

ISSN: 2322-7672

III Encuentro de Investigación Formativa Ingeniería Industrial Medellín

Memorias

Grupo de Investigación en Sistemas
Aplicados en la Industria (GISAI)



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

© xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

© Editorial Universidad Pontificia Bolivariana

III Encuentro de Investigación Formativa - Memorias

ISSN: 2322-7672

Primera edición, 2013

Escuela de Ingenierías

Facultad de Ingeniería Industrial

Gran Canciller UPB y Arzobispo de Medellín: Mons. Ricardo Tobón Restrepo

Rector General: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Vicerrector Académico: Pbro. Jorge Iván Ramírez Aguirre

Editor: Juan José García Posada

Coordinación de producción: Ana Milena Gómez C.

Diagramación: Geovany Snehider Serna Velásquez

Corrector de estilo: Monica Patricia Ospina Toro

Dirección editorial:

Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, 2013

Email: editorial@upb.edu.co

www.upb.edu.co

Telefax: (57) (4) 354 4565

A.A. 56006 - Medellín - Colombia

Radicado: 1117-22-03-13

Prohibida la reproducción total o parcial, en cualquier medio o para cualquier propósito sin la autorización escrita de la Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.

Velocidad de calentamiento de una cocina solar de concentración

Isabel Cristina Tabares

Daniela Alejandra Márquez

Leidy Maritza Solarte

Luis Fernando Mulcue Nieto

Universidad Católica de Manizales

Colombia

lmulcue@ucm.edu.co

Resumen

En el presente trabajo se expone una comparación entre la tasa de calentamiento teórica y experimental de una cocina solar de concentración. La parte teórica desarrolló mediante cálculos termodinámicos, eficiencia de la cocina, radiación solar

sobre el área efectiva, energía y potencia. Por otra parte, los datos experimentales se registraron mediante un termómetro digital en 200 ml de agua, el cual registró la temperatura durante una hora a intervalos de 10 minutos.

Finalmente, se presentan posibles motivos de la discrepancia entre las tasas de calentamiento.

Palabras clave

Cocina solar, energía solar.

Introducción

Las cocinas solares son elementos que nos permiten tomar la energía solar y poderla transformar en calor, siendo así un nuevo cambio que provocará el ahorro de servicios y una conciencia en las personas para crear un desarrollo humano sostenible. El uso de este nuevo sistema se ha ido incrementando con el tiempo. Existen estudios que dicen que hay unas 100.000 cocinas solares en uso solo en China e India y proyectos de cocinas solares en todos los países del mundo y más en países emergentes, donde el costo del combustible es elevado.

Hay entidades dedicadas a la difusión de estas tecnologías como (Terra, 2012). La principal a nivel mundial es (Solar Cookers World Network, 2012), la cual es una alianza de cerca de 500 organizaciones no gubernamentales con contribuciones de todo tipo.

Hay dos modelos básicos de cocinas solares: las de acumulación y las de concentración. En las cocinas de acumulación las ollas que contienen los alimentos se encuentran dentro de una caja revestida de material térmico aislante por todas partes, tapada con un material transparente de vidrio o de plástico. En las cocinas de concentración se pone la olla con los alimentos en el foco de un sistema de concentración de rayos solares, por lo general un sistema parabólico.

En este trabajo se aprecia la construcción, los cálculos y la medición de velocidad de calentamiento de una cocina solar de concentración. Las mediciones se tomaron a partir de del aumento de temperatura de agua con la energía solar.

Construcción y métodos

Construcción

Para la construcción de esta cocina solar de concentración se utilizó un elemento de forma esférica (sombriilla) con un ancho de 90 cm y una altura de 31 cm. Esta se adecuó con un papel metálico junto con una base de cartón en cada parte de la sombrilla para dar un poco de firmeza, ya que la lona es un poco inestable, y así reflejar los rayos que llegan del sol hacia el foco de la sombrilla.

Así mismo, el sistema se montó sobre una base que tiene un eje alrededor del cual se puede girar la sombrilla un determinado ángulo, de esta forma se puede orientar para maximizar la radiación incidente.

Metodología

Se agregaron 200 ml de agua en una olla y se ubicó en el foco de la sombrilla, para que se calentara debido a la incidencia de la radiación solar concentrada en este punto.

Se registraron temperaturas con un termómetro digital durante aproximadamente una hora, a intervalos de diez minutos. Estas mediciones se tomaron en un día soleado en una hora aproximada de 9:00 a.m. a 10:00 a.m.

Cálculos predictivos

Potencia radiante

La radiación solar promedio en Manizales es de 169.6 W/m^2 (García, 2006), por lo tanto la potencia solar promedio recibida por el área circular de la cocina solar se obtiene mediante la siguiente ecuación de intensidad:

$$I = \frac{P}{A}$$

Donde P es el potencial solar incidente y A el área de la cocina solar.

$$P = I * A$$

$$P = I * \pi r^2$$

$$P = 169,6 \frac{W}{m^2} * \pi (0,45 m)^2$$

$$P = 107.9 W$$

2.2 Tasa de calentamiento del agua

La cantidad de calor necesaria para que una masa m de agua aumente su temperatura desde T_i hasta T_f está dada por (Serway, 2000):

$$Q = mC_s(T_f - T_i)$$

Derivando la anterior con respecto al tiempo se obtiene la tasa de calentamiento:

$$\frac{dQ}{dt} = mC_s \frac{dT}{dt}$$

La anterior ecuación representa la cantidad de calor que el agua absorbe por unidad de tiempo, la cual es una fracción de la potencia incidente en la cocina solar. Esta fracción es la eficiencia η de la cocina solar, de tal forma que se tiene que

$$\frac{dQ}{dt} = \eta P$$

Igualando las anteriores ecuaciones y despejando la tasa de incremento de temperatura se llega a

$$\frac{dT}{dt} = \frac{\eta P}{mC_s}$$

Se tomará una eficiencia del 10%, por lo cual:

$$\frac{dT}{dt} = \frac{0.1 * 107,9 \text{ W}}{0,2 \text{ kg} * 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg} \text{ } ^\circ\text{C}}}$$

Entonces:

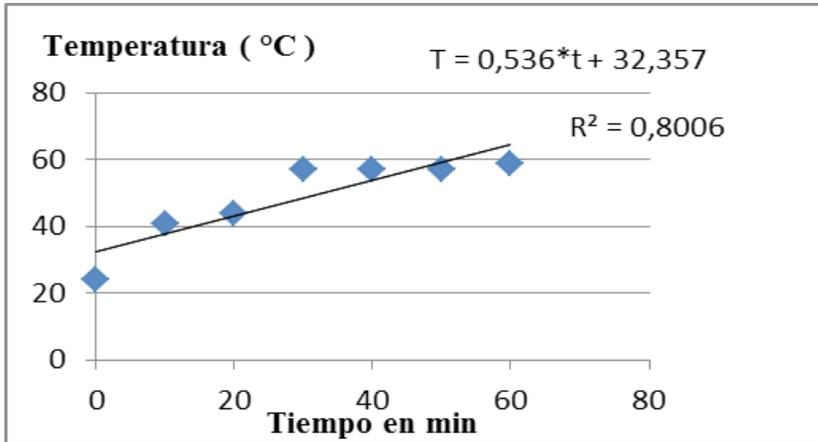
$$\frac{dT}{dt} = 0,0129 \frac{^\circ\text{C}}{\text{s}} = 0,77 \frac{^\circ\text{C}}{\text{min}}$$

Resultados experimentales

El anterior valor fue contrastado con los datos registrados de temperatura de la siguiente tabla:

Tiempo (min)	Temperatura (°C)
0	24
10	41
20	44
30	57
40	57
50	57
60	59

Graficando los anteriores datos:



Podemos observar que la pendiente de la gráfica representa la tasa de calentamiento. Esta es menor en un 30% que la calculada, lo cual se puede explicar por alguna de las siguientes razones:

- La eficiencia supuesta es menor que el 10%, lo cual indica que la superficie reflectante no tiene naturaleza completamente especular. Esto es lógico en vista de que el material del cual se construyó es un plástico fácilmente deformable.
- La intensidad promedio de radiación durante ese día fue menor al registrado por los datos históricos del IDEAM. Esto es de esperarse ya que las mediciones se tomaron en agosto, de tal forma que la tierra se encuentra relativamente lejos del sol, en comparación a la mayoría de meses del año.
- La posible pérdida de calor en la evaporación del agua. Las medidas de temperatura se tomaron con la olla sin tapa, de tal forma que se espera que el sistema es abierto, provocando así una tasa de calentamiento real menor a la esperada.

Conclusiones

Se construyó una cocina solar económica, liviana, portátil y fácil de usar. Esta demostró una adecuada tasa de calentamiento.

Se calculó la tasa de calentamiento teórica y se contrastó con la experimental, siendo esta menor en un 30%. Las posibles razones de esta discrepancia son la pérdida energética del sistema por evaporación del agua, una probable menor intensidad solar incidente en el mes de medición y las distorsiones superficiales del material reflectante de la cocina.

El hecho de que la tasa de calentamiento medida se encuentre dentro del orden de la calculada indica que el modelo teórico empleado, aunque simple, es acertado. Esto se muestra mediante la capacidad de predicción.

Referencias

1. García, Angélica. Colombia País Maravilloso. 2003 (Consultado en septiembre de 2012), <http://www.todacolombia.com/geografia/mapas/maparadiacionsolarcolombia.gif>
2. Serway, Raymond A. Beichner, Robert J (2000). Física para Ciencias e Ingeniería, Tomo I. Quinta Edición. McGraw-Hill. No aplica.
3. Solar Cookers. World Network (2012). (Consultado en septiembre de 2012) [http://solar-cooking.wikia.com/wiki/Solar_Cookers_World_Network_\(Home\)](http://solar-cooking.wikia.com/wiki/Solar_Cookers_World_Network_(Home))
4. Terra. Pon el sol en tus platos (2009), (Consultado en septiembre de 2012) <http://www.terra.org/html/s/sol/cocina/index.php>.