

Propuesta para una Red de Sensores Inteligentes para la Comunicación por Radiofrecuencia de un Sistema de Concentración Solar con Tecnología de Torre Central

Víctor Hugo Benítez-Baltazar, Ramón Vicente Armas-Flores

Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial, Rosales y Blvd. Luis Encinas S/N
C.P. 83000, Hermosillo, Sonora, México.
vbenitez@industrial.uson.mx, rarmas17@hotmail.com

Resumen. Los sistemas de energía solar han emergido en las últimas décadas como una fuente viable de energía limpia y renovable. La tecnología de planta de torre central solar es un buen ejemplo de este tipo de sistemas, la cual consiste en varios espejos móviles, llamados heliostatos, que reflejan la radiación del Sol hacia un mismo punto, localizado en la cima de una torre al centro del campo de heliostatos, para su recolección o transformación en otro tipo de energía. El presente trabajo se enfoca en el desarrollo e implementación de un sistema de comunicación inalámbrica, por medio de sensores inteligentes, para ser aplicado en un campo de heliostatos dedicado a la investigación, y que actualmente carece de una instrumentación apropiada. Se pretende implementar el sistema, de manera que permita la transmisión eficiente de información y el control efectivo de los heliostatos.

Palabras clave: Energía solar, heliostatos, comunicación, redes de sensores, sensores inteligentes.

1 Introducción

En las últimas décadas, los sistemas de energía solar han emergido como una fuente viable de energía limpia y renovable, por lo que su uso en aplicaciones domésticas e industriales es cada vez mayor. La función de estos sistemas, consiste en recolectar la energía proveniente del Sol y transformarla en otro tipo de energía, como puede ser eléctrica o térmica [1].

Un ejemplo de este tipo de sistemas es la tecnología de planta de torre central solar, cuyo funcionamiento está basado en un conjunto de dispositivos llamados heliostatos, los cuales siguen la trayectoria del Sol.

Víctor Hugo Benítez-Baltazar y Ramón Vicente Armas-Flores, *Propuesta para una Red de Sensores Inteligentes para la Comunicación por Radiofrecuencia de un Sistema de Concentración Solar con Tecnología de Torre Central*, en: Alonso Perez-Soltero, Mario Barceló-Valenzuela, Oscar-Mario Rodríguez-Eliás, German-Alonso Ruíz-Domínguez, Erica-Cecilia Ruiz-Ibarra, Ramón-René Palacio-Cinco (Eds.), Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora, pp. 276-281, 2014.

Debido a la creciente importancia de este tipo de tecnologías, se propone en este trabajo la implementación de un sistema de comunicación en un campo de pruebas de heliostatos, dedicado al desarrollo de nuevas tecnologías solares. Un sistema de comunicación basado en sensores inteligentes, podría permitir un mejor avance en las investigaciones del campo, de manera más rápida y efectiva.

A continuación se describen algunos conceptos de lo que son la tecnología de torre central solar, las redes inalámbricas de sensores y algunos trabajos de investigación anteriores relacionados a la temática. En la sección tres se describe el entorno donde se pretende implementar la presente propuesta y se describe el problema de manera más detallada. Posteriormente se describe la solución propuesta en la sección cuatro. Finalmente se enumeran los resultados que se espera obtener al final del proyecto, así como algunas conclusiones, en las secciones cinco y seis respectivamente.

2 Marco Teórico y Trabajo Previo

2.1 Tecnología de Torre Central Solar

Un buen ejemplo de sistema de transformación de energía solar a térmica, es la tecnología de planta de torre central solar, la cual consiste en varios espejos móviles, llamados heliostatos, que reflejan la radiación del Sol directamente hacia un solo punto, localizado en la cima de una torre que se encuentra al centro del campo de heliostatos. En este punto, componentes dentro de la torre, convierten la energía solar en térmica y posteriormente en electricidad [2].

En un sistema de torre central solar, para que los heliostatos puedan reflejar la radiación del Sol hacia el mismo punto de la torre en todo momento, es necesario que estos se muevan de acuerdo al movimiento del Sol. Para lograr esto, se utilizan sensores y controladores que regulan el movimiento de los seguidores y se comunican con una computadora central que los controla. Tal como mencionan Her-Terng y Chieh-Li [3], pueden encontrarse varios estudios en la literatura donde se intenta resolver el problema del seguimiento solar desde diferentes aproximaciones o puntos de vista, para lograr la máxima obtención de energía del sistema. Sin embargo, todos estos trabajos se enfocan solamente al control individual de los seguidores solares.

2.2 Redes de Sensores Inalámbricas

Las redes de sensores inalámbricas se han desarrollado ampliamente en los últimos años, esto debido a sus beneficios y características únicas, como son su capacidad para auto-configurarse, su bajo costo, fácil implementación y enrutamiento multi-saltos, por mencionar algunos [4]. Las redes de sensores inteligentes que emulan el comportamiento cíclico de percepción-razonamiento-acción, son útiles para una amplia variedad de aplicaciones, como pueden ser: industriales, militares, médicas, domóticas, etc. La

función de estas redes consiste en obtener y distribuir información de los sensores en tiempo real, procesarla en tareas colaborativas y propagar señales de control en base a los datos obtenidos y el funcionamiento del sistema [5].

Spencer, Ruiz-Sandoval y Kurata [6] establecen que los sensores inteligentes tienen cuatro características importantes: unidad central de procesamiento integrada, pequeño tamaño, comunicación inalámbrica y bajo costo.

Una red de sensores inalámbrica se compone de varios nodos de sensores, que perciben lo que ocurre en su ambiente, midiendo factores como presión, temperatura, sonido, etcétera; y generan lecturas que son enviadas por rutas de comunicación a un nodo específico, para su recolección [7]. La posición de los nodos, o topología de la red, puede ser establecida para obtener la óptima comunicación, tal como mencionan Cuomo, Abbagnale y Cipollone [8].

2.3 Trabajo Previo

Un trabajo en el que se implementa una red de comunicación en un sistema de energía solar, es el que se llevó a cabo por Papageorgas, et al. [9], en el cual se diseñó una metodología para monitorear el funcionamiento de varios paneles fotovoltaicos, utilizando una red de sensores inalámbrica para la comunicación, control y supervisión del sistema. En este trabajo se pueden apreciar las bondades de la implementación de redes inalámbricas en la comunicación, sin embargo es distinto a lo que sería el diseño de una metodología para el control y monitoreo de helióstatos, ya que en estos últimos se deben tomar en cuenta factores, variables, funcionamiento e información, diferentes a los que se requiere considerar para paneles fotovoltaicos.

En el trabajo realizado por Cao, et al.[10], pueden apreciarse las ventajas que proporciona el uso de redes de sensores inalámbricas. En este trabajo se desarrolló una red de sensores para la detección remota de vapor de agua, con una resolución de hasta 1 ppm. Al implementar la red, los resultados demostraron la utilidad de este tipo de redes, ya que permitió un funcionamiento robusto y preciso, conservando la flexibilidad del sistema y un bajo costo de instalación.

3 Antecedentes y Descripción del Problema

Debido a la abundancia de radiación solar que se tiene en la región, la Universidad de Sonora, junto con otras instituciones, llevaron a cabo un proyecto donde se construyó la Plataforma Solar de Hermosillo (PSH, antes conocida como Campo de Pruebas de Helióstatos) [11], con el fin de llevar a cabo estudios para aprovechar la radiación solar, mejorando los métodos de recolección y conversión de la energía solar. Esta plataforma consiste en un campo donde se cuenta con un número creciente de helióstatos desarrollados por la misma universidad y otras instituciones de investigación, así como una torre central para generación de energía y realización de pruebas experimentales.

Todo el sistema de seguidores solares se controla de manera general desde una Unidad Central de Control (UCC). La UCC solo obtiene cierta información sobre el funcionamiento de los helióstatos y controla el estado en que estos se encuentran. La comunicación entre los helióstatos y la UCC, se lleva a cabo por medio de tecnología Ethernet, y se limita solamente a la comunicación de la UCC con cada seguidor de manera individual, es decir, no existe comunicación entre helióstatos.

Actualmente los helióstatos en la PSH carecen de los sensores e instrumentación necesaria para analizar o determinar su desempeño considerando las condiciones de operación en que se encuentran. Esto representa un problema para el desempeño del campo de heliostatos, debido a que no se miden las variables bajo las que operan estos, y que pueden afectar al funcionamiento de los mismos, como pueden ser la temperatura, velocidad del viento, humedad, entre otras variables. Al carecer de información sobre estos factores, el desarrollo de estudios, experimentos y el funcionamiento de las unidades, se ven comprometidos, y se dificulta el desarrollo de nuevas tecnologías.

Para solucionar lo anterior se pretende instalar en las unidades la instrumentación requerida, sin embargo no es posible llevar esto a cabo con el sistema de comunicación que se tiene actualmente en la plataforma, debido a que la transmisión de información por medio de Ethernet no sería suficiente, a causa de la gran cantidad de datos y el alto número de nodos de comunicación que se tendrían una vez instalado el instrumental en los helióstatos. Para poder efectuar la instrumentación de los helióstatos, es necesario el diseño de un sistema de comunicación inalámbrica, de bajo costo, que pueda transmitir información de manera eficiente, y que pueda ser implementado en la plataforma, tomando en cuenta todos los factores que pueden interferir con la comunicación en este entorno, como son: factores ambientales, interferencias y ruido eléctrico, interferencias por los materiales, etcétera.

4 Propuesta de Solución

Con la finalidad de que los helióstatos en la PSH puedan contar con la instrumentación que se requiere, se propone el desarrollo y la implementación de un sistema de comunicación inalámbrica, utilizando sensores inteligentes, para la transmisión eficiente de información que permita un control efectivo del sistema de concentración solar. Para lograr esto, el primer paso es identificar las características y limitaciones que se tienen en la PSH, para poder elegir la tecnología adecuada y la mejor forma de aplicarla en el campo de helióstatos. Una vez diseñado el sistema, se llevará a cabo su implementación, con el fin de realizar pruebas posteriores, que permitan validar la eficacia de la comunicación entre sensores, y de ser necesario, realizar ajustes que mejoren aún más el desempeño del sistema.

5 Resultados y Beneficios Esperados

La implementación en la PSH de un sistema de comunicación inalámbrica a base de sensores inteligentes, permitirá la instrumentación requerida en los seguidores para la valoración y el análisis de su funcionamiento bajo diferentes condiciones. Con esto será posible la obtención de una mayor cantidad y variedad de datos, con lo que se podrán considerar nuevas variables para la optimización del funcionamiento de los seguidores y del desarrollo de pruebas experimentales.

Otras ventajas que se obtendrán de la instrumentación de los helióstatos de la PSH por medio de una red de sensores inteligentes son:

- Mayor facilidad y reducción de costos al instalar nuevas unidades en el campo
- Mayor robustez en la comunicación
- Disminución de costos de mantenimiento
- De ser posible, sustituir los controladores Compact RIO que se utilizan actualmente, por otros de mucho menor costo y complejidad

La metodología y diseño que sean resultado de este proyecto, se desarrollarán posteriormente en una empresa nacional dedicada al desarrollo de tecnología termosolar.

6 Conclusiones

La tecnología de planta de torre central solar es una de las tecnologías solares que se encuentran en desarrollo y que tienen cada vez más importancia como fuentes de energía limpia y renovable. En Hermosillo se creó la Plataforma Solar de Hermosillo (PSH), la cual se dedica a la investigación en el campo de la energía solar. Es debido a la importancia de este tipo de investigaciones, que se propone el desarrollo y la implementación de un sistema de comunicación inalámbrica, que logre una comunicación efectiva de los helióstatos en la PSH, permitiendo la instrumentación de los seguidores, y logrando así un mejor desempeño del campo y un mayor avance en la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías solares.

Referencias

1. Lee, C.-Y., Chou, P.-C., Chiang, C.-M. and Lin, C.-F., 2009. Sun tracking systems: a review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 9(5), pp.3875–90.
2. García-Sobrinos, G., Salvador-Villa, I. and Serradilla-Echarri, J., 2007. Tower of power. *Civil Engineering (08857024)*, 77(October), pp.42–50.
3. Her-Terng, Y. and Chieh-Li, C., 2011. Fuzzy sliding mode controller design for maximum power point tracking control of a solar energy system. *Transactions of the Institute of Measurement and Control*, 34(5), pp.557–565.
4. Kamal, A.R.M. and Hamid, M.A., 2013. Reliable data approximation in wireless sensor network. *Ad Hoc Networks*, 11(8), pp.2470–2483.

5. Lim, A., 2010. Smart Sensor Networks. In: V. Cutsuridis, A. Hussain and J.G. Taylor, eds., *Perception-action cycle models, architectures and hardware*. New York ;London :: Springer.
6. Spencer, B., Ruiz-Sandoval, M. and Kurata, N., 2004. Smart sensing technology: opportunities and challenges. *Structural Control and Health Monitoring*, 11(4), pp.349 – 368.
7. Karl, H. and Willig, A., 2005. *Protocols and architectures for wireless sensor networks*. Hoboken NJ: Wiley.
8. Cuomo, F., Abbagnale, A. and Cipollone, E., 2013. Cross-layer network formation for energy-efficient IEEE 802.15.4/ZigBee Wireless Sensor Networks. *Ad Hoc Networks*, 11(2), pp.672–686.
9. Papageorgas, P., Piromalis, D., Antonakoglou, K., Vokas, G., Tseles, D. and Arvanitis, K.G., 2013. Smart Solar Panels: In-situ Monitoring of Photovoltaic Panels based on Wired and Wireless Sensor Networks. *Energy Procedia*, 36, pp.535–545.
10. Cao, F., Wang, Y.-D., Liu, L. and Cong, M.-L., 2014. A wireless sensor network based on DFB lasers for water vapor detection. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 193, pp.370–374.
11. LACYQS, 2011. Campo de Pruebas de Helióstatos (CPH). [Online] Disponible en: <http://lacyqs.cie.unam.mx/es/index.php/instalaciones/campo-de-pruebas-de-heliostato>