

ECOLOGÍA II

Energía Renovable

Jorge Alejandro DelaVega Lozano
Consultor Privado, México

- Recursos de Energía Renovable.
- Valor de Nuestros Recursos Naturales.
- Energía Eólica, Solar, Oceánica.
- Geotérmica, Hidroeléctrica.
- Biomasa e Hidrógeno.

Los recursos de energía renovable, son de fácil acceso, se reaprovisionan constantemente y no afectan negativamente el medio ambiente ni la vida. Por el contrario, la energía del petróleo, carbón y gas natural, proviene de recursos combustibles fósiles no renovables, finitos. El acceso a recursos fósiles para obtener energía no renovable es difícil y costoso. Además, el uso de combustibles fósiles ocasiona daño al medioambiente y a la vida.



Introducción

Gran parte de la *energía renovable* proviene directa ó indirectamente de la luz y el calor solar: 1. El sol influye en la dirección de los vientos que son capturados para generar energía eólica. 2. El calor solar propicia la evaporación del agua en el planeta cuyo vapor se transforma en lluvia que fluye hacia ríos y lagos donde puede ser capturada en presas para generar energía hidroeléctrica. 3. La luz solar y la lluvia favorecen el desarrollo de los vegetales que contienen materia orgánica conocida como *biomasa* que puede ser utilizada para generar energía. 4. El calor de la luz solar calienta las aguas superficiales en los océanos, y la diferencia de temperaturas entre aguas superficiales y profundas en los océanos puede ser utilizada como recurso de *energía renovable*.

Sin embargo, no todos los recursos de *energía renovable* provienen del sol. La energía geotérmica proviene del calor interno en el planeta, y puede utilizarse para generar electricidad y calefacción. Las mareas en los océanos generan *energía renovable* debido al efecto gravitacional de la luna sobre la Tierra. La energía en los océanos se genera también por movimiento de las olas y mareas.

El hidrógeno es el elemento más abundante en el planeta Tierra, y es también fuente importante de *energía renovable*, presente en toda el agua y aire del planeta, así como en muchos compuestos orgánicos. El hidrógeno no se presenta naturalmente como un gas en si mismo, sino combinado siempre con otros elementos como el oxígeno que se encuentra en el agua (H₂O). Una vez separado el hidrógeno de otro elemento, puede ser utilizado como recurso de *energía renovable*. A continuación, tecnologías fundamentales para aprovechar nuestros recursos de *energía renovable*:

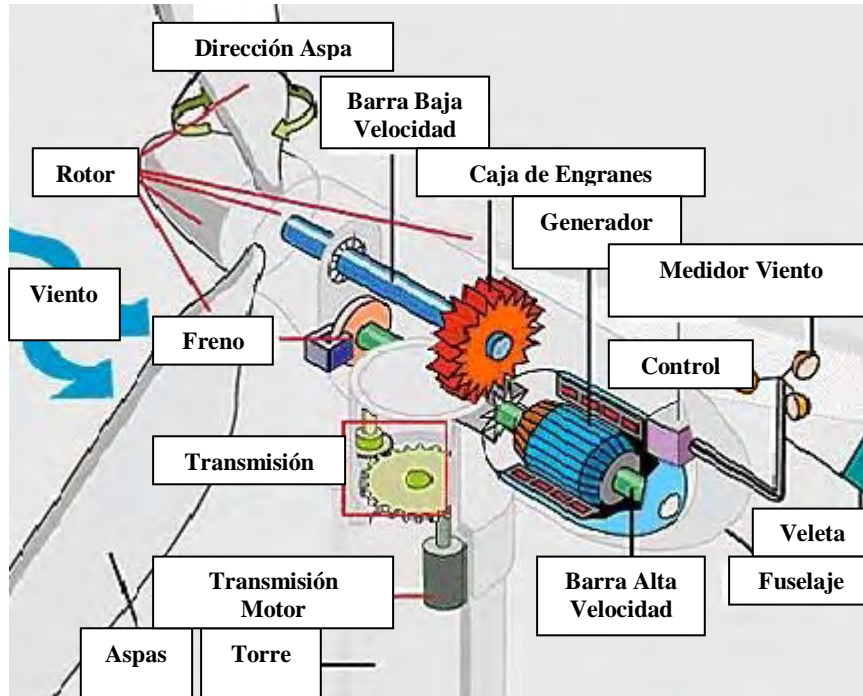
Energía Eólica



La energía eólica (viento) fue utilizada en la antigüedad para moler granos y bombear agua mediante molinos de viento. Hoy el equivalente a los molinos de viento son las turbinas de viento que se utilizan para generar electricidad. Así como los molinos de viento, las turbinas de viento son montadas en torres para capturar energía eólica. A treinta metros del suelo o más, las turbinas de viento reciben los vientos más rápidos y menos turbulentos para generar energía eléctrica. Las turbinas captan la energía del viento que hace girar sus dos ó tres aspas montadas de tal manera para formar un rotor que activa el generador para producir electricidad.

Las turbinas de viento pueden ser utilizadas ya sea en conjunto interconectadas para generar gran cantidad de electricidad; combinadas con sistemas de celdas solares; ó por si mismas en regiones rurales para bombear agua y proporcionar electricidad. Así mismo son utilizadas para mejorar el aprovisionamiento en los sistemas de distribución de energía eléctrica.

Turbina de Viento



Medidor de viento:

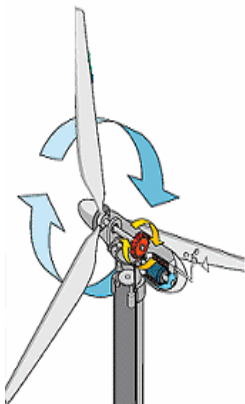
Mide la velocidad del viento y transmite los datos al controlador.

Freno:

El freno de disco puede operar de forma mecánica, eléctrica ó hidráulica para detener el rotor en caso de emergencia.

Controlador:

El controlador enciende el equipo cuando la velocidad del viento es entre 13 y 25 kilómetros por hora, y apaga el equipo cuando los vientos son mayores a 100 Kilómetros por hora. Las turbinas de viento no deben operar con vientos mayores a 100 kilómetros por hora porque se sobrecalientan los generadores.



Caja de Engranajes:

la caja de engranes conecta la Barra de Baja Velocidad con la Barra de Alta Velocidad e incrementa la velocidad rotacional desde alrededor de 30 ó 60 revoluciones por minuto (RPM) hasta 1200 y 1500 revoluciones por minuto que es la velocidad requerida por la mayoría de los generadores que producen electricidad. La caja de engranes es costosa y pesada, por esto los ingenieros exploran la posibilidad de *transmisión directa* que no requiere caja de engranes.

Barra de Alta Velocidad:

La barra de alta velocidad hace funcionar el generador.

Barra de Baja Velocidad:

El rotor hace girar la barra de baja velocidad entre 30 y 60 revoluciones por minuto.

La turbina gira mediante tres aspas de frente al viento. Turbinas de viento con dos aspas captan menos viento. Las turbinas de viento producen de 50 a 750 kilowatts. Turbinas pequeñas (menos de 50 kilowatts) se utilizan en ranchos, casas, para bombear agua, etc.

Energía Solar

1. Concentración de Energía Solar



Las plantas de energía eléctrica convencionales utilizan combustibles fósiles como recurso de calor para hervir agua cuyo vapor hace girar una turbina para activar el generador que produce la electricidad. Sin embargo, las plantas de energía eléctrica de nueva generación, están utilizando la concentración del calor solar en lugar de combustibles fósiles para obtener vapor de agua. Existen por ahora principalmente tres tipos de sistemas para concentrar el calor solar: **Parabólico, Plano y Torre.**

El Sistema Plano utiliza espejos en forma de plato que concentran calor solar dentro de un receptáculo. El calor se transfiere al fluido que se encuentra en la máquina. El calor solar hace que el fluido se expanda contra un pistón o turbina que produce energía mecánica, la cual es utilizada para activar un generador o alternador que produce electricidad.



Los Sistemas Parabólicos concentran calor solar mediante espejos rectangulares largos y curvos. Estos espejos concentran la luz y el calor solar en la tubería que se encuentra al centro de los espejos. El calor de los rayos solares calienta el aceite que fluye dentro de la tubería, el cual es utilizado para hacer hervir el agua cuyo vapor activa un generador convencional de vapor para producir electricidad.

El Sistema de Torre utiliza grandes espejos para concentrar calor solar dentro de un receptáculo que contiene sal, instalado en la cima de una torre. El calor solar funde la sal que fluye dentro del receptáculo. El calor de la sal fundida es utilizado para generar vapor y obtener electricidad mediante un generador convencional de vapor. La sal fundida retiene calor tan efectivamente que es posible almacenarlo durante días antes de ser convertido en electricidad. Esto significa que la electricidad mediante este sistema, puede ser producida en días nublados o por las noches.

2. Energía Solar Pasiva

Algunas construcciones se diseñan para aprovechar al máximo las ventajas de la energía solar, en lo que concierne a iluminación y calor. El lado sur de las construcciones recibe siempre buena parte de calor y luz solar. Por esta razón, se construyen ventanales en el lado sur de los edificios e instalaciones. Así mismo, se instalan en pisos y muros materiales que absorben energía solar. Estos pisos y muros se calientan durante el día, y dejan escapar el calor durante la noche cuando es más necesario.

En el lado sur de algunos edificios, se construyen “*espacios de sol*”, que son en realidad como los invernaderos, fabricados de materiales transparentes, a través de los cuales pasa la luz solar que calienta el espacio interior. En un diseño apropiado de “*espacios de sol*”, se instalan ventiladores y ductos para trasladar y distribuir el calor que se encuentra en el interior de los “*espacios de sol*” hacia el interior de los edificios. Estos sistemas durante la época de calor son “clausurados” mediante cortinas que disminuyen el ingreso de luz solar.

3. Energía Solar Fotovoltaica



Se utiliza para producir electricidad directamente de la luz solar. Celdas solares, denominadas fotovoltaicas, convierten la luz solar directamente en electricidad. Este tipo de celdas son utilizadas también para proporcionar energía a calculadoras y relojes. Están fabricadas de materiales semiconductores, similares a los que se usan en los "chips" de las computadoras. Cuando la luz del sol es absorbida por estos materiales, la energía solar golpea los electrones sueltos en sus átomos, lo cual les permite fluir a través de los materiales semiconductores para producir electricidad. A este proceso de convertir luz solar (fotones) en electricidad (voltaje) se le denomina *Efecto Fotovoltaico*.

La combinación de celdas solares consiste normalmente en diez módulos planos conteniendo alrededor de 40 celdas solares cada uno. Estos módulos pueden medir varios metros por cada lado, y son instalados, ya sea fijos en ángulo hacia el sol, o sobre dispositivos móviles giratorios que persiguen la luz solar durante todo el día. Varios módulos interconectados pueden ser utilizados cuando se requiere gran cantidad de electricidad.

En las películas delgadas de celdas solares, se utilizan capas de materiales semiconductores con espesor de sólo algunas micras. La tecnología de película delgada ha hecho posible duplicar la cantidad de celdas solares en un mismo espacio. Las celdas pueden ser utilizadas en la construcción de techos. Algunas celdas solares son diseñadas para operar mediante concentraciones altas de luz solar. Estas celdas solares son construidas en colectores concentradores que usan lentes para enfocar y capturar más luz del sol en las celdas. Este sistema que consiste en aprovechar tanta luz solar como sea posible, tiene ventajas y desventajas. La ventaja del sistema, es que usa poco material semiconductor que es costoso. La desventaja es que los lentes sólo funcionan bien en regiones con mucho sol.

El desempeño de las celdas solares es medido en términos de eficiencia para transformar la luz solar en electricidad. Únicamente una parte de la luz solar puede transformarse en electricidad, la otra parte es reflejada o absorbida por el material del que están fabricadas las celdas solares. Debido a esto, una típica celda solar comercial tiene una eficiencia del 15% aproximadamente. Es decir, una sexta parte de la luz solar que llega a la celda genera electricidad. De tal manera la baja eficiencia hace necesaria una mayor cantidad de celdas solares, lo cual incrementa el costo de la electricidad. Gran parte de las investigaciones han estado centradas en mejorar la eficiencia de las celdas solares. Cabe señalar que, las primeras celdas solares fueron construidas en 1950, y tenían una eficiencia menor al 4%.

4. Energía Solar para Calentamiento de Agua

Sabemos que el calor por ley física tiende a elevarse, y que las aguas poco profundas son más cálidas que las profundas. La luz solar calienta el fondo de las zonas acuáticas poco profundas. El fondo caliente transmite calor al agua. Esta es la forma natural en la que el sol calienta el agua.

En algunos sistemas, se instalan generalmente colectores solares planos en el lado sur de los techos. La mayoría de los sistemas para calentamiento de agua en construcciones, tienen dos partes principales que son: un colector y un tanque de almacenamiento. El colector plano comúnmente utilizado, es instalado en los techos, y consiste en una caja delgada rectangular con una cubierta transparente de frente al sol. Tubos interconectados dentro de la caja contienen el fluido, que puede ser agua u otra sustancia, que será calentada. Los tubos a su vez son instalados a una placa de absorción solar pintada de negro, para captar el calor de la luz solar. De este modo, el calor acumulado en el colector, calienta el fluido que pasa a través de los tubos, y a su vez el agua que se desea calentar.

Energía Hidroeléctrica



El flujo de agua que genera energía, puede ser capturado y transformado en electricidad. Esto es la hidroeléctrica ó hidroenergía. En el sistema hidroeléctrico común, se usan diques en ríos para almacenar su agua en presas. El agua de la presa fluye a través de turbinas y las hace girar. Al girar las turbinas, se activan los generadores para producir electricidad. No siempre se requieren diques para obtener energía hidroeléctrica. Algunas plantas hidroeléctricas usan únicamente un canal angosto para encausar toda el agua de un río a través de la turbina. Una microplanta hidroeléctrica puede producir suficiente electricidad para un rancho, granja o casa.

Energía de Biomasa



El ser humano ha utilizado energía de biomasa ó bioenergía desde hace miles años. Esta energía que proviene de los vegetales y sus derivados ha sido empleada desde los inicios de la humanidad para cocinar y mantener el calor corporal mediante la quema de madera principalmente. Actualmente, la madera sigue siendo el mayor recurso de energía de biomasa. Sin embargo, otros recursos de energía de biomasa pueden ser utilizados. Entre ellos el deshecho de cosechas; vegetales leñosos y aceitosos que son residuos de la agricultura y la silvicultura; y componentes orgánicos resultado del desperdicio industrial y municipal.

Incluso los gases (metano) en los depósitos de basura pueden ser recurso para obtener energía de biomasa. La biomasa puede ser utilizada para combustible, producción de energía y productos que de otra forma serían elaborados con materiales fósiles de donde se obtiene energía *no renovable*.

La quema de biomasa libera la misma cantidad de bióxido de carbono que la quema de combustibles fósiles. Sin embargo, los combustibles fósiles liberan el bióxido de carbono capturado por la fotosíntesis de los vegetales hace millones de años. Esto esencialmente agrega una "nueva" cantidad de bióxido de carbono al medio ambiente, mientras que la biomasa libera sólo el bióxido de carbono capturado por los vegetales durante su desarrollo reciente. Las principales fuentes de biomasa para obtener energía se encuentran en los residuos de los molinos de papel, desperdicios de aserraderos y basura orgánica municipal. Por otra parte, las fuentes principales para obtener bio-combustibles se encuentran en los excedentes y residuos de maíz (etanol) y soya (bio-diesel).

A diferencia de otros recursos de energía renovable, la biomasa puede ser convertida directamente en combustibles líquidos llamados bio-combustibles, que pueden ser transportados. Los bio-combustibles más comunes son, el etanol y el bio-diesel. El etanol es un alcohol como en la cerveza y el vino, elaborado mediante la fermentación de cualquier tipo de biomasa alta en carbohidratos, y se obtiene mediante proceso similar al que se lleva a cabo para fabricación de cerveza. Actualmente el etanol se fabrica de almidones y azúcares. Próximamente, el etanol podrá ser también fabricado de celulosa y hemicelulosa proveniente de materiales residuales fibrosos que constituyen la mayor parte de los vegetales. El etanol es mayormente utilizado como aditivo en la gasolina para aumentar el octanaje y reducir las emisiones de monóxido de carbono. El bio-diesel es elaborado combinando alcohol (normalmente metanol) con aceite vegetal, grasa animal ó aceite vegetal reciclado, y puede ser utilizado como aditivo, típicamente al 20%, para reducir las emisiones de gases en vehículos, ó al 100% en motores diesel como fuente *renovable* alternativa de energía.

Energía de Hidrógeno

Con hidrógeno pueden llenarse los tanques de combustible de los vehículos en lugar de usar gasolina. Es posible entubarlo para cocinar y calefacción en los hogares. También con hidrógeno se puede generar electricidad en el mismo sitio, en lugar de enviar electricidad a través de transmisión. El hidrógeno no contamina en absoluto, porque cuando se usa sólo emite vapor de agua.



Las *celdas de combustible* combinan de forma electro-química hidrógeno y oxígeno para producir electricidad, y hacen del hidrógeno un combustible universal ideal. El hidrógeno es el elemento más abundante en el planeta, porque se encuentra en toda el agua (H_2O) combinado con el oxígeno, y en el aire. Sin embargo, es necesario extraerlo del agua para transportarlo, almacenarlo y utilizarlo.

Actualmente la producción de hidrógeno se realiza a partir de gas natural, que es un combustible fósil escaso y costoso que libera bióxido de carbono. El hidrógeno tiene muy alta energía en relación con su peso, pero baja energía en relación con su volumen. Por ésta razón se requiere tecnología para almacenar y transportar el hidrógeno. En este sentido, las investigaciones tecnológicas para mejorar la eficiencia y durabilidad de las *celdas de combustible* se encuentran aún en desarrollo. Los investigadores trabajan para que el hidrógeno sea próximamente la fuente más importante de energía en el planeta.

Entre los temas de investigación se encuentran los siguientes:

- Mejorar la tecnología y materiales para las *celdas de combustible*.
- Desarrollar técnicas eficientes y competitivas, para obtener hidrógeno a partir de recursos *renovables* de energía.
- Desarrollar tecnología para estar en posibilidad de almacenar y transportar hidrógeno de forma eficiente y competitiva.

1. Celdas de Combustible

La capacidad de las *celdas de combustible* para producir energía a partir de hidrógeno y oxígeno, sin generar contaminación, es lo que las hace atractivas. Las *celdas de combustible* funcionan de manera similar a una batería que genera energía por reacción química en lugar de combustión, sólo que las *celdas de combustible* requieren suministro de hidrógeno para funcionar. Típicamente, las *celdas de combustible* constan de pequeñas celdas en capas, y diversos tipos de celdas utilizan diferentes catalizadores y electrolitos.

2. Producción de Hidrógeno

El elemento más simple y común entre nosotros en el planeta es el hidrógeno, pero este se encuentra en combinación con otros elementos. De tal manera, para que el hidrógeno sea utilizable se requiere emplear otros recursos de energía para extraerlo del agua y de otros compuestos donde se encuentra. Los siguientes son algunos de los métodos para producir hidrógeno a partir de *energía renovable*:

- **Hidrógeno Termoquímico:** Al calentar biomasa en ambiente sin oxígeno, o con oxígeno limitado, se produce una mezcla de gas que contiene hidrógeno y monóxido de carbono. De esta mezcla de gas se extrae el hidrógeno: La mezcla puede ser convertida catalíticamente para incrementar la cantidad de hidrógeno disponible mediante reacción agua-gas.

- **Hidrogeno Electrolítico:** Mediante electrólisis, de forma electroquímica es posible separar del agua (H₂O) el hidrógeno y el oxígeno.
- **Hidrógeno Electro Químico Fotovoltaico:** Se utiliza material semiconductor para generar la electricidad que se requiere en la reacción que separa el hidrógeno del oxígeno en el agua.
- **Hidrógeno Biológico Fotovoltaico:** Se investiga sobre el desarrollo de microorganismos que fermentan azúcares y celulosa para producir hidrógeno en lugar de alcohol.

El hidrógeno como recurso de *energía renovable* para generar electricidad resulta poco competitivo, porque hasta ahora es el viento la fuente de *energía renovable* más económica. Sin embargo, el hidrógeno podría ser utilizado como combustible en vehículos de transporte.

3. Almacenamiento de Hidrógeno

Debido a su baja densidad, el hidrógeno requiere gran espacio para ser almacenado y transportado. Esto evidentemente resulta impracticable en cuanto a vehículos de transporte y tanques de almacenamiento. Actualmente se comprime el hidrógeno en tanques presurizados, pero este método es aún insuficiente porque su volumen es mayor al deseado para su transporte, almacenamiento y procesamiento.

En hidrógeno líquido la densidad del combustible se duplica, pero se requiere gran cantidad de energía para disminuir su temperatura a -253°C, a fin de aumentar su densidad. Así mismo, son necesarios tanques costosos, fabricados con materiales aislante para mantener la temperatura y, aún así, el volumen hidrógeno continúa siendo mayor al deseado para su manejo.

Las investigaciones acerca del almacenamiento de hidrógeno se enfocan principalmente hacia el uso de *nano-tubos*, así como de otras formas geométricas de átomos simples de carbón (*nano-estructuras*), cuyo tamaño no es mucho mayor a las moléculas de hidrógeno, y mantienen un alto radio densidad-espacio. Es decir, alta densidad en poco espacio. Estas *nano-estructuras* tiene capacidad para absorber hidrógeno en sus superficies. Los investigadores han desarrollado la *nano-escala* cuya unidad equivale a la billonésima parte de un metro. Se investiga sobre las características de las *nano-estructuras*, principalmente *nano-tubos* de una sola pared, que pueden aumentar la capacidad de almacenamiento de hidrógeno. Este tipo de almacenamiento resulta todavía prometedor.

Energía Geotérmica

1. Uso Directo



Las reservas geotérmicas de agua caliente, se encuentran generalmente a más de dos kilómetros de profundidad bajo la superficie terrestre, y utilizando su energía directamente pueden proporcionar calefacción. Es decir, se perfora un pozo en la reserva geotérmica para obtener un flujo constante de agua caliente. El agua caliente es bombeada, entubada y controlada para ser distribuida hacia donde se requiere calefacción. Después de su uso, el agua ya fría ó tibia, es inyectada al subsuelo o utilizada en la superficie. El uso directo de esta energía para calefacción puede aplicarse para uso doméstico, industrial, municipal y en invernaderos.

2. Producción de Electricidad

La mayor parte de los sistemas para generación de electricidad requieren de vapor para producir energía eléctrica. El vapor hace girar la turbina que activa el generador productor de electricidad.

Las plantas de energía geotérmica utilizan el vapor que emana de las profundidades. De este modo se evita el uso de combustibles fósiles para calentar agua y generar vapor en la producción de electricidad.

En las plantas de energía geotérmica que trabajan con vapor seco proveniente del subsuelo en las reservas geotérmicas, entuban directamente el vapor que emana de los pozos y es dirigido hacia la unidad turbina-generador.

Otro tipo de plantas de energía geotérmica utilizan el agua, cuya temperatura sea mayor a 182°C que fluye desde los pozos hacia la superficie por su misma presión. Mientras el agua fluye, su presión disminuye, y gran parte del agua se transforma en vapor que se separa del agua para ser utilizado en la unidad turbina-generador. Los residuos de agua y vapor son inyectados al subsuelo para que el recurso sea sostenible.

En las plantas de energía geotérmica de ciclo binario se utiliza agua que se encuentra a temperaturas más bajas (107°C a 182°C). En este sistema se usa el agua caliente para hacer hervir un *fluido* que, generalmente es un compuesto orgánico con bajo punto de ebullición (amoníaco). El *fluido* es vaporizado en el intercambiador de calor y utilizado para hacer girar la turbina y activar el generador de electricidad. El agua residual es inyectada al subsuelo para ser recalentada. El *fluido* y el agua se mantienen separados durante todo el proceso. Plantas de energía geotérmica en pequeña escala tienen potencial en áreas rurales donde existen recursos de energía geotérmica.

3. Bombeo de Calor

Dentro de los primeros tres de metros de profundidad en el subsuelo, la temperatura se mantiene constante entre 10°C y 16°C. Este rango de temperatura constante en el subsuelo, es en invierno mayor, y en verano menor, al de la superficie. Mediante bombeo y distribución de temperaturas, se hace uso del rango de temperatura constante en el subsuelo, ya sea para enfriamiento ó calefacción en construcciones. El sistema consiste esencialmente de tres partes: 1. Intercambiador de calor subterráneo. 2. Bomba. 3. Ductos. El intercambiador de calor consiste básicamente en una serie de tubos enterrados en el subsuelo cerca de la construcción. Un fluido, generalmente agua y anticongelante, circula en el interior de la tubería absorbiendo ó repeliendo el calor del subsuelo. Durante invierno, la bomba toma calor del intercambiador de calor y lo bombea hacia los ductos que lo distribuyen en la construcción. En verano, la bomba toma calor del interior en la construcción y lo bombea hacia el intercambiador de calor en el subsuelo.

Energía Oceánica



Los océanos producen dos tipos de *energía renovable*: 1. Térmica, debido al calor de la luz solar. 2. Mecánica, debido a mareas y olas. Los océanos cubren 70% del planeta Tierra, y son los más grandes colectores de energía y calor solar. Sólo una pequeña parte del calor atrapado en los océanos, podría suministrar energía a buena parte del mundo. El calor del sol es mayor en la superficie que en las profundidades de los océanos. Esta diferencia entre temperaturas genera la energía térmica.

1. Energía Térmica

La energía térmica en los océanos es utilizada en diversas aplicaciones incluyendo electricidad. Hay tres sistemas de conversión para generar electricidad: ciclo abierto, ciclo cerrado e híbrido. El sistema de ciclo cerrado usa el agua tibia en la superficie del océano para vaporizar un fluido con punto de ebullición bajo, cuyo vapor hace girar la turbina y activa el generador para producir electricidad.

En ciclo abierto se hierve el agua de mar operando a baja presión para generar vapor que hace funcionar la turbina y el generador. El ciclo híbrido es la combinación de ciclo abierto y ciclo cerrado.

2. Energía Mecánica



La energía mecánica en los océanos es muy diferente a la energía térmica oceánica. Aún cuando el sol influye en todas las actividades oceánicas, las mareas son ocasionadas por la fuerza gravitacional de la luna, y las olas se forman principalmente por los vientos. De tal manera, las mareas y las olas son fuente intermitente de energía, mientras que la energía térmica en los océanos es más o menos constante. De este modo son necesarios dispositivos para obtener la energía mecánica en los océanos. Típicamente son utilizados los diques para convertir la energía de las mareas en electricidad, canalizando el agua de mar hacia turbinas que activan los generadores.

Por otra parte, se emplean básicamente tres sistemas para transformar la energía de las olas en electricidad: 1. Sistemas de canales que atrapan las olas en reservorios. 2. Sistemas flotantes que hacen funcionar bombas hidráulicas. 3. Sistemas de columnas de agua oscilantes que utilizan las olas para comprimir aire dentro de un contenedor. La energía mecánica creada por estos sistemas activan generadores ó se transfiere hacia fluidos, aire ó agua, para hacer funcionar la unidad turbina-generador.

3. Conversión de Energía Térmica

Este proceso utiliza la energía calórica almacenada en los océanos del planeta para generar electricidad. Este proceso funciona mejor cuando la diferencia entre las temperaturas del agua superficial, que es más tibia, y el agua de las profundidades, que es más fría, oscila alrededor de los 20°C. Estas condiciones de diferencia entre temperaturas, se presenta fundamentalmente en áreas costeras tropicales, entre el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio. A fin de elevar el agua fría de las profundidades oceánicas, para crear diferencia entre temperaturas, se requieren grandes bombas con tubería de gran diámetro, las cuales quedan sumergidas a profundidades oceánicas mayores a 1500 metros.

Este sistema no es nuevo, ya en el año 1881 el físico francés Jaques Arsene d'Arsonval presentó estudios para aprovechar la energía térmica de los océanos. Sin embargo, fue el discípulo de Jaques Arsene d'Arsonval, Georges Claude, quién en el año 1930 construyó en Cuba la primera planta para aprovechamiento de la energía térmica en el océano. El sistema producía 22 kilowatts mediante una turbina de baja presión. El mismo Georges Claude, en 1935, construyó otra planta a bordo de un buque carguero de 10,000 toneladas, atracado en la costa de Brasil.

4. Sistema Híbrido

Mediante el sistema híbrido mencionado, puede obtenerse agua fresca de los océanos. Una planta que genera dos megawatts de electricidad neta, puede producir alrededor de 4300 metros cúbicos (cuatro millones trescientos mil litros) diarios de agua desalinizada.

5. Energía de las Mareas



En todas las regiones costeras se presentan dos mareas altas y dos mareas bajas en un período un poco mayor a 24 horas. La energía de las mareas puede convertirse en electricidad cuando la diferencia entre marea alta y baja es de al menos cinco metros. Existen solamente alrededor de 40 regiones en el planeta donde se presenta esa diferencia en la magnitud de las mareas. Es posible también utilizar turbinas para aprovechar la energía de las mareas. Las turbinas son colocadas bajo el agua en los océanos, las corrientes oceánicas pasan a través de ellas y las hacen girar. Algunas corrientes cuya velocidad es de entre 5 y 8 nudos, pueden generar más energía que los molinos de viento (energía eólica) de alta capacidad. Esto es debido a que la densidad del agua de mar es mucho mayor que la del aire. De tal manera, las corrientes oceánicas llevan más energía que el viento.

6. Energía de las Olas



Diversos dispositivos extraen directamente energía de las olas superficiales, ó de las fluctuaciones de presión bajo la superficie oceánica. Los analistas calculan que las olas en los océanos podrían proveer hasta tres trillones de megawatts de electricidad. La energía de las olas puede ser aprovechada, ya sea mediante sistemas oceánicos ó costeros. *Los sistemas oceánicos* se instalan generalmente a una profundidad mayor a 40 metros. Estos sistemas emplean sofisticados mecanismos que aprovechan el movimiento de las olas para activar una bomba que genera electricidad. Otros sistemas oceánicos usan mangueras conectadas a flotadores que viajan con las olas. El movimiento vertical ascendente y descendente de los flotadores estira y relaja la manguera, lo cual presuriza el agua que hace girar una turbina. Por otra parte, buques plataforma especialmente diseñados, pueden también aprovechar la energía de las olas. Estas plataformas flotantes crean electricidad canalizando las olas hacia turbinas internas.

Los sistemas costeros emplean para extraer energía de las olas, procedimientos como el de la columna de agua oscilante, que consiste en una estructura de metal ó concreto, sumergida en las costas, la cual tiene una abertura hacia el mar, por debajo de la línea de agua. Esta estructura almacena una columna de aire encima de la columna de agua. Las olas al penetrar en la columna de aire, hacen que la columna de agua ascienda y descienda. Estos dos movimientos alternativos comprimen y despresurizan la columna de aire. Luego, cuando la ola se retira, el aire es jalado a través de la turbina debido a la reducción en la presión del aire.

Otro sistema consiste en un *canal angosto*, construido en arrecifes. La angostura del canal hace que las olas al llegar al canal aumenten su altura. Las olas se derraman por encima de las paredes del canal y, son captadas en un estanque donde el agua almacenada es utilizada para mover la turbina y activar el generador.

Adicionalmente, el *sistema de péndulo* consiste en una caja rectangular abierta hacia el océano por uno de sus lados donde una tapa con bisagra es instalada para que mediante la acción de las olas oscile hacia adentro y hacia afuera. El movimiento oscilante de la tapa genera energía que es aprovechada para hacer funcionar una bomba hidráulica y un generador.

Referencias: Renewable Energy Laboratory.

jdelaegal@hotmail.com