

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**DESARROLLO Y HABILITACIÓN DE UN SEGUIDOR SOLAR PARA UN
SISTEMA DE BOMBEO HELIOHIDRÁULICO**

SERGIO ANDRÉS LLANOS BASTÍAS

PROYECTO DE HABILITACIÓN PROFESIONAL
PRESENTADO A LA FACULTAD DE INGENIERÍA
AGRÍCOLA DE LA UNIVERSIDAD DE
CONCEPCIÓN, PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AGRÍCOLA

**CHILLÁN - CHILE
2012**

DESARROLLO Y HABILITACIÓN DE UN SEGUIDOR SOLAR PARA UN SISTEMA DE BOMBEO HELIOHIDRAULICO

PALABRAS CLAVES: azimut, elevación, microcontrolador.

RESUMEN

Se desarrolló y probó un dispositivo electromecánico de bajo costo para el seguimiento del Sol basado en coordenadas calculadas o seguimiento astronómico. Para llevar a cabo esta tesis, se necesita saber cuál es el movimiento del Sol alrededor de la Tierra, es por eso que se ocuparon las ecuaciones de Spencer, las cuales son las que más se ajusta a las condiciones Chilenas (Plasencia, 2007). Para un sistema de seguimiento solar basado en dos ejes, se requiere seguir, con un eje, el ángulo azimutal y con el otro eje, el ángulo de elevación solar. Estos dos ángulos se pueden determinar en función de la declinación, latitud y longitud. Su variación a lo largo del año depende del día Juliano. Además se puede determinar en forma muy precisa la hora de la salida del Sol y la puesta del Sol, con lo cual se puede programar un algoritmo que use eficientemente la energía capturada, activando el sistema de seguimiento durante las horas apropiadas, y orientando los paneles para esperar la salida del Sol. Para el desarrollo del sistema electrónico se usaron los siguientes elementos: Microcontrolador PIC 18F8722 el cual se programó con mikroC PRO for PIC, una tarjeta SD para el almacenamiento de datos (temperatura, radiación, hora y fecha). Un chip Real Time para implementar la hora exacta, una

pantalla GLCD para interactuar con el usuario. Teclado para introducir datos requeridos. Además se monitoreó algunas variables para su posterior análisis, para ello se utilizó un sensor de radiación y un sensor de temperatura. Para la etapa experimental, el sistema de seguimiento se montó en un equipo de bombeo solar desarrollado en nuestra facultad. Este equipo posee un chasis de acero galvanizado y movimiento rotacional en los dos ejes necesarios para el seguimiento del Sol, azimut y elevación. Para lograr el movimiento se instaló un sistema de transmisión en base a piñones y cadenas, con dos etapas de reducción y dos motorreductores de corriente continua de 12 Watts de potencia, alimentados por una batería de ciclo profundo de 12 V, la cual se recargó con un panel solar de 50 Watts. Para el control de la posición del sistema de seguimiento solar, se utilizó codificadores angulares incrementales montados sobre ejes de transmisión, conectados al microcontrolador.

DEVELOPMENT AND ENABLING OF A SOLAR TRACKER FOR A HELIO-HYDRAULIC PUMPING SYSTEM

KEYWORDS: azimuth, elevation, microcontroller.

SUMMARY

A low-cost electromechanical device for Sun tracking, based on calculated coordinates or astronomical tracking was developed and tested. To carry out this thesis, knowledge of the movement of the sun around the Earth is needed, therefore the equations of Spencer were used, which are the most suited to the Chilean conditions (Plasencia, 2007). For a solar tracking system based on two shafts, is needed to track, with one shaft, the azimuthal angle, and with the other axis, the angle of solar elevation. These two angles can be determined in function of the declination, latitude and longitude. Its variation throughout the year depends on the Julian day. In addition, the time of sunrise and sunset can be determined very accurately, allowing the programming of an algorithm that efficiently use the captured energy, by activating the tracking system during an appropriate time period, and orienting the panels to wait for the sunrise. For the development of the electronic system the following items were used: a Microcontroller PIC 18F8722 programmed with mikroC PRO for PIC compiler, an SD (Secure Disk) card for storage of data (temperature, radiation, time and date). A Real Time chip to implement the exact time, a GLCD (Graphic Liquid Cristal

Display) screen to interact with the user and a keyboard to enter the data required. In addition, some variables for further analysis were measured, including a radiation sensor and a temperature sensor. For the pilot phase, the monitoring system was mounted on a solar pumping equipment previously developed in our faculty. This solar collector is supported by a galvanized steel frame and accounts with rotational movement in the two shafts needed to track the sun, using the azimuth and elevation angles. To achieve the tracking operation, the frame used a transmission system based on sprockets and chains, with two stages of reduction and powered by two DC gear motors of 12 Watts, fed by a deep-cycle 12 V battery, which is recharged with a solar panel of 50 watts. For the control of the system position, incremental angular encoders, mounted on a drive shaft, connected to the microcontroller, were used.