

MECANISMO DE SEGUIMIENTO PARA COCINAS SOLARES¹

R. Echazú² y C. Cadena³
INENCO⁴ - Universidad Nacional de Salta
Buenos Aires 177 - 4400 Salta
FAX 087-255489 - E-mail : echazur@ciunsa.edu.ar

RESUMEN

Se presenta el diseño de un mecanismo de seguimiento de la trayectoria de sol de muy bajo costo, adecuado especialmente para cocinas solares. El sistema consta de una parte mecánica, construida casi totalmente con elementos reciclados y un circuito electrónico de sincronismo alimentado por un pequeño panel solar. El método de seguimiento no emplea detectores de intensidad, es simplemente un "clock de control"

INTRODUCCION

Las cocinas solares y otros equipos que concentran energía solar, solo funcionan adecuadamente orientados al sol, por lo que requieren un montaje que permita el movimiento sobre dos ejes aunque también se utilizan sistemas con rotación sobre un solo eje, por razones de simplicidad constructiva. El ajuste de la orientación suele hacerse en forma manual aunque también se han propuesto diversos sistemas mecánicos o electromecánicos como los citados en (1), (2), (3). Como estos mecanismos en general aumentan considerablemente el costo del equipo, resulta de interés el desarrollo de sistemas de precio accesible y operación sencilla.

El INENCO ha desarrollado un sistema que, permite el movimiento de equipos de peso considerable en forma cuasi continua, por medio de un mecanismo de corona y piñón, impulsado por el descenso de una pesa. Un mecanismo similar al áncora de los relojes mecánicos, regula el movimiento y el control del disparo de este mecanismo está a cargo de un circuito electrónico.

MECANISMO

La orientación del concentrador siguiendo al sol se realiza sobre dos ejes. El principal se encuentra en el plano del meridiano del lugar, formando con la horizontal un ángulo igual a la latitud y la rotación sobre él a 15 grados por hora compensa el movimiento de rotación terrestre. La rotación sobre el eje secundario, perpendicular al anterior, permite ajustar la orientación a la variación estacional de la altura solar. Es suficiente hacer esta corrección con una frecuencia de 15 días y para esto se colocó un tensor de barra roscada. La disposición de estos elementos se muestra en la figura 1.

Todo el mecanismo se construyó con piezas de acero reciclado, de modo de tener elementos robustos a bajo costo, seleccionándose piezas de uso muy común, para que el sistema resulte barato y fácil de reproducir. Así por ejemplo, se emplea la mitad de una corona de arranque de auto, una maza trasera y un piñón de bicicleta, etc.

Como la corona empleada es de 108 dientes, en una hora se desplaza 4.5 dientes para la rotación de 15 grados requerida. Esto representa 4,5 vueltas del eje del piñón, que impulsa la corona, el que gira solidariamente a la rueda dentada de 16 dientes. Entonces, en 3600 segundos el mecanismo de disparo actúa $16 \times 4.5 = 72$ veces o sea una vez cada 50 segundos, por lo que se diseñó el circuito electrónico para generar pulsos de salida con esa frecuencia, sobre una bobina que desplaza la palanca del disparo.

El piñón, es una pieza helicoidal fabricada con una arandela plana de acero de 35 x 52 x 3 mm, a la que se le hizo un corte radial y se estiró aproximadamente 8 mm que es el paso de la corona. Luego se soldó la pieza al cuerpo de la maza de bicicleta que tiene en el otro extremo la rueda dentada. La figura 2 muestra los detalles mas relevantes del mecanismo.

La rueda dentada de bicicleta, trae incorporado un mecanismo de tipo "rueda libre" que permite orientar el concentrador hacia el este, con el ángulo adecuado, sin necesidad de desacoplar el disparo, lo que facilita la operación. Nótese que con esta disposición, el sistema opera solamente en el hemisferio sur.

¹ Parcialmente financiado por CIUNSA.

² Personal de CIUNSA

³ Profesional Adjunto CONICET

⁴ Instituto UNSa-CONICET

La energía para el avance del concentrador es gravitatoria: Una pesa en el lado derecho del bastidor tiende a desplazarlo hacia el oeste, mientras que el descenso de otra hace girar el eje del piñón por medio de un cordón de nylon. Esta energía se requiere únicamente para vencer la fricción en el mecanismo, principalmente en el contacto entre la corona y el piñón.

Por último, la energía eléctrica para el trabajo de la bobina del mecanismo de disparo y para el funcionamiento del circuito, es provista por el panel solar.

ESQUEMAS

En las figuras se observan detalles constructivos del seguidor acoplado a un concentrador para cocinas solares, y el sistema de seguimiento propiamente dicho.

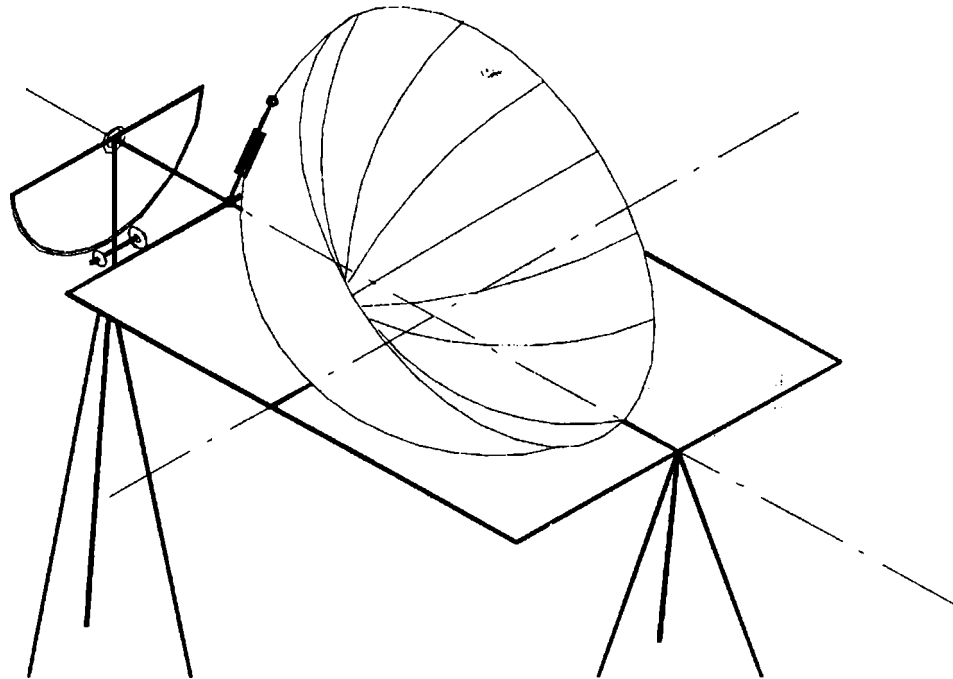


Figura 1 : Disposición de un concentrador parabólico, sobre el bastidor y ubicación del mecanismo de seguimiento.

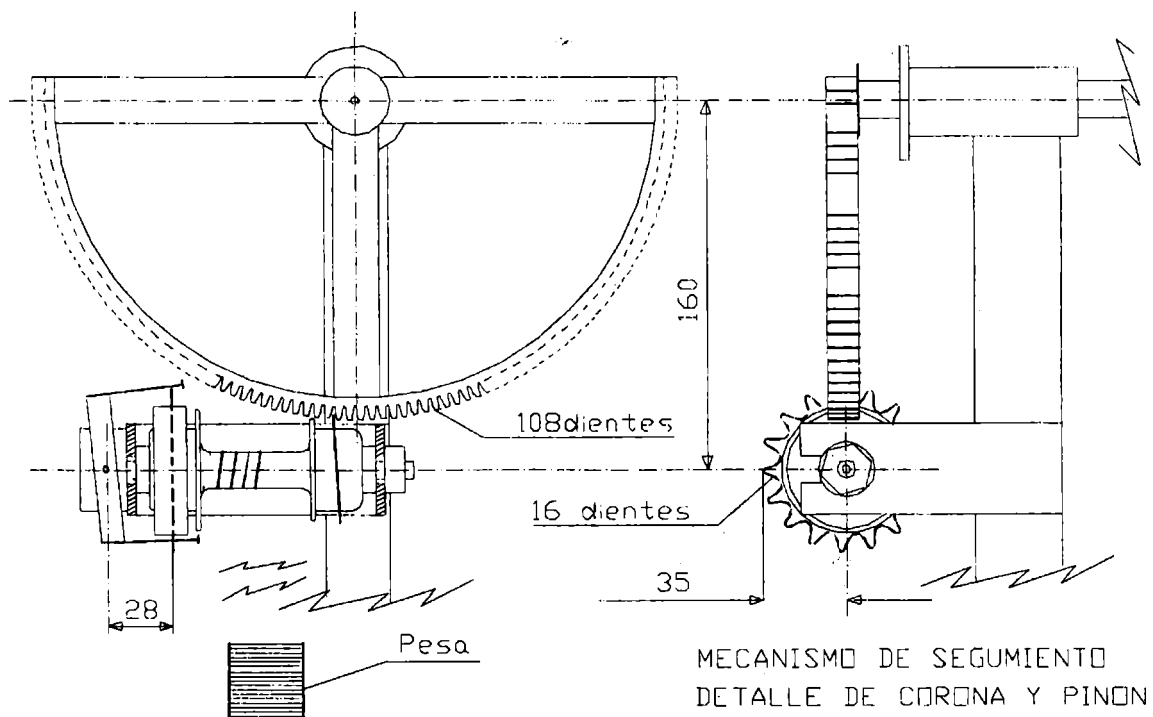


Figura 2 : Detalles del mecanismo de seguimiento, vistos desde el sur y desde el este.

CONTROL ELECTRONICO

El circuito de control de tiempos utiliza el popular circuito integrado LM555, en modo monoestable alimentado por un pequeño panel solar. La figura 3 muestra el circuito completo. La frecuencia del temporizador se controla con las resistencias R1 y el preset R2 y el ancho de los pulsos con la relación entre las anteriores y R3. La señal generada por el oscilador es dividida en el dominio de las frecuencias (multiplicado su período) a fin de obtener una señal más estable en el dominio de los tiempos, por un conjunto de divisores decimales y finalmente derivada para una correcta utilización del actuador.

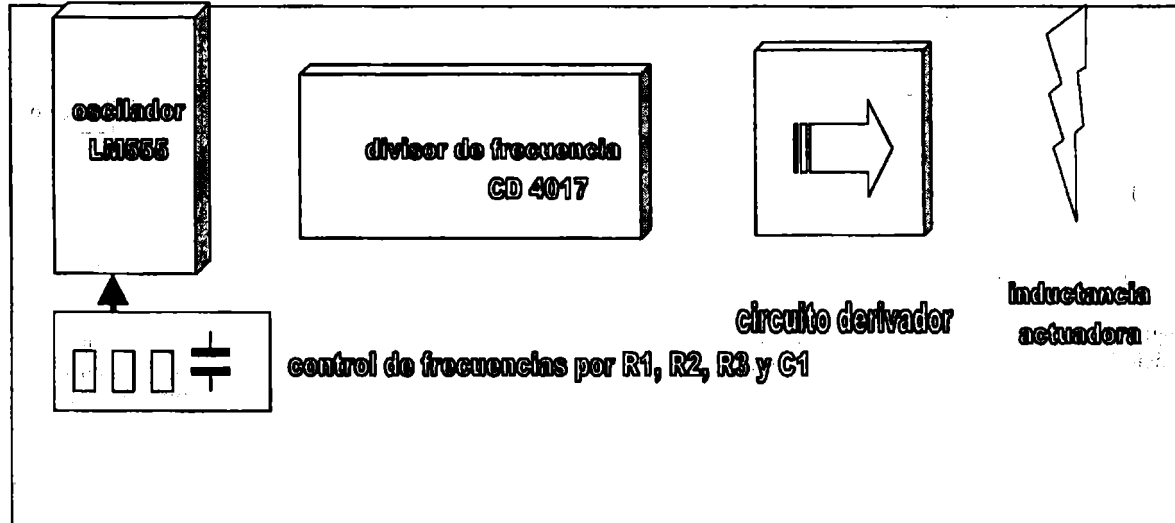


Figura 3: Esquema del circuito electrónico

El diagrama de tiempos que controla la secuencia de trabajo del actuador se muestra en la figura. 4 En ella se observa cómo, partiendo de una frecuencia baja del orden de medio segundo, se llega a otra con las características requeridas por el sistema mecánico a los efectos del seguimiento (un pulso de control cada cincuenta segundos).

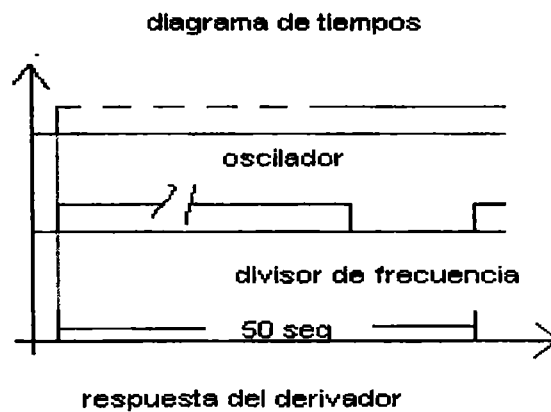


Figura 4 : Diagrama de tiempos.

Para la alimentación del circuito, se utiliza un pequeño panel solar y una batería de plomo calcio de 12 V y 2 A-H, montada sobre el mismo bastidor del concentrador.

ENSAYOS

Se ensayó el movimiento del prototipo, con distintas pesas para el avance del mecanismo y varias alternativas constructivas del mecanismo de disparo, con ligeras variaciones en las dimensiones y ángulos de avance, como así también diferentes bobinas, hasta obtener el diseño que se presenta. Algunos ensayos se realizaron con viento a 8 m/s sin inconvenientes. En las próximos pruebas se planea montar el sistema completo sobre la caja de carga de una camioneta, para ensayarlo con velocidades de viento mas altas, simulando las condiciones de la puna.

COSTOS

En la tabla se presentan los costos aproximados de los materiales empleados en el prototipo. No se incluye el concentrador, pero si el bastidor para soportarlo y la base.

Tabla 1 : Costo de materiales del prototipo

Elementos estructurales (Caños)	14.00
Piezas del mecanismo	6.00
Componentes del circuito electrónico	8.50
Batería Pb-Ca 12 V 2 Ah	10.00
Panel 12 V 4 W	52.00
Elementos de fijación, electrodos y pintura	4.00
TOTAL	94.50

CONCLUSIONES

El mecanismo permite seguir al sol a pasos muy cortos, por lo que a los efectos prácticos, puede considerarse este movimiento como continuo con lo que se logra un alto factor de aprovechamiento del concentrador.

El bajo costo de los componentes y la sencillez del diseño con elementos reciclados muy comunes, hacen que el mecanismo sea fácil de replicar. La relación de avance en función del número de dientes de la corona y de la rueda dentada, puede variar si se utilizan otros elementos. En este caso, deberá modificarse la frecuencia del circuito electrónico, cambiando los valores de las resistencias R1 y R2.

Aunque se empleó un panel pequeño, el sistema no lo utiliza plenamente, es decir hay un excedente de energía, para el que podría plantearse otro aprovechamiento.

REFERENCIAS

- 1- " Solar Engineering of Thermal Processes " J. Duffie and W. Beckman. John Wiley & Sons N. York 1991
- 2- " Solar Cooker Manual ", edited by Ron Alward - Brace Research Institute, Quebec, 1982
- 3- " Experiencias con una Cocina Solar ", L. Saravia y R. Echazú , Revista de Arquitectura Internacional, Salta, 1982
- 4 - " Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales " , R. F. Coughlin y Frederick F. Driscoll, Prentice Hall, México 1993