

EMPLAZAMIENTO

El curso se lleva a cabo en La Laguna, ciudad universitaria de la isla de Tenerife, de 24 al 31 de marzo de 1991, aprovechando las vacaciones de Semana Santa. Durante esta época del año se puede disponer de las instalaciones de la Escuela Canaria de Animación y Tiempo Libre, E.C.A.T.L., antiguo edificio totalmente restaurado, en una de las zonas más bellas de la ciudad de La Laguna: el Cercado del Marqués.

La E.C.A.T.L. dispone de una infraestructura idónea para desarrollar la metodología aula-taller, ya que en su planta baja se encuentra un amplio salón, en el que se puede desarrollar tanto la parte expositiva como la parte experimental, integrando ambas metodologías en el mismo entorno físico. Dicho salón comunica directamente con un jardín, lugar idóneo para llevar a cabo las experiencias que necesitan de entorno natural, como luz solar, viento y agua corriente.

Asimismo, la Escuela cuenta con otras aulas y dependencias auxiliares, que permiten desarrollar las labores de gestión y organización del Curso con pleno rendimiento, así como plantear diversas actividades paralelas. También cuenta con infraestructura material adecuada respecto a las necesidades experimentales: amplias mesas de trabajo y una suficiente cantidad de herramientas de uso general, puestas a disposición de la Organización por los responsables de la E.C.A.T.L.

METODOLOGIA DE TRABAJO

Tras la experiencia del pasado año y la demanda de los asistentes a las conferencias en aquella ocasión, se ha considerado la conveniencia de modificar la estructura de los talleres. En esta edición del CIFER, la integración entre las conferencias y los talleres fue muy amplia, desarrollándose una metodología del tipo aula-taller. De esta forma, se llevaba a cabo primeramente un resumen de los aspectos principales de las energías renovables, con cuya información se pasaba inmediatamente al montaje y utilización de sistemas simples de captación de energía, a pequeña escala, utilizando materiales de bajo coste, e incluso de desecho, con técnicas de trabajo muy sencillas.

Así pues, el programa general del curso se dividió en dos partes, cuyo esquema diario es idéntico y se desarrolla en jornada continua de 9 a 14 horas, según la secuenciación indicado en el apartado siguiente:

* Exposición: 1,5 horas



* Descanso: 0,5 horas

* Talleres: 3 horas

Las exposiciones están apoyadas con unas 200 diapositivas, elegidas de entre una colección de varios miles. El coloquio previsto para el final de cada sesión expositiva permite aclarar conceptos y profundizar en los aspectos científicos y didácticos más relevantes del tema expuesto, a juicio de los participantes.

Las sesiones de taller permiten una metodología activa en la construcción de aparatos y desarrollo de las experiencias, trabajando los asistentes en grupos de tres o cuatro personas, con el consiguiente intercambio de ideas y métodos de trabajo.

PROGRAMACION Y SECUENCIACION DE LAS ACTIVIDADES

DIA 24 (DOMINGO)

10.30-13.30 Recepción de los participantes. Entrega de documentación. Instrucciones

13.30-14.00 Aperitivo de bienvenida

DIA 25 (LUNES)

09.00-10.30 Introducción a las energías renovables. Energía hidráulica: historia de su aprovechamiento, sistemas captadores y utilización de la energía

10.30-11.00 Descanso

11.00-14.00 TALLERES:
Rueda hidráulica; molinete hidráulico, rueda hidroeléctrica

DIA 26 (MARTES)

09.00-10.30 Energía solar: el Sol como fuente de energía; sistemas de captación activos y pasivos, conversión térmica a baja, media y alta temperatura; conversión fotovoltaica

10.30-11.00 Descanso

11.00-14.00 TALLERES:
Transmisión de energía; desalinizador solar; panel solar plano; espejo concentrador; electricidad solar

DIA 27 (MIÉRCOLES)

09.00-10.30 Energía eólica: origen del viento; historia del aprovechamiento eólico; máquinas eólicas; diseño de instalaciones eólicas; aplicaciones de la energía eólica

10.30-11.00 Descanso

11.00-14.00 TALLERES:
Anemómetros oscilante y giratorio; aeromotor de eje horizontal; aerogenerador de eje vertical

DIA 28 (JUEVES)



09.00-10.30	Energía de la biomasa: formación de la biomasa, fuentes y procesos de transformación; extracción de hidrocarburos; procesos termoquímicos y bioquímicos
10.30-11.00	Descanso
11.00-14.00	TALLERES: Extracción de combustibles; procesos termoquímicos; procesos bioquímicos
DIA 29 (VIERNES)	
09.00-10.30	Energía geotérmica: fenómenos y sistemas geotérmicos; explotación y utilización de yacimientos; factores ambientales
10.30-11.00	Descanso
11.00-14.00	TALLERES: Lata productora de vapor; olla a presión
DIA 30 (SABADO)	
09.00-10.30	Energía del mar: fuentes energéticas marinas: energía maremotriz; energía maremotérmica; energía de las olas
10.30-11.00	Descanso
11.00-14.00	TALLERES: Central maremotriz; convertidor de olas
DIA 31 (DOMINGO)	
10.00-11.00	Exposición de los trabajos prácticos realizados
11.00-12.00	Conferencia de clausura
12.00-13.00	Acto de clausura y entrega de certificaciones
13.30-16.00	Almuerzo de clausura y despedida de los participantes

LAS EXPOSICIONES Y LOS TALLERES

Las exposiciones constituyen la base de actualización científica del curso. Abarcan un resumen de los aspectos principales en el campo de las energías renovables, elaborado bajo el punto de vista de la interacción de los diferentes ámbitos de las energías renovables con la naturaleza compleja de la gestión de los recursos energéticos. Ello ha permitido desarrollar este tema de forma relativamente amplia sobre los fundamentos y las posibilidades de las fuentes renovables de energía.

Se inicia el desarrollo general con una introducción acerca de las diversas fuentes energéticas utilizables en la actualidad, la problemática histórica de la energía y los diversos conceptos fundamentales que se suelen manejar en este campo. El estudio de cada fuente de energía se ha estructurado de forma relativamente homogénea, observando un esquema básico que comprende la descripción de la fuente energética, la historia de su utilización, los sistemas de captación y transformación correspondientes y sus aplicaciones y posibilidades de futuro.



Por su parte, las sesiones de taller constituyen el aspecto de actualización didáctica del curso, durante la cual se llevan a cabo, de forma activa, tanto los montajes de algunos sistemas relacionados con las energías renovables, como la experimentación con los mismos. Todo ello con el enfoque final de su desarrollo en la clase con participación del alumno.

En estas sesiones se deja patente que el montaje de las experiencias debe ser realizado por los alumnos, bajo unas adecuadas orientaciones por parte del profesor. Dependiendo de la experiencia de que se trate, ésta se puede llevar a cabo en el centro de enseñanza, el alumno puede realizarla en su casa, o bien será necesario desarrollarla al aire libre. Todo ello le permitirá al alumno familiarizarse con diferentes tipos de materiales y herramientas, además de entrar en contacto con su entorno natural, lo que resulta de gran interés a la hora de contemplar la incidencia que tiene el uso de la energía por el hombre en el medio ambiente y relacionar al formador y al alumno con su entorno físico propio.

Como actividad complementaria, pero previa a la realización de la experiencia, cabe involucrar al alumno en un estudio económico de los materiales necesarios así como en la observación de la mayor o menor dificultad que entraña un determinado montaje.

En relación al primer aspecto, puede ser interesante que el alumno intente adquirir por sí mismo los elementos necesarios para la construcción de la experiencia, valorando la posibilidad de utilizar materiales residuales (botellas plásticas vacías, botes o frascos de alimentos, etc.) y comprando en el comercio adecuado (grandes almacenes, droguerías, tiendas de bricolaje, etc.) el material que le falta, siempre intentando que el coste sea el mínimo posible. Ello le permitirá comparar precios y calidades, lo que resultaría un interesante complemento a su formación integral. En este caso el profesor le debe orientar en la posibilidad de adquisición del material por una u otra vía, pero no recomendar una marca determinada, ya que impediría al alumno valorar las diferentes alternativas posibles.

En cuanto a la dificultad que entraña un determinado montaje, generalmente suele depender de las herramientas disponibles. El alumno debe tener acceso a las distintas herramientas de uso corriente y debe ser informado del manejo de cada una de ellas y los posibles riesgos derivados del mismo. En este aspecto el profesor siempre ha de estar dispuesto a prestar su ayuda, valorando en cada momento la magnitud de la misma, con objeto de no restar protagonismo a la labor del alumno.

Según la secuenciación de las actividades, indicada en el apartado anterior, a continuación se presentan unos breves resúmenes del contenido de cada una de las exposiciones, desarrollándose asimismo el esquema de cada una de las experiencias llevadas a cabo.

FUENTES DE ENERGIA (EXPOSICION)

El estudio de las fuentes de energía se comienza con la consideración de diferentes conceptos fundamentales, tales como la definición de energía, tipos de energía y Principios de la Termodinámica. Se abordan asimismo el rendimiento de los sistemas energéticos, la conversión y utilización de la energía y las unidades de energía y potencia.

Bajo el apartado de la energía como base de la civilización actual se lleva a cabo un somero estudio histórico del dominio y la utilización de la energía por el hombre, considerando las bases de la Revolución Industrial y los avances producidos desde el siglo XX hasta la crisis energética. Para comprender la situación energética actual se considera el período histórico desde la crisis de 1973 hasta la actualidad, sentando las bases de la utilización de las fuentes renovables en nuestros días.

Con objeto de diferenciar claramente los recursos energéticos de que dispone el hombre para su uso, se lleva a cabo un análisis, tanto de las fuentes de energía no renovables, combustibles fósiles convencionales (carbón, petróleo, gas natural) y alternativos (pizarras bituminosas y arenas asfálticas) y uranio, como de las fuentes de energía renovables, definidas como aquéllas que proceden del flujo de energía que recibe continuamente la Tierra. Asimismo se estudia la coincidencia de una serie de factores para que exista una alta probabilidad de éxito de las tecnologías de aprovechamiento de las fuentes energéticas renovables.

LA ENERGIA HIDRAULICA (EXPOSICION)

En un primer apartado, el agua y su energía, se define el concepto de energía hidráulica, desarrollando las expresiones que permiten obtener el potencial bruto mundial, estimándose asimismo el potencial técnicamente aprovechable. A continuación se comenta la evolución histórica del aprovechamiento hidráulico, resaltando la importancia que tuvo la invención de la rueda hidráulica y, ya en el siglo pasado, la turbina hidráulica.

La posibilidad de instalar un sistema hidráulico de aprovechamiento energético implica el previo emplazamiento de sistemas hidráulicos (conducciones y diques), epígrafe bajo el que se considera la altura de la caída y, consecuentemente la necesidad de construir conducciones abiertas (canales) o cerradas (tubos) y diques para embalsar agua. Es, pues, necesario distinguir entre los diques de terraplén, con sus variantes de troncos y piedras, y los diques de hormigón, dentro de los que destacan la presa de gravedad, la presa de arco y la presa de cúpula.



Una vez realizado este estudio se puede pasar a considerar los sistemas captadores de la energía hidráulica, diferenciándose claramente las ruedas hidráulicas de las turbinas hidráulicas. Dentro de las primeras se consideran las ruedas de empuje superior, la rueda Poncelet y las ruedas de empuje inferior, analizándose asimismo las ruedas de alta velocidad, llamadas también a veces "turbinas": la de Pelton y la de Michell. Por su parte, definiendo una turbina como una máquina que aprovecha la fuerza del agua por el principio de reacción, se hace un estudio de las mismas y se detallan sus principales elementos: el canal de admisión, el distribuidor y el rodete portador de álabes. Finalmente se describen las generalidades de las turbinas Francis y Kaplan, incidiendo en su importancia a la hora de generar energía eléctrica.

Respecto a la utilización de la energía hidráulica se hace especial mención de las pequeñas instalaciones o microcentrales hidroeléctricas, destacando asimismo la importancia que pueden tener en este ámbito las bombas centrífugas funcionando en marcha invertida. El estudio de las grandes centrales se hace bajo el punto de vista de las centrales hidráulicas reversibles, comentando el concepto de reversibilidad y justificando la importancia económica de este sistema.

LA ENERGIA HIDRAULICA (EXPERIENCIAS)

El agua de los mares se evapora por la energía solar, pero vuelve a caer al suelo cierto tiempo después. Las corrientes de agua que se precipitan desde zonas elevadas hacia zonas más bajas constituyen una fuente de energía conocida como energía hidráulica.

Generalmente se utilizan dos tipos de máquinas para captar la energía del agua: las ruedas hidráulicas y las turbinas. Aunque ambas convierten energía potencial en energía cinética, estas últimas se suelen aprovechar para la generación de electricidad.

En los siguientes experimentos veremos cómo actúa la energía potencial del agua y cómo se puede transformar mediante ruedas hidráulicas en energía cinética o en corriente eléctrica. También estudiaremos los principios de las modernas turbinas hidráulicas.

Las experiencias propuestas son las siguientes:

RUEDA HIDRAULICA

MOLINETE HIDRAULICO

RUEDA HIDROELECTRICA

RUEDA HIDRAULICA

FUNDAMENTO



Una forma de conversión de la energía hidráulica en energía útil es aprovecharla para mover una masa, por ejemplo, para levantarla.

MATERIAL

- * Tabla y listones de madera
- * Reglas de 20 cm
- * Tapón de corcho
- * Aguja de hacer punto (2 mm)
- * Pinzas de la ropa
- * Tornillos
- * Vaso de yogur
- * Hilo de coser
- * Semillas

DESCRIPCION

Construir la rueda con el tapón de corcho y las reglas que, cortadas convenientemente, harán de paletas. Atravesar el corcho con la aguja y sujetar ésta con dos pinzas para la ropa, atornilladas a sendos listones de maderas, sujetos a la base. Cuidar que la aguja pueda girar libremente dentro de las pinzas. Amarrar al otro extremo de la aguja el hilo de coser, del que se ha colgado el vaso de yogur, que se puede llenar con semillas.

Se coloca la rueda bajo la acción de una corriente de agua vertical (un grifo abierto). Comprobar cómo la energía hidráulica permite levantar el peso de semillas colocadas en el vaso de yogur.

CUESTIONES

- * Indica la conversión que se produce de una forma de energía mecánica a otra.
- * ¿Conoces alguna rueda hidráulica o molino de agua? ¿Para qué se utiliza? ¿Aprovecha un flujo de agua vertical o de otro tipo?
- * ¿Se podría utilizar nuestra rueda hidráulica con una corriente de agua horizontal? ¿Cómo funcionaría entonces?

MOLINETE HIDRAULICO

FUNDAMENTO

El movimiento del agua al salir por un orificio puede servir para mover objetos "a reacción", y así aprovechar su energía.

MATERIAL

- * Botella de plástico de 1 litro
- * Pajitas de refresco con dobleces
- * Cuerda
- * Listones de madera
- * Torniquete de barril (útil de pesca)
- * Cáncamo abierto
- * Pegamento

DESCRIPCION

Cortar el fondo de la botella para convertirla en un recipiente abierto por arriba. Hacer dos agujeros enfrentados, uno a cada lado de la botella, cerca del cuello. A través de los agujeros se introducen las pajitas y se sujetan con pegamento. Deben quedar dobladas en ángulo recto, pero mirando hacia lados opuestos. Hacer tres orificios en la parte superior de la botella para pasar tres cuerdas y dejar la botella suspendida en el aire con ayuda del torniquete de barril, que se cuelga del cáncamo. Con los listones de madera construir una estructura para colgar la botella.

Echar agua en la botella. Inmediatamente el agua empezará a salir por las pajitas hasta vaciarse la botella. Observa el fenómeno que se produce.

CUESTIONES

- * ¿Qué sucede al empezar a salir el agua por las pajitas?
- * ¿De qué depende el movimiento de la botella?
- * ¿Qué principio físico gobierna el movimiento de la botella?
- * ¿Para qué se podría aprovechar este fenómeno?
- * ¿Qué relación existe entre este experimento y una turbina hidráulica?

RUEDA HIDROELECTRICA

FUNDAMENTO



Otra opción para aprovechar la energía hidráulica es convertirla en electricidad, utilizando la rueda hidráulica para mover un generador eléctrico.

MATERIAL

- * Cucharas de plástico
- * Transportadores de ángulos de 360°
- * Aguja de hacer punto (4,5 mm)
- * Pinzas para la ropa de madera
- * Tapones de corcho
- * Motor eléctrico de cassette (12 V, 2.400 rpm)
- * Correa de transmisión
- * Cajita de aluminio (sacarina)
- * Diodo luminoso (LED)
- * Tornillos
- * Pegamento

DESCRIPCION

Con dos transportadores de ángulos y ocho cucharas de plástico, construir una rueda pegando las cucharas entre los círculos graduados. Atravesar el centro de la rueda con la aguja de hacer punto y sujetar este eje con dos pinzas de la ropa, atornilladas a un soporte horizontal de madera, fijado a una base. Cerca del otro extremo de la aguja, insertar la polea, construida con otros dos transportadores de ángulos pegados y formando un canal que permita el paso de la correa de transmisión. Tanto la rueda como la polea se fijan al eje apretándolas entre dos tapones de corcho.

El motor se fija con ayuda de una pletina construida con la cajita de aluminio a tal distancia y altura, que la correa de transmisión rodee a eje, quede en un plano vertical y tenga la tensión suficiente para permitir el giro con el mínimo rozamiento. El diodo luminoso se conecta al motor, se sitúa la rueda de cucharas bajo un chorro de agua y se observa el comportamiento del diodo.

CUESTIONES

- * ¿Qué tipo de conversión energética se produce en este dispositivo?
- * ¿Para qué sirve la polea en este sistema? ¿Es imprescindible?
- * ¿En qué condiciones del chorro de agua se produce mayor iluminación del diodo? ¿Qué significado tiene este hecho?
- * ¿Sabes que es una central hidroeléctrica? ¿Conoces alguna?

LA ENERGIA SOLAR (EXPOSICION)

El estudio del Sol como fuente de energía sirve de base no sólo para definir conceptos como la constante solar o el espectro solar, sino también para considerar la radiación solar sobre la superficie terrestre, que implica el conocimiento de los diferentes tipos de radiación y los aparatos utilizados para su medida.

Antes de desarrollar los distintos sistemas de captación de la energía solar, se lleva a cabo un repaso a la breve historia de las aplicaciones de la energía solar. Bajo el epígrafe de la utilización pasiva de la energía solar se estudian los elementos básicos utilizados en la actualidad por la arquitectura solar pasiva y sus principales aplicaciones: calefacción y refrigeración.

La conversión térmica de baja temperatura se desarrolla con cierta amplitud, ya que se estudian de forma independiente el subsistema colector, compuesto por los paneles solares, el subsistema de almacenamiento, formado por los depósitos que acumulan el agua caliente procedente de los paneles, el subsistema de distribución, constituido por los elementos que transportan el fluido portador de calor y el subsistema de medida y control. Asimismo se analizan las principales características de los equipos solares de baja



temperatura, comentando la necesidad generalizada de un equipo convencional de apoyo.

La conversión térmica a temperaturas medias contempla el estudio de los colectores cilindro-parabólicos, tanto en el ámbito de aplicación doméstica como de las aplicaciones industriales en sistemas de colectores distribuidos, mientras que la conversión térmica a altas temperaturas se aborda fundamentalmente bajo el punto de vista de las centrales solares de torre.

El desarrollo de la conversión eléctrica por medio de sistemas fotovoltaicos presta especial atención a las propiedades de los semiconductores, componentes fundamentales de las células solares fotovoltaicas y a la conexión de éstas para formar un panel fotovoltaico, indicando la importancia de las diferentes aplicaciones de esta forma de producción de energía eléctrica. Para explicar el posible comportamiento del mercado fotovoltaico, se lleva a cabo un estudio de la evolución tecnológica de las células solares, de gran incidencia en los costes de esta forma de utilización de la energía solar.

LA ENERGIA SOLAR (EXPERIENCIAS)

La parte de la energía del Sol que atraviesa la atmósfera sin experimentar cambios sensibles se denomina energía solar directa. Aunque se puede aprovechar esta energía sin dispositivos especiales (sistemas pasivos), muchas veces se aplica la tecnología de diversas formas (sistemas activos).

La forma activa más importante de utilización de la energía solar es la conversión térmica, aprovechando la energía que transporta la radiación para elevar la temperatura de algún sistema, pudiéndose aumentar el rendimiento de conversión concentrando la radiación solar mediante lentes o espejos.

Otra forma activa para aprovechar la energía de la radiación solar es la conversión fotovoltaica, que permite generar directamente corriente eléctrica a partir de la luz del Sol.

En las siguientes experiencias estudiaremos primero los tres mecanismos principales de transmisión de calor, ya que nos vamos a mover en el campo del aprovechamiento térmico. A continuación veremos algunos sistemas solares pasivos, y después nos ocuparemos del estudio de algunos sistemas solares activos, tanto simples como de concentración. Finalmente haremos un experimento en base al efecto fotovoltaico.

Las experiencias propuestas son la siguientes:

TRANSMISION DE ENERGIA POR CONDUCCION

TRANSMISION DE ENERGIA POR CONVECCION

TRANSMISION DE ENERGIA POR RADIACION



DESALINIZADOR SOLAR

CAPTADOR SOLAR PLANO

ESPEJO CONCENTRADOR

ELECTRICIDAD SOLAR

TRANSMISION DE ENERGIA POR CONDUCCION

FUNDAMENTO

Cuando ponemos un sólido en contacto con un punto caliente, el sólido no se calienta inmediatamente, sino que las cosas se suceden poco a poco; además no todos los sólidos se comportan igual. Por alguna razón se fabrican aún cucharas de madera para cocinar.

MATERIAL

- * Resistencia de inmersión
- * Vela
- * Vaso de precipitado de 500 ml
- * Cucharas de acero (mango corto y largo), plástico y madera
- * Garbanzos
- * Mantequilla
- * Agua

DESCRIPCION

Calentar el agua con la resistencia de inmersión sin que llegue a hervir. Poner un poco de mantequilla en el extremo de los mangos de las cucharas cortas y pegar con ella un garbanzo en cada cuchara, procurando que todos ellos queden a una altura similar y a cierta distancia de la superficie del agua. Esperar unos minutos y observar lo que sucede.

Por otra parte, colocar pequeños trozos de mantequilla a varios centímetros de distancia a lo largo del mango de la cuchara de acero de mango largo. Sujetar la cuchara por su base y acercar el extremo del mango a la vela encendida. Observar el comportamiento de los trozos de mantequilla, teniendo la precaución de no quemarse.

CUESTIONES

- * ¿Qué misión tiene la mantequilla? ¿Por qué cae el garbanzo?
- * ¿Qué cuchara pierde primero el garbanzo? Haz una clasificación en orden a la caída de los garbanzos.
- * ¿Qué puedes deducir del material de la cuchara que ha perdido más aprisa el garbanzo?
- * ¿A qué se debe que unos materiales conduzcan mejor que otros?
- * ¿Con qué material construirías una tapa aislante? ¿Por qué?
- * ¿Cómo se comportan los trozos de mantequilla a lo largo de la cuchara de mango largo?
- * ¿Qué relación tiene esta experiencia con la de las cucharas en el vaso?
- * ¿Qué sucedería si se utilizase una cuchara de mango largo de madera para realizar esta segunda experiencia?

TRANSMISION DE ENERGIA POR CONVECCION

FUNDAMENTO

Cuando lo que calentamos es un fluido, líquido o gas, las cosas no suceden como con el sólido. Su propiedad de fluir determinará su comportamiento. Observemos lo que ocurre al calentar un líquido.

MATERIAL

- * Vaso de precipitado de 250 ml
- * Virutas de aluminio
- * Virutas de madera
- * Permanganato potásico en cristales
- * Tapa de bote metálica
- * Termómetro
- * Hornillo eléctrico

DESCRIPCION

Llenar el vaso con unos 100 ml de agua, introduciendo en ella las virutas de aluminio y madera y unos cristales de permanganato potásico. Calentar con el hornillo hasta que el agua comience a hervir, observando atentamente los fenómenos que se producen en el vaso durante el calentamiento. Utilizar la tapa metálica como soporte del termómetro haciendo un orificio en la misma y apoyándola sobre el vaso de precipitado. Medir la temperatura al comienzo y en



diferentes momentos del calentamiento.

CUESTIONES

- * ¿Cuánto calor se ha transferido al agua?
- * ¿Cómo se transmite el calor en el agua?
- * ¿Qué son las corrientes de convección y por qué se producen?
- * Estima las trayectorias de las corrientes de convección en las siguientes situaciones:
 - Una chimenea en una habitación
 - Al abrir un frigorífico
 - Encima de una vela encendida
 - Al abrir una ventana
- * Cuando el agua se enfría de nuevo a la temperatura ambiente, ¿se podrá recuperar la energía transferida al medio para utilizarla de nuevo?

TRANSMISION DE ENERGIA POR RADIACION

FUNDAMENTO

¿Cómo llega la energía del Sol hasta nosotros? El Sol está a unos 150 millones de km de distancia, y entre él y la Tierra sólo hay unos 10 km de atmósfera; el resto es vacío y, por tanto, no habrá ni conducción ni convección. La respuesta es "por radiación". Pero el Sol no es el único sistema que emite radiación. Todos los cuerpos irradian energía a todas las temperaturas, unos más que otros.

MATERIAL

- * Botes metálicos de unos 500 ml
- * Pinturas blanca y negra
- * Termómetros
- * Cartón
- * Cacerola de unos 2 litros
- * Resistencia de inmersión
- * Agua

DESCRIPCION

Pintar exteriormente uno de los botes de blanco y otro de negro; el tercero se deja sin pintar o se pinta de color plateado. Construir tres tapas de cartón con un orificio para colocar un termómetro en cada una. Situar los tres botes sobre una plancha de cartón.

Con ayuda de la resistencia de inmersión, calentar el agua en la cacerola, sin que llegue a hervir. Añadir a cada uno de los botes la misma cantidad de agua caliente y tapparlos. Esperar a que se enfríen, anotando periódicamente la temperatura de cada uno de los termómetros.

CUESTIONES

- * ¿Qué cantidad de energía ha perdido cada uno de los botes después de cierto tiempo? ¿Cuál ha perdido más?
- * ¿A qué se debe que la temperatura no descienda por igual en los tres botes?
- * ¿Cuál de las tres superficies es más emisora? ¿Cómo averiguarías cuál de las tres superficies es más reflectora?
- * ¿En un día soleado, ¿qué se calienta más, el asfalto de una calle o las baldosas de la acera? ¿Por qué?
- * ¿Por qué se suele usar en invierno ropa oscura y en verano ropa clara?

DESALINIZADOR SOLAR

FUNDAMENTO

El agua dulce es un bien precioso y escaso, que se puede obtener del mar, pero con un elevado coste en energía. Podremos obtenerla a mucho mejor precio si aprovechamos la energía solar y diseñamos un sistema lo más eficaz posible.

MATERIAL

- * Tablas de madera
- * Bandejas de plástico blancas
- * Pintura negra
- * Tapones de goma
- * Chapa de plástico transparente (5 mm)
- * Vidrio
- * Burlete adhesivo
- * Codos y llave de plástico (12 mm)
- * Vaso medidor de 500 ml



- * Tornillos
- * Espejo
- * Agua salada

DESCRIPCION

Se construye con las tablas de madera una estructura que permita soportar en su interior una de las bandejas de plástico (de unos 40 x 25 x 5 cm), colocada con una ligera inclinación respecto a la horizontal (unos 10°). Sobre esta bandeja se coloca la otra, más pequeña y pintada de negro, a la que se le ha pegado por debajo los tapones de goma, que le permiten descansar en posición horizontal. Sobre la estructura se apoya el vidrio con un ángulo de 45°, que descansa en uno de los lados más largos de la bandeja grande. Los laterales de la caja se cierran con sendos triángulos de plástico transparente, sobre cuyas hipotenusas se pega el burlete adhesivo para que se produzca un buen cierre del sistema. La bandeja grande se conecta con el exterior por medio de la tubería y los accesorios de plástico.

Construido el aparato se llena la bandeja negra con agua salada hasta una altura de 1 cm y se coloca al sol. La radiación hará evaporar el agua, que condensará sobre la cara interior del vidrio, resbalando hasta la bandeja grande y recogándose en el vaso medidor.

CUESTIONES

- * Determinar el tiempo que transcurre desde que el aparato se pone al sol hasta que comienza a salir de él la primera gota de agua.
- * Una vez aparezca el agua destilada, calcular el caudal de destilación.
- * Explica el proceso de evaporación-condensación y estima qué pasaría si la profundidad de la capa de agua en la bandeja negra fuera mayor.
- * ¿Qué sucedería si en el lugar en que está situado el destilador solar comenzase a soplar el viento?
- * ¿Cómo influye sobre la desalinización la capa de gotas depositada sobre el vidrio?
- * ¿Cómo se podría determinar que el agua que destila está libre de sales?
- * ¿Conoces aplicaciones de este sistema?
- * ¿Cómo influye la transparencia del material?
- * ¿Qué sucedería si el fondo de la bandeja negra fuese rugoso?

CAPTADOR SOLAR PLANO

FUNDAMENTO

Si queremos aprovechar la energía solar, tendremos que inventar sistemas que recojan la energía y la conviertan en una forma útil. Por ejemplo, para obtener agua caliente necesitaremos aprovechar todos los factores posibles que nos permitan un rendimiento elevado.

MATERIAL

- * Tablas de madera
- * Manguera de plástico (10 m de largo y 12 mm de diámetro)
- * Codos y conexiones en T
- * Abrazaderas de plástico
- * Arena negra
- * Bolsa de plástico transparente
- * Termómetros
- * Vaso medidor de 500 ml
- * Cronómetro

DESCRIPCION

Construir una caja de aproximadamente 1 m de superficie y 5 cm de profundidad. Con ayuda de los codos, darle forma de zig-zag a la manguera, sujetándola al fondo de la caja con las abrazaderas. Medir la longitud de la manguera que queda enterrada y recubrirla con la arena negra, llenando la caja y tapándola con la bolsa de plástico transparente para sujetar la arena. Las conexiones en T, acopladas a ambos extremos de la manguera, permitirán insertar los termómetros en la corriente de agua.

Conectar uno de los extremos de la manguera a un grifo con agua y regular la llave hasta alcanzar un caudal de 1 litro/minuto. Exponer la caja al sol para que se caliente la arena y esperar a que la temperatura del agua de salida se mantenga constante. Anotar el caudal de agua y las temperaturas de entrada y salida. Repetir la experiencia a otros caudales de agua.

CUESTIONES

- * Calcular cuánta energía es absorbida por el sistema para cada caudal de agua. ¿Coincide aproximadamente? ¿Por qué?
- * Calcular la potencia por unidad de superficie de este aparato.
- * ¿Qué sucedería si se hubiese utilizado una manguera de la mitad de longitud? ¿Y si se hubiese usado arena blanca?
- * Si se hubiese realizado la experiencia a otra hora del día, ¿los resultados serían similares?



- * ¿Qué efecto tendría la forma de la caja (distinta superficie expuesta al sol y el mismo volumen de arena)?
- * ¿Qué efecto tendría inclinar la caja 45° y orientarla hacia el sol?
- * ¿Cuál sería la inclinación óptima de la caja? ¿Sería diferente en distintos lugares geográficos?

ESPEJO CONCENTRADOR

FUNDAMENTO

Las lentes para concentrar la energía solar suelen ser caras, y por ello se suele evitar su uso en sistemas industriales. Otra manera de concentrar la energía solar será enviarla a una zona reducida reflejándola adecuadamente mediante espejos.

MATERIAL

- * Carcasa de faro de bicicleta
- * Tapones de corcho
- * Tubo de ensayo
- * Alambre fino
- * Tubo fino de vidrio
- * MOLINETE DE VIENTO

- * Vela
- * Agua

DESCRIPCION

Con ayuda de la vela encendida ahumar el fondo del tubo de ensayo por su parte exterior. Pegar el faro sobre un tapón de corcho grande que sirva de base, de tal forma que quede inclinado unos 45°. Hacer un soporte con el alambre para sujetar el tubo de ensayo, pinchar el otro extremo del alambre en otro corcho y tapar con éste la entrada posterior del faro.

Llenar el tubo de ensayo con agua hasta su tercera parte y taponarlo con un tapón a través del cual se ha pasado un trozo del tubo fino de vidrio.

Situar todo el dispositivo al sol. Mover el tubo de ensayo hasta que se forme un círculo brillante lo más pequeño posible sobre el fondo ahumado. Esperar unos minutos y cuando hierva el agua, acercar a la boca del tubo el molinete de viento. Procurar hacer el experimento sin que existan corrientes de aire.

CUESTIONES

- * ¿Por qué tiene que estar inclinado el dispositivo?
- * ¿Qué tipo de radiación aprovecha este aparato?
- * ¿Qué sucede en un día nublado? ¿Y si hace viento?
- * ¿Se podría utilizar este aparato como cocina?
- * ¿Qué otras aplicaciones puede tener este sistema a gran escala?

ELECTRICIDAD SOLAR

FUNDAMENTO

Debido a su versatilidad, la demanda de electricidad en nuestra civilización es enorme, y no siempre es fácil hacer llegar las líneas eléctricas al sitio adecuado: casas en el monte, repetidores de televisión, etc. Por ello, es de mucho interés obtener corriente eléctrica directamente de la luz solar, puesto que el sol sí llega a todas partes.

MATERIAL

- * Panel fotovoltaico comercial (3 V, 100 mA)
- * Diodos luminosos (LED)
- * Conectores eléctricos

DESCRIPCION

En un día soleado, orientar el panel fotovoltaico al sol y conectar el diodo luminoso, observando el resultado. Girar el panel hasta ponerlo de espaldas al sol. Poner toda la instalación a la sombra. Ver cómo afecta cada operación a la iluminación del diodo.

Montar el dispositivo en una habitación iluminada. Acercar el panel a una lámpara, acercar el panel a una ventana y anotar los resultados en cada caso.

CUESTIONES

- * ¿Qué sucede en cada uno de los casos ensayados? ¿En alguno de ellos no se enciende el diodo? Intentar explicar lo que sucede.
- * Indicar las transformaciones energéticas que se producen durante la experiencia.



* ¿Qué es una célula fotovoltaica? ¿Puedes intuir cómo funciona?

* Intentar conseguir una pequeña radio que funcione con dos pilas de 1,5 V. Quitar éstas y conectar adecuadamente el panel. ¿Funciona la radio?

* ¿Qué aplicaciones puede tener esta tecnología solar a pequeña, mediana y gran escala?

* ¿Conoces alguna aplicación concreta?

LA ENERGIA EOLICA (EXPOSICION)

Con el estudio del origen del viento se pretende definir este fenómeno físicamente, considerando las diversas fuerzas que actúan sobre las masas de aire y que inducen su circulación, tanto planetaria como a pequeña escala, llegando a tener en cuenta además las variables que definen el régimen de vientos en un punto determinado. Todo ello permite calcular la energía del viento, función principalmente de su velocidad, y acotada teóricamente por el teorema de Betz.

Una breve historia del aprovechamiento eólico permite pasar revista a la tecnología de aprovechamiento del viento, desde los primeros molinos, pasando por las mejoras conseguidas desde el Renacimiento hasta la Revolución Industrial, hasta llegar a la época contemporánea, que se destaca por la aparición del múltipala americano. La situación actual contempla el gran interés suscitado en los últimos años, tanto en la elaboración de mapas eólicos y localización de emplazamientos, como en el cálculo, diseño y construcción de plantas de gran potencia.

Para abordar el estudio de las máquinas eólicas se comienza definiendo el aeromotor y el aerogenerador, caracterizando la máquina por los diversos parámetros de velocidad definidos para ello y estudiando de forma independiente los distintos elementos de que consta una máquina eólica.

Dentro de los soportes se distinguen los autoportantes y los atirantados, mientras que para abordar los sistemas de captación, formados por el rotor, elemento fundamental de la máquina, además de clasificarlos en rotores de eje horizontal y de eje vertical, se definen las características generales de estos elementos: velocidad típica, solidez y rendimiento aerodinámico. A su vez, este último depende de las características geométricas de las palas: longitud, perfil, calaje y anchura, por lo que se comenta la importancia relativa de cada uno de estos parámetros.

Respecto a los sistemas de orientación, fundamentales para las máquinas de eje horizontal, se comenta brevemente la cola, los rotores auxiliares, el efecto de conicidad y, para las grandes máquinas, los motores auxiliares. En el apartado dedicado a los sistemas de regulación, se clasifican éstos por su forma de actuación: sobre el rotor y sobre el eje motor. Dentro del primer grupo se citan la puesta en bandera y la regulación por paso



variable (acción centrífuga y variación del calaje); en el segundo se comentan los diferentes sistemas de frenado del eje. Por su parte, el elemento fundamental de los sistemas de transmisión es el multiplicador, que puede ser de diferentes tipos. Finalmente, bajo el epígrafe de los sistemas de generación se comentan las ventajas e inconvenientes de las dinamos y los alternadores (síncronos o asíncronos).

Una vez estudiadas las diversas partes de que consta un sistema de aprovechamiento eólico es necesario pasar revista a los distintos factores que hay que tener en cuenta en el diseño de instalaciones eólicas: emplazamiento, tamaño y costes. La selección del emplazamiento según el potencial eólico se lleva a cabo con ayuda de mapas eólicos, distribuciones de velocidad y perfiles de velocidad, cuya importancia se indica brevemente. La elección y diseño de la máquina eólica depende fuertemente de las condiciones técnicas, aunque también influye el emplazamiento y, por supuesto, los aspectos económicos, por lo que éstos se comentan algo más detalladamente, distinguiendo entre el coste unitario de la instalación y el coste de la energía, tanto para sistemas grandes como para sistemas pequeños.

Dentro del apartado dedicado a las aplicaciones de la energía eólica se contemplan las aplicaciones centralizadas, en cuyo marco cabe destacar tanto los aerogeneradores de gran potencia como los parques eólicos. Por su parte, se hace hincapié asimismo en que las aplicaciones autónomas de máquinas eólicas pueden ser rentables en muchos casos, según las condiciones eólicas del lugar y las características concretas de las diferentes alternativas que se comparen.

LA ENERGIA EOLICA (EXPERIENCIAS)

La diferente distribución de temperaturas en la atmósfera provoca el movimiento del aire, originándose así los vientos. Para captar la energía que éstos transportan se usan máquinas eólicas. Si se aprovecha directamente la energía mecánica se habla de un aeromotor, mientras que si se acciona un generador eléctrico se tratará de un aerogenerador.

En los siguientes experimentos nos ocuparemos tanto de "crear" corrientes de aire mediante diferencias térmicas como de aprovechar la energía de estas corrientes construyendo pequeñas máquinas eólicas. Asimismo consideraremos la determinación de la dirección y la velocidad del viento.

Las experiencias propuestas son la siguientes:

ANEMOMETRO OSCILANTE

ANEMOMETRO GIRATORIO



AEROMOTORES DE EJE HORIZONTAL

AEROGENERADOR DE EJE VERTICAL

ANEMOMETRO OSCILANTE

FUNDAMENTO

Mucho menos sofisticado que el anemómetro giratorio es el anemómetro oscilante. Tiene la ventaja de no necesitar un mecanismo que mida la velocidad de giro para determinar la velocidad del viento, pero también tiene sus inconvenientes.

MATERIAL

- * Base, taco y varillas de madera
- * Cartón
- * Vaso de papel
- * Chinchetas y clavos

DESCRIPCION

Fijar una de las varillas de madera a la base y sujetar sobre ella el cartón cortado en forma de sector circular. Clavar el vaso al extremo de la otra varilla con dos chinchetas. En el extremo opuesto se hace un orificio por el que debe pasar el clavo holgadamente. Este se fija a la varilla con el cartón, utilizando el taco de madera para separar ambas varillas, de tal forma que el vaso no tropiece con el cartón.

Situar el dispositivo con la boca del vaso contra el viento.

CUESTIONES

- * Situar el anemómetro en diferentes lugares y observar en cada caso qué ángulo se separa el vaso de la vertical.
- * ¿Cómo se podría relacionar el ángulo de inclinación del vaso con la velocidad real del viento, expresada en m/s ó km/h?
- * Dibujar sobre el cartón las marcas para cada velocidad.
- * ¿En qué principio físico está basado este aparato?
- * ¿Qué magnitud del dispositivo es indicativa de la velocidad del viento? ¿Por qué?
- * Enumera los inconvenientes prácticos de este sistema.

ANEMOMETRO GIRATORIO

FUNDAMENTO

En la determinación del lugar más adecuado y del tipo de sistema eólico más apropiado influirá extraordinariamente la velocidad del viento que deba soportar habitualmente, por lo que habrá que estudiar detalladamente este factor. Para ello necesitaremos un medidor de velocidad del viento, un "anemómetro".

MATERIAL

- * Pelotas de tenis de mesa
- * Tapón de corcho
- * Pajitas de refresco
- * Pegamento
- * Clavos
- * Base y soporte de madera

DESCRIPCION

Atravesar el tapón a lo largo con un clavo. Clavar otros cuatro clavos a los lados del tapón, enfrentados de dos en dos, a la misma distancia entre ellos y con la cabeza inclinada hacia abajo. Introducir en cada uno de estos clavos una pajita de refresco, de modo que su extremo quede a un nivel más bajo que la punta del clavo central. En este extremo se habrá pegado previamente media pelota, una de cuyas mitades se habrá pintado con rotulador.

Sobre el soporte de madera se clava otro clavo, de cabeza ancha, sobre la que se apoya la punta del clavo que sirve de eje. Si los pesos y las longitudes de los cuatro brazos son iguales, el sistema estará equilibrado, es decir, no tiene inclinación hacia ningún lado. En caso contrario, ajustar de nuevo los brazos hasta lograrlo.

CUESTIONES

- * Mide la velocidad del viento en varios lugares y exprésala en número de vueltas por minuto. Para ello es muy útil haber coloreado una de las semiesferas.
- * ¿Se te ocurre cómo se podría relacionar el número de vueltas del anemómetro con la velocidad real del viento, expresada en m/s ó km/h?
- * ¿Conoces alguna influencia de la velocidad del viento sobre los seres vivos? ¿Se adaptan éstos al viento?



AEROMOTORES DE EJE HORIZONTAL

FUNDAMENTO

Para captar la energía que lleva el viento necesitaremos un sistema que convierta el movimiento más o menos rectilíneo del viento en otro que nos sea más útil, como uno circular. Por ejemplo, un sistema giratorio de eje horizontal que realice el trabajo de elevar una masa.

MATERIAL

- * Bandeja de aluminio circular para comida
- * Cartón
- * Pajitas de refresco
- * Clavos
- * Hilo de coser
- * Pegamento
- * Vasos de yogur
- * Punta de bolígrafo
- * Remache
- * Semillas
- * Base y listones de madera
- * Secador de pelo

DESCRIPCION

Construir dos molinetes con la chapa de aluminio: uno de 8 palas haciendo cortes en la misma y doblando ligeramente cada uno de los sectores circulares, y otro de tres palas, recortando el aluminio sobrante y doblando asimismo los sectores que quedan.

Hacer un orificio en el centro de los molinetes, pasar por él un trozo de pajita de refresco y pegarla. A través de la pajita se introduce el clavo, que se sujeta a la varilla horizontal de la estructura. Sobre la pajita se ata el hilo, del que cuelga el vaso de yogur.

La varilla horizontal del rotor de 8 palas se construye en forma de veleta, pegando en su extremo una cola de cartón y haciendo en el centro de la varilla un agujero hasta la mitad del grosor, donde irá metida la punta del bolígrafo, que apoya en el agujero de un remache nuevo, clavado en el soporte. La estructura del rotor de tres palas será fija.

Aplicar el secador de pelo a cada una de las máquinas eólicas construidas y observar en cada caso su comportamiento. Cargar los vasos con diferentes cantidades de semillas y estudiar lo que sucede.

CUESTIONES

- * ¿Cómo genera el viento el secador?
- * ¿Qué sucede cuando se acerca a los molinetes el aire procedente del secador?
- * ¿Qué ventajas ofrece el diseño con veleta?
- * ¿Qué rotor es mejor? ¿Por qué?
- * ¿Qué rotor es más potente? ¿Cuál sube más rápidamente el vaso de yogur?
- * ¿Qué efecto tiene el ángulo de las palas con respecto a la dirección del viento? ¿Es indiferente el ángulo que pongamos?
- * Explica todas las conversiones energéticas que se producen a lo largo del experimento.
- * ¿Cómo se puede aprovechar la energía del viento?
- * ¿Conoces la utilización de sistemas análogos a los estudiados, pero a gran escala?

AEROGENERADOR DE EJE VERTICAL

FUNDAMENTO

El otro gran conjunto de máquinas eólicas es el formado por aquellas que tienen un eje de giro vertical. Estas no necesitan orientarse al viento, pero suelen ser más lentas.

MATERIAL

- * Botella cilíndrica de plástico de 1 litro
- * Bolígrafo de plástico
- * Transportadores de ángulos de 360°
- * Broca
- * Arandela
- * Pegamento
- * Motor eléctrico de cassette (12 V, 2.400 rpm)
- * Correa de transmisión
- * Diodo luminoso (LED)
- * Secador de pelo



DESCRIPCION

Cortar la botella a lo largo en dos partes iguales y cortar asimismo el cuello. La cánula del bolígrafo servirá de eje, sobre el que se pegarán las dos partes de la botella, tal como muestra la figura. Pegar dos transportadores de ángulos de tal forma, que en su circunferencia se forme un canal que permita el paso de la correa de transmisión, haciendo las veces de polea. Agujereneado esta polea en su centro, se atraviesa éste con el bolígrafo y se pega. Sobre la base de madera se clava una broca del diámetro del bolígrafo y se introduce éste en ella, apoyando la punta del bolígrafo sobre una arandela, que descansa sobre un tapón de goma ensartado en la broca.

El motor se fija sobre la base a tal distancia y altura, que sea posible que la correa de transmisión rodee al eje, quede en un plano horizontal y tenga la tensión suficiente para permitir el giro con el mínimo rozamiento. Al motor se conecta el diodo luminoso y se aplica el secador de pelo al rotor vertical, observando los resultados que ello produce.

CUESTIONES

* Una vez comprobado el comportamiento de la máquina al aplicarle el secador, colócala al aire libre en diferentes lugares y determina dónde gira con mayor velocidad. Observa lo que sucede con el diodo luminoso

* Desconecta la correa de transmisión y compara la velocidad de giro del rotor con la que tenía con la correa. ¿A qué se debe la diferencia?

* ¿Qué tipo de conversiones energéticas se están produciendo en la máquina?

* ¿Qué sería más favorable, un lugar donde girase a poca velocidad, pero de forma regular, o un lugar donde girase muy deprisa, pero a rachas?

* ¿Conoces algún molino de viento o algún aerogenerador? ¿Dónde está situado y para qué se está utilizando?

LA ENERGIA DE LA BIOMASA (EXPOSICION)

Se inicia este capítulo con un apartado sobre la formación de la biomasa, en el que se define la energía de la biomasa a partir del proceso de la fotosíntesis, destacando los rendimientos energéticos de cada una de las etapas de transformación que se integran en el proceso global. Como fuentes de biomasa para fines energéticos se consideran tanto la biomasa vegetal y la animal como la biomasa residual, haciendo especial énfasis en la importancia del aprovechamiento de residuos a corto plazo y la del desarrollo de los llamados "cultivos energéticos", a medio y largo plazo.

El estudio de los residuos se aborda comentando las ventajas actuales que comportaría su aprovechamiento, distinguiendo las diferentes fuentes de los mismos: residuos agrarios, industriales y urbanos. Dentro de los primeros se distinguen los residuos agrícolas, forestales y ganaderos; se indica la importancia de las industrias agroalimentarias en la generación de residuos orgánicos y se analiza la importancia que tienen los dos principales residuos de origen urbano: las aguas residuales y los residuos sólidos urbanos.

La consideración de los cultivos energéticos se hace bajo el punto de vista de sus perspectivas futuras, citándose una serie de cultivos aprovechables con fines energéticos y cuyo estudio se divide en los apartados: cultivos tradicionales, cultivos poco frecuentes, cultivos acuáticos y cultivos de plantas productoras de combustibles líquidos.

Una vez analizadas las dos principales fuentes de biomasa se pasa a estudiar ampliamente los procesos de transformación de biomasa en energía, divididos en tres grandes apartados: extracción de hidrocarburos, procesos termoquímicos y procesos bioquímicos.



La extracción de hidrocarburos sólo es aplicable a las especies vegetales que producen estos compuestos en su metabolismo, aunque esta actividad parece que se le augura un importante futuro.

Por su parte, dentro de los procesos termoquímicos se aborda, en primer lugar, el estudio de la combustión, considerando sus variables principales: proporción de oxígeno, temperatura de combustión y características del combustible. Asimismo se analizan los sistemas de combustión (horno, caldera, sistema de utilización de la energía) y la aplicación que en los últimos años está adquiriendo cada vez mayor importancia: la combustión en el ámbito doméstico.

Para el estudio de la gasificación se tienen en cuenta las reacciones que se producen en este tipo de proceso, según se lleve a cabo con aire o con oxígeno. Ello dará lugar a sendos productos de diferente aplicación: el gas de gasógeno y el gas de síntesis. Respecto a este último se destaca su importancia como materia prima para la obtención de gasolinas y metanol.

Finalmente se considera la pirólisis, o descomposición térmica de la materia orgánica en ausencia de oxígeno. Se indican los productos que se pueden obtener en este proceso y se destaca una variante del mismo, la licuefacción, que está en avanzado estado de investigación y que parece ser uno de los mejores procedimientos para la transformación de basuras urbanas en compuestos de interés económico.

En el ámbito de los procesos bioquímicos se estudia en primer lugar la fermentación alcohólica, analizando sucintamente las distintas etapas del proceso: pretratamiento, hidrólisis, fermentación y separación y purificación del etanol. Asimismo se lleva a cabo la comparación de este compuesto con la gasolina, en el aspecto de ser un posible sustituto de la misma.

El otro proceso bioquímico considerado es la digestión anaerobia, que permite obtener el biogás, combustible gaseoso de múltiples aplicaciones. En primer lugar se indican las tres etapas por las que transcurre la digestión (hidrólisis, acidogénesis y metanogénesis) para pasar posteriormente a las variables que afectan al sistema: temperatura, acidez, contenido en sólidos, nutrientes y tóxicos. Asimismo se tienen en cuenta los digestores, los principales factores que influyen en su diseño y las principales características de los mismos: tamaño y tipo. Se completa la descripción del proceso con un estudio de los productos obtenidos y sus aplicaciones: el biogás y el efluente.

LA ENERGIA DE LA BIOMASA (EXPERIENCIAS)



Una buena parte de la energía solar es absorbida por las plantas verdes para el crecimiento de la materia orgánica, que almacena la energía en forma de materia viva, que se denomina biomasa. La cadena biológica hace que parte de esta biomasa vegetal se transforme en biomasa animal. Además, se generan residuos agrarios, industriales y urbanos, cuyo contenido energético puede ser aprovechado.

Los residuos se pueden aprovechar por vía térmica o biológica. Algunos ejemplos de estas dos vías serán mostrados en los experimentos desarrollados a continuación.

También se pueden utilizar los llamados cultivos energéticos, plantas que contienen sustancias combustibles y que pueden ser obtenidas por extracción, como veremos en la experiencia correspondiente.

Las experiencias propuestas son las siguientes:

EXTRACCION DE COMBUSTIBLES

DESCOMPOSICION TERMICA DEL SERRIN

FERMENTACION: BIOGAS

EXTRACCION DE COMBUSTIBLES

FUNDAMENTO

Ciertos vegetales contienen sustancias líquidas que pueden ser utilizadas como combustible. Las más conocidas son las semillas que producen aceite, como el girasol o el maíz. Pero algunas plantas poco conocidas contienen sustancias mucho más cercanas a los hidrocarburos.

MATERIAL

- * Tallos de tabaiba o semillas de tártago
- * Picadora de cocina
- * Frasco de vidrio de boca ancha de 1 litro
- * Plato hondo
- * Botella plástica de 1,5 litros
- * Tapón de goma
- * Bolígrafo de plástico
- * Manguera de goma
- * Pinza de la ropa
- * Gasolina (unos 500 ml)

DESCRIPCION

Tomar los tallos de tabaiba o las semillas de tártago y molerlos en la picadora de cocina. Introducir la pasta resultante en la botella junto con un volumen aproximadamente igual de agua y de gasolina. Agitar vigorosamente y dejarlo reposar hasta que se separen las dos fases. Construir un embudo de decantación con la botella de plástico, cortando su base e introduciendo el bolígrafo en el tapón de goma. Al trozo de bolígrafo saliente se le conecta la manguera, cuyo cierre se realiza con la pinza de la ropa.

Decantar las fases líquidas con cuidado sobre el embudo y esperar que ambas fases se vuelvan a separar en el interior del mismo. Abrir con cuidado la pinza de la ropa y desechar la fase acuosa. Verter la fase gasolina en el plato hondo y dejar al aire libre hasta que se evapore el disolvente. Intentar quemar el producto resultante.

CUESTIONES

- * ¿Existe alguna planta energética cerca de tu casa o colegio?
- * ¿Por qué hay que moler la materia vegetal antes de someterla a extracción?
- * ¿Qué es la extracción?
- * Indica otros disolventes que puedan utilizarse para realizar esta extracción.
- * ¿Arde la sustancia extraída de la planta? ¿Que significa esto?



DESCOMPOSICION TERMICA DEL SERRIN

FUNDAMENTO

Otro método para aprovechar la biomasa como fuente de energía es calentarla en un recipiente cerrado, para que, al no haber oxígeno, no pueda arder. Veamos qué se produce de esta manera.

MATERIAL

- * Serrín
- * Tubo de ensayo
- * Tapón de goma
- * Tubo de vidrio acodado
- * Mechero Bunsen

DESCRIPCION

Llenar el tubo de ensayo con serrín hasta su tercera parte. Hacer un orificio en el tapón de goma e introducir por él el tubo acodado. Tapar el tubo y calentarlo con el mechero hasta que comiencen a salir gases por el tubo. Acercar el extremo del tubo a la llama del mechero.

CUESTIONES

- * ¿Qué sucede en el interior del tubo?
- * ¿Se desprenden gases combustibles? ¿Cómo lo sabes?
- * ¿Cómo queda el serrín después del experimento? ¿Por qué?
- * ¿Cómo se podría lograr un aprovechamiento energético con este proceso?
- * ¿Conoces algún caso de aplicación de este proceso?

FERMENTACION: BIOGAS

FUNDAMENTO

La recuperación de la energía que contiene la materia viva exigirá condiciones adecuadas. Uno de los métodos más directos y eficaces es la descomposición en ausencia de oxígeno o fermentación anaerobia.

MATERIAL

- * Frasco de vidrio de zumo de fruta (1 litro)
- * Botellas plásticas de 1,5 litros
- * Manguera transparente
- * Manguera, conexiones en T, codos y llaves de plástico (12 mm)
- * Tapón de goma
- * Bolígrafo de plástico
- * Pegamento
- * Tabla y soporte de madera
- * Bote de hojalata
- * Alambre
- * Riel de cortina y correderas
- * Maceta de plástico
- * Yeso
- * Vinagre, lejía y jugo de col roja
- * Estiércol animal
- * Agua

DESCRIPCION

Construir una instalación como la que se muestra en el esquema. La maceta se usará como soporte de la barra de cortina, rellenándola de yeso y dejándolo fraguar. Con el listón de madera y las correderas de cortina se construye un sistema móvil, al que va sujeto una botella con el alambre, que permite, a modo de frasco de nivel, medir el volumen de gas producido a la presión atmosférica. La otra botella de plástico, que hace las veces de contenedor de gas, se fija al soporte de madera con ayuda del bote de hojalata, que le da estabilidad. Ambas botellas se unen por sus partes inferiores con la manguera transparente, que conecta con sendas olivas construidas con el bolígrafo y pegadas en los orificios correspondientes. La botella que contendrá el gas se afora previamente y se tapa con un tapón de goma, en el que se ha montado una conexión en T y una llave. La primera se conecta por medio de otro trozo de manguera al frasco de vidrio, a cuya tapa se ha hecho un agujero, por el que se ha introducido otra llave de plástico, asegurada con pegamento a la tapa.

Se introduce el estiércol animal diluido con agua en el frasco de vidrio, agitando hasta que se forme una espuma que llene las dos terceras partes del mismo. Llenar el contenedor de gas con agua y vinagre por el frasco de nivel, añadiendo una pequeña cantidad de jugo de col roja. La llave del frasco de vidrio estará abierta y la de salida del

contenedor de gas, cerrada. Colocar todo el sistema al sol durante varios días, hasta que se haya formado suficiente gas como para llenar el contenedor de gas en sus dos terceras partes. Cerrar la llave del frasco de vidrio y medir el volumen de gas, igualando los niveles del agua. Añadir lejía al agua hasta que se produzca un cambio de color y agitar el contenedor de gas. Medir de nuevo el volumen por el método indicado. Repetir la operación hasta que el volumen de gas no varíe. Dejar escapar un poco de gas por la llave del contenedor y aplicar una cerilla.

CUESTIONES

- * ¿Qué sucede con los residuos animales?
- * ¿Qué cantidad de gas se produce y en qué tiempo?
- * ¿Qué se consigue al añadir la lejía?
- * ¿Cuál es el gas resultante? ¿Arde?
- * ¿Cuál es la composición del gas original?

LA ENERGIA GEOTERMICA (EXPOSICION)

El fenómeno geotérmico se refiere al calor almacenado en la Tierra, y la energía geotérmica es la derivada de este calor. Se definen, pues, en primer lugar, los conceptos de gradiente geotérmico y flujo geotérmico, con objeto de poder situar los posibles yacimientos de esta fuente energética. Estos yacimientos normalmente están asociados a manifestaciones superficiales, como volcanismo reciente, zonas de alteración hidrotermal, emanaciones gaseosas, fuentes termales y minerales y anomalías térmicas, por lo que se hace necesario un somero análisis de las mismas.

La evolución histórica de esta fuente de energía se considera bajo un epígrafe sobre el desarrollo geotérmico mundial, donde se contemplan las realizaciones en este campo, así como su posible utilización futura. Por su parte, para poder aplicar la tecnología de aprovechamiento es necesario conocer previamente la estructura de un sistema geotérmico. Ello se lleva a cabo definiendo el concepto de yacimiento geotérmico y analizando las tres categorías en las que se pueden clasificar los yacimientos. Los sistemas hidrotérmicos se contemplan bajo el punto de vista de las fases presentes y de la temperatura del yacimiento, analizando las posibilidades de los yacimientos con predominio de vapor y aquéllos con predominio de agua. Tanto los sistemas geopresurizados como los sistemas de roca seca caliente aún no muestran posibilidades de aprovechamiento, pero debido a su perspectiva a largo plazo se analizan de forma general.

La explotación de yacimientos geotérmicos implica el conocimiento previo de ciertas variables y está íntimamente relacionado con criterios económicos. Así, para la utilización de yacimientos de alta entalpía se presentan una serie de alternativas, algunas de ellas actualmente en explotación comercial para producir energía eléctrica por conversión directa, expansión súbita, proceso de flujo binario y proceso de flujo total. Por su parte, la utilización de yacimientos de baja entalpía está casi completamente polarizada hacia la obtención de calefacción de diferentes aplicaciones: urbana, industrial y agrícola.



Debido a ciertas interrogantes que han suscitado los factores ambientales en relación con la explotación de la energía geotérmica, se analiza la posible relación que puede tener esta fuente energética con el medio ambiente bajo los siguientes puntos de vista: utilización del terreno, influencia sobre el suelo, niveles de ruido, contaminación del aire, uso y contaminación de las aguas, contaminación térmica y efectos climáticos y alteración de ecosistemas.

LA ENERGIA GEOTERMICA (EXPERIENCIAS)

En algunas zonas de la Tierra, las rocas del subsuelo se encuentran a temperaturas elevadas. La energía almacenada en estas rocas se conoce como energía geotérmica. Para poder extraer esta energía es necesaria la presencia de yacimientos de agua cerca de estas zonas calientes.

La explotación de esta fuente de energía se realiza perforando el suelo y extrayendo el agua caliente. Si su temperatura es suficientemente alta, el agua saldrá en forma de vapor y se podrá aprovechar para accionar una turbina.

Las siguientes experiencias tienen como objetivo construir algo muy parecido a lo que de forma natural se conoce como yacimiento geotérmico. Asimismo veremos que el vapor generado en este sistema puede aprovecharse para producir energía mecánica o electricidad. Estudiaremos primero el fundamento de la energía geotérmica y luego intentaremos aprovecharla para mover distintos tipos de turbinas acopladas a diferentes formas de "yacimientos".

Las experiencias propuestas son las siguientes:

LATA PRODUCTORA DE VAPOR

OLLA A PRESION

LATA PRODUCTORA DE VAPOR

FUNDAMENTO

El vapor a presión puede utilizarse para mover una turbina si convertimos su presión en velocidad y usamos esta masa en movimiento para empujar una turbina.

MATERIAL

- * Lata de líquido de frenos (500 ml)
- * Cajas de aluminio (sacarina)
- * Tapones de goma
- * Clavos
- * Tapón de corcho
- * Punta cónica de bolígrafo
- * Bandeja de aluminio para comida
- * Hornillo eléctrico
- * Agua



DESCRIPCION

Construir con el aluminio de la bandeja las paletas del molinete y montarlas sobre el corcho. Atravesar éste con dos clavos, que se han hecho pasar por sendos orificios practicados en las tapas de las cajas de sacarina, que hacen de soporte. Dichas tapas se fijan a la lata atravesando los orificios realizados en ambas con un pequeño tapón de goma a cada lado. Una vez colocado el molinete, se practica un agujero en la lata, embutiendo en él la punta cónica del bolígrafo, que se ha cortado para quitarle la bola.

Llenar la lata con agua hasta la mitad de su capacidad y tapar bien su boca. Colocarla horizontalmente sobre el hornillo eléctrico y conectar éste. Esperar hasta que el vapor comience a salir por el orificio.

CUESTIONES

- * ¿Qué sucede en el interior de la lata?
- * ¿Cómo se transforma la energía que le suministramos a la lata?
- * ¿Qué sucede cuando el vapor choca contra las palas del molinete?
- * ¿Qué es una turbina de vapor?
- * ¿Qué relación existe entre nuestro sistema y un sistema geotérmico? ¿Cómo se puede aprovechar su energía?

OLLA A PRESION

FUNDAMENTO

El yacimiento geotérmico aprovechable es algo muy parecido a una olla a presión produciendo un chorro de vapor como el que muchas veces hemos visto en casa.

MATERIAL

- * Olla a presión
- * Cocina de gas
- * Agua
- * RUEDA HIDROELECTRICA

DESCRIPCION

Llenar la olla con agua en su tercera parte. Taparla y ponerla a calentar sobre la cocina a fuego lento. Cuando la válvula empiece a oscilar, esperar unos 15 minutos y luego apagar el fuego. Quitar la válvula con cuidado y acercar la rueda hidroeléctrica al chorro de vapor.

CUESTIONES

- * ¿Qué sucede en el interior de la olla?
- * ¿Cómo se transforma la energía que le suministramos a la olla?
- * ¿Qué sucede cuando el vapor choca contra la rueda hidroeléctrica?
- * ¿Qué es un turbogenerador?
- * Intenta explicar el funcionamiento de una central de aprovechamiento geotérmico a la vista de los resultados obtenidos en cualquiera de los experimentos realizados.
- * ¿Tiene alguna característica especial la olla a presión respecto a la lata productora de vapor? ¿Qué ventajas puede aportar?

LA ENERGIA DEL MAR (EXPOSICION)

Dentro de las fuentes energéticas de origen marino se contemplan sólo tres en este capítulo: la energía de las mareas, la energía de los gradientes térmicos oceánicos y la energía de las olas. Establecidos sus potenciales teóricos, se hace especial énfasis en que estos recursos no tienen aún aplicación comercial digna de mención, por lo que el estudio posterior se hará valorando las diferentes opciones en cuanto a investigación y desarrollo, así como sus perspectivas de futuro.

Para comprender las bases de la energía maremotriz se definen previamente los parámetros más importantes acerca de las mareas, haciendo asimismo un estudio de los antecedentes históricos de esta fuente de energía. Se aborda así el potencial energético de



las mareas y las centrales maremotrices, tanto bajo el punto de vista geográfico como técnico. A este respecto se considera el ciclo elemental de efecto simple, el ciclo elemental de doble efecto y el almacenamiento por bombeo. Sentadas estas bases se abordan los sistemas generadores de electricidad, las turbinas, tanto las especialmente diseñadas para las centrales maremotrices, como es el caso de la turbina de bulbo axial, como las adaptadas a las mismas, caso de las turbinas de tubo o las de rotor anular. En el apartado dedicado a los proyectos maremotrices, centrales en operación y perspectivas futuras, se presenta una breve descripción de las dos centrales operativas y de algunas de las propuestas más actuales realizadas en diferentes países, mientras que como punto final se consideran la posibilidades de la energía maremotriz.

Las bases de la energía maremotérmica se establecen en función del rendimiento termodinámico del ciclo de aprovechamiento de los gradientes térmicos oceánicos, considerando luego el emplazamiento de aprovechamientos maremotérmicos en las diferentes partes del mundo, especialmente las zonas tropicales. El estudio de las centrales maremotérmicas se desarrolla en base a considerar los dos ciclos termodinámicos aplicables a esta fuente de energía (ciclo abierto y ciclo cerrado), citándose además los componentes principales de una planta de este tipo. Se analizan asimismo los distintos proyectos maremotérmicos considerados a lo largo de la historia, describiendo algunas de las realizaciones más importantes. Se completa el apartado dedicado a esta fuente energética haciendo algunas previsiones acerca del futuro de la energía maremotérmica.

El estudio de la energía de las olas permite definir los conceptos necesarios para intentar estimar su potencial energético, haciendo hincapié en la dificultad de su explotación. Sin embargo, existen ciertos antecedentes del aprovechamiento energético de las olas, que conducen a la posibilidad de analizar con cierto detalle los modernos convertidores de olas. Así, se distinguen sistemas activos y sistemas pasivos, aunque el análisis de los dispositivos se lleva a cabo clasificándolos en tres grandes grupos: totalizadores, atenuadores y absorbedores puntuales. Dentro del primer grupo se describen el rectificador Russel, el "pato" Salter, la balsa Cockerel y el convertidor N.E.L.. Al segundo grupo pertenecen el buque Kaimei y la bolsa de Lancaster, mientras que el tercero incluye la boya Masuda y el convertidor de Belfast como ejemplos más representativos. Bajo el apartado de aspectos futuros de los convertidores de olas se recogen, entre otros puntos, las recomendaciones de los expertos a los países de tecnología naval, para que estudien la posibilidad de incluir en sus proyectos algunos sistemas de conversión de energía de las olas, capaces de paliar de alguna forma sus necesidades energéticas locales.



LA ENERGIA DEL MAR (EXPERIENCIAS)

La energía gravitatoria terrestre y lunar, la energía solar y la eólica dan lugar, respectivamente, a tres manifestaciones de la energía del mar: mareas, gradientes térmicos y olas. De ellas se podrá extraer energía mediante los dispositivos adecuados.

La energía de las mareas o maremotriz se aprovecha embalsando agua del mar en ensenadas naturales y haciéndola pasar a través de turbinas hidráulicas.

La diferencia de temperatura entre la superficie y las profundidades del mar (gradiente térmico), constituye una fuente de energía llamada maremotérmica.

La energía de las olas es producida por los vientos y resulta muy irregular. Ello ha llevado a la construcción de múltiples tipos de máquinas para hacer posible su aprovechamiento.

Aunque una máquina térmica de baja temperatura es muy difícil de construir en el laboratorio, sí podemos estudiar varios aspectos de la conversión de la energía de las mareas y de las olas a pequeña escala, como veremos en los siguientes experimentos. En ellos simularemos tanto el desnivel que puede producir la marea como el movimiento oscilatorio que tienen las olas.

Las experiencias propuestas son:

CENTRAL MAREMOTRIZ

CONVERTIDOR DE OLAS

CENTRAL MAREMOTRIZ

FUNDAMENTO

Para obtener la energía que el agua del mar acumula al subir la marea, necesitaremos establecer los dispositivos adecuados, que deben canalizar las entradas y salidas de agua por los puntos en que estén las turbinas.

MATERIAL

- * Barreño de plástico
- * Botella plástica de 5 litros
- * Manguera transparente
- * Mercromina
- * Clavo
- * Abrazaderas y tornillos
- * Agua

DESCRIPCION

Perforar un pequeño orificio en la botella cerca de su base, clavando el clavo. De esta manera, la botella hará el efecto de estanque de la central y el barreño representará el mar. Poner la botella en el fondo del barreño y llenar de agua el mismo.

Con la manguera, que se ha sujetado al barreño tal como muestra el esquema, con ayuda de las abrazaderas y los tornillos, hacer sifón para vaciar el barreño. Previamente se ha tapado el agujero de la botella introduciendo en él desde el exterior el clavo utilizado para perforarlo. Cuando haya bajado el nivel del agua exterior hasta la mitad de la botella, retirar el clavo y observar el flujo de agua. ello se puede lograr más fácilmente si se han añadido unas gotas de mercromina en la botella antes de comenzar el experimento.



CUESTIONES

- * ¿De qué factores dependerá la cantidad de energía que podremos extraer por este método?
- * ¿Interesará dejar el conducto de entrada y salida de agua abierto todo el tiempo o se te ocurre alguna ventaja de cerrarlo a intervalos?
- * ¿Se podrá hacer una instalación semejante en cualquier mar? ¿Es igual en todas partes la marea?
- * ¿Da lo mismo dónde se pone la central o habrá lugares más favorecidos? ¿Se te ocurre algún sitio en tu entorno geográfico?
- * ¿Dónde pondrías las turbinas? ¿Vale cualquier tipo de turbina?

CONVERTIDOR DE OLAS

FUNDAMENTO

Otro cambio de altura en la superficie del agua del mar es el producido por las olas. Sin embargo, a diferencia de las mareas, las olas producen variaciones pequeñas y mucho más rápidas, por lo que el aprovechamiento de su energía se hará en base a otro tipo de dispositivos.

MATERIAL

- * Botella plástica de 5 litros con tapa
- * Barreño de plástico
- * Alfiler
- * Papel
- * Agua

DESCRIPCION

Construir con el papel un molinete de viento del tamaño de la boca de la botella. Hacer en la tapa dos ranuras semicirculares muy finas cerca de su parte exterior. Atravesar el molinete con el alfiler, con la parte delantera hacia abajo y pincharlo en la tapa de la botella. Hacer una ranura de unos 2 x 0,5 cm cerca del fondo de la botella.

Llenar el barreño con agua. Sujetando la botella con las dos manos, sumergir su base hasta el fondo del barreño. Cuando la botella se haya llenado de agua hasta el nivel correspondiente, invertir la operación, sacando la botella del agua. Repetir el proceso varias veces, observando lo que sucede con el molinete.

CUESTIONES

- * ¿Qué sucede con el molinete al hundir la botella en el agua? ¿Y al sacarla?
- * ¿Qué tipo de movimiento realizamos al hundir y sacar la botella sucesivamente? ¿Qué relación tiene este movimiento con el de una ola?
- * ¿Por qué gira el molinete? Indicar la transformación energética que está teniendo lugar.
- * Se podría conseguir que el molinete estuviera girando continuamente? ¿Habría que cambiar su forma?
- * ¿Qué utilidad puede tener el giro del molinete bajo el punto de vista energético? Intenta diseñar algún dispositivo que pueda aprovechar esta energía y trata de llevarlo a la práctica.
- * ¿Conoces algún otro tipo de convertidor de olas?

DOCUMENTACION

Como documentación del curso se proporcionó a cada uno de los participantes los dos libros cuyas referencias se citan:

Jarabo, F., y Pérez, C.; "Guía de las energías renovables", Instituto de Investigaciones Científicas y Ecológicas, Salamanca (1988).

Elortegui, N., Fernández, J. y Jarabo, F.; "Energías renovables. Experiencias prácticas", Consejería de Educación (Gobierno de Canarias) y Centro de la Cultura Popular Canaria, Santa Cruz de Tenerife (1989).

Ambos textos se adecúan perfectamente a las materias impartidas y permiten a los participantes, por un lado, fijar su atención en las explicaciones y en las diapositivas, y por otro, tener una guía para la profundización en la materia, ya que ambos textos contienen las



referencias bibliográficas adecuadas para ello.

El primero de ellos toma como punto de referencia la necesidad de que sea asequible a un nivel básico de conocimientos, sin que por ello se pierda rigor en las aportaciones científicas y técnicas. De esta forma el lector puede informarse de las posibilidades de las fuentes energéticas renovables, tantas veces exageradas, por exceso o por defecto, en los distintos medios de comunicación. Los seis capítulos dedicados a cada una de las fuentes de energía renovables están estructurados de una forma más o menos uniforme para todos ellos, observando el esquema básico siguiente: fuente de energía, historia de su utilización, sistemas de captación y transformación, aplicaciones y realizaciones o posibilidades en España.

El segundo texto, de carácter fundamentalmente práctico, también está estructurado de forma completamente homogénea. Cada fuente de energía está comprendida en un capítulo y todas las prácticas se presentan de forma absolutamente análoga: un fundamento de la experiencia, una enumeración del material que se va a emplear, una descripción del procedimiento de trabajo, unas cuestiones planteadas para alcanzar el máximo rendimiento didáctico posible de la experiencia y un esquema que facilita el montaje y el seguimiento de la misma. Tampoco se olvidan las fuentes bibliográficas que permiten un estudio previo o la ampliación posterior de cada uno de los temas tratados.

En ambos textos el lector probablemente pueda encontrar el aliciente necesario para despertar lo bastante su curiosidad por las energías renovables como para adquirir nuevos conocimientos con el mínimo esfuerzo, aplicando éste a profundizar en los temas que le ofrezcan más interés, y cuyo desarrollo podrá encontrar en libros más especializados.

Junto con estas dos publicaciones, que se entregan a cada participante en un maletín de polipropileno, se proporcionan también algunos útiles de trabajo y algunos pequeñas atenciones recuerdos que permitan recordar gratamente y con mayor facilidad la asistencia a este curso. Estos objetos se enumeran a continuación:

- * Carpeta de notas
- * Portadocumentos de plástico
- * Programa
- * Carta de bienvenida del Director.
- * Folleto de ERA SOLAR
- * Catálogo de publicaciones de ALHAMBRA-LONGMAN
- * Carnet de INICE (ACREDITACION)
- * Portacarnet y traba



- * Bolígrafo de INICE
- * Llaveros de INICE
- * Calculadora solar
- * Llaveros de UNELCO
- * Placa conmemorativa

A los participantes de fuera de las Islas Canarias se les entrega además:

- * Carpeta con folletos turísticos de la isla de Tenerife
- * Plano de La Laguna

A todos los participantes se les entrega también:

- * Factura de la cantidad abonada por la inscripción al curso
- * Certificado de asistencia y aprovechamiento

Finalmente, a aquéllos participantes, profesores de enseñanza no universitaria de la Comunidad Autónoma de Canarias, que lo solicitan, se les proporciona un dossier completo con instrucciones y modelos de instancia para solicitar una bolsa de ayuda a la Dirección General de Promoción Educativa del Gobierno de Canarias.

Asimismo, a los invitados a los actos de clausura se les entrega un maletín con toda la documentación del curso, incluido el cartel del mismo. Al personal de la E.C.A.T.L. se le entrega un lote completo de documentación, igual al recibido por los participantes.

ACTIVIDADES PARALELAS

De forma paralela al desarrollo del curso, en las diferentes dependencias de la Escuela Canaria de Animación y Tiempo Libre se dieron a conocer los resultados de diversas actividades de I.N.I.C.E. - CANARIAS:

- * Exposición de fotografías de trabajos prácticos sobre energías renovables
- * Publicaciones de los miembros de I.N.I.C.E. - CANARIAS
- * Proyección de vídeos didácticos
- * Planetario portátil

Con esta exposición se pretende dar a conocer diversas posibilidades que tienen los profesores de desarrollar diferentes actividades con sus alumnos.



A continuación se hace un breve resumen de estas actividades.

EXPOSICION DE FOTOGRAFIAS DE TRABAJOS PRACTICOS SOBRE ENERGIAS RENOVABLES

En esta exposición se muestran las 39 experiencias prácticas recogidas en la publicación:

Elortegui, N., Fernández, J. y Jarabo, F.; "Energías renovables. Experiencias prácticas", Consejería de Educación (Gobierno de Canarias) y Centro de la Cultura Popular Canaria, Santa Cruz de Tenerife, 195 pp., Octubre (1989).

Estos montajes han sido realizados por los miembros de I.N.I.C.E. - CANARIAS, y dejan patente no sólo la posibilidad de realizar las prácticas recogidas en el libro, sino también el tipo de materiales utilizados para llevarlas a cabo.

PUBLICACIONES DE LOS MIEMBROS DE I.N.I.C.E. - CANARIAS

Se tuvo en exposición los ejemplares de los diferentes libros publicados por los miembros de I.N.I.C.E. - CANARIAS, y que se relacionan a continuación:

TITULO: ENERGIAS ALTERNATIVAS RENOVABLES. ¿UN FUTURO PARA CANARIAS? (JARABO, F. Y FERNANDEZ, J.)

FECHA: 1983

EDITORIAL: SECRETARIADO DE PUBLICACIONES (UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA)

TITULO: LA ENERGIA DE LA BIOMASA (JARABO, F., FERNANDEZ, J., TRUJILLO, D., ELORTEGUI, N. Y PEREZ, C.)

FECHA: 1984

EDITORIAL: S.A. DE PUBLICACIONES TECNICAS (MADRID)

TITULO: ENERGIAS RENOVABLES: 23 EXPERIENCIAS PRACTICAS (ELORTEGUI, N., FERNANDEZ, J. Y JARABO, F.)

FECHA: 1985

EDITORIAL: CENTRO DE LA CULTURA POPULAR CANARIA



TITULO: ENERGIAS RENOVABLES (JARABO, F., PEREZ, C. Y SANZ, M.)
FECHA: 1987
EDITORIAL: CONSEJERIA DE INDUSTRIA Y ENERGIA (GOBIERNO DE CANARIAS)/C.C.P.C.

TITULO: EL LIBRO DE LAS ENERGIAS RENOVABLES (JARABO, F., PEREZ, C., ELORTEGUI, N., FERNANDEZ, J. Y MACIAS, J.)
FECHA: 1988
EDITORIAL: S.A. DE PUBLICACIONES TECNICAS (MADRID)

TITULO: GUIA DE LAS ENERGIAS RENOVABLES (JARABO, F. Y PEREZ, C.)
FECHA: 1988
EDITORIAL: INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y ECOLOGICAS (SALAMANCA)

TITULO: EXPERIENCIAS SOBRE ENERGIAS RENOVABLES (JARABO, F., FERNANDEZ, J. Y ELORTEGUI, N.)
FECHA: 1989
EDITORIAL: INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y ECOLOGICAS (SALAMANCA)

TITULO: ENERGIAS RENOVABLES. EXPERIENCIAS PRACTICAS (ELORTEGUI, N., FERNANDEZ, J. Y JARABO, F.)
FECHA: 1989
EDITORIAL: CONSEJERIA DE EDUCACION (GOBIERNO DE CANARIAS)/C.C.P.C.

PROYECCION DE VIDEOS DIDACTICOS

Durante prácticamente todas las mañanas se proyectan en una unidad reproductora de vídeo, situada en el recibidor de la E.C.A.T.L. las siguientes cintas:

CIFER '90 (60 min.)

ENERGIAS ALTERNATIVAS, I (60 min.)

ENERGIAS ALTERNATIVAS, II (60 min.)



ENERGIAS ALTERNATIVAS, III (60 min.)

Estas proyecciones se hacían de forma continua durante toda la duración del curso y complementaban el resto de las actividades llevadas a cabo durante el CIFER '91.

PLANETARIO PORTATIL

En una de las aulas de la E.C.A.T.L., convenientemente oscurecida, se instaló el planetario portátil construido por el Grupo de Astronomía de I.N.I.C.E. - CANARIAS sobre la base del diseño de un grupo de alumnos del Instituto de Formación Profesional de Güímar, en un proyecto subvencionado por la Dirección General de Promoción Educativa de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes. La exhibición, conducida por la directora del proyecto, Pilar Torralva, permitió a los participantes familiarizarse con el mundo de las estrellas, en una cúpula de 3,5 m de diámetro.

Aunque la finalidad didáctica de un sencillo planetario está clara, el coste de un sistema comercial de este tipo se acerca bastante al millón de pesetas, lo que no lo hace asequible a todos los entornos educativos. Ello plantea la posibilidad de autoconstrucción basada en referencias bibliográficas, y estableciendo el doble objetivo didáctico del propio diseño inicial del sistema y de la posterior utilización del mismo, una vez terminado. Por supuesto, un objetivo adicional es la realización del planetario con un mínimo coste material, no incluyendo en el coste del proyecto la partida correspondiente a la mano de obra, ya que ésta se ha de considerar compensada con el valor didáctico intrínseco de la propia experiencia de diseño y construcción.

Bajo estas perspectivas se construyó este pequeño planetario que permitió cumplir los objetivos resumidos en los siguientes puntos:

- * Lograr un diseño de cúpula transportable, con objeto de fomentar la difusión de la Astronomía en diferentes ámbitos.
- * Idear un sistema de plegado y empaquetado de los distintos elementos del planetario, disminuyendo el volumen del sistema para llevar a la práctica el objetivo anterior.
- * Desarrollar las bases teóricas de los diferentes elementos del planetario, realizando una descripción exhaustiva de los detalles de diseño y construcción, con la finalidad de que dicha información pueda ser utilizada posteriormente con plena fiabilidad.
- * Utilizar en lo posible como elementos de construcción materiales comerciales de uso común, fácilmente asequibles y baratos, intentando evitar al máximo el uso de



materiales especiales y el empleo de técnicas específicas de construcción.

* Definir claramente los parámetros de diseño y el origen de los datos y las ecuaciones utilizados para todos los cálculos y condiciones de diseño.

* Practicar en lo posible la autoconstrucción, acudiendo a la red comercial de servicios sólo en caso necesario.

* Llevar a cabo el cálculo y el diseño de la forma más simplificada posible, pero sin perder por ello rigurosidad, es decir, las aproximaciones realizadas se han cuantificado claramente.

* Aprovechar las modernas técnicas informáticas para facilitar los cálculos reiterativos, pero en ningún caso se ha empleado programación específica, es decir, se utilizaron paquetes informáticos generales de uso extendido y ordenadores personales para satisfacer las necesidades de cálculo.

Los datos de construcción y costes de este equipo didáctico se muestran en las tablas siguientes:

CARACTERISTICAS DEL PLANETARIO	
CUPULA	
Superficie de proyección	18 m ²
Superficie de tejido	34 m ²
Altura máxima	3,20 m
Volumen máximo	24 m ³
Altura mínima	2,50 m
Volumen mínimo	17 m ³
Planta	3,50 x 3,50 m
Aforo	15 personas
PROYECTOR	
Número de estrellas	151(N) + 141(S)
Número de constelaciones	28(N) + 27(S)
CONJUNTO	
Peso	45 kg
Volumen desmontado y embalado	218 dm ³

CARACTERISTICAS DEL PLANETARIO	
VARIOS	
Herramientas de montaje	Destornillador 2 mm
	Llave hexagonal 5 mm
	Llave fija 7 mm
Elementos de embalaje	Bolsas de nylon (2) de 85 x 40 x 32 cm
	Plancha de espuma de poliuretano de 3 cm de espesor
	Correas de nylon trenzado de 2 cm de ancho con hebillas plásticas
	Maletín plástico para uniones ecuatoriales

COSTES APROXIMADOS (ptas. 1990)		
CUPULA		
Varillas estructura	9 000	
Uniones estructura	8 000	
Accesorios estructura	8 000	
Subtotal ESTRUCTURA		25 000
Tejido cubierta	18 000	
Cinta autoadhesiva cubierta	7 000	
Subtotal CUBIERTA		25 000
TOTAL CUPULA		50 000
PROYECTOR		
Conos y mecanismo	1 500	
Iluminación	1 500	
Soporte	7 000	
TOTAL PROYECTOR		10 000
VARIOS		

COSTES APROXIMADOS (ptas. 1990)		
Bolsas embalaje	4 000	
Relleno y sujeciones	6 000	
Otros accesorios	5 000	
TOTAL VARIOS		15 000
COSTE MATERIAL TOTAL		75 000
COSTE ADICIONAL		
Cosido de cubierta	51 000	
Niquelado de patas	19 000	
Construcción de uniones	-- ---	

ACTOS DE CLAUSURA

El domingo 31 de marzo se desarrolló la jornada de clausura del CIFER '91. A primera hora de la mañana los participantes expusieron los trabajos realizados, pudiendo intercambiar opiniones sobre los diferentes diseños surgidos del trabajo en grupo.

A continuación se celebró la conferencia de clausura, a cargo de D. Luis Ignacio Eguiluz, Director de la Escuela Politécnica de Ingeniería de Santander. El título de la conferencia fue "Ahorro de energía eléctrica. Minimización de costes".

El conferenciante, con amplia experiencia en el campo las aplicaciones industriales y domésticas de la electricidad, hizo un claro esquema de las posibilidades de ahorro en función de las diversas tarifas eléctricas existentes en la actualidad. Destacó el amplio coloquio suscitado entre los participantes sobre el tema del ahorro energético.

Después de la conferencia se celebró el acto oficial de clausura del CIFER '90, bajo la presidencia del Director General de I.N.I.C.E. - ESPAÑA, D. Juan Ruiz Barrionuevo.

Presentó al invitado D. Francisco Jarabo, Director Ejecutivo del CIFER '91, agradeciendo a los participantes su asistencia al curso y al personal de la E.C.A.T.L. por la colaboración prestada en la organización del mismo.

El Director General de I.N.I.C.E. destacó la importancia de la celebración de esta actividad y felicitó al equipo organizador por el éxito conseguido al asentar de forma estable la celebración del CIFER en la Comunidad Autónoma de Canarias.

Finalmente se hizo entrega de las certificaciones a los participantes, obsequiándoseles además con una pequeña placa conmemorativa del CIFER '91.

REPORTAJES AUDIOVISUALES

Aprovechando la experiencia muy positiva de la edición anterior, la Organización del CIFER '91 decidió encargar la realización de sendos reportajes fotográfico y videográfico, con objeto de disponer de imágenes de todas las actividades, que permitiesen la confección de la documentación gráfica imprescindible en cualquier evento de este nivel.

El reportaje fotográfico ha sido realizado por D. Javier Alonso Labrador, director del Grupo de Fotografía de I.N.I.C.E. - CANARIAS y ganador de varios premios de fotografía. Se dispone actualmente de una colección de cerca de 200 fotografías, que cubren todas y cada una de las actividades realizadas durante el CIFER '91, una selección de las cuáles ilustran esta memoria.

El reportaje videográfico ha sido realizado por D. Roberto Lucas Herranz y D. Santiago Torres Marrero, alumnos de la rama de Imagen y Sonido del I.F.P. Politécnico de Santa Cruz de Tenerife, en soporte VHS, cubriendo asimismo todos los aspectos del Curso y actividades paralelas y complementarias. En el momento de redactar esta memoria el trabajo está en fase de montaje, siendo el objetivo la elaboración de un original de unos 60 minutos de duración, a partir del cuál se puedan realizar copias en formato VHS con la máxima calidad posible.

Esta cinta de vídeo se utilizará como promoción de las actividades de I.N.I.C.E., tanto a nivel nacional como internacional, siendo la intención de la Comisión Organizadora el ofrecérselo a los participantes del CIFER '91 en las condiciones económicas lo más favorables posibles. Asimismo se estudiará la posibilidad de ofrecer a los asistentes al curso una parte del reportaje fotográfico realizado.

