

ACEPTAMOS CANJE EN GENERAL
WE ACCEPT EXCHANGE IN GENERAL

DIRIGIR LA CORRESPONDENCIA A:
PLEASE ADDRESS CORRESPONDENCE:

INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO
CENTRO DE INFORMACION CIENTIFICO-TECNICA
LAS COLORADAS MOA HOLGUIN

GIRASOL MECANICO SUNFLOWER MECHANIC

Ing. Manuel García Renté;
Ing. Ramón Suárez Licea;
Ing. Arnaldo Calzadilla Guide,

Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa

RESUMEN: El girasol mecánico es un concentrador solar con espejo cilíndrico-parabólico y seguimiento hidráulico. En el trabajo se expone su principio de funcionamiento y los resultados experimentales obtenidos como destilador solar.

ABSTRACT: The sunflower mechanic is a Solar Concentration with cylindric-parabolic mirror and the hydraulic pursuit. The work is based in the principle of functioning and experimental results obtained as a solar destillator.

INTRODUCCION

La humanidad ha vuelto sus ojos hacia la energía nuclear y solar, ante el agotamiento perspectivo de las fuentes energéticas tradicionales y a su manipulación por los países productores. La energía nuclear, aunque en principio puede ser la solución energética, contamina el ecosistema y no es renovable. La energía solar está pobremente dotada y posee un carácter discreto y aleatorio, no contamina el ecosistema y es renovable.

En el marco de la energía solar, se incluyen técnicas muy diversas derivadas directa o indirectamente de la energía del sol. Entre ellas, la obtención de la energía de las mareas, del gradiente térmico oceánico y geotérmico, la energía eólica, radiación total, radiación directa, etc.

El girasol mecánico es un concentrador solar con espejo cilíndrico-parabólico y seguimiento hidráulico para la obtención de temperaturas en el fluido caloportador entre 100 °C y 300 °C a partir de la radiación directa en función de la relación de concentración [1].

El girasol mecánico como se muestra en la Figura 1, consta de un espejo cilíndrico-parabólico A, de un mecanismo de transmisión B y de un motor hidráulico C [2].

El espejo cilíndrico-parabólico posee la propiedad única de que los rayos luminosos que inciden sobre el espejo, contenidos en un plano paralelo al determinado por la línea de los vértices, y la línea focal, al reflejarse cortan a la línea focal. Esta propiedad impone que la caldera y el eje de rotación del espejo coincidan con eje el focal.

En el girasol mecánico el espejo cilíndrico-parabólico se encuentra con la orientación ecuatorial simple y enfoque parcial. Con esta orientación, el espejo se encuentra dirigido de norte a sur con una inclinación igual a la latitud del lugar.

El mecanismo de transmisión de correa y polea acopla el espejo cilíndrico-parabólico con el motor hidráulico, como se indica en la Figura 2, consta de un recipiente

colector de sección transversal trapezoidal (1), de un flotador con carga (2), de una válvula hidráulica (3) y de un filtro para el agua (4).

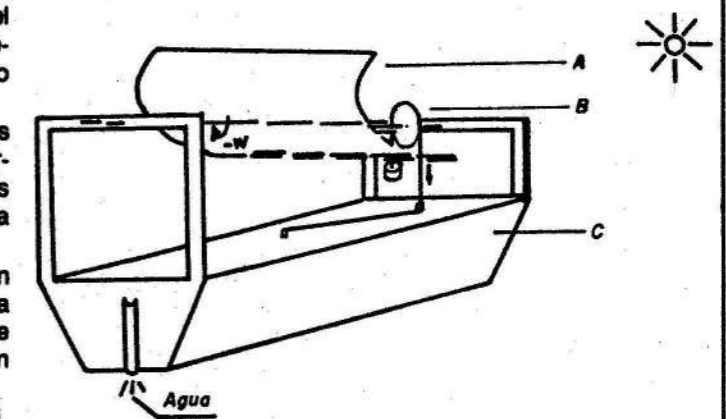


FIGURA 1. Esquema del girasol mecánico.

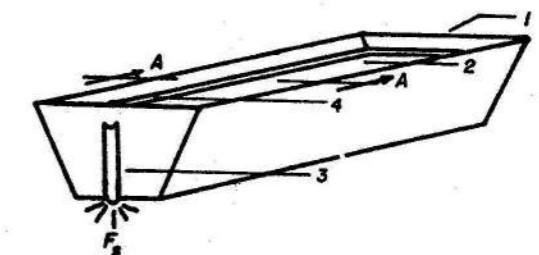


FIGURA 2. Esquema del motor hidráulico.

Antes de comenzar el seguimiento del sol con el girasol mecánico, le agregamos agua al recipiente del motor, de forma tal, que ascienda el flotador con carga y con el contrapeso en el extremo de la correa haga girar al espejo cilíndrico-parabólico para que busque la posición del sol. Cuando los rayos reflejados en el espejo inciden sobre la caldera anulamos el gasto de entrada al motor y comienza la descarga libre del agua por la válvula hidráulica [3].

Para que se produzca el sincronismo entre el movimiento aparente del sol y el del espejo cilíndrico-parabólico es necesario que el girasol mecánico verifique a través de la válvula hidráulica la expresión:

$$H = \frac{\Pi}{2wL(d-c)} F_s + (m - \frac{c\Theta r}{d-c}) \quad \text{con } d > c$$

donde:
H - altura de la superficie libre del líquido en el recipiente trapezoidal

ω - velocidad media de rotación de la tierra alrededor de su eje imaginario ($15^\circ/h$)

L - longitud interna del recipiente de sección transversal trapezoidal.

d - semiancho del recipiente trapezoidal a la altura máxima que alcanza el flotador con carga

c - semiancho del fondo del flotador

Fs - gasto volumétrico de salida del recipiente trapezoidal

Θ - ángulo de giro máximo del espejo cilíndrico-parabólico

r - radio de la polea acoplada rígidamente al espejo cilíndrico-parabólico.

La obtención de la ecuación (1) lleva implícita la suposición:

$$v = -wr = \text{Constante} \quad (2)$$

donde w es la velocidad de descenso del flotador con carga.

En los Talleres de la Mina de la Empresa Cmdte. Che Guevara de Moa se construyó un destilador solar usando un girasol mecánico con el propósito de obtener agua destilada para las baterías electroquímicas. Los parámetros del destilador solar construido son los siguientes:

$$L = 1,99 \text{ m} \quad r = 0,20 \text{ m} \quad d = 0,59 \text{ m} \quad \Theta = 2,41 \text{ rad}$$

$$c = 0,25 \text{ m} \quad w = 7,22 \cdot 10^5 \text{ rad/s} \quad m = 0,15 \text{ m}$$

$$r_1 = 1,98 \cdot 10^{-3} \text{ m}, \text{ radio del primer orificio de la válvula (el que se encuentra a menor altura).}$$

$$r_2 = 0,48 \cdot 10^{-3} \text{ m}, \text{ radio del segundo orificio de la válvula hidráulica.}$$

$$H = 3,19 \cdot 10^4 F_s - 0,20 \quad (3)$$

donde H y Fs se expresan en m y m³/s respectivamente. Una data experimental representativa del destilador solar se muestra en la Tabla 1 [4]. De esta data, obtenemos la recta de regresión entre H y Fs:

$$H = 2,88 \cdot 10^4 F_s - 0,20 \quad (4)$$

$\sigma = 1,80$, desviación standard

Si comparamos las expresiones (3) y (4) obtenidas por diferentes vías para el mismo destilador solar, observamos coincidencia en uno de los interceptos y gran cercanía en sus pendientes. Hecho este que corrobora la validez de la ecuación (1) y de la teoría en que se fundamenta.

En la medición No.9 se realizó una corrección de la posición del espejo. Se obtuvo un volumen de agua destilada de 640 mL.

TABLA 1. Resultados experimentales del destilador solar correspondientes al 9 de junio de 1990

No.	Hora del día	Estado del seguimiento	Estado del tiempo	Altura (m) 10 ⁻³	Flujo (m ³ /s)* 10 ⁻⁶
1	8:45	Exacto	Parc. nublado	775	34,0
2	9:15	Exacto	Parc. nublado	742	33,3
3	9:45	Adelantado: 2 mm	Parc. nublado	715	32,6
4	10:15	Adelantado: 4 mm	Parc. nublado	685	31,6
5	10:45	Adelantado: 5 mm	Parc. nublado	655	30,7
6	11:15	Adelantado: 5 mm	Parc. nublado	630	29,9
7	11:50	Adelantado: 5 mm	Parc. nublado	595	28,3
8	12:20	Atrasado: 1 mm	Parc. nublado	570	27,8
9	13:00	Exacto	Parc. nublado	540	26,2
10	13:35	Atrasado: 0,5 mm	Parc. nublado	510	25,1
11	14:05	Exacto	Nublado	478	24,4
12	14:35	Exacto	Nublado	460	23,8
13	15:05	Atrasado: 3 mm	Nublado	435	22,4
14	15:42	Atrasado: 4 mm	Parc. nublado	405	21,4

*Indica el gasto volumétrico de salida del motor.

CONCLUSIONES

El girasol mecánico sigue al sol con un error medio menor de 1° durante 7 h al día solamente, exige de una a 2 correcciones de la posición del espejo al día para mantener el sincronismo con el movimiento aparente del sol.

El error en el sincronismo del sol es mayor por la mañana que por la tarde debido a la menor amplificación del motor.

El costo del destilador solar fue menor que el de sus homólogos; siendo de 400 pesos para 1,5 m² de área de captación del espejo.

El rendimiento del destilador solar fue bajo, debido a que el espejo cilíndrico-parabólico se construyó con listones planos, a los errores en el seguimiento del sol y a que las mediciones se realizaron en verano cuando los rayos solares caen más oblicuamente sobre el plano de apertura del espejo.

REFERENCIAS

1. : Técnica de conservación energética en la industria. Tomo II. Edición Revolucionaria, La Habana, 1987.
2. GARCIA R. M.: Método y dispositivo para la regulación del tiempo de residencia. Patente de Invención No. 20759. La Habana, 1980.
3. GARCIA R. M.: Seguimiento solar hidráulico. Solicitud de Patente de Invención No. 35870. La Habana, 1983.
4. RIVERO Y OTROS: Destilador solar con espejo cilíndrico-parabólico y seguimiento hidráulico. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 1990.

Empresa Cubana Exportadora de Minerales y Metales



**ACERO
PARA EL DESARROLLO
ENTRE EN CONTACTO
CON NOSOTROS**