen de las especies atómicas presentes en la atmósfera solar. En 1859, el físico alemán Gustav Kirchhoff demostró que la falta de radiación en ciertas longitudes de onda del espectro solar de Fraunhofer se debía a la absorción de radiación por átomos de algunos de los mismos elementos presentes en la Tierra. Con esto, no sólo demostró que el Sol está compuesto de materia común, sino que también planteó la posibilidad de obtener información detallada sobre los objetos celestes mediante el estudio de la luz emitida por ellos. Éste fue el comienzo de la astrofísica.

El progreso en el conocimiento del Sol ha continuado gracias a la habilidad de los científicos para hacer observaciones nuevas o mejorar las anteriores. Entre los avances en instrumentos de observación que han influido de forma significativa en la física solar están el espectroheliógrafo, que mide el espectro de los rasgos solares individuales; el coronógrafo, que permite el estudio de la corona solar sin eclipses, y el magnetógrafo, inventado por el astrónomo estadounidense Horace W. Babcock en 1948, que mide la fuerza del campo magnético de la superficie solar. El desarrollo de cohetes y satélites ha permitido a los científicos observar la radiación en longitudes de onda no transmitidas a través de la atmósfera de la Tierra. Entre los instrumentos desarrollados para su uso en el espacio se encuentran los coronógrafos, los telescopios y los espectrógrafos sensibles a una radiación ultravioleta extrema y a los rayos X. Los instrumentos especiales han revolucionado el estudio de la atmósfera exterior al Sol.

COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA



Interior del Sol Entre las regiones del Sol están el núcleo, la zona de radiación, la zona de convección y la fotosfera. Los gases del núcleo son unas 150 veces más densos que el agua y alcanzan temperaturas de 16 millones de grados centígrados. La energía del Sol se produce en el núcleo mediante la fusión de los núcleos de hidrógeno en núcleos de helio. En la zona de radiación, la radiación electromagnética fluye hacia el exterior en forma de calor, y los gases son tan densos como el agua. Esta zona es más fría que el núcleo, con unos 2,5 millones de grados centígrados. En la zona de convección, movimientos de gases sacan fuera la energía del Sol. La zona de convección es ligeramente más fría (unos 2 millones de grados centígrados) y 10 veces menos densa que el agua. La fotosfera es más fría en unos 5.500 °C y mucho menos densa (una millonésima de la densidad del agua). La turbulencia de esta región es visible desde la Tierra en forma de manchas solares, erupciones y pequeñas bolsas de gas llamadas gránulos.

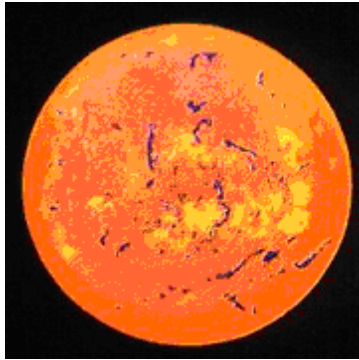
La cantidad total de energía emitida por el Sol en forma de radiación es bastante constante, y no varía más que unas pocas décimas de un 1% en varios días. Esta energía se genera en las profundidades del Sol. Al igual que la mayoría de las estrellas, el Sol se compone sobre todo de hidrógeno (71%); también contiene helio (27%) y otros elementos más pesados (2%). Cerca del centro del Sol, la temperatura es de casi 16.000.000 K y la densidad es 150 veces la del agua. Bajo estas condiciones, los núcleos de los átomos de hidrógeno individuales actúan entre sí, experimentando la fusión nuclear. El resultado neto de estos procesos es que cuatro núcleos de hidrógeno se combinan para formar un núcleo de helio, y la energía surge en forma de radiaciones gamma. Una enorme cantidad de núcleos reacciona cada segundo, generando una energía equivalente a la que se produciría por la explosión de 100.000 millones de bombas de hidrógeno de un megatón por segundo. La `combustión' nuclear del hidrógeno en el centro del Sol se extiende a un 25% del radio solar.

La energía producida de esta forma es transportada a la mayor parte de la superficie solar por radiación. Sin embargo, más cerca de la superficie, en la zona de convección que ocupa el último tercio del radio solar, la energía es transportada por la mezcla turbulenta de gases. La fotosfera es la superficie superior de la zona de convección. Se pueden ver pruebas de la turbulencia en la zona de convección observando la fotosfera y la atmósfera situada encima de ella.

Las células turbulentas de la fotosfera le confieren una apariencia irregular y heterogénea. Este modelo, conocido como granulación solar, lo provoca la turbulencia en los niveles más altos de la zona de convección. Cada gránulo mide unos 2.000 km de ancho. Aunque el modelo de granulación siempre está presente, los gránulos individuales solamente duran unos 10 minutos. También se presenta un modelo de convección

mucho mayor, provocado por la turbulencia que se extiende en las profundidades de la zona de convección. Este modelo de sobregranulación contiene células que duran un día y tienen 30.000 km de ancho como media.

Manchas solares



Manchas solares Aquí vemos la superficie del Sol en falso color. Las manchas solares son amarillas, aunque normalmente serían manchas oscuras. Estas manchas suelen medir más de 30.000 km y aparecen en ciclos de 11 años. La actividad solar, incluido el desarrollo de las manchas solares, se asocia con el cambio de los campos magnéticos del Sol.

George Ellery Hale descubrió en 1908 que las manchas solares (áreas más frías de la fotosfera) presentan campos magnéticos fuertes. Una mancha solar común tiene una densidad de flujo magnético de 0,25 teslas. En comparación, el campo magnético de la Tierra tiene una densidad de flujo de menos de 0,0001 teslas. Las manchas solares se suelen dar en parejas, con las dos manchas con campos magnéticos que señalan sentidos opuestos. El ciclo de las manchas solares, en el que la cantidad de manchas solares varía de menos a más y vuelve a disminuir al cabo de unos 11 años, se conoce por lo menos desde principios del siglo XVIII. Sin embargo, el complejo modelo magnético asociado con el ciclo solar sólo se comprobó tras el descubrimiento del campo magnético del Sol.

De las parejas de manchas solares del hemisferio norte, la mancha que guía a su compañera en la dirección de rotación tiene un campo magnético en sentido opuesto al de la mancha solar dominante del hemisferio sur. Cuando comienza un nuevo ciclo de 11 años, se invierte el sentido del campo magnético de las manchas solares dominantes de cada hemisferio. Así pues, el ciclo solar completo incluyendo la polaridad del campo magnético, dura unos 22 años. Además, las manchas solares se suelen dar en la misma latitud en cada hemisferio. Esta latitud varía de los 45 a los 5° durante el ciclo de las manchas solares.

Como cada mancha solar dura como mucho unos pocos meses, el ciclo solar de 22 años refleja los procesos asentados y de larga duración en el Sol y no las propiedades de las manchas solares individuales. Aunque no se comprenden del todo, los fenómenos del ciclo solar parecen ser el resultado de las interacciones del campo magnético del Sol con la zona de convección en las capas exteriores. Además, estas interacciones se ven afectadas por la rotación del Sol, que no es la misma en todas las latitudes. El Sol gira una vez cada 27 días cerca del ecuador, pero una vez cada 31 días más cerca de los polos.

¿Qué es la energía solar?

La energía solar es la energía radiante producida en el Sol como resultado de reacciones nucleares de fusión que llegan a la Tierra a través del espacio en cuantos de energía 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 medio

es de unas 2 cal/min/cm².

El Sol, en concreto la radiación solar interceptada por la tierra en su desplazamiento a su alrededor, constituye la principal fuente de energía renovable a nuestro alcance. Nuestro planeta recibe del Sol la asombrosa cantidad de energía anual de $5,4 \times 10^{24}$ J, una cifra que representa 4.500 veces el consumo mundial de energía. Aunque es muy abundante el aprovechamiento de la radiación solar está condicionada por tres aspectos: la intensidad de radiación solar recibida por la tierra, los ciclos diarios y anuales a los que está sometida y las condiciones climatológicas de cada emplazamiento.

En general la radiación solar hace referencia a los valores de irradiación global, es decir, la unidad de energía recibida por unidad de superficie en un tiempo determinado. Estos valores normalmente hacen referencia a la energía que proviene directamente del disco solar (radiación directa) y la energía que, difundida por la atmósfera, puede llegar al

100% de la global.

La radiación solar es una forma de energía de baja concentración, fuera de la atmósfera, la intensidad de radiación oscila entre 1.300 y 1.400 W/m². Las pérdidas en la atmósfera por absorción, reflexión y dispersión la reducen un 30%. Si las condiciones climatológicas son buenas podemos llegar a tener 1000 W/m², aunque si las condiciones son pésimas podemos tener sólo 50 W/m², por eso estamos obligados a utilizar superficies de captación grandes.

La Luz y La Energía.

La principal fuente de energía para los seres vivos del planeta es la luz solar, es decir, el conjunto de radiaciones que nos llegan del Sol y que atraviesa el espacio, primero, y después la atmósfera. No todas las radiaciones alcanzan la superficie de la tierra y menos el fondo de los océanos, ni tampoco la energía que transporta.

Más o menos la mitad del total de esas radiaciones se agrupa bajo lo que llamamos luz visible.

Además, nos llegan también rayos gamma, luz ultravioleta y luz infrarroja, entre otras.

Toda esa energía se aprovecha de diversas maneras, pero son las plantas autótrofas los principales organismos que la utilizan para sintetizar, con su ayuda y a partir de elementos o compuestos inorgánicos, materia orgánica. Los animales y los restantes organismos heterótrofos se alimentan después a partir de esa materia orgánica ya elaborada, incorporando así su cuerpo la energía solar fijada a través de los autótrofos.

Todas las energías provienen del sol:

Las energías de que disponemos en nuestro planeta, exceptuando quizás la energía nuclear de fisión, provienen del astro Rey; de esta manera la energía hidráulica, eólica, la de las mareas, los compuestos, biomasa, las energías fósiles, la geotérmica... todas estas energías provienen del Sol. Éste calienta el aire de la tierra y lo hace ascender, así se crean las corrientes de aire y el viento, $6 \cdot 10^{21}$ J de energía se producen en un año; el sol envía energía calorífica y luminosa que las plantas utilizan para sintetizar sus minerales y poder realizar los procesos de fotosíntesis, esas plantas crecen y se pueden quemar para obtener calor, o pueden quedar cubiertas de lodo y experimentar durante siglos transformaciones metamórficas para convertirse en carbón o gracias a las bacterias en gas y en petróleo, los combustibles fósiles podrían darnos unos $3 \cdot 10^{22}$ J. Al igual que con el viento, el Sol calienta el mar y da lugar gradientes térmicos, $6 \cdot 10^{18}$ J al año; calentando el mar el Sol evapora el agua que se transforma en vapor de agua, en nubes, en lluvia y en ríos, es decir, en energía mecánica o hidráulica, $35 \cdot 10^{28}$ J al año, de los cuales menos del 50% son aprovechables a lo largo del año; la energía química de pilas y demás; la biomasa, el conjunto de residuos vegetales y animales que quemados darían $3 \cdot 10^{21}$ J; las mareas, resultado de la atracción que ejercen el sol y la luna sobre la tierra y sobre el mar, 10^{18} J al año... podríamos seguir así un buen rato pero queda ya claro

que el sol es la base de la vida en nuestro planeta, que nos envía mucha energía y que es lógico que intentemos utilizarla de algún modo.

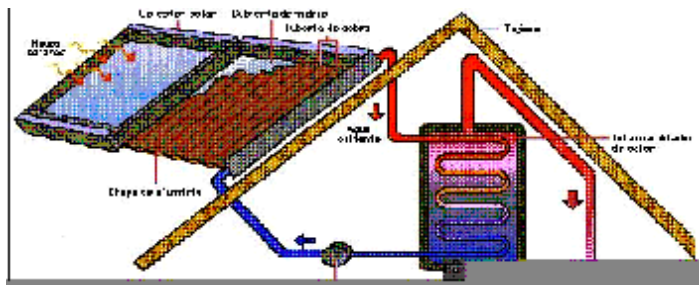
Transformación de la energía del sol:

***Energía calorífica:**

La energía solar se puede utilizar de dos formas diferentes. Como antaño hicieron griegos romanos y todos los pueblos clásicos que lo veneraron se puede utilizar la energía calorífica que nos proporciona, así pues, con colectores solares de diferentes tipos, calentadores y concentradores se puede calentar agua, aunque no a muy altas temperaturas, es decir no pueden superarse los 4000°K por lo que la energía solar no será útil a la hora de fundir metales en altos hornos etc. pero sí que algunas cosas podemos lograr, dependiendo del ingenio del diseñador y de las posibilidades tecnológicas.

Colectores de placa plana:

Los colectores de placa plana interceptan la radiación solar en una placa de absorción por la que pasa el llamado fluido portador. (Éste, en estado líquido o gaseoso, se calienta al atravesar los canales por transferencia de calor desde la placa de absorción). La energía transferida por el fluido portador, dividida entre la energía solar que incide sobre el colector y expresada en porcentaje, se llama eficiencia instantánea del colector. Los colectores de placa plana tienen, en general, una o más placas cobertoras transparentes para intentar minimizar las pérdidas de calor de la placa de absorción en un esfuerzo para maximizar la eficiencia. Son capaces de calentar fluidos portadores hasta 82°C y obtener entre el 40 y el 80% de eficiencia.

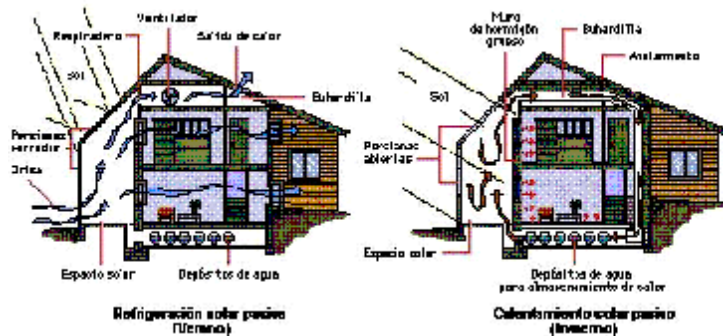


Los colectores de placa plana se han usado de forma eficaz para calentar agua y para calefacción. Los sistemas típicos para casa-habitación utilizan colectores fijos, montados sobre el tejado. En el hemisferio norte se orientan hacia el Sur y en el hemisferio sur hacia el Norte. El ángulo de inclinación óptimo para montar los colectores depende de la latitud. En general, para sistemas que se usan durante todo el año, como los que producen agua caliente, los colectores se inclinan (respecto al plano horizontal) un ángulo igual a los 15° de latitud y se orientan unos 20° latitud S o 20° de latitud N. Además de los colectores de placa plana, los sistemas típicos de agua caliente y calefacción están constituidos por bombas de circulación, sensores de temperatura, controladores automáticos para activar el bombeo y un dispositivo de almacenamiento. El fluido puede ser tanto el aire como un líquido (agua o agua mezclada con anticongelante), mientras que un lecho de roca o un tanque aislado sirven como medio de almacenamiento de energía.

Colectores de concentración:

Para aplicaciones como el aire acondicionado y la generación central de energía y de calor para cubrir las grandes necesidades industriales, los colectores de placa plana no suministran fluidos con temperaturas lo

bastante elevadas como para ser eficaces. Se pueden usar en una primera fase, y después el fluido se trata con medios convencionales de calentamiento. Como alternativa, se pueden utilizar colectores de concentración más complejos y costosos. Son dispositivos que reflejan y concentran la energía solar incidente sobre una zona receptora pequeña. Como resultado de esta concentración, la intensidad de la energía solar se incrementa y las temperaturas del receptor (llamado "blanco") pueden acercarse a varios cientos, o incluso miles, de grados Celsius. Los concentradores deben moverse para seguir al Sol si se quiere que actúen con eficacia; los dispositivos utilizados para ello se llaman heliostatos, que son unos espejos que se mueven mecánicamente o por control informatizado para reflejar la máxima cantidad de radiación solar hacia el blanco.



Hornos solares:

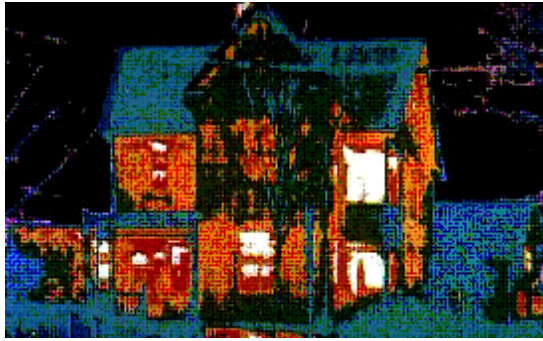
Los hornos solares son una aplicación importante de los concentradores de alta temperatura. El mayor, situado en Odeillo, en la parte francesa de los Pirineos, tiene 9.600 reflectores con una superficie total de unos 1.900 m² para producir temperaturas de hasta 4.000 °C. Estos hornos son ideales para investigaciones que requieran temperaturas altas en entornos libres de contaminantes por ejemplo, en la investigación de materiales.

Receptores centrales:

La generación centralizada de electricidad a partir de energía solar está en desarrollo. En el concepto de receptor central, o de 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.

Las casas del futuro:

A menudo se habla de las casas inteligentes, casas construidas y diseñadas especialmente para reducir el gasto energético del hogar centrándose especialmente en el ahorro energético y las pérdidas de calor. Éstas casas inteligentes, por ejemplo tienen amplios ventanales orientados hacia el sur para calentar el interior en invierno y unas persianas diseñadas para generar un espacio refrigerado en el interior en verano, todo sin gasto de energía eléctrica o fósil para calentar o enfriar. Además las paredes se construyen a partir de materiales cerámicos que en invierno guardan el calor y en verano lo expulsan además de utilizar tanques de hormigón o depósitos de agua para guardar el calor para la noche de invierno. Estos pequeños cambios en nuestra forma de vida como las casas inteligentes o utilizar cristales dobles, aislar bien la casa para evitar pérdidas etc. para no correr el riesgo de que pase como en la fotografía; harán que en un futuro el consumo mundial de energía se reduzca considerablemente y así, como un efecto dominó, la naturaleza se pueda salvar y nuestra calidad de vida sea mucho mejor. Abajo vemos la foto térmica o de microondas de una casa convencional, los colores blanco, rojo, naranja, amarillo, azul y negro, muestran en forma decreciente las pérdidas de calor de la casa en cuestión. En puntos posteriores se tratará más a fondo la arquitectura de las casas inteligentes.



Los cuerpos negros:

Como se cuenta en la introducción, y, en relación con el punto anterior, existe teóricamente lo que se llaman cuerpos negros, (cuerpos que serían capaces de absorber todas las radiaciones que incidiesen sobre él), que si se encontrasen algún día serían de un valor incalculable puesto que dispositivos como los colectores de placa plana y células solares tendrían rendimientos muy cercanos al 100% y los científicos sólo tendrían que preocuparse de como evitar pérdidas caloríficas y por resistencia eléctrica y cosas por el estilo; la crisis energética tendría solución.

***Energía eléctrica:**

Conocimientos previos:

Podríamos decir que hay tres tipos de materiales capaces de conducir la energía eléctrica: Conductores, semiconductores y superconductores.

Metales: Existen dos formas de añadir energía a un metal. A través de los electrones libres o a través de los iones. Las energías más bajas absorbidas corresponden al infrarrojo y producen el calentamiento del metal por excitación de los iones que vibran alrededor de sus posiciones medias fijas. Los electrones libres absorben los fotones de mayor energía y por ello, los metales son opacos a la radiación visible. Los metales tienen niveles energéticos que son ocupados por los electrones. Cuando la energía que se le da al metal es suficientemente grande los electrones abandonan estos niveles inferiores y se van a los superiores, cuando superan el nivel de Fermi de energía. La energía que necesita un electrón para escapar del nivel de Fermi al vacío se denomina función trabajo. Por tanto es posible calcular el número de electrones que serán excitados por una determinada energía incidente, pues sólo aquellos electrones que tienen niveles energéticos vacíos al alcance serán capaces de ganar energía. El metal se queda energía en forma de calor, como más resistencia eléctrica tenga el metal más

energía se va a quedar.

Los Conductores son los materiales usados convencionalmente en la acción de transportar la energía eléctrica. Los materiales más conocidos y usados por su baja resistividad eléctrica son el cobre, la plata, el oro y el platino. Digamos que un cable eléctrico es como un tubo que transporta agua. Dentro de este tubo hay muchas impurezas que obstruyen el paso de la corriente que hacen que se pierda energía. La corriente eléctrica funciona igual: En este caso las impurezas son los propios átomos. Éstos están colocados en estructuras más o menos cúbicas, cuando hay corriente eléctrica los electrones que viajan a través de estas estructuras a veces chocan contra los átomos del elemento haciéndolo vibrar. A estos niveles microscópicos la vibración significa calor, calor que se escapa y se pierde, energía perdida. Además como más vibran las estructuras más electrones inciden sobre los átomos, más vibran las estructuras y más se calienta el material. Si lo que se pretende es obtener calor entonces no hay problema, pero si lo que se pretende es conducir la electricidad con la mayor eficiencia posible entonces tendremos que recurrir a la ley de Ohm para evitar estas

pérdidas energéticas. Para hacer eso sencillamente se aumenta la tensión de la corriente disminuyendo la intensidad.

Semiconductores: Los semiconductores son unos materiales muy especiales que conducen mejor la electricidad que un aislante pero peor que un conductor. A bajas temperaturas se comportan como aislantes al aumentar su resistividad pero a altas temperaturas su resistividad baja espectacularmente hasta acercarse a la de los metales. Una cosa muy importante a tener en cuenta es lo que se llama energía de banda prohibida que aparece en los diodos semiconductores, que es la energía mínima necesaria para hacer pasar un electrón de un lado a otro del diodo, en puntos posteriores explicaré el funcionamiento de los diodos semiconductores. Éstos se utilizan mucho en electrónica para construir microprocesadores de señales lógicas para computadoras y ordenadores. En la fotografía puede verse un microchip que contiene centenares y miles de diodos semiconductores que realizan las funciones lógicas que se

le mandan. Tan solo mide 0.6 cm^2

Superconductores: Los superconductores son más raros aún, su característica principal es la ausencia total de resistividad eléctrica, por lo tanto son el elemento perfecto para transportar energía eléctrica puesto que no producen pérdidas por calor, el problema es que por el momento sólo se han encontrado materiales superconductores que funcionan a muy bajas temperaturas, y el coste es mucho más elevado que las pérdidas que se producen. Los superconductores se quieren utilizar para construir trenes de levitación electromagnética y monorraíles, pero por el momento el elevado coste impide la progresión de esta tecnología de los superconductores.

Podríamos comparar estos tres elementos con un río. En los materiales conductores hay un puente muy grande por el que los electrones pueden cruzar fácilmente. En los materiales semiconductores, los electrones tienen un puente que se ensancha cuando hay mucho calor y se estrecha cuando hace frío, pero sea como sea el grosor del puente, solamente pueden viajar en un sentido. Si un fotón o cuanto de luz incide sobre ellos puede darles a veces la energía necesaria para saltar el río sin necesidad de puente, los materiales dopantes del diodo semiconductor son como piedras en el río a través de las cuales los electrones también pueden cruzar lo. Más abajo explicaré esto del dopaje. Finalmente en los superconductores no hay puente ni río ni nada, los electrones pueden vagar libremente por donde quieran sin que nadie ni nada se lo impidan, sólo hay un problema que siempre tiene que hacer mucho frío.

Energía solar fotovoltaica:

Quizás el hombre en las últimas décadas (y de alguna otra forma en el último siglo) lo que ha estado buscando es transformar la energía más valiosa de las que existen en la tierra, la energía más extendida y omnipresente; en la energía que podemos transformar en todos los otros tipos que conocemos; se trata de transformar la energía solar en energía eléctrica, y de ahí en energía rotativa, cinética, electromagnética, calorífica,

luminosa... o cualquiera que queramos.

Desde que se descubrió el efecto fotoeléctrico lo único en lo que se han centrado los científicos es en conseguir los mejores rendimientos en la transformación de la energía solar por éste método, no han buscado otras formas de hacer lo mismo, pero es que a lo

peor no hay ninguno más.

La transformación susodicha se basa en la consideración de la energía luminosa como cuantos de energía llamados fotones y en la teoría cuántica de Max Planck.

El efecto fotoeléctrico ocurre cuando un material en concreto es irradiado con energía luminosa y genera corriente eléctrica. En un diodo luminoso o Led como el de la fotografía ocurren los dos efectos tanto el de crear luz con electricidad como el de crear electricidad con la luz.

Durante muchos años se ha buscado la mejor forma de generar corriente eléctrica a partir del efecto fotoeléctrico buscando materiales con estas propiedades. Parece ser que el silicio convenientemente modificado es el mejor candidato para esto. Cuando digo convenientemente modificado hablo de lo que se conoce como el dopado del silicio. Se ha descubierto que construyendo diodos semiconductores de silicio los rendimientos ascienden por encima del 30%, y.. ¿Cómo se hace esto?, Bien: Un diodo está formado, como su nombre indica por dos partes. Una parte positiva y la otra negativa en la positiva el material se encuentra falto de electrones y a la negativa le sobran. Cuando estas dos partes se unen forman lo que se llama diodo semiconductor. Las características principales de éste elemento son que la corriente eléctrica sólo puede circular hacia un sentido, por eso se llama semiconductor. Otra es que a medida que aumenta la temperatura y a diferencia de los materiales conductores el rendimiento aumenta. La última es que también produce efecto fotoeléctrico.

El silicio por sí solo no tiene ni electrones de más ni de menos, tiene cuatro electrones en la última capa y ya está, entonces... ¿Cómo se llega a tener un silicio positivo y otro negativo? Pues a través del dopado. El dopado consiste en introducir otros materiales contaminantes en menor cantidad o impurezas en un material madre como es en este caso el silicio. Así si introducimos fósforo en el silicio conseguiremos tener un electrón de más cada vez, puesto que el fósforo tiene cinco electrones en la última capa y obtendremos silicio negativo, por contra si introducimos aluminio tendremos un electrón de menos o hueco ya que el aluminio tiene tres electrones en la última capa.

Éste proceso podríamos compararlo con una mesa de billar americano. Las bolas de billar (incluida la negra) serían los electrones del silicio y los electrones sobrantes de los materiales dopantes; el tapete verde sería la línea que une el silicio positivo con el negativo; a través de los agujeros iríamos a parar a la corriente eléctrica y unos guisantes representan los fotones de la luz. Pues bien el efecto fotoeléctrico es como si cogiésemos guisantes y los hiciésemos chocar contra las bolas de billar para intentar que se desplazaran hasta el agujero o hueco más cercano e incorporarse así a la corriente eléctrica.

Dispositivos:

Hay diferentes dispositivos de conversión directa de energías solar en energía eléctrica como por ejemplo convertidores termoeléctricos, convertidores termoiónicos y los fotovoltaicos. De estos tres sólo los fotovoltaicos tienen futuro ya que los otros dos son ineficaces en aplicaciones terrestres a gran escala.

Convertidores fotovoltaicos:

Son los más avanzados de todos los convertidores de energía cuántica y constituyen el más prometedor camino hacia la potencia electro-solar. Éste proceso es llamado también proceso de fotoemisión interna. Se produce fundamentalmente por fotoemisión que posee un umbral inferior a la absorción de fotones y la luz pasa de ser luz a ser electricidad sin pasar antes por un estadio de energía térmica. A parte de las células fotovoltaicas existen otras, pero la fotovoltaica es la única que posee una absorción óptica muy alta y una resistencia eléctrica lo suficientemente baja como para poder convertir la energía solar en energía útil de modo económico. Gracias a que hay una amplia elección de semiconductores con el intervalo apropiado de absorción espectral, podemos seleccionar un material apropiado que abarque el espectro solar. Éstos semiconductores se hacen uniendo partes positivas y negativas de silicio, que actualmente es el que más rinde. Todas las células solares actuales tienen en común tres características:

1. Un absorbente óptico que convierte los fotones en pares electrón-hueco.
2. Un campo eléctrico interno que separe estas cargas.

3. Contactos en los extremos del semiconductor para la conexión con una carga externa.

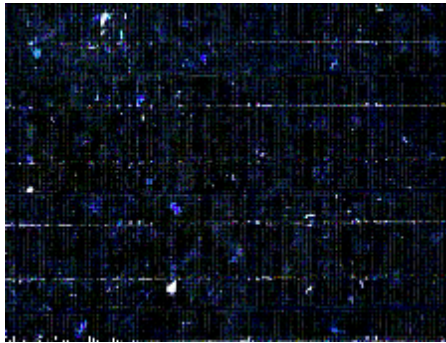
La parte de los convertidores que absorbe los fotones es el semiconductor que se elige de forma que tenga una banda prohibida similar a la del espectro solar. No podríamos coger una célula solar con un valor bajo de energía de banda prohibida aunque pareciera lo ideal para que absorbiese casi todo el espectro, pero la fuerza electromotriz de la célula está limitada por la energía de banda prohibida, y si ésta es pequeña la energía electromotriz también lo será. Es poco probable que un fotón tenga el doble de energía que el nivel de fermi por eso siempre sólo habrá un sólo par electrón-hueco por fotón

absorbido y la energía en exceso del fotón se disipa.

Hay diferentes tipos de células solares en cuanto proceso de fabricación, rendimiento y precio se refiere:

Células Monocristalinas:

Son células formadas por un sólo tipo de cristal, son bastante caras y difíciles de conseguir. A pesar de eso, consiguen unos rendimientos muy buenos, los más grandes, superiores al 30%.



Células policristalinas: Se construyen básicamente con silicio, mezclado con arsenio y galio, son un agregado de materiales, casi que es como un bizcocho: reúnes los ingredientes, los mezclas, los pones en un molde y luego en el horno a una temperatura determinada. Son más sencillas de conseguir y consiguen unos rendimientos nada despreciables (15%). No duran tanto tiempo pero son perfectas para lugares en los que por las condiciones ambientales, aunque las células sean muy duraderas se rompan

igualmente, como la alta montaña, los desiertos etc.

Células amorfas: Las más baratas, menos duraderas y con rendimientos muy bajos de alrededor de un 6% que tienden a cero con el envejecimiento. Son las utilizadas en calculadoras y aparatos por el estilo ya que la energía que proporcionan es muy baja. Se construyen a base de evaporar encima de un cristal en una cámara de efluvios el material semiconductor o foto-reactivo y colocar un par de electrodos en cada una de las unidades correspondientes.

Consumo de la energía en Venezuela:

*La energía requerida por los sectores industriales, comerciales, residenciales y de transporte como generadora de calor y fuerza motriz se considera como uso energético diferenciándolo de su rol como materia prima.

*El consumo energético final en nuestro país, demuestra que el 88% de nuestros recursos es consumido para uso energético por las plantas manufactureras energéticas y por el transporte, la baja cifra de consumo comercial residencial y otros es característico de los países como el nuestro donde no es necesaria la calefacción.

*Venezuela presenta una situación geográfica privilegiada en relación a la irradiación solar. En Mapire al sur del estado Anzoátegui hay una planta solar como ensayo para dotar de energía eléctrica a una escuela con poco consumo de energía solar.

*Por otra parte como la industria manufacturera produce solo el 165 del producto territorial bruto mientras consume 45€ de nuestros recursos energéticos.

Lo que se espera realmente es instalar ya un panel solar y empezar a ahorrar no sólo dinero, sino energía; energía que en un principio puede parecer limpia como la eléctrica... nada más lejos de la realidad puesto que la energía que consumen nuestros televisores, radiadores, equipos de música, aire acondicionado, ordenador... provienen de centrales térmicas y centrales nucleares. Las primeras contaminan directamente el aire aumentando el CO₂ en la atmósfera, un gas que es propicio para crear el efecto invernadero y que aumenta progresivamente la temperatura del planeta. La segunda es menos espectacular pero no por ello menos peligrosa, puesto que los desechos radiactivos que produce si no son bien almacenados, no sólo ensucian, sino que matan todo lo que tocan, todos los seres vivos que tocan y además todos aquellos que se los comen. Éstos residuos son peligrosos durante miles de años y pueden matarnos a

nosotros también como último eslabón de la cadena alimenticia.

La energía también nos llega desde centrales hidroeléctricas, al parecer aprovecha la energía del agua, de la fuerza de su caudal, energía renovable, pero no hay que olvidar que para construir presas se taladran montañas; y valles enteros, a veces llenos de bosques o a veces pueblos que son inundados, matando a los árboles y desalojando a sus habitantes.

En menor cantidad llega la energía desde centrales eólicas, otra de las energías limpias camufladas, que para colocar los cientos de aerogeneradores que necesita para generar energía razonable se talan hectáreas de árboles y de matorros o lo que sea, pero el ecosistema del lugar en el que se colocan muere.

Casi podríamos asegurar que no hay una sola forma de obtener energía que sea completamente limpia, ni una sola que no genere algún tipo de residuo, no hay ninguna perfecta, al menos hasta el momento, ni siquiera la energía solar fotovoltaica que intento defender, porque para hacer los paneles solares y cada una de las células hay que calentar el silicio a unas temperaturas extremadamente altas y por mucho que duren dichos paneles se tardarían no años sino décadas en recuperar la energía utilizada para

su construcción.

Por eso el futuro de la energía no se encuentra ahora, el futuro de la energía pasa por la energía solar fotovoltaica de mañana cercano y para llegar a eso tenemos que seguir experimentando para hallar un cuerpo negro o al menos casi negro y con él fabricar unas células solares con semiconductores que no sean tan difíciles ni tan costosos de construir, células con apenas pérdidas caloríficas y que se puedan construir a centenares en poco tiempo y conseguir esos esperados rendimientos del 100% o al menos un 90% y llevarlos al espacio donde la radiación que recibirían sería mucho mayor y enviar esa energía en forma de microondas a unos receptores en la tierra... ese sería el futuro, una energía limpia o casi limpia sin más residuos que los propios de construcción completamente reciclables, y reutilizables para construir más células solares, sin calentar el planeta, sin gases letales ni viciados.

Uno de los principales retos de nuestra sociedad es poder disfrutar de las ventajas del progreso y extenderlo por todo el mundo sin comprometer nuestro futuro y haciendo posible un desarrollo sostenido algún día. La tecnología tiene que ser una herramienta al servicio del hombre, que haga posible disfrutar de las nuevas posibilidades que nos ofrece el futuro y respetando nuestro entorno natural. Es nuestro deber, pues promover aquellas tecnologías que nos pueden permitir vivir mejor ahora y el día de mañana, que nos permitan dejar la herencia de un mundo limpio y lleno de posibilidades para nuestros hijos, hará que la humanidad pueda evolucionar sin ser destruida por sí misma.

* MARRERO, Levi

La Tierra y sus Recursos.

Edicion: Cultura Venezolana. 1990.

*Enciclopedia ENCARTA 2002.

*Sitios Web:

<http://www.monografias.com>

<http://www.rincondelvago.com>

<http://www.radar.com>

<http://www.yahoo.com>

<http://www.google.com>

<http://www.alipso.com>