

T E M A 1

PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE LAS DISTINTAS FORMAS DE ENERGÍA

ÍNDICE

0.- Introducción

1.- Concepto y unidades de energía

2.- Formas de energía

2.1.- Energía mecánica

2.2.- Energía eléctrica

2.3.- Energía térmica

2.4.- Energía química

2.5.- Energía electromagnética o radiante

2.6.- Energía nuclear

3.- Producción de las diferentes formas de energía

3.1.- Energías no renovables

3.1.1.- Carbón

3.1.2.- Petróleo

3.1.3.- Gas natural

3.1.4.- Energía nuclear

3.1.5.- Centrales térmicas

3.1.6.- Centrales nucleares

3.2.- Energías renovables

3.2.1.- Energía hidráulica

3.2.2.- Energía solar

3.2.3.- Energía eólica

3.2.4.- Biomasa

3.2.5.- Energía geotérmica

3.2.6.- Energía oceánica

4.- Transformación de las distintas formas de energía

5.- Energías del futuro

BIBLIOGRAFÍA

- **Las fuentes de energía.** Ed. Marcombo Boixerau. Pardo Abad, Carlos J.
- **El cuaderno de la energía.** Ed. Mc-Graw Hill. Barrachina Gómez, Miguel *et. al.*
- **Tecnología Industrial I.** Ed. Edebé. 2002.
- **Tecnología Industrial I.** Ed. Santillana. Nieves Jiménez, Germán Cabrales. 1998.

0.- INTRODUCCIÓN

El hombre primitivo veía el Sol, el mar, el viento, etc. como fuerzas de la Naturaleza superiores a las que respetaba y adoraba, pero también, poco a poco fue utilizando esos recursos para dominar la Naturaleza.

La primera forma de energía térmica utilizada fue el **fuego** (cocinar alimentos, calentarse, protegerse de los animales, etc.). El hombre fue descubriendo que determinados materiales como la **madera y posteriormente el carbón**, podían utilizarse como combustibles. Después, se aprovechó la **energía animal**, lo cual, unido al descubrimiento de la **rueda**, permitió un gran ahorro de energía. Durante el Neolítico, se formaban poblados cerca de los ríos, cuya agua (**energía hidráulica**) aprovechaba el hombre para construir molinos y mover máquinas simples como norias. El aprovechamiento de la **energía del viento** (eólica) posibilitó la construcción de molinos de viento y barcos de vela. Después vino el descubrimiento de la **máquina de vapor** (Revolución Industrial) lo que supuso un gran avance en el desarrollo tecnológico, utilizando como fuente de energía el **carbón**. Con el **motor de explosión** se utilizaron combustibles como el petróleo de modo más racional suponiendo un avance importante en los medios de transporte. Actualmente, mediante la **energía nuclear** se obtienen grandes cantidades de energía a partir de materiales como **uranio o plutonio**. Además la posibilidad de utilizar nuevas fuentes de **energía alternativa** (solar, fotovoltaica, geotérmica, maremotriz, etc.) ha propiciado el desarrollo de líneas de investigación que permitirán, en el futuro garantizar el suministro de energía sin deteriorar el medio ambiente.

1.- CONCEPTO Y UNIDADES DE ENERGÍA

Energía, en un sentido amplio, es la capacidad que tiene un cuerpo para producir trabajo. El contenido energético de un cuerpo se mide por la cantidad de trabajo que puede realizar. En el Sistema Internacional la unidad de energía es el **Julio** que es el trabajo que realiza la fuerza de **1 N** cuando desplaza su punto de aplicación **1 m** en la misma dirección. En **Física Nuclear** se utiliza como unidad el **Electrón-voltio (eV)** definido como la energía que adquiere un **electrón** al pasar de un punto a otro entre los que hay una diferencia de potencial de **1 V**. En **Economía Energética** el poder combustible se mide en **kcal/kg**, toneladas equivalentes de carbón (tec), o toneladas equivalentes de petróleo (tep).

2.- FORMAS DE ENERGÍA

La energía se manifiesta de distintas formas, las cuáles se pueden clasificar del siguiente modo:

2.1.- ENERGÍA MECÁNICA

Es la energía relacionada con el movimiento y con las fuerzas que pueden provocarlo. Existen dos tipos básicos de energía mecánica:

- **Energía Cinética**. Es la energía que posee un cuerpo debido a su velocidad. Se expresa del siguiente modo: $E_c = \frac{1}{2}mv^2$.
- **Energía Potencial**. Es la energía que posee un cuerpo debido a su posición dentro de un campo vectorial (gravitatorio, magnético, eléctrico). En el campo gravitatorio, se expresa del siguiente modo: $E_p = mg\Delta h$.

La energía mecánica total de un cuerpo es la suma de la energía cinética y la potencial.

2.2.- ENERGÍA ELÉCTRICA

Es la energía que proporciona la corriente eléctrica, y se puede definir como el movimiento de electrones a través de un conductor eléctrico. Entre las características de la energía eléctrica están su fácil transformación en otras formas de energía, su fácil transporte, y que se trata de una energía limpia (no contamina).

2.3.- ENERGÍA TÉRMICA

Se basa en que las moléculas de los cuerpos se encuentran en continuo movimiento. Cuanto mayor sea este movimiento mayor energía térmica poseerán los cuerpos. Por tanto, esta energía depende de la energía mecánica de las moléculas. Esta forma de energía puede pasar de un cuerpo a otro, pudiendo ser este intercambio de las siguientes formas:

- Por Conducción. Paso del calor del cuerpo de mayor temperatura al de menor temperatura por simple contacto entre ellos.
- Por Convección. Se basa en que un cuerpo al calentarse disminuye su densidad y tiende a ascender, produciendo unas corrientes ascendentes de partículas calientes y otras descendentes de partículas menos calientes. Así, por ejemplo, el calor de los humos de la combustión en una chimenea, pueden recogerse mediante intercambiadores de calor, antes de que salgan a la atmósfera.
- Por Radiación. El paso de calor de un cuerpo a otro es debido a la radiación en forma de ondas electromagnéticas que desarrollan los cuerpos en su superficie. Así, el calor que llega a la Tierra procedente del Sol se produce por radiación.

2.4.- ENERGÍA QUÍMICA

Se produce cuando reaccionan varios productos químicos para formar otro u otros. En la Naturaleza gran parte de la energía procedente del Sol es transformada por las plantas (mediante la fotosíntesis) en energía química. También, el hombre aprovecha la energía química almacenada en los alimentos para transformarla en energía mecánica muscular.

2.5.- ENERGÍA ELECTROMAGNÉTICA

Es la propia de las ondas electromagnéticas, como la procedente del Sol. Las ondas electromagnéticas son portadoras de energía y se desplazan a la velocidad de la luz.

2.6.- ENERGÍA NUCLEAR

Es la energía almacenada en el núcleo de los átomos y aprovechada mediante las reacciones de fisión (también se puede aprovechar mediante reacciones de fusión, pero la tecnología actual no permite que sea rentable). Einstein demostró que la materia se transforma en energía en su Teoría de la Relatividad: $E = mc^2$.

3.- PRODUCCIÓN DE LAS DIFERENTES FORMAS DE ENERGÍA

Se consideran fuentes de energía los recursos existentes en la Naturaleza que, ^{por} ~~por~~ sí mismos o mediante procesos tecnológicos conocidos, proporcionan alguna forma de energía. El planeta está lleno de enormes cantidades de energía. Sin embargo, uno de los problemas que tiene planteado la Humanidad es su obtención y su transformación. De hecho, la cantidad de energía de una fuente constituye un recurso energético, pero esto no significa que se pueda emplear para obtener energía útil. Para ello tiene que ser técnicamente posible su explotación y económicamente rentable la misma. Así mismo, es preciso que la

energía útil que se obtenga del recurso sea muy superior a la consumida en su extracción y transformación. Los recursos que cumplen estos requisitos pasan a denominarse **reservas** que pueden aprovecharse para su transformación en energía útil en condiciones económicas rentables.

Según su capacidad de regeneración, las fuentes de energía se clasifican en renovables y no renovables.

- Son **fuentes de energía renovables** aquellas que la naturaleza regenera con rapidez y de las que se puede obtener energía de forma continuada (energía solar, eólica, hidráulica, de la biomasa, marina, geotérmica).
- Son **fuentes de energía no renovables** aquellas que se encuentran en la tierra en cantidad limitada y, por tanto, se agotan con su utilización (carbón, petróleo, gas natural, nuclear).

3.1.- ENERGÍA NO RENOVABLES

3.1.1.- Carbón

Los combustibles fósiles son el carbón, el petróleo y el gas natural. Según las actuales teorías todos ellos proceden de restos vegetales y otros organismos vivos que hace millones de años fueron sepultados por efecto de grandes cataclismos o fenómenos naturales y, por la acción primero de microorganismos y posteriormente por encontrarse en condiciones de altas presiones y temperaturas, se fueron formando cadenas de átomos de carbono y de hidrógeno, fundamentalmente. Estas cadenas se fueron haciendo más largas hasta formar los distintos combustibles fósiles. El carbón ha sido, entre los combustibles fósiles, el primero en utilizarse y hasta la segunda mitad del siglo XX, la fuente de energía más importante.

El carbón es una roca combustible de origen sedimentario y con un gran contenido en carbono, formada a partir de restos de vida vegetal. Los cambios que sufre el carbón a medida que se va formando proporcionan un enriquecimiento de carbono, puesto que éste permanece mientras que el resto de elementos que lo componen (oxígeno e hidrógeno) van desapareciendo. Estos cambios dependen de las condiciones de temperatura y presión, que son proporcionales a la profundidad. Por esta razón son los depósitos más profundos, que corresponden a los más antiguos, los que cuentan con los carbonos de mejor calidad. Los carbonos se clasifican en:

- **Antracita:** proviene de las eras primaria y secundaria y posee un 92 % de carbono y 8 % de componentes volátiles. Es el primer carbón que se formó y tiene un poder calorífico de 8.500 kcal/kg. Se usa para las centrales termoeléctricas.
- **Hulla:** proviene de las eras primaria y secundaria y su contenido en carbono puede llegar hasta un 85 % y un poder calorífico de 7.000-8.500 kcal/kg. Se usa en siderurgia y en centrales termoeléctricas.
- **Lignito:** proviene de las eras secundaria y terciaria y posee un contenido de 50 % de carbono y volátiles variables. Su poder calorífico puede ser de hasta unas 6.000 kcal/kg. Su principal aplicación es para la producción de energía eléctrica.
- **Turba:** llamado carbón joven, tiene un bajo contenido en carbono (aproximadamente un 50 %) y un alto índice de humedad. Su poder calorífico puede ser de hasta 1.500 kcal/kg. Se emplea en la industria química y como base para la elaboración de fertilizantes.

La explotación de los yacimiento de carbón viene condicionada por una serie de factores que determinan, desde un punto de vista económico, su aprovechamiento: profundidad, espesor de la capa de carbón, dirección y continuidad de las capas, friabilidad del carbón (tamaño de los fragmentos de carbón extraídos) y de la localización del yacimiento (costes por transporte).

La obtención de carbón a partir de sus yacimientos naturales se efectúa actualmente de 3 formas:

- Minas a cielo abierto (el carbón aflora en superficie o bajo una débil capa de suelo; la explotación aparece muy mecanizada y cómoda, obteniendo altos rendimientos; su principal inconveniente radica en el grave impacto paisajístico y medioambiental que genera el movimiento de tierras).
- Yacimientos regulares poco profundos (los filones se sitúan a 200-300 m bajo la superficie; la extracción se efectúa excavando galerías paralelas, de forma que la masa de carbón es progresivamente individualizada en cuadriláteros).
- Yacimientos de gran profundidad (se encuentran a más de 300 m bajo la superficie, y constan de galerías de 100 a 250 m de longitud paralelas a la masa de carbón).

El carbón obtenido se usa, normalmente, de forma directa en la combustión; sin embargo, puede ser modificado para determinados usos. Las técnicas de transformación son las siguientes:

- **Aglomeración.** Consiste en cortar trozos uniformes y de constitución homogénea pura. Se utiliza para uso doméstico.
- **Destilación.** Proceso que se aplica a la hulla y da lugar a su transformación en carbón de coke. Es una técnica muy usada en siderurgia.
- **Coquización.** Sólo son aptos para coquización aquellos carbones con un alto poder aglutinante y un contenido en materia volátil del 18 al 35 %, que le confieren al coke el poder calorífico necesario para fundir mineral de hierro.

3.1.2.- Petróleo

El petróleo se conoce desde hace siglos, pero es a mediados del XIX cuando comienza a tener importancia a nivel mundial, incrementándose de forma espectacular su producción, siendo pieza fundamental en la economía actual. Su uso se reparte sobre todo entre los sectores de la industria y el transporte. El petróleo bruto es una mezcla de hidrocarburos gaseosos, líquidos y sólidos. Por término medio, contiene un 83-86 % de C y un 11-13 % de H₂, además de un poco de agua y en forma de impurezas Ca, Mg, Fe, Si, Ni, ... Una de las características esenciales es su densidad ya que esto influye en los tipos de derivados. Así, los petróleos más pesados tienen una densidad comparable a la del agua o ligeramente superior; los más ligeros tienen una densidad de 3/4 partes la del agua.

El proceso de formación del petróleo es similar al del carbón. Los restos de grandes masas vegetales y de animales que vivían en las proximidades de zonas pantanosas sufrieron primero un proceso de descomposición aerobia (con aire). Posteriormente, las sucesivas capas de sedimentos depositadas sobre ellos impidieron su contacto con el oxígeno y propiciaron la descomposición anaerobia. Estos procesos, junto con la presión y el calor interno de la tierra, convirtieron la materia orgánica en hidrocarburos, que son, los componentes básicos del petróleo.

Para la obtención del petróleo se siguen los siguientes pasos. Antes de decidir la posible explotación de un pozo, se realiza la **prospección** (explotación del subsuelo encaminada a descubrir yacimientos petrolíferos a partir de mapas geológicos). Una vez decidido el lugar, se **perfora** para evaluar el tamaño y la calidad del yacimiento. Si este análisis resulta favorable, se pasa a la **extracción**. Cuando se perfora sobre la capa superior del yacimiento, la diferencia de presión libera tanto los gases como los líquidos contenidos, lo que provoca su ascensión a la superficie, que cesa cuando dicha presión ha disminuido. Los diferentes métodos de extracción son:

- **Recuperación primaria.** Se utiliza únicamente la presión natural del yacimiento, y sólo permite la extracción del crudo mientras la diferencia de presión pueda elevarlo hasta la superficie.
- **Recuperación secundaria.** Consiste en mantener la presión del pozo a un nivel óptimo el mayor tiempo posible. Se consigue inyectando el propio gas natural obtenido del depósito, e inyectando agua a presión.

- **Recuperación terciaria.** Tras la recuperación primaria y la secundaria se inyectan disolventes o se aumenta la temperatura del yacimiento mediante la combustión de oxígeno o aire. Con esto se reduce la viscosidad del crudo y le permite fluir más libremente.

Destacar el gran aumento que se está produciendo en las extracciones marítimas, las cuales se basan en un método similar al ya comentado para las terrestres.

El petróleo no es utilizado directamente, sino que requiere una serie de transformaciones antes de su consumo final. Son muchos sus productos derivados, y la calidad de cada uno depende de las características del crudo. Así, se puede obtener: productos ligeros (gasolinas, gases ligeros, naftas), productos medios (gasóleos y queroseno), productos pesados (fuelóleos y asfalto).

Los distintos procesos de transformación del petróleo y obtención de sus derivados son:

- **Destilación.** Mediante este proceso se obtienen los productos que van a ser tratados posteriormente.
- **Reformado.** Consiste en modificar la estructura molecular (por ejemplo, en las gasolinas de motores de explosión, en las que se eleva el octanaje).
- **Craqueado.** Proceso por el que se aumenta el porcentaje de gasolina y gases licuados del petróleo.
- **Síntesis.** A partir de los gases generados en los anteriores procesos se obtienen carburantes ligeros. A este proceso, junto con los de reformado y craqueado, se le denomina "conversión".
- **Depuración.** Se quitan las impurezas añadiendo, finalmente, productos químicos que aumentan la calidad del derivado.

3.1.3.- Gas natural

Es una mezcla de hidrocarburos saturados gaseosos (metano, etano, propano, butano), conteniendo también hidrocarburos líquidos (pentano, hexano) y eventualmente otros componentes (gas carbónico, óxido de carbono, hidrógeno sulfurado, ...). Aunque la composición del gas natural varía según los yacimientos, el elemento fundamental es el metano, que representa el 70-75 % del volumen total de la mezcla. El etano, propano y butano son mucho menos abundantes (pocas veces sobrepasan el 15 % de la mezcla).

La capacidad térmica del gas natural varía en función de su contenido en metano. El gas natural puede hallarse bajo 2 formas distintas en el interior de un yacimiento:

- $\frac{3}{4}$ partes de las reservas mundiales se presentan como gas libre.
- $\frac{1}{4}$ parte corresponde bien a gas asociado, bien disuelto en petróleo o como "gas tapa" (el gas forma una especie de capa separada localizada por encima de un yacimiento de petróleo).

En cuanto a su formación, se estima que debió ser anterior en algunos casos al petróleo. Pero en la mayor parte de los yacimientos, el gas sería posterior y resultaría de una división del petróleo en hidrocarburos más ligeros bajo el incremento de la temperatura y presión como consecuencia de la lenta acumulación de sedimentos en superficie. Esto explicaría la existencia de yacimientos de gas seco en determinadas regiones y de yacimientos con diversas fórmulas de asociación entre petróleo y gas según el estadio logrado por el proceso de división del petróleo antes citado.

El gas natural puede no encontrarse en los lugares de formación debido a migraciones debidas a accidentes tectónicos, a través de sedimentos acumulados por encima de la roca madre en dirección hacia la superficie, hasta encontrar una capa impermeable que haya actuado de freno. En este proceso el gas circula más rápidamente que el petróleo, lo que favorece la separación entre hidrocarburos líquidos y gaseosos.

Las posibilidades de aprovechamiento de los yacimientos de gas natural (70-75 %) son mayores a las del petróleo (30 %). Pero algunas dificultades técnicas y económicas han limitado el desarrollo del consumo de gas natural, como los elevados costes para su transporte (construcción de gaseoductos, o necesidad de licuarlo y luego gasificarlo para transportarlo por mar).

Desde un punto de vista ecológico, el gas natural es una fuente energética muy limpia, y además no requiere transformaciones ni tratamientos previos, salvo en el caso del transporte marítimo (licuación). Por esto está adquiriendo una gran importancia utilizándose en instalaciones de calefacción, usos domésticos (cocina, horno), para obtener electricidad, para cogeneración, etc.

Además del gas natural, a nivel doméstico e industrial, se ha producido un notable aumento en la demanda de gas de hulla (gas ciudad), gases licuados del petróleo (gas propano, gas butano), gas de carbón, y acetileno (C_2H_2).

3.1.4.- Energía nuclear

La energía nuclear es la energía que proviene de las reacciones nucleares o de la desintegración de los núcleos de algunos átomos. Procede de la energía almacenada en el núcleo de los mismos. Un núcleo de un átomo cualquiera tienen asociada una cantidad de energía nuclear dada la diferencia entre la energía actual del sistema cohesionado y la energía correspondiente a la suma de las masas de sus protones y neutrones si se pudieran separar unos de otros. Esta separación requiere aportar energía para vencer las fuerzas de atracción nucleares.

En principio se pensaba que la masa de un átomo sería la suma de la de todas sus partículas constituyentes. Sin embargo, la experiencia demostró que esto no era así, ya que era algo menor. Este fenómeno conocido como defecto de masa, que ocurría en todos los núcleos, fue interpretado por A. Einstein, relacionando el defecto de masa con una transformación en energía al formar el átomo. Este descubrimiento hizo pensar que en el átomo existía una fuente de energía que podría ser aprovechada. De aquí surgirían las energías de fisión y fusión.

En las reacciones de fisión se produce la desintegración de un núcleo pesado en dos más ligeros mediante bombardeo de partículas. Es lo que ocurre cuando un núcleo de uranio es bombardeado con neutrones, dividiéndose en otros más pequeños y liberando nuevas partículas, las cuales colisionan con otros núcleos y provocan una reacción en cadena en un espacio de tiempo muy breve, en el que se libera una enorme cantidad de energía.

En las reacciones de fusión, dos núcleos ligeros se funden para formar otro más pesado. Es lo que ocurre cuando un núcleo de deuterio (2_1H) y otro de tritio (3_1H), ambos isótopos del hidrógeno, se unen para formar un núcleo de helio (4_2He) con emisión de un neutrón y liberando gran cantidad de energía. Este es el proceso que tiene lugar en el Sol.

La energía que se obtiene de estos procesos es enorme, de forma que un gramo de uranio al ser sometido a un proceso de fisión libera una cantidad de energía equivalente a la combustión de tres toneladas de carbón.

El ciclo del combustible nuclear

Los combustibles nucleares se pueden definir como los materiales que permiten una reacción de fisión en cadena en un reactor nuclear. El más empleado en la mayor parte de los reactores es el uranio enriquecido, aunque también se puede emplear plutonio o torio. El proceso que sigue consta de una serie de fases:

1.- **Producción de uranio.** El mineral uranio se extrae en minas a cielo abierto o subterráneas. Una vez extraído es llevado a una serie de molinos trituradores que lo pulverizan y lo convierten en arena fina. Luego se disuelve obteniendo una mezcla de óxidos de fórmula empírica U_3O_8 , que constituye la materia prima y contiene un 85 % de uranio en peso.

2.- **Purificación.** Consiste en la concentración del mineral útil y su conversión en F_6U .

3.- **Enriquecimiento.** Hasta alcanzar una proporción cercana al 5 % de U.

4.- **Fabricación de los elementos combustibles.** Es la elaboración de las vainas metálicas que alojan pastillas cerámicas, las cuales están llenas de combustible.

5.- **Quemado de combustible en el reactor.** Generando energía durante 3-4 años.

6.- **Tratamiento de los residuos.** Se recupera el combustible no fisionado y se procede a la disminución o almacenamiento de los residuos inservibles.

En la fisión se consume un neutrón y se producen dos o tres; si se consigue que la mayoría de éstos provoquen nuevas fisiones, el proceso se acelera rápidamente, siendo éste el fundamento de la bomba atómica. Para aprovechar la energía nuclear y transformarla en energía eléctrica, esta reacción en cadena debe ser controlada por varios elementos:

- **Moderador.** Sustancia que frena los neutrones desprendidos en cada fisión, ya que sólo los lentos pueden producir una nueva división. Los moderadores más utilizados son el agua, el agua pesada (los átomos de hidrógeno están en forma de deuterio), y el carbono.
- **Refrigerante.** Sustancia que impide que el calor liberado en la reacción de fisión provoque una temperatura tal que pueda fundir el reactor. Como refrigerante se utiliza el agua, el agua pesada, el potasio, dióxido de carbono, helio, aire.
- **Barras de control.** Para controlar el proceso de fisión absorbiendo neutrones, evitando una generación excesiva de fisiones o provocando la parada del reactor. Se fabrican con materiales como el boro y el cadmio.

3.1.5.- Centrales térmicas

Se trata de instalaciones que transforman la energía térmica en energía eléctrica. El proceso es el siguiente: se produce la combustión de petróleo, carbón o gas natural, desprendiendo calor que se utiliza para obtener vapor de agua a gran presión en la caldera. Este vapor se dirige hacia la turbina la cual transmite el movimiento al eje del generador produciendo energía eléctrica. Existen dos tipos de centrales, de vapor y de gas.

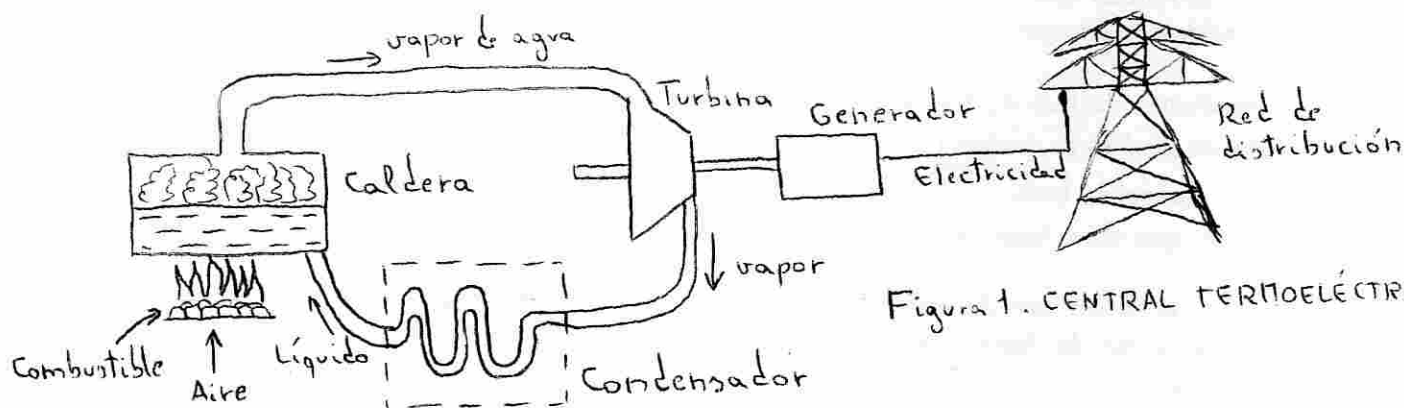


Figura 1. CENTRAL TERMOELÉCTRICA

Las centrales de vapor utilizan como combustible petróleo o carbón y su ubicación depende de la proximidad a los yacimientos de carbón o a las refinerías de petróleo. Su mayor inconveniente es la emisión de gases contaminantes (CO_2 , nitrógeno, óxidos de azufre, etc.), provocando la lluvia ácida.

temario elaborado por: J. Javier Carrillo Maza

Las centrales de gas (combustible gas natural) están formadas por un compresor (aumenta la presión del gas), la cámara de combustión, la turbina de gas y el generador. Pueden ser de ciclo abierto o de ciclo cerrado según los gases procedentes de la combustión se expulsan o no al exterior. Su rendimiento está entre el 30 y el 35 %.

3.1.6.- Centrales nucleares

Son las instalaciones donde se transforma la energía nuclear en energía eléctrica. Están formadas por los siguientes sistemas:

- **Reactor.** Es el lugar donde se encuentra el combustible radiactivo, donde se produce la reacción de fisión. Está constituido por un edificio blindado con acero y hormigón. La energía desprendida se utiliza para elevar la temperatura del refrigerante y conseguir vapor que accionará la turbina. El circuito por donde circula el refrigerante se llama circuito primario, mientras que el circuito del vapor que acciona la turbina se llama circuito secundario.
- **Turbina.** Donde se transforma la energía térmica en energía mecánica.
- **Condensador.** Toma agua fría de una fuente exterior (río, mar) para enfriar el vapor procedente de la turbina, condensándolo para volver al reactor.
- **Generador.** Transforma la energía mecánica en eléctrica.

Existen diferentes tipos de reactores nucleares; de potencia refrigerados por gas, de agua pesada, regeneradores, productores de plutonio y de agua ligera. Los más utilizados son los de agua ligera, que pueden ser de agua a presión y de agua en ebullición.

Los reactores de agua a presión (PWR) consisten en una vasija de acero dentro de la cual se encuentra el núcleo, formado por los elementos combustibles en forma de varillas, y las barras de control. Todo esto está inmerso en agua, que actúa como refrigerante y moderador. Por la parte superior de la vasija fluye el agua por la rama caliente, produciéndose el intercambio de calor y evaporando el agua de la vasija de vapor. Este vapor acciona la turbina. El refrigerante regresa a la vasija de presión por la rama fría a baja temperatura y es impulsado de nuevo hacia el núcleo por una bomba empezando el ciclo (Figura 2).

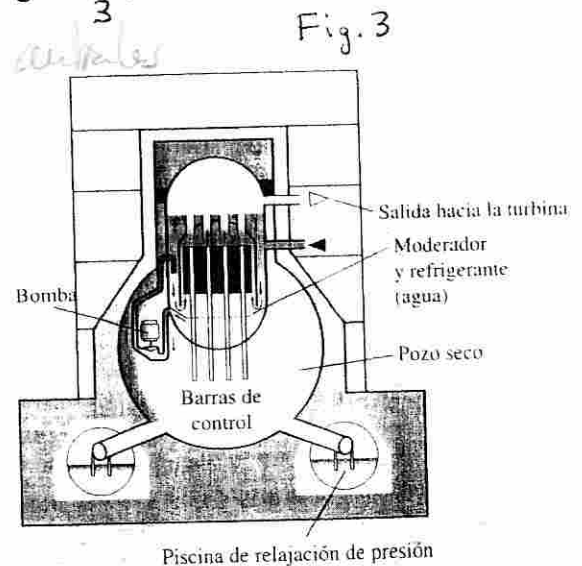
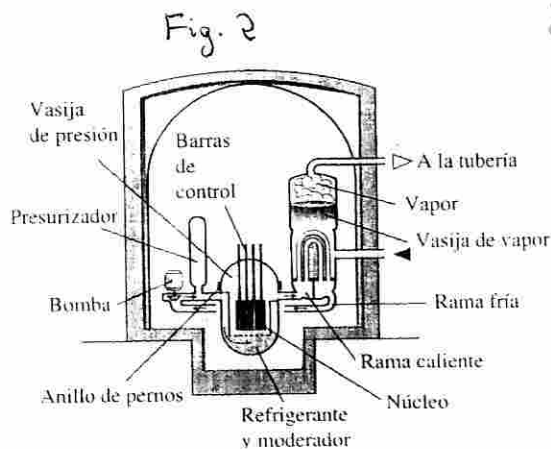
2

10% de las centrales

Los reactores de agua en ebullición (BWR) se diferencian en que el refrigerante es el que se convierte en vapor. Tiene el inconveniente de que la ebullición se produce en el interior del reactor, y el vapor, que está contaminado al haber entrado en contacto con el combustible, es el que impulsa las turbinas contaminándolas. Esto requiere unas precauciones especiales ante el peligro de parada o fallo del sistema de generación eléctrica. Su ventaja es su menor coste (Figura 3).

3

25% de las centrales



3.2.- ENERGÍA RENOVABLES

3.2.1.- Energía hidráulica

Es la energía obtenida a partir de las corrientes de agua de los ríos. El mayor aprovechamiento de esta energía se realiza en los saltos de agua de las presas. El agua embalsada se utiliza conduciéndola y haciéndola descender por gravedad, de modo que pase por una turbina que impulsa un generador de electricidad.

La electricidad producida a partir de la energía cinética del agua al caer por diferencia de altura entre dos puntos se ajusta a unos condicionantes naturales y económicos que es necesario precisar:

1.- Condicionantes naturales.

- Climáticos. Las regiones más favorables son las que reciben fuertes cantidades de precipitaciones que se reparten de forma regular a lo largo del año (regiones ecuatoriales y fachadas occidentales de los continentes en la zona templada).
- Régimen hidrológico. Depende de las condiciones climáticas y de la extensión, localización y configuración de las cuencas de los ríos.
- Relieve de la cuenca. Es favorable la presencia de rápidos y cascadas, así como la de lagos más o menos extensos, rupturas de pendiente, fallas, etc.

2.- Condicionantes económicos.

- Demanda de electricidad. Mayor en países industrializados
- Almacenamiento de la electricidad. Como la electricidad no es almacenable a gran escala es necesario el ajuste de la producción al consumo, el cual es muy variable.

La energía hidroeléctrica presenta bastantes ventajas: es renovable y no presenta riesgos de agotamiento; su aprovechamiento exige la construcción de presas, lo que reduce los riesgos de avenidas y estiajes prolongados; es una energía no contaminante, aunque presenta el inconveniente de provocar efectos medioambientales negativos (impacto paisajístico del embalse, variaciones climáticas por la construcción de grandes lagos artificiales, anegación de zonas de cultivo, etc.)

Centrales hidroeléctricas

Las centrales hidroeléctricas utilizan, para mover sus generadores, la energía del agua de los ríos que tiene la ventaja de ser barata, aunque con el gran inconveniente que la central tiene que ser instalada en un lugar idóneo (ríos de gran caudal y recorrido, con una hidrografía alta) y siempre muy lejos de los centros de consumo. Están constituidas por una presa que es un muro grueso de hormigón que se construye a través de un río, apoyado generalmente en una montaña, para almacenar agua. La masa de agua del embalse se conduce por medio de una tubería a los álabes o paletas de una turbina, que mueve el rotor de un generador produciendo energía eléctrica.

Las centrales hidráulicas se pueden clasificar según sus características orográficas, según su estructura o según la potencia que generen. Según sus características orográficas, se dividen en centrales fluyentes (situadas en ríos con caudal constante, de forma que no requieren la formación de un embalse) y centrales con regulación (situadas en lugares donde es necesario embalsar el agua y provocar un salto elevado de la misma).

Según su estructura, las centrales hidráulicas pueden ser por desviación de las aguas (parte del caudal del río se desvía mediante un muro situado transversalmente a la corriente) y de pie de presa (requieren la construcción de una presa que almacene el agua a una altura determinada).

Temario elaborado por: J. Javier Gamito Martínez y J. A. ...
Según la potencia que generan, se clasifican en minicentrales hidráulicas (generan potencias comprendidas entre los 250 y los 5.000 kW) y macrocentrales o centrales hidráulicas (generan potencias superiores a los 5.000 kW).

Un tipo particular de centrales hidráulicas es la central de bombeo, en la que el embalse a partir del cual se genera energía hidroeléctrica recibe el agua por bombeo desde otro embalse inferior. Su principal aplicación es combinándola con una central térmica, nuclear o hidroeléctrica convencional, y se implanta en lugares donde hay un desfase entre la energía generada y la demanda de energía, bien sea porque paralizar la producción de energía es poco rentable (centrales térmicas y nucleares) o porque, si no se evacúa el agua, se desbordaría el embalse (centrales hidráulicas).

3.2.2.- Energía solar

La energía solar es fundamental, ya que todas las formas de vida dependen del flujo de esta energía que llega a nuestro planeta. El sol asegura una importante entrada de energía en nuestro planeta. Gran parte de la energía solar es reflejada por la atmósfera, o absorbida por el vapor de agua y otros componentes de la atmósfera (capa de ozono). Las características más importantes de la energía solar son:

- Dispersión. Provoca unas densidades bastante bajas en comparación con otras fuentes de energía convencionales, por lo tanto, si se desean conseguir potencias elevadas es necesario recurrir a amplias superficies de captación o a diversos sistemas de concentración de los rayos solares.
- Intermitencia. No se dispone de ella en cualquier momento (durante el día, influyendo también si es un día despejado o nublado)

Entre las ventajas de la energía solar están su elevada calidad energética, su gratuidad y el hecho de ser una fuente de energía inagotable. Entre los inconvenientes están la gran superficie de terreno ocupada por las instalaciones, el hecho de que no todas las zonas reciben la misma radiación solar, el elevado coste de las instalaciones, el impacto medioambiental que provocan (algunas aves se ven afectadas por el reflejo de los espejos), y el proceso de producción y conservación de los paneles fotovoltaicos resulta contaminante.

El uso de la energía solar se centra en dos aspectos principales:

- Conversión térmica. Transformación de la energía solar en energía térmica.
- Conversión fotovoltaica. Obtener electricidad a partir de la energía solar al incidir en determinados materiales.

Conversión térmica

Se puede realizar a baja, media y alta temperatura.

- Aprovechamiento a baja temperatura.

No suele alcanzar los 90 °C. Su utilización es a base de instalaciones mediante colectores térmicos en los que el fluido recoge el calor que los rayos solares producen en el colector, utilizándose para obtener agua caliente sanitaria. En este tipo de instalaciones el elemento receptor de la energía solar es el colector o panel solar plano formado por una caja recubierta de material aislante cuya parte superior es de vidrio transparente. En su interior se sitúa una placa absorbente de color negro que contiene unas conducciones, también pintadas de negro, por las que circula el fluido encargado de absorber el calor. El funcionamiento de los colectores planos solares se basa en el efecto invernadero.

Temario elaborado por: J. Javier Camino Martínez y J. L. ...

Las instalaciones solares de baja temperatura pueden ser de circuito abierto o cerrado. En las primeras el agua que circula por los colectores es usada directamente para el consumo (sin intercambiador). En las segundas existe un intercambiador donde se cede el calor del fluido que circula por el colector (circuito primario) al agua que va a ser utilizada para consumo doméstico (circuito secundario).

Las aplicaciones de este tipo de instalaciones son: producción de agua caliente sanitaria (viviendas, hospitales, etc.), en la industria (procesos de secado, calentamiento de agua, ...) y en instalaciones deportivas (piscinas).

- Aprovechamiento a media temperatura

Cuando se requieren temperaturas por encima de los 90 °C, los colectores planos no son efectivos, utilizándose entonces colectores de concentración que son reflectores parabólicos que se fabrican mediante espejos, los cuales concentran la radiación en la línea focal de la parábola (ocupada por una conducción con el fluido caloportador) produciendo altas temperaturas (hasta 300 °C) que hacen que se evapore el fluido y mueva la turbina a la cual va acoplado el generador que produce electricidad.

- Aprovechamiento a alta temperatura

La obtención de altas temperaturas a partir de la energía solar puede llevarse a cabo de distintas formas:

- Hornos solares.** Formados por un espejo parabólico que concentra en su foco los rayos provenientes de la reflexión de las radiaciones solares en un cierto número de espejos, llamados helióstatos, convenientemente dispuestos. Permiten alcanzar temperaturas de hasta 6000 °C (para fines experimentales: resistencia de materiales al calor, fusión de materiales, etc.).
- Centrales solares.** Se trata de instalaciones que transforman la energía solar en energía eléctrica. Pueden ser centrales que utilizan receptores distribuidos que reciben la energía procedente de concentradores parabólicos, o centrales que disponen de un único receptor central que absorbe la energía reflejada en numerosos helióstatos debidamente orientados. En este último caso, el único receptor suele instalarse sobre una torre por lo que se conocen como centrales solares de torre central.

Conversión fotovoltaica

La luz del sol se transforma directamente en energía eléctrica en las llamadas células solares o fotovoltaicas, constituidas por un material semiconductor (Si). Al incidir la luz sobre estas células se origina una corriente eléctrica (efecto fotovoltaico), aunque el rendimiento de este proceso es muy pequeño (25 % como máximo).

Para obtener voltajes significativos se deben conectar varias células en serie, obteniendo los llamados módulos o paneles fotovoltaicos, que producen tensiones de 6, 12 ó 24 V y potencias de 3-45 W.

Las instalaciones fotovoltaicas han de ir provistas de acumuladores para lo que se utilizan baterías de plomo o níquel-cadmio.

El principal problema que presentan las células fotovoltaicas es su elevado coste. Entre sus aplicaciones están: en centrales solares fotovoltaicas (en fase de experimentación), en pequeñas instalaciones alejadas de las redes de distribución (faros, teléfonos de carretera, etc.), en viviendas, en satélites.

3.2.3.- Energía eólica

Se trata de la energía producida por el viento. Aunque el inconveniente de este tipo de energía es que el viento cambia de intensidad y de dirección de manera impredecible, su limpieza y bajo impacto medioambiental hacen de este tipo de energía una alternativa a la producción de energía mediante fuentes no renovables.

El aprovechamiento de esta energía se basa en el empleo de aerogeneradores para la producción de electricidad y de aerobombas para la obtención de energía mecánica. Los aerogeneradores se pueden instalar de forma individual o colectiva formando "parques eólicos". Estas instalaciones exigen, previo a su construcción, un estudio sobre las condiciones del viento en un lugar concreto: velocidad, duración, periodos de calma, variación de la velocidad con la altura, huracanes, ... La disponibilidad de viento es el aspecto más importante a tener en cuenta a la hora de emplazar un parque eólico.

Las centrales eólicas son las instalaciones capaces de transformar la energía eólica en energía eléctrica. Para ello utilizan los aerogeneradores o turbinas eólicas. Según la posición de su eje de giro pueden ser de eje vertical o de eje horizontal. Se basan en que el viento hace girar unas aspas transformando la energía eólica en mecánica. Esa energía mecánica mueve el eje de un generador produciendo energía eléctrica.

Los aerogeneradores de eje horizontal son los más habituales. Sus elementos principales son: la hélice, la navecilla y la torre. La hélice puede tener de una a seis palas de fibra de vidrio o de carbono. Su misión es hacer girar el eje al que está unida. La navecilla es el generador propiamente dicho. Dispone de un microprocesador que regula el ángulo de inclinación de las palas y la posición del rotor respecto al viento. La torre es el soporte del conjunto que forman la hélice y la navecilla. Dispone de carga de frenado y toma de tierra, y debe absorber las vibraciones que se producen en el giro de la hélice.

La potencia disponible (P) de un generador varía según la densidad del aire (G en kg/m³), el área de captación del rotor (A en m²), la velocidad del viento (v en m/s) y el coeficiente de aprovechamiento de cada máquina (Cp que oscila entre 0,1 y 0,45) :
$$P = \frac{1}{2} G \cdot A \cdot v^3 \cdot Cp$$

Se estima que mediante la energía eólica se puede suministrar en torno al 10 % de la potencia total del sistema eléctrico nacional. Sus aplicaciones más importantes son: para producir electricidad en parques eólicos, bombeo de agua de pozos y embalses, secado de cosechas, alumbrado rural, acondicionamiento de granjas para crías de ganado o en invernaderos, etc.

3.2.4.- Biomasa

Como biomasa se consideran los vegetales, tanto terrestres como acuáticos, de crecimiento espontáneo o cultivado, los residuos agrícolas y forestales, y algunos residuos urbanos e industriales (excrementos, orines y restos de alimentos). El tratamiento de la biomasa supone someterla a diferentes procesos físicos (compactación o reducción de volumen; secado para su posterior tratamiento térmico), bioquímicos (fermentación aerobia que permite la obtención de alcoholes; fermentación anaerobia que produce metano, componente básico del biogás) y térmicos (combustión directa de residuos forestales; pirólisis o destilación seca, mediante la que se obtiene gas de gasógeno; gasificación por oxidación parcial o hidrogenación, que permite la obtención de hidrocarburos).

Mediante estos procesos se obtienen los llamados biocombustibles, que pueden ser sólidos (leña, carbón vegetal, huesos de aceituna, etc.), líquidos (alcoholes y algunos hidrocarburos) y gaseosos (como el biogás o el gas de gasógeno).

La utilización de la biomasa como fuente de energía puede hacerse por combustión directa de sus componentes o empleando los biocombustibles derivados de los procesos de transformación. La energía (kcal) que se puede obtener a partir de la biomasa se calcula multiplicando el poder calorífico (kcal/kg) de la sustancia empleada por su masa (kg): $E = P_c \cdot m$

Las ventajas de la biomasa como fuente de energía son: sencillez (su manejo no requiere conocimientos especiales), escasa contaminación (los biocombustibles son menos contaminantes que los combustibles fósiles), aprovechamiento de los residuos (la fermentación anaerobia de la biomasa tiene lugar en digestores obteniendo el biogás y un residuo sólido llamado compost utilizado como fertilizante en agricultura).

Actualmente se llevan a cabo estudios en torno a los llamados cultivos energéticos. Se trata de vegetales con alto contenido en hidratos de carbono cuyo tratamiento posterior permite un buen rendimiento en la producción de biocombustibles.

Mención especial merecen los residuos sólidos urbanos (RSU) constituidos por los materiales procedentes de la actividad doméstica, comercial e industrial de los núcleos de población, los enseres desechados, los residuos sanitarios y los residuos procedentes de construcciones y demoliciones.

Los RSU se clasifican en: inertes (metales, vidrios, escombros, tierra, escorias, cenizas), residuos orgánicos fermentables (restos de alimentos frescos o cocinados) y residuos combustibles (papel, cartón, plásticos, gomas, cueros y materias textiles).

Los tratamientos a los que se someten los RSU para su aprovechamiento energético son:

- Incineración. Reduce su volumen hasta un 90 %. Si el poder energético generado es superior a 1.000 kcal/kg resulta rentable para obtener energía eléctrica.
- Compostaje. Con residuos orgánicos fermentables, realizándose en condiciones aerobias. Se obtiene un compost que puede alcanzar hasta las 4.800 kcal/kg.

3.2.5.- Energía geotérmica

El origen de esta energía se encuentra en el calor natural de la Tierra. Las altas temperaturas que se alcanzan en el núcleo constituyen un buen potencial energético, aunque su aprovechamiento resulta difícil. El calor de la Tierra aumenta unos 30 °C por cada km que se avanza desde la superficie hacia el centro, aunque estos gradientes de temperaturas no son iguales en todas las zonas geográficas. Estos flujos de calor llevan asociadas algunas manifestaciones superficiales que pueden ser muy útiles para la correcta localización del foco calorífico, como alteraciones hidrotermales de las rocas, emanaciones de gases y vapor, fuentes termales y minerales, etc.

El yacimiento geotérmico se puede definir como un volumen de roca con temperatura anormalmente elevada. Esta temperatura puede ser absorbida por una circulación de agua y así poderla transportar hasta los puntos de utilización. Si en el yacimiento existe agua de forma previa, se genera espontáneamente un fluido caliente (vapor o agua) y se conoce como sistema hidrotérmico. Si no existe agua estamos ante los sistemas de roca seca caliente (sin fluido geotérmico).

Para aprovechar la energía geotérmica, una vez que el fluido transportador de energía está en la superficie, puede utilizarse para calefacción de viviendas, industrias y usos agrícolas, o se puede conducir hacia unas turbinas conectadas a un generador para obtener energía eléctrica.

Las principales ventajas de la energía geotérmica son: ayuda a reducir la dependencia de energía del exterior, los costes de explotación son bajos respecto a las energías no renovables, es una fuente de

energía renovable y barata. Los mayores inconvenientes son: rendimientos bajos, inversiones elevadas, la incertidumbre que entraña la explotación del yacimiento geotérmico, y el uso de esta energía está limitado a zonas próximas al yacimiento.

3.2.6.- Energía oceánica

Las energías procedentes del mar presentan un aprovechamiento más limitado que el resto de las energías renovables. El mar proporciona tres tipos de fenómenos que son capaces de ofrecer enormes cantidades de energía:

A) Energía maremotriz.

Se deriva del ascenso del agua sobre la superficie terrestre. Las mareas tienen su origen en la atracción del Sol y la Luna. Sobre las grandes masas de agua incide notablemente y hay zonas costeras donde la altura del agua varía incluso más de 10 m por este efecto. Esta es una de las condiciones necesarias para su aprovechamiento, el cual se basa en producir energía eléctrica por medio de centrales maremotrices situadas en un estuario o entrada de mar hacia la tierra, una presa o dique que permita retener el agua cuando la marea alcance su nivel más alto. Cuando baja la mar y se alcanza cierta diferencia de altura, se abren las compuertas. El paso del agua hace girar la turbina que acciona el alternador. Este efecto puede conseguirse en ambos sentidos utilizando turbinas reversibles.

Actualmente hay pocas centrales maremotrices funcionando. Una de ellas es la de La Rance, en Francia. El impacto medioambiental que causan es grande ya que pueden alterar el hábitat de la zona, además del impacto paisajístico que provocan.

B) Energía térmica de los océanos.

Consiste en el aprovechamiento de la diferencia de temperatura de las aguas marinas entre las capas superficiales y las capas más profundas. Existen dos tipos de sistemas para aprovechar esta energía: sistemas de ciclo abierto (utilizan directamente el agua del mar; el agua de la superficie se evapora a baja presión y acciona las turbinas), sistemas de ciclo cerrado (utilizan fluidos de bajo punto de ebullición, como el amoníaco, el freón o el propano; el calor de las aguas superficiales es suficiente para evaporarlos, moviendo unas turbinas y posteriormente siendo enfriados utilizando agua de las capas profundas).

Los principales inconvenientes son la escasa diferencia de temperatura entre las capas marinas, la necesidad de emplear energía para el bombeo del agua de las profundidades y los problemas de corrosión de las conducciones.

C) Energía de las olas.

Es una fuente de energía con un elevadísimo potencial (una ola de 3 m de altura es capaz de suministrar entre 25 y 40 kW por metro de frente). Sin embargo tiene el problema de que las olas se producen de forma aleatoria y su amplitud varía en cada instante. Los dispositivos experimentales utilizados se basan en el mismo principio: las olas comprimen un fluido que se encarga de accionar una turbina y producir electricidad.

4.- TRANSFORMACIÓN DE LAS DISTINTAS FORMAS DE ENERGÍA

En el apartado 2 se ha visto las diferentes formas que puede presentar la energía. A lo largo del tema se han ido comentando algunas de las transformaciones que pueden sufrir las distintas fuentes de energía presentes en la naturaleza.

Así, el **carbón** posee energía química que se aprovecha para obtener energía térmica mediante su combustión en calderas; los diferentes **derivados del petróleo** se someten a combustiones para obtener energía térmica (la energía química de las gasolinas en los motores de encendido por chispa o MEP se convierte en térmica (explosión de la mezcla de combustible), ésta a su vez en mecánica (movimiento del pistón y del cigüeñal) y ésta última se puede convertir en energía eléctrica (faros del vehículo); el **gas natural** también posee energía química que se puede transformar mediante combustión en térmica (instalaciones de calefacción, cocinas y hornos de gas) y ésta a su vez se puede transformar en eléctrica (centrales térmicas de gas natural); la energía química de los **combustibles nucleares** se transforma en energía térmica y ésta en energía eléctrica en los reactores nucleares; la **energía hidráulica**, en forma de energía mecánica, se transforma en energía eléctrica en las centrales hidroeléctricas mediante turbinas hidráulicas; la **energía eólica**, en forma de energía mecánica, se transforma en energía eléctrica en los aerogeneradores; la **energía solar**, en forma de energía electromagnética o radiante, se convierte en energía química en las plantas mediante la fotosíntesis, o se convierte en energía térmica mediante los paneles o colectores solares, o se puede transformar en energía eléctrica en los paneles fotovoltaicos; la **energía de la biomasa** en forma de energía química, se aprovecha mediante combustión para obtener energía térmica (biocombustibles); la **energía geotérmica** se transforma en energía eléctrica mediante turbinas asociadas a alternadores; la **energía oceánica**, en forma de energía térmica, se puede transformar en energía eléctrica en las centrales maremotrices (mediante turbinas y alternadores).

Todas las formas de energía se pueden transformar en otra, cumpliendo siempre el principio de que la cantidad de energía inicial es igual a la cantidad de energía final, dicho de otra forma, “La energía ni se crea ni se destruye, solamente se transforma”. Esto se conoce como el primer principio de la Termodinámica. Otra forma de enunciar este principio es la siguiente: “La variación de la energía interna de un sistema es igual a la variación de calor del sistema menos la variación de trabajo”. Matemáticamente se representa $\Delta U = \Delta Q - \Delta W$.

En la práctica ninguna de las transformaciones se realiza con un 100 % de rendimiento. El segundo principio de la Termodinámica se enuncia del siguiente modo: “No es posible producir trabajo a partir de un solo foco de calor”. Este principio viene a decir que para poder obtener trabajo se necesitan dos focos de calor que estén a diferente temperatura (en este principio se basa el funcionamiento de los motores térmicos (máquina de vapor, turbina de vapor, motores de gasolina, motores diésel,...).

Siempre se producen unas pérdidas de energía como puede ser el trabajo de rozamiento en los pistones del motor, o la pérdida por calentamiento de un alternador, etc. Los rendimientos aproximados de algunas máquinas que transforman una energía en otra son, en general, bastante bajos: Motores de explosión (25%); Motores eléctricos (80-90%); Placas solares (15%); Turbinas eólicas (10-40%); Turbinas hidráulicas (20-95%); Baterías (98%); Dinamo (90-98%); Lámparas (20-80%); Central nuclear (25%).

A continuación, se indican algunos procesos, máquinas y dispositivos que hacen posible la transformación de una energía en otra:

- La **energía nuclear** se puede transformar en **energía térmica** mediante la fusión o fisión de núcleos atómicos en un reactor nuclear como ya se explicó anteriormente.

- La **energía mecánica** se puede transformar en: **energía térmica** (el movimiento entre piezas origina fricción y parte de la misma se transforma en calor; al caer un objeto y golpear el suelo, parte de la energía potencial que tenía al principio se convierte en calor); **energía eléctrica** (mediante generadores como alternadores o dinamos basados en el hecho de que un conductor al desplazarse dentro de un campo magnético genera una corriente de electrones a través de él); **energía radiante** (al golpear una campana se generan ondas portadoras de sonido).
- La **energía eléctrica** es la más versátil para posibles transformaciones en otros tipos. Se puede transformar en: **energía mecánica** (al circular corriente eléctrica por conductores situados en campos magnéticos, crean otros campos magnéticos; los dos campos originan un par de fuerzas, que pone a los conductores en movimiento; esto ocurre en los motores eléctricos); **energía térmica** (cuando la corriente eléctrica recorre una resistencia, por efecto Joule, se genera calor); **energía química** (en acumuladores o baterías por medio de un proceso de electrólisis), **energía radiante o luminosa** (en tubos fluorescentes y lámparas de filamento).
- La **energía térmica** está presente en la mayoría de los procesos energéticos. Se puede transformar en: **energía mecánica** (como ocurre en las centrales térmicas que el vapor mueve las turbinas); **energía eléctrica** (convertidores termoelectrónicos); **energía química** (termólisis); **energía radiante** (todo cuerpo caliente emite radiaciones ultravioletas).
- La **energía química** se encuentra presente en todos los procesos de la vida vegetal y animal. Normalmente se transforma en: **energía mecánica** (el ser humano, a partir de los alimentos obtiene la energía necesaria para realizar sus funciones vitales); **energía térmica** (al quemarse un combustible como carbón, madera, etc. se desprende calor); **energía eléctrica** (en las baterías y pilas); **energía sonora y radiante** (al quemarse la pólvora se produce ruido que se propaga mediante ondas electromagnéticas).
- La **energía radiante**, es la que tiene mayores aplicaciones. Procede del Sol. Se transforma en: **energía térmica** (los rayos del Sol calientan los materiales al incidir sobre ellos); **energía eléctrica** (en células fotovoltaicas); **energía química** (gracias a esta conversión es posible la vida vegetal, por medio de la fotosíntesis).

5.- ENERGÍAS DEL FUTURO

En la actualidad se está investigando en torno a tres tipos de energías que pueden tener un gran futuro.

ENERGÍA DE FUSIÓN

Consiste en la unión de dos núcleos de átomos ligeros para formar un núcleo nuevo más pesado, desprendiendo una gran cantidad de calor en el proceso. Actualmente, las reacciones nucleares que liberan mayor cantidad de energía son las que tienen lugar entre núcleos de hidrógeno, concretamente entre los isótopos de deuterio y tritio para formar helio, con la ventaja de que se pueden obtener del hidrógeno, y éste del agua dulce o agua del mar.

Los problemas que presenta este tipo de energía son:

- Calentar el gas a temperaturas tan elevadas: para conseguir más energía de la que se necesita en la reacción, se necesita una temperatura de 100 millones de °C.
- Disponer de un recipiente que pueda soportar esas temperaturas tan elevadas durante el tiempo que dura la fusión. A temperaturas de 100.000 °C todos los átomos están ionizados (han perdido sus electrones); por tanto, el gas está formado por átomos con carga positiva y electrones libres. A este estado se le denomina **plasma**. Si el plasma se coloca en un recipiente normal, se enfría rápidamente y las paredes del recipiente se volatilizan de forma instantánea. Como el plasma está formado por cargas eléctricas (núcleos positivos) y electrones, se pueden

colocar levitando dentro de potentísimos campos magnéticos, evitando así contacto alguno con las paredes.

- Sacar la energía liberada y transformarla en electricidad.

Se están siguiendo dos líneas de investigación para conseguir contener el plasma:

- *Mediante confinamiento inercial.* Consiste en emplear un rayo láser finísimo para comprimir partículas de deuterio, durante un tiempo que no va más allá de algunas trillonésimas de segundo. Con ello se consigue que las partículas alcancen una densidad de 10.000 veces la del agua y generándose pequeñísimas explosiones termonucleares semejantes a la bomba H.
- *Mediante confinamiento magnético (Tokamak).* Dispone de enormes electroimanes que producen campos magnéticos del orden de 50.000 gauss, que hacen que el plasma flote. Simultáneamente se hace pasar una corriente enorme (de varios millones de amperios) a través del plasma, para incrementar su temperatura.

FUSIÓN FRÍA

La fusión fría se diferencia de la fusión nuclear anteriormente explicada en que se podría producir a temperatura ambiente. Consiste en hacer pasar una corriente eléctrica a través de una celda electrolítica en la que el cátodo es de paladio (Pd) y el ánodo de platino (Pt). El electrolito es un compuesto de litio, oxígeno y deuterio disuelto en agua pesada (constituida por oxígeno y deuterio).

El funcionamiento sería el siguiente: sobre el paladio empezarían a incorporarse átomos de deuterio que están libres en el electrolito; al irse acumulando el deuterio, iría aumentando su densidad a medida que se incorporan más átomos. Si esta densidad superase un valor crítico, sus núcleos se unirían por fusión. La unión de dos núcleos de deuterio formaría otro núcleo más grande de helio. Si este núcleo de helio es inestable, se romperá liberando energía.

De confirmarse este proceso, se obtendría una energía barata, sin producir ningún residuo nocivo para el medio ambiente, y sin peligro de explosión.

PILA DE HIDRÓGENO

Se trata de una pequeña central eléctrica. Consiste en hacer reaccionar oxígeno e hidrógeno, obteniéndose electricidad y, como residuos una pequeña cantidad de energía calorífica y vapor de agua.

La pila tiene dos electrodos (de oxígeno y de hidrógeno) entre los cuales se dispone un electrolito que deja pasar los átomos o iones positivos de hidrógeno, que se unen al oxígeno y generan una diferencia de potencial entre los electrodos, así como vapor de agua.

La tensión que genera cada pila es muy pequeña, por lo que se colocan muchas pilas en serie. En el año 2003, en Madrid se puso en circulación un autobús propulsado por pila de hidrógeno y la están incorporando importantes marcas de fabricantes de automóviles.