

Diseño de celdas fotovoltaicas robóticas.



Adrián Jiménez Hernández, Ricardo Sánchez Sánchez,
Norma Elva Chávez Rodríguez, Luis Arturo Haro Ruiz
Universidad Nacional Autónoma de México

Departamento de Ingeniería en Computación y Posgrado en Ingeniería



Introducción

La forma más útil de aprovechar la luz del sol es con los dispositivos de energía solar, un ejemplo muy común son las celdas fotovoltaicas las cuales transforman la energía solar en eléctrica. Sin embargo, uno de los grandes problemas en las celdas fotovoltaicas es que permanecen fijas y solo obtienen la mayor intensidad de luz por unas horas. Además, los arreglos de celdas pueden iluminarse no uniformemente, debido a objetos que pueden obstruir el sol en las celdas [1].

No resolver este problema de forma adecuada puede llevar a pérdidas grandes, ya que las pérdidas máximas de energía no son proporcionales al tamaño de las sombras que obstruyen el sol, sino que se magnifican no linealmente [2].

El diseñador de plantas fotovoltaicas debe resolver un problema complejo: posicionar las celdas de tal modo que reciben la máxima energía, en medio de clima y situaciones variables [3]. Por tanto para obtener la mayor energía eléctrica, las celdas fotovoltaicas deben encontrar la fuente de luz con mayor intensidad, posicionarse en esa dirección y seguirla el mayor tiempo posible.

Materiales y métodos

Se montó una celda fotovoltaica sobre un sistema mecánico provisto de tres servomotores, con un torque máximo de 7.4 Kg/cm y un giro máximo de 180 grados cada uno; juntos crean un sistema de posicionamiento con dos grados de libertad, el primero rota de 0° a 359° sobre el ángulo azimutal y el segundo rota de 0° a 180° con respecto al eje Z.

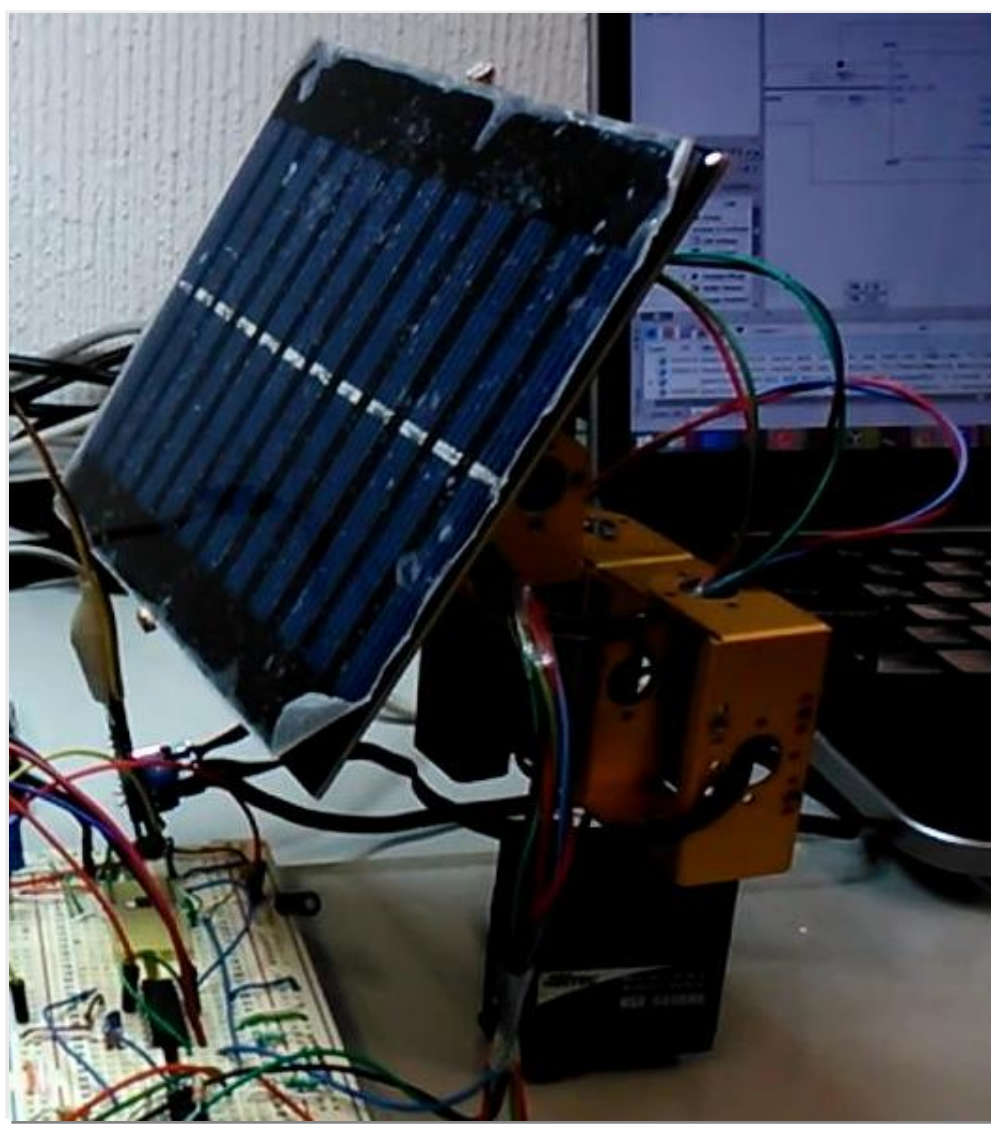


Figura 1. El control de la posición de los servomotores se realiza por PWM.

Por otra parte la diferencia de potencial que produce la celda fotovoltaica y fotoresistencias se utiliza como valor de referencia para encontrar la mayor intensidad de ¹

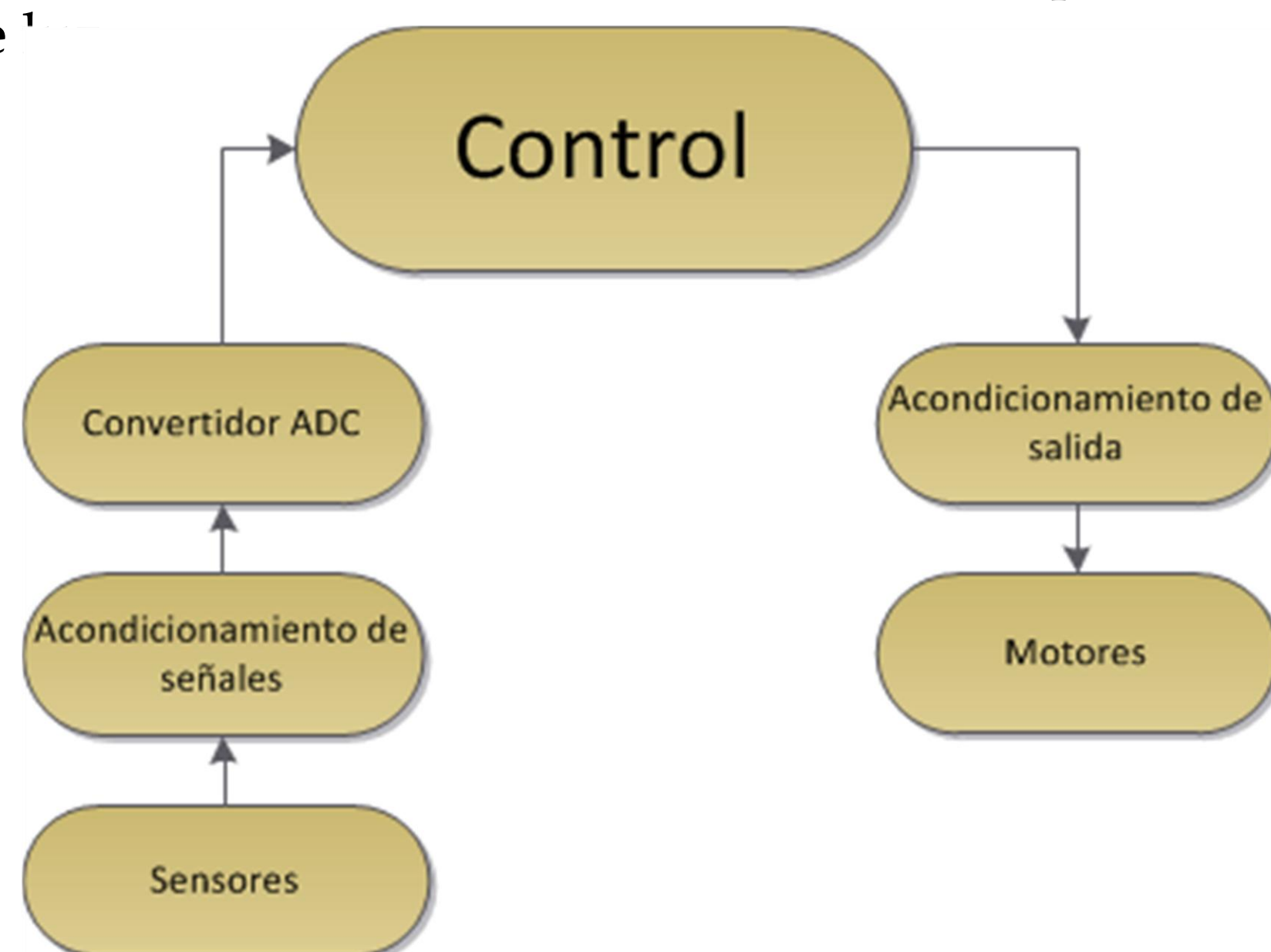


Figura 2. Diagrama de bloques del sistema, el FPGA se encarga del control.

Estas señales se digitalizan utilizando dos convertidores analógico digital y se envían a la tarjeta de desarrollo donde se encuentra el control de todo el sistema.

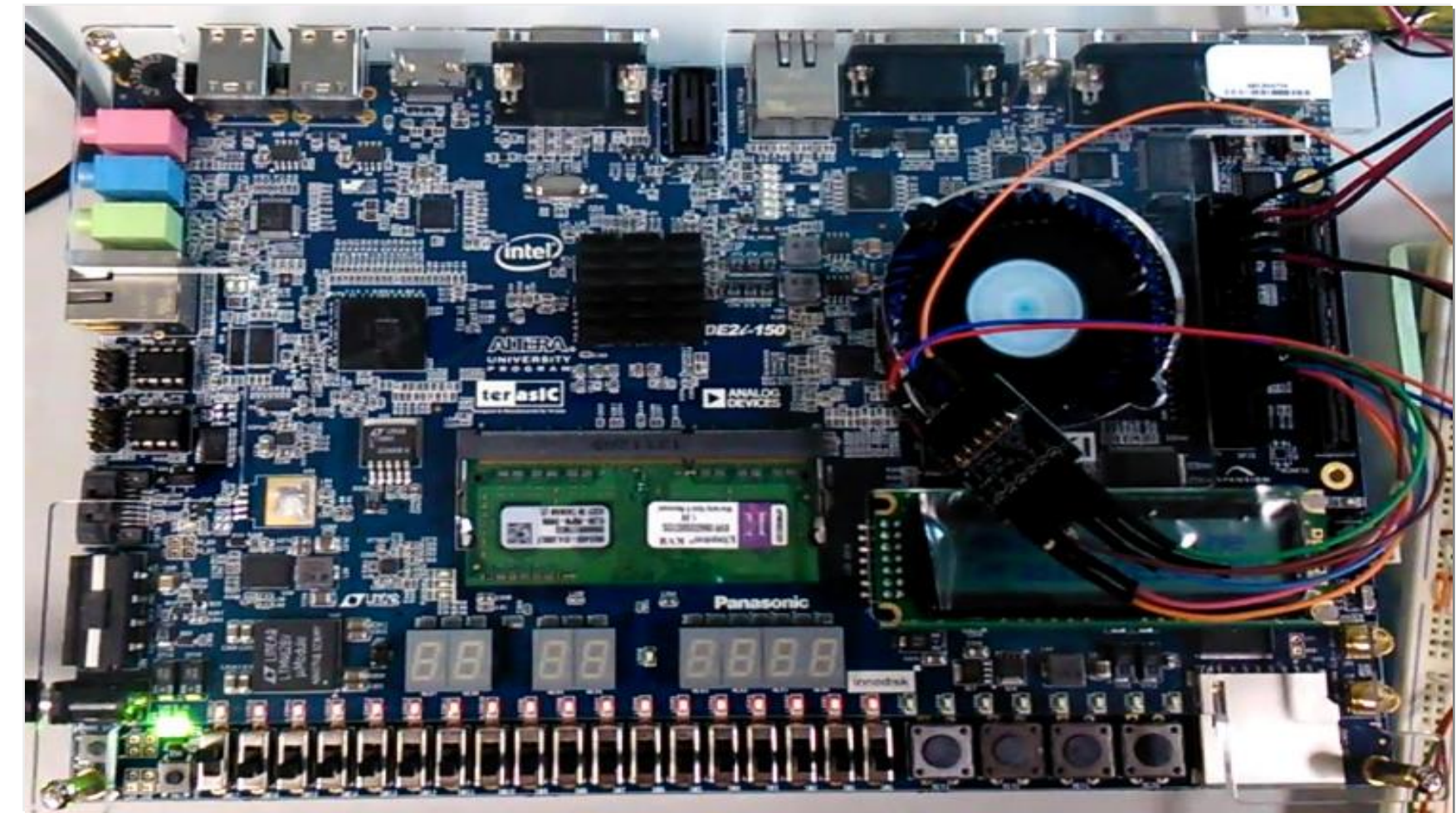


Figura 3. Tarjeta de desarrollo Intel DE2I-150 equipada con un Cyclone IV.

El funcionamiento del control se basa en que la fotocelda este posicionada en la dirección donde reciba más luz, es decir donde la lectura de voltaje de la fotocelda sea mayor. Para ello se divide el control en 2 etapas:

1. Encontrar. Localizar la dirección de la mayor fuente de luz, tomando muestras de los sensores y realizando un barrido en la dirección azimutal y alrededor del eje Z.
2. Seguir. Tomar muestras de los sensores cada 10 minutos para verificar si hay un cambio con respecto al valor anterior, en cuyo caso los motores giran en la dirección del sensor con el valor más alto.

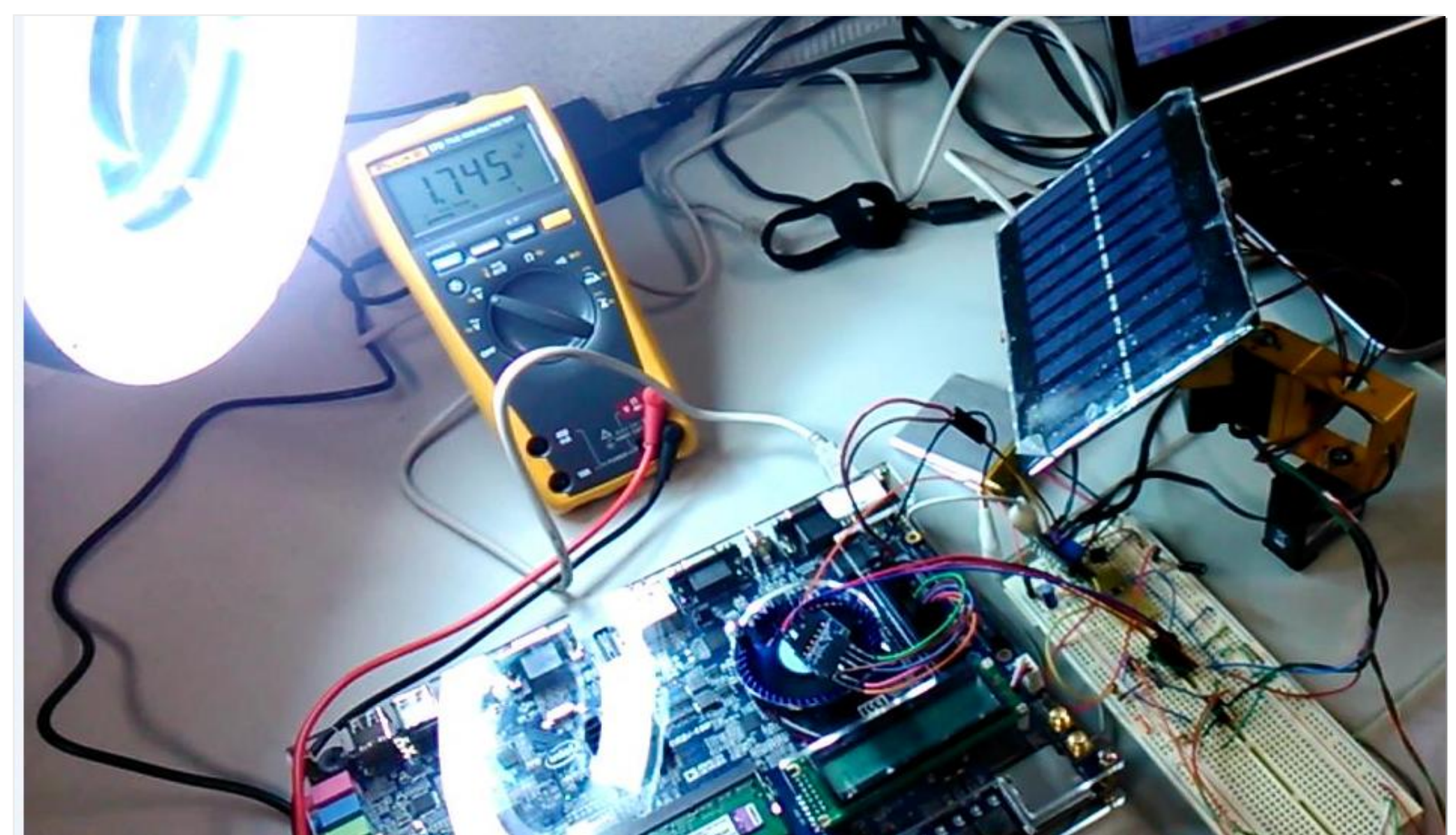


Figura 4. Pruebas de funcionamiento del prototipo.

Conclusiones

En 7 de cada 10 pruebas realizadas, la fotocelda encontró exitosamente la fuente de luz más intensa. Las pruebas se realizaron en un entorno con 3 fuentes de luz artificial de diferente intensidad. Para comprobar el buen funcionamiento del sistema se colocó un multímetro a cada sensor para medir el voltaje en cada posición del barrido y verificar que efectivamente la fotocelda se encuentre en la posición con mayor lectura de los sensores.

Referencias

- [1] D. Weinstock and J. Appelbaum, "Shadow variation on photovoltaic collectors in a solar field," in Proc. 23rd IEEE Conv. Electr. Electron. Eng., 2004, pp. 354–357.
- [2] H. S. Raushenbach, "Electrical output of shadowed solar arrays," IEEE Trans. Electron Devices, vol. 18, no. 8, pp. 483–490, Aug. 1971.
- [3] D. Weinstock and J. Appelbaum, "Optimal design of solar fields," in Proc. 22nd Conv. Electr. Electron. Eng., 2002, pp. 163–165.