

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN SEGUIDOR SOLAR
PARA UN SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO**

JORGE ESTEBAN GONTUPIL CAAMAÑO

MEMORIA DE TÍTULO PRESENTADA A LA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA DE LA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN, PARA OPTAR
AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL AGRÍCOLA

CHILLÁN-CHILE

2007

DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN SEGUIDOR SOLAR PARA UN SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO

DESIGN, IMPLEMENTATION AND EVALUATION OF A SOLAR TRACKER BY THE PHOTOVOLTAIC PUMPED SYSTEM

Palabras índice adicionales: Módulo PV, fotodiodos, microcontrolador, motor paso a paso.

RESUMEN

En este estudio se diseñó, implementó y evaluó un seguidor solar para un sistema de bombeo fotovoltaico de acople directo. El sistema estudiado incluye un módulo fotovoltaico (PV) de 94 W, 12 V y una bomba superficial de diafragma DC de 12 V, 7 A. El seguidor solar funciona en base a dos fotodiodos ubicados bajo el módulo PV separados por una placa vertical. Con esta configuración, cuando el módulo PV está orientado hacia el sol, ambos fotodiodos estarán igualmente iluminados y, por lo tanto, entregarán la misma señal de voltaje, de lo contrario, las señales serán diferentes. Estas señales de voltaje son procesadas por un microcontrolador programado, el cual dirige un motor paso a paso el que a su vez mueve el módulo PV hasta alcanzar el mismo voltaje en los fotodiodos. La energía necesaria para el funcionamiento del motor de paso es proporcionada por el módulo fotovoltaico otorgándole autonomía al sistema.

Con el fin de evaluar el desempeño del seguidor, un sistema de adquisición de datos fue diseñado para medir en tiempo real: la radiación solar incidente en el módulo fotovoltaico y la corriente y el voltaje del módulo.

Los datos medidos en 26 días durante el verano indican que mediante la inclusión del seguidor solar, la radiación solar interceptada por el módulo PV aumenta en aproximadamente un 12%. Por otra parte, el incremento en energía generada por el módulo durante el verano es de aproximadamente un 20%. El costo total del dispositivo de seguimiento solar es de US\$ 263 que es inferior al costo de otros seguidores que se encuentran en el mercado.

Durante el estudio también se consideró el caso del seguidor solar energizado por una batería. En este caso, la radiación solar durante el verano se incrementa en alrededor de un 14,1% y el aumento de la energía generada durante el verano es de aproximadamente un 27,1%.

Teniendo en cuenta sólo la energía adicional generada durante el verano el costo por MJ generado mediante la incorporación del seguidor solar sigue siendo casi constante. Este hecho significa que la energía adicional generada durante el verano compensa los costes adicionales asociados al seguidor solar dejando la energía adicional obtenida durante el resto del año como un superávit. Por otra parte, si más módulos fotovoltaicos se añaden al arreglo, según sea necesario en un sistema de bombeo más grande, el seguidor solar reducirá el costo por unidad de energía considerablemente.

SUMMARY

In this study a direct coupled photovoltaic pumping system driven by a solar tracker device has been designed, monitored and evaluated. The system studied included a photovoltaic module of 94 W, 12 V and a superficial DC diaphragm pump of 12 V and 7 A. The solar tracker device is based on two photodiodes located under the PV module and separated by a vertical plate. With this configuration, when the PV module is pointed to the sun, both photodiodes will be equally illuminated and therefore will provide the same voltage signal, otherwise the voltage signals will be different. The voltage signals are processed by a programmed microcontroller that drives a step motor which moves the PV module until the same voltage is reached in the photodiodes. The power converted by the step motor is provided by the PV module which gives autonomy to the tracker system.

In order to assess the performance of the system, a data acquisition system was designed to measure in real time: solar radiation incident on the photovoltaic module and module's current and voltage.

Data measured over 26 days during the summer indicate that by including the solar tracker the solar radiation over the summer is increased by about 12%. On the other hand the increase in energy generated during the summer is about 20%. The total cost of the solar tracker device was US\$ 263 which is lower than the cost that can be found in the market.

During the study it was also considered the case of the solar tracker energized by a battery. In this case the solar radiation over the summer is increased by about 14,1 % and the increase in energy generated during the summer is about 27,1%.

Considering only the extra energy generated during the summer the cost per MJ generated when incorporating the solar tracker remains almost constant. This fact means that extra energy generated during the summer compensates the extra cost associated to the solar tracker leaving the extra energy obtained during the rest of the year as a surplus. On the other hand, if more photovoltaic modules are added to the array as needed in a larger pumping system, the solar tracker will reduce the cost per unit of energy significantly.